

Protokoli za vaje

pri predmetih Splošna botanika in Biologija rastlin

Ime in priimek avtoric: **doc. dr. Živa Fišer, doc. dr. Katarina Šoln**

Naslov: **Protokoli za vaje pri predmetih Splošna botanika in Biologija rastlin**

Študijski program in predmet:

- Študijski predmet / študijski program: **Splošna botanika / Varstvena biologija, dodiplomski študijski program**
- Študijski predmet / študijski program: **Biologija rastlin / Agronomija, dodiplomski visokošolski strokovni študijski program**
- Izvajalka študijskih programov: **Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije**

Študijsko leto: **2024/2025**

Kraj in letnica izdelave: **Izola, 2025**

KOLOFON

Ime in priimek avtorja: **doc. dr. Živa Fišer, doc. dr. Katarina Šoln**

Naslov dela: **Protokoli za vaje pri predmetih Splošna botanika in Biologija rastlin**

Tipologija dela: **2.05 Drugo učno gradivo**

Kraj in letnica izdelave: **Izola, 2025**

Založba: **Samozaložba**

Licenciranje: **Odprti dostop Creative Commons CC BY-SA**



Splošna botanika

doc. dr. Živa Fišer
doc. dr. Katarina Šoln

PROTOKOLI ZA VAJE

Varstvena biologija, dodiplomski študijski program

Ime in priimek: _____

Študijsko leto: _____

Skupina: _____

Protokoli za vaje so **sprejeti / niso sprejeti**. Datum pregleda: _____

Izola, 2025

KAZALO

1. VAJA: MORFOLOGIJA RASTLIN 1.....	7
NALOGA 1: ZUNANJA ZGRADBA RASTLINE	7
NALOGA 2: MIRUJOČA VEJICA.....	8
NALOGA 3: TIPI PREOBRAŽENIH STEBEL.....	9
NALOGA 4: PREOBRAŽENI LISTI.....	11
NALOGA 5: ZUNANJA ZGRADBA LISTA.....	12
NALOGA 6: ČLENJENOST LISTNE PLOSKVE	13
2. VAJA: MORFOLOGIJA RASTLIN 2.....	14
NALOGA 7: KORENINSKI SISTEMI	14
NALOGA 8: PREOBRAŽENE KORENINE	15
NALOGA 9: ZGRADBA CVETA.....	17
NALOGA 10: CVETNA FORMULA	18
NALOGA 11: RAZLIČNI TIPI PLODOV	19
3. VAJA: OSNOVE MIKROSKOPIRANJA	21
NALOGA 12: MIKROSKOP	21
NALOGA 13: MIKROMETRSKO MERILCE	22
NALOGA 14: OPAZOVANJE PROKARIONTSKE CELICE	23
NALOGA 15: EVKARIONTSKA CELICA	24
NALOGA 16: OPAZOVANJE EVKARIONTSKE CELICE: NITASTE ALGE	24
NALOGA 17: OPAZOVANJE EVKARIONTSKE CELICE: VODNA LEČA.....	25
NALOGA 18: PRIMERJAVA ZNAČILNOSTI PRO- IN EVKARIONTSKE CELICE.....	26
4. VAJA: PLASTIDI	27
NALOGA 19: KROMOPLASTI	27
NALOGA 20: PRETVORBA PLASTIDOV	28
NALOGA 21: AMILOPLASTI	29
5. VAJA: CELIČNA STENA IN OBRAMBNE STRUKTURE.....	30
NALOGA 22: PRIMARNA CELIČNA STENA	30
NALOGA 23: SEKUNDARNA CELIČNA STENA	31
NALOGA 24: TETRAGONSKI KRISTALI.....	32
NALOGA 25: CISTOLIT	32
NALOGA 26: DRUS ALI KOPUČA	33
NALOGA 27: RAFIDI.....	34
6. VAJA: VAKUOLA.....	35
NALOGA 28: BARVILA V VAKUOLI	35
NALOGA 29: PLAZMOLIZA	37
7. VAJA: OSNOVNA RASTLINSKA TKIVA.....	39
NALOGA 30: PARENHIM	39
NALOGA 31: FOTOSINTETSKI PARENHIM	40
NALOGA 32: AERENHIM	41
NALOGA 33: VOGALNI KOLENHIM	42
NALOGA 34: PLOSKOVNI KOLENHIM	42
NALOGA 35: SKLERENHIMSKA VLAKNA	44
NALOGA 36: VLAKNA	45
NALOGA 37: SKLEREIDE	45
8. VAJA: KROVNO TKIVO.....	46

NALOGA 38: NAVADNE EPIDERMALNE CELICE IN CELICE ZAPIRALKE	46
NALOGA 39: LISTNE REŽE	47
NALOGA 40: TRIHOMI	48
NALOGA 41: ŽLEZNI TRIHOMI	49
NALOGA 42: OLJNE ŽLEZE V EKSOKARPU POMARANČE	50
NALOGA 43: PLUTA IN LENTICELE	51
9. VAJA: APIKALNI MERISTEM	52
NALOGA 44: KORENINSKI VRŠIČEK S KORENINSKIMI LASKI	52
NALOGA 45: RASTNI VRŠIČEK KORENINE ČEBULE	53
NALOGA 46: CELIČNI CIKEL	54
NALOGA 47: MITOZA	55
NALOGA 48: MITOTSKI INDEKS	55
NALOGA 49: APIKALNI MERISTEM POGANJKA	56
10. VAJA: NOTRANJA ZGRADBA STEBLA IN KORENINE	58
NALOGA 50: PREČNI PREREZ STEBLA DVOKALIČNICE	58
NALOGA 51: PREČNI PREREZ STEBLA ENOKALIČNICE	59
NALOGA 52: BIKOLATERALNA ŽILA	60
NALOGA 53: PREČNI PREREZ KORENINE DVOKALIČNICE	61
NALOGA 54: PREČNI PREREZ KORENINE ENOKALIČNICE	62
11. VAJA: NOTRANJA ZGRADBA LISTA	62
NALOGA 55: MEZOMORFEN BIFACIALEN LIST	63
NALOGA 56: NAVPIČNO USMERJEN C4 LIST	64
NALOGA 57: VALJAST UNIFACIALEN LIST	65
NALOGA 58: KSEROMORFEN BIFACIALEN LIST	66
NALOGA 59: KSEROMORFEN EKVIFACIALEN LIST GOLOSEMENKE	67
NALOGA 60: PLAVAJOČ HIDROMORFEN LIST	68
12. VAJA: SEKUNDARNA RAST	69
NALOGA 61: RAZLIČNI TIPI LESA	69
NALOGA 62: DVELETNI POGANJEK DVOKALIČNICE	70
NALOGA 63: STAREJŠA OLESENELA KORENINA	71
NALOGA 64: TRIJE PREREZI LESA DVOKALIČNICE	72
NALOGA 65: TRIJE PREREZI LESA GOLOSEMENKE	73
13. VAJA: PRAŠNIKI IN PESTIČ	75
NALOGA 66: DVOJNA OPLODITEV	75
NALOGA 67: ZGRADBA PRAŠNICE	76
NALOGA 68: ZGRADBA PLODNICE	77
NALOGA 69: PELODNA ZRNA	78

UVOD

Gradivo »Splošna botanika – vaje« je namenjeno študentom prvega letnika študijskega programa Varstvena biologija na Fakulteti za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije Univerze na Primorskem. Gradivo je zasnovano kot zbirka nalog, ki zajema zunanjo zgradbo rastlin, osnove mikroskopiranja, zgradbo prokariotske in evkariotske celice, plastide (kloroplaste, kromoplaste in amiloplaste), primarno in sekundarno celično steno, značilnosti vakuole in plazmolizo, rastlinske obrambne strukture, spoznavanje osnovnih rastlinskih tkiv (parenhim, kolenhim in sklerenhim), krovno tkivo, apikalni meristem in mitotski indeks, notranjo zgradbo stebela, notranjo zgradbo korenin, notranjo zgradbo lista, različne tipe žil, sekundarno rast ter zgradbo prašnikov in pestiča. Med vajami bodo študentje v gradivo »Splošna botanika – vaje« risali skice in odgovarjali na vprašanje. Gradivo bo pomagalo študentom pri študiju Splošne botanike in jih usmerilo k poglavitnim značilnostim zgradbe rastlin.

Avtorici si želita, da bi študenti na vajah Splošne botanike dobili dober vpogled v zgradbo rastlin, predvsem pa spoznali, da je tudi rastlinski svet neizmerno pester in zanimiv.

Izola, 14. 10. 2024

Živa Fišer in Katarina Šoln

1. VAJA: MORFOLOGIJA RASTLIN 1, datum: _____

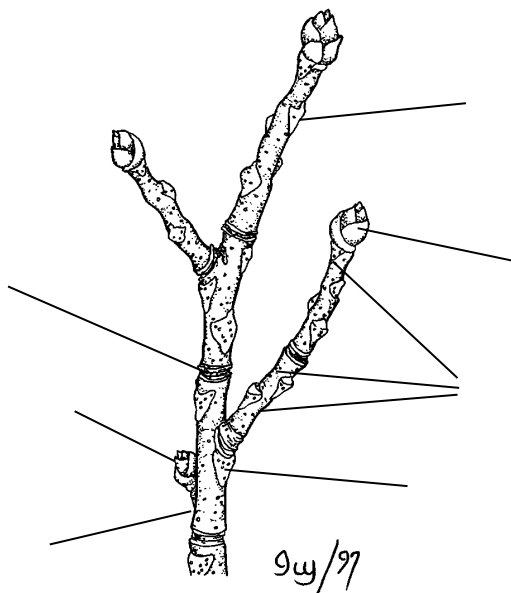
NALOGA 1: ZUNANJA ZGRADBA RASTLINE

V naravi poišči manjšo rastlino z razvitimi cvetovi in jo skiciraj ter označi njene sestavne dele. V pomoč naj ti bodo naslednji pojmi: vršiček poganjka / cvet / stranski poganjek / nodij ali kolence / internodij ali medkolenčje / list / seme / plod / stranska korenina / koreninski vršiček / glavna korenina / zalistni ali aksilarni brst.

Rastlinska vrsta: _____

NALOGA 2: MIRUJOČA VEJICA

Oglej si značilnosti mirujoče vejice. Na vrhu je terminalni brst, ki ga obdajajo luskolisti. Od terminalnega brsta navzdol si sledijo nodiji ali kolenca – območja stebela, kjer so pritrjeni listi in zalistni brsti. Na vejici lahko opazimo listne brazgotine, nastale po odpadanju listov. Tik nad točko, kjer je pritrjen list, je zalistje ali listna aksila, v katerem se nahaja zalistni ali aksilarni brst. Deli stebela med nodiji se imenujejo internodiji ali medkolenčja. Na vejici lahko opaziš skupke brazgotin luskolistov. Razdalja med njimi predstavlja letni prirastek vejice. Namestitev lista v nodiju je lahko premenjalna (spiralasta), nasprotna (ki je lahko navzkrižna) ali vretenčasta. Na poganjku opaziš tudi drobne pike – to so lenticеле, ki služijo prezračevanju notranjih delov skorje. Označi spodnjo skico!



Slika: Mirujoča vejica. Vir: <https://omeka.uottawa.ca/biodidac>

V naravi poišči mirujočo vejico (podobno kot na skici zgoraj), jo skiciraj ter označi njene sestavne dele.

Vrsta: _____

NALOGA 3: TIPI PREOBRAŽENIH STEBEL

Poišči primere rastlin z različnimi preobraženimi stebli in izpolni tabelo. Odgovori na vprašanja ter vsak primer preobraženega stebela iz tabele skiciraj in označi.

	Primer rastlinskih vrst	Skica
filokladij		
kladodij		
stebelni gomolj		
plezajoče steblo		

korenika		
stebelni trni		
čebulni krožec		

Kakšna je glavna vloga stebelnega gomolja?

Kakšna je vloga plezajočega stebila?

Kakšna je razlika med bodico in trnom?

NALOGA 4: PREOBRAŽENI LISTI

Listi se lahko preobrazijo v različne strukture in pridobijo različno vlogo. Zapiši nekaj primerov v preglednici, poišči po en primer za vsako preobrazbo in ga skiciraj.

Tip preobrazbe	Primeri	Skica
luskolisti		
listne vitice		
listni trni		
sukulentni listi		
brakteje		
lovilne pasti		

NALOGA 5: ZUNANJA ZGRADBA LISTA

Dobro si oglej list bršljana in ga skiciraj. Označi glavne strukture.

OBJEKT: bršljan (*Hedera helix*)

Kakšna je razporeditev žil v listu?

Ali je list pecljat ali sedeč?

Kakšna je listna ploskev?

Kakšen je listni rob?

NALOGA 6: ČLENJENOST LISTNE PLOSKVE

Oglej si različne tipe listov in jih skiciraj. S pomočjo določevalnega ključa ugotovi, za kateri tip lista gre: cel list, pernato deljen list, dlanasto deljen list, lohopenato sestavljen list, sodopenato sestavljen list, dlanasto sestavljen list.

Ob skici vsakega lista dopiši informacije o tem, kakšen je:

1. listni pecelj
2. listna ploskev
3. oblika lista
4. razporeditev žil
5. listni rob

Objekt: različni listi

Poišči rastlino z glavno korenino in s stranskimi koreninami ter rastlino s šopastim koreninskim sistemom. Skiciraj oba tipa koreninskih sistemov in odgovori na spodnja vprašanja:

NALOGA 8: PREOBRAŽENE KORENINE

Korenine se lahko preobrazijo v različne strukture in pridobijo različno vlogo. Poišči po en primer za vsako preobrazbo in ga skiciraj. Odgovori na spodnja vprašanja.

Tip preobrazbe	Primeri, značilnosti in skice
Koren	
Koreninski gomolj	
Zajedavske korenine	
Zračne korenine	
Oprijemalne korenine	
Vegetativno razmnoževanje	

Fiksacija dušika	
Mikoriza	
Alelopatija	

Kako se imenuje odebeljena glavna korenina?

Kako se imenujejo odebeljene stranske korenine?

Kaj zajedavske rastline pridobivajo od gostiteljskih rastlin?

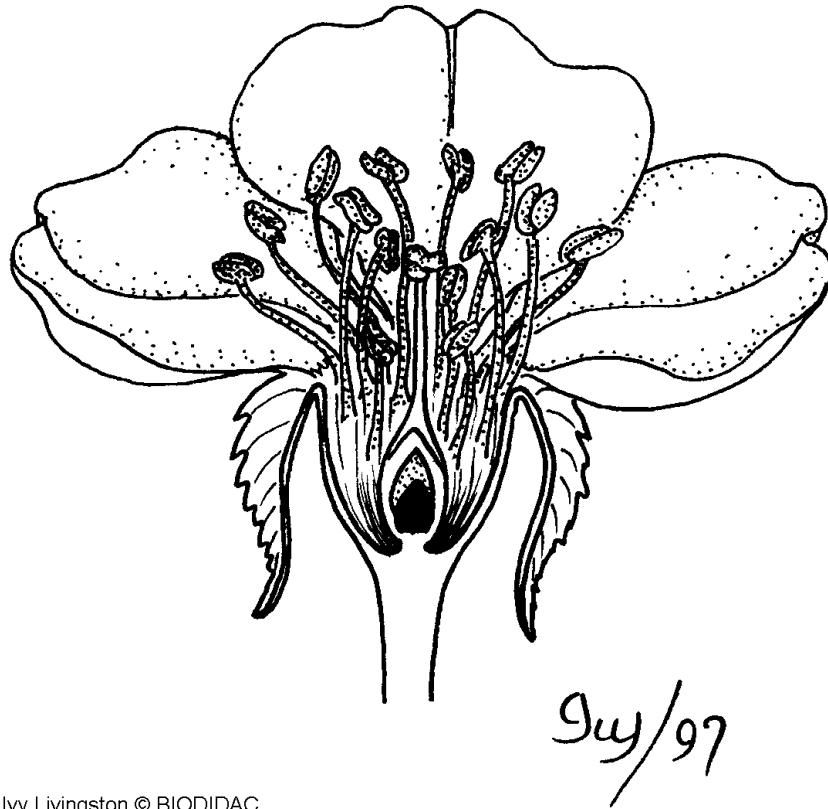
Kakšna je vloga zračnih korenin in v kakšnih ekoloških vlogah se pojavljajo?

Kakšno prednost ima rastlina v mikorizi?

Kaj je alelopatija?

NALOGA 9: ZGRADBA CVETA

Označi spodnjo skico. Uporabi naslednje izraze: cvetni pecelj, čašni listi, venčni listi, prašnik, prašnica, prašnična nit, pestič, brazda, vrat, plodnica, semenska zasnova.



Ivy Livingston © BIODIDAC

Slika: Cvet v prečnem prerezu. Vir: <https://omeka.uottawa.ca/biodidac>

NALOGA 10: CVETNA FORMULA

V naravi ali doma poišči cvetočo rastlino (priporočam, da si izberete rastlino z razmeroma enostavnim cvetom; izogibajte se okrasnim vrstam s pomnoženimi cvetnimi deli, npr. vrtnicam, ter bodite pozorni na košarnice (npr. marjetica) in radičevke (npr. regrat), pri katerih predstavlja »cvet« pravzaprav socvetje). Oglej si cvet in ga čim bolj natančno skiciraj ter označi njegove sestavne dele. Oglej si njegovo simetrijo. Nato začni odstranjevati cvetne dele (začni s spodnje strani). Preštej njihovo število. Oglej si obliko in namestitev plodnice.

S cvetno formulo enostavno in na kratko opišemo zgradbo cveta. Označujemo simetrijo cveta, njegove sestavne dele, njihovo število in zraslost. Spodaj so našteje oznake, ki jih uporabljamo pri zapisu cvetnih formul. Z njihovo pomočjo skupaj zapisati cvetno formulo izbranega cveta.

* zvezdasto someren cvet	G ginecej
↓ bočno someren cvet	() z oklepajem prikažemo zraslost cvetnih delov
K čaša ali kalyx	_ nadrasla plodnica
C venec ali corolla	˘ podrasla plodnica
P perigon - enotno cvetno odevalo	♀ ženski cvet
A andrecej	♂ moški cvet

Rastlina: _____

Cvetna simetrija: _____

Število venčnih listov: _____

Število čašnih listov: _____

Število prašnikov: _____

Plodnica: _____

Ali je plodnica nadrasla ali podrasla? _____

Cvetna formula: _____

Prostor za skice:

NALOGA 11: RAZLIČNI TIPI PLODOV

Oglej si različne tipe plodov in izpolni spodnjo preglednico s primeri.

	Tip ploda	Primeri
Enostavni plodovi	Jagoda	
	Koščičast plod	
	Oreški	
	Razpadni plodovi	
	Mešički	
	Glavice	
Birni plodovi	Birni koščičasti plodovi	
	Birni oreški	
	Jabolko	
Soplodje	Soplodje	

Prostor za skice:

Prostor za skice:

3. VAJA: OSNOVE MIKROSKOPIRANJA, datum: _____

NALOGA 12: MIKROSKOP

Na sliki označi dele svetlobnega mikroskopa!



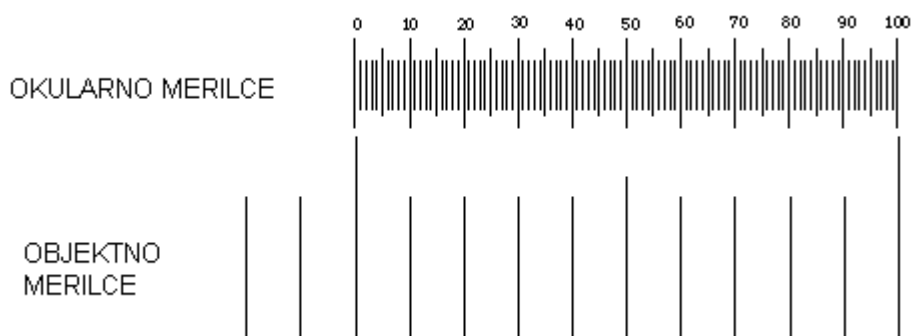
Slika: Svetlobni mikroskop. Fotografija: Živa Fišer

Kaj je povečava mikroskopa?

Kaj je ločljivost mikroskopa?

NALOGA 13: MIKROMETRSKO MERILCE

Normalo okularno merilce se nahaja znotraj okularja in ga v primeru naših mikroskopov sestavlja 100 razdelkov. Objektno merilce je mikroskopski preparat, na katerem se nahaja majhno merilce. To je ponavadi dolgo 1 mm in predeljeno na 100 razdelkov, ki so dolgi 0,01 mm (10 μm). S pomočjo okularnega in objektnega merilca lahko ugotovimo, koliko meri en razdelek okularnega merilca pod različnimi povečavami.



Slika: Primer prekrivanja okularnega in objektnega merilca.

Potek dela

1. Položi objektno merilce na mizico mikroskopa in pri najmanjši povečavi (4X) izostri merilce.
2. Obračaj okularno merilce tako, da obračša ustrezni okular. Premikaj mizico, dokler se razdelki na okularnem merilcu ne prekrijejo z razdelki na objektnem merilcu. Poišči mesti, kjer se črtici na okularnem in objektnem merilcu sovpadata (glej zgornjo sliko). Preštej število razdelkov na okularnem in objektnem merilcu, do tistega mesta kjer črtici na obeh merilcih sovpadata..
3. Ker veš, da vsak razdelek na objektnem merilcu meri 10 μm , lahko s pomočjo križnega izračuna izračunaš, koliko meri en okularni razdelek pod 4X povečavo. Rezultat v piši v tabelo.
4. Isto ponovi še za povečave 10X, 40X in 100X. Svoje preračune vstavi v tabelo.

	Dolžina enega razdelka
Vrednost pod povečavo 4x	
Vrednost pod povečavo 10x	
Vrednost pod povečavo 40x	
Vrednost pod povečavo 100x	

S pomočjo okularnega merilca lahko zdaj izmerimo velikost objektov pod mikroskopom, pri čemer moramo biti vedno pozorni na to, kateri okular uporabljamo.

NALOGA 14: OPAZOVANJE PROKARIONTSKE CELICE

Kot primer prokariotskih organizmov si bomo ogledali predstavnike cianobakterij, natančneje iz rodov *Oscillatoria* in *Nostoc*. Nostok je cianobakterija, ki jo opazujemo kot primer prokariotske celice. Ima nitasto organizacijo, kar predstavlja najvišjo stopnjo organizacije pri prokariotih. Gradijo jo protocite, med katerimi se pojavljajo heterociste. Tudi oscilatorija je cianobakterija z nitasto organizacijo. Čeprav nima heterocist, je vseeno sposobna fiksacije dušika. Vrsta *Oscillatoria rubescens* povzroča cvetenje Blejskega jezera.

Izdelaj sveži preparat iz vzorcev stoječe vode in skiciraj organizme, ki jih opaziš. Ne pozabi na merilo!

OBJEKT: vzorec vode, lokacija: _____

Oglej si trajni preparat cianobakterije *Nostoc*. Skiciraj ga in označi glavne strukture.

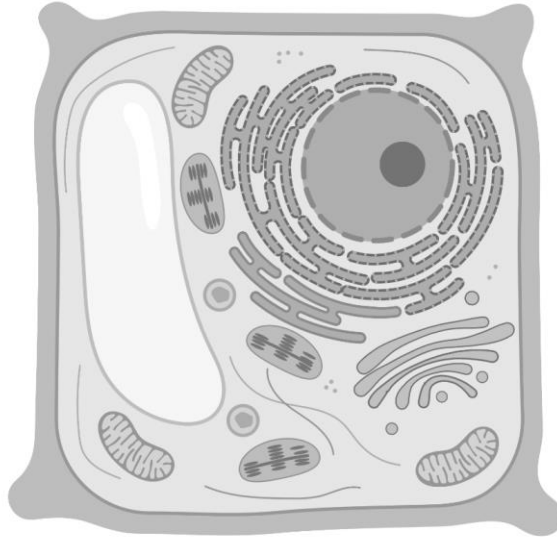
OBJEKT: *Nostoc* (Ag1147c)

Ali v celicah opazite jedra?

Ali opazite kakšne druge organele?

NALOGA 15: EVKARIONTSKA CELICA

Na skici označi dele rastlinske celice!



Slika: Rastlinska celica je tip evkariontske celice. Vir: BioRender

NALOGA 16: OPAZOVANJE EVKARIONTSKE CELICE: NITASTE ALGE

Zygnema in *Spirogyra* spadata k zelenim algam, torej sta evkarionta. Gledamo ju kot primer evkariontske celice. Za nitaste zelene alge iz rodu jarmovk so značilni rodovno specifični kloroplasti (imenujemo jih kromatoforji), po katerih jih zlahka prepoznamo. *Spirogyra* ima spiralaste plastide s številnimi pirenoidi, *Zygnema* pa ima v vsaki celici po dva zvezdasta kloroplasta s po enim pirenoidom. Oglej si trajni preparat in skiciraj alge.

OBJEKT: *Spirogyra* (Ag151c), *Zygnema*

NALOGA 17: OPAZOVANJE EVKARIONTSKE CELICE: VODNA LEČA

Mala vodna leča je vodna rastlina, njeni listi so le iz dveh plasti celic, zato jih je enostavno opazovati s svetlobnim mikroskopom. Še posebno lepo so v celicah vidni številni kloroplasti in jedro, ki ga vidimo kot svetlo kroglasto granularno strukturo, ponavadi jasno vidno v celicah na robu lista. Kloroplasti se večinoma nahajajo ob celični steni, kamor jih pritiska osrednja vakuola. Celice obdaja primarna celična stena, med dvema sosednjima celicama pa opazimo svetlo črto - osrednjo lamelo. Opazujemo lahko tudi rotacijsko gibanje citoplazme, značilno predvsem za vodne rastline, ki imajo po eno samo centralno vakuolo. Citoplazma se giblje (rotira) vedno v isti smeri.

Izdelaj sveži preprat lista vodne leče, skiciraj eno celico in označi strukture. Če preparat obarvamo z jodovico, opazimo asimilacijski škrob, ki nastaja v kloroplastih. Preparat obarvamo tako, da ob rob krovnega stekelca kanemo kapljico barvila, na drugi strani pa s filter papirjem popivnamo vodo in tako potegnemo jodovico pod krovno stekelce.

OBJEKT: mala vodna leča (*Lemna minor*) – sveži preparat

S pomočjo mikrometrskega merilca izmeri dolžino ene celice:

Kakšen je premer enega kloroplasta?

Katere strukture se obarvajo po dodatku jodovice?

NALOGA 18: PRIMERJAVA ZNAČILNOSTI PRO- IN EVKARIONTSKE CELICE

Izpolni spodnjo tabelo z naslednjimi ključnimi besedami:

- Organizmi: bakterije - cianobakterije - alge - glive - rastline - živali
- Velikost celice: 1-10 μm - 10-100 μm
- Jedro: prisotno - odsotno
- DNK: majhni krožni kromosomi - veliki linearni kromosomi - DNK vezana v kompleks s histoni (kromatin) - gola DNA brez histonov
- Membranski organeli: prisotni - odsotni
- Ribosomi: 70 S - 80 S

	PROKARIONTSKA CELICA	EVKARIONTSKA CELICA
Organizmi		
Velikost celice		
Jedro		
DNK		
Ribosomi		
Membranski organeli		

4. VAJA: PLASTIDI, datum: _____

NALOGA 19: KROMOPLASTI

Pripravi sveži preparat rezine korenja. V kroglastih kromoplastih se kopiči karotenoid β -karoten. Poleg kroglastih kromoplastov lahko opaziš tudi drugače oblikovane kristale β -karotena. Ti so se sprostili iz kromoplastov v citoplazmo. Kristalno strukturo lahko preverimo z opazovanjem pod polarizacijsko svetlobo. Poišči kromoplaste in kristale β -karotena ter jih skiciraj.

OBJEKT: korenje (*Daucus carota*) – sveži preparat

Kako se imenuje odebeljena glavna korenina pri korenju?

Kje se nahaja barvilo β -karoten?

Kakšna je vloga kromoplastov?

NALOGA 20: PRETVORBA PLASTIDOV

Celice v plodu paprike vsebujejo številne drobne kloroplaste. Z zorenjem plodov se kloroplasti pretvarjajo v kromoplaste. Podobno pretvorbo lahko spremljamo tudi pri zorenju paradižnika. Pripravi tanke rezine ploda zelene, rumene in rdeče paprike. Poišči plastide in jih skiciraj.

OBJEKT: paprika (*Capsicum annuum*) – sveži preparat

Katero barvilo daje barvo zelenim paprikam?

Kako poteka zorenje plodov?

NALOGA 21: AMILOPLASTI

Iz preučevanih rastlin z iglo postrgaj nekaj tkiva ter ga prenesi v kapljico vode na objektnem steklu. Pokrij s krovnim stekelcem in poglej pod mikroskopom. Skiciraj škrobna zrna. Nato preparat obarvaj z jodovico in opazuj spremembe. Ne pozabi na merilo!

OBJEKT: krompir (<i>Solanum tuberosum</i>)	OBJEKT: pšenica (<i>Triticum vulgare</i>)
OBJEKT: fižol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	OBJEKT: banana (<i>Musa sapientum</i>)

Kje v celici so shranjena škrobna zrna?

Ali je škrobno zrno obdano z membrano?

Kakšno vlogo ima škrob v semenu fižola?

Kaj se zgodi s škrobnimi zrni po dodatku jodovice?

5. VAJA: CELIČNA STENA IN OBRAMBNE STRUKTURE, datum: _____

NALOGA 22: PRIMARNA CELIČNA STENA

Čebula (*Allium cepa*) je enokaličnica, uvrščamo jo v družino lukovk (Alliaceae). Odreži košček luskolista čebule in z njega potegni povrhnjico ter jo položi v kapljico vode na objektnem stekelcu. Pokrij s krovnim stekelcem in opazuj pod mikroskopom. Skiciraj preparat in ga označi.

OBJEKT: čebula (*Allium cepa*)

Kako je zgrajena primarna celična stena?

Kakšna je vloga plazmodezem?

NALOGA 23: SEKUNDARNA CELIČNA STENA

Pripravi mokri preparat celic zrelega plodu hruške. Nekatere celice imajo poleg primarne celične stene razvito tudi debelo sekundarno steno. Te celice imenujemo brahisklereide, čutimo pa jih kot trda zrnca. Ko jih opazujemo pod mikroskopom, lahko v sekundarni steni opazimo **kanalske piknje**. Skiciraj nekaj brahisklereid in jih označi. Ne pozabi na merilo!

OBJEKT: hruška (*Pyrus communis*)

Kakšna je oblika brahisklereid?

Ali so brahisklereide žive ali mrtve?

Kako je zgrajena sekundarna celična stena?

Katera stena je prožnejša in katera trša – primarna ali sekundarna?

Kaj so piknje? Kakšna je njihova vloga?

NALOGA 24: TETRAGONSKI KRISTALI

Odreži košček suhega luskolista čebule in ga položi v kapljico vode na objektnem stekelcu. Pokrij s krovnim stekelcem in poišči tetragonske kristale. Skiciraj in označi.

OBJEKT: čebula (*Allium cepa*)

NALOGA 25: CISTOLIT

V večplastni povrhnjici fikusa lahko opazimo velike idioblaste, ki jih imenujemo kamene celice ali litociste. To so velike epidermalne celice, ki vsebujejo vsaka po en velik kristal kalcijevega karbonata - cistolit. Kristali nastanejo tako, da iz idioblasta zraste v notranjost celice podolgovat izrastek, ki služi kot kristalizacijsko jedro za kalcijev karbonat. Poleg slednjega se nalagajo še pektini in silicij. Tako nastane celični kamen ali cistolit.

Košček lista fikusa vloži v stiropor in naredi več tankih prečnih rezin lista, jih položi v kapljico vode na objektnem stekelcu in pokrij s krovnim stekelcem. Opazuj pod mikroskopom in skiciraj. Kemično sestavo cistolita preveri tako, da ob rob krovnega stekelca kaneš kapljico očetne kisline. Kalcijev karbonat se ob dodatku kisline raztopi, ostane pa pecelj in suberinast ovoj, ki obdaja cistolit.

OBJEKT: fikus (*Ficus elastica*)

Kakšna je vloga cistolita?

Kakšna je njegova kemijska zgradba?

NALOGA 26: DRUS ALI KOPUČA

Izdelaj mokri preparat listnega peclja oreha, lista begonije ali oleandra ali kakšne druge rastline. Pri orehu položi kos listnega peclja v stiropor in z britvico odreži čim tanjšo rezino peclja. Če izdeluješ mokri preparat lista begonije ali oleandra, položi košček lista v stiropor in naredi prečni prerez listne ploskve. Opazuj pod mikroskopom in skiciraj celice ter kristale.

OBJEKT:

Kakšna je vloga drusov za rastlino?

NALOGA 27: RAFIDI

Rafidi so paličasti kristali kalcijevega oksalata monohidrata. Najdemo jih v posebnih celicah idioblastih, kjer so združeni v snopiče. Poišči rafide v listu/listnem peclju difenbahije, mostere, rogoza ali agave. Pri difenbahiji, monsteri ali rogozu izdelaj prečni prerez stebela oz. listnega peclja in poišči rafide ter jih skiciraj. Pri agavi odreži več tankih rezin vodnega tkiva v smeri, vzporedni z vzdolžno osjo lista. Poišči rafide in jih skiciraj.

OBJEKT: agava (*Agave americana*) – sveži in trajni preparat

Kakšna je vloga rafidov za rastlino?

6. VAJA: VAKUOLA, datum: _____

NALOGA 28: BARVILA V VAKUOLI

Nekatera barvila so topna v vodi in se shranjujejo v vakuolah. Ta barvila lahko dajejo barvo listom, cvetovom ali plodovom. Pripravi sveži preprat lista rdečega zelja. Skiciraj in označi strukture. Ne pozabi na merilo!

OBJEKT: rdeče zelje (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Kako se imenuje membrana vakuole?

Naštej vsaj 3 vloge vakuole v rastlinski celici:

Katera barvila dajejo rdečemu zelju vijolično barvo?

Ali so ta barvila vodotopna?

Kako se barva spremeni po dodatku HCl?

Kako se barva spremeni po dodatku NaOH?

Doma poišči še nekaj barvitih rastlin (npr. ciklama, plod jablane ...), pripravi sveži preprat in skiciraj posamezno rastlinsko celico.

OBJEKT: _____

V katerih celičnih organelih so lahko shranjena barvila, ki dajejo barvo venčnim listom?

Na kakšen način lahko preveriš, kje se nahajajo rastlinska barvila?

Opiši ekološko vlogo spreminjanja barve cvetov pri navadnem pljučniku (*Pulmonaria officinalis*):

NALOGA 29: PLAZMOLIZA

V vodi so celice turgidne. Ob dodatku hipertonične raztopine se citoplazma skrči - nastopi plazmoliza. Kraki citoplazme ostanejo pripeti na celično steno na mestih, kjer so plazmodezme. Ob ponovnem dodatku vode celice postopoma sprejemajo vodo in postanejo zopet turgidne.

Izdelaj preparat povrhnjice rdeče čebule (*Allium cepa*). Opazuj celice in jih skiciraj. Nato dodaj ob rob krovnega stekelca raztopino soli (NaCl) in jo na nasprotni strani povleci pod stekelce s pomočjo papirnatega robčka. Opazuj, kaj se dogaja s celicami in to skiciraj. Čez nekaj minut nadomesti solno raztopino z destilirano vodo. Kaj se dogaja s celicami? Skiciraj!

OBJEKT: rdeča čebula (*Allium cepa*)

Kaj je osmoza?

Kaj je turgor?

Kaj se zgodi s celico v hipertoničnem okolju?

Kaj se zgodi s celico v hipotoničnem okolju?

Če bi rdeče krvničke izpostavili destilirani vodi, bi počile. Zakaj rastlinske celice ne počijo?

Kaj bi se zgodilo z rastlinsko celico, če jo damo v raztopino, ki ima enako koncentracijo soli kot njen citosol?

Pozimi ceste posipamo s soljo. Ali ima to kakšen vpliv na rastline, ki tam rastejo? Razloži.

Če sveže jagode posipamo s sladkorjem, bomo čez nekaj minut na njih opazili kapljice tekočine. Kaj se je zgodilo?

7. VAJA: OSNOVNA RASTLINSKA TKIVA, datum: _____

NALOGA 30: PARENHIM

Oglej si trajni preparat stebela sončnice. V osrednjem delu stebela se nahaja stržen iz izodiametričnih parenhimskih celic. Skiciraj parenhim in ga označi.

OBJEKT: sončnica (*Helianthus annuus*) 2930c/As343c

Kakšne so celične stene v parenhimu?

Ali so vse celice v parenhimu enakih oblik?

Ali so parenhimske celice žive ali mrtve?

Glede na funkcijo ločimo različne tipe parenhima:

- _____
- _____
- _____
- _____

NALOGA 31: FOTOSINTETSKI PARENHIM

Oglej si trajni preparat prečnega prereza črnega teloha. Celice, ki vsebujejo kloroplaste, so celice fotosintetskega parenhima. Skiciraj nekaj celic znotraj asimilacijskega parenhima in označi skico.

OBJEKT: črni teloh (*Helleborus niger*) As473d

Ali so vse celice, ki vsebujejo kloroplaste, enakih oblik in velikosti? Razloži!

Ali so celice razporejene tesno skupaj? Razloži, zakaj ja oziroma ne!

NALOGA 32: AERENHIM

Oglej si trajni preparat navadnega ločka in ga skiciraj. Poišči aerenhim in ga označi na skici.

OBJEKT: navadni loček (*Juncus effusus*) As314c

Po čem lahko hitro prepoznaš aerenhim?

V kakšnih ekoloških razmerah živi loček?

NALOGA 33: VOGALNI KOLENHIM

Izdelaj sveži preparat stebela ali listnega peclja zelene. Oglej si tudi trajni preparat prereza listnega peclja kadulje. Na grobo skiciraj prečni prerez enega od objektov in označi, kje v steblu se nahaja vogalni kolenhim. Nato ga natančno skiciraj in skico označi.

OBJEKT: zelena (*Apium graveolens*)

OBJEKT: kadulja (*Salvia* sp.) As145c

Kakšna je vloga vogalnega kolenhima?

Kakšne so celične stene v kolenhimu?

Ali so kolenhimske celice žive ali mrtve?

NALOGA 34: PLOSKOVNI KOLENHIM

Oglej si trajni preparat stebila črnega bezga, poišči kolenhim in ga skiciraj.

OBJEKT: črni bezeg (*Sambucus nigra*) As1451c

Katere celične stene so odebeljene pri preparatu črnega bezga?

Ali je celična stena primarna ali sekundarna?

Ali so celice ploskovnega kolenhima žive ali mrtve?

NALOGA 35: SKLERENHIMSKA VLAKNA

Oglej si trajni preparat prečnega prereza stebela lanu. Pod skorjo lahko opaziš snope celic, ki imajo odebeljene celične stene in majhen lumen celic. Te celice pripadajo sklerenhimskim vlaknom in so močno podaljšane v smeri rasti rastline, prečno pa jih spoznamo tudi po koncentričnih krogih, ki jih tvorijo posamezne plasti sekundarne celične stene. Skiciraj sklerenhim in ga označi.

OBEKT: navadni lan (*Linum usitatissimum*) - As1471d

Kakšne so celične stene v sklerenhimu?

Ali so sklerenhimske celice žive ali mrtve?

Kakšna je vloga sklerenhima?

Po čem jih prepoznaš vlakna na preparatu?

NALOGA 36: VLAKNA

Sisalova vlakna pridobivajo iz prevodnih snopičev, ki se nahajajo v listih vrste agave. Ta vlakna vsebujejo veliko lignina, zato jih imenujemo tudi **trda vlakna** (večina enokaličnic ima lignificirana trda vlakna, medtem ko ima večina dvokaličnic **mehka vlakna** z malo ali nič lignina). Sisalova vlakna se največkrat uporablja za izdelavo vrvi. Skiciraj sisalova vlakna.

Oglej si tudi druga rastlinska vlakna in jih skiciraj.

OBJEKT: sisalova agava (*Agave sisalana*) in druga rastlinska vlakna

Kaj vpliva na to, da so nekatera vlakna trda in druga mehka?

NALOGA 37: SKLEREIDE

OBJEKT: hruška (*Pyrus communis*)

Brahisklereide hruške si že opazoval pri nalogi 23. Oglej si skico, ki si jo izdelal.

Ali bi glede na svojo skico lahko z gotovostjo trdil, da celice pripadajo sklerenhimu? Zakaj?

Ali bi v prečnem prerezu zlahka ločil sklerenhimska vlakna od brahisklereid?

8. VAJA: KROVNO TKIVO, datum: _____

**NALOGA 38: NAVADNE EPIDERMALNE CELICE IN CELICE
ZAPIRALKE**

Oglej si trajni preparat lista črnega teloha. Poišči povrhnjico. Zgornjo povrhnjico sestavljajo bolj ali manj enake celice, na spodnji povrhnjici pa poleg normalnih epidermalnih celic najdemo še celice zapiralke, ki sestavljajo listno režo. Skiciraj prečni prerez lista teloha in označi zgornjo (adaksialno) in spodnjo (abaksialno) stran lista ter povrhnjico. Natančno skiciraj tudi listne reže v prečnem prerezu.

OBJEKT: črni teloh (*Helleborus niger*) As473d

Naštej 3 naloge povrhnjice:

- _____
- _____
- _____

Po čem se razlikujejo celice povrhnjice in celice zapiralke?

Ali opaziš listne reže tudi na zgornji površini lista?

NALOGA 39: LISTNE REŽE

Oglej si trajni preparat povrhnjice pri peruniki, črnem telohu in travi. Skiciraj celice povrhnjice, obliko in namestitev listnih rež.

	Povrhnjica
črni teloh (<i>Helleborus niger</i>); As4117d	
perunika (<i>Iris sp.</i>); As4112c	
trava (fam. Poaceae); As4113d	

Preštej število listnih rež v vidnem polju (povečava 400x). Izračunaj povprečje iz petih vidnih polj za vsako povrhnjico. Izpolni naslednjo tabelo, podatke prepisi tudi od ostalih skupin, ki so imele drugačne rastline:

	Število listnih rež	Povprečno število listnih rež
perunika		
črni teloh		
trava		

Komentiraj dobljene rezultate:

Katera je glavna naloga listnih rež?

Kaj vstopa in kaj izstopa skozi listne reže?

NALOGA 40: TRIHOMI

Izdelaj preparate povrhnjice tako, da čez prst napneš list in odrežeš tanek košček povrhnjice. Odreži tisto stran povrhnjice, za katero se ti zdi, da ima več trihomov. Skiciraj različne tipe trihomov in jih opiši.

OBJEKT: črni hrast (*Quercus ilex*)

Kakšna je vloga trihomov? Naštej vsaj 3 naloge:

- _____
- _____
- _____

NALOGA 41: ŽLEZNI TRIHOMI

Izdelaj sveži preparat in si pod mikroskopom oglej zgradbo žleznih trihomov. Na eni rastlini lahko najdemo različne žlezne trihome. Skiciraj njihovo obliko in strukturo. Oglej si tudi objekte, ki so jih izdelali ostali študentje iz drugih rastlin. Skiciraj različne žlezne trihome in jih primerjaj med sabo.

OBJEKT: žajbelj (*Salvia officinalis*), afriška vijolica (*Saintpaulia ionantha*)

Ali lahko razbereš, iz koliko celic je sestavljen pecelj in iz koliko glava žleznega trihoma izbrane rastline?

Ali so si vsi žlezni trihomi, ki si si jih ogledal, med seboj podobni? Razloži.

NALOGA 42: OLJNE ŽLEZE V EKSOKARPU POMARANČE

Eksokarp citrusov vsebuje votline, v katerih se nabirajo eterična olja. Izdelaj paradermalne rezine pomarančnega olupka. Nekaj rezin obarvaj z barvilom Sudan. Znanstveniki sicer niso enotni glede tega, ali votline z eteričnimi olji pri citrusih obdajajo epitelne celice; ne glede na to je na nekaterih prerezih opazna plast celic, ki obdaja votlino. Prereze si oglej pod lupo in pod mikroskopom. Skiciraj in označi skico. Pomagaj si s trajnim preparatom citrusov 2904c.

OBJEKT: pomarančevcevec (*Citrus sinensis*) – sveži preparat

Kakšna je vloga eteričnih olj za rastlino?

NALOGA 43: PLUTA IN LENTICELE

Oglej si trajni preparat periderma črnega bezga z lenticelami. Preparati, ki jih imamo na voljo, so narejeni iz različno starih vejic, zato je plast periderma različno debela. Pri nekaterih preparatih je periderm ravno začel nastajati, zato je tanek, nad njim je še dobro vidna plast povrhnjice. Pri drugih preparatih je periderm že debelejši na račun več plasti felema. Pri teh preparatih povrhnjice ponavadi ni več ali pa je njen ostane prisoten le na nekaj mestih. S pomočjo slike prepoznaj posamezne dele periderma (felem, felogen in feloderm). Poišči lenticelo in jo skiciraj.

OBJEKT: črni bezeg (*Sambucus nigra*) As360c

Katere celice so odgovorne za nastanek feloderma?

Kakšna je vloga periderma?

Kakšna je vloga lenticel?

Kako vidimo lenticеле na vejici?

9. VAJA: APIKALNI MERISTEM, datum: _____

NALOGA 44: KORENINSKI VRŠIČEK S KORENINSKIMI LASKI

Oglej si kalico vrtna redkvice, staro 3 dni. Iz semena je pognala korenina, na kateri se vidijo koreninski laski. V nasprotni smeri raste mlado stebelce z dvema kličnima listoma. Stebelce od korenine do kličnih listov je **hipokotil**, od kličnih listov do prvih pravih listov pa **epikotil**. Skiciraj rastlinico in označi skico.

OBJEKT: vrtna redkvice (*Raphanus sativus*), kalice 3 dni

Pripravi sveži preparat korenine kalice vrtna redkvice. Odreži konec koreninice (približno 1 cm), položi ga v kapljico vode na objektnem stekelcu in pokrij s krovnim stekelcem. Opazuj celice različnih velikosti in oblik. Majhne, hitro deleče se celice predstavljajo **apikalni meristem korenine**. V apikalnem meristemu nastajajo nove celice. Ta je pokrit s **koreninsko čepico** (sestavljeno iz velikih kroglastih celic s statoliti), ki apikalni meristem ščiti pred poškodbami. Za meristemom, v nasprotni strani od koreninske čepice, kakšnih 2-6 mm za konico korenine, se celice začnejo podaljševati – to je območje podaljševanja, ki omogoča primarno rast korenine. Z oddaljevanjem od koreninskega vršička prehajamo v predel zorenja, kjer se celice redko delijo – tu celice zorijo za opravljanje nalog v zreli korenini.

OBJEKT: korenine vrtna redkvice (*Raphanus sativus*), kalice 3 dni – sveži preparat

Od kod izraščajo koreninski laski?

Ali so koreninski laski dolgoživi? Kakšna je njihova življenjska doba?

Izmeri povprečno dolžino koreninskega laska (povprečje petih meritev):

NALOGA 45: RASTNI VRŠIČEK KORENINE ČEBULE

Oglej si trajni preparat rastnega vršička čebule. Poišči apikalni meristem korenine in koreninsko čepico. Preparat primerjaj s skico koreninskega vršička in ga tudi sam skiciraj.

OBJEKT: čebula (*Allium cepa*) As1145e

Kakšna je vloga apikalnega meristema korenine?

Kakšna je vloga koreninske čepice?

Kaj so statoliti? Kje se nahajajo? Kakšna je njihova vloga?

NALOGA 46: CELIČNI CIKEL

Skiciraj in označi celični cikel rastlinske celice.



Kaj je kromatin?

Kaj je kromosom?

Kaj je kromatida?

Kaj je interfaza?

Kakšna je vloga faze S?

Naštej značilnosti meristemskih celic:

1.

2.

3.

4.

5.

NALOGA 47: MITOZA

Oglej si trajni preparat koreninskega vršička čebule (As1166e). Skiciraj celice v različnih fazah mitoze.

interfaza	
profaza	metafaza
anafaza	telofaza

Zapiši glavne značilnosti posameznih faz mitoze:

PROFAZA:

METAFAZA:

ANAFAZA:

TELOFAZA:

NALOGA 48: MITOTSKI INDEKS

Še enkrat si oglej trajni preparat koreninskega vršička čebule (As1166e). Preštej vsa jedra v enem vidnem polju pri 400-kratni povečavi. Preštej, koliko jeder je v posamezni fazi mitoze in izpolni tabelo. Izračunaj mitotski indeks. Nato podatke primerjaj s svojimi sošolci.

	Število jeder	Povprečje (od vseh študentov)
Interfaza		
Profaza		
Metafaza		
Anafaza		
Telofaza		
Število jeder v mitozii		
Skupno število vseh jeder		

Mitotski indeks izračunamo po formuli: $\text{št. jeder v mitozii} / \text{št. vseh jeder} \times 100\%$

Izračunaj mitotski indeks:

Rezultati:

Moj mitotski indeks: _____% Povprečje podatkov vseh študentov: _____%

Ali se rezultati skladajo s pričakovanji? Razmisli, kaj je lahko vplivalo na dobljene rezultate!

NALOGA 49: APIKALNI MERISTEM POGANJKA

Oglej si trajni preparat vršička poganjka vodne kuge. Opaziš lahko številne listne zasnove, ki se večajo od vršička navzdol. Vršiček poganjka je kupolast, v njem je apikalni meristem poganjka. Meristem proizvaja listne zasnove (primordije), ki se nahajajo v nodiju. Med dvema listnima zasnovama je internodij, ki pa je v poganjku tako kratek, da ga ne moremo ločiti od nodija.

Skiciraj apikalni meristem vodne kuge z nekaj listnimi zasnovami. Označi osrednji meristem, ki leži na vrhu meristemske kupole; rebrni meristem, nameščen pod njim; bočni meristem, ki sodeluje pri nastajanju listnih zasnov; subapikalno območje, kjer celice že začenjajo rasti, in listne primordije.

OBJEKT: vodna kuga (*Elodea canadensis*) As121e

Katere celične delitve potekajo v apikalnem meristemu poganjka?

Kakšna je vloga osrednjega meristema?

Označi zalistne brste. Kaj se bo razvilo iz njih?

10. VAJA: NOTRANJA ZGRADBA STEBLA IN KORENINE, datum: ____

NALOGA 50: PREČNI PREREZ STEBLA DVOKALIČNICE

Oglej si prečni prerez stebela dvokaličnice. Najprej skiciraj steblo in nato še podrobno skiciraj žilo. Označi vse strukture.

OBJEKT: sončnica (*Helianthus* sp.) - As311c

Prečni prerez stebela:

Podrobna skica žile:

Ali je žila v stebelu dvokaličnice dovršena ali nedovršena? Zakaj?

Kakšna je vloga floema?

Kakšna je vloga kislema?

Kakšna je vloga žilne ovojnice?

NALOGA 51: PREČNI PREREZ STEBLA ENOKALIČNICE

Oglej si prečni prerez stebela enokaličnice. Najprej skiciraj steblo in nato še podrobno skiciraj žilo. Označi vse strukture. -

OBJEKT: koruza (<i>Zea mays</i>) - As311c Prečni prerez stebela:	Podrobna skica žile:
--	-----------------------------

Kaj pomeni, da je žila kolateralna?

Ali je žila v stebelu enokaličnice dovršena ali nedovršena? Zakaj?

Kakšna je razlika med prerezoma stebela enokaličnice in dvokaličnice?

Pri katerem prerezu opazimo centralni stržen?

Kakšne žile so značilne za enokaličnice in kakšne za dvokaličnice?

NALOGA 52: BIKOLATERALNA ŽILA

Oglej si trajni preparat stebila buče. Steblo je prerezano prečno in vzdolžno (longitudinalno). Na prečnem prerezu opaziš bikolateralne žile, ki se od kolateralnih razlikujejo v tem, da se floem nahaja na obeh koncih žile, ksilem pa je vmes. Kambij je razvit med zunanjim floemom in ksilemom, na notranji strani pa manjka.

Na grobo skiciraj prečni prerez s stebila z žilami in podrobneje eno žilo. Označi dele žile in posamezne celične tipe, ki jih opaziš!

OBJEKT: buča (<i>Cucurbita pepo</i>) As3451e	Podrobna skica žile:
--	----------------------

Kaj je značilno za bikolateralno žilo?

NALOGA 53: PREČNI PREREZ KORENINE DVOKALIČNICE

Oglej si prečni prerez korenine dvokaličnice. Skiciraj jo in označi glavne strukture. Posebej skiciraj in označi zgrabo žile.

OBJEKT: zlatica (<i>Ranunculus</i> sp.) As241c Prečni prerez korenine:	Podrobna skica žile:
--	-----------------------------

Kakšen tip žile je značilen za korenine dvokaličnic?

Kakšna je vloga skorje?

Kako se imenuje najbolj notranja plast skorje?

Kakšna je vloga pericikla? Kje se nahaja?

NALOGA 54: PREČNI PREREZ KORENINE ENOKALIČNICE

Oglej si prečni prerez korenine enokaličnice. Skiciraj jo in označi glavne strukture. Posebej skiciraj in označi zgrabo žile.

OBJEKT: perunika (<i>Iris</i> sp.) As214c Prečni prerez stebela:	Podrobna skica žile:
--	-----------------------------

Kakšen tip žile je značilen za korenine enokaličnic?

Kakšna je razlika med prerezom korenine enokaličnice in dvokaličnice?

Pri katerem prerezu opazimo centralni stržen?

11. VAJA: NOTRANJA ZGRADBA LISTA, datum: _____

NALOGA 55: MEZOMORFEN BIFACIALEN LIST

Oglej si trajni preparat telohovega lista in ga skiciraj ter označi različne tipe tkiv in drugih struktur, ki jih opaziš v listu.

OBJEKT: teloh (*Helleborus* sp.) As473d

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

Kakšna je vloga stebričastega tkiva?

Kakšna je vloga gobastega tkiva?

Kje se nahajajo listne reže?

NALOGA 56: NAVPIČNO USMERJEN C4 LIST

Oglej si trajni preparat lista kornu in ga skiciraj ter označi različne tipe tkiv in drugih struktur, ki jih opaziš v listu. Skiciraj tudi žilo in označi posamezne strukture.

OBJEKT: kornu (*Zea mays*) - As412c

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

Kakšna je vloga mehurjastih celic?

Kaj je mezofil?

Kaj je značilno za C4 tip metabolizma?

NALOGA 57: VALJAST UNIFACIALEN LIST

Oglej si tranji preparat prečnega prereza lista drobnjaka in ga skiciraj.

OBJEKT: drobnjak (*Allium schoenophrasum*) – As429c

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

NALOGA 58: KSEROMORFEN BIFACIALEN LIST

Oglej si trajni preparat prečnega prereza lista oleandra in podrobno označi spodnjo skico.

OBJEKT: oleander (*Nerium oleander*) - As456c

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

Kje se nahajajo listne reže in zakaj?

Naštej različne prilagoditve na sušno klimo, ki jih opaziš pri oleandru:

1.

2.

3.

4.

NALOGA 59: KSEROMORFEN EKVIFACIALEN LIST GOLOSEMENKE

Oglej si trajni preparat borove iglice in podrobno označi spodnjo skico.

OBJEKT: bor (*Pinus* sp.) - Gy127c

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

Kakšne oblike so celice, ki služijo za fotosintezo?

Kakšno tkivo se nahaja pod povrhnjico in čemu služi?

Katero tkivo sestavlja hipodermis?

NALOGA 60: PLAVAJOČ HIDROMORFEN LIST

Oglej si trajni preparat prečnega prereza lista lokvanja. Skiciraj in označi skico.

OBJEKT: lokvanj (*Nymphaea*) - As467c

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

Kje se nahajajo listne reže?

Kakšna je vloga astrosklereid?

Naštej prilagoditve, ki jih opaziš pri plavajočem listu lokvanja:

5.

6.

7.

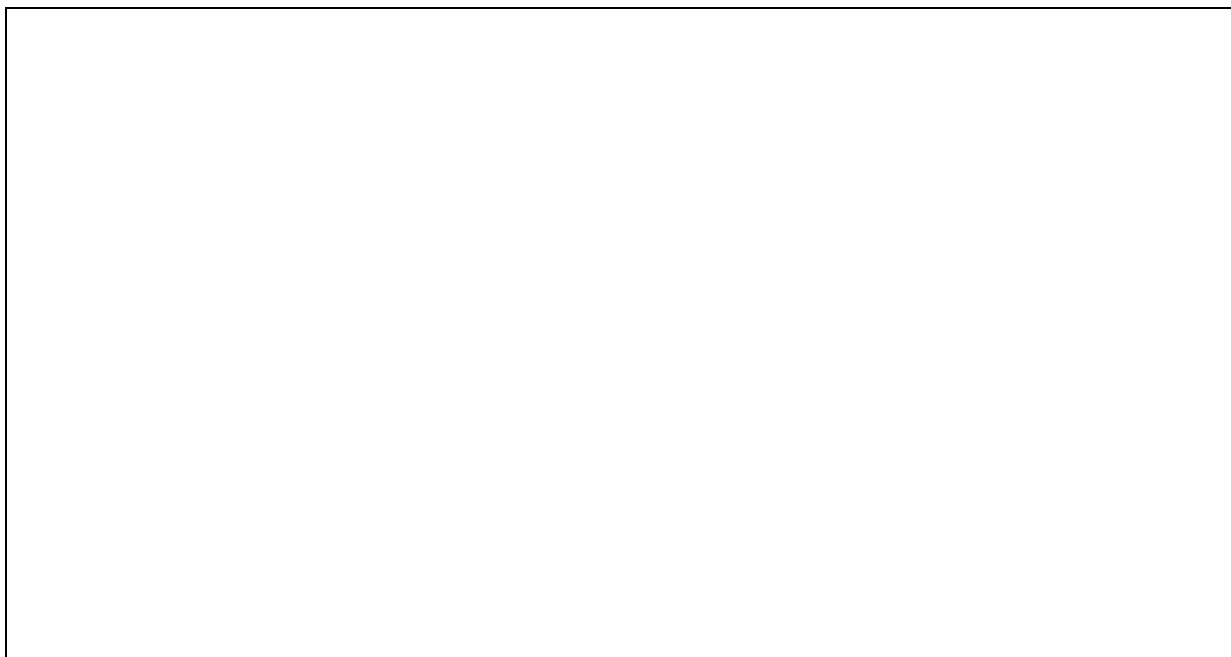
8.

9.

12. VAJA: SEKUNDARNA RAST, datum: _____

NALOGA 61: RAZLIČNI TIPI LESA

Oglej si različne tipe lesa in jih skiciraj. Na skicah označi letnice in branike.



Kaj je letnica?

Kaj je branika?

Ali imajo drevesa v tropskem deževnem gozdu letnice? Zakaj?

Kakšna je vloga lesa za rastlino?

Kaj je ličje? Kakšna je njegova vloga za rastlino?

NALOGA 62: DVELETNI POGANJEK DVOKALIČNICE

Oglej si trajni preparat prečnega prereza dveletnega poganjka lipe. Skiciraj izsek in ga označi.

OBJEKT: lipa (*Tilia* sp.) As3496c

Kakšne je razlika med primarno in sekundarno rastjo?

Za katera rastlinske organe je značilna primarna rast?

Za katere rastlinske organe je značilna sekundarna rast?

NALOGA 63: STAREJŠA OLESENELA KORENINA

Oglej si prečni prerez starejšega olesenelega stebila lipe in ga primerjaj s svojo skico dveletnega poganjka.

OBJEKT: lipa (*Tilia* sp.) As244c

Kakšne razlike opaziš med prečnim prerezom dve- in večletnega poganjka?

Zakaj so celice sekundarnega ksilema spomladi večje, poleti pa manjše?

Kakšno vlogo še ima sekundarni ksilem poleg prevajanja vode?

NALOGA 64: TRIJE PREREZI LESA DVOKALIČNICE

Oglej si trajni preparat olesenelega stebila lipe, prerezanega v treh smereh: prečno, tangencialno in radialno. Skiciraj les v vseh treh prerezih in skušaj označiti čim več celičnih tipov.

OBJEKT: lipa (<i>Tilia</i> sp.) As350d	
prečni prerez	tangencialni prerez
radialni prerez	

Kako imenujemo lipov les glede na prisotnost trahej? Zakaj?

Na katerem prerezu najlažje ločiš branike?

Ali opaziš branike tudi na drugih prerezih?

Kateri tipi celic sestavljajo osni sistem lesa dvokaličnic?

NALOGA 65: TRIJE PREREZI LESA GOLOSEMENKE

Oglej si trajni preparat olesenelega stebila bora, prerezanega v treh smereh: prečno, tangencialno in radialno.

OBJEKT: bor (<i>Pinus</i> sp.) Gy126d	
prečni prerez	tangencialni prerez
radialni prerez	

V čem se razlikujeta borov in lipov les?

Ali je borov les trd ali mehek? Zakaj?

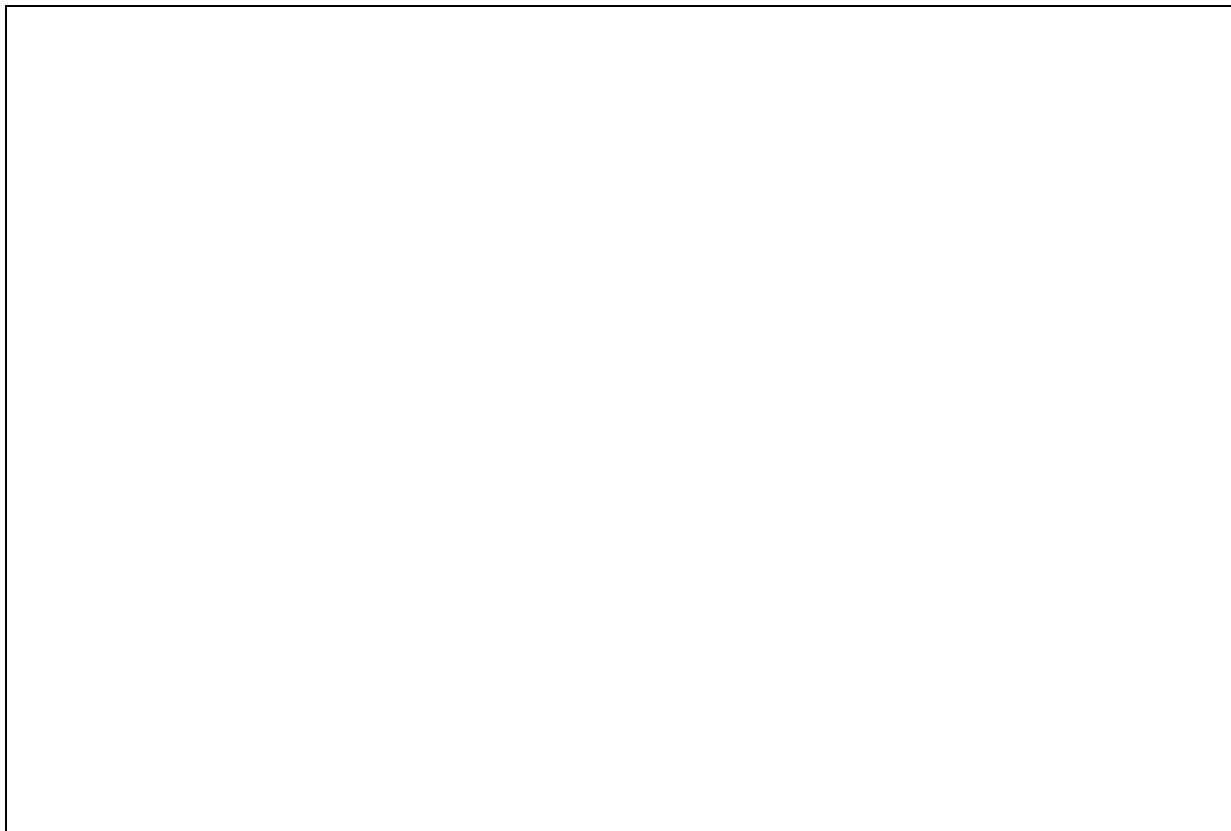
Kateri tipi celic sestavljajo osni sistem lesa golosemenk?

Kako prepoznaš smolne kanale? Kakšna je vloga smole?

13. VAJA: PRAŠNIKI IN PESTIČ, datum: _____

NALOGA 66: DVOJNA OPLODITEV

Skiciraj in označi potek dvojne oploditve pri rastlinah.



Kaj je mejoza? V katerih delih rastline poteka?

Kaj je oprашitev in kje poteče?

Kaj je oploditev in kje poteče?

Iz katerih delov se razvije plod?

Kako nastane endosperm?

NALOGA 67: ZGRADBA PRAŠNICE

Oglej si prečni prerez prašnice lilije in označi skico.

OBJEKT: lilija (*Lilium* sp.) As527d

Kakšna je vloga tapetuma?

Kakšna je vloga endotecija?

NALOGA 68: ZGRADBA PLODNICE

OBJEKT: lilija (*Lilium* sp.) As560d

Kakšen tip semenske zasnove (glede na obliko) je prisoten pri liliji?

Ali so vse embrionalne vrečke na prečnem prerezu v isti razvojni fazi?

NALOGA 69: PELODNA ZRNA

Oglej si trajni preparat pelodnih zrn različnih rastlinskih vrst (As630c). Skiciraj različne tipe peloda, opazuj strukturiranost eksine in število apertur.

Kako so oblikovane celične stene različnih pelodnih zrn?

Kako se pelodna zrna razlikujejo v velikosti?

Kako je zgrajena stena pelodnega zrna?

IZVLEČEK

Gradivo »Splošna botanika – vaje«, ki je namenjeno študentom Varstvene biologije na Univerzi na Primorskem, vsebuje naloge iz morfologije rastlin, osnov mikroskopiranja, zgradbe prokariontske in evkariontske celice, plastidov, celične stene, vakuole, osnovnih rastlinskih tkiv, krovnih tkiv, apikalnega meristema, notranje zgradbe stebela, notranje zgradbe korenine, notranje zgradbe lista, sekundarne rasti ter zgradbe prašnikov in pestiča.

UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI

<http://biodidac.bio.uottawa.ca>

Peterson Larry R., Peterson Carol A., Melville Lewis H. 2008. Teaching Plant Anatomy Through Creative Laboratory Exercises. NRC Press. Ottawa, Ontario. 164 str.

Bendre A., Kumar A. 2004. Text Book of Practical Botany 2. Rastogi Publications. 464 str.

SEZNAM PRIPOROČENE LITERATURE ZA ŠTUDIJ

Dermastia M. 2007. Pogled v rastline. Ljubljana: Nacionalni inštitut za biologijo. 237 str.

Mauseth J.D. 2019. Botany: An Introduction to Plant Biology: 7th Edition. Jones & Bartlett Learning. 844 str.

Peterson Larry R., Peterson Carol A., Melville Lewis H. 2008. Teaching Plant Anatomy Through Creative Laboratory Exercises. NRC Press. Ottawa, Ontario. 164 str.

Biologija rastlin

doc. dr. Živa Fišer
doc. dr. Katarina Šoln

PROTOKOLI ZA VAJE

Agronomija, visokošolski študijski program

Ime in priimek: _____

Študijsko leto: _____

Skupina: _____

Protokoli za vaje so **sprejeti** / **niso sprejeti**. Datum pregleda: _____

Izola, 2025

KAZALO

UVOD	84
1. VAJA: MORFOLOGIJA RASTLIN 1, datum:	85
NALOGA 1: ZUNANJA ZGRADBA RASTLINE	86
NALOGA 2: TIPI PREOBRAŽENIH STEBEL	87
NALOGA 3: PREOBRAŽENI LISTI	89
NALOGA 4: ZUNANJA ZGRADBA LISTA	90
NALOGA 5: ČLENJENOST LISTNE PLOSKVE	91
2. VAJA: MORFOLOGIJA RASTLIN 2, datum:	92
NALOGA 6: KORENINSKI SISTEMI	93
NALOGA 7: PREOBRAŽENE KORENINE	94
NALOGA 8: ZGRADBA CVETA	96
NALOGA 9: RAZLIČNI TIPI PLODOV	97
3. VAJA: OSNOVE MIKROSKOPIRANJA IN OPAZOVANJE CELICE, datum:	99
NALOGA 10: MIKROSKOP	101
NALOGA 11: OPAZOVANJE PROKARIOTSKE CELICE	102
NALOGA 12: EVKARIOTSKA CELICA	103
NALOGA 13: OPAZOVANJE EVKARIOTSKE CELICE: VODNA LEČA	104
4. VAJA: PLASTIDI, datum:	104
NALOGA 14: KROMOPLASTI	106
NALOGA 15: AMILOPLASTI	107
5. VAJA: CELIČNA STENA IN OBRAMBNE STRUKTURE, datum:	108
NALOGA 16: PRIMARNA CELIČNA STENA	109
NALOGA 17: SEKUNDARNA CELIČNA STENA	110
NALOGA 18: CISTOLIT	111
6. VAJA: VAKUOLA, datum:	112
NALOGA 19: BARVILA V VAKUOLI	113
NALOGA 20: PLAZMOLIZA	114
7. VAJA: OSNOVNA RASTLINSKA TKIVA, datum:	115
NALOGA 21: PARENHIM	116
NALOGA 22: FOTOSINTETSKI PARENHIM	117
NALOGA 23: AERENHIM	118
NALOGA 24: VOGALNI KOLENHIM	119
NALOGA 25: SKLERENHIMSKA VLAKNA	120
NALOGA 26: VLAKNA	121
8. VAJA: KROVNO TKIVO, datum:	122
NALOGA 27: NAVADNE EPIDERMALNE CELICE IN CELICE ZAPIRALKE	123
NALOGA 28: LISTNE REŽE	124
NALOGA 29: ŽLEZNI TRIHOMI	125
NALOGA 30: OLJNE ŽLEZE V EKSOKARPU POMARANČE	126
9. VAJA: APIKALNI MERISTEM, datum:	127
NALOGA 31: KORENINSKI VRŠIČEK	128
NALOGA 32: RASTNI VRŠIČEK KORENINE ČEBULE	129
NALOGA 33: MITOZA	130
10. VAJA: NOTRANJA ZGRADBA STEBLA IN KORENINE, datum:	132
NALOGA 34: PREČNI PREREZ STEBLA DVOKALIČNICE	133
NALOGA 35: PREČNI PREREZ STEBLA ENOKALIČNICE	134
NALOGA 36: PREČNI PREREZ KORENINE	135

NALOGA 37: MEZOMORFEN BIFACIALEN LIST	137
NALOGA 38: NAVPIČNO USMERJEN C4 LIST	138
NALOGA 39: KSEROMORFEN BIFACIALEN LIST	139
NALOGA 40: PLAVAJOČ HIDROMORFEN LIST.....	140
12. VAJA: SEKUNDARNA RAST, datum:	141
NALOGA 41: RAZLIČNI TIPI LESA	142
NALOGA 42: DVELETNI POGANJEK DVOKALIČNICE.....	143
NALOGA 43: PREREZI LESA.....	144
13. VAJA: PRAŠNIKI IN PESTIČ, datum:	145
NALOGA 44: ZGRADBA PRAŠNICE	146
NALOGA 45: ZGRADBA PLODNICE.....	147
NALOGA 46: PELODNA ZRNA.....	148
IZVLEČEK.....	149
UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI	149
SEZNAM PRIPOROČENE LITERATURE ZA ŠTUDIJ.....	149

UVOD

Gradivo »Biologija rastlin – protokoli za vaje« je namenjeno študentom prvega letnika študijskega programa Agronomija na Fakulteti za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije Univerze na Primorskem. Gradivo je zasnovano kot zbirka nalog, ki zajema zunanjo zgradbo rastlin, osnove mikroskopiranja, zgradbo prokariontske in evkariontske celice, plastide (kloroplaste, kromoplaste in amiloplaste), primarno in sekundarno celično steno, značilnosti vakuole in plazmolizo, rastlinske obrambne strukture, spoznavanje osnovnih rastlinskih tkiv (parenhim, kolenhim in sklerenhim), krovno tkivo, apikalni meristem, notranjo zgradbo stebela, notranjo zgradbo korenin, notranjo zgradbo lista, različne tipe žil, sekundarno rast ter zgradbo prašnikov in pestiča. Med vajami bodo študentje v gradivo »Biologija rastlin – vaje« risali skice in odgovarjali na vprašanje. Gradivo bo pomagalo študentom pri študiju Biologije rastlin in jih usmerilo k poglavitnim značilnostim zgradbe rastlin. Poleg zgradbe rastlin bodo študentje na vajah spoznali tudi osnove sistematike rastlin in izdelali herbarij.

Avtorici si želita, da bi študenti na vajah Biologija rastlin dobili dober vpogled v zgradbo rastlin, ki predstavlja osnovo za razvoj na področju kmetijstva.

Izola, 14. 10. 2024

Živa Fišer in Katarina Šoln

1. VAJA: MORFOLOGIJA RASTLIN 1, datum: _____

Prva vaja je namenjena spoznavanju zunanje zgradbe rastlin. Na začetku boste spoznali glavne rastlinske organe – korenino, steblo, liste, cvetove in plodove. Rastline pa lahko spoznate le, če jih dobro opazujete, narišete in slike označite. Na ta način boste opazili podrobnosti, ki jih sicer ne bi: pokritost z dlačicami, prisotnost žlez, zgradbo cveta in drugo. Če so rastline majhne, si pri opazovanju lahko pomagata s stereomikroskopom. Pri tej vaji se bomo osredotočili na steblo in liste.

Steblo je rastlinski organ, ki nosi liste in cvetove. Poleg tega sta njegovi ključni nalogi prevajanje snovi (vode z minerali in sladkorjev) ter dvigovanje rastline proti svetlobi. Vendar pa lahko steblo kot odziv na zunanje dejavnike prevzame tudi drugačne vloge. Takrat se njegova zunanja in notranja zgradba močno spremenita, včasih celo do te mere, da težko prepoznamo, za kateri rastlinski organ gre. Steblo puščavskih rastlin je na primer močno odebeljeno, da se v njem shranjuje voda, steblo postane udi glavni organ fotosinteze. Pri drugih vrstah, na primer fižolu, se lahko steblo močno podaljša in omogoča rastlini plezanje proti svetlobi. To je le nekaj primerov stebelnih preobrazb.

Listi so zelo raznoliki organi in v naravi najdemo nešteto različnih oblik in velikosti listov. Kljub temu pa lahko splošno ločimo glavne značilnosti listov enokaličnic, ki so pogolgovati, veliko ožji kot dolgi, ter vzporedno žilnati, na steblo so lahko namešeni sedeče ali tako, da ga popolnoma objemajo. Listi dvokaličnic pa so sestavljeni iz listne ploskve in listnega peclja. Listna ploskev je mrežasto žilnata.

Podobno kot steblo lahko tudi listi svojo primarno funkcijo – sprejem svetlobe za reakcije fotosinteze – spremenijo. Listi se lahko preobrazijo v različne strukture in pridobijo različno vlogo. Pri tem se lahko njihova primarna vloga (fotosinteza) izgubi in jo prevzamejo drugi organi, ponavadi steblo (na primer pri kaktusih), ali pa fotosinteza normalno poteka, listi pa pridobijo še dodatno vlogo (na primer listi sukulenthih rastlin).

NALOGA 1: ZUNANJA ZGRADBA RASTLINE

V naravi poišči manjšo rastlino z razvitimi cvetovi in jo skiciraj ter označi njene sestavne dele. V pomoč naj ti bodo naslednji pojmi: vršiček poganjka / cvet / stranski poganjek / nodij ali kolence / internodij ali medkolenčje / list / seme / plod / stranska korenina / koreninski vršiček / glavna korenina / zalistni ali aksilarni brst.

Rastlinska vrsta: _____

NALOGA 2: TIPI PREOBRAŽENIH STEBEL

Poišči primere rastlin z različnimi preobraženimi stebli in izpolni tabelo. Odgovori na vprašanja ter vsak primer preobraženega stebela iz tabele skiciraj in označi.

	Primer rastlinskih vrst	Skica
filokladij		
kladodij		
stebelni gomolj		
plezajoče steblo		

korenika		
stebelni trni		
čebulni krožec		

Kakšna je glavna vloga stebelnega gomolja?

Kakšna je vloga plezajočega stebila?

Kakšna je razlika med bodico in trnom?

NALOGA 3: PREOBRAŽENI LISTI

Zapiši nekaj primerov v preglednici, poišči po en primer za vsako preobrazbo in ga skiciraj.

Tip preobrazbe	Primeri	Skica
luskolisti		
listne vitice		
listni trni		
sukulentni listi		
brakteje		
lovilne pasti		

NALOGA 4: ZUNANJA ZGRADBA LISTA

Listi so zelo raznoliki organi in v naravi najdemo nešteto različnih oblik in velikosti listov. Kljub temu pa lahko posplošeno ločimo glavne značilnosti listov enokaličnic, ki so piholgovati, veliko ožji kot dolgi, ter vzporedno žilnati, na steblo so lahko namepleni sedeče ali tako, da ga popolnoma objemajo. Listi dvokaličnic pa so sestavljeni iz listne ploskve in listnega peclja. Listna ploskev je mrežasto žilnata.

Kot primer tipičnega dvokaličniškega lista si dobro oglej list bršljana in ga skiciraj. Označi glavne strukture.

OBJEKT: bršljan (*Hedera helix*)

Kakšna je razporeditev žil v listu?

Ali je list pecljat ali sedeč?

Kakšna je listna ploskev?

Kakšen je listni rob?

NALOGA 5: ČLENJENOST LISTNE PLOSKVE

Oglej si različne tipe listov in jih skiciraj. S pomočjo določevalnega ključa ugotovi, za kateri tip lista gre: cel list, pernato deljen list, dlanasto deljen list, lihopernato sestavljen list, sodopernato sestavljen list, dlanasto sestavljen list.

Ob skici vsakega lista dopiši informacije o tem, kakšen je:

1. listni pecelj
2. listna ploskev
3. oblika lista
4. razporeditev žil
5. listni rob

Objekt: različni listi

2. VAJA: MORFOLOGIJA RASTLIN 2, datum: _____

Pri 2. vaji se bomo osredotočili na korenine, cvetove in plodove.

Glavne funkcije korenine so pritrjevanje rastline v ali na substrat, sprejemanje vode in v njej raztopljenih snovi, shranjevanje rezervnih snovi in vode. V skladu s funkcijo je tudi zgradba korenine. Ločimo dva osnovna tipa koreninskih sistemov, koreninski sistem z glavno korenino, ki je značilen za dvokaličnice, in šopast koreninski sistem, značilen predvsem za enokaličnice. Tudi korenine se lahko spremenijo za opravljanje posebnih nalog. Lahko se odebelijo v kroglaste koreninske gomolje ali podolgovate korene ali pa se spremenijo v nadzemne oporne, oprijemalne ali zračne korenine. Sesalne ali zajedalske korenine so preobražene nadomestne korenine, ki se pojavljajo pri zajedalskih rastlinah.

Cvet je reprodukativna struktura, ki je značilna za rastline iz skupine kritosemenk. Cvetovi so ključni za spolno razmnoževanje, saj vsebujejo dele za tvorbo gamet (spolnih celic) in omogočajo proces oploditve, ki vodi do nastanka semen in plodov. Tipičen cvet je sestavljen iz cvetnega odevala, ki ga sestavljajo ponavadi barviti venčni in zeleni čašni listi. Glavne razmnoževalne strukture so prašniki in pestič. Prašniki so moški reprodukativni organi, sestavljeni iz prašnične niti (filamenta) in prašnice (anthera), kjer nastajajo pelodna zrna. Pestič pa je ženski reprodukativni organ, ki vključuje brazdo (stigma), vrat in plodnico, v kateri so semenske zasnove. Vsi deli cveta so pritrjeni na cvetišče ali receptakel.

Iz plodnice, lahko pa tudi dodatno iz drugih delov cveta, se razvije plod. Plod se lahko razvije iz enega ali več pestičev. Ob zrelosti je lahko suh ali mesnat, oba tipa pa lahko vsebujeta po eno ali več semen. Glede na vse te lastnosti dobijo plodovi različna imena (oreški, zrna, stroki, koščičasti plodovi, pečkati plodovi...)

NALOGA 6: KORENINSKI SISTEMI

Poišči rastlino z glavno korenino in s stranskimi koreninami ter rastlino s šopastim koreninskim sistemom. Skiciraj oba tipa koreninskih sistemov in odgovori na spodnja vprašanja:

Koreninski sistem z glavno korenino	Šopast koreninski sistem
Ime rastline: _____	Ime rastline: _____

Kakšne so glavne razlike med sistemom z glavno korenino in šopastim koreninskim sistemom?

Kateri koreninski sistem rastlino bolj učinkovito zasidra rastlino v tla?

Iz česa se razvije prava korenina?

NALOGA 7: PREOBRAŽENE KORENINE

Korenine se lahko preobrazijo v različne strukture in pridobijo različno vlogo. Poišči po en primer za vsako preobrazbo in ga skiciraj. Odgovori na spodnja vprašanja.

Tip preobrazbe	Primeri, značilnosti in skice
Koren	
Koreninski gomolj	
Zajedavske korenine	
Zračne korenine	
Oprijemalne korenine	
Vegetativno razmnoževanje	

Fiksacija dušika	
Mikoriza	
Alelopatija	

Kako se imenuje odebeljena glavna korenina

Kako se imenujejo odebeljene stranske korenine?

Kaj zajedavske rastline pridobivajo od gostiteljskih rastlin?

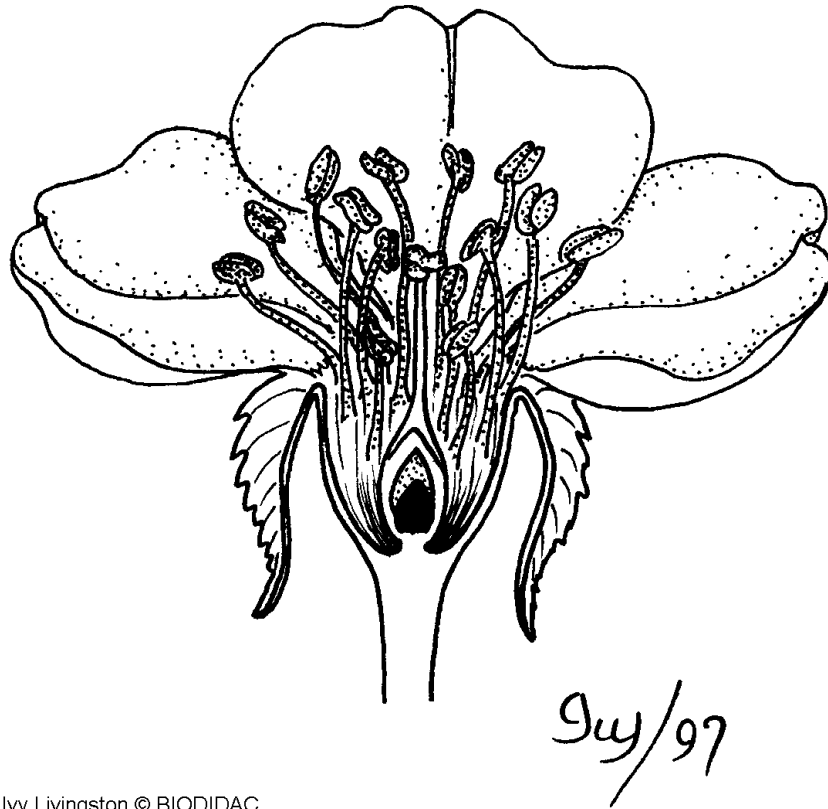
Kakšna je vloga zračnih korenin in v kakšnih ekoloških vlogah se pojavljajo?

Kakšno prednost ima rastlina v mikorizi?

Kaj je alelopatija?

NALOGA 8: ZGRADBA CVETA

Označi spodnjo skico. Uporabi naslednje izraze: cvetni pecelj, čašni listi, venčni listi, prašnik, prašnica, prašnična nit, pestič, brazda, vrat, plodnica, semenska zasnova.



Ivy Livingston © BIODIDAC

Slika: Cvet v prečnem prerezu. Vir: <https://omeka.uottawa.ca/biodidac>

NALOGA 9: RAZLIČNI TIPI PLODOV

Oglej si različne tipe plodov in izpolni spodnjo preglednico s primeri.

	Tip ploda	Primeri
Enostavni plodovi	Jagoda	
	Koščičast plod	
	Oreški	
	Razpadni plodovi	
	Mešički	
	Glavice	
Birni plodovi	Birni koščičasti plodovi	
	Birni oreški	
	Jabolko	
Soplodje	Soplodje	

Prostor za skice:

Prostor za skice:

3. VAJA: OSNOVE MIKROSKOPIRANJA IN OPAZOVANJE CELICE, datum:

Osnovna strukturna enota vsakega organizma je celica. Celice so v veliki večini s prostim očesom nevidne, zato si moramo pri opazovanju teh majhnih struktur pomagati z mikroskopom. Velikost celic opisujemo v metričnih enotah (ponavadi v mikrometrih ali μm) ali v povečavah.

Prokarionske celice so najenostavnejše celice, ki obstajajo na Zemlji. So majhne (manjše od evkarionskih) in nimajo razvitih membranskih organelov. Prave bakterije, cianobakterije in arhebakterije so sestavljene iz prokariontskih celic. Kot primer prokariontskih organizmov si bomo ogledali predstavnike cianobakterij, natančneje iz rodov *Oscillatoria* in *Nostoc*. *Nostoc* je cianobakterija z nitasto organizacijo, kar predstavlja najvišjo stopnjo organizacije pri prokariontih. Gradijo jo protocite, med katerimi se pojavljajo heterociste, pomembne za fiksacijo atmosferskega dušika. Tudi *oscillatorija* je cianobakterija z nitasto organizacijo. Čeprav nima heterocist, je vseeno sposobna fiksacije dušika. Vrsta *Oscillatoria rubescens* povzroča cvetenje Blejskega jezera.

Vsi ostali organizmi so sestavljeni iz evkariontskih celic (evcit). Te celice so kompleksnejše zgrajene, imajo jedro, obdano z dvojno membrano, ter druge organele, ki so prav tako obdani z dvojno membrano (plastidi, mitohondriji). V protocitah je celična plazma želatinasta, medtem ko imajo evcite tekočo citoplazmo. Rastlinske celice se od živalskih razlikujejo v nekaterih organelih in strukturah: imajo prisotne plastide, vakuolo in celično steno ter nekatere druge organele za razgradnjo odpadnih produktov.

Ker so celice majhne, jih ne moremo opazovati s prostim očesom. Povečava človeškega očesa je 1x. Običajno povečevalno steklo poveča objekte 5x, kar pomeni, da je slika objekta pod povečevalnim steklom 5x večja kot v resnici. Z dodajanjem povečevalnih leč dobimo svetlobni mikroskop, pri katerem povečave segajo ponavadi do 1000x. Tudi bi bimel svetlobni mikroskop veliko večjo povečavo (npr. 5000x), pa slika ne bi bila ostra. Pomemben faktor pri mikroskopiranju predstavlja namreč resolucija ali minimalna razdalja med dvema točkama, da ju še lahko zaznamo kot dve točki. Človeško oko ima resolucijo 100 μm , kar pomeni, da lahko s prostim očesom ločimo dve točki, ki sta med seboj oddaljeni 100 μm . Najboljši svetlobni mikroskopi imajo ločljivost 0,2 μm , kar je 500x bolje kot človeško oko. Resolucija mikroskopa pogojuje ostrino povečane slike.

Pri vajah iz Biologije rastlin se bomo omejili na uporabo svetlobnega mikroskopa. Zaradi tega se moramo poprej spoznati z njegovimi glavnimi sestavnimi deli.

Svetlobni mikroskop je sestavljen iz mehaničnih (stojalo, mizica, noga) in optičnih delov (sistem leč, objektiv, okularji, kondenzor). Na zgornjo stran stojala mikroskopa je nameščen tubus, ki nosi objektivne in okularje. Na stojalo je običajno pritrjen revolver, v katerem je privitih več objektivov. Z obračanjem revolverja lahko namestimo objektiv s povečavo, ki nam ustreza. Vsak objektiv ima vgravirano povečavo (v našem primeru so povečave objektivov 4X, 10X, 40X in 100X). Objektiv, ki ima vgravirano črno črto in oznako OIL, OEL ali HI, je namenjen opazovanju z imerzijskim oljem, medtem ko so ostali objektivni namenjeni suhemu opazovanju (med lečo objektiva in krovnim stekelcem je zrak).

Na nasprotni (zgornji) strani tubusa so okularji, ki imajo tudi svojo povečavo (v našem primeru 10X). Okular je lahko eden, v tem primeru govorimo o monokularnem mikroskopu. Če sta okularja dva, je to binokularni mikroskop, če pa so okularji trije, služi tak mikroskop za snemanje s kamero ali fotoaparatom in ga imenujemo trinokularni mikroskop. Pri binokularnih in trinokularnih mikroskopih lahko razdaljo med okularjema uravnavamo s pomočjo distančnika medzenične razdalje. Na enem od okularjev je nameščen zobat obroč, s katerim okular priredimo dioptriji naših oči.

Ob straneh stojala sta nameščena dva vijaka, ki služita izostritvi slike. Večji, makrometerski vijak, služi bolj grobemu ostrenju in ga uporabljamo pri najmanjši povečavi. Z manjšim, mikrometrski vijakom, ostrimo sliko pri večjih povečavah. Pod objektivi je nameščena mizica, na katero položimo preparat (objektno stekelce). Stekelce fiksiramo z vzmetjo za vpenjanje preparata, premikamo pa ga z vijakom, ki je nameščen pod mizico. Na sredi mizice, tik pod mestom, kamor vpnejo preparat, je odprtina, skozi katero prihaja svetloba. Ta svetloba potuje od žarnice do kondenzorja skozi preparat naprej v objektiv.

Pod mizico je kondenzor z lečami. Te zbirajo svetlobo, ki prihaja iz žarnice, v ravnino objekta. Kondenzor lahko pri nekaterih mikroskopih z vijakom dvigamo ali spuščamo. Poleg tega je tu nameščena še aperturna zaslonka, ki jo lahko z ročico odpiramo ali zapiramo in tako določamo količino svetlobe, ki prihaja v optični sistem. Kondenzorjeva apertura in izostrenost sta bistveni za kar najboljši izkoristek zmogljivosti objektiva, medtem ko aperturna zaslonka omogoča doseganje primerne osvetljenosti in kontrasta.

Povečavo mikroskopa izračunamo tako, da pomnožimo povečavo objektiva in povečavo okularja.

Sama povečava pa za opazovanje majhnih objektov ni dovolj, pomembna je tudi ločljivost mikroskopa, ki določa najmanjšo razdaljo, pri kateri še lahko razločimo dve točki.

NALOGA 10: MIKROSKOP

Na skici označi dele svetlobnega mikroskopa!



Slika: Svetlobni mikroskop. Fotografija: Živa Fišer

Kaj je povečava mikroskopa?

Kaj je ločljivost mikroskopa?

NALOGA 11: OPAZOVANJE PROKARIONTSKE CELICE

Izdelaj sveži preparat iz vzorcev stoječe vode in skiciraj organizme, ki jih opaziš. Ne pozabi na merilo!

OBJEKT: vzorec vode, lokacija: _____

Oglej si trajni preparat cianobakterije *Nostoc*. Skiciraj ga in označi glavne strukture.

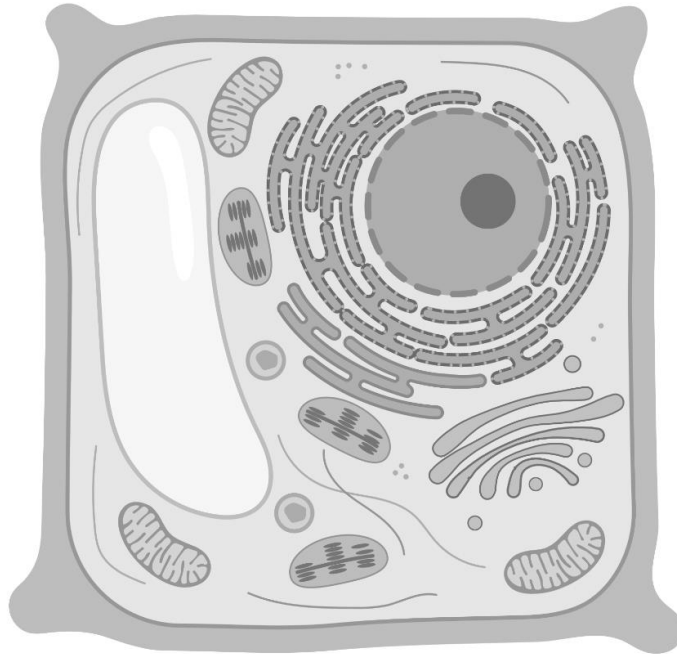
OBJEKT: *Nostoc* (Ag1147c)

Ali v celicah opazite jedra?

Ali opazite kakšne druge organele?

NALOGA 12: EVKARIONTSKA CELICA

Pri prejšnji nalogi ste si ogledali prokariotske celice. Na spodnji skici pa je shematsko prikazana evkariontska rastlinska celica. Na skici označi njene ključne sestavne dele!



Slika: Rastlinska celica je tip evkariontske celice. Vir: BioRender

NALOGA 13: OPAZOVANJE EVKARIONTSKE CELICE: VODNA LEČA

Mala vodna leča je vodna rastlina, njeni listi so le iz dveh plasti celic, zato jih je enostavno opazovati s svetlobnim mikroskopom. Še posebno lepo so v celicah vidni številni kloroplasti in jedro, ki ga vidimo kot svetlo kroglasto granularno strukturo, ponavadi jasno vidno v celicah na robu lista. Kloroplasti se večinoma nahajajo ob celični steni, kamor jih pritiska osrednja vakuola. Celice obdaja primarna celična stena, med dvema sosednjima celicama pa opazimo svetlo črto - osrednjo lamelo. Opazujemo lahko tudi rotacijsko gibanje citoplazme, značilno predvsem za vodne rastline, ki imajo po eno samo centralno vakuolo. Citoplazma se giblje (rotira) vedno v isti smeri.

Izdelaj sveži preprat lista vodne leče, skiciraj eno celico in označi strukture. Če preparat obarvamo z jodovico, opazimo asimilacijski škrob, ki nastaja v kloroplastih. Preparat obarvamo tako, da ob rob krovnega stekelca kanemo kapljico barvila, na drugi strani pa s filter papirjem popivnamo vodo in tako potegnemo jodovico pod krovno stekelce.

OBJEKT: mala vodna leča (*Lemna minor*) – sveži preparat

S pomočjo mikrometrskega merilca izmeri dolžino ene celice:

Kakšen je premer enega kloroplasta?

Katere strukture se obarvajo po dodatku jodovice?

4. VAJA: PLASTIDI, datum: _____

Plastidi so organeli z raznoliko vlogo. **Kloroplasti** so ključni za fotosintezo in dajejo rastlinam zeleno barvo. Oranžno barvo korenju dajejo **kromoplasti**, v katerih se kopiči pigment karoten. V kroglastih kromoplastih se kopiči karotenoid β -karoten. Poleg kroglastih kromoplastov lahko opaziš tudi drugače oblikovane kristale β -karotena. Ti so se sprostili iz kromoplastov v citoplazmo. Kristalno strukturo lahko preverimo z opazovanjem pod polarizacijsko svetlobo. Rastline imajo lahko tudi brezbarvne **etioplaste**. **Amiloplasti** so plastidi, ki služijo kopičenju založnega škroba, ki se v amiloplastih nahaja v obliki različno oblikovanih škrobnih zrn. Najdemo jih v najrazličnejših rastlinah, ponavadi je njihova količina največja v založnih organih, na primer gomoljih ali plodovih. Založni plastidi so še **elajoplasti** in **proteinoplasti**.

NALOGA 14: KROMOPLASTI

Pripravi sveži preparat rezine korenja. Poišči kromoplaste in kristale β -karotena ter jih skiciraj.

OBJEKT: korenje (*Daucus carota*) – sveži preparat

Kako se imenuje odebeljena glavna korenina pri korenju?

Kje se nahaja barvilo β -karoten?

Kakšna je vloga kromoplastov?

NALOGA 15: AMILOPLASTI

Iz preučevanih rastlin z iglo postrgaj nekaj tkiva ter ga prenesi v kapljico vode na objektnem steklu. Pokrij s krovnim stekelcem in poglej pod mikroskopom. Skiciraj škrobna zrna. Nato preparat obarvaj z jodovico in opazuj spremembe. Ne pozabi na merilo!

OBJEKT: krompir (<i>Solanum tuberosum</i>)	OBJEKT: pšenica (<i>Triticum vulgare</i>)
OBJEKT: fižol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	OBJEKT: banana (<i>Musa sapientum</i>)

Kje v celici so shranjena škrobna zrna?

Ali je škrobno zrno obdano z membrano?

Kakšno vlogo ima škrob v semenu fižola?

Kaj se zgodi s škrobnimi zrni po dodatku jodovice?

5. VAJA: CELIČNA STENA IN OBRAMBNE STRUKTURE, datum: _____

Celično steno je struktura na zunanji strani plazmaleme in je značilna za rastlinske celice. Gradijo jo celuloza, hemiceluloze in pektini ter glikoproteini. Poznamo primarno celično steno, ki je prisotna pri parenhimskih in kolenhimskih celicah, ter sekundarno celično steno, ki se izoblikuje le pri nekaterih tipih celic. Celična stena je razmeroma debela in je opazna s svetlobnim mikroskopom. Čeprav je razmeroma debela in trdna, lahko sosednje celice med seboj še vedno komunicirajo preko ozkih kanalčkov plazmodezem.

Nekatere celice imajo poleg primarne celične stene razvito tudi debelo sekundarno steno. Te celice služijo predvsem za oporo ali obrambo. V nekaterih sadežih (pa tudi listih) se nahajajo majhne trde celice, ki jih imenujemo brahisklereide, čutimo pa jih kot trda zrnca. Ko jih opazujemo pod mikroskopom, lahko v sekundarni steni opazimo kanalske piknje.

Nekatere rastline pa za obrambo pred herbivori ne uporabijo trdih sklereid temveč kamenčke. V večplastni povrhnjici fikusa lahko opazimo velike idioblaste, ki jih imenujemo kamene celice ali litociste. To so velike epidermalne celice, ki vsebujejo vsaka po en velik kristal kalcijevega karbonata - cistolit. Kristali nastanejo tako, da iz idioblasta zraste v notranjost celice podolgovat izrastek, ki služi kot kristalizacijsko jedro za kalcijev karbonat. Poleg slednjega se nalagajo še pektini in silicij. Tako nastane celični kamen ali cistolit.

NALOGA 16: PRIMARNA CELIČNA STENA

Čebula (*Allium cepa*) je enokaličnica, uvrščamo jo v družino lukovk (Alliaceae). Odreži košček luskolista čebule in z njega potegni povrhnjico ter jo položi v kapljico vode na objektnem stekelcu. Pokrij s krovnim stekelcem in opazuj pod mikroskopom. Skiciraj preparat in ga označi.

OBJEKT: čebula (*Allium cepa*)

Kako je zgrajena primarna celična stena?

NALOGA 17: SEKUNDARNA CELIČNA STENA

Pripravi mokri preparat celic zrelega plodu hruške. Skiciraj nekaj brahisklereid in jih označi. Ne pozabi na merilo!

OBJEKT: hruška (*Pyrus communis*)

Kakšna je oblika brahisklereid?

Ali so brahisklereide žive ali mrtve?

Kako je zgrajena sekundarna celična stena?

NALOGA 18: CISTOLIT

Košček lista fikusa vложи v stiropor in naredi več tankih prečnih rezin lista, jih položi v kapljico vode na objektnem stekelcu in pokrij s krovnim stekelcem. Opazuj pod mikroskopom in skiciraj. Kemično sestavo cistolita preveri tako, da ob rob krovnega stekelca kaneš kapljico očetne kisline. Kalcijev karbonat se ob dodatku kisline raztopi, ostane pa pecelj in suberinast ovoj, ki obdaja cistolit.

OBJEKT: fikus (*Ficus elastica*)

Kakšna je vloga cistolita?

Kakšna je njegova kemijska zgradba?

6. VAJA: VAKUOLA, datum: _____

Barvila se v rastlinah nahajajo v topni ali netopni obliki. Netopna barvila karotene smo opazovali pri korenju. Nekatera barvila pa so topna v vodi in se shranjujejo v vakuolah. Ta barvila lahko dajejo barvo listom, cvetovom ali plodovom. Gre za vijoličaste antociane ali rumenkaste antoksoantine.

Vakuola pa ne služi samo kopičenju barvil, temveč ima tudi druge vloge, na primer založno (kopičenje topnih sladkorjev) ali pa služi kot organel za shranjevanje odpadnih produktov. Glavna vloga vakuole pa je vzdrževanje pritiska znotraj celice – turgorja.

V vodi so celice turgidne. Ob dodatku hipertonične raztopine se citoplazma skrči - nastopi plazmoliza. Kraki citoplazme ostanejo pripeti na celično steno na mestih, kjer so plazmodezme. Ob ponovnem dodatku vode celice postopoma sprejemajo vodo in postanejo zopet turgidne. Turgor je ključnega pomena tudi za nekatera gibanja rastlin (odpiranje in zapiranje listnih rež, zapiranje cvetov in listov...).

NALOGA 19: BARVILA V VAKUOLI

Pripravi sveži preprat lista rdečega zelja. Skiciraj in označi strukture. Ne pozabi na merilo!

OBJEKT: rdeče zelje (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Kako se imenuje membrana vakuole?

Naštej vsaj 3 vloge vakuole v rastlinski celici:

Katera barvila dajejo rdečemu zelju vijolično barvo?

Ali so ta barvila vodotopna?

Kako se barva spremeni po dodatku HCl?

Kako se barva spremeni po dodatku NaOH?

NALOGA 20: PLAZMOLIZA

Izdelaj preparat povrhnjice rdeče čebule (*Allium cepa*). Opazuj celice in jih skiciraj. Nato dodaj ob rob krovnega stekelca raztopino soli (NaCl) in jo na nasprotni strani povleci pod stekelce s pomočjo papirnatega robčka. Opazuj, kaj se dogaja s celicami in to skiciraj. Čez nekaj minut nadomesti solno raztopino z destilirano vodo. Kaj se dogaja s celicami? Skiciraj!

OBJEKT: rdeča čebula (*Allium cepa*)

Kaj je osmoza?

Kaj je turgor?

Kaj se zgodi s celico v hipertoničnem okolju?

Kaj se zgodi s celico v hipotoničnem okolju?

7. VAJA: OSNOVNA RASTLINSKA TKIVA, datum: _____

Za osnovna rastlinska tkiva – parenhim, kolenhim in sklerenhim – je značilno, da so sestavljena iz enega tipa celic.

Parenhimsko tkivo je najbolj osnovno tkivo, ki v rastlinskem telesu zavzema največji volumen. Nekatera parenhimska tkiva so popolnoma nespecializirana, kot so na primer tkiva v strženu stebel, medtem ko druga prevzemajo različne vloge, na primer fotosintetsko (fotosintetski parenhim) ali založno (**založni parenhim** s škrobnimi zrni, celicami z olji in maščob ali proteinskimi kristali). **Fotosintetski (=asimilacijski) parenhim** vsebuje celice s številnimi kloroplasti. Največ ga je ponavadi v listih, v manjši meri pa se lahko nahaja tudi v drugih organih. V listih, prilagojenih na zmerno okolje, je fotosintetski parenhim dveh oblik: pod zgornjo povrhnjico se nahaja paličasti fotosintetski parenhim, pod njim pa gobasti. **Aerenhim ali zračni parenhim** je namenjen prezračevanju rastline. Zanj so značilni obsežni medcelični prostori, pogosto pa ga najdemo pri vodnih ali močvirskih rastlinah.

Kolenhim je osnovno tkivo, ki pa ga zaradi deloma odebeljenih celičnih sten uvrščamo med mehanska tkiva, saj rastlinam omogoča določeno mero trdnosti. Pri rastlinah prepoznavamo tri tipe kolenhima (**vogalni, ploskovni in luknjičasti**), ki so dobili ime po tem, kako je odebeljena primarna celična stena. Kolenhim se nahaja pod povrhnjico in daje zelnatim rastlinam trdnost.

Sklerenhim je oporno tkivo, zgrajeno iz mrtvih celic z debelimi celičnimi stenami. Pod skorjo v steblu nekaterih zelnatih rastlin (npr. lanu) lahko opazimo snope celic, ki imajo odebeljene celične stene in majhen lumen celic. Te celice pripadajo **sklerenhimskim vlaknom** in so močno podaljšane v smeri rasti rastline, prečno pa jih spoznamo tudi po koncentričnih krogih, ki jih tvorijo posamezne plasti sekundarne celične stene. Sisalova vlakna pridobivajo iz prevodnih snopičev, ki se nahajajo v listih vrste agave. Ta vlakna vsebujejo veliko lignina, zato jih imenujemo tudi trda vlakna (večina enokaličnic ima lignificirana trda vlakna, medtem ko ima večina dvokaličnic mehka vlakna z malo ali nič lignina). Sisalova vlakna se največkrat uporablja za izdelavo vrvi. Drugi tip sklerenhimskih celic so sklereide, ki ste si jih pogledali v vaji 17.

NALOGA 21: PARENHIM

Oglej si trajni preparat stebela sončnice. V osrednjem delu stebela se nahaja stržen iz izodiametričnih parenhimskih celic. Skiciraj parenhim in ga označi.

Glede na funkcijo ločimo različne tipe parenhima:

- _____
- _____
- _____
- _____

OBJEKT: sončnica (*Helianthus annuus*) 2930c/As343c

Kakšne so celične stene v parenhimu?

Ali so vse celice v parenhimu enakih oblik?

Ali so parenhimske celice žive ali mrtve?

NALOGA 22: FOTOSINTETSKI PARENHIM

Oglej si trajni preparat prečnega prereza črnega teloha. Celice, ki vsebujejo kloroplaste, so celice fotosintetskega parenhima. Skiciraj nekaj celic znotraj fotosintetskega parenhima in označi skico.

OBJEKT: črni teloh (*Helleborus niger*) As473d

Ali so vse celice, ki vsebujejo kloroplaste, enakih oblik in velikosti? Razloži!

Ali so celice razporejene tesno skupaj? Razloži, zakaj ja oziroma ne!

NALOGA 23: AERENHIM

Oglej si trajni preparat navadnega ločka in ga skiciraj. Poišči aerenhim in ga označi na skici.

OBJEKT: navadni loček (*Juncus effusus*) As314c

Po čem lahko hitro prepoznaš aerenhim?

V kakšnih ekoloških razmerah živi loček?

NALOGA 24: VOGALNI KOLENHIM

Izdelaj sveži preparat stebela ali listnega peclja zelene. Oglej si tudi trajni preparat prereza listnega peclja kadulje. Na grobo skiciraj prečni prerez enega od objektov in označi, kje v steblu se nahaja vogalni kolenhim. Nato ga natančno skiciraj in skico označi.

OBJEKT: zelena (*Apium graveolens*), kadulja (*Salvia* sp.) As145c

Kakšna je vloga vogalnega kolenhima?

Kakšne so celične stene v kolenhimu?

Ali so kolenhimske celice žive ali mrtve?

NALOGA 25: SKLERENHIMSKA VLAKNA

Oglej si trajni preparat prečnega prereza stebela lanu. Skiciraj sklerenhim in ga označi.

OBEKT: navadni lan (*Linum usitatissimum*) - As1471d

Kakšne so celične stene v sklerenhimu?

Ali so sklerenhimske celice žive ali mrtve?

Kakšna je vloga sklerenhima?

Po čem jih prepoznaš vlakna na preparatu?

NALOGA 26: VLAKNA

Oglej si vlakna različnih rastlin in jih skiciraj.

OBJEKT: sisalova agava (*Agave sisalana*) in druga rastlinska vlakna

Kaj vpliva na to, da so nekatera vlakna trda in druga mehka?

8. VAJA: KROVNO TKIVO, datum: _____

Povrhnjica ali epidermis je najbolj zunanje tkivo, ki rastlino ščiti pred mehaničnimi poškodbami, uravnava izmenjavo plinov in s tem fotosintezo in dihanje, preko transpiracije in sprejema vode regulira tudi vodni režim rastline. Za to so odgovorne predvsem specializirane večcelične strukture, ki jim pravimo listne reže.

Listne reže pogosto obdajajo specifično oblikovane celice spremljevalke, ki delujejo kot rezervoarji za vodo in ione, ki vstopajo in izstopajo iz zapiralk. Listne reže posameznih vrst se med seboj lahko močno razlikujejo; na osnovi oblike, položaja in načina odpiranja. Ureditev rež dvokaličnic je raztresena, reže pa so naključno orientirane. Pri travah sledi vzorec rež vzorcu povrhnjice in vse reže so orientirane v isti smeri. Celice zapiralke imajo pri travah tanke stene, le hrbtna stena je v srednjem delu odebeljena, tako da ima reža ročkast videz.

Poleg listnih rež se na povrhnjici pojavljajo tudi druge tvorbe. Med najpogostejšimi so nežlezni in žlezni laski (trihomi). Žlezni trihomi imajo pri rastlinah obrambno ali izločalno vlogo. Lahko izločajo eterična olja, kot na primer žlezni laski različnih ustnatic, ali pa izločajo prebavne sokove (mesojede rastline). Žlezni laski so lahko zelo različno oblikovani, vedno pa so sestavljeni iz peclja in žlezne glave.

Eterična olja pa se lahko nahajajo tudi v notranjih tkivih rastlin, na primer v skorji stebel, v mezofilu listov ali v plodovih. Eksokarp citrusov vsebuje votline, v katerih se nabirajo eterična olja. Te votline lahko vidimo tudi s prostim očesom kot kroglice v olupku pomaranče, limone in mandarine.

NALOGA 27: NAVADNE EPIDERMALNE CELICE IN CELICE ZAPIRALKE

Oglej si trajni preparat lista črnega teloha. Poišči povrhnjico. Zgornjo povrhnjico sestavljajo bolj ali manj enake celice, na spodnji povrhnjici pa poleg normalnih epidermalnih celic najdemo še celice zapiralke, ki sestavljajo listno režo. Skiciraj prečni prerez lista teloha in označi zgornjo (adaksialno) in spodnjo (abaksialno) stran lista ter povrhnjico. Natančno skiciraj tudi listne reže v prečnem prerezu.

OBJEKT: črni teloh (*Helleborus niger*) As473d

Naštej 3 naloge povrhnjice:

- _____
- _____
- _____

Po čem se razlikujejo celice povrhnjice in celice zapiralke?

Ali opaziš listne reže tudi na zgornji površini lista?

NALOGA 28: LISTNE REŽE

Oglej si trajni preparat povrhnjice pri črnem telohu in travi. Skiciraj celice povrhnjice, obliko in namestitev listnih rež.

	Povrhnjica
črni teloh (<i>Helleborus niger</i>); As4117d	
trava (fam. Poaceae); As4113d	

Katera je glavna naloga listnih rež?

Kaj vstopa in kaj izstopa skozi listne reže?

NALOGA 29: ŽLEZNI TRIHOMI

Izdelaj sveži preparat in si pod mikroskopom oglej zgradbo žleznih trihomov. Na eni rastlini lahko najdemo različne žlezne trihome. Skiciraj njihovo obliko in strukturo. Oglej si tudi objekte, ki so jih izdelali ostali študentje iz drugih rastlin. Skiciraj različne žlezne trihome in jih primerjaj med sabo.

OBJEKT: žajbelj (*Salvia officinalis*), afriška vijolica (*Saintpaulia ionantha*)

Kakšna je vloga trihomov? Naštej vsaj 3 naloge:

- _____
- _____
- _____

NALOGA 30: OLJNE ŽLEZE V EKSOKARPU POMARANČE

Izdelaj paradermalne rezine pomarančnega olupka. Nekaj rezin obarvaj z barvilom Sudan. Prereze si oglej pod lupo in pod mikroskopom. Skiciraj in označi skico. Pomagaj si s trajnim preparatom citrusov 2904c.

OBJEKT: pomarančevcevec (*Citrus sinensis*) – sveži preparat

Kakšna je vloga eteričnih olj za rastlino?

9. VAJA: APIKALNI MERISTEM, datum: _____

V apikalnih meristemih vršičkov poganjkov in korenin nastajajo nove celice.

Rastni vršiček korenine je skrajni končni del korenine, ki ima dve ključni nalogi: rast preko delitve celic in prodiranje v globino. Rast omogočajo hitro deleče se celice v apikalnem meristemu, prodiranje v globino pa je omogočeno zaradi koreninske čepice, ki meristem ščiti pred poškodbami ter s pomočjo sluzi (mucigela), ki zmanjšuje trenje pri prodiranju skozi delce zemlje.

Proces, ki vključuje delitev celic, imenujemo mitozo. Mitoza je celična delitev, pri kateri vsaka hčerinska celica dobi eno kopijo vsakega kromosoma. Število kromosomov se tako ohranja - taka delitev je značilna za telesne (somatske) celice. V nasprotju z mitozo pride pri mejozi do redukcijske delitve kromosomov - hčerinski celici imata na koncu pol manj kromosomov kot materinska.

Mitoza poteka v več stopnjah (fazah), ki prehajajo ena v drugo: profaza, metafaza, anafaza, telofaza. V obdobju med dvema mitotskima delitvama je celica v interfazi. Pod mikroskopom so najbolj opazne spremembe v prisotnosti ali odsotnosti jedra, prisotnosti in postavitvi linearnih kromosomov ter v prisotnosti delitvenega vretena. Največ celic v fazi delitve najdemo tik nad koreninsko čepico, v območju, ki mu pravimo območje celičnih delitev.

Pri koreninah je apikalni meristem pokrit s koreninsko čepico (sestavljeno iz velikih kroglastih celic s statoliti), ki apikalni meristem ščiti pred poškodbami. Za meristemom, v nasprotni strani od koreninske čepice, kakšnih 2-6 mm za konico korenine, se celice začnejo podaljševati – to je območje podaljševanja, ki omogoča primarno rast korenine. Z oddaljevanjem od koreninskega vršička prehajamo v predel zorenja, kjer se celice redko delijo – tu celice zorijo za opravljanje nalog v zreli korenini.

NALOGA 31: KORENINSKI VRŠIČEK

Oglej si kalico vrtna redkvice, staro 3 dni. Iz semena je pognala korenina, na kateri se vidijo koreninski laski. V nasprotni smeri raste mlado stebelce z dvema kličnima listoma. Stebelce od korenine do kličnih listov je hipokotil, od kličnih listov do prvih pravih listov pa epikotil. Skiciraj rastlinico in označi skico.

OBJEKT: vrtna redkvice (*Raphanus sativus*), kalice 3 dni

Pripravi sveži preparat korenine kalice vrtna redkvice. Odreži konec koreninice (približno 1 cm), položi ga v kapljico vode na objektnem stekelcu in pokrij s krovnim stekelcem. Opazuj celice različnih velikosti in oblik. Majhne, hitro deleče se celice predstavljajo apikalni meristem korenine.

OBJEKT: korenine vrtna redkvice (*Raphanus sativus*), kalice 3 dni – sveži preparat

Od kod izraščajo koreninski laski?

NALOGA 32: RASTNI VRŠIČEK KORENINE ČEBULE

Oglej si trajni preparat rastnega vršička čebule. Poišči apikalni meristem korenine in koreninsko čepico. Preparat primerjaj s skico koreninskega vršička in ga tudi sam skiciraj.

OBJEKT: čebula (*Allium cepa*) As1145e

Kakšna je vloga apikalnega meristema korenine?

Kakšna je vloga koreninske čepice?

Kaj so statoliti? Kje se nahajajo? Kakšna je njihova vloga?

NALOGA 33: MITOZA

Oglej si trajni preparat koreninskega vršička čebule (As1166e). Skiciraj celice v različnih fazah mitoze.

interfaza	
profaza	metafaza
anafaza	telofaza

Zapiši glavne značilnosti posameznih faz mitoze:

INTERFAZA:

PROFAZA:

METAFAZA:

ANAFAZA:

TELOFAZA:

10. VAJA: NOTRANJA ZGRADBA STEBLA IN KORENINE, datum: ____

V prečnem prerezu korenine prepoznamo povrhnjico, osrednji del – prevodni cilinder ter skorjo. Žila se nahaja v osrednjem delu, obdaja jo pericikel, ki je še del prevodnega cilindra. Periciklu sledi enocelična plast, ki jo imenujemo endodermis - gre za najbolj notranjo plast skorje. Zanj so značilne Kasparijeve proge v celični steni. Med endodermisom in povrhnjico se nahajajo parenhimske celice, ki predstavljajo osrednji del skorje. V skorji nekaterih rastlin opazimo velike zračne prostore (aerenhim), ki služijo prevajanju kisika iz nadzemnih delov v korenino.

Steblo je zgrajeno podobno, s to razliko, da je žil več in se te ne nahajajo v osrednjem delu. Žile so v stebelu golosemenk in dvokaličnic urejene v cilinder, v samih žilah je prisotne kambij. Enokaličnice imajo dovršene žile, ki so razporejene na videz raztreseno po stebelu. Te žile ne vsebujejo kambija.

NALOGA 34: PREČNI PREREZ STEBLA DVOKALIČNICE

Oglej si prečni prerez stebela dvokaličnice. Najprej skiciraj steblo in nato še podrobno skiciraj žilo. Označi vse strukture.

OBJEKT: sončnica (<i>Helianthus</i> sp.) - As311c Prečni prerez stebela:	Podrobna skica žile:
--	-----------------------------

Ali je žila v stebelu dvokaličnice dovršena ali nedovršena? Zakaj?

Kakšna je vloga floema?

Kakšna je vloga ksilema?

Kakšna je vloga žilne ovojnice?

NALOGA 35: PREČNI PREREZ STEBLA ENOKALIČNICE

Oglej si prečni prerez stebela enokaličnice. Najprej skiciraj steblo in nato še podrobno skiciraj žilo. Označi vse strukture.

OBJEKT: koruza (<i>Zea mays</i>) - As311c Prečni prerez stebela:	Podrobna skica žile:
--	-----------------------------

Ali je žila v stebelu enokaličnice dovršena ali nedovršena? Zakaj?

NALOGA 36: PREČNI PREREZ KORENINE

Oglej si prečni prerez korenine dvokaličnice. Skiciraj jo in označi glavne strukture. Posebej skiciraj in označi zgradbo žile.

OBJEKT: zlatica (<i>Ranunculus</i> sp.) As241c Prečni prerez korenine:	Podrobna skica žile:
--	-----------------------------

Kako se imenuje najbolj notranja plast skorje?

Kakšna je vloga pericikla? Kje se nahaja?

11. VAJA: NOTRANJA ZGRADBA LISTA, datum: _____

Listi so rastlinski organi, katerih osrednja naloga je fotosinteza. Zaradi čim boljše absorpcije svetlobe so tanki in sploščeni, razen če se zaradi specifičnih življenjskih pogojev spremenijo in prilagodijo. Najbolj nespecializirani so listi zmernih življenjskih pogojev, na primer v zmernem pasu. V drugačnih okoljih (sušno, vroče, vlažno, mrzlo) pa se listi z doloženimi morfološkimi in anatomskimi adaptacijo prilagodijo na specifična življenjska okolja. Tako so na primer listi v sušnih predelih varčujejo z vodo ali pa imajo vodo shranjeno v svojih tkivih, listi vlažnih okolij imajo obsežen aerenhim, potopljeni listi pa so izjemno tanki in brez povrhnjice. V tej vaji si bomo pogledali nekaj različnih tipov listov in njihove prilagoditve.

NALOGA 37: MEZOMORFEN BIFACIALEN LIST

Oglej si trajni preparat lista teloha in ga skiciraj ter označi različne tipe tkiv in drugih struktur, ki jih opaziš v listu.

OBJEKT: teloh (*Helleborus* sp.) As473d

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Kakšna je vloga stebričastega tkiva?

Kakšna je vloga gobastega tkiva?

Kje se nahajajo listne reže?

NALOGA 38: NAVPIČNO USMERJEN C4 LIST

Oglej si trajni preparat lista kornuze in ga skiciraj ter označi različne tipe tkiv in drugih struktur, ki jih opaziš v listu. Skiciraj tudi žilo in označi posamezne strukture.

OBJEKT: kornuza (*Zea mays*) - As412c

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

Kakšna je vloga mehurjastih celic?

Kaj je mezofil?

NALOGA 39: KSEROMORFEN BIFACIALEN LIST

Oglej si trajni preparat prečnega prereza lista oleandra in podrobno označi spodnjo skico.

OBJEKT: oleander (*Nerium oleander*) - As456c

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

Kje se nahajajo listne reže in zakaj?

Naštej različne prilagoditve na sušno klimo, ki jih opaziš pri oleandru:

1.

2.

3.

4.

NALOGA 40: PLAVAJOČ HIDROMORFEN LIST

Oglej si trajni preparat prečnega prereza lista lokvanja. Skiciraj in označi skico.

OBJEKT: lokvanj (*Nymphaea*) - As467c

Glede na ekologijo ta tip lista uvrščamo med:

Glede na notranjo zgradbo ta tip lista uvrščamo med:

Kje se nahajajo listne reže?

Kakšna je vloga astrosklereid?

Naštej prilagoditve, ki jih opaziš pri plavajočem listu lokvanja:

1.

2.

3.

4.

5.

12. VAJA: SEKUNDARNA RAST, datum: _____

Sekundarna rast je proces, ki omogoča rastlinam raste v debelino. Ta rast se pojavlja zaradi aktivnosti sekundarnega meristema, prevodni kambij. Sekundarna rast je značilna za dvokaličnice in golosemenke, medtem ko je pri enokaličnicah redka. Sekundarna rast omogoča rastlinam posredno tudi rast v višino. Ta rast je ključna za rastline, ki potrebujejo močne podporne strukture, da lahko prenesejo veter, težo vej in listov ter druge okoljske pritiske. Prav tako omogoča rastlinam razvoj obsežnega prevodnega sistema, ki je potreben za učinkovit prenos vode, hranil in fotosintetskih produktov na dolge razdalje znotraj rastline.

Tekom sekundarne rasti nastajata les in ličje. Les je sestavljen iz različnih celic, najpomembnejše so traheje, traheide, lesni parenhim in lesna vlakna. Letnice, ki jih vidimo v prerezu debla, so rezultat sezonske rasti: v času aktivne rasti (spomladi in poleti) nastane svetlejši, širši les (spomladanski les), medtem ko v času manjše aktivnosti (jeseni in pozimi) nastane temnejši, ožji les (jesenski les).

NALOGA 41: RAZLIČNI TIPI LESA

Oglej si različne tipe lesa in jih skiciraj. Na skicah označi letnice in branike.



Kaj je letnica?

Kaj je branika?

Ali imajo drevesa v tropskem deževnem gozdu letnice? Zakaj?

Kakšna je vloga lesa za rastlino?

Kaj je ličje? Kakšna je njegova vloga za rastlino?

NALOGA 42: DVELETNI POGANJEK DVOKALIČNICE

Oglej si trajni preparat prečnega prereza dveletnega poganjka lipe. Skiciraj izsek in ga označi.

OBJEKT: lipa (*Tilia* sp.) As3496c

Kakšne je razlika med primarno in sekundarno rastjo?

Za katera rastlinske organe je značilna primarna rast?

Za katere rastlinske organe je značilna sekundarna rast?

NALOGA 43: PREREZI LESA

Oglej si trajni preparat olesenelega stebila bora, prerezanega v treh smereh: prečno, tangencialno in radialno. Skiciraj prečni prerez.

OBJEKT: bor (<i>Pinus</i> sp.) Gy126d
--

prečni prerez

Kako prepoznaš smolne kanale? Kakšna je vloga smole?

Po čem se razlikujeta pomladni in poletni les?

13. VAJA: PRAŠNIKI IN PESTIČ, datum: _____

Samo zgradbo cveta ste spoznali že pri 2. vaji. Na zadnjih vajah bomo spoznali, v katerih deli cveta se razvijajo spolne celice (gamete). **Prašniki** proizvajajo in sproščajo pelod, ki vsebuje moške gamete (spermije). Pelodna zrna (mikrospore) nastajajo v pelodnih vrečkah znotraj prašnice. Pelodna zrna so najprej spore, iz katerih se razvije (»vzklije«) moški gametofit (mikrogametofit).

Naloga **pestiča** je sprejem peloda na brazdi in rast pelodnega mešička po vratu pestiča vse do semenske zasnove, ki se nahaja v spodnjem delu pestiča – plodnici (ovariju). Plodnica vsebuje eno ali več semenskih zasnov, ki so sestavljene iz več celic. Ena izmed njih je jajčna celica, torej ženska spolna celica. Na vaji boste spoznali anatomsko zgradbo prašnika, plodnice in si pobliže pogledali cvetni prah.

NALOGA 44: ZGRADBA PRAŠNICE

Oglej si prečni prerez prašnice lilije in označi skico.

OBJEKT: lilija (*Lilium* sp.) As527d

Kaj je oprашitev in kje poteče?

Kaj je oploditev in kje poteče?

Kakšna je vloga tapetuma?

Kakšna je vloga endotecija?

NALOGA 45: ZGRADBA PLODNICE

Oglej si prečni prerez plodnice lilije s semenskimi zasnovami in označi skico.

OBJEKT: lilija (*Lilium* sp.) As560d

Kaj je mejoza? V katerem delu rastline poteka?

Ali so vse embrionalne vrečke na prečnem prerezu v isti razvojni fazi?

NALOGA 46: PELODNA ZRNA

Oglej si trajni preparat pelodnih zrn različnih rastlinskih vrst (As630c). Skiciraj različne tipe peloda, opazuj strukturiranost eksine in število apertur.

Kako so oblikovane celične stene različnih pelodnih zrn?

IZVLEČEK

Gradivo »Biologija rastlin – protokoli za vaje«, ki je namenjeno študentom Agronomije na Univerzi na Primorskem, vsebuje naloge iz morfologije rastlin, osnov mikroskopiranja, zgradbe prokariontske in evkariontske celice, plastidov, celične stene, vakuole, osnovnih rastlinskih tkiv, krovnih tkiv, apikalnega meristema, notranje zgradbe stebela, notranje zgradbe korenine, notranje zgradbe lista, sekundarne rasti ter zgradbe prašnikov in pestiča.

UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI

Bendre A., Kumar A. 2004. Text Book of Practical Botany 2. Rastogi Publications. 464 str.

Dermastia M. 2010. Pogled v rastline. Nacionalni inštitut za biologijo. Ljubljana. 237 str.

Mauseth J.D. 2019. Botany: An Introduction to Plant Biology: 7th Edition. Jones & Bartlett Learning. 844 str.

Peterson Larry R., Peterson Carol A., Melville Lewis H. 2008. Teaching Plant Anatomy Through Creative Laboratory Exercises. NRC Press. Ottawa, Ontario. 164 str.

SEZNAM PRIPOROČENE LITERATURE ZA ŠTUDIJ

Mauseth J.D. 2019. Botany: An Introduction to Plant Biology: 7th Edition. Jones & Bartlett Learning. 844 str.