



УНИВЕРЗИТЕТУ НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

PRAKTIKUM IZ BOTANIKE



PRAKTIKUM IZ BOTANIKE

Ljiljana Nikolić
Dejana Džigurski
Branka Ljevnač-Mašić





**UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET**



**Ljiljana Nikolić, Dejana Džigurski,
Branka Ljevnaić-Mašić**

PRAKTIKUM IZ BOTANIKE

**2019.
Novi Sad**

Autori

Dr Ljiljana Nikolić, redovni profesor
Dr Dejana Džigurski, redovni profesor
Dr Branka Ljevnač-Mašić, vanredni profesor

Glavni i odgovorni urednik

Prof. dr Nedeljko Tica

Recenzenti

Prof. dr Ružica Igić
Prof. dr Jadranka Luković
Prof. dr Branko Ćupina

Izdavač

Univerzitet u Novom Sadu
Poljoprivredni fakultet

Tiraž
20 primeraka

Zabranjeno preštampavanje i fotokopiranje. Sva prava zadržava izdavač.

Odobreno za štampu po predlogu Komisije za izdavačku delatnost Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, odlukom Nastavno-naučnog veća Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, 1000/0102 broj: 172/2 od 07.02.2019.

CIP

ISBN 978-86-7520-451-0

SADRŽAJ

Predgovor.....	i
Mikroskop.....	1
Mikroskopski preparati.....	2
Rukovanje mikroskopom.....	3
CITOLOGIJA.....	4
Biljna ćelija.....	4
Građa ćelije.....	4
Rotaciono kretanje citoplazme.....	5
Hloroplasti i leukoplasti.....	6
Hromoplasti	7
Plazmoliza.....	7
Ćelijski zid.....	9
Centripetalna zadebljanja ćelijskog zida.....	9
HISTOLOGIJA.....	11
Tvorna tkiva.....	11
Apikalni meristemi.....	12
Lateralni meristemi.....	13
Trajna tkiva.....	14
Parenhimska (osnovna) tkiva.....	14
Parenhim za fotosintezu (hlorenhim).....	15
Parenhim za rezervisanje.....	15
Parenhim za rezervisanje vazduha (aerenhim).....	16
Parenhim za provođenje.....	17
Parenhim za apsorpciju.....	17
Pokorična (kožna) tkiva.....	18
Epidermis	18
Peridermis.....	19
Mrtva kora.....	20
Mehanička tkiva.....	21
Kolenhim.....	21
Sklerenhim.....	22
Provodna tkiva.....	24
Provodni snopići.....	25
Koncentrični provodni snopići.....	25
Kolateralni provodni snopići.....	27
Radijalni provodni snopić.....	29
Tkiva za lučenje.....	30
ORGANOGRAFIJA.....	32
Klica	32
VEGETATIVNI ORGANI	34
Koren.....	34
Primarna anatomska građa korena dikotila	34

Primarna anatomska građa korena monokotila.....	36
Građa metamorfoziranog (repastog) korena.....	37
Stablo.....	39
Primarna anatomska građa stabla dikotila.....	39
Sekundarna anatomska građa stabla dikotila.....	41
Primarna anatomska građa stabla monokotila.....	43
List	44
Anatomska građa liske dikotila.....	44
Anatomska građa liske monokotila.....	46
GENERATIVNI ORGANI.....	47
Cvet.....	47
Cvast.....	51
Seme.....	53
Plod.....	54
Zadatak.....	60
ILUSTROVANI PREGLED ODABRANIH PREDSTAVNIKA SKRIVENOSEMENICA.....	68
Klasa Magnoliopsida - dikotile.....	71
Klasa Liliopsida - monokotile.....	99
Herbarizovanje biljnog materijala.....	106
Indeks pojmova.....	107
Literatura.....	111

PREDGOVOR

Ovaj praktikum namenjen je studentima studijskih programa, Ratarstvo i povrtarstvo, Fitomedicina, Voćarstvo i vinogradarstvo, Hortikultura, Pejzažna arhitektura i Agroekologija i zaštita životne sredine, Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu.

Usled nedostatka odgovarajućeg pomoćnog udžbenika na predmetu Botanika, autori su nakon dugogodišnjeg rada u okviru praktične nastave sa studentima različitih studijskih programa, došli na ideju za izradu ovog praktikuma, sa željom da se olakša i unapredi praktični rad na vežbama iz Botanike.

Praktikum iz Botanike obuhvata celokupnu građu koja je predviđena nastavnim planom za praktičnu nastavu iz predmeta Botanika. Koncipiran je tako da omogućava samostalan rad studenata uz prateći tekst, ilustraciju i prostor za skiciranje posmatranog objekta. Ilustracije, preuzete iz odgovarajućih literaturnih i internet izvora, su znatno izmenjene i dopunjene i služe samo i isključivo u edukativne svrhe.

S posebnim poštovanjem se zahvaljujemo recenzentima prof. dr Ružici Igić, prof. dr Jadranki Luković i prof. dr Branku Ćupini, na korisnim savetima i važnim sugestijama. Zahvaljujemo se i Teodori Nikolić, studentu arhitekture, na izradi ilustracija 24, 37 i 44.

Hvala i svima onima koji su i najmanjim doprinosom pomogli da ovaj praktikum ugleda svetlost dana.

Takođe, bićemo zahvalne svim čitaocima koji primete i ukažu nam na bilo kakve nedostatke ovog Praktikuma kako bi smo ih otklonile u sledećem izdanju.

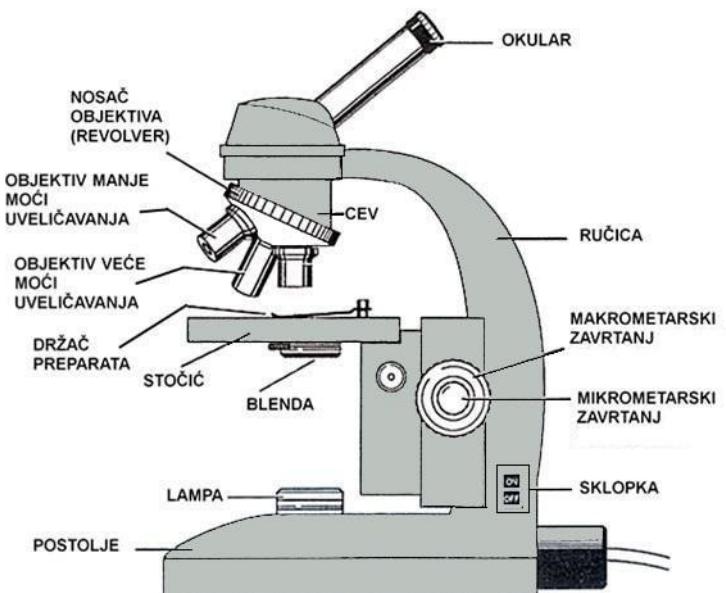
Autori

Mikroskop

Jedan od najvažnijih događaja u razvoju bioloških nauka bio je otkriće prvog mikroskopa, 1590. godine. Kasnijim, savršenijim tehnikama glačanja sočiva, pravljeni su sve kvalitetniji mikroskopi. Danas, klasični, svetlosni mikroskopi mogu da uvećavaju posmatrani predmet i preko 1000 puta. U naučnim istraživanjima se koriste i elektronski mikroskopi. Prvi takav mikroskop napravljen je 1930. godine. Elektronski mikroskopi posmatrani predmet uvećavaju i preko 200 000 puta.

Svetlosni mikroskop uvećanu sliku stvara uz pomoć optičkih sočiva, a predmet je osvetljen prirodnom (dnevnom) ili veštačkom (lampom) svetlošću, dok kod elektronskog mikroskopa uvećana slika nastaje zahvaljujući elektromagnetskim poljima, a posmatrani predmet je osvetljen snopom elektrona.

Mikroskop (*mikros* = mali, sitan i *scopein* = posmatrati, gledati) je optički instrument koji služi za posmatranje i proučavanje sitnih objekata (Sl. 1). Sastoji se iz mehaničkih i optičkih delova. Mehanički delovi povezuju i nose optičke delove koji stvaraju uvećanu sliku posmatranog predmeta.



Slika 1. Svetlosni mikroskop

Mehanički delovi mikroskopa su: postolje, potporni stub (stativ) sa ručicom, cev (tubus), makrometarski i mikrometarski zavrtaji i stočić.

Postolje je najmasivniji mehanički deo koji nosi sve ostale delove mikroskopa i omogućava njihovo pravilno funkcionisanje i korišćenje.

Na postolje je pričvršćen stativ sa *ručicom*. Srednji deo ručice je blago povijen i služi za pomeranje mikroskopa. Na gornjem delu ručice se nalazi deo koji nosi i omogućava pomeranje tubusa. *Tubus* je šuplja cev u kojoj su smešteni optički delovi mikroskopa.

Cev ili tubus se može pomerati zahvaljujući postojanju dve vrste zavrtnja. Tako, za grubo podešavanje služi *makrometarski zavrtanj*, koji uglavnom koristimo prilikom posmatranja preparata na manjem uvećanju, dok za fino

podešavanje, služi *mikrometarski zavrtanj*, koga koristimo prilikom posmatranja preparata na većem uvećanju.

Stočić je deo mikroskopa na koji se stavlja preparat. Stočić može biti različitog oblika, ali na sredini uvek ima otvor kroz koji prolazi svetlost osvetljavajući posmatrani objekat. Na stočiću se nalazi mehanizam koji omogućava prihvatanje i pokretanje preparata.

Optički delovi mikroskopa su: *delovi za stvaranje slike* - okular(i), objektivi i *delovi za osvetljavanje slike* – ogledalo (kod starijih modela mikroskopa) ili lampa kod novijih modela, kondenzor, blenda i filter.

Okular je smešten u gornjem delu tubusa, a čini ga metalna cev sa dva sočiva, gornje - okularno ili očno, i donje - sabirno ili kolektivno.

Objektiv je metalna cev sa jednim ili više sočiva. Sočivo na donjem kraju objektiva je frontalno i ono stvara uvećanu sliku posmatranog predmeta, a ostala sočiva se nazivaju korekciona jer otklanjaju određene nedostatke dobijene uvećane slike. Duži objektiv, bliži posmatranom predmetu, ima veću moć uvećanja. Objektivi su pričvršćeni za nosač objektiva „revolver“, koji je pričvršćen za donji deo tubusa, a sastoji se iz dve ploče, gornje fiksirane i donje pokretne. U optičku osu sa okularom, objektiv se postavlja obrtanjem donje pokretne ploče.

Ukupnu moć uvećanja mikroskopa dobijemo ako pomnožimo broj označen na okularu sa brojem koji se nalazi na objektivu.

Kod novijih modela mikroskopa umesto ogledala postoji lampa koja olakšava i pojednostavljuje rad sa mikroskopom.

Kondenzor čini jedno ili više sočiva kojima se reguliše širina svetlosnog snopa koji osvetljava posmatrani predmet.

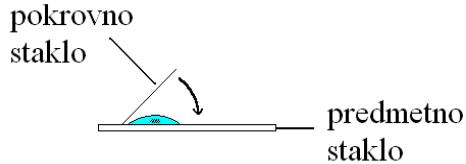
Blenda je sistem metalnih lamela kojima se povećava ili smanjuje otvor kroz koji prolazi snop svetlosti, uz pomoć male ručice (poluge) koja se nalazi na obodu kondenzora.

Ispod kondenzora se uglavnom nalazi i pokretni *filter* koji služi za korekciju boje veštačkog izvora svetlosti.

Mikroskopski preparati

Mikroskopski preparat podrazumeva tanak presek ili sljušteni ili sastrugani deo biljnog materijala najčešće potopljen u tečnost između predmetnog i pokrovnog stakla. Za pravljenje mikroskopskih preparata koriste se dve vrste pločica, jedna veća i deblja - predmetno staklo i druga manja i tanja - pokrovno staklo ili ljuspica. Mikroskopski preparati se koriste u histološkim i anatomskim proučavanjima. S obzirom na način pripreme i karakteristike, mogu biti *privremeni* i *trajni*.

Privremeni preparati se prave tako što se sastrugan, sljušten ili tanko isečen biljni materijal stavlja u kap vode ili neke druge tečnosti (u zavisnosti od toga šta želimo da posmatramo) na predmetno staklo. Zatim se na njega spušta pokrovno staklo i to na taj način da se bočno prisloni na predmetno staklo uz kap tečnosti i pažljivo, postepeno spušta na objekat, da bi se sprečilo zadržavanje mehurića vazduha koji bi ometali posmatranje (Sl. 2). Ovi preparati su kratkotrajni, usled isparavanja tečnosti i narušavanja strukture ćelija.



Slika 2. Postupak stavljanja pokrovnog na predmetno staklo

Trajni preparati se prave na mnogo složeniji način od privremenih i taj proces je dugotrajniji. Mogu se koristiti duže vremena, obojeni su, pa se na preparatu bolje uočavaju različiti delovi ćelije i fiksirani su tako da im je struktura umnogome očuvana.

Rukovanje mikroskopom

Prilikom pomeranja, mikroskop treba isključivo držati za ručicu. Mikroskop se postavlja sa ručicom okrenutom prema posmatraču. Zatim je potrebno, u optičku osu, staviti objektiv manje moći uvećanja i pronaći jasno osvetljeno vidno polje uz pomoć kondenzora i blende. Kada je dobijeno jasno vidno polje, staviti mikroskopski preparat na stočić i pričvrstiti ga postojećim mehanizmom na stočiću, radi pravilnog pomeranja. Kada je preparat namešten, lagano podizati tubus okretanjem makrometarskog zavrtnja, sve dok u vidnom polju ne opazimo lik posmatranog predmeta. Izoštiti sliku makrometarskim zavrtnjem, a zatim u optičku osu sa okularom dovesti objektiv veće moći uvećanja. Nakon toga, pomeranjem samo mikrometarskog zavrtnja, maksimalno izoštiti sliku posmatranog objekta.

CITOLOGIJA

Biljna ćelija

Citologija je nauka o ćeliji.

Ćelija je osnovna strukturalna i funkcionalna jedinica svakog živog bića i elementarna jedinica života. Osnovni delovi diferencirane biljne ćelije su: protoplazma, vakuola/e i ćelijski zid.

Protoplazma je živi deo ćelije i čine je *citoplazma* i *jedro*. Citoplazmu čini citoplazmatični matriks (hijaloplazma) u kojem se nalaze brojne citoplazmatične organele (endoplazmatični retikulum, Goldži kompleks, mitohondrije, plastidi, ribozomi, lizozomi, peroksizomi, sferozomi i dr.) i partikule (granule).

Vakuola je specifična samo za biljnu ćeliju i ispunjena je ćelijskim sokom. U mlađim ćelijama se nalazi veći broj sitnijih vakuola koje se kasnije, najčešće spajaju u jednu vakuolu, koja zauzima veći deo ćelije. Vakuola ima važnu ulogu u stvaranju unutarćelijskog pritiska (turgora), u procesu magacioniranja i razlaganja (hidrolize) različitih materija. Obavija je unutrašnja citoplazmatična membrana *tonoplast*.

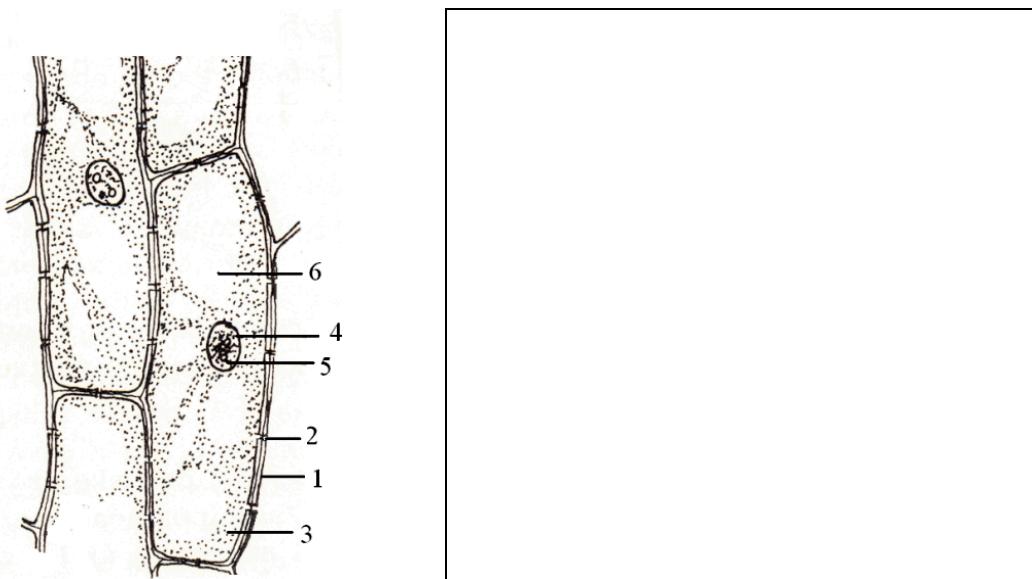
Ćelijski zid je neživi deo ćelije, nastao radom protoplazme i karakterističan je deo tipične biljne ćelije. Ćelijski zid čini: *srednja lamela* (*primordijalni zid*), koja je zajednička za dve susedne ćelije, *primarni zid* i *sekundarni zid*. Ćelijski zid daje oblik ćelije, štiti njenu unutrašnjost i doprinosi čvrstini ćelije. Ćelijski zid, zajedno sa *plazmalemom* (spoljašnjom citoplazmatičnom membranom) čini barijeru između protoplazme i spoljašnje sredine, ali istovremeno putem jamica (uski kanalići kroz sekundarni deo ćelijskog zida), kroz koje prolaze niti citoplazme (*plazmodezme*), omogućava komunikaciju između susednih ćelija, čineći jednu funkcionalnu, živu celinu, označenu kao *simplast*.

Građa ćelije

Slušteni epidermis sočnih listova lukovice crnog luka (*Allium cepa L.*) - trajni preparat

Na malom uvećanju posmatrati deo epidermisa i uočiti oblik ćelija. Pri tom zapaziti da su ćelije izdužene i čvrsto povezane, sa tankim ćelijskim zidovima (Sl. 3).

Zatim preparat posmatrati pod većim uvećanjem i uočiti sledeće delove ćelije: **ćelijski zid (1)** u kome se detaljnim posmatranjem uočavaju **jamice (2)**, sitnozrnastu **citoplazmu (3)**, **jedro (nukleus) (4)**, u kome se vide jedno ili više **jedaraca (nukleolus) (5)** koji se uočavaju prilikom pomeranja mikrometarskog zavrtnja, jer jače prelamaju svetlost. U unutrašnjosti ćelije uočava se i veći broj **vakuola (6)** sa bezbojnim ćelijskim sokom.



Slika 3. Ćelije epidermisa sočnih listova lukovice crnog luka (*Allium cepa*)

Rotaciono kretanje citoplazme

Deo lista valisnerije (*Vallisneria spiralis* L.) - privremeni preparat

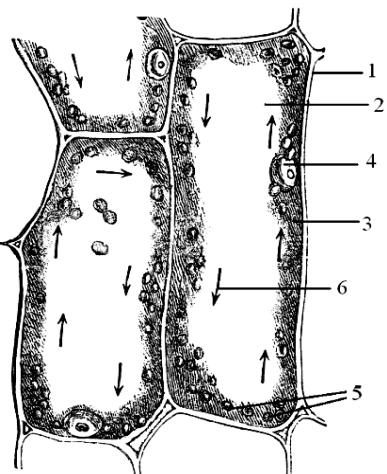
Napraviti privremeni preparat. Uzeti deo lista vodene (akvarijumske) biljke valisnerije i staviti na predmetno staklo u kap vode i pažljivo spustiti pokrovno staklo.

Na malom uvećanju uočiti veliki broj uglavnog četvorougaonih krupnih ćelija sa tankim **ćelijskim zidovima** (1). Najveći deo ćelije ispunjava centralno postavljena krupna **vakuola** (2) ispunjena bezbojnim ćelijskim sokom. **Citoplazma** (3) se nalazi u tankom sloju potisnuta uz ćelijski zid. U citoplazmi se uočava **jedro** (4) i veći broj zeleno obojenih plastida – **hloroplasta** (5), Sl. 4. Hloroplasti su zeleno obojeni plastidi, organele specifične za biljnu ćeliju u kojima se odvija proces fotosinteze (sinteza organskih materija iz CO_2 i H_2O , uz akumulaciju sunčeve svetlosti pomoću pigmenta hlorofila).

Pažljivim posmatranjem, može se uočiti lagano, pasivno kretanje hloroplasta, koje nastaje usled kretanja citoplazme. Citoplazma se kreće u jednom smeru, rotirajući oko centralne vakuole, a takav način kretanja citoplazme nazivamo **rotaciono kretanje citoplazme** (6).

U biljnim ćelijama, pored rotacionog, kretanje citoplazme može biti **cirkulatorno**, karakteristično za biljne ćelije sa većim brojem vakuola. U ćelijama biljaka niže organizacije prisutno je i **njihajuće** (kolebljivo) kretanje citoplazme.

Kretanje citoplazme je jedna od njenih važnih karakteristika, koja je u vezi sa dinamikom citoskeleta i zavisi od metaboličkih procesa u kojima se hemijska energija pretvara u mehaničku. Na kretanje citoplazme utiču različiti faktori kao što su: temperatura, svetlost, plazmoliza, zračenje, itd. Kretanje citoplazme je značajno za transport različitih materija unutar ćelije.



Slika 4. Rotaciono kretanje citoplazme u listu valisnerije (*Vallisneria spiralis*)

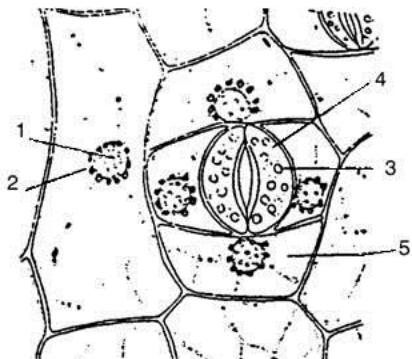
Hloroplasti i leukoplasti

Epidermis naličja liske lozice (*Tradescantia zebrina* (Schinz) D.R.Hunt) - privremeni preparat

Napraviti privremeni mikroskopski preparat lista lozice. List presaviti preko prsta, sa naličjem okrenutim gore. Žiletom napraviti poprečni rez, pa pincetom skinuti epidermis. Tanak odsečen deo staviti na predmetno staklo u kap vode i pokriti pokrovnim stakлом. Na preparatu pronaći vidno polje sa što tanjim delom preseka.

Ćelije epidermisa naličja lista su poligonalnog oblika (Sl. 5) sa krupnim vakuolama ispunjenim ljubičastim **ćelijskim sokom** (5). Oko jedra (1), u krug, raspoređeni su fotosintetički neaktivni, bezbojni plastidi - **leukoplasti** (2) koji, zbog različitog prelamanja slojeva skroba u njima, svetlucaju. U leukoplastima se polimerizuju i deponuju različite rezervne materije, pa su ovi plastidi najčešći u ćelijama organa za rezervisanje hranljivih materija (koren, krtola, rizom, seme). U zavisnosti od vrste rezervnih materija razlikuju se: *amiloplasti* u kojima se rezerviše skrob, *proteinoplasti* u kojima se rezervišu proteini i *elajoplasti* sa rezervama lipida.

U **stomnim ćelijama** (4), koje su bubrežastog oblika, nalaze se fotosintetički aktivni, krupni, okrugli plastidi - **hloroplasti** (3).



Slika 5. Ćelije epidermisa naličja liske lozice (*Tradescantia zebrina*)

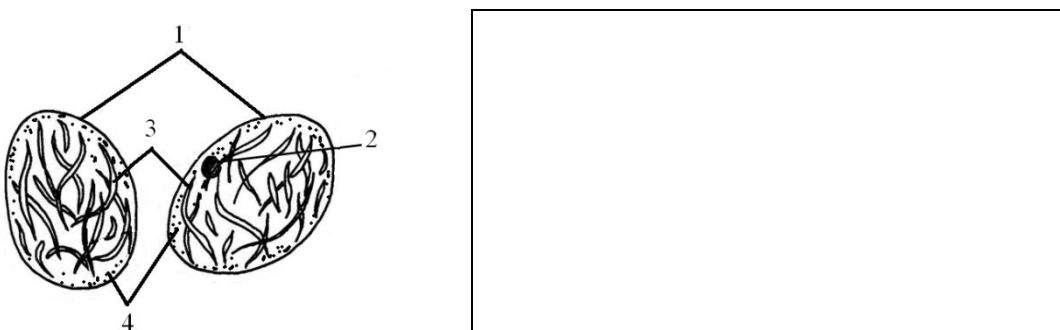
Hromoplasti

Mesnati deo ploda divlje ruže (*Rosa canina L.*) - privremeni preparat

Napraviti privremeni preparat. Iglom pažljivo izdvojiti malo mesnatog dela ploda divlje ruže i staviti u kap vode na predmetnom staklu. Iglom lagano rasporediti materijal na predmetnom staklu i pažljivo pokriti ljuspicom.

Na preparatu (Sl. 6) se mogu uočiti krupne (uglavnom okrugle) **parenhimske ćelije sa tankim ćelijskim zidom (1)**, ispunjene **citoplazmom (4)**, u kojoj možemo uočiti **jedro (2)** i veći broj uglavnom vretenasto izduženih plastida narandžasto-crvene boje – **hromoplasti (3)**.

Hromoplasti su fiziološki neaktivni plastidi, žute, narandžaste ili crvene boje. Boja im zavisi od odnosa različitih pigmenata iz grupe karotenoida. Hromoplasti su česti u ćelijama kruničnih listića i plodova i pri tom imaju značajnu ulogu u privlačenju insekata oprašivača ili životinja koje pomažu rasejavanju plodova/semena.



Slika 6. Hromoplasti u ćelijama ploda divlje ruže (*Rosa canina*)

Plazmoliza

Epidermis sočnih listova lukovice crnog luka (*Allium cepa L.*) - privremeni preparat

Na privremenom preparatu epidermisa sočnih listova lukovice crnog luka posmatrati turgescentnu i plazmoliziranu ćeliju i objasniti pojam turgora, plazmolize i deplazmolize (Sl. 7). Takođe, uočiti prisustvo dve semipermeabilne (selektivno propustljive) citoplazmatične membrane: plazmaleme (spoljašnja citoplazmatična membrana) i tonoplasta (unutrašnja citoplazmatična membrana).

Napraviti privremeni preparat epidermisa sočnih listova lukovice crnog luka tako što se sa spoljašnje strane lukovice skine tanak sloj epidermisa, iseče deo veličine oko 5 mm^2 , prenese na predmetno staklo u kap vode i pokrije pokrovnim stakлом. Nakon toga, pripremiti na isti način biljni materijal, ali ga staviti u nekoliko kapi vode sa rastvorenom kuhinjskom soli – NaCl (hipertoničan rastvor, rastvor veće koncentracije).

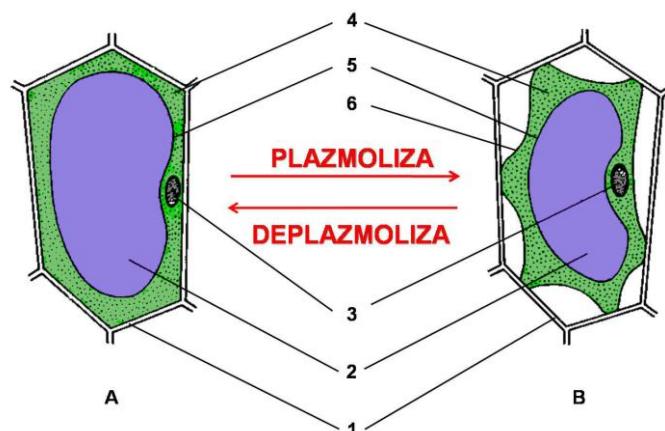
Posmatranjem preparata u kapi vode, u rastvoru niže koncentracije (hipotoničan rastvor) u odnosu na koncentraciju ćelijskog soka u vakuoli, uočavaju se poligonalne ćelije epidermisa i njihov **ćelijski zid (1)**, krupna **vakuola (2)**, a u uskom pojasu uz ćelijski zid, **jedro (3)** i **citoplazma (4)**. Oko krupne i centralno postavljene vakuole uočava se citoplazmatična membrana

tonoplast (5). U ovom slučaju voda (hipotoničan rastvor) ulazi u vakuolu procesom osmoze, voda se kreće sa mesta manje koncentracije, ka vakuoli, čiji ćelijski sok ima veću koncentraciju, sve dok se koncentracije ne izjednače. Voluminozna vakuola vrši pritisak na citoplazmu i potiskuje je uz ćelijski zid. Ovakva ćelija je okarakterisana kao **turgescentna (A)**. Taj pritisak, odnosno napregnuto stanje žive ćelije izazvano obostranim pritiskom protoplasta i ćelijskog zida naziva se **turgor**.

Posmatranjem ćelija u hipertoničnom rastvoru (koncentrovan rastvor NaCl) vidljive su promene. Naime, voda iz vakuole izlazi u spoljašnji rastvor tj. u sredinu sa većom koncentracijom, u težnji da se koncentracije izjednače. Vakuola gubi vodu, smanjuje svoj volumen, sa sobom povlači protoplazmu i omogućava uočavanje **plazmaleme (6)** koja se odvaja od ćelijskog zida. Ćelijski zid, kao neživi deo ćelije, manje-više zadržava svoj oblik. Ovaj proces gubitka vode iz vakuole i odvajanje protoplasta od ćelijskog zida u hipertoničnom rastvoru je **plazmoliza**, a ćelija je okarakterisana kao **plazmolizirana ćelija (B)**.

Proces plazmolize omogućava uočavanje citoplazmatičnih membrana, ali i njihovu važnu osobinu selektivne propustljivosti (semipermeabilnost) koje propuštaju vodu, čuvajući svoj specifičan unutrašnji sastav i održavajući turgor.

Ukoliko bi plazmoliziranu ćeliju stavili u kap vode, desio bi se suprotan proces - **deplazmoliza**. Voda bi iz spoljašnje sredine ulazila u vakuolu, ona bi dobijala na volumenu, gurala protoplazmu, koja bi se ponovo našla uz ćelijski zid, te bi ćelija povratila turgescentnost.



Slika 7. Plazmoliza u ćelijama epidermisa sočnih listova lukovice crnog luka (*Allium cepa*): A - turgescentna ćelija; B - plazmolizirana ćelija

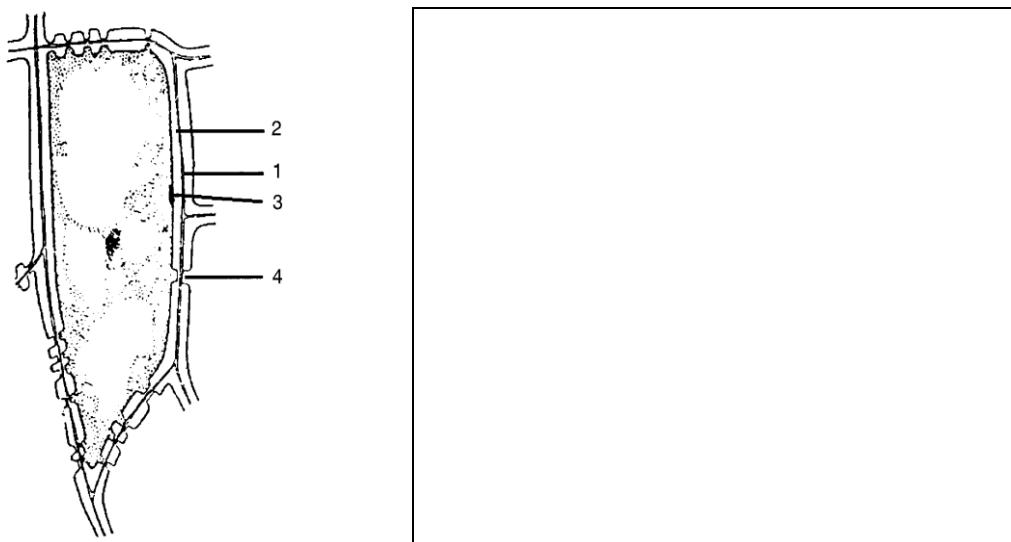
Ćelijski zid

Epidermis sočnih listova lukovice crnog luka (*Allium cepa L.*) - privremeni preparat

Posmatranjem privremenog preparata epidermisa crnog luka uočiti građu ćelijskog zida koji predstavlja spoljašnji produkt protoplasta (Sl. 8).

Napraviti privremeni preparat tako što sa izbočene strane sočnog lista lukovice crnog luka treba skinuti epidermis, žiletom odseći mali deo veličine oko 5mm^2 i staviti ga u kap vode na predmetno staklo i pokriti pokrovnim stakлом.

Ćelijski zid tipične biljne ćelije grade: srednja lamela (primordijalni zid), primarni i sekundarni zid. **Srednja lamela (1)** je zajednička za dve susedne ćelije i izgrađena je uglavnom iz pektinskih materija (odlikuje se plastičnošću i hidrofilnošću). Zatim, svaka ćelija na srednju lamelu luči, hemicelulozu i pektin formirajući tanak **primarni zid (2)**. Na primarni zid talože se slojevi celuloze formirajući **sekundarni zid (3)**. Pri deblijanju (apoziciji), pojedina mesta sekundarnog zida ostaju nezadebljala, poprimaju izgled kanala, i nazivaju se **jamice (4)**. Jamica kod kojih je kanal celom dužinom iste širine, označena je kao prosta jamica. Jamice susednih ćelija stoje jedna naspram druge, a u kontaktu su preko opne za zatvaranje koju čine srednja lamela i primarni zid. Kroz opnu za zatvaranje prolaze niti citoplazme (plazmodezme).



Slika 8. Ćelijski zid sočnih listova lukovice crnog luka (*Allium cepa*)

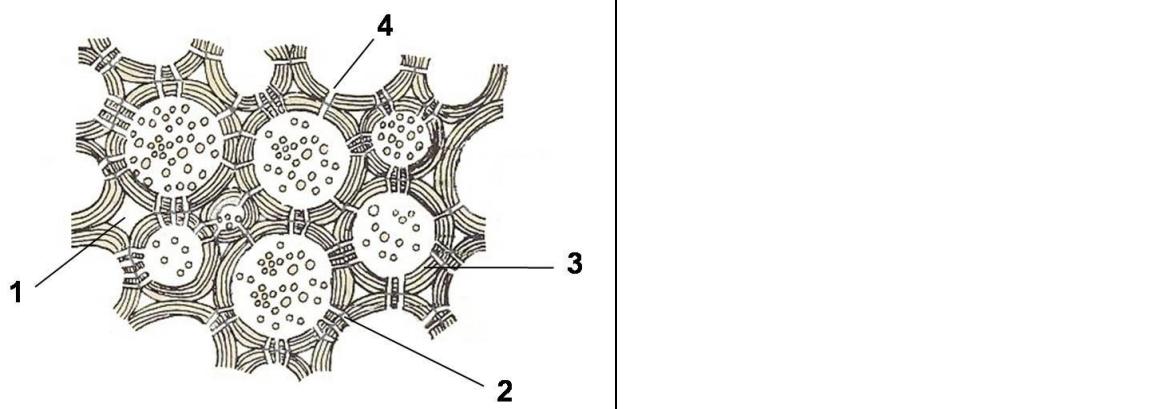
Centripetalna zadebljanja ćelijskog zida

Poprečni presek stabla paviti (*Clematis vitalba L.*) - polutrajni preparat

Posmatranjem polutrajnog preparata preseka stabla paviti uočiti centripetalna zadebljanja ćelijskog zida ćelija srži (Sl. 9).

Posmatranjem preseka stabla, u srži se uočavaju ćelije okruglog oblika između kojih se nalaze krupni **intercelulari (1)**. Ove okruglaste ćelije su ravnomerno zadebljalih ćelijskih zidova. Pod većim uvećanjem uočava se tanak **primarni zid sa srednjom lamelom** koji čine **opnu za zatvaranje (2)** i veoma

debeo **sekundarni zid (3)**. Sekundarni zid je slojevite građe usled centripetalnog slaganja guščih i ređih lamela celuloze na primarni zid. Usled ovakve građe čelijskog zida, jamice imaju izgled pravilnih kanalića pa su okarakterisane kao **proste jamice (4)**. Jamica jedne ćelije nalazi se naspram jamice susedne ćelije, a razdvojene su opnom za zatvaranje koju formira srednja lamela sa primarnim zidom.



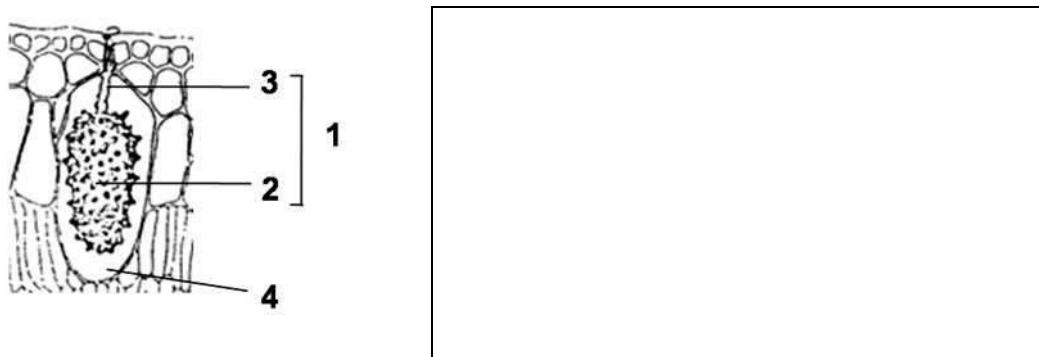
Slika 9. Čelijski zid ćelija srži stabla paviti (*Clematis vitalba*)

Cistolit

Poprečni presek liske fikusa (*Ficus elastica Roxb. ex Horn.*) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka liske fikusa uočiti cistolit - lokalno centripetalno zadebljanje čelijskog zida (Sl. 10).

Kod nekih viših biljaka, u pojedinim čelijama, obrazuje se tvorevina nazvana **cistolit (1)**. Cistolit se sastoji iz grozdasto proširenog **tela (2)** i **drške (3)**, kojom je cistolit pričvršćen za čelijski zid. Materije koje grade cistolit su celuloza i pektin. Telo cistolita je prožeto kalcijum-karbonatom, a drška silicijum-dioksidom, te je krta. U cistolitima se mogu naći zнатне količine rezervnih materija koje biljke mogu kasnije koristiti. Ćelije u kojima se formiraju cistoliti su **litociste (4)**. To su krupne ćelije koje se, među čelijama višeslojnog epidermisa, izdvajaju svojim oblikom i veličinom.



Slika 10. Cistolit u čelijama liske fikusa (*Ficus elastica*)

HISTOLOGIJA

Histologija je nauka o tkivima.

Tkiva su skupovi ili sistemi ćelija slične građe i postanka, specijalizovani za obavljanje određene funkcije (zaštitu, provođenje, davanje čvrstine, itd.). Tkiva viših biljaka nastaju ćelijskim deobama, nakon kojih ćelije ostaju u vezi i diferenciraju se u odnosu na funkciju koju će obavljati.

U građi biljnog tela učestvuju **tvorna (meristemska)** i **trajna tkiva**. Ćelije tvornih tkiva imaju sposobnost deobe i diferencijacije, dok su ćelije trajnih tkiva, u potpunosti ili samo delimično, izgubile tu sposobnost i uglavnom trajno obavljaju funkciju za koju su specijalizovane.

TVORNA TKIVA	TRAJNA TKIVA
• Apikalni (vršni) meristemi vegetaciona kupa izdanka vegetaciona kupa korena	• Parenhimska (osnovna) tkiva parenhim za fotosintezu (hlorenhim) parenhim za rezervisanje (magacioniranje) parenhim za rezervisanje vazduha (aerenhim) parenhim za provođenje parenhim za apsorpciju (usvajanje)
• Lateralni (bočni) meristemi kambijum felogen	• Pokorična (kožna) tkiva epidermis peridermis mrtva kora
• Interkalarni (umetnuti) meristemi	• Mehanička tkiva kolenhim sklerenhim
• Traumatični meristemi	• Provodna tkiva ksilem floem
	• Tkiva za lučenje sekretorna tkiva žlezdana tkiva

Tvorna tkiva

Tvorna tkiva (meristemska tkiva, meristemi) zahvaljujući sposobnosti deobe i diferencijacije njihovih ćelija, obezbeđuju rast biljke tokom čitavog života. Grade ih gusto zbijene ćelije između kojih nema intercelulara (međućelijski prostori). Meristemske ćelije se odlikuju tankim ćelijskim zidovima, krupnim jedrima i gustom citoplazmom. U njima je prisutan izvestan broj veoma sitnih vakuola koje se procesom diferencijacije međusobno spajaju.

S obzirom na način postanka, meristemi mogu biti **primarni**, ako nastaju od embrionalnih ćelija i **sekundarni**, ako nastaju dediferencijacijom ćelija trajnih tkiva tj. sticanjem sposobnosti ponovne deobe.

S obzirom na položaj meristema na biljnom telu, razlikujemo: **apikalni (vršni), lateralni (bočni), interkalarni (umetnuti) i traumatični** meristem.

Apikalni meristemi

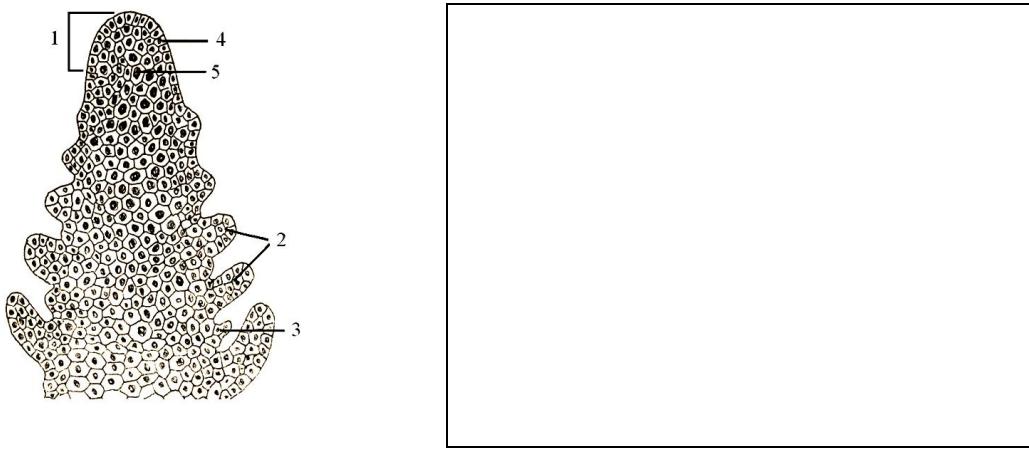
Vegetaciona kupa izdanka

Vegetaciona kupa izdanka vodene kuge (*Elodea canadensis* Rich.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata vegetacione kupe izdanka, uočiti karakterističnu građu apikalnog ili vršnog meristema izdanka (Sl. 11).

Vršni meristemi izdanka se nalaze u pupoljcima, čiji listovi ih štite od nepovoljnih spoljašnjih uticaja.

U **vršnom regionu vegetacione kupe izdanka (1)**, nalaze se inicialne ćelije, čijim deobama, nastaje meristem vegetacione kupe, konusnog oblika. Niže od vrha, uočavaju se izraštaji, **lisne primordije (2)** čijom diferencijacijom će nastati listovi. U pazusima krupnijih lisnih primordija, u vidu kvržica, uočavaju se **začeci bočnih vegetacionih kupa (3)**, koji su mesta grananja budućeg izdanka, tj. začeci bočnih grana. Spoljašnji deo vegetacione kupe, **omotač ili tunika (4)** čine tankozidne tabličaste ćelije, čvrsto zbijene, bez intercelulara, sa krupnim jedrima i vidljivom citoplazmom. Procesom diferencijacije, od tunike će nastati primarno kožno tkivo – epidermis. Ćelije koje ispunjavaju unutrašnjost vegetacione kupe čine **telo ili korpus (5)**. Ćelije korpusa su nešto krupnije, poligonalne, tankih zidova, čvrsto zbijene, sa krupnim jedrima i vidljivom citoplazmom. Procesom diferencijacije od ćelija korpusa nastaju trajna tkiva izdanka, dok neke od ćelija korpusa ostaju meristemske.



Slika 11. Vegetaciona kupa izdanka vodene kuge (*Elodea canadensis*)

Vegetaciona kupa korena

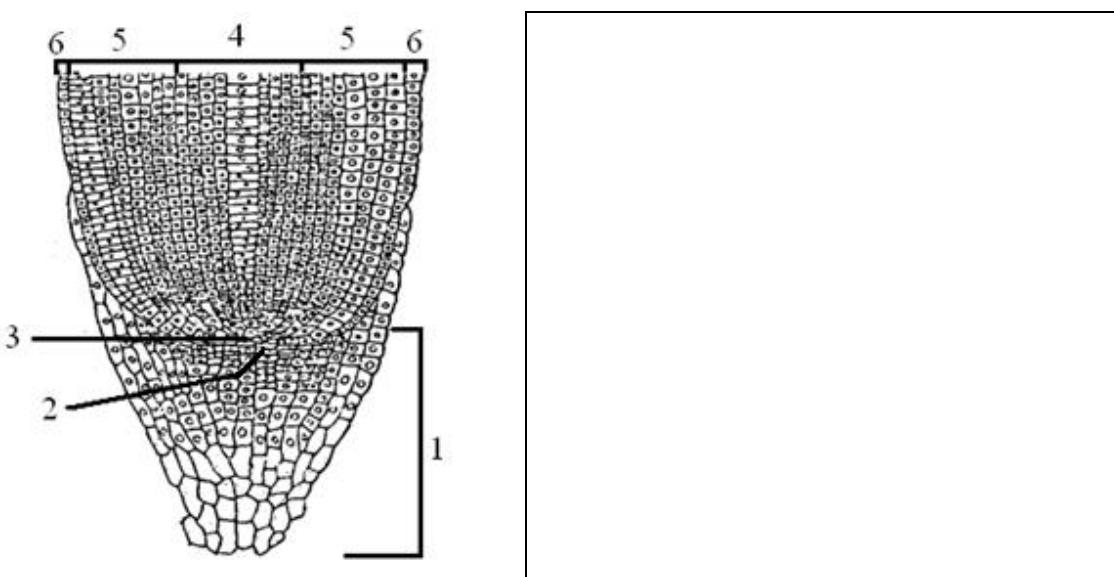
Vegetaciona kupa korena kukuruza (*Zea mays* L.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata vegetacione kupe korena, uočiti specifičnosti građe apikalnog ili vršnog meristema korena (Sl. 12).

Na samom vrhu vegetacione kupe korena, nalazi se **korenova kapa ili kaliptra (calyptra) (1)**. Korenova kapa štiti nežno meristemsko tkivo od mehaničkih povreda pri rastu korena kroz zemljište. Kod monokotiledonih biljaka

korenova kapa nastaje deobama ćelija meristemskog tkiva **kaliptrogena (calyptrogen)** (2). Korenovu kapu gradi veći broj uglavnom izodijametričnih ćelija između kojih se nalaze intercelulari. Ćelije korenove kape pri prolasku kroz zemljište propadaju, ali se radom kaliptrogena stvaraju nove. Iznad kaliptrogena, na temenu vegetacione kupe nalazi se kompleks **inicijalnih ćelija** (3). Deobama inicijalnih ćelija nastaju tri histogene ili začeci tkiva: višeslojni centralni deo - **plerom** (4), čijom diferencijacijom će nastati trajna tkiva provodnog cilindra korena, zatim višeslojni deo – **periblem** (5), čijom diferencijacijom će nastati trajna tkiva primarne kore korena i površinski jednoslojan deo – **dermatogen** (6), čijom diferencijacijom će nastati apsorpciono tkivo korena, rizodermis.

Sve tri histogene su izgrađene od uglavnom tabličastih, meristemskih ćelija koje su gusto zbijene, bez intercelulara, sa krupnim jedrima i vidljivom citoplazmom.



Slika 12. Vegetaciona kupa korena kukuruza (*Zea mays*)

Lateralni meristemi

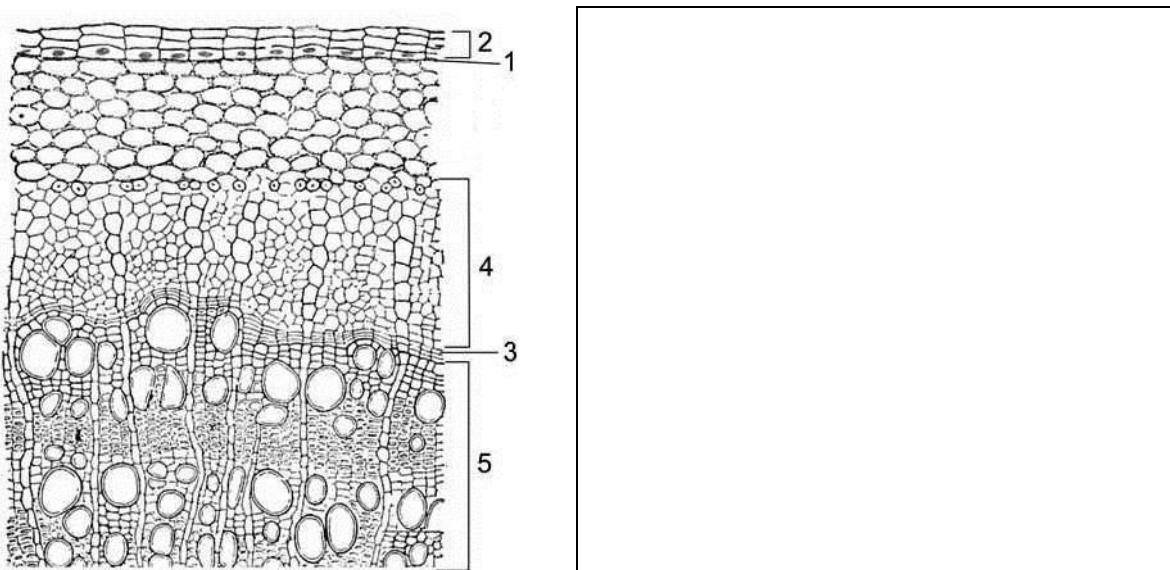
Felogen i kambijum na poprečnom preseku stabla oraha (*Juglans regia L.*) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata višegodišnjeg stabla oraha uočiti felogen i kambijum, lateralne meristeme (Sl. 13).

Na periferiji preseka stabla uočljiv je **felogen (plutin kambijum)** (1), sekundarni meristem nastao dediferenciranjem subepidermalnih parenhimskih ćelija. Deobom ćelije felogena nastaju dve ćelije. Periferna ćelija diferencira se u ćeliju **plute** (2), a unutrašnja ćelija ostaje ćelija felogena tj. zadržava meristemski karakter. Znatno ređe, tangencijalnom deobom ćelije felogena unutrašnja ćelija se diferencira u ćeliju feloderma.

Dublje u stablu, između **sekundarne kore** (4) i **sekundarnog drveta** (5), razvijen je sloj tabličastih ćelija označen kao **kambijum** (3). Kambijum čini jedan sloj incijalnih ćelija, iznad i ispod kojeg su uočljivi i slojevi ćelija na različitom stepenu diferenciranja koje se još neko vreme mogu deliti. Diferencijacijom ovih

ćelija ka periferiji stabla obrazuju se elementi sekundarnog floema (sekundarna kora), a prema centru stabla, elementi sekundarnog ksilema (sekundarno drvo).



Slika 13. Lateralni meristemi na poprečnom preseku stabla oraha (*Juglans regia*)

Interkalarni (umetnuti) meristem je uglavnom karakterističan za stablo trava (fam. Poaceae) i nalazi se umetnut između trajnih tkiva, iznad svakog nodusa (čvora). Zahvaljujući interkalarnom meristemu, stablo trava raste u visinu i nakon prestanka rasta u nivou temene vegetacione kupe.

Traumični meristem (meristem povrede, kalus) nastaje na mestu povrede. Pri procesu kalemljenja (transplatacije) takođe se obrazuje traumični meristem, kalus, koji omogućava srastanje kalema (epibiont) i podloge (hipobiont).

Trajna tkiva

Trajna tkiva čine diferencirane biljne ćelije koje su specijalizovane za obavljanje određene funkcije u biljnem telu. Ćelije trajnih tkiva su u potpunosti ili samo privremeno izgubile sposobnost deobe i diferencijacije. Trajna tkiva su: **parenhimska** (osnovna), **pokorična** (kožna), **mehanička**, **provodna** i **tkiva za lučenje**.

Parenhimska (osnovna) tkiva

Parenhimska tkiva su trajna tkiva izgrađena od živih, uglavnom izodijametričnih ili loptastih ćelija, sa tankim celuloznim zidovima. Između ćelija parenhimskih tkiva najčešće postoje manji ili veći međućelijski prostori (intercelulari). Parenhimske ćelije su najmanje izdiferencirane u odnosu na ćelije drugih trajnih tkiva i histološki su najbliže meristemskim, embrionalnim ćelijama, pa neke od njih naknadno stiču meristemsku sposobnost tj. sposobnost dediferencijacije. Parenhimska tkiva grade glavnu masu biljnih organa i obavljaju različite funkcije u biljnim telima, pa ih često nazivamo i osnovna tkiva. Prema funkciji koju obavljaju u biljci, parenhime delimo na: parenhim za fotosintezu

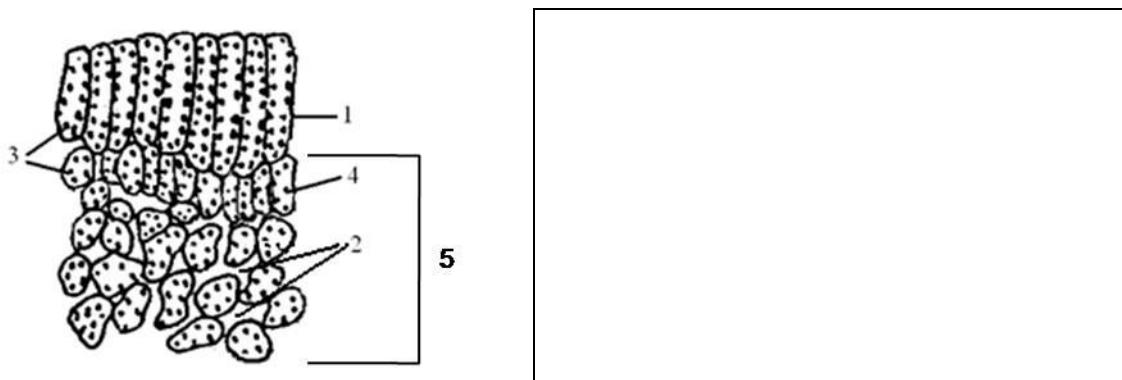
(hlorenhim), parenhim za rezervisanje (magacioniranje), parenhim za rezervisanje vazduha (aerenhim), parenhim za provođenje (provodni parenhim) i parenhim za apsorpciju (usvajanje).

Parenhim za fotosintezu (hlorenhim)

Poprečni presek liske vinove loze (*Vitis vinifera L.*) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka liske vinove loze, uočiti specifičnosti građe parenhima za fotosintezu kod dikotiledonih biljaka (Sl. 14).

Između pokoričnog tkiva lica i naličja lista, nalazi se središnji deo lista - **mezofil**, koga dominantno čini parenhim za fotosintezu (hlorenhim, asimilacioni parenhim). Kod dikotiledonih biljaka, parenhim za fotosintezu je izdiferenciran na **palisadni** i **sunderasti parenhim**. **Ćelije palisadnog parenhima (1)** su izdužene, sa uzanim intercelularima, upravno postavljene u odnosu na površinu lista. U njihovoj citoplazmi se nalazi veći broj **hloroplasta (3)**, uglavnom smeštenih uz tanke celulozne čelijske zidove što je i omogućilo specijalizaciju ovog tkiva za obavljanje procesa fotosinteze. U kontaktu sa palisadnim parenhimom, prema naličju lista, nalazi se **sunderasti parenhim (5)** čije su ćelije nepravilnog oblika, manje-više loptaste, sa manjim brojem hloroplasta u odnosu na ćelije palisadnog tkiva i krupnijim **intercelularima (2)**. Prvi sloj ćelija, specifičnog, uglavnom levkastog oblika, čine **ćelije sabiračice (4)**, koje sakupljaju produkte fotosinteze i transportuju ih do provodnih tkiva. Zbog specifične građe i brojnih intercelulara, koji su u kontaktu sa stomama, pored učešća u procesu fotosinteze, sunđerasto tkivo ima značajnu ulogu i u razmeni gasova.



Slika 14. Parenhim za fotosintezu liske vinove loze (*Vitis vinifera*)

Parenhim za rezervisanje

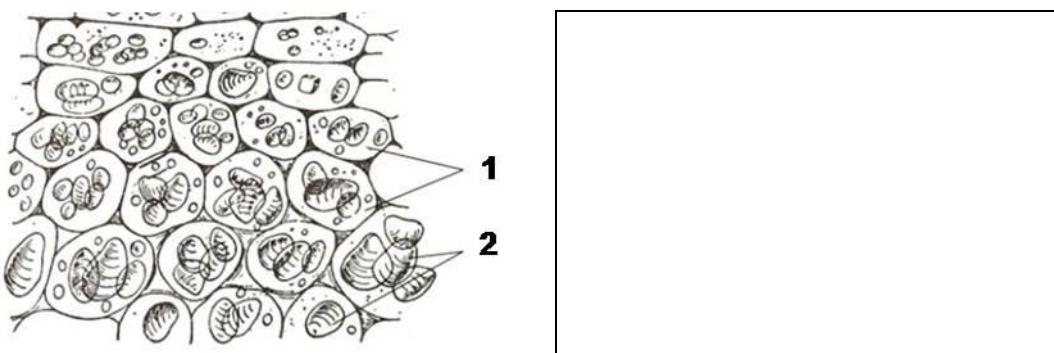
Parenhim za rezervisanje (magacioniranje) grade žive ćelije u kojima se mogu sintetisati i magacionirati različite materije i rezervisati voda. Parenhimske ćelije rezervišu materije u čelijskom zidu (hemiceluloza, celuloza), u čelijskom soku (šećer - saharoza) ili u citoplazmi (belančevine, skrob i ulja). Parenhim za rezervisanje vode poseduju sukulentne biljke, čije ćelije imaju krupne vakuole. Parenhim za rezervisanje nalazi se u plodovima, semenima, podzemnim metamorfoziranim izdancima, u srži itd.

U parenhimu za rezervisanje, osim skroba, mogu biti sakupljene različite rezervne materije: belančevine, ulja, šećeri, organske kiseline, voda (kod sukulentnih biljaka), vazduh (kod vodenih i močvarnih biljaka) i dr. U jednoj parenhimskoj ćeliji može biti magacionirana jedna ili više vrsta rezervnih materija (u parenhimu semena graška i pasulja nalaze se zajedno skrobna i aleuronska zrna, u parenhimu semena ricinusa belančevine i ulja). Nasuprot tome, u plodu pšenice se u različitim ćelijama obrazuju aleuronska zrna čineći aleuronski (proteinski) sloj, dok se skrobna zrna formiraju u posebnim ćelijama, čineći dominantniji višeslojni parenhim sa rezervnim skrobom.

Poprečni presek krtole krompira (*Solanum tuberosum L.*) - privremeni preparat

Napraviti privremeni preparat. Iz presečene krtole krompira napraviti tanak poprečni presek. Biljni materijal preneti na predmetno staklo u kap vode i poklopiti ga pokrovnim stakлом.

Pod manjim uvećanjem središnjeg dela krtole krompira uočljive su ćelije **parenhima za rezervisanje (1)** koje su ispunjene **skrobnim zrnima (2)**. Pod većim uvećanjem u ćelijama parenhima za rezervisanje vidljiva skrobna zrna različite slojevitosti (Sl. 15).



Slika 15. Parenhim za rezervisanje u krtoli krompira (*Solanum tuberosum*)

Parenhim za rezervisanje vazduha (aerenhim)

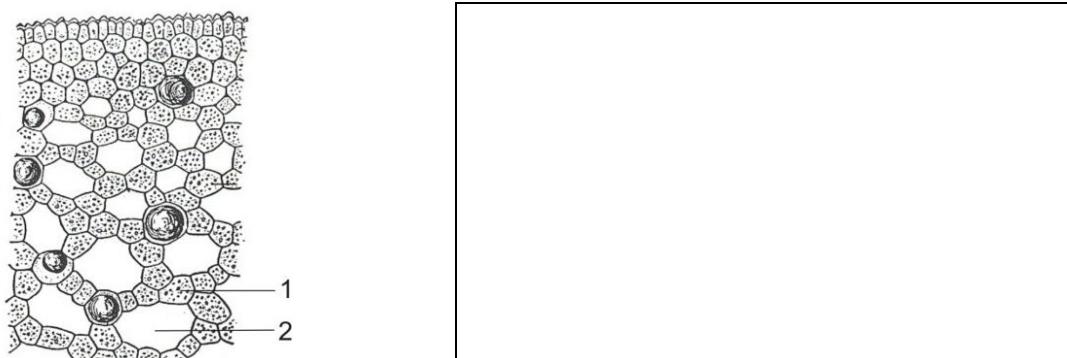
Parenhim za rezervisanje vazduha (aerenhim) je izgrađen od sitnijih loptastih ćelija sa živom protoplazmom. Između ćelija ostaju krupni intercelulari u kojima se čuvaju rezerve vazduha. Aerenhim je karakterističan za vodene i močvarne biljke, odnosno za biljke koje rastu u uslovima slabije obezbeđenosti kiseonikom.

Poprečni presek rizoma iđirota (*Acorus calamus L.*) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata rizoma iđirota uočiti aerenhim, parenhim za rezervisanje vazduha (Sl. 16).

Pod malim uvećanjem uočljiv je aerenhim koji je veoma dobro razvijen u centralnom delu rizoma iđirota. Pod velikim uvećanjem centralnog dela rizoma uočljive su čvrsto zbijene, sitne, okrugle **parenhimske ćelije aerenhima (1)** koje formiraju krupne **intercelularare (2)**. U ovim intercelularima rezervisan je vazduh,

te je ovo tkivo okarakterisano kao aerenhim. Aerenhim je moćno razvijen kod biljaka koje žive u sredini sa deficitom kiseonika (vodene i močvarne biljke).



Slika 16. Parenhim za rezervisanje vazduha u rizomu iđirota (*Acorus calamus*)

Parenhim za provođenje

Parenhim za provođenje (provodni parenhim) je izgrađen od živih, tankozidnih, izduženih ćelija, koje prate histološke elemente u sastavu polimorfnih provodnih tkiva specijalizovanih za funkciju provođenja vode i hranljivih materija.

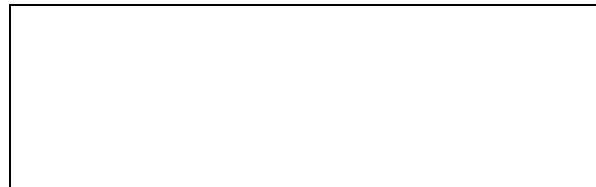
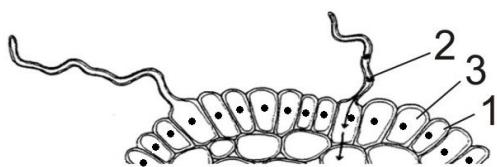
Parenhim za apsorpciju

Parenhim za apsorpciju grade žive, tankozidne ćelije koje su specijalizovane za apsorpciju (usvajanje) vode, mineralnih i organskih materija. Apsorpcioni parenhim čini jednoslojni površinski deo na korenju, iznad zone diferenciranja i rasta korena, tzv. **rizodermis**.

Poprečni presek korena baštenske perunike (*Iris germanica L.*) u zoni apsorpcije
- trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka korena baštenske perunike uočiti apsorpcioni parenhim tj. parenhim za usvajanje (rizodermis), Sl. 17.

Na površini korena u zoni apsorpcije (zoni korenovih dlaka), uočljiv je apsorpcioni parenhim tj. rizodermis. Funkcija apsorpcionog tkiva je usvajanje vode sa rastvorenim neorganskim i organskim materijama. Pod većim uvećanjem vidljivo je da **rizodermis (1)** gradi jedan sloj sitnih, pravougonih i čvrsto spojenih ćelija. Ćelije rizodermisa su guste citoplazme, krupnih jedara i tankozidne. Pojedine ćelije rizodermisa prorasle u korenske dlake, označene su kao **trihoblaste (2)**. Korenske dlake, osim što višestruko uvećavaju apsorpcionu površinu, podpomažu i boljem pričvršćivanju biljke za podlogu. Ćelije rizodermisa koje ne obrazuju korenske dlake su **atrihoblaste (3)**.



Slika 17. Parenhim za apsorpciju korena perunike (*Iris germanica*)

Pokorična (kožna) tkiva

Pokorična ili kožna tkiva su trajna tkiva koja se formiraju na površini biljnih organa i imaju zaštitnu funkciju. Pored toga, ova tkiva imaju funkciju i u regulisanju razmene gasova i transpiracije. Po svom poreklu mogu biti **primarna** i **sekundarna**.

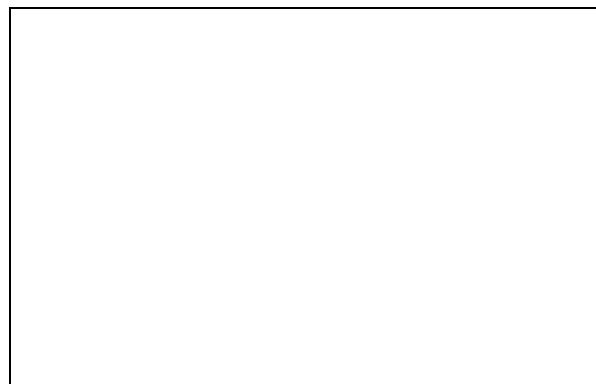
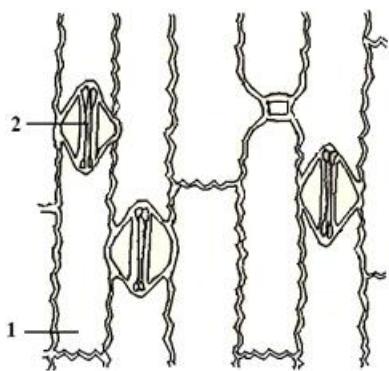
Epidermis

Primarno kožno tkivo ili **epidermis** nastaje diferencijacijom primarnog meristema (protoderma, tunike). Nalazi se na površini listova, mlađih stabala, cvetova, semena i plodova.

Epidermis liske kukuruza (*Zea mays L.*) - privremeni i trajni preparat

Napraviti privremeni preparat. Saviti list kukuruza preko prsta i pažljivo žiletom sluštiti površinski sloj. Biljni materijal staviti u kap vode na predmetnom staklu, pažljivo ga pokriti pokrovnim stakлом, pronaći dobro vidljivo jednoslojno pokorično tkivo epidermis i posmatrati najpre pod malim, a zatim pod velikim uvećanjem (Sl. 18).

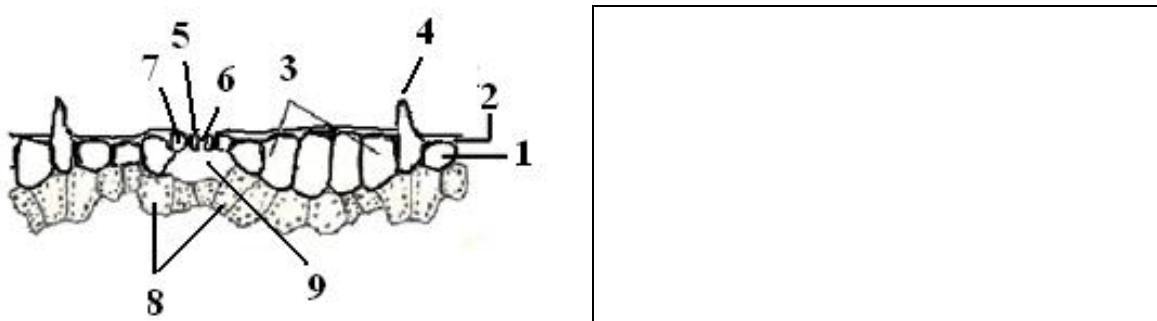
Na privremenom preparatu, posmatrati izgled epidermisa koga čine **pravougaone ćelije sa talasastim ćelijskim zidovima (1)**. Ovako izuvijani ćelijski zidovi doprinose boljem kontaktu između ćelija, što znatno poboljšava zaštitnu funkciju epidermisa. Između tipičnih epidermskih ćelija uočavaju se i **stome (2)**, koje služe za razmenu gasova i transpiraciju.



Slika 18. Slušteni epidermis liske kukuruza (*Zea mays*)

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka lista kukuruza, uočiti specifičnosti građe epidermisa lista kod monokotiledonih biljaka (Sl. 19).

Primarno pokorično tkivo, epidermis lista kukuruza, građen je od jednog sloja živih ćelija, koje su u čvrstom spaju, bez intercelulara. Ćelijski zidovi pravougaonih, **epidermskih ćelija (1)** se odlikuju različitom debljinom. Tako je spoljašnji ćelijski zid najdeblji, kutiniziran, tj. prevučen slojem **kutikule (2)**, koja doprinosi zaštitnom efektu epidermisa. Bočni zidovi epidermskih ćelija su tanji od spoljašnjeg, dok je unutrašnji zid epidermske ćelije, koji je u kontaktu sa parenhimom za fotosintezu, najtanji. U epidermisu, uglavnom lica lista kukuruza, pored tipičnih epidermskih ćelija, uočava se po nekoliko krupnijih **motornih ili mehurastih ćelija (3)**. Ove ćelije, promenom turgora, učestvuju u procesu uvijanja/odvijanja lista, što utiče na smanjenje/povećanje transpiracione površine u zavisnosti od spoljašnjih uslova. Neke epidermske ćelije prorastaju u **papilozne dlake (4)**. U epidermisu lista kukuruza su prisutne i stome, koje služe za razmenu gasova i transpiraciju. Stome su složene građe i čine ih: **stomine ćelije ili ćelije zatvaračice (5)**, koje oivičavaju **stomin otvor (6)**, uz stomine ćelije se nalaze **pomoćne ćelije (7)** i **susedne ćelije (8)**. Intercellulari koji ograničavaju susedne ćelije, čini **stominu duplju (9)**. Sve skupa, čini stomin aparat. Ćelije zatvaračice imaju sposobnost da, zahvaljujući svojim nejednakim zadebljalim zidovima i promeni turgora, otvaraju ili zatvaraju stomin otvor. Proces otvaranja i zatvaranja stoma je složen i zavisi od unutrašnjih i spoljašnjih, tj. ekoloških faktora.



Slika 19. Poprečni presek epidermisa liske kukuruza (*Zea mays*)

Sekundarna pokorična (kožna) tkiva su peridermis i mrtva kora. Ona nastaju deobama i diferencijacijom ćelija sekundarnog meristema **felogena (plutin kambijum)**.

Peridermis

Peridermis je kompleksno, višeslojno, sekundarno pokorično tkivo, koje se nalazi na površini višegodišnjih stabala i korenova, na nekim plodovima i podzemnim metamorfoziranim izdancima. Peridermis sadrži specifične otvore, lenticеле, koje služe za razmenu gasova.

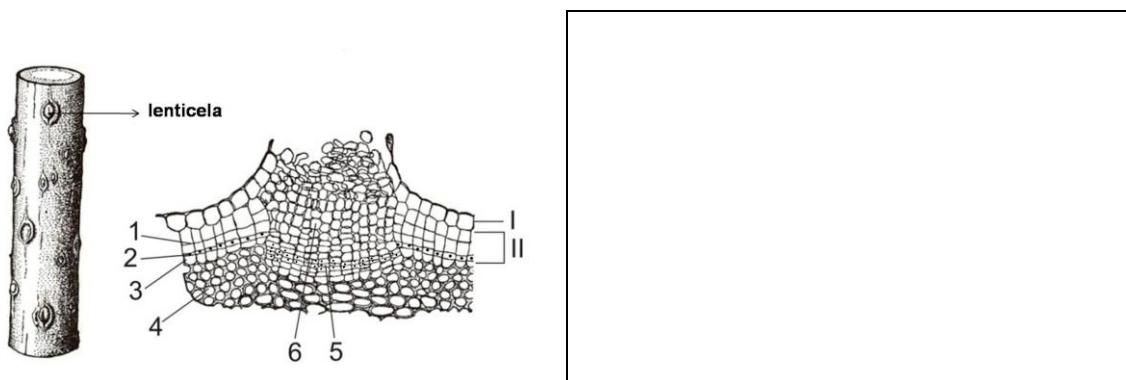
Poprečni presek stabla zove (*Sambucus nigra L.*) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka dvogodišnjeg stabla zove uočiti peridermis (Sl. 20).

Na površini poprečnog preseka stabla zove, ispod **ostataka epidermisa (I)**, uočava se sekundarno kožno tkivo, **peridermis (II)**. Pod većim uvećanjem

jasno je vidljivo da peridermis čine: pluta, felogen i feloderm. Središnji **felogen** (**plutin kambijum**) (2) je sekundarni meristem nastao dediferenciranjem, najčešće, subepidermalnih parenhimskih ćelija. Njega čini jedan sloj tankozidnih ćelija sa gustom citoplazmom i krupnim jedrom. Tangencialnom deobom ćelije felogena nastaju dve ćelije. Periferna ćelija postaje ćelija **plute** (1), a unutrašnja ćelija ostaje ćelija felogena i ponovo se deli. Ćelije plute su tabličastog oblika, čvrsto zbijene i u radijalnim su nizovima iznad ćelija felogena. Kada su potpuno diferencirane, gube protoplazmu, mrtve su, ispunjene vazduhom i zadebljalih ćelijskih zidova koji su prožeti suberinom, materijom koja ne propušta vodu i gasove. Stoga je peridermis efikasna zaštita višegodišnjim stablima. Kod nekih biljaka, ćelije felogena se prema unutrašnjosti diferenciraju u jednoslojni **feloderm** (3) u kojem se naknadno nagomilavaju rezervne materije.

Mestimično, na peridermu uočljivi su otvori tj. **lenticеле** čija je funkcija razmena gasova. One nastaju radom **felogena lenticelle** (5) koji je bočno spojen sa jednoslojnim felogenom peridermisa od kojeg nastaje pluta. Felogen lenticelle čini nekoliko slojeva pravougaonih ćelija sa intercelularima, raspoređenih u radijalnim nizovima. Deobom, felogen lenticelle obrazuje **tkivo za popunjavanje** (6) tj. rastresito tkivo građeno od parenhimskih ćelija sa intercelularima. Za razliku od stoma, lenticelle su tokom vegetacionog perioda neprekidno otvorene.



Slika 20. Peridermis sa lenticelom na stablu zove (*Sambucus nigra*)

Mrtva kora

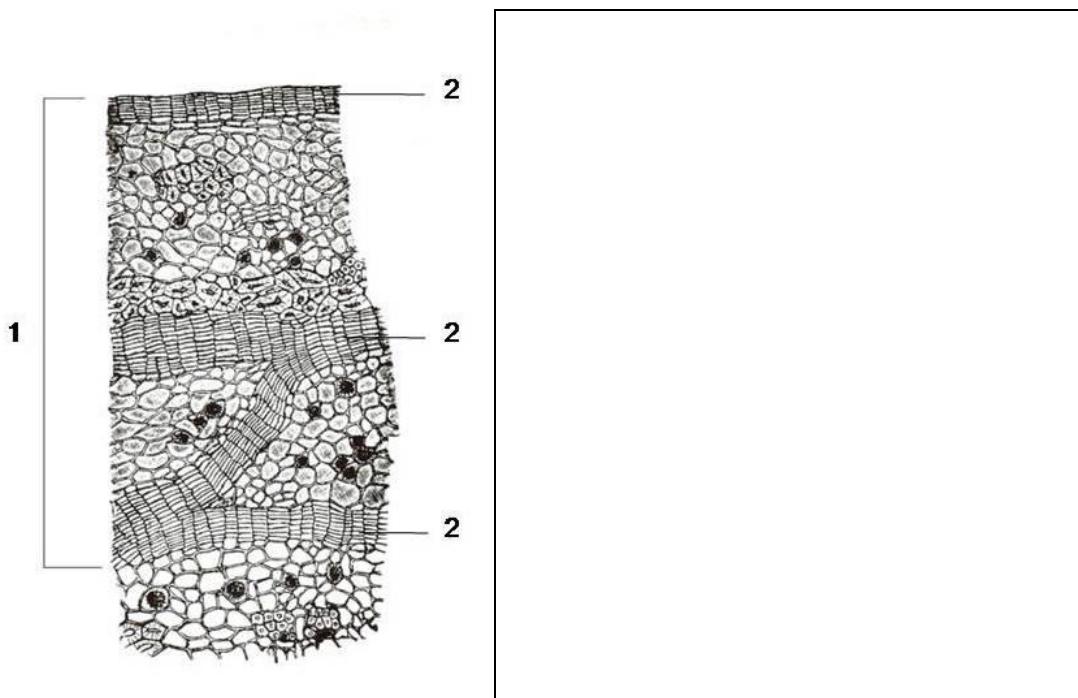
Mrtva kora je, takođe, kompleksno, višeslojno, sekundarno pokorično tkivo koje se formira kod višegodišnjih biljaka, na površini stabla koje intenzivno debla. Usled velikog broja slojeva ćelija bez živog sadržaja, a pod pritiskom unutrašnjih tkiva, mrtva kora mestimično puca, a formirane pukotine služe za razmenu gasova.

Poprečni presek stabla hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* L.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka višegodišnjeg stabla kitnjaka uočiti sekundarno kožno tkivo - mrvu koru (Sl. 21).

Kod malog broja biljaka jednom obrazovan felogen (plutin kambijum) funkcioniše do kraja života. Kod većine drvenastih biljaka prvo bitno stvoren felogen aktivran je neko vreme, a zatim se potpuno izdiferencira u plutu. Dublje u prakori, procesom dediferencijacije, nastaje kambijum koji neko vreme funkcioniše i produkuje **ćelije plute** (2), a potom se i sam izdiferencira u plutu.

Sva tkiva periferno od novog sloja plute, usled nemogućnosti primanja vode i hranljivih materija, izumiru. Novi kambijum začinje se još dublje u stablu. Na ovaj način obrazuje se **mrtva kora (1)** tj. kompleks mrtvih tkiva koji, u odnosu na peridermis, poseduje bolja zaštitna svojstva. Mrtva kora puca uzdužnim pukotinama kroz koje se vrši razmena gasova.



Slika 21. Mrta kora stabla hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*)

Mehanička tkiva

Mehanička tkiva su trajna tkiva koja biljnim organima daju neophodnu čvrstinu i elastičnost. Ćelije mehaničkih tkiva poseduju mestimično ili sasvim zadebljale ćelijske zidove na kojima se zasniva njihova uloga u biljnim organima. Razlikujemo dva osnovna tipa mehaničkog tkiva: **kolenhim** i **sklerenhim**. Ćelije kolenhimskog tkiva su žive jer ćelijski zid ne zadebljava u potpunosti, tako da je omogućena komunikacija i razmena materija između ćelija. S obzirom na mesto gde se zadebljanja formiraju, kolenhim može biti: **uglasti** - kada su zadebljanja po uglovima ćelije, **pločasti** - kada su zadebljali tangencijalni zidovi i **rastresiti** – kada zadebljava deo ćelijskog zida uz intercelular. Ovaj poslednji tip kolenhima se najčešće javlja. Kolenhimska tkiva su karakteristična za mlađe biljke koje još rastu.

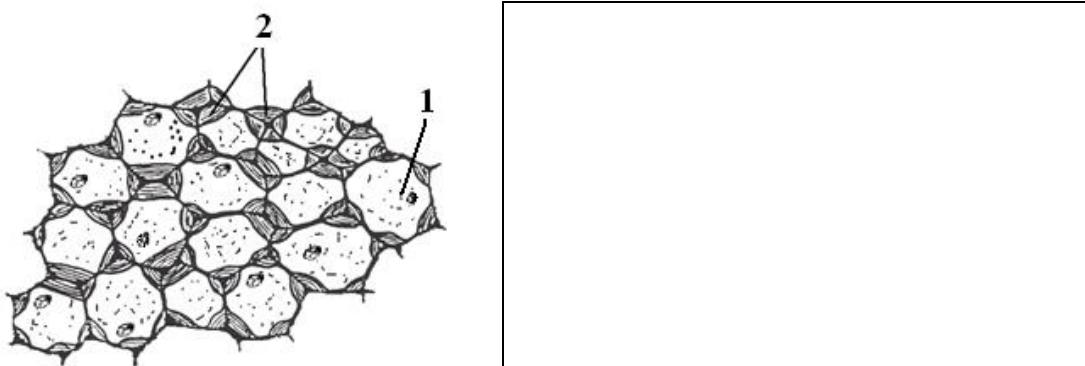
Uglasti kolenhim

Poprečni presek stabla mrtve koprive (*Lamium maculatum L.*) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka stabla mrtve koprive, uočiti specifičnosti građe uglastog kolenhima (Sl. 22).

Uglasti kolenhim na poprečnom preseku stabla mrtve koprive, uočava se na uglovima ovog četvorougaonog stabla, neposredno ispod epidermisa. Ćelije

uglastog kolenhima su poligonalne, između njih nema intercelulara, ispunjene su živim sadržajem - **protoplazmom (1)**. Njihovi **ćelijski zidovi su zadebljali samo na uglovima (2)**, tako da se kroz središnji deo zida, između susednih ćelija, odvija nesmetana komunikacija i razmena materija.



Slika 22. Uglasti kolenhim u stablu mrtve koprive (*Lamium maculatum*)

Sklerenhim

Sasvim diferencirane ćelije **sklerenhimskog tkiva** su mrtvi histološki elementi jer ćelijski zid zadebljava u potpunosti, što onemogućava komunikaciju i razmenu materija između susednih ćelija, pa živi protoplast izumire, a uzani ostatak unutarćelijskog prostora (lumen) se najčešće ispunjava vazduhom. Sklerenhim se nalazi u biljnim delovima koji su završili sa rastom. Razlikujemo dve vrste sklerenhima, to su **sklereidi** – pojedinačne ili grupe ćelija različitog oblika i **sklerenhimska vlakna** (likina idrvna) – izduženi, prozenhimski, histološki elementi.

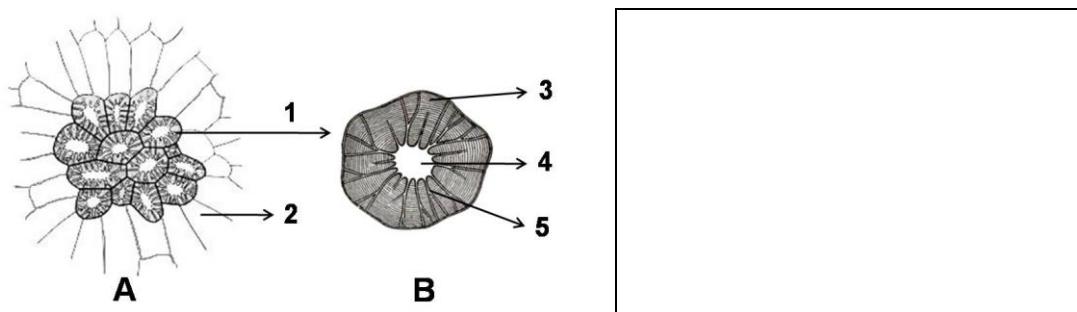
Sklereidi

Brahisklereidi

Brahisklereidi u plodu kruške (*Pirus communis L.*) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka ploda kruške uočiti mehaničko tkivo tipa sklerenhima – brahisklereide (kamene ćelije), Sl. 23.

Brahisklereidi se najčešće nalaze u delovima biljke u kojima je završen rast (plodovima, kori stabla itd.). U mezokarpu ploda kruške (A), među parenhimskim ćelijama (2), uočavaju se grupe izodijametričnih ćelija sa potpuno i ravnomerno zadebljalim ćelijskim zidovima koje su okarakterisane kao **brahisklereidi (1)**. Pod većim uvećanjem uočljivo je da je **brahisklereid (B)** bez živog protoplasta sa **lumenom (4)** ispunjenim vazduhom. Njegov **ćelijski zid (3)** je sa jasnom slojevitotošću i mnogobrojnim, često razgranatim, kanalima prostih **jamica (5)**.

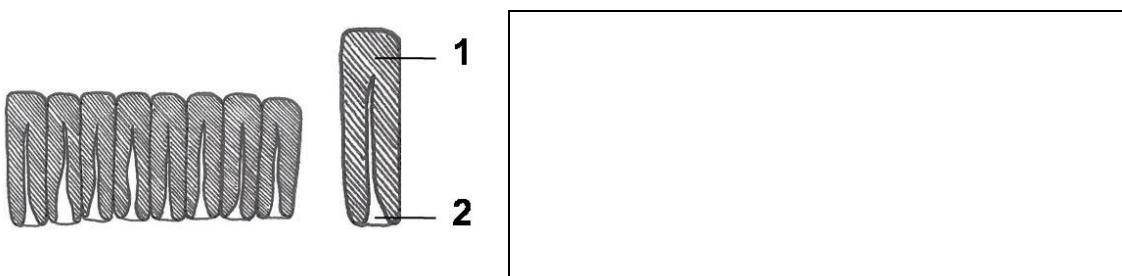
Slika 23. Brahisklereidi u plodu kruške (*Pirus communis*)

Makrosklereidi

Poprečni presek ploda pucavca (*Silene vulgaris* Mnch. Garcke) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka perikarpa ploda pucavca uočiti mehaničko tkivo tipa sklerenhima – makrosklereide (Sl. 24).

Pod malim uvećanjem, na površini perikarpa, uočava se sloj čvrsto zbijenih sklereida, cilindričnog oblika, upravno postavljenih na površinu. Pod velikim uvećanjem uočavaju se, posebno spoljašnji, jako **zadebljali ćelijski zidovi makrosklereida (1)**. U vrlo izduženom i u donjem delu proširenom lumenu, su **ostaci izumrlog protoplasta (2)**.

Slika 24. Makrosklereidi u plodu pucavca (*Silene vulgaris*)

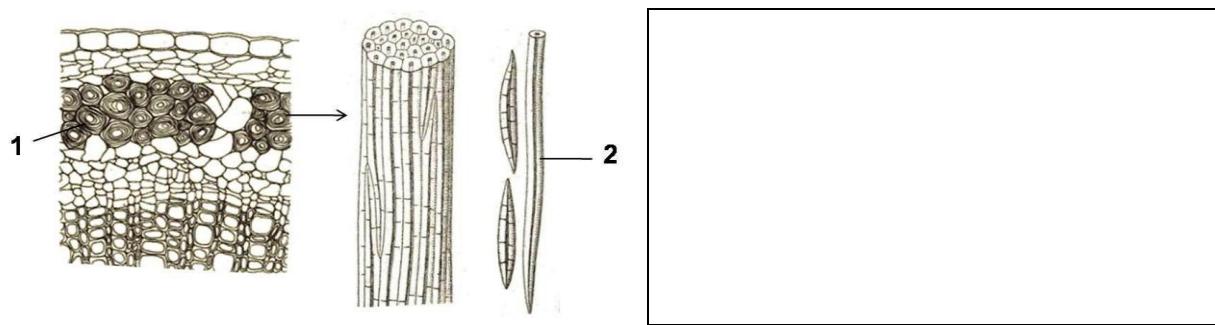
Sklerenhimska vlakna

Likina vlakna

Poprečni presek stabla lana (*Linum usitatissimum* L.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka stabla lana uočiti mehaničko tkivo tipa sklerenhima – likina vlakna (Sl. 25).

Pod malim uvećanjem, u primarnoj kori stabla lana uočiti grupe ćelija likinih vlakana. Te su ćelije na poprečnom preseku poligonalne i čvrsto zbijene tj. bez intercelulara. Pod većim uvećanjem uočljivi su slojevito zadebljali lignifikovani ćelijski zidovi **likinih vlakana (1)**. Ćelijski lumen je vrlo mali i najčešće ispunjen vazduhom. **Na uzdužnom preseku likina vlakna (2)** su jako izdužena, dakle prozenhimska.

Slika 25. Likina vlakna u stablu lana (*Linum usitatissimum*)

Provodna tkiva

Provodna tkiva su trajna tkiva čija je funkcija provođenje vode, organskih i neorganskih materija kroz biljku. Provodna tkiva su kompleksna, jer ih grade različiti histološki elementi, odnosno ćelije i ćelijske fuzije, živi i mrtvi histološki elementi. Kod viših biljaka diferencirana su dva tipa provodnih tkiva koja se razlikuju u histološkom i funkcionalnom pogledu. To su **ksilem** koji služi za provođenje vode i u njoj rastvorenih neorganskih materija i **floem** koji služi za provođenje organskih materija (produkata fotosinteze).

Ksilem (hadrom) je složeno provodno tkivo čiji su, kod skrivenosemenica, osnovni histološki elementi: **traheje**, **traheidi**, **provodni parenhim** i **drvna vlakna (libriform)**. Traheje su ćelijske fuzije, nastale spajanjem niza ćelija čiji su poprečni zidovi u najvećoj meri resorbovani. Kada su sasvim diferencirane, traheje imaju cevastu strukturu, sa različitim tipovima centripetalnih zadebljanja ćelijskog zida i brojnim jamicama, što im olakšava provođenje vode sa rastvorenim neorganskim (mineralnim) materijama. Traheidi su prozrenhimske ćelije čije zidove takođe odlikuju različita lokalna centripetalna zadebljanja i jamice. Pored funkcije provođenja, ovi elementi ksilema (manjeg lumena u odnosu na traheje) takođe imaju i mehaničku funkciju, doprinoseći čvrstini biljnih organa. U sastav ksilema ulazi i provodni parenhim, ali i drvna vlakna kao važna mehanička potpora u sastavu ovog tkiva. Kada je ksilem sasvim izdiferenciran, svi njegovi histološki elementi, izuzev parenhima, su mrtvi, bez živog sadržaja. Ksilem provodi vodu sa neorganskim materijama od korena do listova.

Floem (leptom) je složeno provodno tkivo čiji su, kod skrivenosemenica, osnovni histološki elementi: **sitaste cevi**, **ćelije pratile**, **provodni parenhim** i **likina vlakna**. Sitaste cevi su ćelijske fuzije, nastale spajanjem niza izduženih ćelija između kojih se diferenciraju sitaste ploče sa otvorima kroz koje prolaze niti citoplazme (plazmodezme). Kada su potpuno diferencirane, sitaste cevi poseduju citoplazmu, ali bez jedra, pa takvu protoplazmu nazivamo *denaturisanom*. Uz elemente sitastih cevi, diferenciraju se (od iste ćelije) i ćelije pratile koje poseduju citoplazmu sa jedrom. Zajedno sa provodnim parenhimom, učestvuju u provođenju organskih materija kroz biljku. Pored histoloških elemenata koji imaju funkciju provođenja organskih materija, u sastav floema ulaze i mehanički histološki elementi, likina vlakna, koja im daju potporu. Floemom se transportuju organske materije, od listova do svih ostalih delova biljke.

Provodni snopići

Provodna tkiva, ksilem i floem, raspoređeni su na specifičan način u biljnim organima gradeći provodne snopiće.

Provodni snopići izgrađeni od ksilema i floema su **složeni** ili **potpuni** provodni snopići. Ređe se formiraju **prosti** ili **nepotpuni** snopići, izgrađeni samo iz ksilema (ksilemski) ili samo iz floema (floemske).

Provodni snopići kod kojih se prokambijum zadržava i nakon diferencijacije provodnih tkiva (fascikularni kambijum, kambijum provodnih snopića), su **otvoreni** provodni snopići. Snopići kod kojih je prokambijum sasvim izdiferenciran u elemente provodnih tkiva su **zatvoreni**.

S obzirom na međusoban odnos i položaj ksilema i floema, u biljnim organima, postoje tri tipa provodnih snopića: **koncentrični**, **kolateralni** i **radijalni**.

Koncentrični provodni snopići

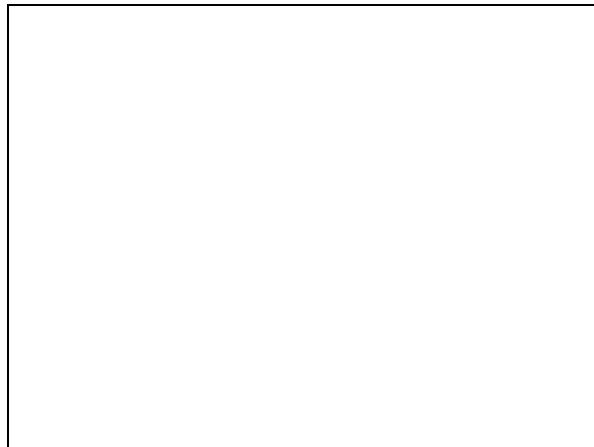
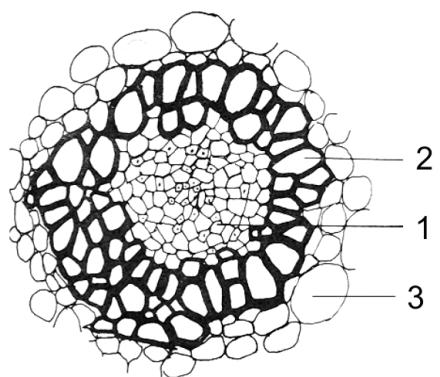
Provodni snopić kod koga je jedna vrsta provodnog tkiva omeđena drugom vrstom provodnog tkiva je koncentrični provodni snopić. Postoje dva tipa koncentričnog provodnog snopića: **floemocentričan (leptocentričan)**, ako je floem u sredini, omeđen ksilemom, i **ksilemocentričan (hadrocentričan)**, ako je ksilem u sredini, omeđen floemom. Koncentrični snopići se formiraju kod paprati, dok su kod skrivenosemenica ređe prisutni.

Floemocentričan (leptocentričan) provodni snopić

Poprečni presek rizoma đurđevka (*Convallaria majalis* L.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka rizoma đurđevka uočiti koncentričan amfibazalni (leptocentričan) provodni snopić (Sl. 26).

U parenhimu centralnog cilindra (3) rizoma đurđevka uočavaju se provodni snopići koncentričnog tipa. Pod većim uvećanjem jednog provodnog snopića uočavaju se centralno raspoređeni elementi **floema (1)** i periferni elementi **ksilema (2)** koji ih okružuju. Takav međusobni raspored elemenata ksilema i floema, u kojem su elementi ksilema na periferiji, karakteriše taj provodni snopić kao **floemocentričan** (leptocentričan, amfibazalan) ako se posmatra floem koji je smešten u centru snopića.



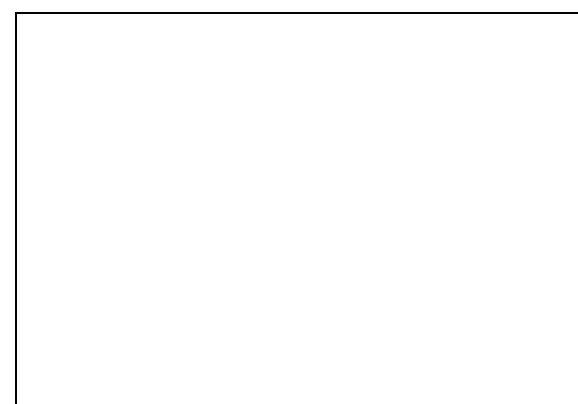
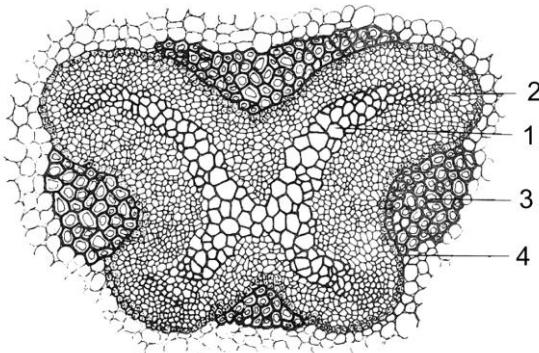
Slika 26. Floemocentričan provodni snopić rizoma đurđevka (*Convallaria majalis*)

Ksilemocentričan (hadrocentričan) provodni snopić

Poprečni presek lisne drške jelenka (*Scolopendrium vulgare* Sw.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka rizoma đurđevka uočiti koncentričan amfikribralni (hadrocentričan) provodni snopić (Sl. 27).

Pod malim uvećanjem u lisnoj dršci jelenka uočava se provodni snopić koncentričnog tipa. Elementi **ksilema** (1) (traheje, traheide i ćelije provodnog parenhima) su centralno postavljeni i raspoređeni u obliku slova „X”, a elementi **floema** (2) (sitaste cevi, ćelije pratileice i provodni parenhim) ih okružuju. Takav međusobni raspored elemenata floema i ksilema u kojem su elementi floema na periferiji karakteriše taj provodni snopić kao **ksilemocentričan** (hadrocentričan, amfikribralni), odnosno u kojem su elementi ksilema u centru kao hadrocentrični. Snopić je okružen jednoslojnim periciklom (4). Na mestima gde je provodni snopić sužen (na sve četiri strane slova „X”) formirane su grupe **mehaničkih ćelija** (3) izrazito zadebljalih ćelijskih zidova.



Slika 27. Ksilemocentričan provodni snopić lisne drške jelenka (*Scolopendrium vulgare*)

Kolateralni provodni snopići

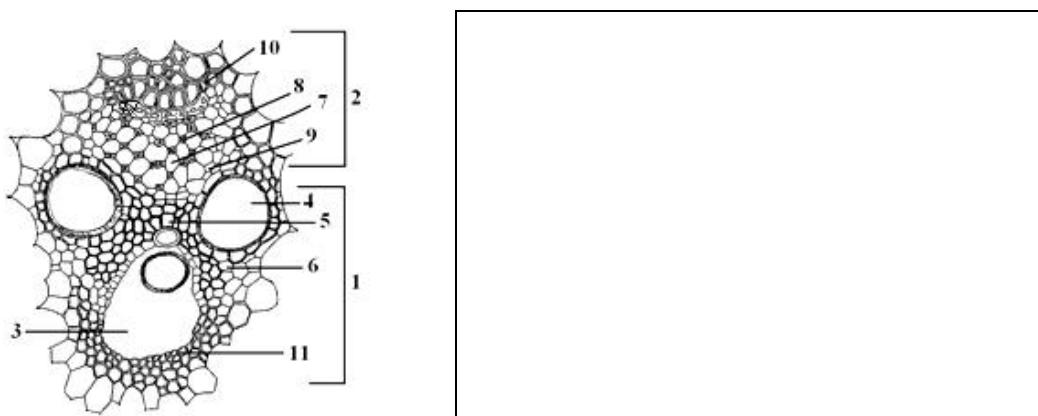
Najčešći tip provodnih snopića u stablima i listovima današnjih cvetnica je kolateralni provodni snopić koji nastaje tako što su provodna tkiva, ksilem i floem, raspoređeni na istom radijusu. Ako između ksilema i floema ne ostaju ćelije prokambijuma, tada je snopić **zatvoreni kolateralni**, ako se zadržavaju kambijalne ćelije u formi fascikularnog kambijuma, između elemenata ksilema i floema, onda je snopić **otvoreni kolateralni**. Ukoliko se uz kolateralni otvoren provodni snopić, sa unutrašnje strane nađe prost floemski snopić ili se dva kolateralna snopića spoje preko svojih ksilema, tada je snopić **bikolateralni**. Takve snopiće poseduju predstavnici iz familije *Solanaceae* i *Cucurbitaceae*.

Kolateralni zatvoreni provodni snopić

Poprečni presek stabla kukuruza (*Zea mays* L.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka stabla kukuruza, na malom uvećanju, uočiti veći broj provodnih snopića, nepravilno raspoređenih, koji su izgrađeni iz ksilema i floema, raspoređenih na istom radijusu, čineći **kolateralne** provodne snopiće. Budući da između provodnih tkiva ne postoji fascikularni kambijum, ovi snopići pripadaju **zatvorenom** kolateralnom tipu. Dakle, kod kolateralno zatvorenog tipa snopića stabla kukuruza, **ksilem (1)** je okrenut ka centru, a **floem (2)** ka periferiji stabla (Sl. 28).

Na velikom uvećanju detaljnim posmatranjem uočavaju se različiti histološki elementi ksilema i floema. U ksilemskom delu snopića karakteristično je postojanje relativno krupnog **reksigenog intercelulara (3)** koji je nastao raskidanjem protoksilemskih elemenata (elementi ksilema koji su prvi nastali procesom diferencijacije prokambijuma). Uočavaju se i krupne **traheje (4)**, između kojih se nalaze sitnije **traheide (5)**. U sastavu ksilema se uočavaju i tankozidne ćelije **provodnog parenhima (6)**. U sastavu floema razlikuju se tankozidni elementi **sitastih cevi (7)** i **ćelija pratilica (8)** u kojima je vidljivo krupno jedro i ćelije **provodnog parenhima (9)**. U sastavu provodnih tkiva uočava se i prisustvo mehaničkih elemenata koje čine grupe **likinih vlakana (10)**, prema periferiji stabla u sastavu floema, i **drvnih vlakana (11)**, u sastavu ksilema prema centru stabla.



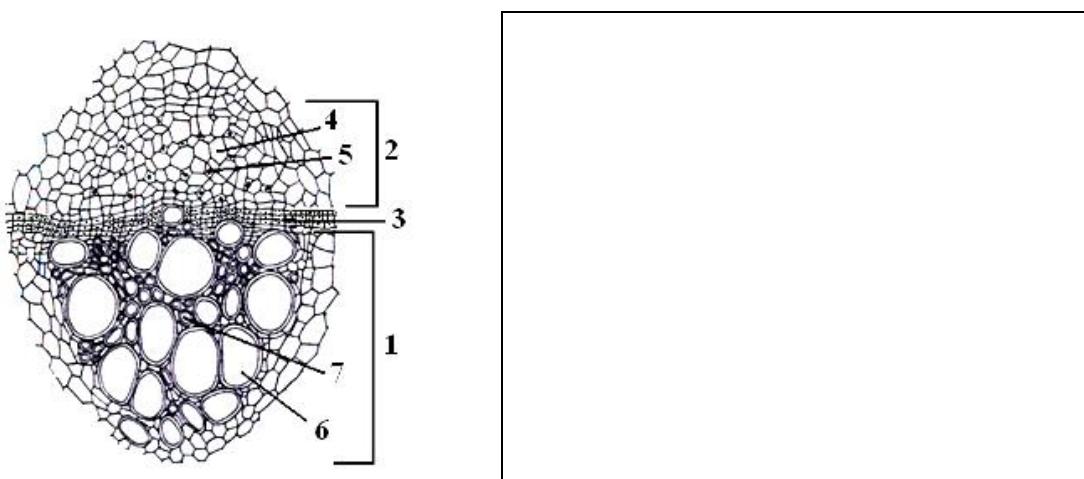
Slika 28. Kolateralni zatvoreni provodni snopić stabla kukuruza (*Zea mays*)

Kolateralni otvoreni provodni snopić

Poprečni presek stabla vučje jabuke (*Aristolochia clematitis* L.) - trajni preparat

Pod malim uvećanjem uočavaju se provodni snopići ovalnog oblika, raspoređeni u pravilan krug, sa ksilemom okrenutim ka centru, a floemom okrenutim ka periferiji stabla (Sl. 29).

Detaljnim posmatranjem jednog snopića na velikom uvećanju uočavaju se **ksilem (1)** i **floem (2)** raspoređeni na istom radiusu i **fascikularni kambijum (3)** između njih. Prisustvo ovih ćelija tvornog tkiva, tabličastog oblika na poprečnom preseku, koje se dele i diferenciraju, omogućava stvaranje novih provodnih elemenata što ovaj provodni snopić čini **otvorenim**. U sastavu floema se jasno uočavaju **sitaste cevi (4)** i **ćelije pratilice (5)**, a u sastavu ksilema se jasno uočavaju **traheje (6)** i **traheide (7)**.



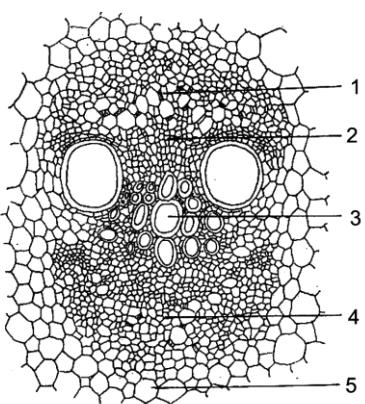
Slika 29. Kolateralni otvoreni provodni snopić stabla vučje jabuke (*Aristolochia clematitis*)

Bikolateralni provodni snopić

Poprečni presek lisne drške tikve (*Cucurbita pepo* L.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka lisne drške tikve uočiti bikolateralan provodni snopić (Sl. 30).

Pod malim uvećanjem preparata, među ćelijama parenhima centralnog cilindra (5), uočljivi su kružno raspoređeni krupni ovalni provodni snopići. Pod većim uvećanjem jednog provodnog snopića uočavaju se dve grupe elemenata floema i grupa elemenata ksilema, koji su na istom radiusu, što provodni snopić karakteriše kao **bikolateralan**. Periferno razvijena grupa elemenata floema označena je kao **spoljašnji floem (1)**. Duž istog poluprečnika na ove elemente naležu elementi **ksilema (3)**, a centripetalno, uz njih razvijena je grupa elemenata **unutrašnjeg floema (4)** koja delimično obuhvata ksilem (oblika je potkovice). Floem je građen od okruglastih sitastih cevi i ćelija pratilica poligonalnog oblika, a ksilem od krupnih traheja i znatno sitnijih traheida. Između spoljašnjeg floema i ksilema razvijen je **fascikularni kambijum (2)**.



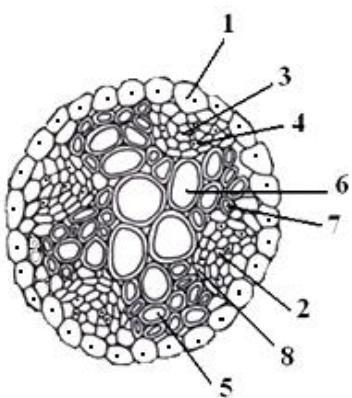
Slika 30. Bikolateralan provodni snopić lisne drške tikve (*Cucurbita pepo*)

Radijalni provodni snopić

U korenu se formira provodni snopić radijalnog tipa, kod kojeg su ksilemski i floemski elementi raspoređeni na različitim radijusima (poluprečnicima).

Poprečni presek korena ljutića (*Ranunculus repens* L.) - trajni preparat

Na malom uvećanju, u centru korena, uočava se radijalan provodni snopić (Sl. 31). Snopić je omeđen **periciklom** (1) koga čine žive parenhimske ćelije, tankih celuloznih zidova. Na velikom uvećanju se uočava građa ksilemskih i floemskih ploča. Ovaj radijalni provodni snopić pripada tetrarhnom podtipu jer se sastoji iz 4 ksilemske i 4 floemske ploče (trake) koje su raspoređene naizmenično, na različitim poluprečnicima (radijusima). **Floemske ploče** (2), izgrađene iz **sitastih cevi** (3) i **ćelija pratilica** (4), nalaze se bliže periciklu, dok su **ksilemske ploče** (5) izdužene i izgrađene iz krupnijih **traheja** (6) i sitnijih **traheida** (7). Često se ksilemske ploče spajaju se krupnjim trahejama u centru snopića. Između ksilemskih i floemskih ploča nalazi se sloj živih, tankozidnih, **parenhimskih ćelija** (8) koje zadržavaju meristemski karakter.



Slika 31. Radijalni provodni snopić korena ljutića (*Ranunculus repens*)

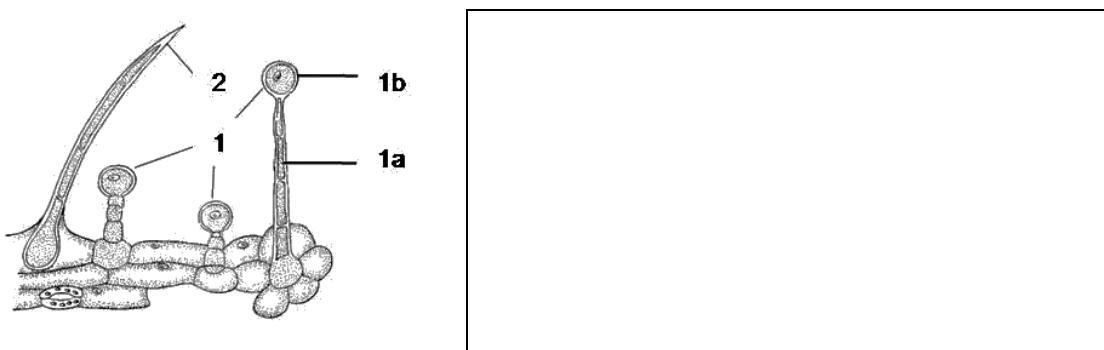
Tkiva za lučenje

Tkiva za lučenje su trajna tkiva koja u biljnim telima imaju ulogu da luče različite proizvode metabolizma. Iako različiti po hemijskim osobinama: sluzi, smole, etarska ulja, nektar, šećeri, tanini, glikozidi, alkaloidi, voskovi, kaučuk, gutaperka, organske kiseline, itd., nazivamo ih jednim imenom **sekreti**. **Sekretorna tkiva** luče sekrete u unutrašnjost svojih ćelija (u vakuole), dok **žlezdane dlake** luče sekrete (ekskrete) u intercelulare ili na površinu biljnog tela (u spoljašnju sredinu).

Poprečni presek liske muškatle (*Pelargonium zonale* L.) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka lista muškatle, uočiti građu **žlezdane dlake** (Sl. 32).

Pod malim uvećanjem, između brojnih dugačkih jednoćelijskih **običnih dlaka** (2) ispunjenih vazduhom, uočavaju se sitnije višećelijske **žlezdane dlake** (1). Pod većim uvećanjem uočava se da žlezdanu dlaku čine obično višećelijska drška dlake (1a) i krupnija vršna ćelija (1b). Jedino krupnija vršna ćelija funkcioniše kao žlezzano tkivo. Ona je krupna i okrugla, a njena citoplazma gusta, jedro krupno, a kutikula samo donekle elastična. Njenim metabolizmom izlučeni sekret (etarsko ulje) postepeno se nakuplja ispod kutikule, kutikula se odiže i pod pritiskom sekreta puca. Kada se kutikula obnovi, proces lučenja sekreta se obnavlja.

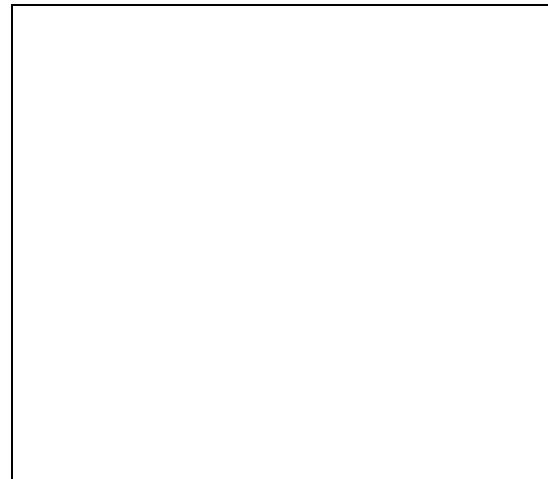
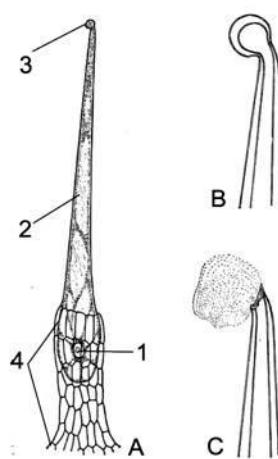


Slika 32. Žlezdane dlake liske muškatle (*Pelargonium zonale* L.)

Liska koprive (*Urtica dioica* L.) - privremeni preparat

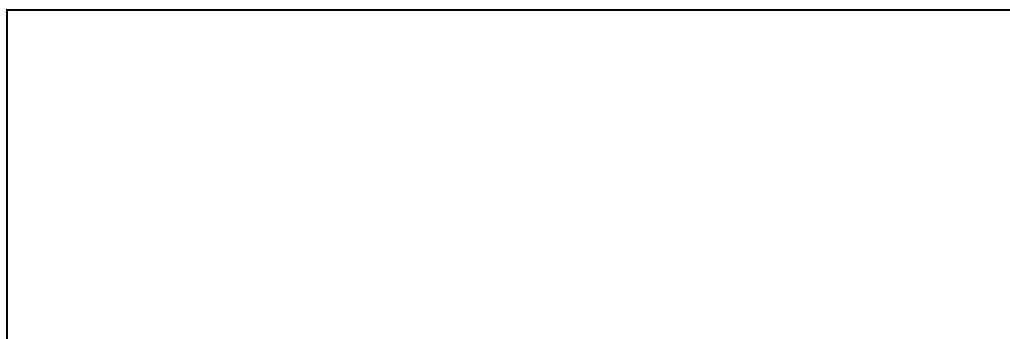
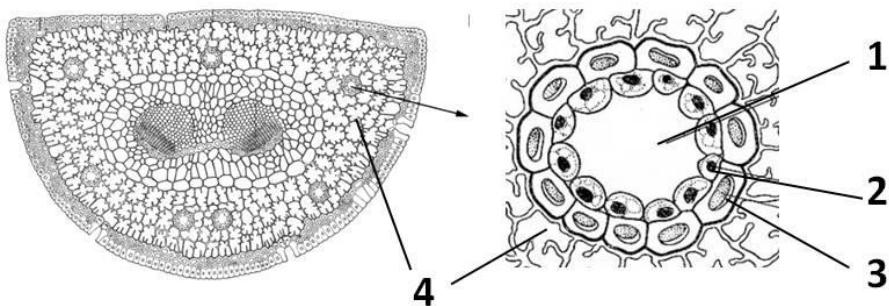
Napraviti privremeni preparat lista koprive. List koprive, odstojao u alkoholu, presaviti preko kažiprsta. Žiletom sastrugati malo biljnog materijala i staviti na predmetno staklo u kap vode. Preparat prekriti pokrovnim stakлом. Posmatranjem privremenog preparata lista koprive uočiti oblik i građu **žarne dlake** (Sl. 33).

Pod malim uvećanjem uočiti da **dlaku (A)** čine: donji prošireni **bulbus (1)**, zaštićen peharastom **emergencom (4)**, zatim kupasto izduženi **središnji deo (2)**, prožet kalcijum karbonatom, i **vršni deo (3)** koji je savijen, malo proširen i lako se lomi jer je prožet silicijum dioksidom. Pod većim uvećanjem uočavaju se detalji proširenog vršnog dela (B) i odlomljeni vršni deo (C).

Slika 33. Žarna dlaka liske koprive (*Urtica dioica*)Poprečni presek liske bora (*Pinus silvestris L.*) - trajni preparat

Posmatranjem trajnog preparata poprečnog preseka lista bora, uočiti oblik i građu **smolnog kanala** (Sl. 34).

Pod manjim uvećanjem uočava se veći broj kružnih smolnih kanala. Pod većim uvećanjem posmatrati jedan smolni kanal koga čini: krupan **šizogeni intercelular** (1), jednoslojni **žlezdanji epitel** (2) i **mehanička sara** (3). Ćelije žlezdanog epitela su sa gustom citoplazmom, krupnim jedrima i brojnim skrobnim zrnima. Mehanička sara koja ih opkoljava sprečava spljoštavanje nežnih ćelija žlezdanog epitela i zatvaranje intercelulara smolnog kanala pod pritiskom okolnog hlorenhima (4).

Slika 34. Smolni kanal liske bora (*Pinus silvestris*)

ORGANOGRAFIJA

Organografija je deo botanike koji se bavi proučavanjem spoljašnje i unutrašnje građe biljnih organa. Kod viših biljaka (kormofita), biljni organi koji služe za održavanje individualnog života biljke su **vegetativni biljni organi: koren, stablo i list**. Dok za reprodukciju ili razmnožavanje, odnosno održavanje vrste, služe **generativni ili reproduktivni organi: cvet, seme i plod**.

KLICA

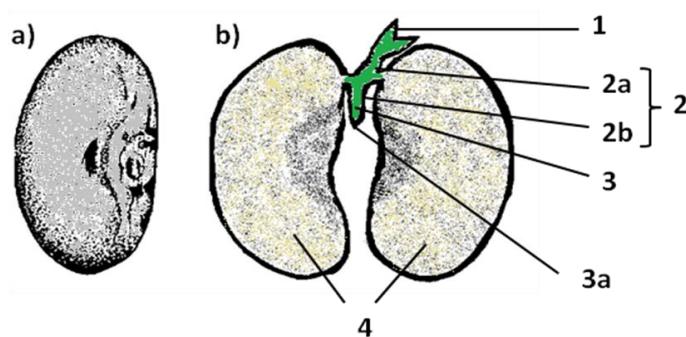
Nova biljka razvija se iz klice (embryon) koja se nalazi u semenu golosemenica i skrivenosemenica. U klici se nalaze začeci vegetativnih organa biljaka. Delovi klice su: **klicin korenčić, klicino stabaće, na čijem vrhu je klicin pupoljčić**, i jedan ili dva **klicina listića - kotiledona**. Klice dikotila i monokotila se razlikuju (Sl. 35, 36).

Za posmatranje klice koristiti seme pasulja (*Phaseolus vulgaris L.*) i zrno pšenice (*Triticum vulgare Vill.*) i držati ih nekoliko dana na vlažnoj podlozi da iskljijuju

Klica dikotilednih biljaka

Klicu dikotiledonih biljaka posmatrati na prokljalom semenu pasulja (Sl. 35a) sa koga je potrebno prethodno ukloniti semenjaču, a potom razdvojiti kotiledone.

Na klici dikotiledonih biljaka razlikuje se nekoliko delova (Sl. 35b). Na samom vrhu klice nalazi se **klicin pupoljčić (1)** sa vegetacionom kupom izdanka iz kojeg će se razviti stablo s listovima (izdanak). Ispod klicinog pupuljčića nalazi se **klicino stabaće (2)** ispod koga je **klicin korenčić (3)** na čijem vrhu se nalazi **vegetaciona kupa korena (3a)** iz koje će se razviti glavni koren kod dikotiledonih biljaka. Na klicinom stabaocetu se nalazi čvor (nodus) mesto gde su pričvršćena **dva klicina listića - kotiledoni (4)**, koji sadrže hranljive materije koje služe kao izvor energije za rast klice dok se ne razvije i postane fotosintetski aktivna (autotrofna). Deo klicinog stabaoceta, iznad čvora naziva se **epikotil (2a)**, a deo ispod nodus je **hipokotil (2b)**. Naziv dikotiledone biljke potiče od prisustva dva kotiledona.



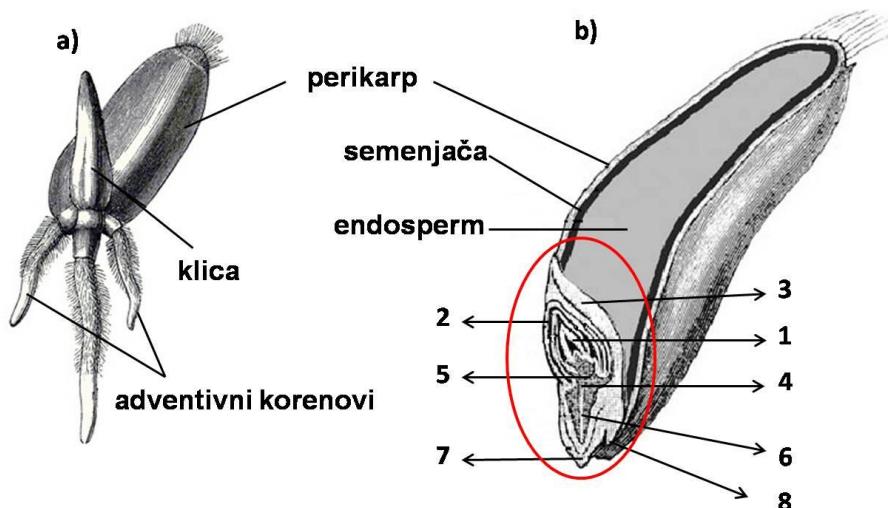
Slika 35. a) Seme pasulja; b) Klica pasulja

Klica monokotiledonih biljaka

Klicu monokotiledonih biljaka posmatrati na proklijalom zrnu pšenice (Sl. 36a).

Klica monokotila se znatno razlikuje od klice dikotila (Sl. 36b). Ona ima jedan kotiledon (klicin listić), od koga i potiče naziv monokotiledone biljke, koji se tokom evolucije znatno modifikovao. Na klici monokotila, kao i kod dikotila, mogu se razlikovati: klicin pupoljčić, klicino stabaoce i klicin korenčić. **Klicin pupoljčić (1)**, sa vegetacionom kupom izdanka, obavljen je zaštitnim omotačem - **koleoptilom (2)**, koji je nastao od dela kotiledona. Drugi deo ovog kotiledona diferencirao se u **štitić (3)**, koji naleže na klicu, i ima funkciju da usvaja hranljive materije iz hranljivog tkiva endosperma (videti poglavlje Seme) koje klica koristi kao izvor energije za svoj rast.

Deo kotiledona, koji spaja koleoptil i štitić, srastao je sa delom **klicinog stabaoceta (4)** i formira **mezokotil (5)**. Ispod mezokotila nastavlja se **klicin korenčić (6)**, obavljen zaštitnim omotačem - **koleorizom (7)**, nastalom od dela kotiledona. Iz klicinog korenčića će se formirati glavni koren koji vrlo rano prestaje sa rastom, a njegovu funkciju preuzima veći broj adventivnih korenova nastalih iz mezokotila klice. Na klici monokotila može se uočiti i mali izraštaj - **epiblast (8)** za koji se prepostavlja da je drugi zakržljali kotiledon.



Slika 36. a) Proklijalo zrno pšenice; b) Klica pšenice

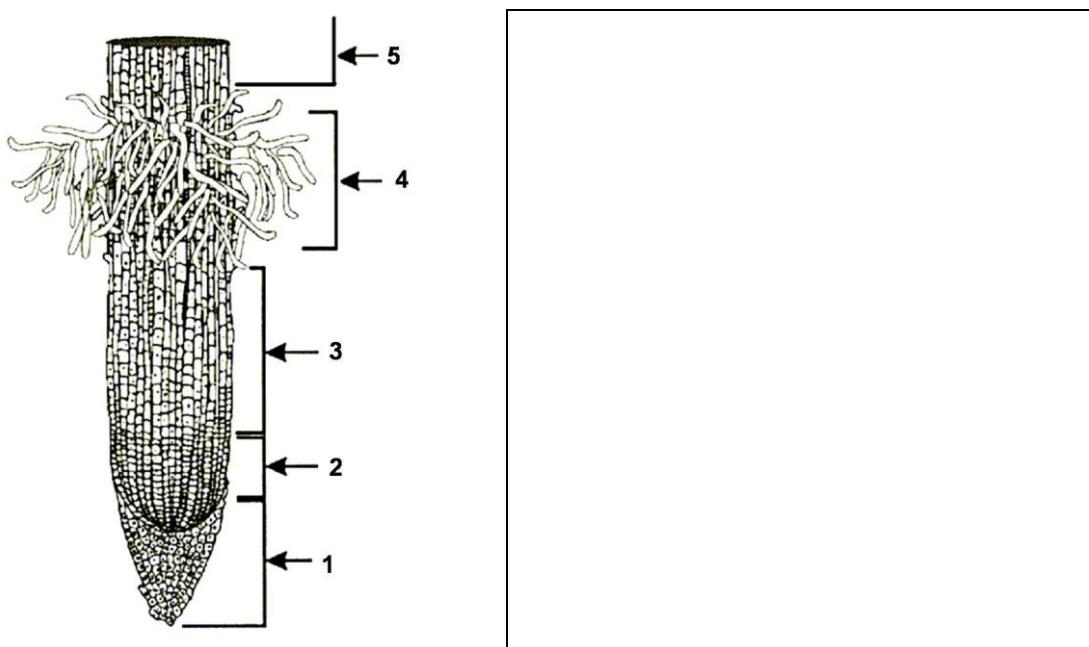
VEGETATIVNI ORGANI

Vegetativni organi biljaka služe za održavanje individualnog života biljke, a to su: **koren, stablo i list**.

KOREN

Koren (*radix*) je vegetativni organ viših biljaka, čije su osnovne funkcije, apsorpcija (usvajanje) i provođenje vode i neorganskih (mineralnih) materija, zatim, usvajanje, provođenje, sinteza i magacioniranje organskih materija i pričvršćivanje biljke za podlogu. Razlikuju se dva tipa korenovog sistema: **osovinski** (poreklom od korenka klice), karakterističan za golosemenice i dikotile, i **žiličast** (adventivni tj. nije poreklom od korenka klice) karakterističan za monokotile.

Sam vrh korena čini **zona zaštite** (1), tj. korenova kapa koja štiti nežno meristemsko tkivo, tzv. **zonu deobe** (2), posle koje sledi **zona izduživanja** (3), zatim **zona usvajanja ili zona apsorpcije** (4), dok stariji delovi korena čine **zonu provođenja** (5), Sl. 37.



Slika 37. Zone korena

Primarna anatomska građa korena dikotila

Poprečni presek korena ljutića (*Ranunculus* sp.) - trajni preparat

Na trajnom preparatu poprečnog preseka korena ljutića u *zoni apsorpcije*, posmatranjem na velikom uvećanju, uočava se detaljna građa korena koju čine: rizodermis, primarna kora i provodni (vaskularni, centralni) cilindar (Sl. 38).

Na površini korena u *zoni apsorpcije*, uočava se **rizodermis** (1) koga čini jedan sloj živih parenhimskih ćelija, tzv. apsorpcioni parenhim, specijalizovan za

usvajanje vode i u njoj rastvorenih hranljivih materija. Ćelije ovog parenhima su zbijene, bez intercelulara, poseduju tanke ćelijske zidove radi lakšeg usvajanja. Neke od ćelija rizodermisa (trihoblaste), se izdužuju u **korenske dlake (2)** i na taj način povećavaju apsorpcionu površinu rizodermisa.

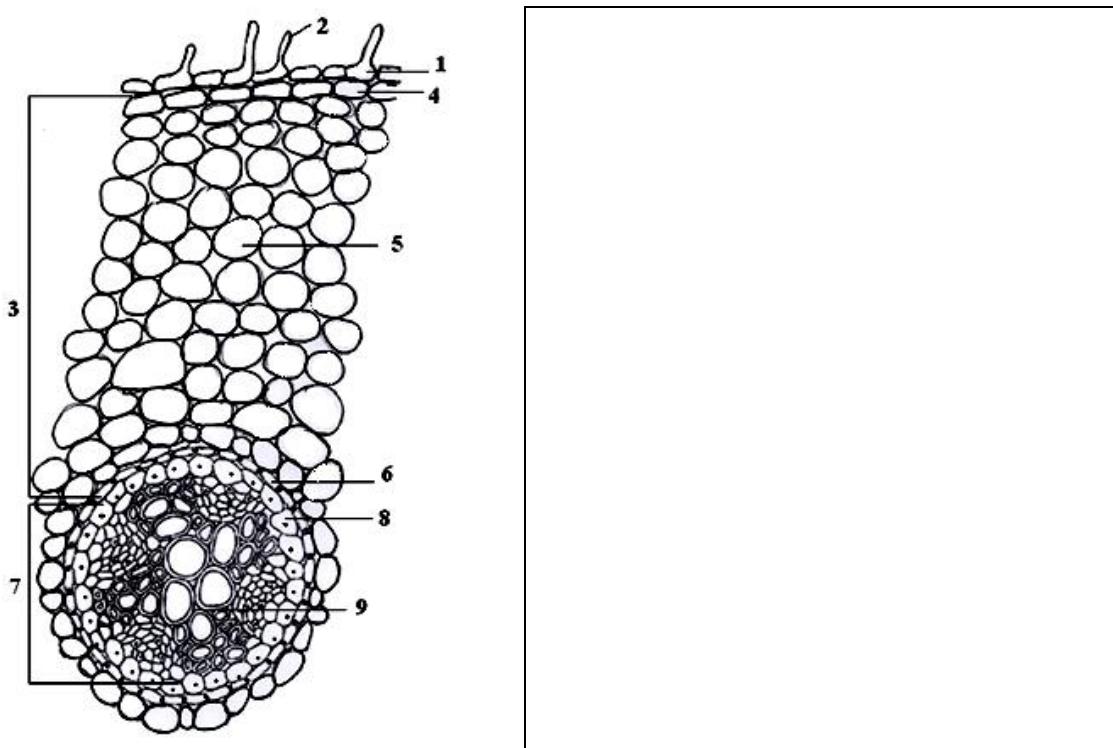
Primarna kora (3) korena je višeslojna i građena iz: egzodermisa, parenhima kore (mezodermis) i endodermisa.

Prvi, spoljašnji sloj kore, **egzodermis (4)**, neposredno ispod rizodermisa, čini najčešće jedan sloj četvorougaonih ili poligonalnih ćelija koje su relativno guste, sa retkim intercelularima. U zoni provođenja (starija zona korena, iznad zone apsorpcije), rizodermis propada, pa se na površini korena nađe egzodermis, koji tada ima zaštitnu funkciju, odnosno funkciju pokoričnog tkiva. Tada zidovi njegovih ćelija zadebljavaju, prožimaju se plutom, a intercelulari nestaju.

Mezodermis (5) je višeslojni središnji deo primarne kore korena, izgrađen od krupnih, živih parenhimskih ćelija između kojih su prisutni krupni intercelulari. Središnji deo mezodermisa grade krupne parenhimske ćelije dok su prema egzodermisu i endodermisu sitnije.

Unutrašnji, poslednji deo primarne kore čini jednoslojni **endodermis sa Kasparijevim zadebljanjima (6)**, koja se na poprečnom preseku vide duž radijalnih (bočnih) zidova ćelija endodermisa.

Prvi sloj **provodnog (vaskularnog, centralnog) cilindra (7)**, **pericikl (8)**, čini jedan sloj živih, čvrsto spojenih ćelija koje zadržavaju meristemski karakter (imaju ulogu u formiranju dela kambijuma kod korena koji sekundarno debla, kao i procesu formiranja bočnih korenova). Središnji deo provodnog cilindra u korenu lјutića zauzima **radijalni provodni snopić tetrarhnog** (četiri ksilemske i četiri floemske trake) **(9)** ili pentarhnog (pet ksilemskih i pet floemskih traka) tipa, kod koga se često, elementi ksilema spajaju u središtu korena.



Slika 38. Anatomska građa korena lјutića (*Ranunculus* sp.)

Primarna anatomska građa korena monokotila

Poprečni presek korena perunike (*Iris germanica L.*) - trajni preparat

Na trajnom preparatu poprečnog preseka korena perunike u *zoni apsorpcije*, posmatranjem na velikom uvećanju, uočava se detaljna građa korena koju čine: rizodermis, primarna kora i provodni (vaskularni) cilindar (Sl. 39).

Na površini korena u zoni apsorpcije, uočava se **rizodermis (1)** koga čini jedan sloj živih parenhimskih ćelija, tzv. apsorpcioni parenhim, specijalizovan za usvajanje vode i u njoj rastvorenih hranljivih materija. Ćelije ovog parenhima su zbijene, bez intercelulara, poseduju tanke ćelijske zidove radi lakšeg usvajanja. Neke od ćelija rizodermisa (trihoblaste), se izdužuju u korenske dlake i na taj način povećavaju apsorpcionu površinu rizodermisa.

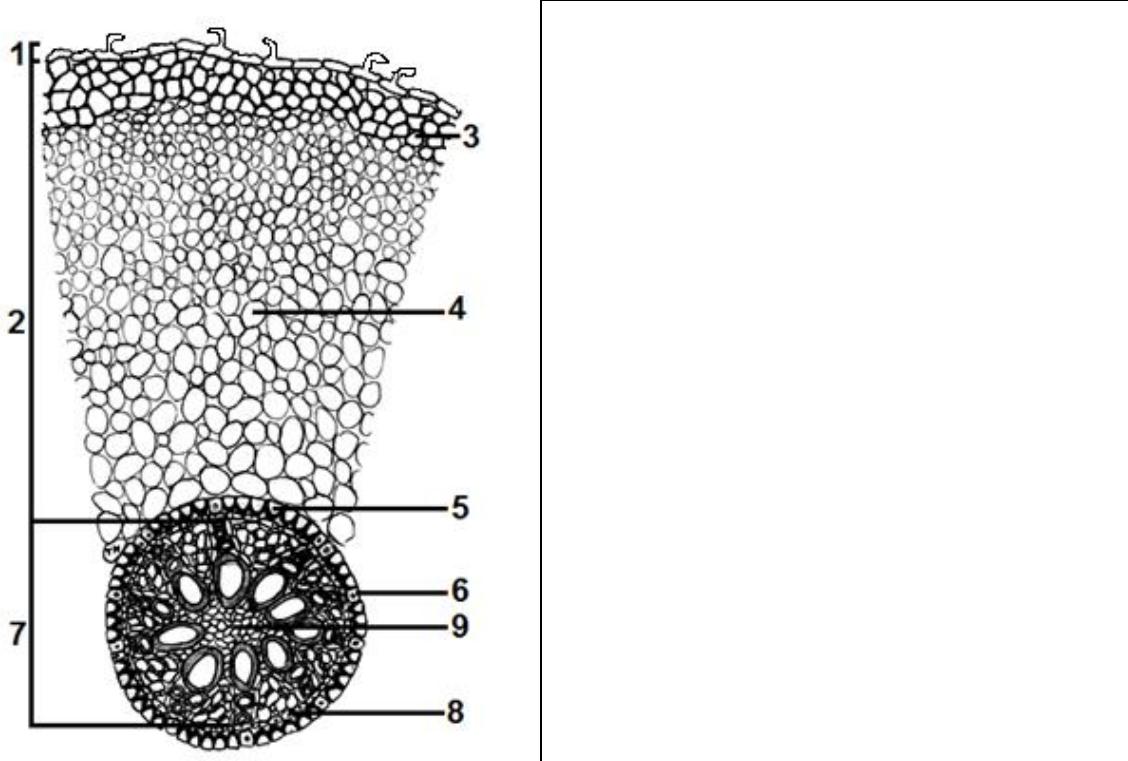
Primarna kora (2) korena je višeslojna i građena iz: egzodermisa, parenhima kore (mezodermis) i endodermisa.

Prvi, spoljašnji sloj kore, **egzodermis (3)**, neposredno ispod rizodermisa, čini više slojeva četvorougaonih ili poligonalnih ćelija koje su uglavnom bez intercelulara. U zoni provođenja korena, rizodermis propada, pa se na površini korena nađe egzodermis, koji tada ima zaštitnu funkciju, odnosno funkciju pokoričnog tkiva. Zidovi njegovih ćelija zadebljavaju usled procesa suberinifikacije (prožimanje suberinom, tj. plutom).

Mezodermis (4) je višeslojni središnji deo primarne kore korena, izgrađen od krupnih, živih parenhimskih ćelija između kojih su prisutni intercelulari. Središnji deo mezodermisa grade krupnije parenhimske ćelije dok su prema egzodermisu i endodermisu sitnije.

Unutrašnji, poslednji deo primarne kore čini jednoslojni **endodermis (5) sa ćelijama propusnicama**. Radijalni i unutrašnji tangencijalni zidovi ćelija endodermisa, kod većine monokotila intenzivnije se diferenciraju i zadebljavaju, tako da u konačnom stadijumu njihova zadebljanja podsećaju na slovo „u“, a njihov zadebljali zid sadrži plutu, celulozu i lignin. Takve ćelije endodermisa su sasvim nepropustljive za vodu i u njoj rastvorene hranljive materije. Transport ovih materija, obavlja se kroz **ćelije propusnice (6)** koje se nalaze iznad ksilemskih ploča radijalnog provodnog snopića. Za razliku od ostalih ćelija endodermisa, ćelije propusnice zadržavaju živu protoplazmu i imaju nezadebljale ćelijske zidove.

Provodni (vaskularni, centralni) cilindar (7) počinje **periciklom (8)**, koga čini jedan sloj živih ćelija koje zadržavaju meristemski karakter (imaju ulogu u formiranju dela kambijuma kod korena koji sekundarno deblja, kao i procesu formiranja bočnih korenova). Najveći deo provodnog cilindra, u korenu perunike, zauzima **radijalni provodni snopić (9)**, tipičnog poliarhnog tipa, sa većim brojem ksilemskih i floemskih traka. Ksilemske ploče u centru snopića se najčešće spajaju.

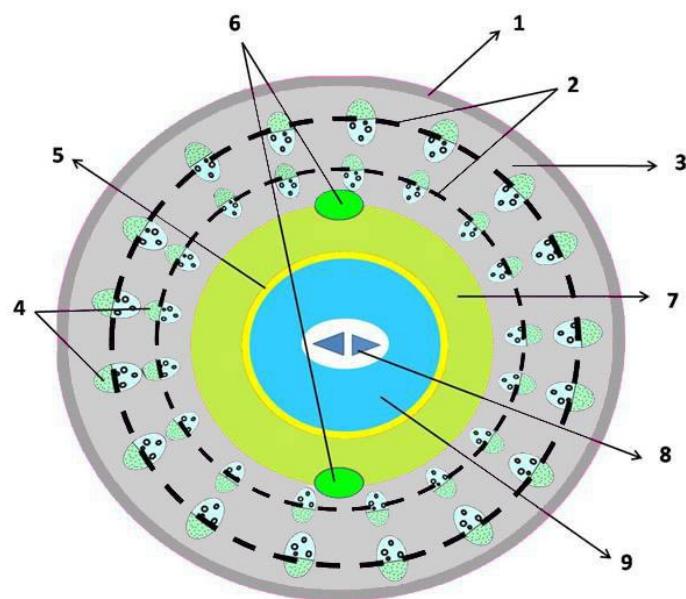


Slika 39. Anatomska građa korena perunike (*Iris germanica*)

Građa metamorfoziranog (repastog) korena

Poprečni presek metamorfoziranog korena repe (*Beta vulgaris L.*) - trajni preparat

Na poprečnom preseku metamorfoziranog (repastog) korena šećerne repe moguće je uočiti: **peridermis** (1) na površini koji ima zaštitnu ulogu, koncentrično raspoređene **dopunske kambijalne prstenove** (2) koji dominantno obrazuju **parenhim za rezervisanje** (3) i veći broj **koletaralnih otvorenih provodnih snopića** (4), Sl. 40. U centralnom delu repe veoma brzo dolazi do promena usled obrazovanja **sekundarnog kambijalnog prstena** (5) koji svojim radom prema periferiji obrazuje elemente **sekundarnog floema** (7), a prema centru elemente **sekundarnog ksilema** (9). Istovremeno, umetanjem ovih sekundarnih tkiva u centru repe dolazi do "razmicanja" **primarnog floema** (6) i **primarnog ksilema** (8).



Slika 40. Šematski prikaz metamorfoziranog (repastog) korena

STABLO

Stablo (*caulis*) je vegetativni organ koji povezuje sve delove biljke u jednu celinu. To je osovinski deo izdanka, nerazgranat ili razgranat, koji nosi listove, pupoljke, cvetove/cvasti i plodove. Pored toga važna funkcija stabla je provođenje vode, neorganskih i organskih materija.

Pored navedenih, u pojedinim slučajevima, metamorfozirano stablo može da obavlja i druge funkcije.

S obzirom na nivo diferencijacije i s obzirom na čvrstoću, stablo može biti *zeljasto* i *drvenasto*.

Primarna anatomska građa stabla dikotila

Poprečni presek stabla vučje jabuke (*Aristolochia clematitis* L.) - trajni preparat

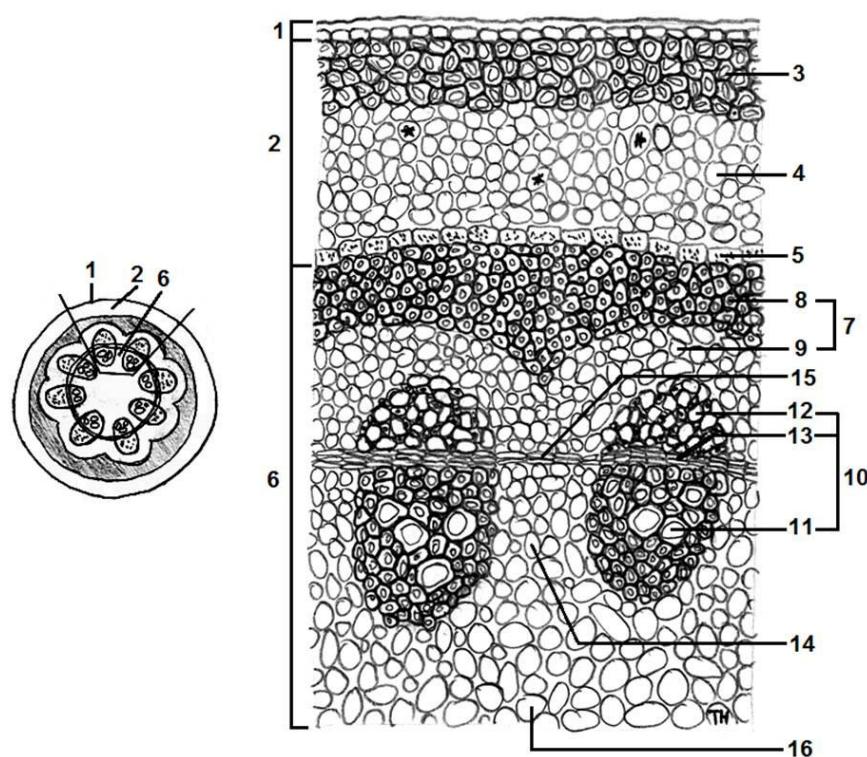
Na trajnom preparatu poprečnog preseka stabla vučje jabuke, pod malim uvećanjem, uočavaju se: na površini prisustvo kožnog tkiva, zatim sledi primarna kora i središnji deo - centralni cilindar.

Pod velikim uvećanjem uočava se detaljnija primarna anatomska građa stabla vučje jabuke (Sl. 41).

Na površini primarne anatomske građe stabla vučje jabuke nalazi se primarno pokorično tkivo **epidermis** (1). Ćelije epidermisa su tabličastog oblika na poprečnom preseku, žive i bez intercelulara i obavljaju zaštitnu funkciju unutrašnjih tkiva stabla.

Ispod epidermisa, uočava se dobro razvijena **primarna kora** (2) koju čine tri histološki različita dela. Ispod epidermisa nalazi se višeslojno mehaničko tkivo **kolenhim** (3) u vidu cilindra. Ispod kolenhima sledi višeslojni **parenhim primarne kore** (4) izgrađen iz živih, tankozidnih, parenhimskih ćelija sa intercelularima. Poslednji deo primarne kore čini **skrobna sara** (5), čije su ćelije na poprečnom preseku izdužene u tangencijalnom pravcu i ispunjene skrobom.

Centralni (provodni, vaskularni) cilindar (6) čini višeslojni **periciki** (7) koga obrazuje moćan višeslojan prsten mehaničkog tkiva **sklerenhima** (8) i višeslojni **parenhim** (9) koji se proteže sve do provodnih snopića. U stablu vučje jabuke nalaze se **kolateralni otvoreni provodni snopići** (10) u kojima se između **ksilema** (11), koji je okrenut ka centru, i **floema** (12), okrenutog ka periferiji stabla, nalazi **fascikularni kambijum** (13) primarnog porekla. Fascikularni kambijum se u **primarnim sržnim zracima** (14) koje obrazuju parenhimske ćelije, nastavlja na **interfascikularni kambijum** (15) sekundarnog porekla, koji nastaje dediferencijacijom parenhimskih ćelija sržnih zrakova, u nivou fascikularnog kambijuma, formirajući kontinuiran kambijalni prsten. Središnji deo stabla ispunjavaju parenhimske ćelije koje čine **srž** (16).



Slika 41. Primarna anatomska građa stabla vučje jabuke (*Aristolochia clematitis*)

Sekundarna anatomska građa stabla dikotila

Poprečni presek sekundarne građe stabla lipe (*Tilia tomentosa* Moench) - trajni preparat

Na trajnom preparatu poprečnog preseka trogodišnjeg stabla lipe, pod malim uvećanjem, uočavaju se ostaci primarne građe stabla kao i novoformirana sekundarna tkiva stabla.

Detaljna anatomska građa trogodišnjeg stabla lipe uočava se na velikom uvećanju (Sl. 42).

Trogodišnje stablo lipe se odlikuje složenom građom usled prisutnih ostataka primarne građe i novodiferenciranih slojeva sekundarne građe stabla. Tako se uočavaju sledeći histološki različiti delovi: **ostaci primarnog kožnog tkiva (I)**, **sekundarno kožno tkivo peridermis (II)**, **ostaci primarne kore (III)**, **sekundarna kora (IV)**, **kambijalna zona (V)**, **sekundarno drvo (VI)**, **ostaci primarnog drveta (VII)** i **srž (VIII)**.

Na površini trogodišnjeg stabla lipe prisutni su ostaci **epidermisa (I)** koji puca usled deblijanja stabla.

Neposredno ispod epidermisa formirano je sekundarno pokorično tkivo **peridermis (II)** nastao radom sekundarnog bočnog meristema **felogena (1)** koji prema periferiji obrazuje višeslojne ćelije **plute (2)**, a prema centru stabla obrazuje jednoslojan **feloderm (3)**.

Ispod periderma prisutni su **ostaci primarne kore (III)** koju čini mehaničko tkivo **kolenhim (4)**, **parenhim primarne kore (5)** i **skrobna sara (6)**.

Neposredno na primarnu koru, nastavljaju se histološki elementi **sekundarne kore (IV)** koju čine elementi sekundarnog floema i to **sitaste cevi i ćelije pratile (7)** koje se smenjuju sa **likinim vlaknima (8)**, mehaničkim elementima u sastavu sekundarnog floema. Između ovih elemenata sekundarne kore, koji se trapezasto šire idući ka kambijumu, utisnuti su elementi **korinih zrakova (9)** koje čine žive parenhimske ćelije. U nekim ćelijama kore uočljive su i **ćelije ispunjene kristalima kalcijum oksalata (10)**.

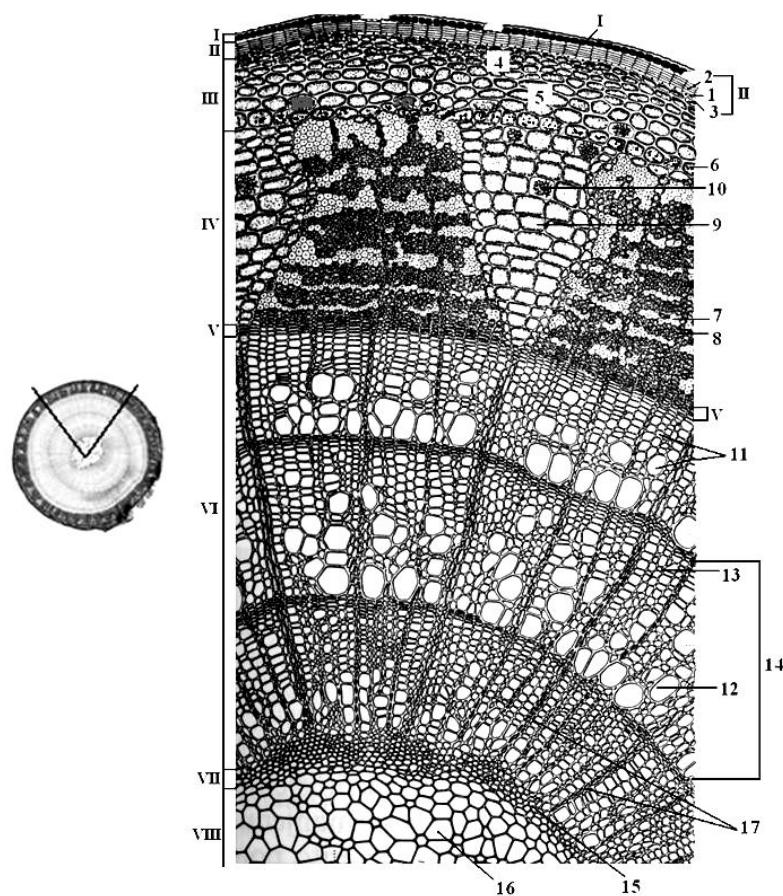
Sledi **kambijalna zona (V)** koju čini jedan sloj meristemskih ćelija, zajedno sa slojevima novonastalih, još neizdiferenciranih ćelija prema periferiji i prema centru stabla. Zahvaljujući radu kambijuma, obrazuju se centrifugalno elementi sekundarne kore i centripetalno elementi sekundarnog drveta.

Prema centru stabla kambijum obrazuje elemente **sekundarnog drveta (VI)** koga čine elementi **sekundarnog ksilema (11)** – traheje i traheide sa mehaničkim elementima drvnim vlaknima (libriform). Usled sezonske dinamike u radu kambijuma, u sekundarnom drvetu se jasno uočavaju svetlijii i tamniji delovi koji predstavljaju histološke elemente nastale u prolećnom periodu – **prolećno drvo (12)** i u jesenjem periodu – **jesenje drvo (13)**. Prolećno i jesenje drvo predstavljaju prirast drveta u toku jedne godine – **god (14)**. Na osnovu broja godova, koji su jasno uočljivi u sekundarnom drvetu, moguće je proceniti starost biljke.

Nakon sekundarnog drveta uočljivi su samo **ostaci primarnog drveta (VII)**, odnosno **ostaci primarnog ksilema (15)** koji je izgubio provodnu funkciju.

U središtu stabla se nalaze **ćelije srži (16)** ispunjene sitnim zrcicima (skrob, kristali i sl.) ili vazduhom.

Od srži (sržni), pa kroz drvo (drvni), zrakasto se pružaju parenhimski **zraci (17)** koji se u kori uglavnom nastavljaju i šire u korine zrake.



Slika 42. Sekundarna anatomska građa stabla lipe (*Tilia tomentosa*)

Primarna anatomska građa stabla monokotila

Poprečni presek stabla kukuruza (*Zea mays L.*) - trajni preparat

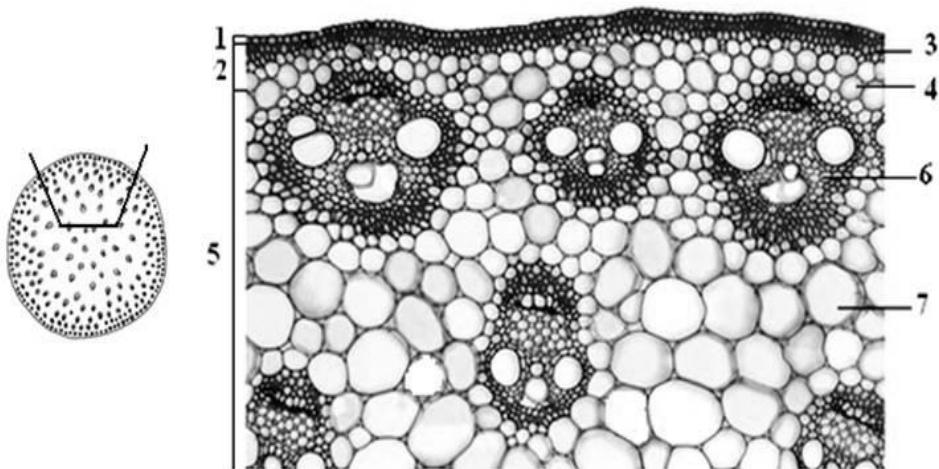
Na trajnom preparatu poprečnog preseka stabla kukuruza, pod malim uvećanjem, uočavaju se: na površini prisustvo pokoričnog tkiva, zatim sledi slabo izražena uzana primarna kora, dok se najjasnije uočava središnji, najveći deo - centralni cilindar.

Pod velikim uvećanjem uočava se detaljnija primarna anatomska građa stabla kukuruza (Sl. 43).

U primarnoj anatomskoj građi stabla kukuruza, na površini se nalazi primarno pokorično tkivo – **epidermis (1)** koga čini jedan sloj živih ćelija, bez intercelulara, koje obavljaju funkciju zaštite unutrašnjih tkiva unutar stabla.

Ispod epidermisa sledi samo nekoliko slojeva ćelija koje čine slabo izraženu **primarnu koru (2)**. Prvi deo primarne kore, potpuno diferenciranog stabla kukuruza, čini uzan deo mehaničkog tkiva **sklerenhima (3)** koji formira manje-više pravilan cilindar. Ispod sklerenhima se nalazi tek jedan do dva-tri sloja sitnijih, tankozidnih parenhimskih ćelija, koje obrazuju **parenhim primarne kore (4)**. Između primarne kore i centralnog cilindra nema jasne granice, usled odsustva skrobne sare primarne kore i pericikla centralnog cilindra.

Centralni (provodni, vaskularni) cilindar (5) počinje prvim provodnim snopićima. U stablu kukuruza prisutni su **kolateralni zatvoreni provodni snopići (6)**, kod kojih je floem okrenut periferiji stabla, a ksilem ka centru stabla. Iako nepravilno raspoređeni, „razbacani“ na poprečnom preseku, ipak postoji određena specifičnost u njihovim dimenzijama i položaju. Tako su, u perifernom delu centralnog cilindra provodni snopići manji i gušći, sa više mehaničkog tkiva, dok su ka centru stabla sve krupniji i ređi. Veći deo centralnog cilindra stabla kukuruza, između provodnih snopića, ispunjen je živim, tankozidnim parenhimskim ćelijama, koje čine **parenhim centralnog cilindra (7)**. Ove ćelije su takođe sitnije u perifernom delu centralnog cilindra, dok se njihove dimenzije povećavaju ka sredini stabla.





Slika 43. Primarna anatomska građa stabla kukuruza (*Zea mays*)

LIST

List (*folium*) je vegetativni organ viših biljaka čije su osnovne funkcije *fotosinteza* (proces stvaranja organskih materija iz ugljen-dioksida i vode, uz pomoć pigmenta hlorofila, a u prisustvu sunčeve svetlosti) i *transpiracija* (proces odavanja vode u obliku vodene pare). Tipičan list nastaje iz lisne primordije vegetacione kupe izdanka i sastoji se od lisne osnove, lisne drške i lisne ploče (liska).

Anatomska građa liske dikotila

Poprečni presek liske vinove loze (*Vitis vinifera L.*) - trajni preparat

Na trajnom preparatu poprečnog preseka liske vinove loze, pod malim uvećanjem, uočavaju se osnovne karakteristike u građi liske koju odlikuje prisustvo lica i naličja. Površina lista prekrivena je **epidermisom** i na licu i naličju. Između dva epidermisa uočava se središnji deo liske - **mezofil**.

Posmatranjem preparata na velikom uvećanju, uočava se detaljnija građa liske (Sl. 44).

Epidermis lica liske (1) vinove loze je jednoslojno primarno pokorično tkivo, izgrađeno od četvorougaonih ćelija koje su međusobno čvrsto spojene. Spoljašnji ćelijski zidovi epidermskih ćelija su zadebljali. Pored toga, prevučeni su i slojem **kutikule (2)**, koja dodatno pojačava zaštitni efekat epidermisa.

Epidermis naličja liske (3) je, takođe, jednoslojan i izgrađen iz četvorougaonih, čvrsto spojenih ćelija. Epidermske ćelije naličja liske češće razrastaju u **dlake (4)**. Spoljašnji zidovi ćelija epidermisa naličja liske vinove loze su tanji, sa **tanjim slojem kutikule (5)**, u odnosu na iste u epidermisu lica liske. U epidermisu naličja brojne su **stome (6)**, koje služe za transpiraciju i razmenu gasova. Ovakav tip lista se, zbog prisustva stoma na naličju, naziva **hipostomatičan**.

Mezofil (7), središnji deo liske vinove loze, u najvećoj meri čini hlorenhim, tj. parenhim za fotosintezu, budući da je ovaj parenhim specijalizovan za obavljanje procesa fotosinteze. Karakteristika liske dikotila, pa i liske vinove loze,

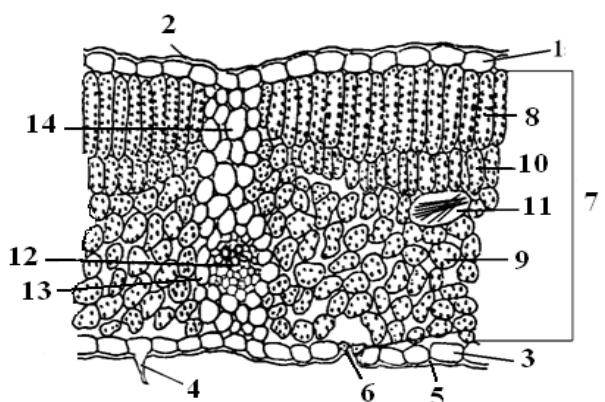
jest da je hlorenhim (parenhim za fotosintezu) izdiferenciran na dve vrste parenhima, palisadni i sunđerasti.

Palisadni parenhim (8), čini jedan sloj izduženih ćelija, ispod epidermisa lica, postavljenih upravno na površinu liske. Ove ćelije su bogate zeleno obojenim plastidima, hloroplastima, te se u njima odvija najveći deo fotosinteze.

Sundđerasti parenhim (9), čini veći broj slojeva ćelija, ispod palisadnog parenhima, a obrazuju ga ćelije različitog oblika. Ćelije sundđerastog parenhima sadrže manje hloroplasta, te se u njima odvija manji deo fotosintetske aktivnosti. Prvi sloj sundđerastog parenhima koji je u direktnom kontaktu sa ćelijama palisadnog parenhima, čine ćelije levkastog oblika, tzv. **ćelije sabiračice (10)**, koje imaju ulogu sakupljanja i usmeravanja organskih materija (proizvoda fotosinteze) prema elementima floema u provodnim snopićima. Ostale slojeve sundđerastog parenhima obrazuju manje-više okrugle ćelije između kojih ostaju relativno krupni intercelulari. Sistem intercelularara je direktno povezan sa stomama preko kojih se obavlja razmena gasova. U sundđerastom hlorenhimu, mestimično su prisutne i krupne ćelije ispunjene kristalima, koje zbog svoje veličine odudaraju od ostalih ćelija ovog parenhima, tzv. **idioblasti (11)**.

Duž liske vinove loze, kroz mezofil se protežu lisni nervi, koji se na ovom preparatu, uočavaju kao provodni snopići **kolateralno zatvorenenog tipa (12)**, sa ksilemom okrenutim ka licu, a floemom okrenutim ka naličju liske. Provodni snopići su oivičeni parenhimskim ćelijama koje čine **saru snopića (13)**. Ćelije parenhimske sare se nalaze s obe strane krupnijih provodnih snopića, do epidermisa i lica i naličja, i služe kao rezervoari za vodu, ali imaju i mehaničku ulogu zbog nešto debljih zidova (**14**).

U sastavu provodnih snopića nalaze se i mehanička tkiva, koja oko krupnijih lisnih nerava, formiraju mehaničku saru.



Slika 44. Anatomska građa liske vinove loze (*Vitis vinifera*)

Anatomska građa liske monokotila

Poprečni presek liske kukuruza (*Zea mays L.*) - trajni preparat

Na trajnom preparatu poprečnog preseka liske kukuruza, pod malim uvećanjem, uočavaju se osnovne karakteristike u građi liske koju odlikuje prisustvo lica i naličja. Površina lista prekrivena je **epidermisom** i na licu i naličju. Između dva epidermisa uočava se središnji deo liske - **mezofil**.

Posmatranjem preparata na velikom uvećanju, uočava se detaljnija građa liske (Sl. 45).

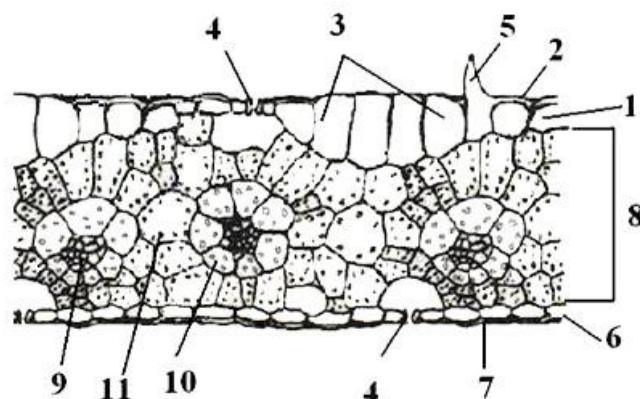
Epidermis lica liske (1) kukuruza je jednoslojno primarno pokorično tkivo, čiji su spoljašnji, nešto deblji ćelijski zidovi, prevučeni slojem **kutikule (2)**. Pored tipičnih epidermskih ćelija, u epidermisu lica su prisutne i grupe krupnijih ćelija – **motorne ili mehuraste ćelije (3)**. Promenom turgora, ove ćelije učestvuju u procesu uvijanja/odvijanja liske, što ima za posledicu smanjenje/povećanje transpiracione površine. U epidermisu lica liske kukuruza, prisutne su **stome (4)**. Poneke sitnije ćelije epidermisa lica prorastaju u **dlake (5)**.

Epidermis naličja liske (6) je takođe jednoslojan, prevučen nešto tanjom **kutikulom (7)**. Pored tipičnih epidermskih ćelija, u epidermisu naličja liske kukuruza, prisutne su **stome (4)** kroz koje se aktivno odvija proces transpiracije. Usled prisustva stoma i u epidermisu lica i naličja, ovakav tip liske nazivamo **amfistomatičan**.

Mezofil (8), središnji deo liske kukuruza, u najvećoj meri čini **hlorenhim (parenhim za fotosintezu) (11)**, čije su ćelije usled bogatstva u hloroplastima, specijalizovane za obavljanje procesa fotosinteze. Hlorenhim liske kukuruza nije izdiferenciran na palisadni i sunđerasti. Između ćelija hlorenhima postoje sistemi intercelulara koji komuniciraju sa stomama u licu i naličju liske.

U mezofilu liske kukuruza uočavaju se provodni snopoviči **kolateralno zatvorenog tipa (9)** koji, prateći oblik liske kukuruza, formiraju paralelnu nervaturu. Krupnije lisne nerve čini veći broj provodnih snopoviča, a sitnije nerve samo jedan snopovič, sa elementima ksilema okrenutim ka licu, a elementima floema ka naličju liske. Provodne snopoviče obavija jedan sloj **parenhimskih ćelija sa skrobnim zrnima (10)**.

U sastavu ksilema i floema kolateralno zatvorenih provodnih snopoviča prisutna su i mehanička tkiva. Ispod i iznad većih provodnih snopoviča, mehaničke ćelije su grupisane i zajedno sa motornim ćelijama, imaju važnu ulogu u procesu uvijanja lista, radi smanjenja transpiracije.



Slika 45. Anatomska građa liske kukuruza (*Zea mays*)

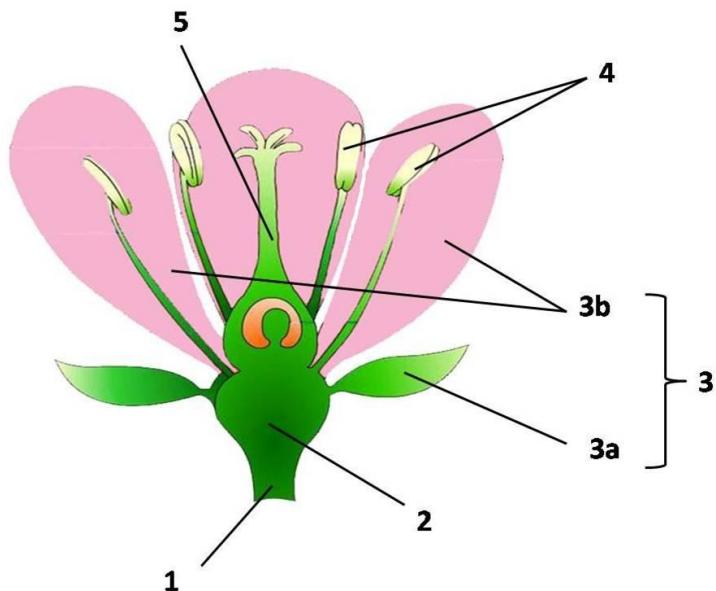
GENERATIVNI ORGANI

Generativni (reproducitivni) organi biljaka su **cvet**, **seme** i **plod**, a služe za polno razmnožavanje (reprodukciiju) biljaka, odnosno za održavanje vrste.

CVET

CVET (*flōs*) predstavlja skraćen, nerazgranat izdanak ograničenog rasta čiji su se delovi metamorfozirali u funkciji razmnožavanja.

TIPIČAN (POTPUN) CVET – Tipičan (potpun) cvet je cvet koji sadrži sve cvetne delove, a to su: **cvetna drška** (1), **cvetna loža** (2), **cvetni omotač - perijant** (3) sa **čašičnim** (3a) i **kruničnim listićima** (3b), **prašnik/prasnici** (4) i **tučak/tučkovi** (5), Sl. 46.



Slika 46. Delovi tipičnog (potpunog) cveta

CVETNA DRŠKA (*pedicellus*) je deo osovine izdanka koja nosi cvet i kojim je cvet pričvršćen za stablo. List, iz čijeg pazuha polazi cvetna drška, naziva se **priperak** ili **brakteja**, a pored njega, na cvetnoj dršci, mogu biti razvijeni jedan (monokotile) ili dva (dikotile) listića koje nazivamo **brakteole**. Cvet bez cvetne drške je **sedeći cvet**.

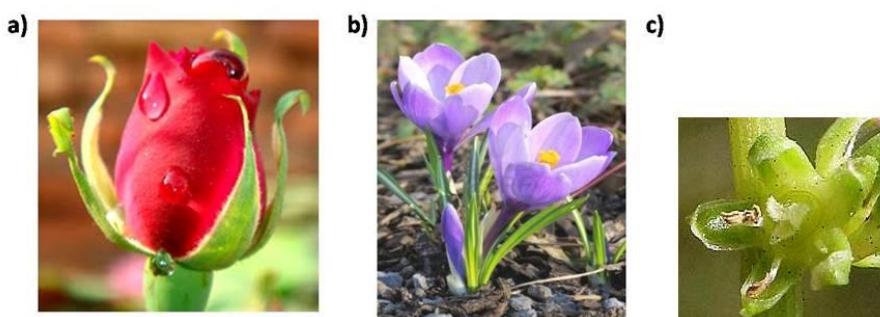
CVETNA LOŽA (*receptaculum*) je prošireni, vršni deo cvetne drške i nosi sve ostale delove cveta.

CVETNI OMOTAČ ili **PERIJANT** (*perianthium*) čine sterilni listovi cveta, koji imaju ulogu zaštite i privlačenja insekata oprasivača. Cvetni omotač, kod tipičnog (potpunog) cveta, diferenciran je na čašične i krunične listiće.

ČAŠICU (*calyx*) grade **čašični listići** (*sepala*) koji su najčešće zelene boje i imaju zaštitnu ulogu (Sl. 46-3a).

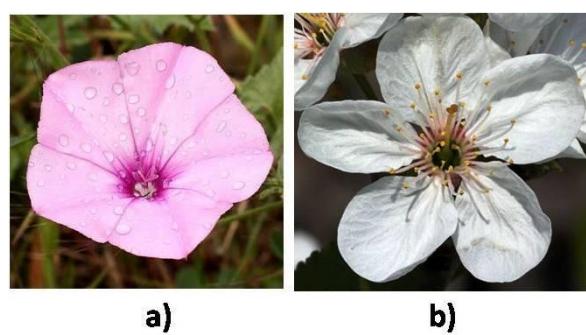
KRUNICU (*corolla*) čine **krunični listići** (*petala*) koji su najčešće jarkih boja, različite veličine i oblika, a uloga im je zaštita i privlačenje insekata radi oprasivanja (Sl. 46-3b).

Cvetni omotač koji je diferenciran na čašicu i krunicu označen je kao **dvojan** ili **heterohlamidan cvetni omotač** (Sl. 47a), dok cvetni omotač kod koga se ne razlikuju čašica i krunica je **prost** ili **homohlamidan (perigon)**, Sl. 47b, 47c. Perigon izgrađen po tipu kruničnih listića označava se kao **krunicolik** (Sl. 47b). Ukoliko je perigon izgrađen po tipu čašičnih listića označava se kao **čašicolik** (Sl. 47c).



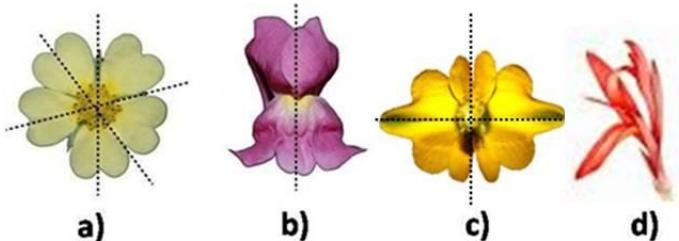
Slika 47. Cvjetni omotač: a) heterohlamidan; b) homohlamidan - krunicolik perigon; c) homohlamidan - čašicolik perigon

Pojedini delovi cveta mogu međusobno da srastaju. Ukoliko su listići krunice međusobno srasli, krunica je **simpetalna** (Sl. 48a), za razliku od **horipetalne krunice**, kod koje su listići krunice slobodni (Sl. 48b).



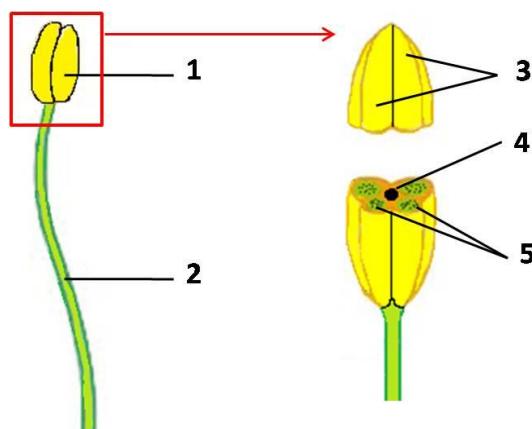
Slika 48. Tipovi cvetnog omotača: a) simpetalan cvetni omotač; b) horipetalan cvetni omotač

SIMETRIJA CVETA - U zavisnosti od rasporeda cvetnih delova, odnosno listića cvetnog omotača, cvetovi se razlikuju po simetriji. Tako razlikujemo: aktinomorfne (polisimetrične, radikalne), zigomorfne (monosimetrične), bisimetrične i asimetrične cvetove (Sl. 49a-d).



Slika 49. Simetrija cveta: a) aktinomorfan (polisimetričan); b) zigomorfan (monosimetričan); c) bisimetričan; d) asimetričan

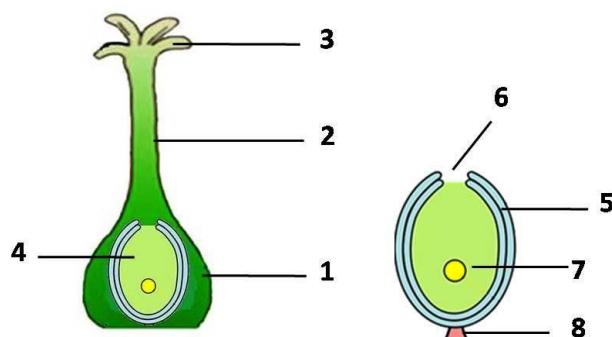
PRAŠNIK (*stamen*) je muški, fertilni deo cveta u kome se obrazuju polenova zrna, a izgrađen je od **prašnice** (1) i **prašničkog konca** - **filament** (2), Sl. 50. **Prašnica** ili **antera** (*anthera*) se sastoji iz dve **poluantere** (*thecae*) (3), između kojih je produžetak prašničkog konca - **konektiv** (4). Svaka poluantera sadrži po dve **polenove kesice** (5) ili **okca** (*loculi*) u kojima se formiraju **polenova zrna**. Skup svih prašnika jednog cveta čini **andreceum**.



Slika 50. Delovi prašnika

TUČAK (*pystillum*) je ženski, fertilni deo cveta. Izgrađen je od proširenog dela - **plodnika** (*ovarium*) (1), u kome se nalazi jedan ili više **semenih zametaka** (4), izduženog dela - **stubića** (*stylus*) (2) i **žiga** (*stigma*) (3) na vrhu tučka, koji služi za prihvatanje polenovih zrna (Sl. 51).

Semeni zametak (4) se nalazi u plodniku tučka, a grade ga: **integumenti** (5) - koji obavijaju **nucelus** (7), a na vrhu ostavljaju otvor - **mikropilu** (6). Semeni zametak je **pupčanom vrpcom** (*funiculus*) (8) pričvršćen za zid plodnika tučka. Iz semenog zametka se, nakon oplodnje formira **seme** (videti poglavlje Seme), a od zida plodnika formira se **plodov omotač** (*perikarp*).

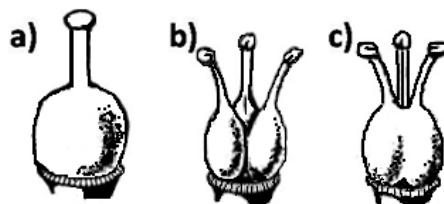


Slika 51. Delovi tučka i semenog zametka

Tučak nastaje srastanjem jedne ili većeg broja **oplodnih listića** ili **karpela**. Skup svih oplodnih listića u jednom cvetu čine **gineceum**. U zavisnosti od broja karpela, gineceum može biti: monokarpan i polikarpan.

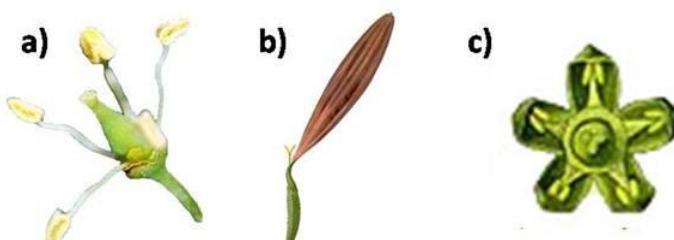
Monokarpan gineceum je gineceum iz jedne karpele, koja srasta i obrazuje jedan tučak (Sl. 52a).

Polikarpan gineceum je gineceum iz više karpela. Može da bude apokarpan i sinkarpan. **Apokarpan gineceum** je gineceum građen iz više karpela gde svaka karpela srasta posebno dajući tučak, pa cvet ima više tučkova (Sl. 52b). **Sinkarpan gineceum** nastaje srastanjem dve ili više karpela koje srastaju formirajući jedan tučak (Sl. 52c).



Slika 52. Tipovi gineceuma: a) monokarpan; b) apokarpan; c) sinkarpan

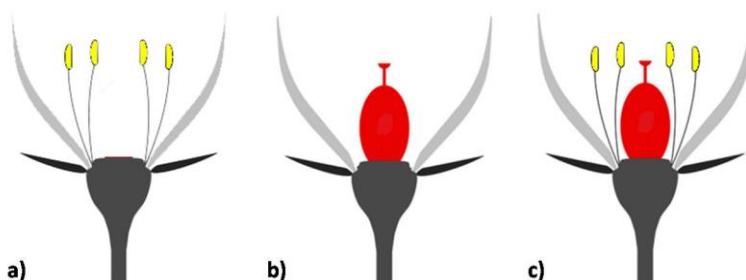
NEPOTPUNI CVET - Cvetovi bez cvetnog omotača su **goli** ili **ahlamidni** (Sl. 53a), cvetovi bez čašičnih listića su **asepalni** (Sl. 53b), a cvetovi bez kruničnih listića su **apetalni** (Sl. 53c).



Slika 53. Nepotpuni cvetovi: a) ahlamidan; b) asepalan; c) apetalan

Cvetovi koji sadrže i prašnike i tučkove su **dvopolni** ili **hermafroditni cvetovi** (Sl. 54c). Pored toga, postoje **jednopolni cvetovi** odnosno cvetovi koji imaju samo prašnike ili samo tučak/tučkove (Sl. 54a, 54b). Jednopolni cvetovi sa

prašnicima su **muški**, dok su jednopolni cvetovi koji sadrže samo tučak/tučkove **ženski**.



Slika 54. Podela cvetova po polnosti: a) jednopolni - muški cvet; b) jednopolni - ženski cvet; c) dvopolni (hermafroditni) cvet

CVAST

Cvetovi se kod biljaka mogu nalaziti pojedinačno ili sakupljeni u cvasti. **CVAST** (*inflorescentia*) predstavlja razgranat, metamorfoziran, jednogodišnji izdanak koji se sastoji od osovine (vretena) cvasti na kojoj su raspoređeni cvetovi. U zavisnosti od načina grananja, kao i redosleda otvaranja cvetova, razlikujemo: racemozne i cimozne cvasti.

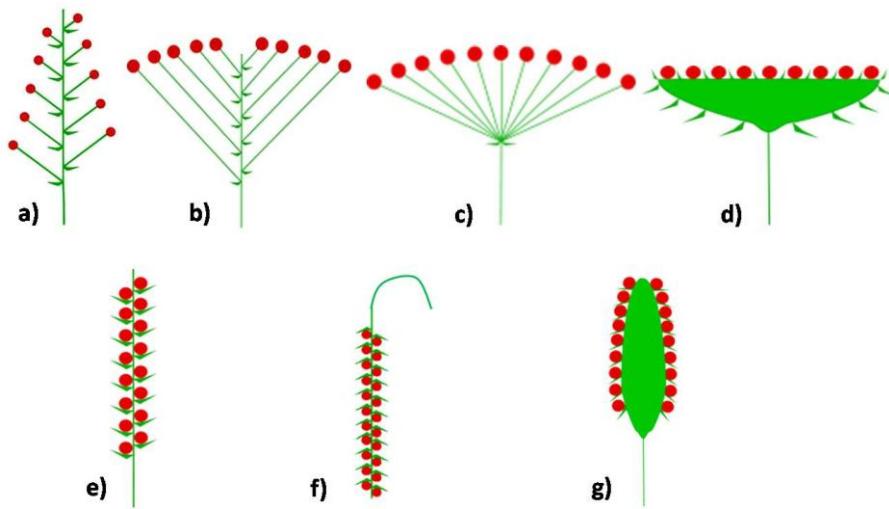
Racemozne (monopodialne) cvasti

RACEMOZNE ili **MONOPODIJALNE CVASTI** karakteriše monopodialno grananje osovine cvasti pri čemu glavna osovina duže raste i obrazuje cvetove. Prema stepenu grananja, razlikujemo proste i složene.

PROSTE RACEMOZNE CVASTI imaju nerazgranatu glavnu osovinu koja nosi cvetove. U proste racemozne cvasti spadaju:

- **Grozd** - cvast kod koje izdužena osovina cvasti nosi spiralno raspoređene cvetove na cvetnim drškama približno iste dužine (Sl. 55a). Grozd je česta cvast kod predstavnika familija *Fabaceae* (mahunarke) i *Brassicaceae* (kupusnjače).
- **Gronja** - cvast kod koje izdužena osovina cvasti nosi spiralno raspoređene cvetove na cvetnim drškama različite dužine tako da se cvetovi nalaze skoro u istoj ravni (Sl. 55b). Gronja je česta cvast kod predstavnika familije *Rosaceae* (ruže).
- **Štit** - cvast kod koje je glavna osovina cvasti skraćena, a sa njenog vrha polazi veći broj cvetova na cvetnim drškama, skoro iste dužine, koje iznose cvetove na približno istu visinu (Sl. 55c). Štit je česta cvast kod predstavnika familije *Apiaceae* (štitarice) po čemu su i dobile narodni naziv.
- **Glavica** - cvast čija je osovina cvasti jako skraćena i zadebljala, a na vrhu tanjurasto proširena i nosi sedeće cvetove (Sl. 55d). Glavica je cvast karakteristična za predstavnike familije *Asteraceae* (glavočike) po čemu su i dobile narodni naziv.
- **Klas** - cvast kod koje izdužena osovina cvasti nosi spiralno raspoređene sedeće cvetove (Sl. 55e). Klas je česta cvast kod predstavnika familija *Poaceae* (trave) i *Cyperaceae* (oštrice).

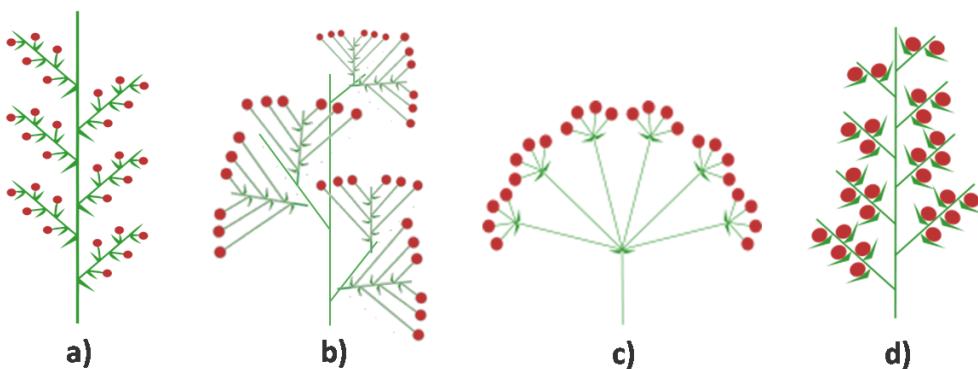
- **Resa** - cvast slična klasu s tom razlikom što je osovina cvasti izdužena i tanka, sa malo mehaničkog tkiva, pa zbog toga cvast visi, a na njoj se nalaze spiralno raspoređeni sedeći cvetovi (Sl. 55f). Resa je cvast karakteristična za familiju *Betulaceae* (breze).
- **Klip** - cvast kod koje je glavna osovina cvasti jako zadebljala i nosi spiralno raspoređene sedeće cvetove (primer ženske cvasti kukuruza *Zea* sp.), Sl. 55g.



Slika 55. Proste racemozne cvasti: a) grozd; b) gronja; c) štit; d) glavica; e) klas; f) resa; g) klip

SLOŽENE RACEMOZNE CVASTI imaju razgranatu osovinu cvasti. U složene racemozne cvasti spadaju:

- **Složen grozd (metlica)** - cvast kod koje glavna osovina cvasti nosi spiralno raspoređene grozdove (Sl. 56a). Metlica je česta cvast kod predstavnika familije *Poaceae* (trave).
- **Složena gronja** - cvast kod koje glavna osovina cvasti nosi spiralno raspoređene gronje (Sl. 56b). Složena gronja karakteristična je cvast kod gloga (*Crataegus* sp.).
- **Složen štit** - cvast kod koje glavna osovina cvasti skraćena, a sa njenog vrha polazi veći broj prostih štitova (Sl. 56c). Kod nekih vrsta mogu se u nivou složenog štita naći listići involukruma, a u nivou prostih štitova, listići involuceluma. Složen štit je karakteristična cvast predstavnika familije *Apiaceae* (štitare).
- **Složen klas** - cvast kod koje glavna osovina cvasti nosi spiralno raspoređene klasove (klasiće), Sl. 56d. Složen klas je česta cvast kod predstavnika familije *Poaceae* (trave).

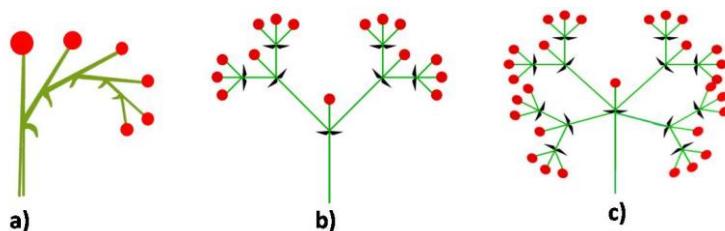


Slika 56. Složene racemozne cvasti: a) metlica (složen grozd); b) složena gronja; c) složeni štit; d) složeni klas

Cimozne (simpodijalne) cvasti

CIMOZNE ili **SIMPODIJALNE CVASTI** karakteriše simpodijalno grananje osovine cvasti koja rano prekida sa rastom. Cimozne cvasti delimo na:

- **Monohazijum** je cvast kod koje se subfloralno, ispod cveta glavne osovine, razvija jedna bočna osovina drugog reda koja donosi cvet, ispod ove sledeća osovina, itd. (Sl. 57a). Monohazijum je česta cvast kod predstavnika familije *Boraginaceae* (oštrodlake).
- **Dihazijum** je cvast kod koje se subfloralno, ispod cveta glavne osovine cvasti, razvijaju dve bočne osovine koje donose cvet (Sl. 57b). Dihazijum je česta cvast kod predstavnika familija *Caryophyllaceae* (karanfilii) i *Lamiaceae* (usnatice).
- **Polihazijum (plejohazijum)** je cvast kod koje se subfloralno, ispod cveta glavne osovine, razvijaju više od dve bočne osovine koje donose cvet/cvast (Sl. 57c). Polihazijum je česta cvast kod predstavnika familije *Euphorbiaceae* (mlečike).

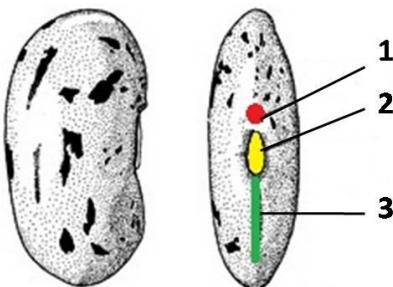


Slika 57. Cimozne (simpodijalne) cvasti: a) monohazijum; b) dihazijum; c) polihazijum

SEME

SEME (*semen*) je generativni organ semenica koji služi za razmnožavanje i rasprostiranje biljaka. Obrazuje se iz semenog zametka nakon oplodnje, (ređe bez oplodnje). U zavisnosti od biljne vrste, semena su različitog oblika i veličine. Seme čine: semenjača, klica i hranljivo tkivo.

SEMENJAČA (*testa*) je spoljašnji omotač semena i ima zaštitnu ulogu. Nastala je, nakon oplodnje, od integumenata semenog zametka. Semenjača može biti različite boje (jednobojna ili šarena) i građe (debela, tanka, čvrsta, glatka, naborana, sa dlakama i sl.), Sl. 58. Na semenu se mogu razlikovati: ostatak mikropile, pupak i semeni šav. **Ostatak mikropile** (1) je mali otvor kroz koji ulazi voda prilikom bubrenja i prorasta korenak klice tokom klijanja semena. **Pupak** ili *hilum* (2) je mesto na kome je seme bilo pričvršćeno za pupčanu vrpcu (*funiculus*) ili placentu. **Semeni šav** ili *rapha* (3) je mesto gde je pupčana vrpca bila srasla sa integumentima.



Slika 58. Seme pasulja sa semenjačom

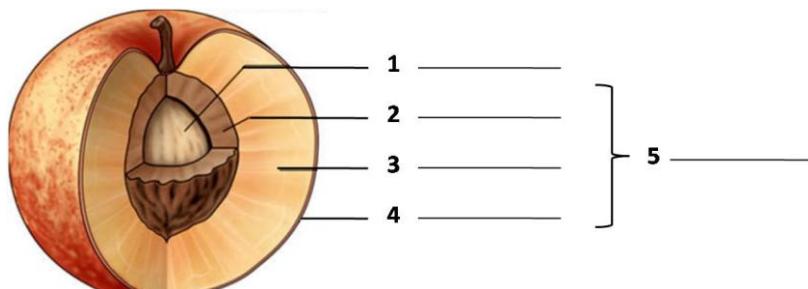
KLICA (*embryon*) se nalazi u semenu i predstavlja začetak nove biljke. Klica dikotila i monokotila se međusobno razlikuju (videti poglavlje Klica).

HRANLJIVO TKIVO sadrži rezervne materije neophodne za razvoj klice u prvih fazama razvića. U zavisnosti od načina nastanka, razlikuju se dva tipa hranljivog tkiva endosperm i perisperm.

PLOD

PLOD (*fructus*) je generativni organ skrivenosemenica koji služi za razmnožavanje i rasprostiranje biljaka. Tipičan plod nastaje nakon oplodnje iz plodnika tučka. Međutim, u zavisnosti od biljne vrste, u građi ploda mogu učestovati i drugi delovi cveta (cvetna loža, listići cvetnog omotača, prašnici, osovina cvasti i dr.). Plod čine: **plodov omotač ili perikarp (5)** i **seme/semena (1)**, Sl. 59.

PLODOV OMOTAČ ili PERIKARP (*pericarpium*) nastaje od zida plodnika tučka i ima funkciju da štiti seme/semena koja se nalaze unutar njega. Diferenciran je na: **egzokarp (4)** - spoljašnji deo, **mezokarp (3)** - središnji deo i **endokarp (2)** - unurašnji deo plodovog omotača (Sl. 59).



Slika 59. Delovi ploda

Podela plodova

Uzimajući u obzir broj cvetova iz kojih se obrazuje plod, plodovi su podeljeni na **monoantokarpne (proste) i poliantokarpne (složene) plodove**. Pored toga, sveobuhvatna podela plodova urađena je i na osnovu tipa gineceuma i broja karpela koje ga grade, na osnovu tipa perikarpa, kao i na osnovu načina oslobođanja semena (Tab. 1).

Tabela 1. Podela plodova

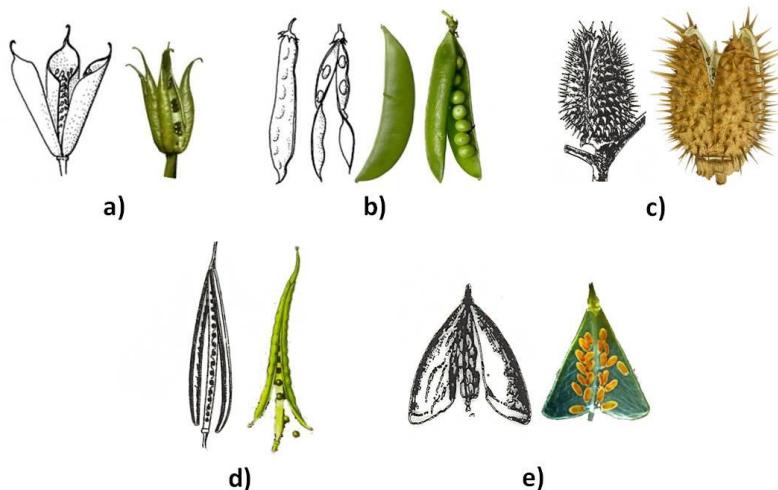
PUCAJUĆI	MONOANTOKARPNI		POLIANTOKARPNI
	POSEBNI		srasli plodovi plodovi cvasti
	NEPUCAJUĆI	ZBIRNI	
	SUŠNI	Sočni	zbirna orašica zbirna koštunica
mešak	orašica	bobica	
mahunica	ahenija	koštunica	
čaura	krupa	monokarpna koštunica	
lјuska	šizokarpijum	sinkarpna koštunica	
ljuščica	merikarpijum		

❖ **MONOANTOKARPNI (PROSTI) PLODOVI** su plodovi koji nastaju od jednog cveta, a dele se na **posebne i zbirne**.

1. **Posebni plodovi** nastaju od jednog cveta, odnosno iz jednog plodnika (monokarpnog, apokarpnog ili sinkarpnog gineceuma). Dele se na **pucajuće i nepucajuće plodove**.

► **Posebni pucajući plodovi** imaju sušan perikarp koji, nakon sazrevanja semena, puca i otvara se na različite načine. U posebne pucajuće plodove spadaju:

- **MEŠAK** - više semeni plod nastao od monokarpnog gineceuma koji se otvara jednom uzdužnom pukotinom (Sl. 60a).
- **MAHUNA** - više semeni plod nastao od monokarpnog gineceuma koji se otvara dvema uzdužnim pukotinama (Sl. 60b). Mahuna je plod karakterističan za predstavnike familije *Fabaceae* (mahunarke).
- **ČAURA** - više semeni plod nastao od sinkarpnog gineceuma. U zavisnosti od načina otvaranja i oslobođanja semena, razlikuje se nekoliko tipova čaurara: čaura sa zupcima, čaura sa porama, čaura sa poklopcom i čaura sa kapcima (Sl. 60c).
- **LJUSKA** - poseban tip čaure, više semeni plod nastao od sinkarpnog gineceuma izgrađenog od dve karpele razdvojene pregradom koja se naziva **tin** (*replum*). Plodov omotač lјuske puca sa četiri uzdužne pukotine pri čemu se obrazuju dva kapka između kojih se nalazi tin sa pričvršćenim semenima. Lјuska je tri i više puta duža od širine (Sl. 60d).
- **LJUŠČICA** - plod sličan lјusci, s tom razlikom što su joj dužina i širina približno jednake (Sl. 60e). Lјuska i ljuščica su plodovi karakteristični za predstavnike familije *Brassicaceae* (kupusnjače).



Slika 60. Monoantokarpni (prosti) plodovi - posebni pucajući plodovi: a) mešak; b) mahuna; c) čaura sa kapcima; d) lјuska; e) ljuščica

► **Posebni nepucajući plodovi** su plodovi kod kojih perikarp ne puca i ne otvara se nakon sazrevanja semena, a dele se na **sušne i sočne plodove**.

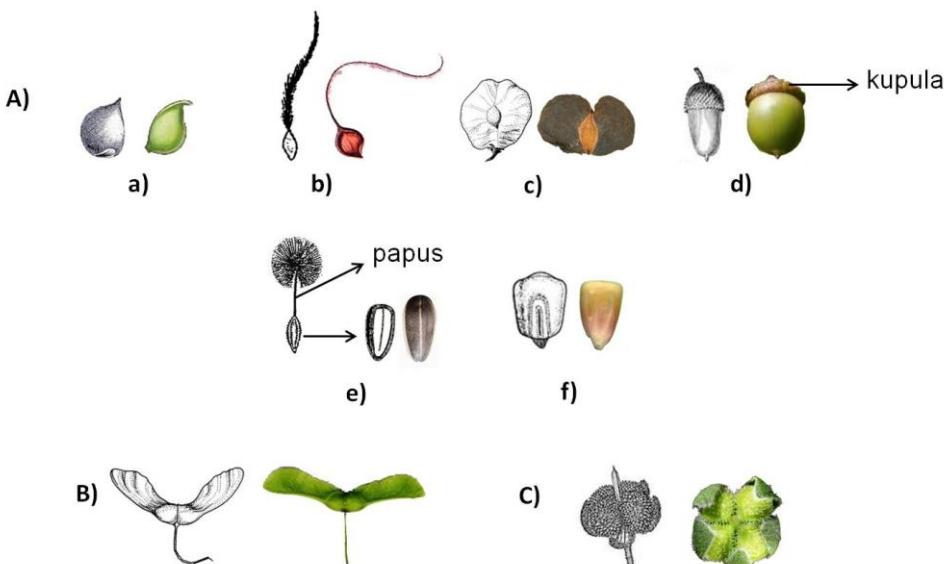
a) **nepucajući sušni plodovi** imaju sušan perikarp koji se ne otvara nakon sazrevanja semena. U posebne nepucajuće sušne plodove spadaju:

- **ORAŠICA** - jednosemeni, nepucajući plod sa sušnim perikarpom, nastao iz monokarpnog gineceuma – **monokarpna orašica** (Sl. 61a, b), ili iz sinkarpnog gineceuma – **sinkarpna orašica** (Sl. 61c, d). Često se na orašici mogu naći posebni dodaci (ostaci delova tučka, krilati izraštaji, kupule i sl.) koji omogućavaju njenje bolje rasejavanje (Sl. 61A). Posebni tipovi orašice su ahenija i krupa.

Ahenija je tip orašice koja nastaje od podcvetnog sinkarpnog gineceuma od dve karpele, a plodov omotač ne srasta sa semenjačom semena. Na aheniji se često nalazi **papus** (redukovana čašica), Sl. 61e. Ahenija je plod karakterističan za predstavnike familije Asteraceae (glavočike).

Krupa (zrno, pšeno) je tip orašice koja nastaje od nadcvetnog sinkarpnog gineceuma od dve karpele, a plodov omotač srasta sa semenjačom semena (Sl. 61f). Ovaj plod karakterističan je za predstavnike familije Poaceae (trave).

- **ŠIZOKARPIJUM** - nepucajući plod sa sušnim perikarpom, nastao iz sinkarpnog gineceuma. Prilikom sazrevanja, plod se cepa na onoliko zatvorenih, jednosemenih delova koliko je karpela gradilo plodnik koji su pričvršćeni za nosač ploda (plodonoša, karporfor), Sl. 61B. Šizokarpijum je plod karakterističan za predstavnike familija Apiaceae (štitarice) i Geraniaceae (zdravci).
- **MERIKARPIJUM** - nepucajući plod sa sušnim perikarpom, nastao iz polikarpnog gineceuma. Prilikom sazrevanja, karpele se dele na pola, a plod se podeli na duplo više zatvorenih, jednosemenih delova u odnosu na broj karpela koje su gradile plodnik tučka (Sl. 61C). Merikarpijum je plod karakterističan za predstavnike familija Lamiaceae (usnatice) i Boraginaceae (oštrodlake).



Slika 61. Monoantokarpni (prosti) plodovi - posebni nepucajući sušni plodovi:

A) tipovi orašica: a) monokarpna orašica ljutića; b) monokarpna orašica sa dodatkom paviti; c) sinkarpna krilata orašica breze; d) sinkarpna orašica hrasta sa kupulom; e) ahenija suncokreta; f) krupa (zrno) kukuruza;
B) šizokarpijum javora; C) merikarpijum mišinca

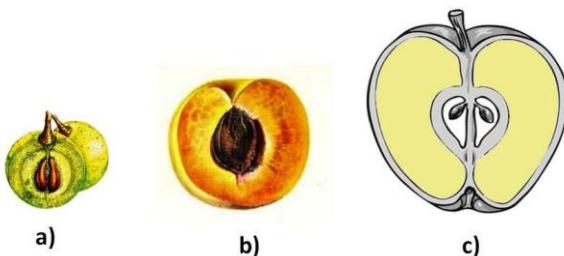
b) **nepucajući sočni plodovi** imaju sočan perikarp. U posebne nepucajuće sočne plodove spadaju:

- **BOBICA** - nepucajući plod sa sočnim perikarpom nastao iz monokarpnog ili sinkarpnog gineceuma. Perikarp je izdiferenciran na egzokarp, koji je u vidu tanke, spoljašnje zaštitne kožice, dok su mezokarp i endokarp sočni i, kod nekih biljaka, mogu biti delimično ili potpuno redukovani (Sl. 62a). Bobica je plod karakterističan je za predstavnike familija *Solanaceae* (pomoćnice) i *Vitaceae* (vinove loze).
- **KOŠTUNICA** - nepucajući plod sa sočnim perikarpom nastao iz jedne karpele – **monokarpna koštunica**, ili više karpela – **sinkarpna koštunica**.

Perikarp monokarpne koštunice je izdiferenciran na egzokarp, koji je u vidu tanke, spoljašnje, zaštitne kožice. Mezokarp je sočan i dobro razvijen, a endokarp je odrveneo i gradi košticu (*putamen*) koja obavlja i štiti semena (Sl. 62b).

Sinkarpna koštunica je poseban tip koštunice (kod jabuke) kod koga su egzokarp i mezokarp sočni i, u tankom sloju, obavijaju endokarp koji je pergamentne strukture i obavlja i štiti semena. U obrazovanju ovog tipa sinkarpne koštunice učestvuje i razrasla cvetna loža koja čini veći, spoljašnji deo ploda (Sl. 62c).

Koštunica je plod karakterističan je za predstavnike familije *Rosaceae* (ruže).



Slika 62. Monoantokarpni (prosti) plodovi – posebni nepucajući sočni plodovi: a) bobica vinove loze; b) monokarpna koštunica kajsije; c) sinkarpna koštunica jabuke

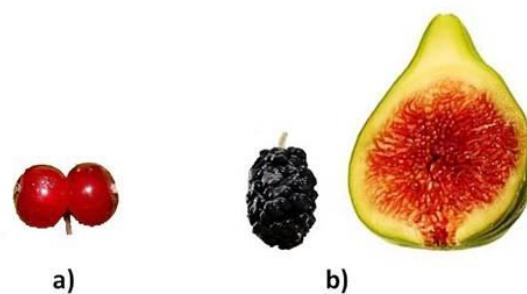
2. Zbirni plodovi nastaju od apokarpnog gineceuma pri čemu se obrazuje veći broj manjih plodova, na sočnoj ili sušnoj cvetnoj loži, koji prilikom sazrevanja zajedno otpadaju sa biljke. Ovi zbirni plodovi su karakteristični su za predstavnike familije Rosaceae (ruže). U zbirne plodove spadaju:

- **ZBIRNA ORAŠICA** - plod koji se sastoji od većeg broja monokarpnih orašica povezanih razraslom i sočnom cvetnom ložom. Zbirna orašica je tipičan plod roda *Rosa* (ruže) i *Fragaria* (jagoda), Sl. 63a. Kod ruže se veći broj monokarpnih orašica nalazi unutar peharasto udubljene, sočne cvetne lože, dok se kod jagode monokarpne orašice nalaze na ispuštenoj, sočnoj cvetnoj loži.
- **ZBIRNA KOŠTUNICA** - plod koji se sastoji od većeg broja monokarpnih koštunica sraslih perikarpom, koje se kod maline odvajaju od cvetne lože. Zbirna koštunica je tipičan plod roda *Rubus* (kupina, malina), Sl. 63b.



Slika 63. Monoantokarpni (prosti) plodovi – zbirni plodovi: a) zbirna orašica divlje ruže i jagode; b) zbirna koštunica kupine i maline

- ❖ **POLIANTOKARPNI (SLOŽENI) PLODOVI** su plodovi koji nastaju od više cvetova ili celih cvasti. Postoje:
1. **Srasli plodovi** formiraju se srastanjem perikarpa plodova nastalih iz dva ili više cvetova (Sl. 64a).
 2. **Plodovi cvasti** nastaju od cele cvasti. Zastupljeni kod predstavnika roda *Morus* sp. (dud) i *Ficus* sp. (smokva), Sl. 64b.

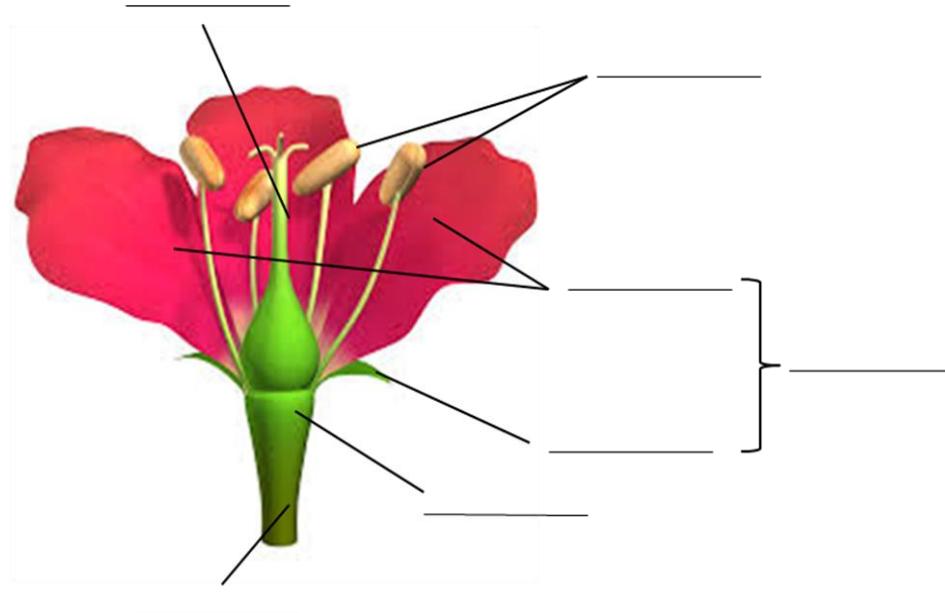


Slika 64. Poliantokarpni (složeni) plodovi: a) srasli plodovi orlovih noktiju; b) plodovi cvasti duda i smokve

ZADATAK:

1. Generativni organi biljaka su: _____, _____ i _____.

2. Obeležiti delove potpunog cveta!



3. Nacrtati i obeležiti delove heterohlamidnog cvetnog omotača i dati jednu biljnu vrstu kao primer!



4. Šta je perigon?

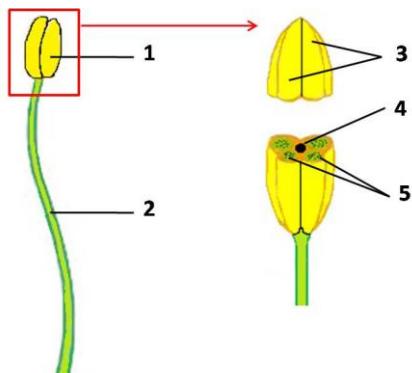
5. U zavisnosti da li su delovi cvetnog omotača srasli, razlikuju se:

_____ i _____ cvetni omotač.

6. Navesti simetriju prikazanih cvetova i objasniti pojedini tip simetrije!

	po simetriji	objašnjenje

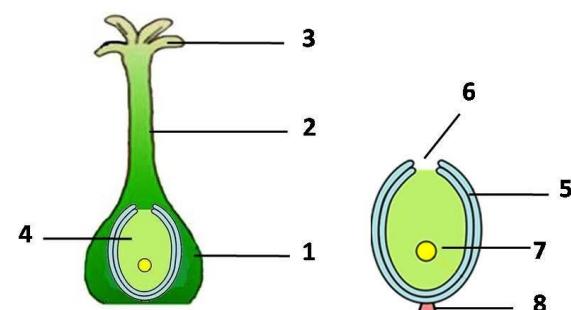
7. Na slici je prikazan _____ koji predstavlja _____ deo cveta. Obeležiti njegove delove!
 (po polnosti)



- 1 _____
 2 _____
 3 _____
 4 _____
 5 _____

8. Na slici je prikazan _____ koji predstavlja _____ deo cveta. Obeležiti njegove delove!
 (po polnosti)

- 1 _____
 2 _____
 3 _____
 4 _____
 5 _____



6 _____

7 _____

8 _____

9. Tučak nastaje srastanjem _____.

10. Povežite pojmove:

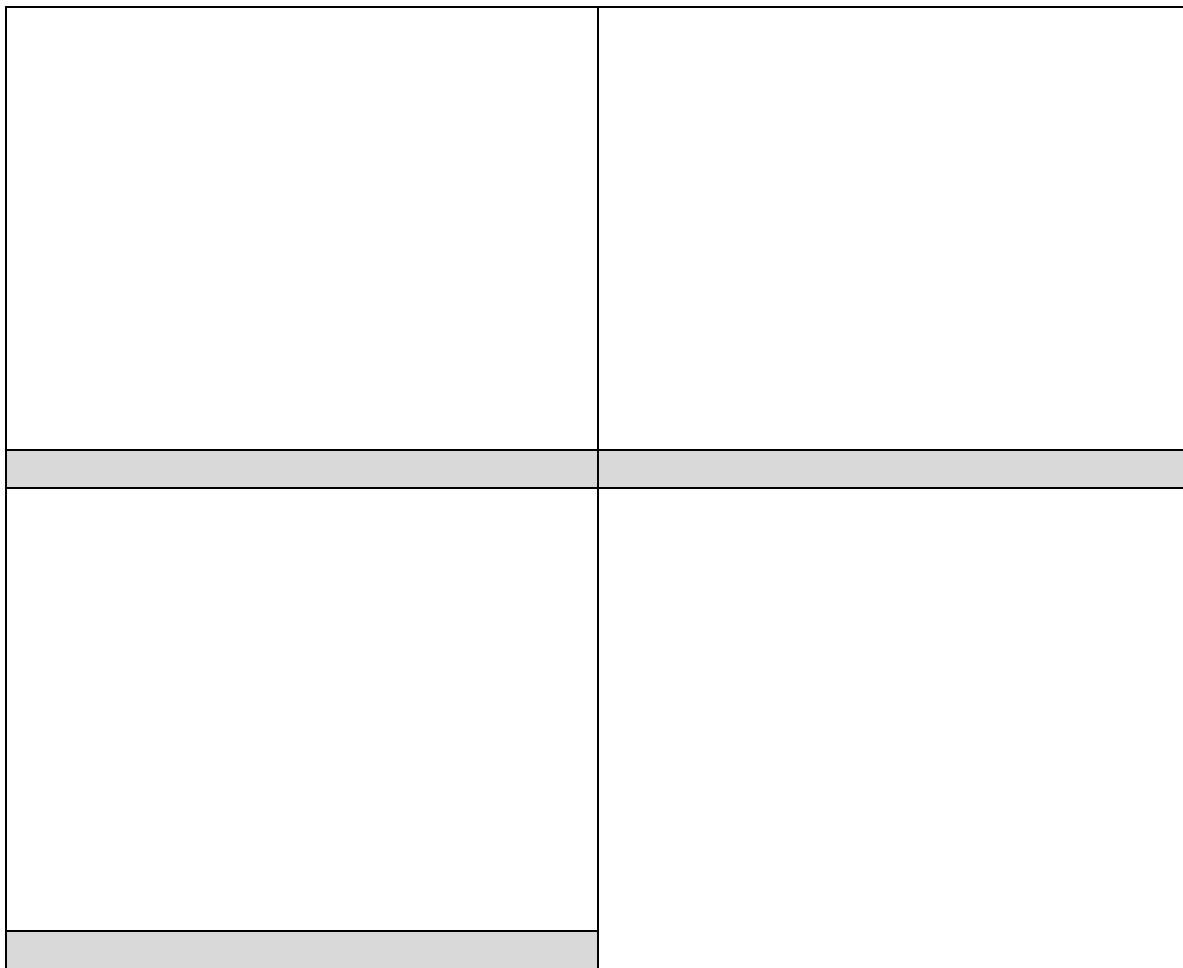
ahlamidan cvet
plodnik
muški cvet
apetalan cvet
karpele
krunica

oplodni listići koji srastanjem formiraju tučak
unutrašnji listići perijanta
cvet koji sadrži samo prašnike
cvet bez cvetnog omotača
cvetovi bez kruničnih listića
deo tučka u kom se nalazi semen i zametak

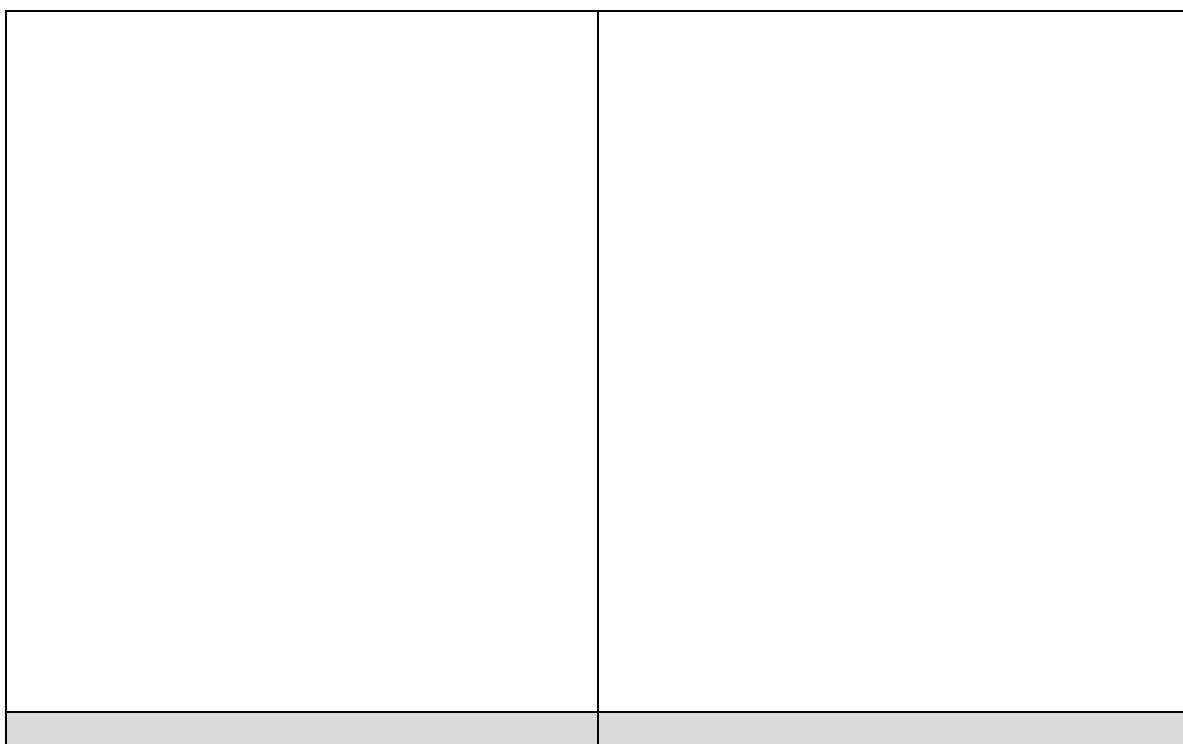
11. Cvasti delimo na:

_____ i _____.

12. Nacrtati šematski proste racemozne cvasti i ispod svake napisati kom tipu cvasti pripada!



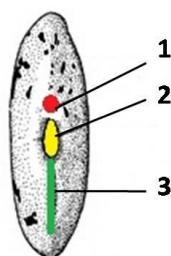
13. Nacrtati šematski složene racemozne cvasti i ispod svake napisati kom tipu cvasti pripada!



14. Nacrtati šematski cimozne cvasti i ispod svake napisati kom tipu cvasti pripada!

15. Delovi semena su: _____, _____ i _____.

16. Obeležiti delove semenjače!



1 _____

2 _____

3 _____

17. Plod je izgrađen iz _____ i _____.

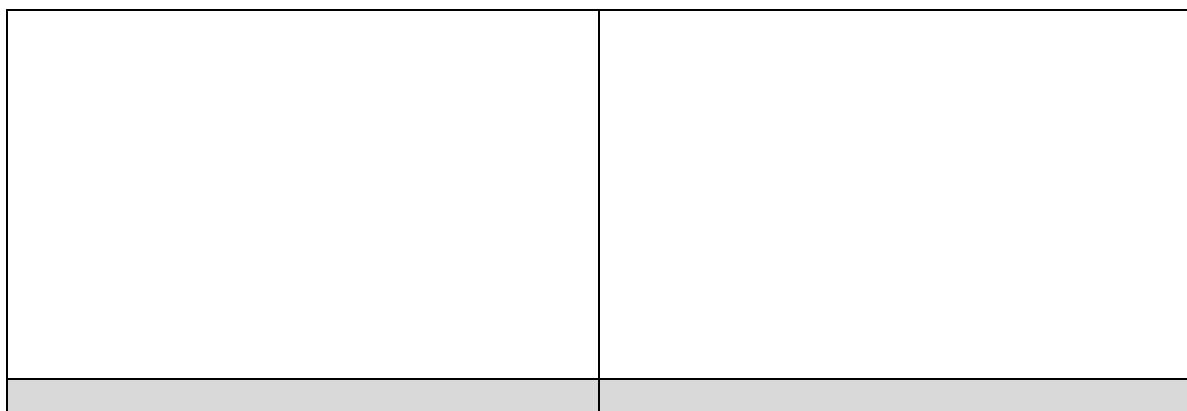
18. Plodov omotač naziva se još i _____, a diferenciran je na:
_____, _____ i _____.

19. Nacrtati i obeležiti delove plodovog omotača!



20. Plodove delimo na _____ i _____.

21. Nacrtati posebne pucajuće plodove i navesti tip ploda!



22. Nacrtati posebne nepucajuće plodove!

krilata orašica	orašica sa kupulom
ahenija	krupa

šizokarpijum	merikarpijum
bobica	koštunica

23. Zbirni plodovi su _____ i _____.

24. Ispod svake slike napisati kom tipu ploda pripada!



ILUSTROVANI PREGLED ODABRANIH PREDSTAVNIKA SKRIVENOSEMENICA

SISTEMATIKA BILJAKA je botanička disciplina, koja opisuje biljne vrste, klasificiše ih u određene sistematske kategorije na osnovu njihovih sličnosti i razlika kao i njihovog filogenetskog porekla. **Taksonomija** je deo sistematike koja se bavi principima, metodama i pravilima klasifikacije odnosno teoretskim i praktičnim definisanjem taksona (skup biljaka bilo koje kategorije) i njihovim svrstavanjem u određene taksonomske kategorije.

Regnum (Carstvo) Plantae (Biljke)
Divisio (Odeljak) Magnoliophyta (Skrivenosemenice)
Classis (Klasa) Magnoliopsida (Dikotile)
Ordo (Red) Solanales
Familia (Familija) Solanaceae
Genus (Rod) Solanum
Species (Vrsta) Solanum tuberosum L. (krompir)

Osnovna jedinica biološke raznovrsnosti je **vrsta (species)** - skup morfološki i ekološki sličnih individua sa nizom zajedničkih osobina, koje žive na određenom prostoru i nisu reproduktivno izolovane.

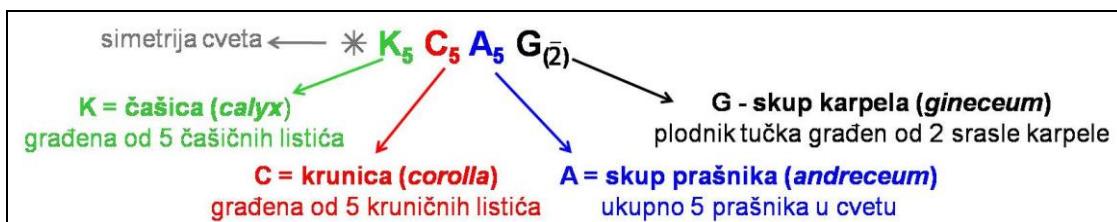
U naučnoj klasifikaciji, vrsti se daje dvojno latinsko ime (naziv biljne vrste je skup dve reči). Ovo je tzv. **binarna ili binominalna nomenklatura**. Prva reč je naziv **roda (genus)** kojem vrsta pripada i piše se velikim latiničnim slovom. Druga reč, u latinskom nazivu vrste, pobliže opisuje datu vrstu tj. ukazuje na specifičnost vrste, a piše se malim latiničnim slovom. Latinski naziv vrste piše se kosim slovima (*italic*). Iza latinskog naziva vrste piše se inicijal autora koji je prvi opisao tu vrstu. Ukoliko se biljna vrsta determiniše samo do roda, iza latinskog naziva roda piše se skraćenica „sp.“ koja potiče od reči *species*.

Prilikom determinacije (određivanja) biljne vrste, kao važan taksonomski karakter, najčešće se uzima građa cveta i lista.

Za jednostavno prikazivanje građe cveta biljne vrste ili familije, koristi se **CVETNA FORMULA** (Sl. 65). Cvetu formulu čine slova, brojevi i simboli.

Na početku svake cvetne formule stavlja se simetrija cveta: * = aktinomorfan cvet; % = zigomorfan cvet; + = bisimetričan cvet; ∂ = asimetričan cvet.

Latinična slova predstavljaju određeni deo cveta: **K** (calyx) = čašica, **C** (corolla) = krunica, **A** (andraeicum) = prašnici i **G** (gynoecium) = tučak. U indeksu svakog slova stavlja se broj koji predstavlja broj cvetnih delova, a kod tučka se dodaje i simbol za njegov položaj na cvetnoj loži (G = sredcvetan; Ĝ = podcvetan; Ĝ = nadcvetan).

Slika 65. Primer cvetne formule (familija *Apiaceae* - štitare)

Mala zagrada, u cvetnoj formuli, znači da su cvetni delovi u tom ciklusu cveta (npr. krunični listići) međusobno srasli, dok uglasta zagrada u cvetnoj formuli ukazuje na srastanje različitih ciklusa unutar cveta (npr. krunični listići i prašnici - Primer 1). Ukoliko određeni ciklus u cvetu izostane, u indeksu slova se stavlja nula „0“ (Primer 1), a ukoliko nekih delova cveta ima veliki broj, stavlja se simbol „∞“ (Primer 2). Kada su pojedini delovi cveta raspoređeni u dva ili više krugova, stavlja se simbol „+“ (Primer 3). Ukoliko je cvetni omotač prost (homohlamidan), obeležava se slovom „P“ (Primer 3). Jednopolni cvetovi se obeležavaju simbolima „♂“ za muški cvet i „♀“ za ženski cvet (Primer 4). Dvopolni (hermafroditni) cvetovi obeležavaju sa „⚥“.

Primer 1: cvetna formula kod nekih predstavnika familije Asteraceae (glavočike):

$$* K_0 [C_{(5)} A_{(5)}] G_{(2)}$$

Čašica je potpuno redukovana, a krunica je izgrađena od 5 međusobno sraslih kruničnih listića. Andreceum čini 5 sraslih prašnika. Krunični listići i prašnici su međusobno srasli. Gineceum je podcvetan, izgrađen od 2 srasle karpele.

Primer 2: cvetna formula familije Papaveraceae (makovi, bulke):

$$* K_2 C_4 A_{\infty} G_{(2-\infty)}$$

Cvetovi su aktinomorfni i dvopolni. Čašica je izgrađena od 2 čašična listića, a krunica od ukupno 4 krunična listića. Andreceum čini veći broj prašnika. Gineceum je nadcvetan, izgrađen od više sraslih karpela.

Primer 3: cvetna formula familije Liliaceae (ljiljani):

$$* P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$$

Cvetovi su aktinomorfni i dvopolni. Cvjetni omotač je prost (perigon), odnosno nije diferenciran na čašicu i krunicu, i izgrađen je od ukupno 6 listića raspoređenih u 2 kruga (po 3 listića u svakom krugu). Andreceum čini ukupno 6 prašnika raspoređenih u dva kruga (po 3 prašnika u svakom krugu). Gineceum je nadcvetan, izgrađen od 3 srasle karpele.

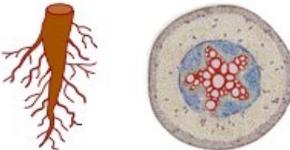
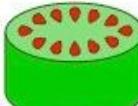
Primer 4: cvetna formula familije Salicaceae (vrbe, topole):

$$\text{♂ } P_0 A_{2-\infty} \quad \text{♀ } P_0 G_{(2-4)}$$

Cvetovi su jednopolni. Muški cvetovi ahlamidni tj. bez cvetnog omotača, sa 2 ili većim brojem prašnika. Ženski cvetovi su takođe ahlamidni. Gineceum je nadcvetan, izgrađen od dve do četiri karpele.

Uz ilustracije biljaka date su cvetne formule za tipične predstavnike.

KLASA MAGNOLIOPSIDA – DIKOTILE**- Opšte karakteristike klase Magnoliopsida -**

	Dikotile	Karakteristike
SEME		<ul style="list-style-type: none"> • klica sa dva kotiledona
KOREN		<ul style="list-style-type: none"> • korenov sistem je osovinski, poreklom od korenka klice • radijalni provodni snopić sa manjim brojem ksilemskih i floemskih ploča
STABLO		<ul style="list-style-type: none"> • stablo sa kolateralno otvorenim provodnim snopićima pravilno raspoređenim u krug • primarna kora i centralni cilindar jasno razgraničeni
LIST		<ul style="list-style-type: none"> • listovi prosti ili složeni • najčešće sa mrežastom nervaturom
CVET		<ul style="list-style-type: none"> • cvetni omotač je četvoročlan ili petočlan <div style="border: 2px solid green; padding: 5px; text-align: center;"> $K_5 C_5 A_{5+5} G_5 \text{ ili}$ $K_4 C_4 A_{4+4} G_4$ </div>
HABITUS		<ul style="list-style-type: none"> • zeljaste, poluzbunaste, žbunaste, drvenaste biljke

Familija Aristolochiaceae $\% * P_{(3)} A_{6-12} G_{(\overline{6-4})}$  <p>čaura</p>	Familija Nymphaeaceae $* K_{(4-5)} C_{\infty} A_{3-\infty} G_{(\infty)}$  <p>čaura, bobica</p>
<i>Aristolochia</i> sp. – vučja jabuka	<i>Nymphaea</i> sp. – lokvanj
Familija Ceratophyllaceae $* \♂ K_{9-12} C_0 A_{\infty}$ $* \♀ K_{9-12} C_0 G_1$  <p>orašica</p>	Familija Ranunculaceae $* \% K_{3-18(5)} C_{3-18(5)} A_{\infty} G_{\infty}$ ili $* \% P_{(3-18)} A_{\infty} G_{\infty}$  <p>mešak, orašica</p>
<i>Ceratophyllum</i> sp. - prezga	<i>Ranunculus</i> sp. - ljutić

Familija Ranunculaceae	Familija Ranunculaceae
	
<i>Delphinium</i> sp. - žavornjak	<i>Helleborus</i> sp. - kukurek
Familija Ranunculaceae	Familija Ranunculaceae
	
<i>Nigella</i> sp. – mačkov brk	<i>Adonis</i> sp. - gorocvet

Familija Ranunculaceae	Familija Papaveraceae * K ₂ C ₄ A _∞ G _(2-∞)
	
Clematis sp. - pavit	Papaver sp. – bulka, mak
Familija Papaveraceae	Familija Fumariaceae % K ₂ C ₄ A ₍₂₎₊₍₂₎ G ₍₂₎
	
Chelidonium sp. – rusa	Fumaria sp. - dimnjača

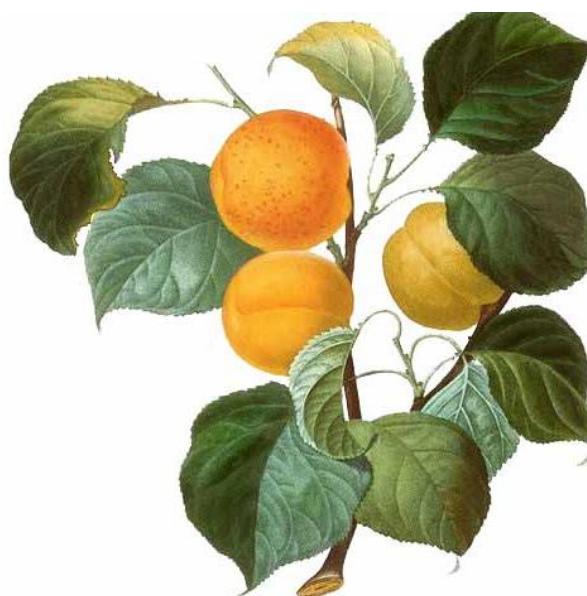
<p>Familija Fagaceae</p> <p>* ♂ P₄₋₈ A₆₋₈ * ♀ P₆ G₍₃₎</p> <p>orašica</p>  <p><i>Fagus sp.</i> - bukva</p>	<p>Familija Fagaceae</p>  <p><i>Quercus sp.</i> - hrast</p>
<p>Familija Fagaceae</p>  <p><i>Castanea sp.</i> - kesten</p>	<p>Familija Cannabaceae</p> <p>* ♂ P₅ A₅ ♀ P₀ G₍₂₎</p> <p>orašica</p>  <p><i>Cannabis sp.</i> - konoplja</p>

Familija Cannabaceae	Familija Urticaceae * ♂ P ₄ A ₄ * ♀ P ₄ G ₍₂₎
	
<i>Humulus</i> sp. - hmelj	<i>Urtica</i> sp. - kopriva
Familija Geraniaceae * K ₅ C ₅ A ₅₋₁₅ G ₍₅₎	Familija Geraniaceae
	
<i>Geranium</i> sp. - zdravac	<i>Erodium</i> sp. – rodin kljun

Familija Vitaceae $* K_{5-4} C_{5-4} A_{5-4} G_{(2)}$	bobica	Familija Euphorbiaceae $* \text{♂ } P_0 A_{1-\infty}$ $* \text{♀ } P_0 G_{(3)}$	čaura
	<i>Vitis sp.</i> – vinova loza		<i>Euphorbia sp.</i> - mlečika
Familija Euphorbiaceae		Familija Violaceae $\% K_5 C_5 A_5 G_{(3-2)}$	čaura
	<i>Ricinus sp.</i> - ricinus		<i>Viola sp.</i> - ljubičica

Familija Rosaceae * K ₅ C ₅ A _∞ G _{1,5,(5),∞} podfamilija Spiraeoideae * K ₅ C ₅ A _∞ G ₅	Familija Rosaceae podfamilija Rosoideae * K ₅ C ₅ A _∞ G _∞
 <i>Spirea</i> sp. – đački poljubac	 <i>Rosa</i> sp. - ruža
Familija Rosaceae podfamilija Rosoideae	Familija Rosaceae podfamilija Rosoideae
 <i>Fragaria</i> sp. - jagoda	 <i>Rubus</i> sp. – malina, kupina

Familija Rosaceae podfamilija Maloideae * $K_5 C_5 A_\infty G_{(5)}$ sinkarpna koštunica (pomum)	Familija Rosaceae podfamilija Maloideae
 <i>Malus</i> sp. - jabuka	 <i>Pirus</i> sp. - kruška
Familija Rosaceae podfamilija Maloideae	Familija Rosaceae podfamilija Prunoideae * $K_5 C_5 A_\infty G_1$ koštunica
 <i>Cydonia</i> sp. - dunja	 <i>Prunus</i> sp. - šljiva

Familija Rosaceae podfamilija Prunoideae	Familija Rosaceae podfamilija Prunoideae
	
Cerasus sp. – višnja, trešnja	Armeniaca sp. - kajsija
Familija Fabaceae % K ₍₅₎ C ₅ A ₍₉₎₊₁ G ₁ mahuna	Familija Fabaceae
	
Pisum sp. - grašak	Phaseolus sp. - pasulj

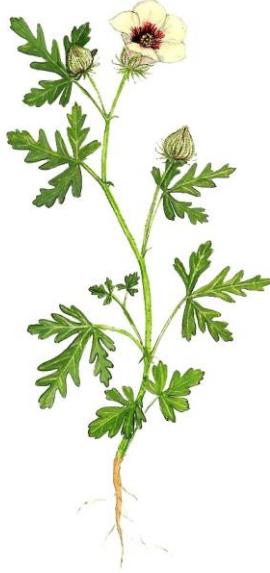
Familija Fabaceae	Familija Fabaceae
 <i>Glycine</i> sp. - soja	 <i>Trifolium</i> sp. - detelina
Familija Fabaceae	Familija Fabaceae
 <i>Medicago</i> sp. - lucerka	 <i>Vicia</i> sp. - grahorica

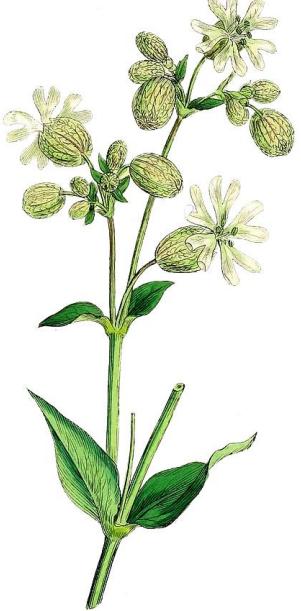
Familija Fabaceae	Familija Fabaceae
	
<i>Lathyrus</i> sp. - sočivo	<i>Melilotus</i> sp. - ždraljika
Familija Fabaceae	Familija Apiaceae * K ₅ C ₅ A ₅ G ₍₂₎ šizokarpijum
	
<i>Robinia</i> sp. - bagrem	<i>Daucus</i> sp. - šargarepa

Familija Apiaceae	Familija Apiaceae
 A detailed botanical illustration of a parsley plant. It features a central stem with a thick, yellowish root at the base. The leaves are compound with multiple leaflets, and the flower stalks bear small, green, star-shaped flowers in compound umbel inflorescences.	 A detailed botanical illustration of a water hemlock plant. It has a slender stem with compound leaves and clusters of small, green, star-shaped flowers in compound umbel inflorescences.
<i>Petroselinum</i> sp. - peršun	<i>Conium</i> sp. - kukuta
Familija Brassicaceae * K ₄ C ₄ A ₄₊₂ G ₍₂₎ Ijuska, Ijuščica	Familija Brassicaceae
 A detailed botanical illustration of a cabbage plant. It shows a large, green, crinkled head of leaves and a tall, thin stem with small, yellow flowers in terminal raceme inflorescences.	 A detailed botanical illustration of a hoću-neću plant. It has a small, branched stem with small, blue flowers in corymbose inflorescences and deeply lobed, green leaves at the base.
<i>Brassica</i> sp. - kuples	<i>Capsella</i> sp. – hoću-neću

Familija Brassicaceae	Familija Brassicaceae
 <i>Sinapis</i> sp. - gorušica	 <i>Lepidium</i> sp. - renika
Familija Brassicaceae	Familija Salicaceae ♂ $P_0 A_{2-\infty}$ ♀ $P_0 G_{(2-4)}$
 <i>Raphanus</i> sp. - rotkva	 <i>Salix</i> sp. - vrba

Familija Salicaceae	Familija Cucurbitaceae * ♂ [K ₅ C ₍₅₎] A ₄₊₂ * ♀ [K ₅ C ₍₅₎] G ₍₃₋₅₎
 <i>Populus</i> sp. - topola	 <i>Cucurbita</i> sp. - tikva
Familija Cucurbitaceae	Familija Cucurbitaceae
 <i>Cucumis</i> sp. - krastavac	 <i>Citrulus</i> sp. - lubenica

Familija Malvaceae $* K_{(5)} C_{(5)} A_{(\infty)} G_{(\infty)}$ čaura, merikarpijum, šizokarpijum	Familija Malvaceae
 <p><i>Malva</i> sp. – crni slez</p>	 <p><i>Althea</i> sp. – slez</p>
Familija Malvaceae	Familija Caryophyllaceae $* K_5 C_5 A_{5+5} G_{(5-2)}$ čaura
 <p><i>Hibiscus</i> sp. - kenafa</p>	 <p><i>Dianthus</i> sp. - karanfil</p>

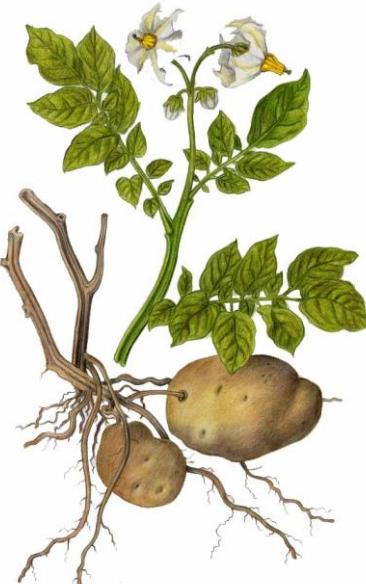
Familija Caryophyllaceae	Familija Caryophyllaceae
	
Stellaria sp. - mišjakinja	Agrostema sp. - kukolj
Familija Caryophyllaceae	Familija Chenopodiaceae * P ₃₋₅ A ₂₋₅ G ₍₂₋₅₎
	
Silene sp. - pucavac	Chenopodium sp. - pepeljuga

Familija Chenopodiaceae * P ₂₋₅ A ₂₋₅ G ₍₂₋₃₎	Familija Amaranthaceae čaura, orašica
 <i>Beta</i> sp. - repa	 <i>Amaranthus</i> sp. - štir
Familija Polygonaceae * P ₃₋₆ A ₆₋₉ G ₍₂₋₄₎	Familija Polygonaceae orašica
 <i>Polygonum convolvulus</i> - vijušac	 <i>Polygonum aviculare</i> - troskot

Familija Polygonaceae	Familija Rubiaceae * K ₄₋₅ [C ₍₄₋₅₎ A ₄₋₅] G ₍₂₎ čaura, šizokarpijum, bobica
 <i>Rumex</i> sp. - kiseljak	 <i>Galium</i> sp. – broć, prilepača
Familija Oleaceae * K ₍₄₎ [C ₍₄₎ A ₂] G ₍₂₎ koštunica, čaura, orašica	Familija Oleaceae
 <i>Olea</i> sp. - maslina	 <i>Syringa</i> sp. - jorgovan

Familija Oleaceae * K ₅ C ₍₅₎ A ₅ G ₍₂₋₅₎	Familija Convolvulaceae čaura
	
Fraxinus sp. - jasen	Convolvulus sp. - poponac
Familija Cuscutaceae * K ₅ [C ₅ A ₅] G ₍₂₎	Familija Boraginaceae čaura
	
Cuscuta sp. – vilina kosica	Anchusa sp. – poljski volujak

Familija Boraginaceae	Familija Boraginaceae
	
<i>Echium</i> sp. - ježinac	<i>Symphytum</i> sp. - gavez
Familija Solanaceae * K ₅ [C ₍₅₎ A ₅] G ₍₂₎ bobica, čaura	Familija Solanaceae
	
<i>Solanum lycopersicum</i> - paradajz	<i>Solanum nigrum</i> – obična pomoćnica

Familija Solanaceae	Familija Solanaceae
 <i>Solanum tuberosum</i> - krompir	 <i>Capsicum sp.</i> - paprika
Familija Solanaceae	Familija Solanaceae
 <i>Datura sp.</i> - tatula	 <i>Nicotiana sp.</i> - duvan

Familija Scrophulariaceae * % K ₍₅₋₄₎ C ₍₅₋₄₎ A ₅₋₂ G ₍₂₎ čaura, bobica	Familija Scrophulariaceae
	
<i>Linaria</i> sp. – divlja zevalica	<i>Verbascum</i> sp. - divizma
Familija Scrophulariaceae	Familija Orobanchaceae % K ₅ C ₍₅₎ A ₄ G ₍₂₎ čaura
	
<i>Veronica</i> sp. – čestoslavica	<i>Orobanche</i> sp. - vodnjača

Familija Plantaginaceae * K ₍₄₎ C ₍₄₎ A ₄ G ₍₂₎	čaura	Familija Lamiaceae % K ₍₅₎ C ₍₅₎ A ₂₊₂ G ₍₂₎	merikarpijum
	<i>Plantago</i> sp. - bokvica		<i>Lamium</i> sp. – mrtva kopriva
Familija Lamiaceae		Familija Lamiaceae	
			
<i>Mentha</i> sp. - nana		<i>Salvia</i> sp. - žalfija	

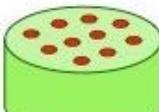
Familija Lamiaceae	Familija Lamiaceae
 <i>Stachys</i> sp. - čistac	 <i>Thymus</i> sp. – majčina dušica
Familija Asteraceae % * K ₅₋₀ C ₍₅₎ A ₍₅₎ G ₍₂₎ podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)	Familija Asteraceae podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)
 <i>Helianthus</i> sp. - suncokret	 <i>Matricaria</i> sp. - kamilica

Familija Asteraceae	Familija Asteraceae
podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)	podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)
	
<i>Bellis</i> sp. – bela rada	<i>Carduus</i> sp. - stričak
Familija Asteraceae	Familija Asteraceae
podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)	podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)
	
<i>Centaurea</i> sp. - različak	<i>Cirsium</i> sp. - palamida

Familija Asteraceae podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)	Familija Asteraceae podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)
	
Erigeron sp. - hudoletnica	Artemisia sp. - pelen
Familija Asteraceae podfamilija Asteroideae (Tubuliflorae)	Familija Asteraceae podfamilija Cichoroideae (Liguliflorae)
	
Ambrosia sp. - ambrozija	Cichorium sp. - vodopija

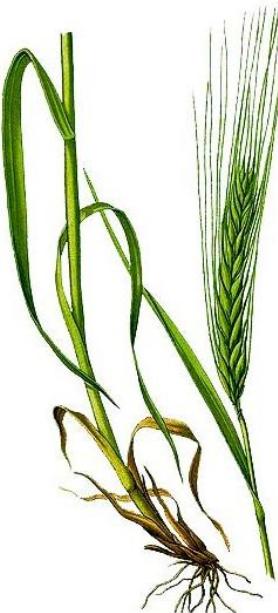
Familija Asteraceae	Familija Asteraceae
podfamilija Cichoroideae (Liguliflorae)	podfamilija Cichoroideae (Liguliflorae)
	
<i>Lactuca</i> sp. - salata	<i>Sonchus</i> sp. - gorčika
Familija Asteraceae	
podfamilija Cichoroideae (Liguliflorae)	
	
<i>Taraxacum</i> sp. - maslačak	

KLASA LILIOPSIDA – MONOKOTILE**- Opšte karakteristike klase Liliopsida -**

	Monokotile	Karakteristike
SEME		<ul style="list-style-type: none"> • klica sa jednim kotiledonom
KOREN		<ul style="list-style-type: none"> • korenov sistem je žiličast adventivnog porekla • radijalni provodni snopić sa većim brojem ksilemskih i floemskeih ploča (poliarhan)
STABLO		<ul style="list-style-type: none"> • stablo sa kolateralno zatvorenim provodnim snopićima „razbacanim“ na poprečnom preseku • primarna kora i centralni cilindar nisu jasno razgraničeni
LIST		<ul style="list-style-type: none"> • listovi prosti • najčešće sa paralelnom nervaturom
CVET		<ul style="list-style-type: none"> • cvetni omotač je tročlan, prost (perigon) <div style="border: 2px solid green; padding: 5px; text-align: center;">$P_{3+3} A_{3+3} G_3$</div>
HABITUS		<ul style="list-style-type: none"> • zeljaste biljke

Familija Liliaceae $* P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$ čaura, bobica	Familija Liliaceae  <p><i>Allium</i> sp. - luk</p>
Familija Liliaceae	Familija Amaryllidaceae $* P_{3+3} A_6 G_{(3)}$ bobica
 <p><i>Convallaria</i> sp. - đurđevak</p>	 <p><i>Galanthus</i> sp. - visibaba</p>

Familija Amaryllidaceae $\ast \ % \ P_{3+3} \ A_3 \ G_{(3)}$	Familija Iridaceae $\ast \ % \ P_{3+3} \ A_3 \ G_{(\bar{3})}$ čaura
 <i>Narcissus</i> sp. - narcis	 <i>Iris</i> sp. - perunika
Familija Poaceae $\% \ P_3 \ A_3 \ G_{(2)}$ krupa	Familija Poaceae
 <i>Poa</i> sp. - livadarka	 <i>Zea</i> sp. - kukuruz $\% \ \♂ \ P_3 \ A_3$ $\% \ \♀ \ P_3 \ G_{(2)}$

Familija Poaceae	Familija Poaceae
	
<i>Triticum</i> sp. - pšenica	<i>Secale</i> sp. - raž
Familija Poaceae	Familija Poaceae
	
<i>Hordeum vulgare</i> - ječam	<i>Hordeum murinum</i> – divlji ječam, popino prase

Familija Poaceae	Familija Poaceae
 <i>Avena</i> sp. - ovas	 <i>Sorghum</i> sp. - sirak
Familija Poaceae	Familija Poaceae
 <i>Agropyrum</i> sp. - pirevina	 <i>Cynodon</i> sp. - zubača

Familija Poaceae	Familija Poaceae
	
<i>Panicum</i> sp. - proso	<i>Bromus</i> sp. - klasača
Familija Poaceae	Familija Poaceae
	
<i>Setaria</i> sp. - muhar	<i>Dactylis</i> sp. - ježevica

Familija Poaceae



Lolium sp. - lipanj

Herbarizovanje biljnog materijala

Herbar ili herbarijum je zbirka ispresovanih, na papir zaledljenih ili u tegle smeštenih biljaka sa podacima o nazivu biljke, vremenu nalaza, staništu i lokalitetu.

Biljke za herbar treba brati od ranog proleća do kasne jeseni. Sakupljanje treba izbegavati na zaštićenim područjima, zelenim javnim gradskim površinama i parkovima. Retke, zaštićene i ugrožene biljne vrste ne treba brati.

Za teren je potrebno obezbediti: plastične kese odgovarajuće veličine, ašov, nož, vinogradarske makaze, svesku, veći broj listova hartije i grafitnu olovku. Na teren je korisno poneti i ključ za determinaciju biljaka i fotoaparat.

Biljke za herbar treba brati što kompletnije (sa korenom, podzemnim izdancima, cvetovima i plodovima). Preporučljivo je sakupljati „reprezentativne uzorke“ tj. zdrave, neoštećene primerke. Izvađene iz podloge, potrebno ih je očistiti od ostataka suvog lišća, zemlje i prašine. Sa drvenastih biljaka treba uzeti samo deo izdanka (do veličine hartije A₄ formata). Osim grančice sa listovima, treba sakupiti i grančicu sa pupoljcima, cvetovima i plodovima. Na listu hartije napisati osnovne podatke o biljci (fenofaza, boja cveta, itd.), staništu (vlažno, šuma, bašta, reka, pored puta, pruge, itd.), lokalitet i datum. Zatim, provući biljku kroz hartiju ili je sa njom omotati, odložiti u plastične kese i zavezati.

Biljke u kesi mogu sačuvati svežinu do par sati, a u frižideru maksimalno 1-2 dana pa ih je, po povratku sa terena, najbolje odmah pripremiti za presovanje. Biljke se stavljuju između više listova hartije za presovanje (upijajuće hartije, novinske hartije). Kada je biljka veća od hartije, potrebno ju je saviti tako da se delovi biljke međusobno ne prekrivaju. Listovi se presuju tako da se barem jedan list okrene na naličje kako bi se videlo i lice i naličje lista. Cvetove presovati, ukoliko je moguće, da se vide svi delovi (otvorene). Ukoliko biljka ima manju lukovicu, rizom ili krtolu, mogu se presovati cele, kod krupnijih treba napraviti tanak presek. Plodove je najbolje čuvati dok nisu potpuno zreli, premazati ih lakom za nokte ili kosu. Krupnije sušne plodove čuvati u staklenim teglama, a sočne u alkoholu.

Biljke spremne za presovanje staviti u ramove za presovanje (prese) i pritisnuti teškim predmetom. Ramovi za presovanje su najčešće dimenzija 40x50 cm, od drvenih letvica, jakog kartona ili žice i imaju kaiševe za zatezanje. Ovako pripremljenim biljkama potrebno je redovno menjati hartiju tj. „presvlačiti“ (jedanput dnevno). Potrebno je oko 10 dana da se biljke osuše, a učestalost „presvlačenja“ zavisi od stanja biljaka.

Osušene biljke zlepiti samolepljivom trakom na papir za herbarizovanje (najčešće A₄ formata). Biljku na papir lepiti preko stabla, a nikako cveta ili listova. Posebno sušene delove lepiti pored biljke. U donjem desnom uglu zabeležiti: latinski naziv vrste, familije, narodni naziv, stanište, lokalitet i datum sakupljanja, ime nalazača i ime osobe koja je determinisala biljku. Herbarizovan materijal se odlaže u herbarske korice ili kutije. Herbar treba čuvati u odgovarajućim uslovima (vlažnost, temperatura, osvetljenosti, itd.).

Sakupljanje vodenih biljaka zahteva posebnu opremu: čamac, grabulje, višekraku metalnu udicu sa dužim kanapom („mačak“) i plastičnu kantu. Vodene biljke je preporučljivo čuvati u teglama sa rastvorom alkohola. Ako se ipak presuju, potrebno ih je u početku „presvlačiti“ svakih 12 sati.

INDEKS POJMOVA

a aerenhim 11, 16
 ahenija 55, 56, 57
 ahlamidan cvet 50
 aktinomorfan cvet 49, 69
 amfistomatičan list 46
 andreceum 49, 69, 70
 antera 49
 apetalan cvet 50
 apikalni meristem 11, 12
 apokarpan gineceum 50
 asepalan cvet 50
 asimetričan cvet 49, 69
 atrihoblaste 17, 18

b bikolateralni provodni snopić 28, 29
 biljna ćelija 4, 5
 binarna nomenklatura 69
 binominalna nomenklatura 69
 bisimetričan cvet 49, 69
 bobica 55, 57, 58
 bočni meristem 11, 13, 14
 brahisklereidi 22, 23
 brakteja 48
 brakteola 48
 bulbus 30, 31

C cimozne cvasti 51, 53
 cistolit 10
 citologija 4
 citoplazma 4
 cvast 51, 52, 53
 cvet 47
 cvetna drška 47, 48
 cvetna formula 69, 70
 cvetna loža 47, 48
 cvetni omotač 47, 48

Č čašica 48
 čašicolik perigon 48
 čašični listići 47, 48
 čaura 55, 56

Ć ćelija 4
 ćelije pratilice 24
 ćelije propusnice 36, 37
 ćelije sabiračice 15, 45
 ćelije zatvaračice 19
 ćelijski zid 4, 9, 10

d deplazmoliza 8
 dermatogen 13
 dihazijum 53
 dikotile 71
 drvna vlakna 24
 dvojan cvetni omotač 48
 dvopolan cvet 50, 51

e egzodermis 35, 36
 egzokarp 54
 emergenca 30, 31
 endodermis 35, 36, 37
 endokarp 54
 endosperm 54
 epiblast 33
 epidermis 11, 18
 epikotil 32

f fascikularni kambijum 28, 39
 feloderm 20, 41
 felogen 11, 13, 20
 felogen lenticelle 20
 filament 49
 floem 11, 24
 floemocentričan provodni snopić 25, 26

g generativni organi 47
 gineceum 50, 69, 70
 glavica 51, 52
 god 41, 42
 goli cvet 50
 gronja 51, 52
 grozd 51, 52

h hadrocentričan provodni snopić 26
 hadrom 24
 herbarijum 106
 hermafroditan cvet 50, 51
 heterohlamidan cvetni omotač 48
 hipokotil 32
 hipostomatičan list 44
 histologija 11
 hlorenhim 11, 15
 hloroplasti 5
 homohlamidan cvetni omotač 48
 horipetalna krunica 48
 hranljivo tkivo 33, 53, 54
 hromoplasti 7

- i** integument **49**, **50**
 interfascikularni kambijum **39**, **40**
 interkalarni meristem **11**, **14**
- j** jamice **4**, **9**, **10**
 jednopolan cvet **50**, **51**
 jedro **4**, **5**, **6**
 jesenje drvo **41**, **42**
- k** kaliptra **12**, **13**
 kaliptrogen **13**
 kalus **14**
 kambijalni prsten **37**, **39**, **40**
 kambijum **11**, **13**, **14**
 karpele **50**
 Kasparijeva zadebljanja **35**
 klas **51**, **52**
 klica **32**, **33**
 klicin korenčić **32**, **33**
 klicin listić **32**, **33**
 klicin pupoljčić **32**, **33**
 klicino stabaće **32**, **33**
 klip **52**
 kolataralan provodni snopić **25**, **27**, **28**
 kolenhim **11**, **21**, **22**
 koleoptil **33**
 koleoriza **33**
 koncentričan provodni snopić **25**, **26**
 konektiv **49**
 koren **34**, **35**, **36**, **37**, **38**
 korenova kapa **12**, **13**
 korenske dlake **17**, **18**, **35**, **36**, **37**
 korini zraci **41**, **42**
 korpus **12**
 koštunica **55**, **57**, **58**
 kotiledon **32**, **33**
 kožna tkiva **11**, **18**, **19**, **20**
 krunicica **48**
 krunicolik perigon **48**
 krunični listići **47**, **48**
 krupa **55**, **56**, **57**
 ksilem **11**, **24**
 ksilemocentričan provodni snopić **26**
 kutikula **19**, **44**, **45**, **46**
- l** lateralni meristem **11**, **13**, **14**
 lenticela **19**, **20**
 leptocentričan provodni snopić **25**, **26**
 leptom **24**
 leukoplasti **6**
 libriform **24**, **41**, **42**
 likina vlakna **22**, **23**, **24**, **27**, **41**
 lisne primordije **12**
 list **34**, **44**, **45**, **46**
- l** litocista **10**
- lj** ljuška **55**, **56**
 ljuščica **55**, **56**
- m** mahuna **55**, **56**
 makroskleridi **23**
 mehanička tkiva **11**, **21**
 mehuraste ćelije **19**, **46**
 merikarpium **55**, **56**, **57**
 meristemi **11**, **12**, **13**, **14**
 meristemska tkiva **11**, **12**, **13**, **14**
 mešak **55**, **56**
 metamorfoziran koren **37**, **38**
 metlica **52**, **53**
 mezodermis **35**, **36**, **37**
 mezofil **15**, **44**, **45**, **46**
 mezokarp **54**
 mezokotil **33**
 mikropila **54**
 mikroskop **1**, **2**
 mikroskopski preparati **2**, **3**
 monoantokarpni plodovi **55**
 monohazijum **53**
 monokarpan gineceum **50**
 monokarpna koštunica **55**, **57**, **58**
 monokarpha orašica **56**, **57**
 monokotile **99**
 monopodalne cvasti **51**
 monosimetričan cvet **49**
 motorne ćelije **19**, **46**
 mrtva kora **11**, **19**, **20**, **21**
 muški cvet **50**, **51**
- n** nadcvetan gineceum **69**, **70**
 nepotpun cvet **50**
 nepucajući plodovi **56**, **57**, **58**
 nucelus **49**, **50**
- o** oplodni listići **50**
 orašica **55**, **56**, **57**
 organografija **32**
 osnovna tkiva **11**, **14**
 osovinski korenov sistem **34**, **71**
 otvoreni provodni snopići **25**, **28**, **71**
- p** palisadni parenhim **15**, **45**
 papus **56**, **57**
 parenhim za apsorpciju **11**, **17**, **18**
 parenhim za fotosintezu **11**, **15**, **44**, **45**, **46**
 parenhim za provođenje **11**, **17**
 parenhim za rezervisanje **11**, **15**, **16**
 parenhimska tkiva **11**, **14**, **15**

periblem **13**
 pericikl **35, 36**, 37, 39, 40
 peridermis **11, 19**, 20
 perigon **48**, 99
 perijant **48**
 perikarp **54**
 perisperm **54**
 plastidi **5, 6, 7**
 plazmalema **4, 7, 8**
 plazmodezme **4, 9**
 plazmoliza **7, 8**
 plazmolizirana ćelija **8**
 plejohazijum **53**
 plerom **13**
 pločasti kolenhim **21**
 plod **54**, 55
 plodnik **49**, 50
 plodov omotač **54**
 plodovi cvasti **55, 58**, 59
 plut **20**
 plutin kambijum **13**, 19, 20
 podcvetan gineceum **69, 70**
 pokorična tkiva **11, 18**, 19, 20
 polenova kesica **49**
 polenova zrna **49**
 poliantokarpni plodovi **55, 58**, 59
 polihazijum **53**
 polikarpian gineceum **50**
 polisimetričan cvet **49**
 poluanteria **49**
 pomoćne ćelije **19**
 posebni plodovi **55, 56**, 57, 58
 potpun cvet **47**
 prašnica **49**
 prašnički konac **49**
 prašnik **49**
 primarni zid **4, 9, 10**
 priperak **48**
 prolećno drvo **41, 42**
 prost cvetni omotač **48**
 prost štit **51**, 52
 proste racemozne cvasti **51**, 52
 prosti plodovi **55**
 prosti provodni snopići **25**
 protoplazma **4**
 provodna tkiva **11, 24**
 provodni parenhim **11, 17**
 provodni snopići **25**
 pucajući plodovi **55, 56**
 pupak **54**
 pupčana vrpca **49**

R racemozne cvasti **51, 52**, 53
 radijalan cvet **49**
 radijalni provodni snopći **29**, 35, 36

rastresiti kolenhim **21**
 repast koren **37, 38**
 reproduktivni organi **47**
 resa **52**
 rizodermis **17, 18**, 34, 35, 36, 37
 sedeći cvet **48**
S sekretorna tkiva **11, 30**
 sekundarna kora **41**
 sekundarni floem **41**
 sekundarni ksilem **41**
 sekundarni zid **4, 9, 10**
 sekundarno drvo **41**
 seme **53, 54**
 semenii šav **54**
 semenii zametak **49, 50**
 semenjača **54**
 simetrija cveta **49**
 simpetalna krunica **48**
 simpodijalne cvasti **53**
 sinkarpan gineceum **50**
 sinkarpna košunica **55, 57**, 58
 sinkarpna orašica **56, 57**
 sistematika biljaka **69**
 sitaste cevi **24**
 sklereidi **22**
 sklerenhim **11, 22**
 sklerenhimska vlakna **22, 23**, 24
 skrobna sara **39, 40**
 skrobna zrna **16**
 složen grozd **52, 53**
 složen klas **52, 53**
 složen štit **52, 53**
 složena gronja **52, 53**
 složene racemozne cvasti **52, 53**
 složeni plodovi **55, 58**
 složeni provodni snopći **25**
 smolni kanal **31**
 sočni plodovi **55, 57**, 58
 spoljašnji floem **28, 29**
 srasli plodovi **58, 59**
 sredcvetan gineceum **69, 70**
 srednja lamela **4, 9, 10**
 stablo **34, 39**
 stome **18, 19**, 44, 45, 46
 stomin otvor **19**
 stomina duplja **19**
 stomine ćelije **19**
 stubić **49**
 sunđerasti parenhim **15, 45**
 sušni plodovi **55, 56**, 57

Š šizokarpijum **55, 56**, 57
Š štit **51, 52**
 štitic **33**

t taksonomija **69**
t taksonomske kategorije **69**
tin **55**

tipičan cvet **47**
 tkiva za lučenje **11, 30**
tkivo **11**
 tkivo za popunjavanje **19, 20**
 tonoplast **4, 7, 8**
 traheidi **24**
 traheje **24**
 trajna tkiva **11, 14**
 traumatični meristem **11, 14**
 trihoblaste **17, 18**
 tučak **49, 50**
 tunika **12**
 turgescentna ćelija **8**
 turgor **8**
 tvorna tkiva **11, 12, 13, 14**

U uglasti kolenhim **21, 22**
 umetnuti meristem **11, 14**
 unutrašnji floem **28, 29**

V vakuola **4, 7, 8**
 vegetaciona kupa izdanka **11, 12**
 vegetaciona kupa korena **11, 12, 13**

vegetativni organi **32, 34**
vrsta **69**
 vršni meristem **11, 12, 13**

Z začeci bočnih vegetacionih kupa **12**
 zatvoreni provodni snopići **25, 27**
zbirna koštunica **55, 58**
 zbirna orašica **55, 58**
 zbirni plodovi **55, 58**
 zigomorfani cvet **49**
 zona apsorpcije **34**
 zona deobe **34**
 zona izduživanja **34**
 zona provođenja **34**
 zona usvajanja **34**
 zona zaštite **34**

Ž žarne dlake **30, 31**
ženski cvet **50, 51**
žig **49, 50**
 žiličast korenov sistem **34, 99**
 žlezdana tkiva **11, 30**
 žlezdane dlake **30, 31**
 žlezdani epitel **31**

LITERATURA

- Anđelić M. i Merkulov Lj. (1982): Praktikum iz anatomije i morfologije biljaka, II izdanje, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Blaženčić J. (1979): Praktikum iz anatomije biljaka sa osnovama mikroskopske tehnike. Univerzitet u Beogradu. Naučna knjiga, Beograd.
- Igić R. i Vukov D. (2000): Praktikum iz sistematike viših biljaka. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Jančić R. (2004): Botanika farmaceutika. II dopunjeno izdanje, Službeni list SCG, Beograd.
- Janković M. (1973): Enciklopedijski leksikon Mozaik znanja – Biologija, Tom 19, Interpress, Beograd.
- Janjatović V. (1994): Botanika, II izdanje, Naučna knjiga, Beograd.
- Knežević A., Stojanović S., Lazić D. (2007): Botanika – udžbenik za praktičnu nastavu. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Kojić M., Pekić S., Dajić Z. (2001): Botanika. Romanov, Banja Luka.
- Luković J. i Zorić L. (2013): Morfologija biljaka – praktikum. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Mauseth J. D. (2003): Botany: an introduction to plant biology. 3rd Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, Massachusetts.
- Nikolić Lj., Jurišić A, Petrović A. (2013): Praktikum iz biologije. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Petković B., Marin P., Boža P. (1993): Praktikum iz sistematike viših biljaka. Nauka. Beograd.
- Randelović V., Jušković M., Zlatković B. (2006): Praktikum iz botanike 1 - Anatomija i morfologija biljaka. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu.
- Stojanović S., Crnčević S.. Knežević A., Pekanović V., Vučković M. (1995): Praktikum iz botanike. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Stojanović S., Knežević A., Džigurski D., Nikolić Lj. (2009): Botanika – udžbenik praktične nastave. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Šinžar B. (1990): Praktikum iz botanike za studente poljoprivrednog fakulteta, VIII dopunjeno izdanje, Naučna knjiga, Beograd.
- Takhtajan A. (2009): Flowering Plants. 2nd Edition. Springer.
- Tatić B. i Blečić V. (1996): Sistematika i filogenija viših biljaka. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- Tatić B. i Petković B. (1991): Morfologija biljaka. Naučna knjiga, Beograd.