

ELVEDINA ARNAUT
MAIDA ČERIMAGIĆ
SABINA KAROVIĆ

PRIRUČNIK

ZA ŠKOLSKJE EKSPERIMENTE IZ BIOLOGIJE

• OSNOVNA ŠKOLA •



ELVEDINA ARNAUT
MAIDA ĆERIMAGIĆ
SABINA KAROVIĆ

PRIRUČNIK

ZA ŠKOLSKJE EKSPERIMENTE IZ BIOLOGIJE

• OSNOVNA ŠKOLA •



IMPRESUM

Naslov:

Priručnik za školske eksperimente iz biologije – osnovna škola

Autori:

Mr. Elvedina Arnaut

Mr. Maida Čerimagić

Sabina Karović, prof. biologije

Izdavač:

JU Institut za razvoj preduniverzitetskog obrazovanja Kantona Sarajevo

Aleja Bosne srebrenе bb, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Glavni i odgovorni urednik:

Zumra Topuz-Agić, prof. biologije

Recenzenti:

Prof. dr. Mahir Gajević

Prof. dr. Muhamed Fočak

Lektura:

Mr. Irma Kaltak

Likovno oblikovanje:

Aleksandra Nina Knežević

Godina izdanja:

2025.

Štampa:

Gong d. o. o., Sarajevo

Tiraž:

200

ISBN:

978-9926-566-05-0

CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke BiH pod

ID brojem COBISS.BH-ID – 67188998.

Sva prava zadržana. Zabranjeno je umnožavanje, reprodukcija ili distribucija ovog priručnika u bilo kojem obliku ili na bilo koji način – elektronski, mehanički, fotokopiranjem, snimanjem ili na drugi način – bez prethodnog pismenog odobrenja izdavača.

ELVEDINA ARNAUT

MAIDA ČERIMAGIĆ

SABINA KAROVIĆ

**PRIRUČNIK
ZA ŠKOLSKE EKSPERIMENTE
IZ BIOLOGIJE**

• OSNOVNA ŠKOLA •

Sarajevo, 2025.

SADRŽAJ

7	Uvodna riječ
9	Vježbe za 6. razred
11	Sigurno i odgovorno ponašanje u biološkoj laboratoriji
13	Korištenje procedura, tehnika i instrumenata u biološkom istraživanju
15	Primjena naučne metode
18	Utjecaj zagađenja na ekosisteme: Efekti kiselih kiša i analiza pH vrijednosti tla
22	Raznolikost biljnih vrsta u mom okruženju
25	Izrada modela lanca i piramide ishrane od recikliranog materijala
27	Upoznajemo fizičke i hemijske osobine vode i zraka
32	Energetska efikasnost – upoređujemo sijalice
34	Sortiranje otpada i značaj reciklaže
37	Izrada predmeta od recikliranog materijala – hranilice za ptice
39	Ekološki otisak – moj utjecaj na planetu
42	Moj dnevnik zdravlja
45	Vježbe za 7. razred
47	Upoznavanje s dijelovima mikroskopa i pravilima mikroskopiranja
50	Mikroskopiranje ćelija pokožice luka (<i>Allium cepa</i>) i određivanje njihove veličine
53	Građa i uloga sjemenke
56	Građa i uloga korijena
59	Mikroskopiranje poprečnog presjeka lista lozice (<i>Tradescantia sp.</i>)
61	Funkcija lista – fotosinteza, disanje i transpiracija
65	Građa i uloga cvijeta
67	Izolacija i mikroskopiranje bakterija mliječnog vrenja
69	Mikroskopiranje algi i gljiva
72	Određivanje golosjemenjača i skrivenosjemenjača kroz posmatranje biljaka
75	Herbariziranje ljekovitog bilja Bosne i Hercegovine
77	Crvena knjiga BiH – endemične, rijetke i ugrožene biljne vrste i njihova zaštita
81	Vježbe za 8. razred
83	Izrada modela ćelijskih dioba mitoze i mejoze
85	Mikroskopiranje životinjskih tkiva
88	Mikroskopiranje praživotinja (protozoa)

90	Posmatranje hidre: morfologija i ponašanje
93	Morfološke, anatomske i ponašajne karakteristike kišne gliste (<i>Lumbricus terrestris</i>)
95	Posmatranje vinogradarskog puža: morfologija i ponašanje
97	Izrada digitalnog insektarija
99	Disekcija ribe
101	Građa pera ptice (makroskopska i mikroskopska analiza)
103	Život iz perspektive kičmenjaka
105	Vježbe za 9. razred
107	Posmatranje mikroskopskih preparata mitoze i mejoze
110	Posmatranje trajnih preparata tkiva
112	Mikroskopska analiza građe epitelne ćelije unutrašnje strane obraza (bukalni epitel)
115	Izdvajanje DNK iz voća
118	Eksperimentalno ispitivanje djelovanja amilaze iz pljuvačke na skrob
121	Ispitivanje hemijskog sastava kostiju
123	Građa i funkcija pluća – demonstracija procesa disanja i izrada modela pluća
126	Mjerenje krvnog pritiska i pulsa
129	Morfološka i anatomska građa bubrega
132	Disekcija oka sisara
134	Praktično istraživanje funkcije čula (okusa, sluha i vida)
140	LITERATURA
142	BILJEŠKE O AUTORICAMA



Uvodna riječ

Priručnik koji je pred vama nastao je s ciljem da unaprijedi nastavu biologije kroz praktičan i istraživački pristup učenju. On nudi niz osmišljenih laboratorijskih vježbi i ogleda koji su usklađeni s nastavnim planom i programom / predmetnim kurikulumom za osnovnu školu koji je zasnovan na ishodima učenja, a koji učenicima omogućavaju da kroz neposredno iskustvo, posmatranje i eksperimentiranje dublje razumiju prirodne procese i pojave koje ih okružuju.

Savremena nastava biologije ne podrazumijeva samo prenošenje činjenica, već i razvoj naučnog mišljenja, radoznalosti i ekološke svijesti kod učenika. Upravo zato, Priručnik nudi modele aktivnosti koje podstiču istraživački duh, timski rad i odgovornost prema prirodi. Svaka vježba koncipirana je tako da olakša nastavniku pripremu časa, jasno definira ciljeve, potrebne materijale i korake izvođenja, te da učenicima omogući aktivno učešće u procesu učenja.

Poseban akcenat stavljen je na sigurnost u laboratoriji, upotrebu dostupnih i jednostavnih materijala, kao i povezanost nastavnih sadržaja s realnim životom učenika. Time se biologija približava svakodnevici i postaje predmet koji inspirira, povezuje i razvija trajnu ljubav prema prirodi i nauci. Nadamo se da će ovaj Priručnik biti podrška nastavnicima u njihovom svakodnevnom radu, izvor ideja i inspiracije za realizaciju kreativne, savremene i interaktivne nastave biologije.



1.

VJEŽBE ZA 6. RAZRED



SIGURNO I ODGOVORNO PONAŠANJE U BIOLOŠKOJ LABORATORIJU

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Uvod u biologiju)

Cilj laboratorijske vježbe: Upoznati učenike s pravilima sigurnog ponašanja u biološkoj laboratoriji kroz mjere opreza, te pravilnu upotrebu laboratorijskog pribora, opreme i razumijevanje značenja sigurnosnih piktograma.

Teorijski uvod

Biologija, kao naučna disciplina, koristi različite metode istraživanja koje zahtijevaju preciznost i sigurnost, jer svakodnevno istražujemo biološke pojave pomoću različitih eksperimenata i mjerenja. Za uspješno izvođenje laboratorijskih vježbi od velike je važnosti da učenici steknu osnovna znanja o sigurnosnim smjernicama i pravilnoj upotrebi laboratorijskog pribora.

Prije nego što započnu s radom u laboratoriji, učenici trebaju razumjeti funkciju pribora i značenje sigurnosnih piktograma.

Uz stečena znanja o sigurnosti i prepoznavanju opasnosti, rad u laboratoriji bit će siguran i efikasan.



Slika 1. Sigurno i odgovorno ponašanje u biološkoj laboratoriji

Potreban pribor

1. Pribor za uvećanje: svjetlosni mikroskop, lupa, predmetno i pokrovno staklo
2. Stakleni pribor: epruvete, čaše, lijevak, Petrijeva šolja, sahatno staklo, pipeta, stakleni štapić
3. Metalni pribor: makaze, pinceta, iglica, nožić
4. Mjerni instrumenti: termometar, vaga, štoperica
5. Oprema za sigurnost: zaštitne rukavice, maska, naočale, filter-papir, papirni ubrusi
6. Kartice s opisima pribora i sigurnosnim piktogramima

Postavke laboratorijske vježbe

Radni stolovi pripremaju se s raspoređenim priborom i opremom. Svaki predmet treba biti označen nazivom. Učenici se podijele u grupe, a svaka grupa dobija set kartica sa slikama, opisima pribora i sigurnosnim piktogramima. Na svakom stolu nalazi se laboratorijski pribor, oprema i set jasno označenih kartica koje sadrže opise pribora, sigurnosne piktograme i njihova značenja. Ovo olakšava povezivanje pojmova s konkretnim predmetima.

MIKROSKOP

Pomoću ove sprave, predmeti koji su mikroskopski mali postaju veći i jasniji.



Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Organizacija učenika: Učenici se organiziraju u manje grupe od četiri do pet članova, a svaka grupa dobija svoj radni prostor.
2. Povezivanje kartica s predmetima: Učenici povezuju kartice s opisima pribora sa stvarnim predmetima na stolu, pri čemu razgovaraju o funkciji svakog predmeta i njegovoj ulozi u laboratoriji.
3. Povezivanje kartica s piktogramima: Nakon što su povezali opise, učenici nastavljaju s povezivanjem kartica koje sadrže sigurnosne piktograme s njihovim značenjima. Tokom ovog procesa učenici razmatraju zašto je svaki piktogram važan za konkretni predmet ili supstancu.
4. Objašnjenje zapažanja: Svaki član grupe objašnjava svoja zapažanja, a na kraju grupa izlaže rezultate, objašnjavajući koji su predmeti povezani s kojim karticama i zašto, te koje sigurnosne mjere prate njihovu upotrebu.
5. Završna prezentacija: Svaka grupa ima do četiri minute za predstavljanje svojih rezultata pred razredom. U ovoj prezentaciji učenici objašnjavaju koje su predmete povezali s kojim opisima i piktogramima te kako su povezali odgovarajuće sigurnosne mjere.



ZAPALJIVO



OPASNOST
ZA OKOLIŠ

Slika 2. Pribor za uvećanje (mikroskop) i značenje sigurnosnih piktograma

Zapažanje i zaključak

Vježba omogućava učenicima da se upoznaju s pravilima sigurnog ponašanja u biološkoj laboratoriji, značenjem sigurnosnih piktograma i primjenom mjera opreza. Kroz prepoznavanje i pravilnu upotrebu laboratorijskog pribora i opreme razvijaju se vještine odgovornosti, saradnje i pažljivog rada. Ova vježba predstavlja osnovu za sigurno izvođenje svih narednih laboratorijskih aktivnosti u okviru nastave biologije.

KORIŠTENJE PROCEDURA, TEHNIKA I INSTRUMENATA U BIOLOŠKOM ISTRAŽIVANJU

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Uvod u biologiju)

Cilj laboratorijske vježbe: Koristiti različite biljne materijale iz neposrednog okruženja radi prikupljanja podataka o njihovim osobinama (oblik, građa, boja, miris, veličina itd.) primjenom osnovnih procedura, jednostavnih instrumenata i različitih tehnika.

Teorijski uvod

Biolološko istraživanje podrazumijeva sistematsko prikupljanje, analiziranje i tumačenje podataka o živim organizmima i njihovoj interakciji s okolinom. Korištenje odgovarajućih procedura, tehnika i instrumenata ključno je za dobijanje pouzdanih i preciznih rezultata. Biljni materijali iz neposrednog okruženja predstavljaju važan izvor informacija jer omogućavaju proučavanje morfoloških, fizioloških i ekoloških osobina biljaka.

Potreban pribor

1. Pet različitih plodova (npr. kesten, žir, jabuka)
2. Pet listova iste vrste biljke (npr. list bokvice, jabuke, višnje)
3. Lenjir
4. Sveska i olovka

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici pripremaju radni prostor i pribor. Na radnu površinu raspoređuju plodove i listove koje će posmatrati. Pripremaju lenjir i radni list za upisivanje podataka. Na osnovu izmjerenih vrijednosti izračunavaju aritmetičku sredinu po formuli:

$$\text{prosjeak} = \frac{\text{zbir svih vrijednosti}}{\text{broj vrijednosti.}}$$



Slika 3. Ilustracija plodova

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Učenici donose pet različitih plodova i pet listova iste biljne vrste.
2. Posmatrati plodove koristeći čula vida, dodira i mirisa.
3. Opisati jedan plod po izboru pismeno i usmeno koristeći stručne termine (oblik, boja, tekstura, miris).
4. Bilježiti podatke u Tabelu 1 (naziv, mjesto pronalaska, boja, broj sjemenki, jestivost).
5. Mjeriti dužinu, širinu i broj žila listova i rezultate unijeti u Tabelu 2.
6. Izračunati prosječnu dužinu i širinu listova koristeći formulu za aritmetičku sredinu.

Tabela 1. Podaci o plodovima

Naziv ploda	Mjesto pronalaska	Jestivost	Broj sjemenki	Boja

Tabela 2. Podaci o listovima

Redni broj	Dužina (cm)	Širina (cm)	Broj žila (nervatura lista)
List br. 1			
List br. 2			
List br. 3			
List br. 4			
List br. 5			
Prosjek / aritmetička sredina			

Zapažanje i zaključak

Korištenjem različitog biljnog materijala i primjenom osnovnih bioloških procedura učenici su prikupili podatke o građi, veličini i osobinama plodova i listova.

Uočene su razlike među plodovima u pogledu boje, mirisa, teksture i broja sjemenki, kao i varijacije u dimenzijama i nervaturi listova iste vrste.

Ovaj ogled pokazao je da se jednostavnim istraživanjem mogu prikupiti pouzdani biološki podaci koji omogućavaju bolje razumijevanje, analizu i poređenje osobina biljnog materijala.

PRIMJENA NAUČNE METODE

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Uvod u biologiju)

Cilj laboratorijske vježbe: Primijeniti korake naučne metode kroz eksperiment kako bi se utvrdili uvjeti potrebni za klijanje sjemenki.

Teorijski uvod

Za uspješno izvođenje eksperimenta i razvoj istraživačkih vještina kod učenika od velikog je značaja razumjeti i primijeniti sve korake naučne metode.

Koraci naučne metode omogućavaju učenicima razvoj kritičkog mišljenja, rješavanje problema i oblikovanje zaključaka zasnovanih na dokazima.

Eksperiment s klijanjem sjemenki praktičan je primjer primjene koraka naučne metode na stvarnom biološkom procesu. Cilj nije samo proučavanje sjemenki, već i razumijevanje procesa naučnog istraživanja – učenici uče kako postaviti istraživačko pitanje i hipotezu, osmisliti eksperiment, pratiti zapažanja, analizirati podatke i donijeti zaključke.



Potreban pribor

1. Četiri staklene ili plastične posude
2. Zdrave sjemenke graha (8-12)
3. Marker za označavanje posuda
4. Frižider
5. Voda
6. Vata

Slika 4. Koraci naučne metode u istraživanju procesa klijanja

Postavke laboratorijske vježbe

Učionica se prilagođava izvođenju jednostavnog eksperimenta kojim se ispituju uvjeti potrebni za klijanje sjemenki. Učenici rade u grupama, pri čemu svaka grupa dobija svoj radni prostor i isti komplet materijala: četiri posude, vatu, vodu, marker za označavanje i sjemenke graha. Pristup frižideru osiguran je za simulaciju niskih temperatura.

Organizacija materijala omogućava učenicima da kroz praktičan rad istraže kako sjemenke reaguju na različite uvjete – vodu, temperaturu, kisik. U svakoj posudi mijenja se samo jedan od tih faktora, dok su u kontrolnoj posudi svi uvjeti optimalni.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Uvod (1. dan)

- Kratak razgovor o klijanju sjemenki i uvjetima potrebnim za klijanje (voda, kisik, prikladna temperatura).
- Učenici se podsjećaju na korake naučne metode.
- Na tabli se postavlja istraživačko pitanje: Koji su uvjeti potrebni za klijanje sjemenki graha?
- Učenici formuliraju hipotezu: Sjemenke graha klijaju ako imaju dovoljno vode, kisika i odgovarajuću temperaturu.

2. Priprema eksperimenta – rad po grupama (1. dan)

- Učenici se dijele u grupe (npr. četiri učenika po grupi). Svaka grupa radi paralelno isti eksperiment.
- Svaka grupa označava četiri posude brojevima od 1 do 4.
- U svaku posudu stavljati po dvije do tri sjemenke na sloj vate.

► Postavljanje uvjeta u posudama

- Posuda 1 (*kontrolna*): Vata je vlažna (dovoljna količina vode), posuda je otvorena, drži se na sobnoj temperaturi.
- Posuda 2 (*bez vode*): Vata je suha, posuda otvorena, drži se na sobnoj temperaturi.
- Posuda 3 (*niska temperatura*): Kao posuda 1 (vlažna vata), ali se odlaže u frižider (ili drugo hladnije mjesto u školi).
- Posuda 4 (*ograničen pristup kisiku*): Vata se natopi ohlađenom, prokuhanom vodom do polovine visine posude, čime se stvaraju uvjeti smanjenog prisustva kisika, bez dodatnog pokrivanja.

3. Praćenje i bilježenje zapažanja (dani 1–7)

- Eksperiment traje sedam dana u školi.
- Tokom sedmice učenici, prema unaprijed utvrđenom rasporedu, svakodnevno posmatraju posude i bilježe zapažanja u Tabelu 3.

**Eksperiment se izvodi i prati isključivo u školskim uvjetima, pod nadzorom nastavnika.*

Tabela 3. Zapažanja

Dan	Posuda 1	Posuda 2	Posuda 3	Posuda 4
1. dan				
2. dan				
3. dan				
4. dan				
5. dan				
6. dan				
7. dan				

Oznaka + znači da je klijanje primijećeno, a – da nije.

4. Analiza i zaključak (7. dan)

- a) Na sedmi dan sve grupe donose popunjene tabele.
- b) Po grupama analiziraju rezultate i upoređuju uvjete klijanja u svakoj posudi.
- c) Učenici zajedno s nastavnikom raspravljaju o ulozi svakog pojedinačnog faktora (voda, kisik, temperatura) u procesu klijanja.
- d) Svaka grupa donosi zaključak i na osnovu podataka odlučuje prihvata li se ili odbacuje postavljena hipoteza.

5. Prezentacija rezultata

- a) Svaka grupa predstavlja svoje rezultate i zaključke.
- b) Upoređuju se eventualne razlike između grupa.
- c) Ističe se primjena naučne metode:
 - istraživačko pitanje
 - hipoteza
 - eksperiment
 - posmatranje
 - zaključak.

Zapažanje i zaključak

Ova vježba omogućava učenicima da praktično primijene sve korake naučne metode. Kroz njen sadržaj razvijaju se vještine poput pažljivog posmatranja, preciznog bilježenja, analize rezultata i kritičkog razmišljanja.

Vježba jača timski rad i saradnju, potiče učenike na istraživačko promišljanje te doprinosi razvoju naučne pismenosti i samostalnog razmišljanja.

UTJECAJ ZAGAĐENJA NA EKOSISTEME: EFEKTI KISELIH KIŠA I ANALIZA pH VRIJEDNOSTI TLA

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Opća ekologija – nivoi ekološke integracije i ekološki faktori)

Cilj laboratorijske vježbe: Uočiti posljedice zagađenja na biljke i tlo u laboratorijskim uvjetima (kabinetu).

Teorijski uvod

Zagađenje životne sredine ima ozbiljne posljedice na biljni i životinjski svijet. Kisele kiše predstavljaju jedan od oblika zagađenja i nastaju kada se štetni gasovi iz industrije i saobraćaja spoje s kapljicama vode u atmosferi, pri čemu nastaju razrijeđene kiseline. Takve padavine snižavaju pH vrijednost tla te negativno utječu na rast i razvoj biljaka. Promjena kiselosti tla može narušiti ravnotežu ekosistema i ugroziti opstanak brojnih organizama.

Potreban pribor

1. Dvije sadnice graha ili druge biljke s razvijenim korijenom i listovima
2. Dvije posude za zalijevanje
3. Dvije boce s prskalicom
4. Četiri staklene čaše
5. Destilovana voda
6. Soda bikarbona
7. Petpostotna sirćetna kiselina
8. Voda
9. Marker



Slika 5. Učenici izvide eksperiment

Postavke laboratorijske vježbe

Ova vježba omogućava učenicima da kroz praktičan rad istraže utjecaj zagađenja na ekosisteme, s posebnim fokusom na efekte kiselih kiša na biljke i analizu pH vrijednosti tla.

Laboratorijski ogled izvodi se u dvama segmentima:

- Vježba A: simulacija efekata kiselih kiša na biljke
- Vježba B: analiza pH vrijednosti tla.

Učenici rade u malim grupama (tri do četiri učenika) i prate promjene u stanju biljaka izloženih različitim uvjetima kiselog i neutralnog tla.

pH vrijednost tla značajno utječe na rast i razvoj biljaka. Ako je tlo previše kiselo ili previše bazično, biljke ne mogu optimalno usvajati hranjive tvari potrebne za svoj rast.

Iako se u eksperimentu koristi sirće kao uobičajen kućni proizvod, potrebno je podsjetiti učenike na mjere opreza: sirće može izazvati iritaciju kože i očiju, pa je obavezno nošenje zaštitnih rukavica i naočala. U prostorijama sa slabom ventilacijom može doći i do iritacije disajnih puteva, pa je neophodno osigurati odgovarajuće uvjete rada i pravilno rukovanje hemikalijama.

Vježba A: Utjecaj kiselih kiša na živa bića

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Sedam dana prije izvođenja vježbe potrebno je pripremiti dvije identične sadnice iste vrste biljke i držati ih u jednakim uvjetima (sobna temperatura, dovoljna količina svjetlosti i vlage). Preporučuje se upotreba biljaka koje brzo rastu, poput graha, jer omogućavaju lakše praćenje promjena.
2. Saksije se numerišu i dijele prema tretmanu koji će se primijeniti:
 - Biljka 1: zalijevanje običnom vodom
 - Biljka 2: zalijevanje rastvorom sirćeta (simulacija kisele kiše)
 - Biljka 3: prskanje listova običnom vodom
 - Biljka 4: prskanje listova rastvorom sirćeta (simulacija kisele kiše).
3. Rastvor sirćeta priprema se u omjeru dvije male kašike sirćeta na jedan litar vode.
4. Biljke se svakodnevno zalijevaju i prskaju, pazeći da ne dođe do prekomjernog natapanja, jer višak vode može utjecati na tačnost rezultata.
5. Učenici svakodnevno prate promjene u izgledu biljaka tokom sedmice, posmatrajući listove, stabljiku i korijen. Preporučuje se vođenje tabele za praćenje promjena i bilježenje opažanja svakog dana.
6. Na kraju sedmice učenici analiziraju razlike među biljkama iz svake grupe i bilježe uočene promjene (boja listova, čvrstoća, oštećenja i dr.). Nakon vježbe organizira se diskusija o utjecaju kiselih kiša na biljke, povezujući laboratorijske rezultate s primjerima iz stvarnog života.



Slika 6. Biljka za Vježbu A



Slika 7. Biljka za Vježbu B

Vježba B: Analiza pH vrijednosti tla

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Za ovu vježbu koristi se zemlja iz prethodne laboratorijske vježbe ("Biljka 1" i "Biljka 2"), koju je potrebno prethodno osušiti radi preciznijeg uočavanja hemijskih reakcija.
2. Zemlja se raspoređuje u posude:
 - Uzorak 1: Zemlja koja je prethodno zalijevana vodom + 20 ml sirćeta
 - Uzorak 2: Zemlja koja je prethodno zalijevana vodom + jedna kašika sode bikarbone rastvorena u 30 ml vode
 - Uzorak 3: Zemlja koja je zalijevana rastvorom sirćeta + 20 ml sirćeta
 - Uzorak 4: Zemlja koja je zalijevana rastvorom sirćeta + jedna kašika sode bikarbone rastvorena u 30 ml vode.

Važno je pridržavati se navedenih količina, jer previše ili premalo reagensa može utjecati na tačnost rezultata.

3. Tokom dodavanja dolazi do jednostavne kiselinsko-bazne reakcije, u kojoj se oslobađa gas u obliku mjehurića. Na osnovu pojave ili izostanka pjenušanja zaključuje se sljedeće:
 - ako dolazi do reakcije prilikom dodavanja sirćeta, zemlja ima bazična svojstva;
 - ako dolazi do reakcije prilikom dodavanja sode bikarbone, zemlja ima kisela svojstva;
 - ako nema reakcije ni u jednom slučaju, zemlja je neutralna.
4. Učenici zapisuju opažanja u Tabelu 4 i analiziraju rezultate kako bi donijeli zaključke.

Tabela 4. Podaci o praćenju zapažanja (Vježba B)

Uzorak	Sastojci u uzorku	Opis reakcije	Zaključak
1.	Zemlja zalijevana vodom + 20 ml sirćeta		
2.	Zemlja zalijevana vodom + 1 kašika sode bikarbone + 30 ml vode		
3.	Zemlja zalijevana sirćetom + 20 ml sirćeta		
4.	Zemlja zalijevana sirćetom + 1 kašika sode bikarbone + 30 ml vode		

Nakon posmatranja, učenici razgovaraju o utjecaju pH vrijednosti tla na životne uvjete biljaka i drugih organizama. Koriste primjere iz Vježbe A (promjene koje su primijetili kod biljaka izloženih različitim tretmanima) kao dokaze o tome kako kisela ili bazična zemlja može utjecati na rast i razvoj biljaka.

Napomena

Procijeniti potrebne količine sirćeta i sode bikarbone u zavisnosti od veličine staklenih čaša i količine zemlje.

Zapažanje i zaključak

Izvođenjem ove vježbe učenici istražuju utjecaj zagađenja na biljke kroz simulaciju efekata kiselih kiša i analizu pH vrijednosti tla. Korištenjem sadnica graha mogu se uočiti negativne posljedice kiselog tla i kiselih kiša – promjene boje listova, stanja stabljike i razvoja korijena.

Ova vježba doprinosi razvoju ekološke svijesti kod učenika, podstiče ih na razmišljanje o posljedicama ljudskog djelovanja na životnu sredinu i povezuje stečeno znanje sa stvarnim ekološkim problemima. Diskusija i praktične aktivnosti dodatno jačaju sposobnost učenika da prepoznaju značaj očuvanja prirodnih resursa.

RAZNOLIKOST BILJNIH VRSTA U MOM OKRUŽENJU

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Opća ekologija – nivoi ekološke integracije i ekološki faktori)

Cilj laboratorijske vježbe: Istražiti raznolikost biljnih vrsta u neposrednom okruženju – školskom dvorištu, parku ili livadi, na jasno označenoj površini. Prikupiti podatke uz pomoć mobilnih aplikacija, uočiti njihovu brojnost, raspored i međusobne odnose u okviru staništa, te prepoznati utjecaj faktora životne sredine i ljudskih aktivnosti.

Teorijski uvod

Biljna raznolikost pokazatelj je zdravlja i stabilnosti ekosistema. Očuvanjem biljnog svijeta održava se biološka ravnoteža i prirodna baština.

Biljke su temelj svakog ekosistema jer stvaranjem kisika, hrane i skloništa omogućavaju opstanak mnogim drugim vrstama. Raznolikost biljnih vrsta u određenom staništu zavisi od brojnih faktora životne sredine, kao što su količina svjetlosti, vlažnost tla, temperatura i stepen ljudske aktivnosti. Negativne posljedice ljudskog djelovanja, poput urbanizacije i zagađenja, mogu značajno smanjiti broj biljnih vrsta i narušiti prirodnu ravnotežu.

Kroz ovu vježbu učenici razvijaju sposobnost klasifikacije i prepoznavanja biljnih vrsta u svom okruženju, uočavaju slojevitost vegetacije, utjecaj abiotičkih i biotičkih faktora te prepoznaju značaj očuvanja biološke raznolikosti za stabilnost ekosistema.

Potreban pribor

1. Radni listovi
2. Olovke, podloge za pisanje
3. Mjerna traka, konopac
4. Mobilne aplikacije za identifikaciju biljnih organizama
(*Pl@ntNet, Flora Incognita, Seek, Google Lens*)
5. Pribor za crtanje

Postavke laboratorijske vježbe

Istraživačkim radom “Raznolikost biljnih vrsta u mom okruženju” primijeniti elemente naučne metode: neposredno opažanje biljnih vrsta u prirodnom okruženju, evidentiranje njihove brojnosti i rasporeda, analiziranje faktora sredine i izvođenje zaključaka. Učenici rade u malim grupama i razvijaju vještine sistematskog posmatranja, klasifikacije i tumačenja prirodnih pojava.

Svaka grupa istražuje jasno označenu površinu veličine približno 5 m², unutar koje prepoznaje prisutne biljne vrste, utvrđuje njihovu brojnost i posmatra abiotičke faktore (osvijetljenost, vlažnost tla, tip podloge), kao i moguće utjecaje ljudskih aktivnosti. Za identifikaciju biljaka koriste se digitalne aplikacije ili sopstvena zapažanja. Prikupljeni podaci sistematiziraju se u Radni list 1, a rezultati interpretiraju kroz kratku diskusiju i zajednički zaključak.

Ova vježba doprinosi razvoju istraživačkih vještina, timskog rada i ekološke osviještenosti. Povezuje nastavne sadržaje iz biologije, ekologije, geografije i informatike, te podstiče učenike na promišljanje o značaju očuvanja lokalne biljne raznolikosti kao dijela prirodne baštine.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Uvodne aktivnosti

- Nastavnik objašnjava učenicima ciljeve vježbe (istraživanje raznolikosti biljnih vrsta i razumijevanje utjecaja faktora životne sredine i ljudskih aktivnosti).
- Ukazuje na pravila ponašanja na terenu: pažljivo kretanje, zaštita biljaka, poštovanje prirode i sigurnosne mjere.
- Učenici dobijaju radne listove i upute za pravilno ispunjavanje.
- Nastavnik demonstrira upotrebu mobilnih aplikacija za prepoznavanje biljnih vrsta.

2. Formiranje grupa

- Učenici se raspoređuju u grupe od tri do pet članova.
- Članovi unutar grupe imaju različite uloge (npr. jedan vodi bilješke, drugi koristi aplikaciju, treći mjeri površinu).
- Svaka grupa samostalno odabire ili dobija istraživačku površinu veličine približno 5 m².

RADNI LIST 1.

ISPITIVANI EKOSISTEM:

SPRATOVNOST:

POVRŠINA:

Broj	Vrsta biljke	Broj jedinki
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

3. Istraživanje na terenu

- a) Grupe označavaju svoju površinu konopcem, grančicama ili drugim dostupnim sredstvima.
- b) Upisuju osnovne podatke u radni list: naziv ekosistema (npr. školsko dvorište, livada, park) i približnu površinu.
- c) Posmatraju spratovnost vegetacije (prisutnost drveća, grmlja, zeljastih biljaka).
- d) Koriste mobilne aplikacije ili samostalno prepoznaju biljne vrste.
- e) Za svaku uočenu biljnu vrstu određuju broj jedinki.
- f) Tokom rada poštuju pravila sigurnosti, sarađuju u grupi i pokazuju odgovoran odnos prema prirodi.

4. Sistematizacija opažanja i prezentacija rezultata

- a) Tokom istraživanja učenici upisuju prikupljene podatke u radni list.
- b) Nakon završetka istraživanja, članovi grupe provjeravaju tačnost i potpunost podataka.
- c) Pripremaju kratak izvještaj ili usmenu prezentaciju nalaza pred razredom.

Zapažanje i zaključak

Na osnovu istraživanja i prikupljenih podataka učenici uočavaju da brojnost i raspored biljnih vrsta zavise od uvjeta sredine, poput osvjetljenosti, vlažnosti tla i stepena ljudskog utjecaja. Uočavaju da staništa s očuvanim prirodnim uvjetima imaju veću raznolikost biljaka. Upoređivanjem različitih istraženih površina i analizom faktora koji oblikuju biljni svijet, učenici zaključuju da očuvanje biljne raznolikosti doprinosi otpornosti i ravnoteži ekosistema.

IZRADA MODELA LANCA I PIRAMIDE ISHRANE OD RECIKLIRANOG MATERIJALA

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Opća ekologija – nivoi ekološke integracije i ekološki faktori)

Cilj laboratorijske vježbe: Korištenjem recikliranog materijala izraditi lance i piramide ishrane kako bi se objasnila uloga proizvođača, potrošača i razlagača u ekosistemu, te razumio prijenos energije i materije između trofičkih nivoa.

Teorijski uvod

Na osnovu načina ishrane, organizme dijelimo na proizvođače, potrošače i razlagače. Proizvođači (biljke) koriste sunčevu svjetlost za proizvodnju hrane. Potrošači su životinje koje se hrane biljkama ili drugim životinjama, dok razlagači razgrađuju mrtve organizme i vraćaju hranjive materije u tlo. Lanac ishrane prikazuje tok energije kroz niz organizama, dok piramida ishrane grafički predstavlja količinu energije ili broj jedinki na svakom trofičkom nivou.

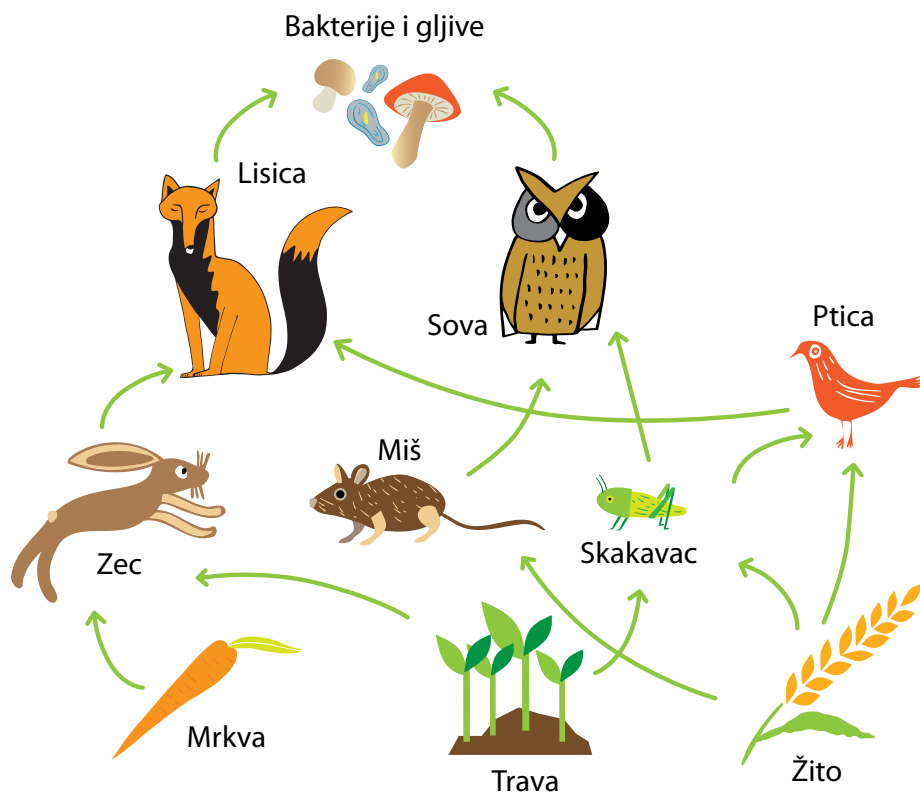
Potreban pribor

1. Karton
2. Stare novine
3. Plastične slamke
4. Papirne tube
5. Konac
6. Flomasteri
7. Ljepilo
8. Makaze
9. Slika prijedloga mreže ishrane

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije. Učionica treba biti opremljena ilustracijom mreže ishrane i stolom s recikliranim materijalima (karton, tube, čepovi, slamke, novine, ljepilo, makaze, flomasteri).

Učenici rade u parovima: zajedno biraju od 4 do 6 organizama iz mreže ishrane, dogovaraju njihove uloge (proizvođač, potrošači, predator, razlagač), a zatim dijele zadatke: jedan učenik u paru izrađuje lanac ishrane, a drugi piramidu ishrane s istim organizmima.



Slika 8. Mreža ishrane

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Pažljivo analizirati ilustraciju mreže ishrane: prepoznati proizvođače, potrošače i razlagače.
2. Skicirati plan rada: odrediti raspored organizama i materijale za svaki nivo.
3. Izraditi lanac ishrane – izrezati ili crtati slike organizama, zalijepiti ih na papir, plastične čaše ili kartonske tube, te ih povezati strelicama koje označavaju smjer prenosa energije.
4. Izraditi piramidu ishrane: napraviti kartonske nivoe (široka baza – proizvođači; vrh – predatori) i na svaki zalijepiti odgovarajuće slike organizama.
5. Dodati natpise (ime organizma, oznaku “proizvođač”, “potrošač”, “razlagač”).
6. Postaviti gotove modele u učionici i kratko ih predstaviti pred razredom.

Zapažanje i zaključak

Na osnovu izrađenih modela lanaca i piramida ishrane učenici uočavaju tok energije kroz različite nivoe ishrane, od proizvođača, potrošača do razlagača. Analizom se jasno prikazuju međusobne veze organizama i značaj očuvanja prirodne ravnoteže u ekosistemu.

Proizvođači su temelj svakog lanca ishrane, potrošači zavise od proizvođača i drugih potrošača, dok razlagači vraćaju hranjive materije u tlo, čime doprinose održivosti ekosistema. Ovaj praktični rad ne samo da pomaže u razumijevanju ekoloških odnosa već i razvija kreativnost i timski rad učenika, omogućavajući im da na inovativan način prikažu naučene pojmove. Takav pristup podstiče aktivno učenje i jača svijest o važnosti očuvanja prirode.

UPOZNAJEMO FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE VODE I ZRAKA

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Opća ekologija – nivoi ekološke integracije i ekološki faktori)

Cilj laboratorijske vježbe: Jednostavnim ogledima posmatrati osnovne fizičke osobine vode i zraka (boja, miris, gustoća, otpor pri kretanju) i hemijske osobine (prisustvo rastvorenih gasova) kao životnih sredina. Uočiti sličnosti i razlike između vode i zraka te povezati prilagođenost organizama ovim životnim sredinama.

Teorijski uvod

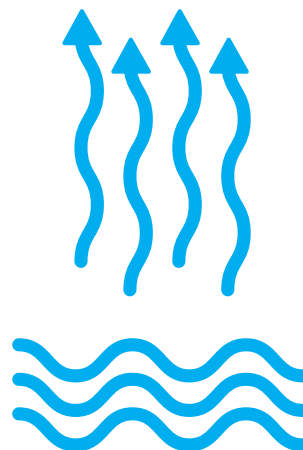
Na planeti Zemlji razlikujemo dvije osnovne životne sredine – vodenu i zračnu. Vodena životna sredina zauzima 71 %, a zračna 29 %. Svako živo biće vezano je za sredinu koja mu omogućava opstanak i izvan nje ne može preživjeti. Postoje značajne razlike između vodene i zračne sredine u pogledu uvjeta za život.

Potreban pribor

1. Čiste, prozirne čaše ili tegle
2. Čista voda i voda pomiješana sa zemljom i sirćetom
3. Staklene tegle s poklopcem
4. Šibice (ili papir)
5. Narandže (jedna s korom, druga oguljena)
6. Providna posuda s vodom
7. Mala igračka (figurica ili loptica)
8. Svijeća
9. Plitka posuda s vodom
10. Staklena čaša ili tegla
11. Šumeća tableta (npr. vitamin C)

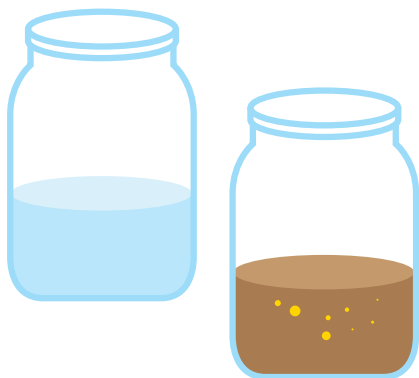


Slika 9. Potreban pribor

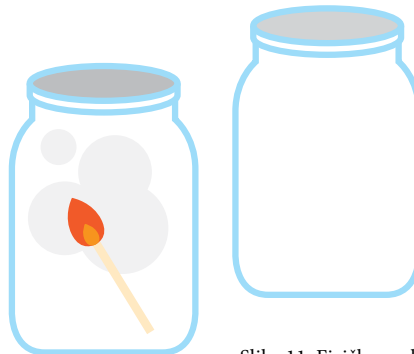


Vježba A: Kvalitativna analiza zraka i vode

Postavke laboratorijske vježbe



Slika 10. Fizičke osobine vode



Slika 11. Fizičke osobine zraka

Ogled se izvodi u kabinetu biologije, na radnoj površini koja omogućava sigurno rukovanje priborom i materijalima. Za Vježbu A1 potrebno je pripremiti dvije čiste, prozirne čaše ili tegle, svaku napunjenu s približno 200 ml vode, te osigurati zemlju i sirće.

Za Vježbu A2 pripremiti dvije čiste staklene tegle srednje veličine s poklopcima, te šibice ili papir. Ogled izvoditi u dobro provjetrenom prostoru, po mogućnosti pored otvorenog prozora. Učenici nakon ogleda popunjavaju Tabelu 5.

Tabela 5. Uporedni prikaz fizičkih i hemijskih osobina vode

Osobina	Čista voda	Čist zrak
Bez boje	Da/Ne	Da/Ne
Bez mirisa	Da/Ne	Da/Ne
Bez okusa	Da/Ne	Da/Ne
Voda gušća od zraka	Da/Ne	
Zrak gušći od vode		Da/Ne
Pruža veći otpor pri kretanju	Da/Ne	Da/Ne

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Vježba A1: Kvalitativne osobine vode

1. U prvu čašu nasuti čistu vodu, a u drugu vodu pomiješanu sa zemljom i nekoliko kapi sirćeta.
2. Učenici posmatraju obje čaše i porede boju, prozirnost i miris.
3. Pažljivo pomirišu sadržaj svake čaše.
4. Nastavnik vodi diskusiju: Po čemu se razlikuje voda u ovim čašama? Koje su fizičke osobine čiste vode?

Vježba A2: Kvalitativne osobine zraka

1. U prvu pripremljenu teglu ubaciti zapaljenu šibicu (ili papir) i odmah je zatvoriti poklopcem.
2. Drugu teglu ostaviti praznu i također zatvoriti.
3. Učenici upoređuju obje tegle vizualno i mirisom (uz oprez).
4. Nastavnik objašnjava kako prepoznamo zagađen zrak. Kako dim mijenja svojstva zraka? Koje su fizičke osobine čistog zraka?

Vježba B: Šta je gušće – voda ili zrak?

Postavke laboratorijske vježbe

Ogled se izvodi u kabinetu biologije. Na stol se postavlja dublja, providna posuda napunjena vodom. Pripremaju se dvije narandže – jedna s korom, druga oguljena. Sve je postavljeno tako da učenici mogu posmatrati ili samostalno izvoditi ogled.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Učenici posmatraju obje narandže (s korom i oguljenu) i predviđaju šta će se desiti kada se spuste u čašu s vodom.
2. Prvo se u vodu spušta narandža s korom – ona pluta.
3. Zatim se spušta oguljena narandža – ona tone.
4. Nastavnik postavlja pitanja: Šta je uzrokovalo razliku u ponašanju?

Objašnjenje: Komore u kori narandže ispunjene su zrakom.

Zaključak: Zrak je rjeđi (manje gust) od vode.



Slika 12. Ogled s narandžom

Vježba C: Otpor pri kretanju – voda ili zrak?

Postavke laboratorijske vježbe

Ogled se izvodi u kabinetu biologije uz upotrebu jednostavnih materijala za demonstraciju kretanja predmeta kroz različite sredine. Potrebna je mala plastična ili gumena igračka, prozirna posuda s vodom (npr. staklena ili plastična činja) i prostor za slobodan pad igračke na čvrstu podlogu. Eksperiment prikazuje razliku u otporu kretanja kroz vodu i zrak korištenjem istog predmeta.



Slika 13. Mjerenje brzine kretanja u vodi i zraku

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Igračka se pušta da pada s male visine na površinu stola – opaža se brzina kretanja kroz zrak.
2. Ista se igračka zatim spušta u vodu i pušta se da tone – opaža se brzina kretanja kroz vodu.
3. Zaključiti kroz koji je medij kretanje bilo sporije.
4. Povezati s načinom kretanja živih bića u različitim sredinama.

Vježba D: Dokazivanje prisustva rastvorenih gasova

Postavke laboratorijske vježbe

Ogled se izvodi u kabinetu biologije. Na sredinu stola postaviti plitku posudu s vodom i pripremiti svijeću. Osigurati čistu, suhu čašu ili staklenu teglu promjera od 6 do 8 cm za pokrivanje svijeće. Sve materijale treba postaviti tako da se pažljivo može spustiti čaša preko svijeće bez naglih pokreta, uz dovoljno prostora za posmatranje razlike razine vode. Prostor treba biti dobro prozračen, a podloga treba biti otporna na toplotu.



Slika 14. Dokazivanje gasova u vodi i zraku

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Vježba D1: Dokazivanje prisustva kisika u zraku

1. Postaviti plitku posudu s vodom na radnu površinu.
2. Upaliti svijeću i postaviti je uspravno u posudu s vodom.
3. Preko svijeće pažljivo staviti čašu tako da se zatvori protok zraka.
4. Posmatrati: svijeća se gasi, a nivo vode u čaši se podiže.
5. Objašnjenje: Gorenje svijeće troši kisik. Kada se kisik potroši, povlači vodu u čašu, što je dokaz da u zraku ima kisika.

Vježba D2: Dokazivanje prisustva gasova u vodi

1. U čašu s običnom vodom ubaciti šumeću tabletu.
2. Posmatrati: ubrzo se pojavljuju mjehurići.
3. Objašnjenje: Rastvoreni gas (uglendioksid iz tablete) oslobađa se iz vode i formira mjehuriće – dokaz prisustva gasova u vodi.



Zapažanje i zaključak

Posmatranjem i izvođenjem vježbe učenici uočavaju:

1. Čista voda i zrak su bez boje, mirisa i okusa, ali lako primaju zagađivače.
2. Voda je gušća od zraka, što utječe na plovnost i kretanje kroz nju.
3. Otpor u vodi veći je nego u zraku, što zahtijeva prilagođen oblik tijela za kretanje.
4. I voda i zrak sadrže rastvorene gasove koji su ključni za disanje i fotosintezu.

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života; Struktura i fiziologija organizama; pretvaranje materije i energije (Održivi razvoj – energetska efikasnost)

Cilj laboratorijske vježbe: Istražiti ekološke i energetske osobine triju vrsta sijalica: obične (inkandescentne sa žarnom niti), štedne (CFL) i LED, te izračunati potrošnju električne energije i cijenu po satu rada svake od njih.

Teorijski uvod

Obične sijalice sa žarnom niti stvaraju svjetlost zagrijavanjem tanke niti – jeftine su, ali troše najviše energije i kratko traju.

Štedne sijalice (CFL) troše znatno manje energije, ali sadrže toksične materije poput žive.

LED sijalice pretvaraju električnu energiju u svjetlost pomoću poluprovodnika, troše najmanje energije, najduže traju i ne sadrže štetne materije.

Učenici trebaju prepoznati značaj energetske efikasnosti u domaćinstvu i školi te stečeno znanje primijeniti u svakodnevnom životu.

Potreban pribor

1. Ambalažne ili online specifikacije za tri tipa sijalica
2. Račun za električnu energiju
3. Računar ili tablet s pristupom internetu
4. Materijal za zajednički plakat (veliki hamer) ili digitalnu prezentaciju

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije ili informatike. Razred se dijeli u tri grupe, pri čemu svaka grupa analizira jedan tip sijalice. Na stolu su izloženi primjerci sijalica i njihove ambalaže, a dostupni su tabela, računar i internet. Grupe popunjavaju tabelu s istim parametrima (cijena, snaga, vijek trajanja, energetska klasa, ekološka napomena) i koriste kalkulator za izračunavanje potrošnje električne energije. Rezultati se objedinjuju u zajedničku tabelu ili plakat vidljiv svim učenicima.



Slika 15. Upoređivanje sijalica

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Prikupiti podatke o tipovima sijalica (obična, štedna, LED) s pakovanja ili internetskih stranica i unijeti ih u Tabelu 6.
2. Zabilježiti osnovne parametre za svaku sijalicu: cijenu, snagu (u vatima), vijek trajanja, energetska klasu i eventualno prisustvo toksičnih materija (npr. žive).
3. Izračunati potrošnju električne energije po formuli:
$$\text{Snaga sijalice (W)} \div 1000 = \text{kWh po satu.}$$
4. Odrediti cijenu rada sijalice po satu prema sljedećim koracima:
 - a) na računu za električnu energiju pronaći cijenu 1 kWh (npr. 0,25 KM);
 - b) tu vrijednost pomnožiti s rezultatima iz prethodnog koraka;
 - c) dobijeni iznos predstavlja cijenu jednog sata svijetljenja te sijalice.
5. Unijeti sve izračunate vrijednosti u Tabelu 6 i provjeriti tačnost unesenih podataka.
6. Uporediti tipove sijalica prema potrošnji energije, vijeku trajanja, cijeni i prisutnosti toksičnih materija.
7. Razgovarati o energetskej efikasnosti i ekološkim prednostima svake vrste sijalice te zajednički izvesti zaključak o tome koja je najpovoljnija za upotrebu u domaćinstvu i školi.

Tabela 6. Podaci o parametrima za tri tipa sijalica

Tip sijalice	Cijena (KM)	Vijek trajanja (sati)	Potrošnja i cijena energije po satu	Sadrži živu
1. Obična				
2. Štedna				
3. LED				

Nakon provjere tačnosti, rezultati se prenose u zajedničku tabelu. Razred potom upoređuje tri tipa sijalica prema potrošnji, vijeku trajanja, cijeni i prisutnosti toksičnih materija, te diskutuje o energetskej efikasnosti.

Zapažanje i zaključak

LED sijalice troše najmanje električne energije, imaju najduži vijek trajanja i ne sadrže štetne materije, što ih čini najpovoljnijim izborom za održivi razvoj. Štedne sijalice imaju umjerenu potrošnju, ali sadrže živu, dok obične (inkandescentne) troše mnogo energije i brzo pregore. Iako se obične sijalice danas sve manje koriste, nekada su bile standard zbog niske cijene i jednostavne proizvodnje, ali su i veliki potrošači energije.

Energetska efikasnost nije važna samo radi uštede novca – ona je ključna za smanjenje potrošnje fosilnih goriva, emisije CO₂ i negativnog utjecaja na ljude i okoliš.

Zato je važno birati rasvjetu koja štedi energiju i minimalno opterećuje životnu sredinu.

SORTIRANJE OTPADA I ZNAČAJ RECIKLAŽE

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Održivi razvoj)

Cilj laboratorijske vježbe: Razvrstati i prikupiti različite vrste otpada te upoznati se s načinom, postupkom i značajem reciklaže.

Teorijski uvod

Otpad je proizvod ljudske aktivnosti i predstavlja svaku materiju ili predmet koji odbacujemo. U prirodi otpad ne postoji i isključivo je proizvod čovjeka. Zbog velikih količina i štetnosti po okolinu, otpad se smatra jednim od najznačajnijih ekoloških problema savremenog doba. Ukoliko se odlaže na nepravilan način (neodgovorno i nekontrolirano), ugrožava zdravlje ljudi i stanje okoliša. Kako bi se smanjio negativan utjecaj na okoliš, važno je pravilno upravljanje otpadom.

U savremenom društvu oko 20 % otpada potiče iz domaćinstava, a veliki dio materijala koji odbacujemo može biti recikliran. Da bi se otpad mogao iskoristiti, potrebno ga je razdvojiti na mjestu nastanka. Pravilnim upravljanjem otpadom smanjuje se zagađenje, štede prirodni resursi i doprinosi održivom razvoju.



Slika 16. Odgovorno upravljanje otpadom

Potreban pribor

1. Kante ili vreće za sortiranje otpada
2. Različite vrste otpada
3. Tabele za bilježenje podataka
4. Vaga
5. Kalkulator

Postavke laboratorijske vježbe

Nastavnik upućuje učenike da tokom sedmodnevnog perioda prikupljaju otpad kod kuće i razvrstavaju ga u tri kategorije: plastika, papir i elektronski otpad. Učenici će vagati svaku kategoriju otpada i bilježiti podatke u pripremljene tabele. Nakon što završe prikupljanje, učenici će donijeti otpad u školu.

U školi, pod nadzorom nastavnika, započinje proces brojanja, vaganja i kategorizacije otpada. Nastavnik može organizirati učenike u grupe koje će se baviti različitim vrstama otpada. U sljedećoj fazi učenici analiziraju količine otpada, izrađuju grafikon i učestvuju u diskusiji o važnosti reciklaže i odgovornog upravljanja otpadom.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

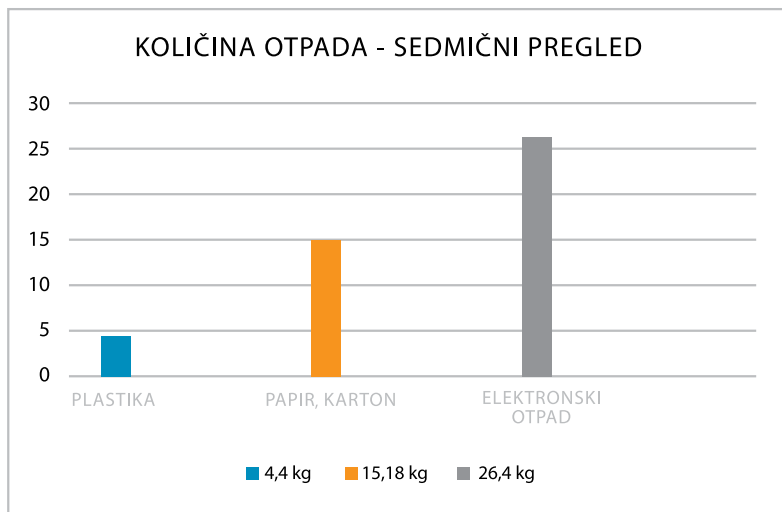
1. Učenici tokom sedam dana prikupljaju različite vrste otpada (plastika, papir, elektronski otpad), pri čemu svaku vrstu pažljivo odvajaju i smještaju u odgovarajuće kante ili vreće.
2. U školi učenici, uz pomoć nastavnika, razvrstavaju prikupljeni otpad te unose podatke u Tabelu 7 prema kategorijama: plastika, papir, elektronski otpad.

Tabela 7. Podaci o prikupljenoj količini otpada po kategorijama

	Plastične flaše		Papir, karton		Elektronski otpad	
	komada	kg	komada	kg	komada	kg
	Količina					

3. Na osnovu prikupljenih podataka učenici računaju ukupnu količinu otpada koji je razred prikupio tokom sedmice, a zatim procjenjuju prosječnu količinu otpada na sedmičnom i godišnjem nivou.
4. Učenici koriste podatke za izradu grafikona koji prikazuje količinu prikupljenog otpada na sedmičnom i godišnjem nivou, razvrstanu po kategorijama.

Grafikon 1. Ilustracija količine prikupljenog otpada – sedmični pregled



5. Učenici prezentiraju rezultate prikupljenog i sortiranog otpada, uključujući grafikone i izračunate količine, te analiziraju dobijene podatke.
6. Na kraju vježbe učenici vode diskusiju o važnosti reciklaže, razmatrajući negativne posljedice nepravilnog upravljanja otpadom po okoliš, ljudsko zdravlje i životnu sredinu. Također, iznose konkretne primjere koji naglašavaju potrebu za odgovornim i kontroliranim odlaganjem otpada.

Zapažanje i zaključak

Kroz ovu aktivnost učenici jasnije shvataju koliko pravilno upravljanje otpadom doprinosi očuvanju okoliša i ostvarivanju ciljeva održivog razvoja. Tokom rada razvijaju ekološku svijest i pokazuju motivaciju za promjene u svakodnevnim navikama, čime aktivno doprinose smanjenju negativnog utjecaja na okolinu.

IZRADA PREDMETA OD RECIKLIRANOG MATERIJALA (HRANILICE ZA PTICE)

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Održivi razvoj – recikliranje i ponovna upotreba materijala)

Cilj laboratorijske vježbe: Izraditi funkcionalne i dekorativne predmete (npr. hranilicu za ptice) od prikupljenog otpadnog materijala koji se reciklažom ponovo može učiniti upotrebljivim.

Teorijski uvod

Reciklaža predstavlja jednu od ključnih komponenti održivog razvoja jer podrazumijeva odgovorno upravljanje otpadom i njegovu ponovnu upotrebu, čime se smanjuje opterećenje prirodnih resursa i količina otpada u okolišu.

Otpad se ne treba posmatrati samo kao nešto neupotrebljivo, već i kao vrijedan resurs koji se može iskoristiti na ekološki prihvatljiv i kreativan način. Na taj način razvijaju se vještine praktične primjene znanja, kao i svijest o ličnoj odgovornosti za očuvanje životne sredine.

Proizvodnja i neodgovorno odlaganje otpada narušavaju prirodne ekosisteme, dok reciklaža i ponovna upotreba materijala doprinose očuvanju prirode i smanjenju zagađenja.

Kroz kreativnu izradu predmeta od recikliranih materijala učenici uče kako jednostavne aktivnosti mogu imati veliki doprinos zaštiti okoliša, razvijajući pri tome ekološku svijest, odgovornost i osjećaj povezanosti s prirodom.

Potreban pribor

1. Prazne plastične flaše (1,5 l)
2. Dva drvena štapića
3. Nožić ili makaze
4. Kanap ili žica za pričvršćivanje
5. Sjemenke za ptice

Postavke laboratorijske vježbe

Za realizaciju praktičnog rada potrebno je učionicu organizirati tako da omogući efikasan grupni rad i uredno izvođenje aktivnosti. Učenici se raspoređuju u grupe od tri do pet članova radi lakše saradnje i zajedničke izrade predmeta. Materijali i alati za rad unaprijed se pripremaju i raspoređuju na dostupna radna mjesta. Sve plastične flaše potrebno je prethodno oprati, osušiti i, po potrebi, prilagoditi (npr. izrezati otvore) uz pomoć nastavnika ili druge odrasle osobe, koristeći odgovarajući alat pod nadzorom.

Radni prostor treba biti čist i organiziran, s pripremljenim kantama za selektivno odlaganje otpada. Po završetku izrade, izrađene hranilice izlažu se na za to predviđenom mjestu – izložbenom kutku u učionici ili hodniku škole. Učenici trebaju napisati po jednu ekološku poruku kojom se promovira važnost reciklaže, koja će biti istaknuta na zajedničkom panou ili tabli.

Aktivnost razvija kreativnost, timsku saradnju i ekološku odgovornost učenika, te omogućava funkcionalnu primjenu znanja kroz praktičan rad.

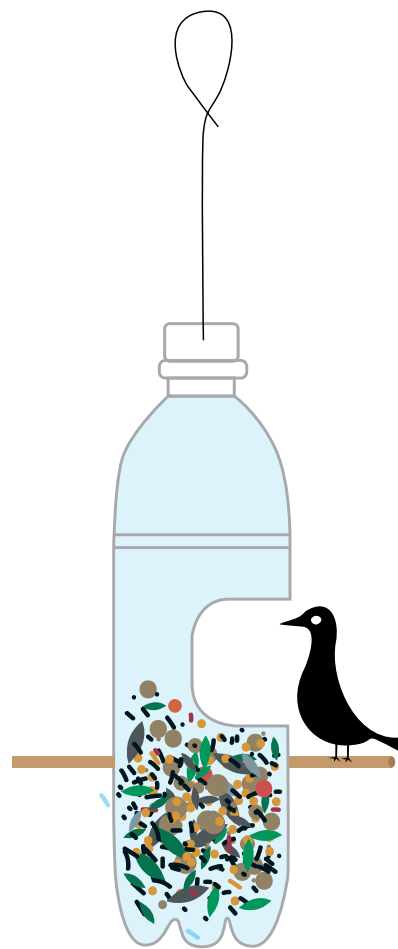
Postupak laboratorijske vježbe

1. Oprati i osušiti praznu plastičnu flašu.
2. Napraviti dva nasuprotna otvora na sredini flaše (promjera 4–5 cm) kroz koja će ptice pristupati sjemenkama.
3. Ispod svakog otvora probušiti manji otvor za provlačenje drvenog štapića koji će služiti kao mjesto na kojem ptice stoje.
4. Provući štapiće kroz otvore tako da prolaze s objiju strana flaše.
5. Napuniti flašu sjemenkama za ptice do nivoa donjih otvora.
6. Na vrhu flaše probušiti dvije male rupice kroz koje treba provući kanap ili žicu za pričvršćivanje.
7. Ukasiti flašu ekološki prihvatljivim materijalima.
8. Postaviti hranilicu na granu drveta ili je pričvrstiti za ogradu.

Zapažanje i zaključak

Tokom izrade predmeta od recikliranog materijala učenici bilježe koje su materijale koristili i uočavaju razlike u njihovoj obradi, prepoznajući koji su materijali bili najlakši, a koji najteži za oblikovanje. Procjenjuju stabilnost i funkcionalnost izrađenih hranilica za ptice te razmišljaju o njihovoj primjeni u stvarnim uvjetima u prirodi. Kroz proces izrade postaju svjesni važnosti preciznosti, pažljivog rukovanja alatima i planiranja rada. Prepoznaju vlastiti doprinos zaštiti okoliša kroz ponovnu upotrebu otpada i uviđaju da i jednostavni predmeti mogu imati stvarnu ekološku vrijednost. Istovremeno razvijaju empatiju i brigu prema životinjama, prepoznajući hranilice kao konkretan način pomoći pticama, posebno tokom hladnijih mjeseci.

Na osnovu praktičnog iskustva zaključuju da reciklaža i kreativna ponovna upotreba materijala predstavljaju konkretan način za smanjenje otpada i očuvanje prirodnih resursa. Kroz ovaj rad učenici razvijaju osjećaj odgovornosti prema okolišu, usavršavaju tehničke i organizacione vještine, te prepoznaju značaj povezivanja školskog znanja sa svakodnevnim životom.



Slika 17. Hranilica za ptice

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života (Opća ekologija – nivoi ekološke integracije i ekološki faktori)

Cilj laboratorijske vježbe: Analizirati vlastite životne navike kako bi se utvrdila veličina ekološkog otiska i prepoznale aktivnosti koje najviše doprinose njegovom povećanju.

Teorijski uvod

Ekološki otisak predstavlja mjeru utjecaja ljudskih aktivnosti na prirodne resurse planete. Svaka osoba svojim načinom života, potrošnjom energije, hranom koju jede, načinom prevoza i količinom otpada koji proizvodi, ostavlja trag na Zemlji. Što su naše potrebe za resursima veće i što više narušavamo prirodnu ravnotežu, ekološki otisak postaje veći.

Održivi način života podrazumijeva smanjenje potrošnje resursa i utjecaja na životnu sredinu, čime doprinosimo očuvanju prirode za buduće generacije. Razumijevanje vlastitog ekološkog otiska pomaže učenicima da uoče navike koje trebaju mijenjati i da razviju svijest o ličnoj odgovornosti.

Potreban pribor

1. Upitnici o ekološkom otisku
2. Papiri, olovke
3. Hamer papir
4. Markeri

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba “Ekološki otisak – moj utjecaj na planetu” osmišljena je kao istraživačka aktivnost u kojoj učenici primjenjuju elemente naučne metode: samostalno prikupljaju podatke putem upitnika, analiziraju ih, interpretiraju rezultate i izводе zaključke.

UPITNIK (Moj ekološki otisak)

Instrukcija: Zaokruži slovo ispred odgovora koji najbolje opisuje tvoje svakodnevne navike. Budi iskren/-a.

1. Na koji način najčešće putuješ do škole?

- a) Pješke ili biciklom
- b) Javnim prevozom
- c) Automobilom

2. Koliko često recikliraš papir, plastiku i staklo?

- a) Uvijek
- b) Ponekad
- c) Nikada



3. Kada kupuješ odjeću ili obuću, vodiš li računa o porijeklu i utjecaju na okoliš?

- a) Da, uvijek
- b) Ponekad
- c) Ne, nikada

4. Kako obično štediš energiju kod kuće?

- a) Gasim svjetla i uređaje kad ih ne koristim
- b) Ponekad se sjetim
- c) Nikad ne razmišljam o tome

5. Koliko često koristiš jednokratne proizvode?

- a) Rijetko ili nikad
- b) Povremeno
- c) Vrlo često

6. Kakva je tvoja ishrana?

- a) Pretežno biljna (voće, povrće, žitarice)
- b) Kombinacija biljne i mesne ishrane
- c) Pretežno mesna

7. Koliko često kupuješ lokalno uzgojene proizvode?

- a) Često
- b) Povremeno
- c) Rijetko ili nikad

8. Kada ideš na izlete ili putovanja, paziš li da ne zagađuješ prirodu?

- a) Da, uvijek
- b) Ponekad
- c) Ne, nikad

9. Koristiš li predmete više puta (npr. flaše, vrećice)?

- a) Da, često ponovo koristim
- b) Ponekad
- c) Nikada

10. Uključen/-a si u akcije za zaštitu okoliša?

- a) Da
- b) Ne, ali želim da se uključim
- c) Ne



Kriteriji za analizu upitnika (samoprocjena)

1. Brojanje odgovora

Svaki učenik na kraju upitnika izbroji koliko je puta odgovorio:

- a) ekološki odgovorno ponašanje
- b) djelimično odgovorno ponašanje prema prirodi
- c) neodgovorno ponašanje prema prirodi.

2. Procjena ekološkog otiska

- Najviše **a** odgovora → nizak ekološki otisak (pozitivan utjecaj na planetu).
- Najviše **b** odgovora → umjeren ekološki otisak (postoje navike koje treba unaprijediti).
- Najviše **c** odgovora → visok ekološki otisak (potrebne su značajne promjene u ekološkom ponašanju).

Aktivnost uključuje i vizualnu prezentaciju rezultata putem edukativnog postera. Vježba razvija istraživačke i komunikacijske kompetencije, podstiče ekološku odgovornost i omogućava međupredmetno povezivanje sa sadržajima iz geografije, informatike te tjelesnog i zdravstvenog odgoja. Za realizaciju vježbe potrebno je prilagoditi raspored učionice: učenički stolovi trebaju biti raspoređeni tako da omoguće individualni rad (popunjavanje upitnika i samoprocjena) i grupni rad (analiza rezultata, izrada akcionog plana i postera).

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Popuniti upitnik o svakodnevnim navikama koje se odnose na potrošnju energije, vode, prehranu, transport i otpad.
2. Izvršiti samoprocjenu – svaki učenik određuje svoj ekološki otisak na osnovu odgovora.
3. Analizirati rezultate u grupi i izraditi akcioni plan:
 - a) uporediti individualne rezultate članova grupe;
 - b) identificirati najčešće štetne navike i njihovu učestalost;
 - c) napraviti listu navika koje najviše opterećuju planetu;
 - d) osmisliti konkretne mjere i prijedloge za smanjenje ekološkog otiska (3–5 prijedloga);
 - e) dizajnirati edukativni poster s porukama i savjetima za održiv način života.
4. Prezentirati grupne radove: Grupe predstavljaju svoje akcione planove i postere, ističući ključne nalaze, prijedloge i poruke koje podstiču odgovorno i održivo ponašanje.

Zapažanje i zaključak

Učenici prepoznaju svakodnevne navike koje najviše doprinose povećanju ekološkog otiska, te uočavaju razlike između individualnih i grupnih rezultata.

Kroz analizu i diskusiju razvijaju svijest o važnosti malih, ali dosljednih promjena koje mogu značajno doprinijeti očuvanju prirodnih resursa.

Zaključuju da se smanjenje ekološkog otiska postiže odgovornim ponašanjem, promišljenim odlukama i njihovom primjenom u svakodnevnom životu.

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Čovjek i zdravlje)

Cilj laboratorijske vježbe: Istražiti vlastite životne navike kroz vođenje “Mog dnevnika zdravlja” (ishrana, unos vode, fizička aktivnost i san) te analizirati nutritivnu vrijednost odabranih napitaka na osnovu količine šećera navedene na deklaracijama.

Teorijski uvod

U prvom dijelu vježbe učenici tokom sedam dana vode vlastiti dnevnik zdravlja, u koji bilježe podatke o ishrani, unosu tekućine, fizičkoj aktivnosti i trajanju sna. Na osnovu prikupljenih podataka učenici analiziraju svoje navike, prepoznaju obrasce ponašanja koji utječu na zdravlje i kvalitet života te vrše samoprocjenu – koje navike trebaju zadržati, a koje promijeniti.

U drugom dijelu vježbe učenici istražuju količinu šećera u pojedinim napicima (flaširana voda, gazirani i industrijski voćni sok), koristeći podatke s deklaracija. Na osnovu prikupljenih podataka procjenjuju nutritivnu vrijednost napitaka i zaključuju koje napitke treba konzumirati svakodnevno, a koje povremeno ili u manjim količinama.

Zdrav način života podrazumijeva uravnoteženu ishranu, redovnu fizičku aktivnost, dovoljan unos vode i kvalitetan san. Svaka od ovih navika ima važnu ulogu u očuvanju zdravlja i prevenciji bolesti. Nepravilna ishrana, nedostatak kretanja i poremećen ritam sna mogu negativno utjecati na funkcioniranje organizma i smanjiti kvalitet života.

Poseban problem predstavljaju skriveni šećeri u napicima, koji doprinose narušavanju zdravlja i povećavaju rizik od hroničnih oboljenja.

Potreban pribor

1. Tabela “Dnevnik zdravlja”
2. Flaširana voda
3. Industrijski voćni sok
4. Gazirani napitak
5. Deklaracije o sastavu napitaka
6. Staklene ili plastične epruvete zapremine 20 ml
7. Stalak za epruvete
8. Menzure zapremine 25–50 ml
9. Papir i olovka
10. Kalkulator



Slika 18. Potreban pribor

Postavke laboratorijske vježbe

Prvi dio vježbe “Moj dnevnik zdravlja” realizira se kroz individualni i grupni istraživački rad. Tokom sedmice učenici vode evidenciju o ishrani, unosu vode, fizičkoj aktivnosti i snu u Tabeli 8. Nakon sedam dana analiziraju prikupljene podatke i prepoznaju obrasce zdravih i nezdravih životnih navika.

Tabela 8. Unos individualnih podataka o “Moj dnevniku zdravlja”

Dnevnik zdravlja	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota	Nedjelja
Doručak							
Užina							
Ručak							
Užina							
Večera							
Količina unesene tekućine (voda)							
Broj sati sna							
Fizička aktivnost (vrsta i trajanje)							

U drugom dijelu vježbe učenici analiziraju deklaracije napitaka (flaširana voda, gazirani sok, industrijski voćni sok) i izračunavaju količinu šećera u 200 ml napitka. Rezultate upisuju u Tabelu 9 i izrađuju vizualni prikaz pomoću epruveta, pri čemu svaka epruveta simbolično predstavlja 5 g šećera. Za prikaz ukupne količine šećera za pojedine napitke koristi se menzura, za jasan uvid nutritivne vrijednosti i poređenje napitaka prema sadržaju šećera.

Tabela 9. Primjer tabelarnog prikaza za analizu količine šećera u napicima

Naziv pića	Količina pića (ml)	Količina šećera (g)	Broj epruveta	Nutritivna procjena i preporuka
Flaširana voda				
Gazirani sok				
Industrijski voćni sok				

Za realizaciju vježbe potrebno je prilagoditi raspored učionice: učenički stolovi trebaju biti pripremljeni za individualni rad (analiza dnevnika i samoprocjena) i grupni rad (obračun i prikaz količine šećera, izrada tabele i prezentacija zaključaka).

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Vođenje “Mog dnevnika zdravlja”

- Tokom sedmice učenici svakodnevno unose podatke o obrocima, količini vode, trajanju sna i fizičkoj aktivnosti.
- Dnevnik se vodi kod kuće prema tabeli koju je pripremio nastavnik.

2. Analiza “Mog dnevnika zdravlja”

- Učenici prezentiraju svoje rezultate – broj obroka, količinu unesene tekućine, trajanje sna i fizičke aktivnosti.
- Razgovaraju o uočenim obrascima i navikama koje mogu poboljšati.

3. Procjena količine šećera u napicima

- Grupe očitavaju podatke o količini šećera s deklaracija.
- Izračunavaju količinu šećera u 200 ml napitka.
- Pomoću epruveta prikazuju količinu šećera u svakom napitku.

4. Vizualna prezentacija i interpretacija rezultata

- Svaka grupa izrađuje tabelarni prikaz i kratku analizu s preporukama o zdravim navikama pri izboru napitaka.
- Učenici prezentiraju rezultate pred razredom.

Zapažanje i zaključak

Analizom podataka iz “Mog dnevnika zdravlja” i količine šećera u napicima učenici prepoznaju navike koje pozitivno i negativno utječu na zdravlje.

Zaključuju da je voda jedini napitak bez šećera, dok većina drugih napitaka sadrži skrivene količine šećera.

Učenici uviđaju da se zdravlje može očuvati i unaprijediti jednostavnim, ali dosljednim promjenama – poput zamjene zaslađenih napitaka vodom, redovnog kretanja i pravilne ishrane.

2.

VJEŽBE ZA 7. RAZRED





UPOZNAVANJE S DIJELOVIMA MIKROSKOPA I PRAVILIMA MIKROSKOPIRANJA

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Citologija i histologija biljaka)

Cilj laboratorijske vježbe: Upoznati osnovne dijelove svjetlosnog mikroskopa i pravila mikroskopiranja, tehniku pravilnog rukovanja mikroskopom i razviti osnovne vještine fokusiranja slike pomoću makro i mikrovijka kroz posmatranje gotovih mikroskopskih preparata pod različitim uvećanjima.

Teorijski uvod

Svjetlosni mikroskop predstavlja osnovni instrument u biologiji koji omogućava posmatranje struktura nevidljivih golim okom pri različitim uvećanjima. Da bi mikroskopiranje bilo uspješno, potrebno je poznavati mehaničke i optičke dijelove mikroskopa, te primijeniti pravila pravilnog rukovanja i održavanja.

Potreban pribor

1. Digitalni mikroskop
2. Svjetlosni mikroskop
3. Gotovi mikroskopski preparati
4. Maramice za čišćenje objektivna

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici rade u grupama od dva do tri člana. Svaka grupa koristi jedan mikroskop i jedan gotov mikroskopski preparat. Digitalni mikroskop koristi se za demonstraciju osnovnih dijelova mikroskopa i tehnike mikroskopiranja, pri čemu se slika projektira na platno ili ekran.



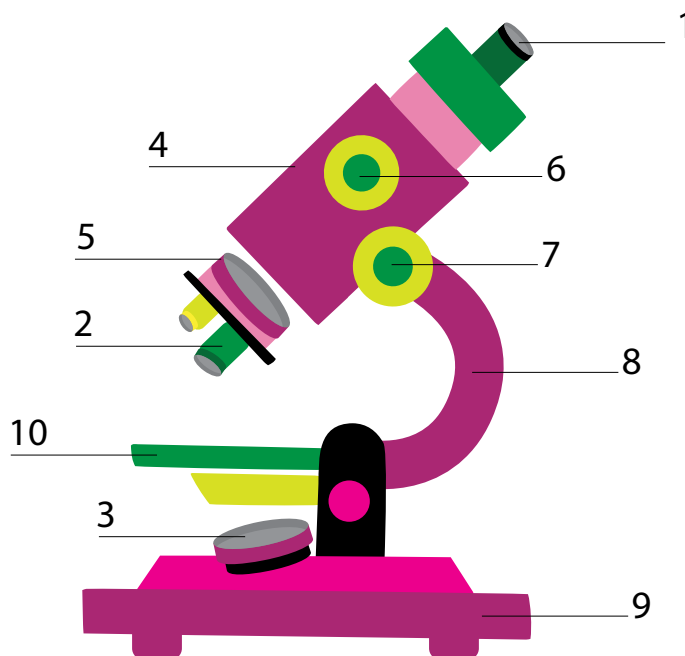
Slika 19. Primjena mikroskopa u nastavi

Učenici posmatraju mikroskop postavljen ispred njih, imenuju njegove dijelove i u svesku skiciraju mikroskop i označavaju njegove osnovne dijelove. Mikroskopi su postavljeni na stabilnim stolovima, a učenici su raspoređeni tako da imaju dovoljno prostora za rad.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Priprema mikroskopa i radnog mjesta

- Pravilno prenošenje mikroskopa: Mikroskop se nosi tako da se jednom rukom drži za stativ (ručicu), a drugom pridržava ispod postolja, čime se sprečavaju oštećenja.
- Postavljanje mikroskopa: Postaviti mikroskop na stabilan, čist i ravan stol.
- Čišćenje optičkih dijelova: Prije rada očistiti okular i objektiv mekanom krpicom za leće kako bi se osigurala čista i jasna slika.
- Uključivanje mikroskopa: Ako mikroskop ima vlastiti izvor svjetlosti, uključiti ga i podesiti jačinu osvjetljenja prema potrebi.



Slika 20. Dijelovi mikroskopa: okular (1), objektiv (2), izvor svjetlosti (3), tubus (4), revolver (5), makrovijak (6), mikrovijak (7), ručica (8), postolje (9), predmetni stočić (10)

2. Upoznavanje s dijelovima mikroskopa

- Mehanički dijelovi: postolje, stativ (ručica), stolić, makrovijak (veliki vijak), mikrovijak (mali vijak), revolver, nosač preparata.
- Optički dijelovi: okular, objektiv (različitih uvećanja), kondenzor, regulator svjetlosti, izvor svjetlosti.

3. Postavljanje preparata i početno mikroskopiranje

- Postavljanje preparata: Staviti gotov mikroskopski preparat na stolić mikroskopa tako da pokrovno staklo bude iznad otvora za svjetlost. Preparat učvrstiti pomoću držača.
- Odabir objektiva: Okrenuti revolver tako da se najmanji objektiv (npr. 4×) postavi iznad preparata.
- Podešavanje stolića: Pomoću makrovijka pažljivo spustiti stolić dok objektiv ne bude blizu preparata, pazeći da se ne dodirnu.
- Fokusiranje slike: Gledajući kroz okular, polako podizati stolić makrovijkom dok se ne pojavi jasna slika. Zatim koristiti mikrovijak za fino izoštravanje slike.

4. Promjena uvećanja i dodatno fokusiranje

- a) Uvećanje slike: Ako je potrebno veće uvećanje, okrenuti revolver da se postavi objektiv većeg uvećanja (npr. 10× ili 40×). Ukupno uvećanje slike izračunava se množenjem uvećanja okulara i objektiva. Naprimjer, ako okular uvećava 10 puta, a objektiv 40 puta, ukupno uvećanje iznosi 400 puta.
- b) Fino fokusiranje: Nakon promjene objektiva, koristiti mikrovijak za precizno podešavanje fokusa.
- c) Podešavanje osvijetljenja: Po potrebi prilagoditi intenzitet svjetlosti i otvor za reguliranje količine svjetlosti kako bi se poboljšao kontrast i jasnoća slike.

5. Završetak mikroskopiranja

- a) Vraćanje na početno stanje: Nakon završetka mikroskopiranja, okrenuti revolver na najmanji objektiv i spustiti stolić na najniži položaj.
- b) Uklanjanje preparata: Pažljivo ukloniti preparat sa stolića i odložiti ga na predviđeno mjesto.
- c) Čišćenje mikroskopa: Očistiti objektiv i okular specijalnom krpicom, isključiti izvor svjetlosti i, ako je potrebno, isključiti kabal mikroskopa iz struje.
- d) Spremanje mikroskopa: Pokriti mikroskop zaštitnom navlakom i odložiti ga na sigurno mjesto.

Zapažanje i zaključak

Vježba omogućava učenicima da se upoznaju sa strukturom i funkcijom svjetlosnog mikroskopa, te da savladaju osnovne tehnike mikroskopiranja. Kroz rad razvijaju vještine tehničkog rukovanja, preciznosti, pažnje i odgovornosti u korištenju laboratorijske opreme. Stečena znanja predstavljaju osnovu za sve naredne vježbe koje uključuju mikroskopsko posmatranje bioloških uzoraka.

MIKROSKOPIRANJE ĆELIJA POKOŽICE LUKA (*Allium cepa*) I ODREĐIVANJE NJIHOVE VELIČINE

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Citologija i histologija biljaka)

Cilj laboratorijske vježbe: Mikroskopiranjem posmatrati privremene preparate pokožice luka, prepoznati elemente ćelijske građe i uočiti njihove strukture (ćelijski zid, jedro, citoplazmu i vakuolu). Odrediti približnu veličinu ćelija, te uočiti razlike u mikroskopskom izgledu obojenog i neobojenog preparata.

Teorijski uvod

Pokožica crvenog luka, zbog svoje prozirnosti i jednostavne građe, predstavlja idealan materijal za mikroskopsko posmatranje biljnih ćelija.

Biljke su organizmi izgrađeni od specifičnog tipa ćelija koje se odlikuju složenom strukturom i jasno definiranim funkcijama. Svaka biljna ćelija sadrži ćelijski zid, koji joj daje čvrstoću i oblik, ćelijsku membranu koja regulira protok tvari, citoplazmu kao sredinu u kojoj se odvijaju osnovni metabolički procesi, te vakuolu i jedro. Vakuola učestvuje u skladištenju i održavanju unutrašnjeg pritiska, dok jedro upravlja svim životnim aktivnostima ćelije i nosilac je genetskog materijala.

Na osnovu broja ćelija koje stanu u prečnik vidnog polja mikroskopa, može se izračunati prosječna veličina jedne ćelije. Mikroskopiranje i kvantitativno određivanje veličine ćelija doprinose razvoju preciznosti u opažanju, pravilnoj tehnici mikroskopiranja i primjeni bioloških znanja u praksi.

Potreban pribor

1. Svjetlosni mikroskop
2. Predmetno staklo
3. Pokrovno staklo
4. Skalpel
5. Pinceta
6. Plastična pipeta
7. Crveni luk
8. Lugolov rastvor (jodna otopina)
9. Filter-papir (za upijanje viška tečnosti s preparata)
- 10 Model biljne ćelije (plastični, uvećanje 1000×)
11. Sveska i pribor za crtanje

Postavke laboratorijske vježbe

Mikroskopski preparat izrađuje se individualno ili u paru, koristeći pokožicu crvenog luka kao biološki materijal. Za kontrast obojenog preparata koristi se Lugolov rastvor (ili mastilo za nalivpero), a ćelije se posmatraju pomoću mikroskopa. Tokom rada učenici koriste model biljne ćelije radi lakše orijentacije i tačnije identifikacije uočenih struktura. Model služi kao vizualna podrška

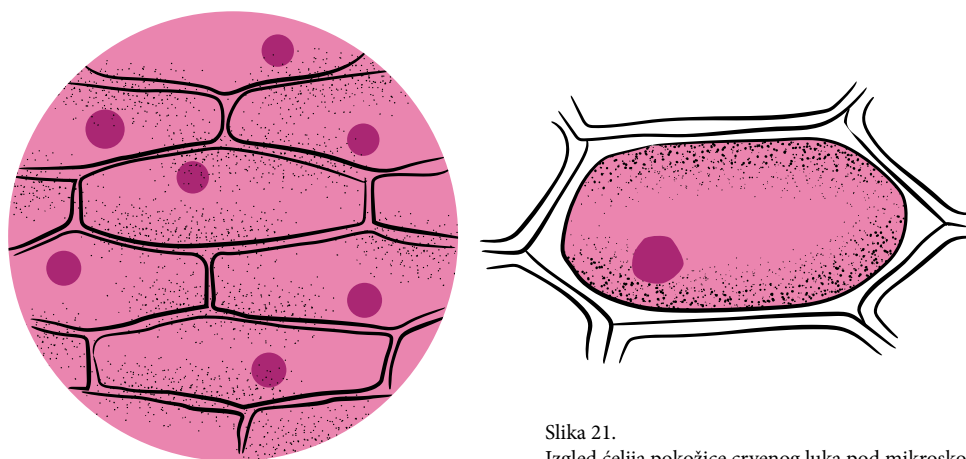
u razumijevanju građe ćelije, naročito u fazi identifikacije ćelijskog zida, jedra, vakuole i rasporeda citoplazme. Za izračunavanje veličine ćelije koristi se najmanje uvećanje mikroskopa, jer ono omogućava najveći prečnik vidnog polja ($\approx 4,5$ mm) i pregled većeg broja ćelija, čime se povećava tačnost mjerenja.

Formula za izračunavanje veličine ćelije:

$$\text{Veličina ćelije} = \text{prečnik vidnog polja} \div \text{broj ćelija u prečniku}.$$

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Isjeći mesnati list crvenog luka skalpelom s unutrašnje strane na male kvadratiće i pincetom pažljivo odvojiti tanak sloj pokožice sa sočnog ljuspastog lista lukovice.
2. Komadić pokožice staviti u kap vode na sredinu predmetnog stakla, pazeći da ostane ravna (prvo posmatrati nebojen preparat).
3. Pomoću plastične pipete nanijeti kap Lugolovog rastvora radi boljeg uočavanja ćelijskih struktura (drugo posmatranje obojenog preparata).
4. Pokriti pokožicu pokrovnim staklom spuštajući ga pod uglom od 45 stepeni kako bi se izbjeglo stvaranje mjehurića zraka.
5. Postaviti preparat na stolić mikroskopa i započeti posmatranje objektivom 4 $\times$. Pomoću makrovijka izoštriti sliku i izbrojati koliko se ćelija proteže duž prečnika vidnog polja.
6. Izračunati približnu veličinu jedne ćelije koristeći zadatu formulu.
7. Nastaviti posmatranje pri većim uvećanjima (10 $\times$ i 40 $\times$), a sliku izoštriti pomoću mikrovijka.
8. Uočiti ćelijski zid, jedro, vakuolu i raspored citoplazme.
9. Nacrtati jednu tipičnu biljnu ćeliju viđenu pod mikroskopom i označiti uočene dijelove.



Slika 21.
Izgled ćelija pokožice crvenog luka pod mikroskopom
(srednje i veliko uvećanje)

Zapažanje i zaključak

Tokom mikroskopskog posmatranja pokožice crvenog luka uočavaju se pravilno raspoređene biljne ćelije, najčešće pravougaonog oblika, s jasno izraženim ćelijskim zidovima i jedrom. Uočen je kontrast u mikroskopskom izgledu biljnih ćelija u obojenom preparatu u odnosu na neobojeni. Zahvaljujući Lugolovom rastvoru, strukture unutar ćelije postaju kontrastne, a vakuola se prepoznaje kao svijetla, centralno smještena oblast. Korištenjem modela biljne ćelije pomaže učenicima da lakše prepoznaju i razumiju funkciju pojedinih ćelijskih struktura, povezujući mikroskopski prikaz s trodimenzionalnim modelom.

Mikroskopskim posmatranjem pri najmanjem uvećanju, primjenom metode prebrojavanja ćelija i odgovarajuće formule za izračunavanje, određene su njihove približne veličine.

Ovom vježbom učenici stječu praktične vještine mikroskopiranja, razvijaju pažnju, preciznost i tehniku rada u laboratorijskim uvjetima, te razumiju važnost mikroskopskog istraživanja građe živih bića.

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Građa i funkcija biljaka)

Cilj laboratorijske vježbe: Upoznati građu svježih sjemenki dvosupnica (graha) i jednosupnica (kukuruza) – sjemenjaču (lupinu), supke (kotiledone) i klicu. Razlikovati dijelove sjemenki i prepoznati njihovu ulogu u procesu klijanja (na primjeru sjemenke pšenice).

Teorijski uvod

Biljke koje imaju cvijet razvijaju se iz sjemenke, koja predstavlja reproduktivni biljni organ koji ima ulogu rasprostiranja biljaka cvjetnica. Vježbom se postavlja temelj za razumijevanje uloge sjemenke u procesu klijanja.

Potreban pribor

Vježba A

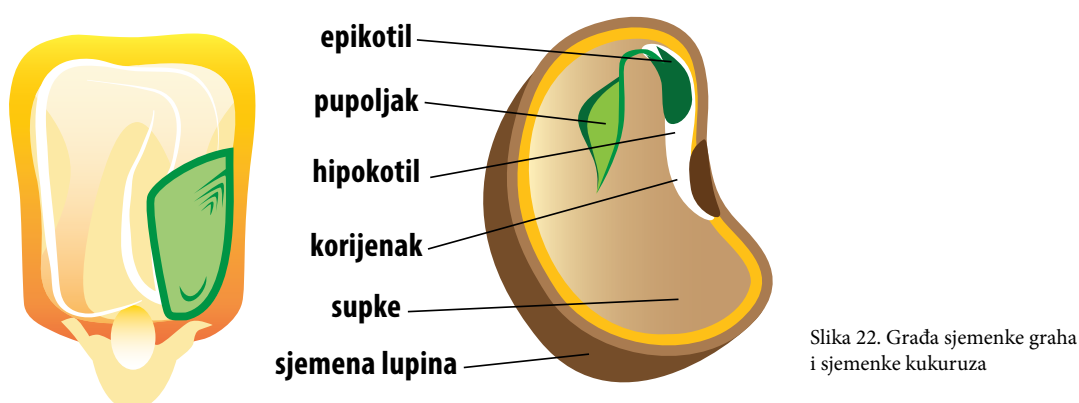
1. Staklene čaše ili posude
2. Sjemenke graha i kukuruza
3. Lupa i pinceta
4. Igla
5. Skalpel ili žilet
6. Voda
7. Sveska i olovka

Vježba B

1. Sjemenke pšenice
2. Plastični tanjir i vata
3. Sveska i olovka
4. Voda

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba A: Građa sjemenke graha i sjemenke kukuruza



Slika 22. Građa sjemenke graha i sjemenke kukuruza

Sjemenke graha i zrna kukuruza potrebno je potopiti u vodu najmanje 24 sata prije izvođenja vježbe, kako bi omekšale i omogućile lakše uklanjanje sjemenjače.

Vježba se izvodi u kabinetu biologije, a učenici rade pojedinačno ili u paru, koristeći pincetu, iglu i skalpel za pažljivo rezanje sjemenke kukuruza.

Za posmatranje se koristi lupa, a bilješke i crteži unose se u svesku. Posebna pažnja posvećuje se preciznom rukovanju skalpelom i očuvanju dijelova sjemenke tokom otvaranja, te se vježba izvodi uz stalni nadzor nastavnika.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Nakon potapanja sjemenki graha i kukuruza u vodi 24 sata, pažljivo ih izvaditi i osušiti ubrusom.
2. Pomoću pincete i igle ukloniti sjemenjaču – tanku pokožicu koja obavija sjemenku graha.
3. Pokušati isto učiniti sa sjemenkom kukuruza i uočiti razliku u građi.
4. Razdvojiti sjemenku graha na dvije polovine.
5. Posmatrati supke, a uz pomoć lupe posmatrati dijelove klice: korijenak, stabalce i pupoljčić.
6. Skalpelom pažljivo presjeći zrno kukuruza uzdužno i posmatrati unutrašnju građu pomoću lupe.
7. Nacrtati obje sjemenke u svesku i označiti uočene dijelove.

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba B: Ispitivanje klijavosti sjemena pšenice



Slika 23. Utvrđivanje klijavosti

Vježba se izvodi u kabinetu biologije uz osigurane osnovne uvjete za klijanje sjemena – toplotu, vlagu, svjetlost i kisik. Prije vježbe se priprema klijalište (ili više njih) – plastični tanjiri sa slojem vlažne vate.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Na pripremljenu podlogu (kljalište) ravnomjerno rasporediti 50 sjemenki pšenice.
2. Kljalište održavati vlažnim dodavanjem male količine vode.
3. Kljalište treba čuvati na toplom mjestu, izbjegavajući direktnu svjetlost, radi optimalnih uvijeta za klijanje.
4. Nakon 3-5 dana, sjemenke će proklijati. Tada se pristupa prebrojavanju i izračunavanju procenta klijavosti prema formuli:

$$\% = \frac{\text{broj proklijalih sjemenki} \times 100}{\text{ukupan broj sjemenki u kljalištu}} .$$



Slika 24. Postupak izvođenja vježbe

5. Na osnovu rezultata donosi se zaključak o kvaliteti sjemena. Ukoliko je procenat klijavosti oko 80 % ili viši, sjeme se smatra pogodnim za sjetvu.

Zapažanje i zaključak

Učenici su u prvoj vježbi uočili da se sjemenka graha sastoji od dviju supki između kojih se nalazi klica s jasno vidljivim dijelovima. Sjemenka kukuruza ima samo jednu supku i klicu koja je teže uočljiva jer je obavijena hranjivim tkivom.

U drugoj vježbi učenici su pratili proces klijanja pšenice u kljalištu. Na osnovu broja proklijalih sjemenki izračunali su procenat klijavosti, čime su praktično utvrdili koliko je sjeme pogodno za sjetvu.

Sjemenka predstavlja važan reproduktivni organ biljke jer u sebi nosi klicu i rezervne hranjive materije koje omogućavaju početni rast nove biljke. Različita građa sjemenki dvosupnica i jednosupnica odražava i njihove razvojne razlike.

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Građa i funkcija biljaka)

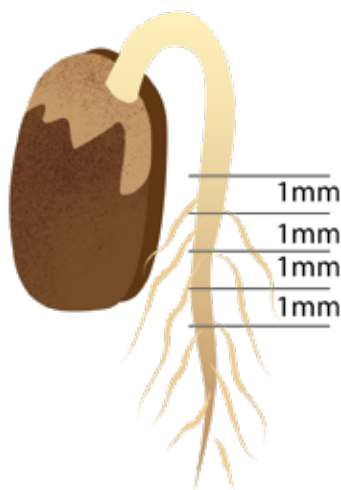
Cilj laboratorijske vježbe: Upoznati ključne procese koji se odvijaju u korijenu biljke – zonu rasta, osmozu i difuziju.

Teorijski uvod

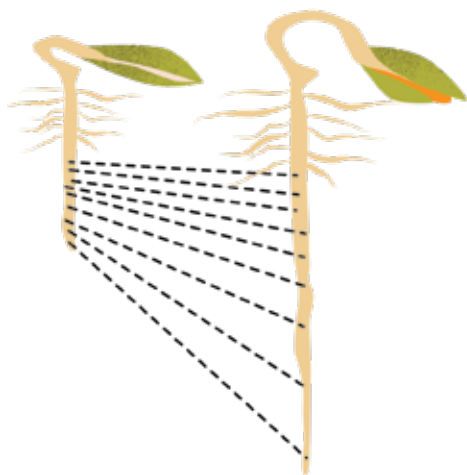
Korijen je vegetativni biljni organ koji učvršćuje biljku za tlo i upija vodu s rastvorenim mineralnim materijama. Kroz tri odvojena ogleda učenici će:

1. upoznati zonu rasta korijena,
2. ispitati proces osmoze – kretanje vode kroz polupropustljivu membranu,
3. demonstrirati difuziju – širenje čestica u tečnosti.

Ovi procesi zajedno objašnjavaju kako korijen omogućava biljci unos i transport vode i mineralnih tvari neophodnih za život.



Slika 25. Razvijanje korijena



Slika 26. Zona rasta korijena

Potreban pribor

Vježba A

1. Plastična čaša
2. Staklena posuda ili tegla
3. Stakleno zvono
4. Sjemenke graha
5. Vata, gaza
6. Lenjir, marker

Vježba B

1. Stakleni lijevak
2. Komad celofana
3. Gumica za tegle
4. Šećer ili sol
5. Voda
6. Flomaster, makaze

Vježba C

1. Providna čaša s vodom
2. Kristal modre galice ili prehrambena boja

Vježba A: Zona rasta korijena

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije ili učionici. Pripremljene su plastične čaše s vatom i sjemenkama graha koje su već razvile korijen dužine 2–4 cm. Za posmatranje rasta korijena potrebno je osigurati vazduh, posudu s vodom i stakleno zvono ili teglu radi održavanja vlage. Priprema vježbe traje nekoliko dana, dok se analiza može realizirati tokom jednog časa.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Na dno plastične čaše staviti sloj vate i pet sjemenki graha.
2. Čašu postaviti na toplo mjesto i redovno zalijevati sve dok korijenovi ne narastu 2–4 cm.
3. Izvaditi jedan razvijeni korijen.
4. Lenjirom i markerom označiti na korijenu podioke u razmaku od 1 mm.
5. Sjemenku s obilježenim korijenom staviti na gazu iznad čaše s vodom.
6. Pokriti čašu staklenom teglom radi održavanja visoke vlažnosti.
7. Ostaviti postavku 24 sata, zatim posmatrati rast korijena i utvrditi zonu rasta.
8. Utvrditi zonu rasta korijena.

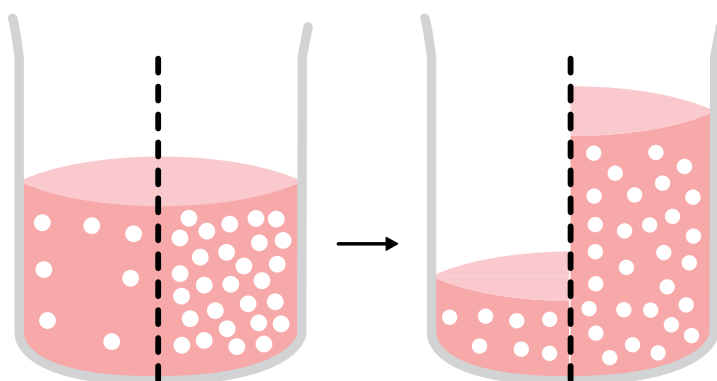
Vježba B: Osmoza

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije na čistoj i stabilnoj radnoj površini. Potrebno je pripremiti stakleni lijevak prekriven komadom celofana, učvršćen gumicom, i posudu s vodom.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Otvor lijevka prekriti celofanom i učvrstiti gumicom tako da vrat lijevka ostane slobodan.
2. U posudu uliti vodu i flomasterom označiti početnu razinu vode u posudi.
3. Postaviti lijevak s celofanom okrenutim prema dolje, tako da je membrana potpuno potopljena.
4. Kroz otvor na vratu lijevka polako dodati šećer ili sol.
5. Nakon 30 minuta, posmatrati promjenu vlažnosti unutar lijevka i promjenu razine vode u posudi.
6. Razgovarati o opaženom: Kako je voda iz posude prošla kroz celofan u lijevak?



Slika 27. Osmoza, prodiranje rjeđe tečnosti prema gušćoj kroz polupropustljivu membranu

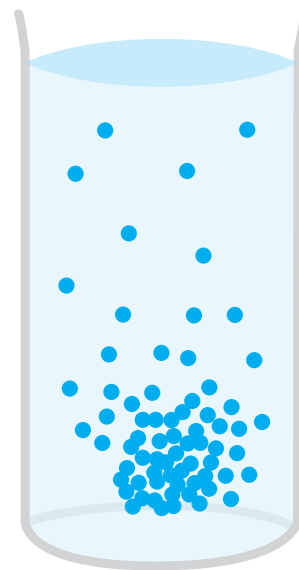
Vježba C: Difuzija

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije. Potrebno je pripremiti providnu čašu s čistom vodom i komadić modre galice ili prehrambenu boju.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. U providnu čašu uliti vodu do otprilike tri četvrtine visine.
2. U vodu dodati mali kristal modre galice ili nekoliko kapi prehrambene boje, bez miješanja.
3. Posmatrati kako se boja postepeno širi kroz vodu.
4. Zabilježite koliko je vremena potrebno da se boja ravnomjerno rasporedi u vodi.



Slika 28. Difuzija – kretanje čestica iz mjesta veće koncentracije prema mjestu manje koncentracije

Zapažanje i zaključak

Kroz izvođenje ovih ogleda učenici su upoznali osnovne procese koji se odvijaju u korijenu biljke. Posmatranjem rasta korijena uočili su da se ćelije na vrhu korijena neprestano dijele, čime omogućavaju njegov rast. Vježba osmoze pokazuje kako voda (kao rjeđa koncentracija) prolazi kroz polupropustljivu membranu u gušću tekućinu (citoplazma), što objašnjava način na koji korijen korijenskim dlačicama upija vodu. Vježba difuzije demonstrira kretanje čestica iz mjesta veće u mjesto manje koncentracije, što je osnova za razmjenu tvari u biljci. Zajedno, ovi procesi omogućavaju razumijevanje funkcionalne uloge korijena u upijanju vode i mineralnih materija neophodnih za život i rast biljke.

MIKROSKOPIRANJE POPREČNOG PRESJEKA LISTA LOZICE (*TRADESCANTIA SP.*)

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Građa i funkcija biljaka)

Cilj laboratorijske vježbe: Izraditi privremene preparate poprečnog presjeka lista lozice i mikroskopiranjem prepoznati unutrašnju građu ćelija i tkiva te povezati njihovu građu s funkcijom lista.

Teorijski uvod

List je vegetativni biljni organ koji ima ključnu ulogu u fotosintezi, disanju i transpiraciji. Izradom privremenih mikroskopskih preparata poprečnog presjeka lista lozice (*Tradescantia sp.*) učenici mogu identificirati osnovne anatomske strukture lista, poput epiderme (gornja i donja pokožica), palisadnog i sunđerastog tkiva, stoma (puči) i provodnih snopića, te povezati građu s funkcijom. Korištenjem prikaza na ekranu učenici će nacrtati i obilježiti uočene dijelove preparata, čime razvijaju preciznost u opažanju, tehniku mikroskopiranja i vještinu primjene bioloških znanja u praksi.

Potreban pribor

1. Mikroskopi
2. Predmetna stakla
3. Pokrovnna stakla
4. Satna stakla
5. Pincete
6. Pipete
7. Skalpeli ili žileti
8. Destilovana voda
9. Papirni ubrusi
10. Lišće lozice (*Tradescantia sp.*)
11. Srčika zove

Postavke laboratorijske vježbe

Nastavnik demonstrira pripremu poprečnog presjeka lista lozice (*Tradescantia sp.*). Da bi se omogućilo pravilno mikroskopsko posmatranje, presjek lista mora biti tanak i proziran za svjetlost.

Tokom demonstracije nastavnik koristi digitalni mikroskop, čime omogućava prikaz slike na ekranu i olakšava učenicima praćenje i analizu preparata.

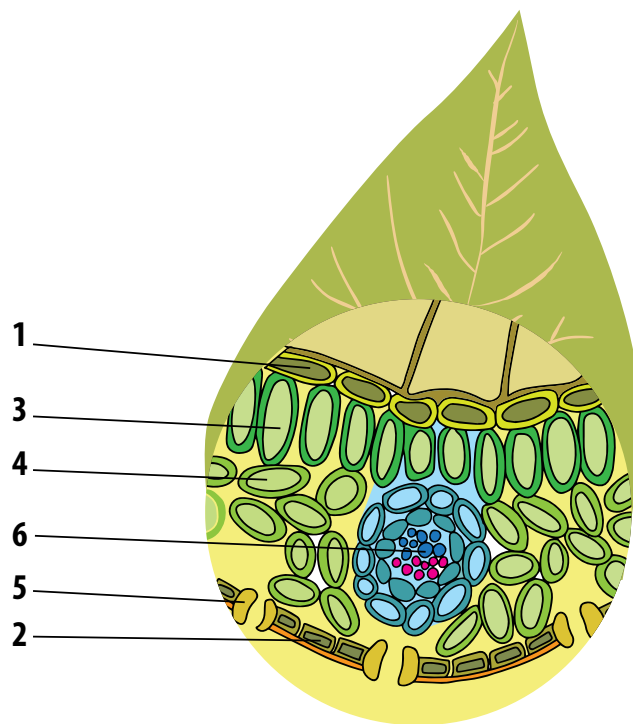
Važno je učenike upozoriti na sigurnosne mjere – pravilno rukovanje oštrim predmetima (skalpelima, žiletima) i pažljivo rukovanje mikroskopom i priborom kako bi se spriječile povrede i oštećenje opreme.

Nakon demonstracije, učenici se raspoređuju u grupe, pri čemu svaka grupa ima pristup mikroskopu i potrebnom priboru, a vježbu izvode uz stalni nadzor nastavnika.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Nakon demonstracije, učenici prema uputama nastavnika samostalno ili u paru pripremaju poprečni presjek lista.

1. Izrezati komadić lista lozice pomoću oštih nožića ili skalpela, pažljivo uz pomoć nastavnika.
2. Komadić lista umetnuti između rascijepljene srčike zove. Držati srčiku čvrsto među prstima i praviti što tanje presjeke.
3. Položiti poprečni presjek lista na sredinu predmetnog stakla, pazеći da se ne savije.
4. Nanijeti nekoliko kapi vode pipetom kako bi preparat ostao vlažan.
5. Pokrovno staklo pažljivo spustiti pod uglom od 45 stepeni da se spriječi stvaranje mjehurića zraka.
6. Preparat treba postaviti na stolić mikroskopa i započeti posmatranje objektivom od 4×, koristeći makrovijak za fokusiranje.
7. Postepeno povećavati uvećanje (10× i 40×) i izoštriti sliku mikrovijkom.
8. Uočiti razlike u izgledu i građi ćelija (anatomske strukture) koje čine list.
9. Nakon završetka mikroskopiranja, očistiti mikroskope, stakla i pribor, obrisati višak tečnosti i pravilno ih odložiti.



Slika 29. Unutrašnja građa lista: gornja pokožica (1), donja pokožica (2), palisadno tkivo (3), sunđerasto tkivo (4), stoma (5), provodni snopić (6)

Zapažanje i zaključak

Izvođenjem ove vježbe učenici istražuju unutrašnju građu lista lozice. Pri većim uvećanjima jasno prepoznaju gornju i donju pokožicu, palisadno i sunđerasto tkivo, kao i provodne snopice. Pravilno pripremljen tanak presjek omogućava dobru prozirnost i kontrast, što olakšava posmatranje.

Upotreba digitalnog mikroskopa dodatno poboljšava zajedničku analizu i vizualizaciju struktura. Skiciranje, označavanje i imenovanje dijelova lista doprinose razumijevanju povezanosti građe i funkcije tkiva u fotosintezi i razmjeni gasova. Ova vježba razvija vještine mikroskopiranja, izrade preparata, timski rad i odgovorno ponašanje u laboratoriji.

FUNKCIJA LISTA – FOTOSINTEZA, DISANJE I TRANSPIRACIJA

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Građa i funkcija biljaka)

Cilj laboratorijske vježbe:

Vježba A: Dokazati odvijanje fotosinteze posmatranjem odnosa između brzine izdvajanja mjehurića gasa (kisika) iz listova i jačine osvjetljenja biljke.

Vježba B: Dokazati odvijanje procesa disanja biljke (danju i noću) posmatranjem promjene boje ili zamućenja vode u prisustvu ugljendioksida (CO_2).

Vježba C: Dokazati odvijanje transpiracije posmatranjem kondenzacije vodene pare u najlonskoj kesi postavljenoj preko listova biljke.

Teorijski uvod

List ima ključnu ulogu u fotosintezi, disanju i transpiraciji, koji su osnovni procesi za život biljke. Tokom fotosinteze list koristi sunčevu svjetlost za pretvaranje CO_2 i vode u organsku materiju i O_2 , dok se disanjem oslobađa energija potrebna za životne procese. Transpiracija omogućava isparavanje vode kroz stome (puči), čime se regulira temperatura biljke i podstiče kretanje vode iz korijena prema listovima. Učenici će kroz tri laboratorijske vježbe posmatrati pojave koje ukazuju na ove funkcije: oslobađanje O_2 , prisustvo CO_2 i kondenzaciju vodene pare.

Potreban pribor

Vježba A

1. Laboratorijska čaša (500 ml)
2. Stakleni lijevak
3. Epruveta
4. Vodena biljka pogodna za akvarije (npr. *Elodea sp.*)
5. Destilovana voda
6. Natrijev bikarbonat
7. Kvadratne folije
8. LED lampa
9. Štoperica

Vježba B

1. Vodena biljka (ili svježi listovi)
2. Destilovana voda
3. Dvije tegle s poklopcem
4. Bromotimol plavo (BTB) ili krečna voda
5. Aluminijska folija ili tamna kutija
6. LED lampa

Vježba C

1. Sobna biljka sa zdravim listovima
2. Prozirna najlonska kesa (veća)
3. Gumica ili vezica
4. Mjesto s prirodnim svjetlom (pored prozora)

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici rade u grupama. Svaka grupa izvodi tri laboratorijske vježbe koje prikazuju pojedinačne funkcije lista: fotosintezu, disanje i transpiraciju. Na kraju rada grupe analiziraju sličnosti i razlike među funkcijama, povezujući ih s građom lista.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

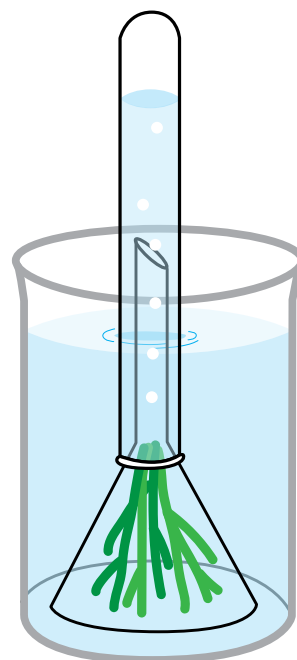
Vježba A: Istraživanje utjecaja boje svjetlosti (talasne dužine) na intenzitet fotosinteze

Preporuka

Koristiti LED lampu jer ne zagrijava vodu i osigurava stabilnu temperaturu tokom vježbe. Za bolju cirkulaciju gasova odsjeći 2–3 mm vrha stabljike biljke pod vodom.

Prozirne folije u boji postavljaju se između izvora svjetlosti i biljke kako bi filtrirale svjetlost.

1. Napuniti čašu destilovanom vodom i staviti vodenu biljku (*Elodea sp.* ili druga pogodna vrsta).
2. Dodati prstohvat natrijevog bikarbonata (NaHCO_3) kao izvor CO_2 i promiješati.
3. Postaviti biljku u stakleni lijevak tako da vrh stabljike bude okrenut prema gore. Važno je da vrh biljke bude okrenut prema gore jer je taj dio najaktivniji u fotosintezi, a oslobođeni mjehurići kisika lakše se sabiraju i ulaze u epruvetu koja će se postaviti iznad biljke.
4. Na vrh lijevka postaviti epruvetu punu vode, okrenutu otvorom prema dolje, tako da u sistemu ne ostanu mjehurići zraka.
5. Smjestiti sistem blizu izvora svjetlosti (npr. bijele LED lampe ili sunčeve svjetlosti) i ostaviti da se stabilizira nekoliko minuta.
6. Pokrenuti štopericu i tokom 5 minuta brojati mjehuriće kisika koji izlaze iz biljke (kontrolno mjerenje).
7. Zatim postaviti folije u boji (crvena, plava, zelena, žuta i crna) i ponoviti mjerenje za svaku boju.
8. Uporediti broj mjehurića kod različitih boja svjetlosti i zaključiti koja svjetlost najviše, a koja najmanje utječe na fotosintezu.
9. Rezultate prikazati tabelarno i grafički.



Slika 30.
Intenzitet fotosinteze
zavisi od jačine svjetlosti

Vježba B: Disanje

1. Pripremiti dvije tegle s vodom i dodati nekoliko kapi BTB indikatora (rastvor svjetloplave boje).
2. U svaku teglu staviti iste količine svježih listova i zatvoriti poklopcima.
3. Jednu teglu postaviti na svjetlost (pored prozora ili pod lampu), a drugu u mrak (umotati je u aluminijsku foliju).
4. Na sljedećem času posmatrati promjenu boje rastvora u objema posudama.
 - U mraku rastvor postaje zelenkast ili žut, što ukazuje da biljka diše i oslobađa CO_2 , uslijed čega dolazi do zakiseljavanja rastvora.
 - Na svjetlu rastvor ostaje plav ili postaje intenzivnije plav, jer se pored disanja odvija i fotosinteza, tokom koje biljka troši CO_2 , što doprinosi održavanju višeg pH.

Vježba C: Transpiracija

1. Odabrati zdravu sobnu biljku s više listova.
2. Pažljivo navući najlonsku kesu preko nekoliko listova, vodeći računa da ne budu oštećeni, i zatvoriti je gumicom ili vezicom.
3. Postaviti biljku na svijetlo mjesto i ostaviti je do sljedećeg časa.
4. Posmatrati pojavu kapljica vode na unutrašnjoj strani kese – to je rezultat isparavanja vode iz lista (transpiracija).
5. Preporučuje se postavljanje kontrolne kese bez biljke, kako bi se uporedilo da li kondenzacija potiče isključivo iz biljke.



Slika 31. Transpiracija – stvaranje kapljica vode s unutrašnje strane kese

Zapažanje i zaključak

Izvođenjem ovih vježbi učenici uče prepoznati i dokazati osnovne funkcije lista: fotosintezu, disanje i transpiraciju.

Tokom vježbe fotosinteze učenici uočavaju utjecaj boje svjetlosti na oslobađanje mjehurića kisika. U vježbi disanja analiziraju promjene boje indikatora, što potvrđuje razliku između disanja u mraku i svjetlu. U vježbi transpiracije pojava kondenzovane vode u kesi dokazuje isparavanje vode kroz puči.

Ove vježbe razvijaju vještine posmatranja, analize, mjerenja i izvođenja zaključaka, te pomažu učenicima da povežu građu i funkcije lista kroz praktičan rad.

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Građa i funkcija biljaka)

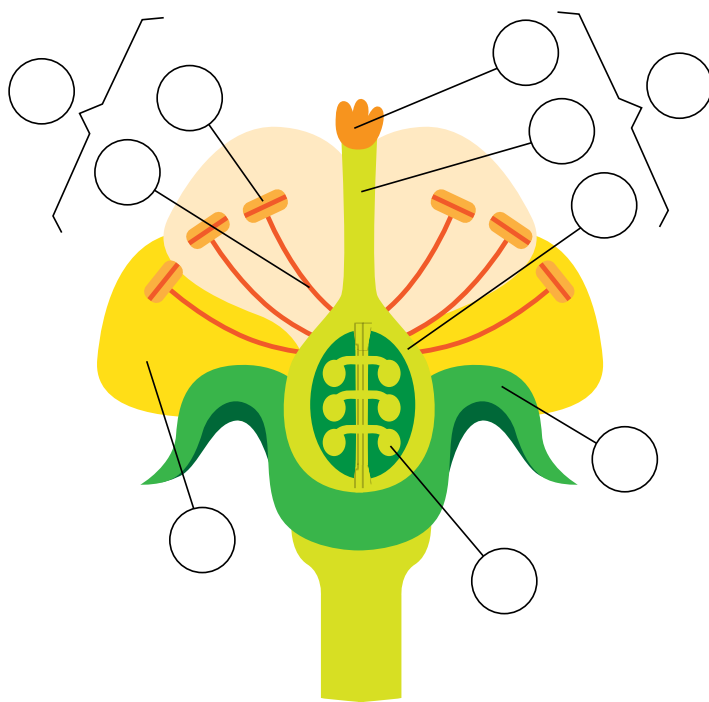
Cilj laboratorijske vježbe: Posmatrati svježi ili herbarizirani cvijet uz korištenje modela, upoznati njegovu građu, razlikovati osnovne dijelove i povezati građu s funkcijom.

Teorijski uvod

Cvijet je reproduktivni biljni organ koji ima ulogu u razmnožavanju cvjetnica. Građen je od osnovnih dijelova: lapova (čaišćnih listića) i latica (krunićnih listića), prašnika i tućkova, muških i žen-
skih dijelova cvijeta. Na osnovu broja i rasporeda lapova i latica, uz pomoć nastavnika i podataka iz tabele, ućenici mogu odrediti cvjetnu formulu. Analizom broja i rasporeda dijelova cvijeta dokazuje se složena građa i prilagođenost funkciji razmnožavanja biljaka cvjetnica.

Potreban pribor

1. Cvjetovi razlićitih biljaka, zavisno od godišnjeg doba (npr. divlja ruža, ljljan, trešnja, višnja, jabuka)
2. Herbarizirani primjerci cvjetova
3. Plastićni modeli cvijeta, tućka i prašnika
4. Lupa
5. Skalpel ili oštar noćić
6. Igla ili pinceta
7. Bijeli papir i olovka za skice
8. Tabela za upis broja cvjetnih dijelova (za izradu cvjetne formule)



Slika 32. Prijedlog dijagrama cvijeta za radni list

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u ućionici biologije ili drugom prikladnom prostoru, opremljenom radnim stolovima i priborom. Ućenici rade u parovima ili manjim grupama. Svaka grupa dobija jedan ili više uzoraka cvijeta (živi, herbarizirani ili plastićni model). Za ućenike su pripremljeni radni listovi s tabelom za upis broja cvjetnih dijelova, kao i osnovni pribor za posmatranje. Ućenici kroz praktićan rad uće prepoznati osnovne dijelove cvijeta i povezati njihovu građu s ulogom. Cijela vježba, posebno rukovanje oštrim predmetima i biološkim materijalom, izvodi se pod stalnim nadzorom nastavnika.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Na stolovima je pripremljen potreban materijal, uključujući uzorke cvjetova (svježi, herbarizirani ili plastični modeli). Uz upute nastavnika pažljivo posmatrati osnovne dijelove cvijeta: cvjetnu dršku, čašične listiće (lapove), krunične listiće (latice), prašnike i tučak.
2. Uz pomoć slike u udžbeniku, na panou ili projektoru s označenim dijelovima cvijeta, učenici identificiraju muške (prašnike) i ženske (tučak) dijelove, te određuju da li je cvijet dvospolan ili jednospolan.
3. Objasniti ulogu čašičnih listića (zaštita nježnih dijelova cvijeta prije otvaranja) i ulogu kruničnih listića (privlačenje oprašivača).
4. Na priloženim listovima učenici bilježe broj svakog cvjetnog dijela i prikupljaju podatke potrebne za izračunavanje cvjetne formule.
5. Uz pomoć nastavnika rastaviti cvijet na pojedinačne dijelove. Na radnom listu učenici crtaju i označavaju dijelove te upisuju broj dijelova u Tabelu 10.
6. Pažljivo izdvojiti tučak iz cvijeta. Pomoću skalpela ili žileta napraviti uzdužni presjek plodnika (donjeg dijela tučka) kako bi se uočili sjemeni zamci pomoću lupe. Učenici crtaju prikaz i označavaju dijelove tučka: njušku, vrat i plodnik, te objašnjavaju njihovu ulogu u procesu oplodnje.
7. Izdvojiti prašnike i proučiti njihove dijelove: prašničku nit i prašnice s polenom. Učenici posmatraju izlazak polena iz prašnice i crtaju njegov izgled pod lupom.
8. Na osnovu prikupljenih podataka u Tabeli 10, uz pomoć nastavnika izraditi cvjetnu formulu.

Tabela 10. Broj cvjetnih dijelova

Dijelovi cvijeta	Čašični listići – Č	Krunični listići – K	Prašnici – P	Tučak – T
Broj cvjetnih dijelova				
Cvjetna formula				

Zapažanje i zaključak

Na osnovu posmatranja prirodnog materijala učenici povezuju građu cvijeta s njegovom funkcijom. Razumiju da čašični listići imaju zaštitnu ulogu, štiteći cvijet prije otvaranja, dok krunični listići, koji su često obojeni i mirisni, privlače oprašivače.

Posmatranjem građe prašnika zaključuju da se u polenovom zrnu nalazi muška spolna ćelija. Na uzdužnom presjeku tučka (njuška, stubić i plodnik) uočava se jajna ćelija u sjemenim zamecima. Na osnovu broja i rasporeda dijelova u tabeli, učenici uz pomoć nastavnika izrađuju cvjetnu formulu. Zaključuju da cvijet ima složenu građu, jasno prilagođenu procesu razmnožavanja biljaka cvjetnica.

IZOLACIJA I MIKROSKOPIRANJE BAKTERIJA MLIJEČNOG VRENJA

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života; Čovjek, biološko i društveno biće (Uvod u biosistematiku)

Cilj laboratorijske vježbe: Posmatrati mikroskopom građu i oblik bakterija na svježe pripremljenim mikroskopskim preparatima iz jogurta kako bi se dokazalo prisustvo bakterija mliječnog vrenja.

Teorijski uvod

Bakterije mliječnog vrenja predstavljaju mikroorganizme koji učestvuju u fermentaciji mlijeka, pri čemu razgrađuju laktozu i proizvode mliječnu kiselinu. One su prisutne u jogurtu i drugim fermentisanim mliječnim proizvodima. Posmatranjem mikroskopskih preparata jogurta učenici mogu uočiti karakteristične oblike bakterija mliječnog vrenja i povezati ih s njihovom ulogom u procesu fermentacije. Na taj način razumiju značaj korisnih bakterija za prehrambenu industriju, probavni sistem i očuvanje zdravlja čovjeka.

Vježba doprinosi razvijanju vještina mikroskopiranja, preciznosti u radu i primjeni sigurnosnih mjera pri rukovanju biološkim materijalom.

Potreban pribor

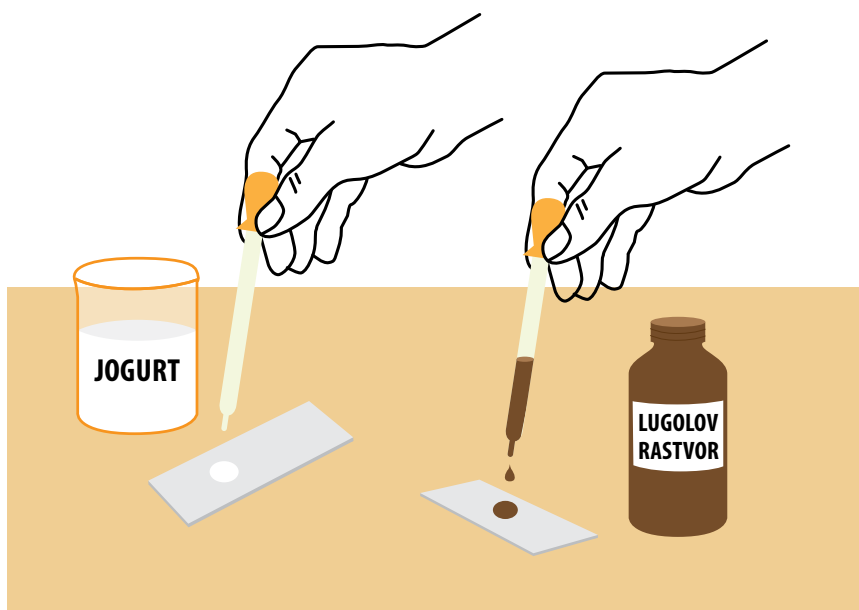
1. Svjetlosni mikroskop
2. Predmetno staklo
3. Pokrovno staklo
4. Plastična bakteriološka eza
5. Plastična pipeta
6. Jogurt
7. Lugolov rastvor
8. Imerziono ulje
9. Filter-papir
10. Pribor za pisanje i crtanje



Slika 33. Ilustracija bakterija mliječnog vrenja pod mikroskopom

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici uzimaju uzorak jogurta i pripremaju svježi mikroskopski preparat koristeći Lugolov rastvor kao kontrastno sredstvo koje privremeno povećava optičku gustinu citoplazme i pojačava kontrast između bakterijskih ćelija i pozadine. Preparat se posmatra pod mikroskopom uz upotrebu imerzionog ulja. Vježba je tehnički jednostavna i sigurna, te se može izvesti u učionici bez specijaliziranih uvjeta ili hemikalija. Učenici rade pojedinačno ili u parovima. Uvodna aktivnost uključuje kratko ponavljanje osnovnih karakteristika bakterijskih ćelija i diskusiju o ulozi mikroorganizama u prehrambenim procesima. Nakon mikroskopiranja, učenici upoređuju opažanja, izrađuju crtež uočenih bakterija i zajednički analiziraju rezultate, razvijajući pažnju, preciznost i odgovoran pristup radu.



Slika 34. Priprema mikroskopskog preparata bakterija mliječnog vrenja

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Na predmetno staklo staviti jednu kap jogurta pomoću plastične bakteriološke eze.
2. Ravnomjerno razmazati uzorak na sredini stakla i ostaviti da se blago prosuši na zraku.
3. Dodati kap Lugolovog rastvora na razmaz.
4. Pokriti preparat pokrovnim staklom, spuštajući ga pod uglom od 45 stepeni da se izbjegne stvaranje mjehurića zraka.
5. Postaviti preparat na stolić mikroskopa i započeti posmatranje s najmanjim uvećanjem (objektiv 4×).
6. Nastaviti posmatranje pomoću objektiv 10× i 40×, izoštravajući sliku pomoću mikrovijka.
7. Na pokrovno staklo dodati kap imerzionog ulja i posmatrati uz imerzioni objektiv (100×).
8. Uočiti oblik, veličinu i raspored bakterijskih ćelija.
9. Nacrtati vidno polje s uočenim bakterijama i pokušati razlikovati morfološke oblike (koke i bacile).

Zapažanje i zaključak

Tokom mikroskopiranja preparata iz jogurta uz dodatak Lugolovog rastvora uočene su sitne tačkaste i štapičaste forme (bakterije mliječnog vrenja). One se pojavljuju pojedinačno, u parovima ili manjim grupama, a bojenje omogućava bolji kontrast i jasnije razlikovanje oblika. Najčešće se prepoznaju dvije forme: koki (kuglasti) i bacili (štapičasti).

Pažljivim rukovanjem mikroskopom i laboratorijskim priborom učenici su razvili vještine mikroskopiranja i primijenili mjere opreza pri radu s biološkim materijalom. Na osnovu opažanja, dokazano je prisustvo bakterija u jogurtu i prepoznata njihova važnost za čovjeka.

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života; Čovjek, biološko i društveno biće (Uvod u biosistematiku)

Cilj laboratorijske vježbe: Posmatrati mikroskopom građu višćelijske alge (*Spirogyra*) na osnovu pripremljenih uzoraka materijala (iz akvarija ili obližnje stajaće vode), te građu jednoćelijskih kvasčevih gljivica (kvasca rastvorenog u mlijeku sa šećerom).

Teorijski uvod

Alge su eukariotski organizmi koji mogu biti jednoćelijski, višćelijski i kolonijalni. Žive u svim staništima do kojih dopire dovoljno svjetlosti. *Spirogyra* je višćelijska zelena nitasta alga. Gljive su organizmi bez hlorofila, heterotrofni organizmi koji mogu biti jednoćelijski i višćelijski. Kvasčeve gljivice su jednoćelijske gljive koje se razmnožavaju pupljenjem i koriste se u pekarstvu. Posmatranjem preparata učenici trebaju nacrtati uočene oblike i označiti najvažnije dijelove građe algi i gljiva, te povezati njihovu ulogu i značaj u ekosistemu i životu čovjeka. Također, vježbom usavršavaju upotrebu mikroskopa i izradu preparata za mikroskopsko posmatranje.

Potreban pribor

Vježba A

1. Mikroskop
2. Predmetno i pokrovno staklo
3. Pinceta
4. Uzorak alge iz akvarija
5. Jodna tinktura

Vježba B

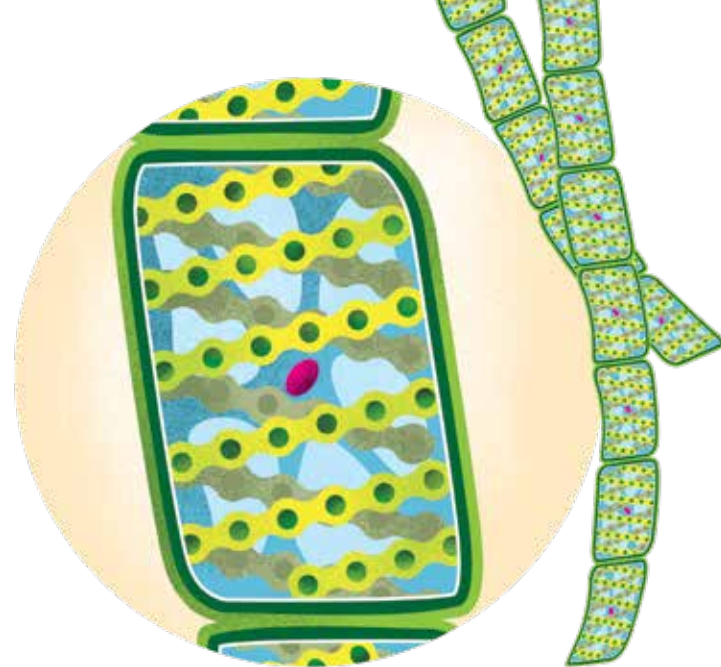
1. Mikroskop
2. Predmetno i pokrovno staklo
3. Čaša
4. Mlijeko
5. Šećer
6. Kvasac

Vježba A: Mikroskopiranje algi (*Spirogyra*)

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije. Učenici rade u parovima ili manjim grupama. Na stolovima su pripremljeni mikroskopi, predmetna i pokrovna stakalca, pincete i uzorci *Spirogyre*. Prije početka rada nastavnik demonstrira pravilno rukovanje mikroskopom i pripremu preparata te daje jasne upute o načinu rada.

Učenici dobijaju radne listove s kružnicom (vidno polje pod mikroskopom) u koje crtaju ono što uoče pod mikroskopom. Poseban naglasak treba staviti na spiralno uvijene hloroplaste i ćelijski zid. Preporučuje se da učenici oboje i označe vidljive dijelove *Spirogyre*.



Slika 35. Izgled alge *Spirogyra* pod mikroskopom

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Pincetom pažljivo uzeti nekoliko tankih končića *Spirogyre* iz zelene prevlake akvarijske vode ili uzeti uzorak u staklenim bocama iz stajaće vode.
2. Izabrati jedan ili dva najtanja končića i staviti ih na predmetno staklo.
3. Pokriti preparat pokrovnim staklom.
4. Staviti preparat na predmetni stolčić.
5. Najprije posmatrati pod manjim, a onda i pod većim uvećanjem.
6. Posmatrati građu niti *Spirogyre* kroz mikroskop.
7. Obratiti pažnju na ćelijsku opnu, citoplazmu, jedro, hloroplaste i vakuole.
8. Zapisati zapažanja, nacrtati strukturu niti u radnu svesku, označiti ćelijsku opnu, citoplazmu, jedro i hloroplaste.
9. Po završetku rada očistiti radni prostor, predmetno i pokrovno staklo te isključiti mikroskop.

Vježba B: Mikroskopiranje kvašćevih gljivica

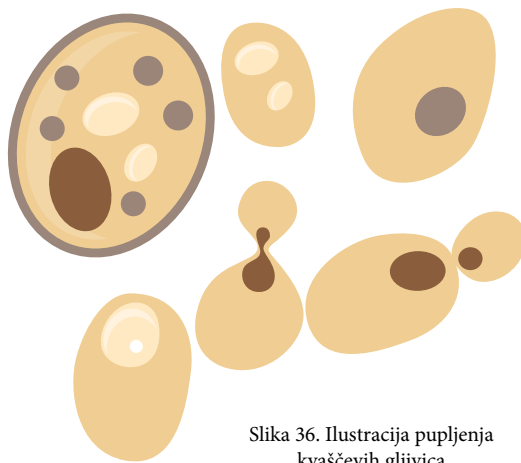
Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije. Učenici rade u parovima ili manjim grupama. Na stolovima su pripremljeni mikroskopi, predmetna i pokrovna stakalca te čaša s otopinom mlijeka i šećera u kojoj je razmućen kvasac. Nastavnik objašnjava način pripreme mikroskopskog preparata iz otopine kvasca i rukovanje mikroskopom.

Učenici dobijaju radne listove s kružnicom u koje crtaju ono što su uočili pod mikroskopom. Trebaju obratiti posebnu pažnju na oblik i raspored ćelija kvasca, kao i eventualno prisustvo pupoljaka (bubrenje – znak razmnožavanja). Poželjno je koristiti boje i dodati natpise radi jasnije identifikacije uočenih struktura.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. U čašu staviti 50 ml mlijeka i 10 g šećera.
2. U tu otopinu dodati jednu kašičicu kvasca i ostaviti na toplom mjestu nekoliko minuta da započne fermentacija i aktivira se kvasac.
3. Pipetom uzeti kap otopine s aktivnim kvascem.
4. Postaviti kap na sredinu predmetnog stakla i pokriti pokrovnim staklom.
5. Preparat staviti na predmetni stolčić mikroskopa.
7. Posmatrati kolonije kvašćevih gljivica pod manjim, a zatim pod većim uvećanjem.
8. Posmatrati oblik i veličinu ćelija kvašćevih gljivica.
9. Uočiti prisustvo pupoljaka na ćelijama, što ukazuje na razmnožavanje.
10. Nacrtati oblik ćelija u radnu svesku i zapisati zapažanja.
11. Nakon posmatranja, pažljivo očistiti preparate, stakla i radni prostor.



Slika 36. Ilustracija pupljenja kvašćevih gljivica

Zapažanje i zaključak

Tokom mikroskopiranja alge *Spirogyra* i kvašćevih gljivica uočene su njihove osnovne ćelijske strukture i karakteristike.

Kod *Spirogyre* su vidljive zelene niti sastavljene od niza ćelija. Svaka ćelija ima jasno izražen ćelijski zid i opnu, citoplazmu, jedro, hloroplaste i vakuolu. Posebno je karakterističan spiralno uvijen oblik hloroplasta, po kojem je ova alga i dobila naziv.

Kvašćeve gljivice prepoznate su kao okrugle ili ovalne jednoćelijske strukture. Neke ćelije pokazuju znakove pupljenja (klijanja), što ukazuje na njihov način razmnožavanja. Ćelije su jasno odvojene i posjeduju vidljivu ćelijsku opnu i citoplazmu.

Na osnovu opažanja može se zaključiti da mikroskopiranjem jednoćelijskih i višećelijskih organizama, poput kvašćeve gljivice i *Spirogyre*, učenici mogu razumjeti osnovne principe građe ćelije.

Spirogyra je primjer višećelijske alge s karakterističnim spiralnim hloroplastima, dok su kvašćeve gljivice jednoćelijski organizmi koji se razmnožavaju pupljenjem.

Ova vježba omogućava učenicima da uoče razlike u građi i organizaciji ćelija kod različitih vrsta mikroorganizama, te razvijaju vještine mikroskopskog posmatranja i naučnog zapažanja.

ODREĐIVANJE GOLOSJEMENJAČA I SKRIVENOSJEMENJAČA KROZ POSMATRANJE BILJAKA

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života; Čovjek, biološko i društveno biće (Uvod u biosistematiku)

Cilj laboratorijske vježbe: Uočiti razlike među sjemenjačama (golosjemenjače i skrivenosjemenjače) posmatranjem svježih ili herbariziranih biljnih uzoraka. Razviti vještine korištenja ključa za determinaciju i prepoznati razlike između jednosupnica i dvosupnica.

Teorijski uvod

Sjemenjače su biljke koje se razmnožavaju sjemenom. Dijele se na golosjemenjače i skrivenosjemenjače. Golosjemenjače nemaju plod; njihovo je sjeme slobodno izloženo, dok skrivenosjemenjače razvijaju sjeme unutar ploda. Korištenjem determinacijskih ključeva i analizom građe biljke moguće je precizno odrediti kojoj grupi pripada, kao i razlikovati jednosupnice od dvosupnica unutar skrivenosjemenjača.

Potreban pribor

1. Biljni uzorci (svježi ili herbarizirani)
2. Lupe
3. Radni list s tabelom za opažanja
4. Determinacijski ključ za golosjemenjače

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici rade u malim grupama (po tri ili četiri učenika). Svaka grupa dobija iste biljne uzorke radi ujednačenog posmatranja i mogućnosti poređenja rezultata na kraju vježbe. Prostor treba organizirati tako da svaka grupa ima svoj stol s potrebnim materijalom.

Prije početka rada nastavnik demonstrira način upotrebe determinacijskog ključa i način posmatranja biljaka. Učenici zatim samostalno analiziraju uzorke i upisuju opažanja u Tabelu 11. Na kraju rada slijedi zajednička diskusija i poređenje zaključaka između grupa.

Determinacijski ključ za određivanje sjemenjača

1. Biljka stvara sjeme 2
2. Sjeme nije zaštićeno u plodu Golosjemenjača
- 2a. Sjeme je zaštićeno u plodu Skrivenosjemenjača

Determinacijski ključ za određivanje golosjemenjača

1. Četinarsko listopadno drvo Ariš
- 1a. Četinarsko zimzeleno drvo 2
2. Četine su igličaste, duge, 2 i više u rukavcu 3
- 2a. Četine su igličaste, kratke ili ljuspaste 4
3. Četine su duge 8-15 (18) cm, po 2 u bjelkastom,
oko 1 cm dugom rukavcu Crni bor
- 3a. Četine su duge 4-6 (8) cm, po 2 u rukavcu,
često blago spiralno uvijene Obični (bijeli) bor
4. Četine su ljuskaste, čvrsto prilegle uz tanke grančice,
poredane u 4 reda. Obični čempres
- 4a. Četine su ravnomjerno spiralno raspoređene,
pri vrhu ušiljene, duge do 25 mm Smrča
- 4b. Četine su pljosnate, na naličju s dvjema paralelnim
bijelim prugama, na vrhu izrubljene Obična jela



Slika 37. Jela



Slika 38. Smrča

Tabela 11. Posmatranje i određivanje skrivenosjemenjača

Osobina	Uočeno kod uzorka
Broj supki u sjemenci	
Vrsta korijena	
Nervatura lista	
Raspored provodnih sudova	
Broj dijelova cvijeta	

Zaključak: Ova je biljka jednosupnica / dvosupnica.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Učenici posmatraju biljke pomoću lupe.
2. Koriste determinacijski ključ kako bi utvrdili je li biljka golosjemenjača ili skrivenosjemenjača.
3. Ako je biljka golosjemenjača, koriste determinacijski ključ za tu grupu.
4. Ako je biljka skrivenosjemenjača, učenici detaljno posmatraju građu sjemenke, korijena, lista, stabljike i cvijeta, te podatke unose u Tabelu 11.
5. Na osnovu opažanja zaključuju je li riječ o jednosupnici ili dvosupnici.
6. Zapažanja i zaključke prezentiraju pred razredom i upoređuju s rezultatima ostalih grupa.

Zapažanje i zaključak

Tokom vježbe učenici posmatranjem i klasifikacijom biljnih uzoraka uočavaju ključne razlike između golosjemenjača i skrivenosjemenjača. Primjenom determinacijskog ključa prepoznaju golosjemenjače na osnovu osobina poput građe četinastih listova i prisustva češera ili šišarki. Kod skrivenosjemenjača, analizom osobina sjemenke, lista, stabljike, korijena i cvijeta, učenici razlikuju jednosupnice od dvosupnica.

Vježba doprinosi razvoju sposobnosti primjene ključeva za klasifikaciju i razumijevanju sistematskog pristupa u biologiji. Poseban je naglasak na razvoju vještina opažanja, upoređivanja, logičkog zaključivanja i timske saradnje.

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života; Čovjek, biološko i društveno biće (Uvod u biosistematiku)

Cilj laboratorijske vježbe: Izraditi herbar i digitalnu prezentaciju od prikupljenog biljnog materijala u školskom dvorištu na obližnjoj livadi ili u parku. Povezati teorijska znanja o biljkama s praktičnim iskustvom na terenu.

Teorijski uvod

Na terenu, uz podršku nastavnika i korištenje adekvatnog pribora i opreme, prepoznati, identificirati, fotografirati i pravilno sakupiti deset različitih ljekovitih biljaka, uz napomenu da je strogo zabranjeno sakupljanje rijetkih i ugroženih vrsta.

Biljke čine temelj života na Zemlji – proizvode kisik, učestvuju u kruženju tvari, te pružaju stanište i izvor hrane brojnim organizmima. Ljekovite biljke zauzimaju posebno mjesto unutar biljnog svijeta, jer se od davnina koriste u narodnoj, a danas i u savremenoj medicini, u svrhu prevencije i liječenja različitih oboljenja. Znanje o njihovom pravilnom prepoznavanju, sakupljanju, sušenju i čuvanju ključno je za njihovu odgovornu i održivu upotrebu, kao i za očuvanje prirodnih resursa za buduće generacije. Kroz ovu vježbu učenici razvijaju istraživački pristup, razumijevanje važnosti biološke raznolikosti i prirodnog bogatstva te odgovoran odnos prema životnoj sredini.

Potreban pribor

1. Makaze za sakupljanje nadzemnih dijelova biljaka
2. Novinski papir kao upijajući materijal za presovanje
3. Tvrdi karton i gumice za improviziranu herbarijsku presu
4. Bijeli hamer papir formata A4 za izradu herbarijskih listova
5. Ljepilo za pričvršćivanje biljaka na herbarijski list
6. Pribor za pisanje
7. Mobilni telefon ili fotoaparat za fotografiranje biljaka u prirodi
8. Računar za izradu digitalne prezentacije i QR kodova
9. Fascikla ili mapa za organizaciju i čuvanje herbarijskih listova

Postavke laboratorijske vježbe

Terenska nastava usmjerena je na povezivanje teorijskih znanja o biljkama s praktičnim iskustvom. Aktivnosti uključuju identifikaciju biljaka, pravilno prikupljanje nadzemnog biljnog materijala, sušenje i presovanje ljekovitih biljaka, te izradu listova i njihovo čuvanje u fasciklama ili mapama. Izraditi i multimedijalnu digitalnu prezentaciju s fotografijom biljke u prirodnom staništu, označenim lokalitetom na mapi, opisom ljekovitih svojstava i dijelova biljke koji se koriste u ljekovite svrhe, te zanimljivostima. Preporučuje se povezivanja sadržaja putem QR koda.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Priprema i planiranje

Učenici uz podršku nastavnika planiraju terenski izlazak i dobijaju smjernice o sakupljanju biljaka, s naglaskom na izbjegavanje zaštićenih i ugroženih vrsta.

2. Sakupljanje uzoraka

Sakupljaju se nadzemni dijelovi deset različitih ljekovitih biljaka iz lokalnog staništa.

3. Presovanje i sušenje

Biljke se polažu između slojeva novinskog papira, postavljaju između kartona i fiksiraju gumicama radi ravnomjernog pritiska. Papir se mijenja svaka dva ili tri dana, a proces sušenja traje najmanje sedam dana.

4. Izrada listova za herbar

Osušene biljke pričvršćuju se ljepilom na bijeli hamer formata A4. Na list se unose osnovni podaci: narodni naziv, lokalitet i datum sakupljanja.

5. Prezentacija

Za svaku biljku priprema se prezentacija s fotografijom biljke u prirodnom staništu, lokalitetom označenim na mapi, opisom ljekovitih svojstava, dijelom koji se koristi u liječenju i zanimljivostima. Podaci se povezuju putem QR koda.

6. Organizacija herbara

Listovi se sortiraju i čuvaju u fascikli. Završna faza uključuje izložbu radova ili prezentaciju pred razredom.

Zapažanje i zaključak

Istraživačkim radom na terenu, izradom herbara, sistematizacijom podataka i izradom digitalne prezentacije o ljekovitom bilju, učenici stječu dublje razumijevanje značaja biljnog svijeta i njegove povezanosti sa zdravljem čovjeka.

Ova aktivnost doprinosi razvoju preciznosti, pažnje, istraživačkog duha i odgovornosti prema prirodnim resursima, kao i razvijanju ekološke svijesti i povezivanju biologije s lokalnom zajednicom i svakodnevnim životom.



Slika 39. Primjer izrađenih listova za herbar

CRVENA KNJIGA BiH – ENDEMIČNE, RIJETKE I UGROŽENE BILJNE VRSTE I NJIHOVA ZAŠTITA

Oblast / tematska cjelina: Zemlja – prostor života; Čovjek, biološko i društveno biće (Uvod u biosistematiku)

Cilj laboratorijske vježbe: Izraditi razrednu, digitalnu *Crvenu knjigu biljaka Bosne i Hercegovine* kroz prikupljanje i obradu podataka određenih vrsta biljaka korištenjem digitalnih alata, s naglaskom na ugrožene, rijetke i endemične biljne vrste i konkretnim mjerama zaštite.

Teorijski uvod

Na osnovu pripremljenog spiska biljaka koje su evidentirane u entitetskim listama biljnih vrsta (*Crvena lista flore Federacije BiH*) ili drugim relevantnim izvorima, učenici prepoznaju osnovne karakteristike, kriterije ugroženosti i povezuju ih s konkretnim mjerama zaštite.

Crvena knjiga predstavlja naučni dokument koji sadrži podatke o vrstama koje su izumrle, kritično ugrožene, ranjive ili rijetke, s ciljem ukazivanja na potrebu njihove zaštite i očuvanja biološke raznolikosti (biodiverziteta). U Bosni i Hercegovini još uvijek ne postoji jedinstvena knjiga na državnom nivou, što otežava sistematski pristup zaštiti ugroženih biljnih vrsta. Aktivnost potiče razvoj kritičkog mišljenja i odgovornog odnosa prema očuvanju biljnog svijeta.

Potreban pribor

1. Računar ili tablet s pristupom interneta
2. Softver za izradu digitalnih stranica (*PowerPoint* ili *GoogleSlides*)
3. Spisak ugroženih, rijetkih i endemičnih biljnih vrsta u BiH (priprema nastavnika na osnovu dostupne literature i izvora)
4. Pribor za pisanje
5. Digitalna platforma za razmjenu datoteka i radnih materijala (*Teams*, *OneDrive*, *Google Classroom*)

Postavke laboratorijske vježbe

Nastavnik u uvodnom izlaganju objašnjava značaj listi ugroženih biljnih vrsta i kriterije ugroženosti, te daje smjernice za istraživački rad. Učenici individualno istražuju dvije do tri biljne vrste koje su evidentirane u entitetskim listama (*Crvena lista flore Federacije BiH*) ili drugim relevantnim izvorima o ugroženim, rijetkim i endemičnim biljkama u Bosni i Hercegovini. Svaki učenik obrađuje odabrane biljne vrste prema unaprijed definiranim elementima (narodni naziv, stanište, status ugroženosti, razlozi ugroženosti, mjere zaštite, zanimljivosti i vizualni prikaz biljke). Aktivnost se provodi dijelom u školi, a dijelom kao samostalni rad kod kuće uz korištenje pouzdanih izvora i digitalnih alata. Krajnji rezultat jesu digitalne stranice koje se objedinjuju u razrednu digitalnu *Crvenu knjigu biljaka BiH*. Radovi se mogu predstaviti kao razredna prezentacija, školska izložba ili doprinos ekološkim aktivnostima povodom Dana planete Zemlje. Izrada digitalne *Crvene knjige* povezuje istraživački rad, obradu podataka i primjenu savremenih tehnologija, čime se podstiče holistički pristup učenju.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Uvodna obrada teme

Nastavnik objašnjava ulogu listi ugroženih biljnih vrsta u zaštiti biljne raznolikosti i usmjerava učenike na razumijevanje značaja proučavanja ugroženih biljnih vrsta u Bosni i Hercegovini. Kroz razgovor i razmjenu iskustava učenici navode biljne vrste koje poznaju iz svog okruženja, razmatraju moguće razloge njihove ugroženosti i predlažu načine zaštite.

2. Formuliranje istraživačkog zadatka i tematska distribucija

Nastavnik daje uputstva za istraživački rad, objašnjava metodologiju obrade i očekivane elemente prikaza (narodni naziv, stanište, status ugroženosti, razlozi ugroženosti, mjere zaštite, zanimljivosti i vizualni prikaz biljke). Na osnovu pripremljenog spiska učenici, u dogovoru s nastavnikom, biraju dvije do tri biljne vrste za obradu, vodeći računa o raznovrsnosti odabira.

3. Samostalno istraživanje i obrada podataka

Učenici koriste pouzdane izvore (naučne baze podataka, stručnu literaturu, zvanične internet-stranice) kako bi prikupili relevantne podatke o odabranim vrstama. Informacije se sistematski prikupljaju u skladu s navedenim kategorijama, uz upotrebu vlastitih bilješki i digitalnih alata.

4. Kreiranje digitalnih prikaza bilja

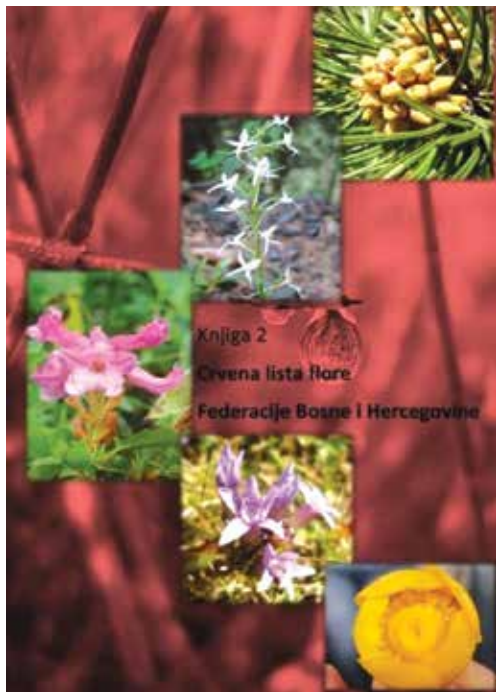
U cilju ujednačenog formata radova, svi učenici izrađuju prikaze u unaprijed definiranom alatu (*Google Slides* ili *PowerPoint*). Svaka biljna vrsta prikazuje se na zasebnoj stranici (A4 format, vodoravna orijentacija) koja sadrži sve tražene elemente i ilustraciju biljke (fotografija iz pouzdanog izvora ili vlastiti crtež). Izvori korištenih informacija trebaju biti jasno navedeni.

5. Prikupljanje i obrada učeničkih radova

Učenički radovi prikupljaju se putem digitalne platforme (*Google Classroom*, *Microsoft Teams*, *OneDrive*). Nastavnik pregleda sadržaj i po potrebi daje smjernice za doradu. Nakon konačnog pregleda, svi prikazi organiziraju se i objedinjuju u razrednu digitalnu publikaciju – *Crvenu knjigu biljaka Bosne i Hercegovine*.

6. Prezentacija rezultata i zajednička analiza

Učenici prezentiraju svoje radove. Tokom diskusije se analiziraju uzroci ugroženosti biljaka, razmatraju predložene mjere zaštite i naglašava značaj očuvanja biljnog svijeta u lokalnom i globalnom kontekstu.

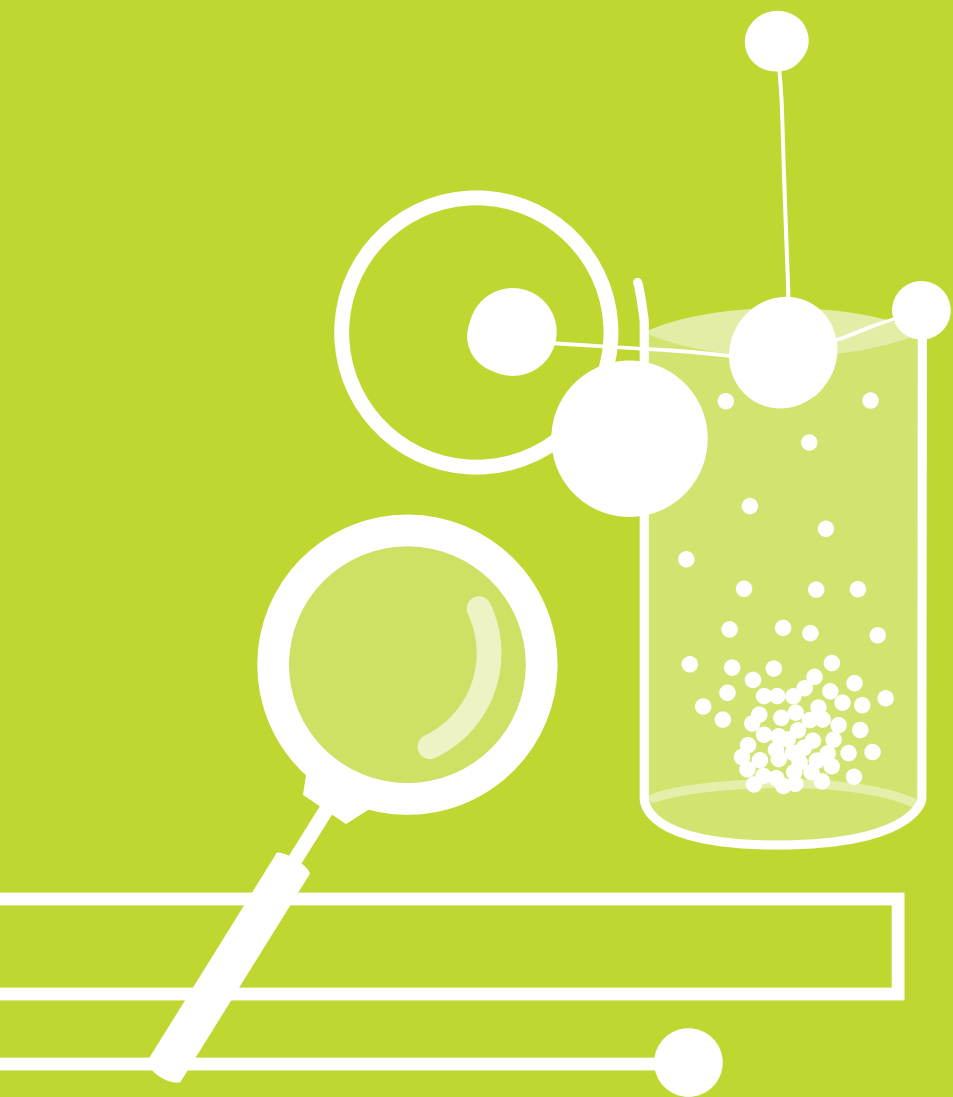


Slika 40. Crvena lista flore Federacije BiH

Zapažanje i zaključak

Na osnovu izrađene razredne digitalne *Crvene knjige biljaka* specifičnih za Bosnu i Hercegovinu, primijenjenih kriterija ugroženosti i kreativnog predstavljanja informacija, učenici su pokazali visok nivo angažmana i razvili svijest o značaju očuvanja prirode.

Zaključeno je da je potrebno kontinuirano djelovati na podizanju ekološke svijesti i razvijanju odgovornog odnosa prema biljkama i prirodi u cjelini. Aktivnost je doprinijela formiranju ekoloških vrijednosti, osjećaju odgovornosti i razumijevanju važnosti zaštite biodiverziteta i ekološke ravnoteže.



3.

VJEŽBE ZA 8. RAZRED



IZRADA MODELA ĆELIJSKIH DIOBA MITOZE I MEJOZE

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Citologija i histologija životinja)

Cilj laboratorijske vježbe: Izraditi trodimenzionalne modele mitoze i mejoze, prepoznati i hronološki prikazati pojedine faze ćelijskih dioba. Objasniti procese koji se odvijaju tokom diobe i uočiti razlike između mitoze i mejoze.

Teorijski uvod

Mitoza je ćelijska dioba kojom nastaju tjelesne ćelije i ima ulogu u rastu i razvoju organizma. Mejoza je ćelijska dioba kojom nastaju spolne ćelije i ima ključnu ulogu u razmnožavanju organizma. Razumijevanje procesa ćelijske diobe – mitoze i mejoze – često predstavlja izazov zbog njihove složenosti i apstraktne prirode. Korištenjem modela u nastavi omogućava se učenicima da lakše prate tok i faze ovih procesa (profazu, metafazu, anafazu i telofazu), prepoznaju njihove ključne razlike i povežu teorijska znanja s konkretnim prikazima. Izradom modela učenici lakše uočavaju i razumiju promjene koje se dešavaju u ćeliji tokom mitoze i mejoze, istovremeno razvijajući motoričke i komunikacijske vještine te sposobnost povezivanja teorijskog znanja s konkretnim, vizualnim i taktilnim prikazom.

Potreban pribor

1. Model mitoze i mejoze
2. Papirne kutije ili tanjirići za faze
3. Plastelin u više boja
4. Flomasteri, makaze, ljepljivo
5. Vunica ili konac
6. Tabla ili pano za postavljanje modela

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba obuhvata dva zadatka: izradu modela mitoze i izradu modela mejoze. Učenici rade u malim grupama (tri ili četiri učenika) kako bi se podstakla saradnja, komunikacija i timski rad. Svaka grupa izrađuje kompletan niz faza ćelijske diobe i prezentira svoj model uz objašnjenje promjena koje se dešavaju u ćeliji.

Za izradu modela koriste se jednostavni i lako dostupni materijali, a učenici su slobodni da primijene kreativne pristupe u prikazu hromosoma, jedra, citoplazme i drugih ćelijskih struktura.

Iako se u vježbi ne koriste hemikalije, preporučuje se oprez pri rukovanju makazama i ljepljivom. Radni prostor treba biti organiziran tako da svaka grupa ima dovoljno prostora za izradu i prezentaciju modela. Na kraju vježbe svi modeli mogu biti izloženi kao mini galerija faza ćelijske diobe, čime se dodatno podstiče razmjena ideja i refleksija o naučenom.



Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Vježba A: Izrada modela mitoze

1. Svaka grupa izrađuje kompletan model mitoze, prikazujući ključne faze: profazu, metafazu, anafazu i telofazu, uz kratki prikaz interfaze, faze koja prethodi početku mitoze.
2. Za izradu modela koriste se plastelin, karton, flomasteri i drugi dostupni materijali, a faze se prikazuju hronološkim redoslijedom.
3. Tokom rada učenici koriste postojeći model mitoze u učionici, kao i ilustracije faza ćelijske diobe, kako bi provjerili tačnost prikaza.
4. Po završetku rada grupe međusobno porede modele, komentiraju tačnost prikaza i uočene promjene u izgledu hromosoma i ćelije tokom mitoze.

Vježba B: Izrada modela mejoze

1. Svaka grupa izrađuje kompletan model mejoze, s prikazom svih faza mejoze I i mejoze II: profaza I, metafaza I, anafaza I, telofaza I, profaza II, metafaza II, anafaza II i telofaza II.
2. Tokom izrade posebna pažnja posvećuje se prikazu *crossing overa*, razdvajanju homolognih hromosoma u mejozi I i razdvajanju sestrinskih hromatida u mejozi II.
3. Učenici se, pored vlastitog modeliranja, oslanjaju i na postojeći didaktički model mejoze u učionici, kao i na ilustracije faza mejoze, kako bi osigurali tačnost i usklađenost prikaza.
4. Na kraju vježbe grupe prezentiraju svoje modele i zajedno s nastavnikom vode diskusiju o razlikama između mitoze i mejoze, s posebnim osvrtom na genetičku raznovrsnost i broj hromosoma u ćelijama nastalim diobom.

Zapažanje i zaključak

Vježba omogućava učenicima da jasnije sagledaju tok i faze mitoze i mejoze kroz praktičnu izradu modela. Korištenje različitih materijala i vizualnih pomagala olakšava razumijevanje rasporeda i kretanja hromosoma tokom ćelijske diobe. Prikaz faza kroz konkretan rad doprinosi dubljem razumijevanju sadržaja i jačanju veze između teorije i prakse. Tokom rada učenici razvijaju sposobnost razlikovanja ključnih procesa i strukturnih promjena između mitoze i mejoze, istovremeno aktivno učestvuju u timskom rješavanju zadatka. Grupni rad dodatno podstiče saradnju i komunikaciju, omogućavajući svakom članu da doprinese krajnjem rezultatu.

Oblast / tematska cjelina: Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Citologija i histologija životinja)

Cilj laboratorijske vježbe: Upoznati građu različitih životinjskih tkiva (epitelno, koštano, hrskavičavo, mišićno i nervno) mikroskopiranjem trajnih i privremeno pripremljenih preparata (hrskavičavo i nervno tkivo). Posmatranjem uočiti oblik i raspored ćelija te povezati građu i funkciju svakog od ovih tkiva.

Teorijski uvod

Životinjska tkiva predstavljaju skupine ćelija slične građe i oblika koje obavljaju istu ulogu. U životinjska tkiva spadaju: epitelno, vezivno/potporno (vlaknasto, koštano i hrskavičavo), mišićno (glatko, poprečno-prugasto i srčano) i nervno tkivo. Epitelna tkiva pokrivaju površinu tijela životinja i imaju zaštitnu ulogu. Mišićna tkiva grade mišiće i imaju ulogu u grčenju i opuštanju. Nervno tkivo gradi nervni sistem i ima ulogu u primanju i prenošenju podražaja. Vezivna/potporna tkiva povezuju organe i dijelove organa, dajući im potrebnu čvrstoću i stabilnost.

Tokom ove vježbe razvijaju se kod učenika vještine mikroskopiranja, preciznog zapažanja, pravilnog korištenja laboratorijskog pribora, crtanja uočenog i pripremanja privremenih preparata u laboratorijskim uvjetima.

Potreban pribor

1. Svjetlosni mikroskop
2. Trajni preparati životinjskih tkiva
3. Predmetna i pokrovna stakla
4. Žilet ili skalpel
5. Avan i tučak
6. Pinceta
7. Epruvete
8. Komadić kičmene moždine
9. Komadić hrskavice (npr. iz lopatične kosti)
10. 96%-tni alkohol razrijeđen vodom
11. Otopljena voda iz frižidera
12. Pirokarmin – boja za mikroskopske preparate

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici rade individualno ili u paru koristeći mikroskop i trajne preparate životinjskih tkiva. Za postavku vježbe potrebno je pripremiti trajne preparate različitih tkiva (epitelno, mišićno i koštano) te materijal za izradu privremenih preparata nervnog i hrskavičavog tkiva (komadić kičmene moždine, komadić hrskavice, pirokarmin, alkohol i voda).

Materijal za izradu privremenih preparata (komadić kičmene moždine i hrskavice govečeta) potrebno je nabaviti svjež u provjerenoj mesnici. Učenici mikroskopiraju tkiva, posmatraju ćelijske strukture i međućelijsku tvar, te upoređuju uočeno s ilustracijama iz udžbenika ili na pametnoj tabli. U pripremljene kružnice na radnim listovima crtaju i obilježavaju uočene strukture. Na taj način razvijaju vještine preciznog zapažanja i razumijevanja povezanosti građe i funkcije životinjskih tkiva. Cijela vježba, posebno rukovanje ostrim predmetima i biološkim materijalom, izvodi se pod stalnim nadzorom nastavnika.



Slika 42. Ilustrirani prikaz mikroskopiranja životinjskih tkiva

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Vježba A: Mikroskopiranje hrskavičavog tkiva (privremeni preparat)

1. Nabaviti lopatičnu kost nekog sisara (npr. goveđu), po mogućnosti svjež.
2. Žiletom ili skalpelom pažljivo odsjeći što tanji sloj hrskavice s kraja kosti.
3. Staviti tanki presjek hrskavice u pirokarmin i ostaviti nekoliko minuta kako bi se boja upila.
4. Izvaditi presjek pincetom i kratko isprati u vodi.
5. Postaviti presjek na predmetno staklo i prekriti ga pokrovnim staklom.
6. Posmatrati preparat pod mikroskopom – prvo pod manjim, zatim pod većim uvećanjem.
7. Uočiti ćelije hrskavice i međućelijsku tvar.
8. Nacrtati izgled tkiva u kružnicu na radnom listu i označiti uočene dijelove.
9. Na isti način posmatrati i trajne preparate.

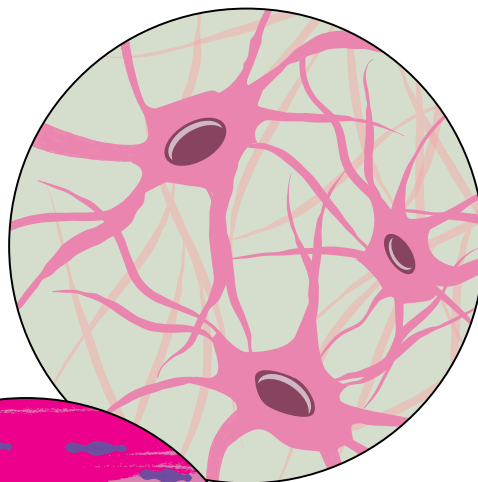
Vježba B: Mikroskopiranje nervnog tkiva (privremeni preparat)

1. Žiletom ili skalpelom pažljivo odsjeci poprečno tanak komadić kičmene moždine govečeta.
2. Komadić kičmene moždine izgnječiti u avanu pomoću tučka.
3. U epruvetu uliti 15 ml 96%-tnog alkohola i dodati 5 ml hladne vode iz frižidera i promiješati.
4. Staviti izgnječeni komadić tkiva u pripremljenu otopinu i ostaviti da stoji 24 sata.
5. Nakon 24 sata, ocijediti tečnost iz epruvete i nasuti hladnu vodu iz frižidera.
6. Energično mućkati epruvetu dok se tkivo ne raspadne na manje dijelove.
7. Dodati jednu ili dvije kapi pirokarmina u epruvetu i dobro promiješati da se oboji tkivo.
8. Ocijediti sadržaj i pincetom pažljivo prenijeti malu količinu tkiva na predmetno staklo.
9. Prekriti pokrovnim staklom i posmatrati pod mikroskopom pod većim uvećanjem.
10. Nacrtati zvjezdaste nervne ćelije s nastavcima.

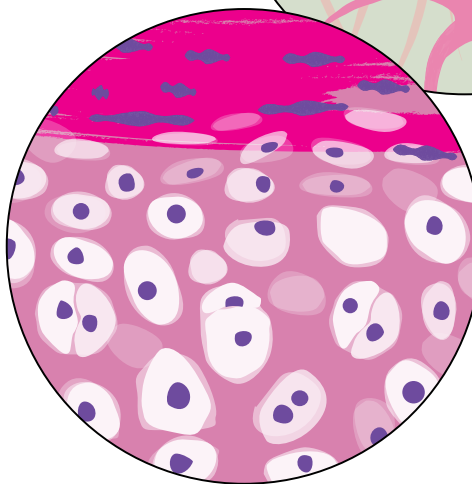
Zapažanje i zaključak

Mikroskopiranjem privremenih preparata nervnog i hrskavičavog tkiva učenici prepoznaju osnovnu građu ovih tkiva i njihove specifične karakteristike. Nervno tkivo odlikuju zvjezdaste ćelije s produžecima koje omogućavaju prenos nervnih impulsa, dok hrskavičavo tkivo ima gustu međućelijsku tvar i hondroците, što mu daje potporu i elastičnost.

Ova vježba omogućava razumijevanje osnovne histološke strukture i funkcije različitih životinjskih tkiva, što je važno za dalja proučavanja anatomije i fiziologije životinja.



Slika 43. Nervno tkivo



Slika 44. Hrkavičavo tkivo

MIKROSKOPIRANJE PRAŽIVOTINJA (PROTOZOA)

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja s općom evolucijom)

Cilj laboratorijske vježbe: Mikroskopiranjem posmatrati građu jednoćelijskih praživotinja (paramecij, ameba) iz prethodno pripremljenog infuzuma s uzgojenim praživotinjama. Uočiti građu praživotinja (izgled, oblik, način kretanja) i identificirati pojedine organele (treplje, hranjive vakuole, kontraktilne vakuole) te povezati s funkcijom koju obavljaju.

Teorijski uvod

Praživotinje su najsitniji i najjednostavniji jednoćelijski organizmi u životinjskom svijetu. Pripadaju carstvu protista i eukariotski su organizmi čije ćelije imaju jedro i organele. U unutrašnjosti ćelije, u citoplazmi, nalaze se specijalne organele koje obavljaju važne životne procese: varenje hrane, disanje, izbacivanje nesvarenih dijelova i kretanje. Tokom ove vježbe učenici razvijaju vještine mikroskopiranja u laboratorijskim uvjetima i pravilnog rukovanja mikroskopom.

Potreban pribor

1. Pipete
2. Staklena posuda (tegla) za infuzum
3. Vata
4. Posuda za kuhanje sijena
5. Sijeno za pripremu infuzuma
6. Voda iz česme
7. Barska ili akvarijska voda

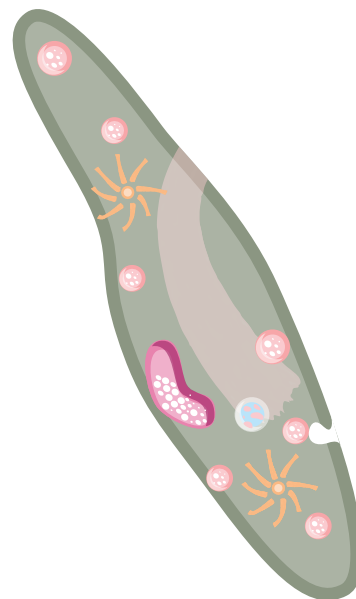
Postavke laboratorijske vježbe

Laboratorijska vježba izvodi se u kabinetu biologije opremljenom mikroskopima i potrebnim priborom.

Prije mikroskopiranja potrebno je pripremiti infuzum.

Priprema infuzuma

1. Sijeno se najprije prokuha u vodi.
2. Ohlađena voda od kuhanja sijena sipa se dopola u staklenu teglu.
3. Doda se oko 10 g suhog sijena, a tegla se dopuni barskom ili akvarijskom vodom.
4. Tegla se poklopi i ostavi na tamnom i toplom mjestu 10–15 dana kako bi se razvile praživotinje.



Slika 45. Izgled paramecija



Slika 46. Posmatranje praživotinja

Postupak laboratorijske vježbe

1. Nakon 10-15 dana od pripreme infuzuma započeti pripremu privremenih preparata praživotinja.
2. Pipetom pažljivo uzeti kapljicu vode s površine infuzuma.
3. Kapljicu prenijeti na predmetno staklo.
4. Pažljivo poklopiti pokrovnim staklom.
5. Postaviti preparat na mikroskopski stolčić i započeti posmatranje pod manjim uvećanjem.
6. Da bi se usporilo kretanje praživotinja, dodati nekoliko vlakana vate.
7. Nakon toga, posmatrati praživotinje pod najvećim uvećanjem radi detaljnog proučavanja oblika, načina kretanja i osnovnih tjelesnih karakteristika.
8. Uočene praživotinje (paramecij, ameba, bičar) nacrtati u svesci.

Zapažanje i zaključak

Pod mikroskopom se u pripremljenom infuzumu mogu uočiti različite vrste praživotinja, kao što su papučica (paramecij), ameba i zeleni bičar. Uočava se da ove praživotinje imaju različite oblike tijela i načine kretanja: papučica se kreće pomoću treplji, ameba pomoću lažnih nožica (pseudopodija), dok zeleni bičar koristi bič za kretanje.

Ovom vježbom učenici se upoznaju s osnovnim karakteristikama praživotinja i njihovim načinima kretanja. Priprema infuzuma omogućava razvoj i proučavanje ovih organizama u kontroliranim laboratorijskim uvjetima. Mikroskopiranjem se dokazuje postojanje i raznolikost jednoćelijskih organizama u prirodnom okruženju.

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama; pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja s općom evolucijom)

Cilj laboratorijske vježbe: Posmatranjem živog organizma hidre pomoću lupe i mikroskopa pod različitim uvećanjima upoznati se s vanjskom građom hidre te opisati njen način ishrane, ponašanje i reakcije na plijen. Razvijati vještine pravilne pripreme uzorka i rada s optičkim instrumentima, uz podršku nastavnika.

Teorijski uvod

Hidre (*Hydra sp.*) su višćelijske životinje i predstavnici dupljara (žarnjaka). Najčešće nastanjuju čiste, mirne vode – bare, ribnjake, jezera i rubove rijeka – gdje se mogu uočiti pričvršćene za potopljene grančice, kamenje ili vodene biljke.

Tijelo hidre je valjkastog oblika, sadrži stopalo za pričvršćivanje, usni otvor i pipke u kojima se nalaze žarne ćelije neophodne za lov plijena. Zbog jednostavne građe, hidra je pogodna za posmatranje pod lupom i mikroskopom, pri čemu se mogu uočiti njeni pokreti, reakcije na nadražaje i način ishrane.

Posmatranjem živog organizma učenici povezuju građu s funkcijom te bolje razumiju osnovne procese života kao što su kretanje, hranjenje i reagiranje na vanjske nadražaje.

Potreban pribor

1. Svjetlosni mikroskop
2. Lupa
3. Pipeta
4. Petrijeva posuda
5. Mrežica za prikupljanje
6. Staklene ili plastične posude s poklopcem
7. Voda
8. *Hydra sp.*
9. Hrana za hidru (dafnija, papučica – infuzum od sijena)

Postavke laboratorijske vježbe

Hidre se prikupljaju pomoću mrežice sa sitnim otvorima i zajedno s vodom iz staništa prenose u teglu. Ta je voda hemijski prilagođena njihovim životnim potrebama, pa se preporučuje njena upotreba tokom izvođenja vježbe jer ne zahtijeva dodatnu obradu.

Hidre se privremeno mogu čuvati u posudi s poklopcem koji omogućava izmjenu zraka. Posudu je potrebno držati na sobnoj temperaturi (18–22 °C), zaštićenu od direktne sunčeve svjetlosti. Preporučuje se da se na dno posude stavi manji komad vodene biljke, kamenčić ili dio biljnog materijala iz staništa iz kojeg je hidra prikupljena, kako bi se očuvali prirodni uvjeti i osiguralo stabilno okruženje za njen boravak.



Slika 47. Posmatranje hidre lupom i mikroskopom

imali priliku aktivno učestvovati. Svaka grupa dobija Petrijevu posudu sa živom hidrom i pristup mikroskopu, čime se potiče razvoj praktičnih vještina i sposobnosti opažanja.

Poželjno je koristiti vodu iz prirodnog staništa hidre. Ukoliko to nije moguće, prihvatljiva je i odstajala voda iz česme, koja je stajala u otvorenoj posudi najmanje 24 sata (idealno 48 sati), kako bi hlor ispario.

Žive dafnije (*Daphnia magna*) mogu se nabaviti u radnjama s opremom za akvarij i čuvati dva ili tri dana u frižideru, u posudi s vodom. Nekoliko jedinki ubacuje se u posudu s hidrom neposredno prije izvođenja vježbe radi posmatranja hranjenja. Ako dafnije nisu dostupne, mogu se koristiti papučice (*Paramecium caudatum*) uzgojene u infuzumu od sijena. Gušći infuzum povećava šanse da pokretne papučice dođu u kontakt s pipcima hidre i izazovu reakciju vidljivu pod mikroskopom.

Za izvođenje vježbe preporučuje se rad u malim grupama (po dva ili tri učenika), kako bi svi

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Vježba A: Upoznavanje s vanjskom građom hidre

1. Priprema uzorka

- Za svaku grupu priprema se Petrijeva posuda s nekoliko mililitara vode iz staništa, u koju se prenosi živa hidra.
- Hidra se pažljivo prenosi pipetom, zajedno s malom količinom vode, iz tegle ili uzgojne posude u Petrijevu posudu, uz nadzor nastavnika.
- Hidra se pažljivo prenosi pipetom sa širim otvorom, zajedno s malom količinom vode, uz nadzor nastavnika. Prilikom prenosa treba paziti da se hidra ne povrijedi – izbjegavati snažno usisavanje i istiskivanje.

2. Posmatranje lupom

- Hidra se posmatra lupom prije mikroskopiranja.
- Moguće je uočiti oblik tijela hidre, raspored pipaka i način pričvršćivanja za podlogu.

3. Postavljanje pod mikroskop

- Petrijeva posuda stavlja se direktno na stolić mikroskopa.
- Podesiti osvjetljenje kako bi se izbjegao odsjaj i dobio jasan prikaz tijela.
- Posmatranje započinje pri najmanjim uvećanjem (4×), zatim se prelazi na 10× radi detaljnijeg pregleda.

4. Uočavanje i skiciranje građe hidre

Učenici skiciraju morfologiju hidre i označavaju osnovne dijelove tijela koje su prepoznali.

1. Priprema uzorka

- a) U Petrijevu posudu s hidrom i vodom iz staništa dodaju se dvije ili tri jединke dafnije (*Daphnia magna*). Dafnije se dodaju pomoću pipete, zajedno s vodom u kojoj su se nalazile.
- b) Ako dafnije nisu dostupne, mogu se koristiti papučice (*Paramecium caudatum*) uzgojene u infuzumu od sijena, koje se dodaju u većoj gustini.

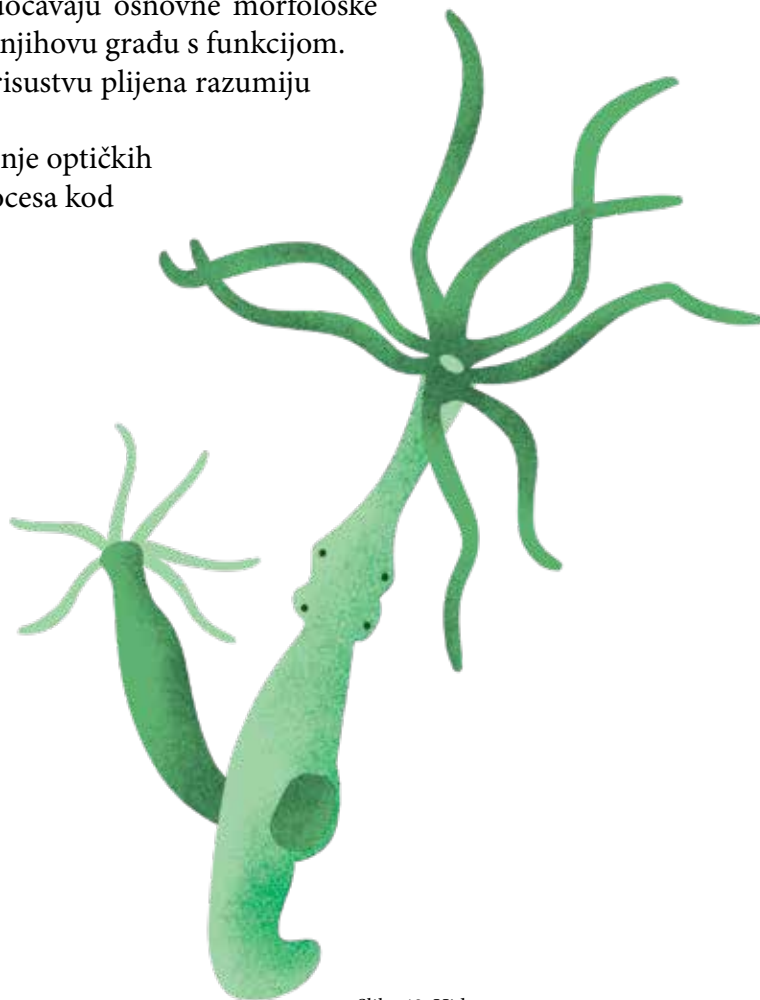
2. Posmatranje ponašanja

- a) Učenici posmatraju hidru pomoću mikroskopa, pri uvećanjima 4× i 10×. Tokom posmatranja prate ponašanje hidre u prisustvu, uključujući pokrete pipaka prema dafnijama, trenutak kontakta plijena s pipcima u kojima se nalaze žarne ćelije s otrovom i uočavaju na koji način hidra hvata i povlači plijen prema usnom otvoru.
- b) Po završetku vježbe hidre se mogu dalje čuvati u opisanim uvjetima, u vodi iz staništa ili odstajaloj vodi, uz zamjenu vode svaka dva ili tri dana. Ako se ne planira ponovna upotreba u narednim danima, hidre se mogu pažljivo vratiti u prirodno stanište pod uvjetom da nisu bile izložene štetnim hemijskim supstancama.

Zapažanje i zaključak

Izvođenjem ove laboratorijske vježbe učenici uočavaju osnovne morfološke osobine hidre (stopalo, tijelo i pipke) i povezuju njihovu građu s funkcijom. Također, kroz posmatranje ponašanja hidre u prisustvu plijena razumiju način reagiranja na nadražaje.

Vježba podstiče razvoj vještina opažanja, korištenje optičkih pomagala i razumijevanje osnovnih životnih procesa kod jednostavnih višećelijskih organizama.



Slika 48. Hidra

MORFOLOŠKE, ANATOMSKE I PONAŠAJNE KARAKTERISTIKE KIŠNE GLISTE (*Lumbricus terrestris*)

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama; pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja s općom evolucijom)

Cilj laboratorijske vježbe: Posmatrati živi organizam kišne gliste, upoznati njenu vanjsku građu i način kretanja, te uočiti ponašanje i reakcije na dodir pod utjecajem različitih faktora vanjske sredine. Upoznati osnovne elemente unutrašnje građe korištenjem ilustracija i edukativnog digitalnog materijala, te razumjeti njihovu funkciju i prilagođenost životu u tlu.

Teorijski uvod

Posmatranjem ponašanja kišne gliste u različitim uvjetima (vlažnost, svjetlost) moguće je uočiti vanjsku segmentaciju i klitelum pomoću lupe. Koristeći ilustracije i edukativni digitalni materijal koji demonstrira nastavnik, učenici identificiraju unutrašnje organe i povezuju građu s funkcijom. Tokom rada razvijaju sposobnost opažanja, preciznost i timsku saradnju.

Kišna glista (*Lumbricus terrestris*), predstavnik člankovitih (prstenastih) glista, odlikuje se segmentiranim tijelom i razvijenim probavnim, krvnim, nervnim i reproduktivnim sistemom te specifičnim oblicima ponašanja prilagođenim životu u tlu. Zahvaljujući jednostavnoj građi, načinu života i lakoj dostupnosti, kišna glista je pogodan model (organizam) za proučavanje morfoloških, anatomskih i ponašajnih karakteristika člankovitih glista.

Potreban pribor

- | | |
|--|---|
| 1. Kišne gliste | 6. Vlažan papir, suha i gruba podloga (npr. karton, tkanina) |
| 2. Plitke posude s vlažnom zemljom | 7. Ilustracije, modeli i edukativni digitalni materijal unutrašnje građe gliste |
| 3. Staklena ploča ili Petrijeva posuda | 8. Pribor za pisanje i crtanje |
| 4. Sterilna gaza navlažena vodom | |
| 5. Lupa | |

Postavke laboratorijske vježbe

Kišne gliste (*Lumbricus terrestris*) mogu se pronaći u vlažnoj zemlji, kompostu ili humusnom tlu, naročito nakon kiše. Preporučuje se da se prikupe dan prije izvođenja vježbe, po mogućnosti iz neposredne okoline škole, kako bi učenici razvili ekološku svijest i povezali sadržaje s lokalnim staništem. Gliste se do izvođenja vježbe čuvaju u prozračnim plastičnim ili staklenim posudama sa slojem vlažne zemlje. Posude treba držati na sjenovitom i umjereno toplom mjestu, uz redovno održavanje vlažnosti. Direktna sunčeva svjetlost i suhi uvjeti trebaju se izbjegavati. Vježba se izvodi u malim grupama (tri ili četiri učenika). Svaka grupa dobija po jednu glistu, odgovarajuću posmatračku površinu (staklena ploča ili Petrijeva posuda) i prateći materijal. Površina se prije posmatranja treba ovlažiti sterilnom gazom, čime se podstiče aktivnost gliste i osigurava optimalno okruženje za rad. Po završetku vježbe, ukoliko gliste nisu bile izložene nepovoljnim uvjetima (hemikalije, oštećenja), vraćaju se u prirodno stanište iz kojeg su uzete.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Posmatranje kretanja i građe tijela

- Postaviti glistu na vlažnu površinu (staklo ili vlažan papir).
- Posmatrati način kretanja (peristaltičke kontrakcije mišića, izduživanje i skraćivanje tijela).
- Uočiti trag sluzi, njegov izgled i funkciju.
- Identificirati leđnu (tamniju) i trbušnu (svjetliju) stranu tijela.

2. Reakcije na podražaje

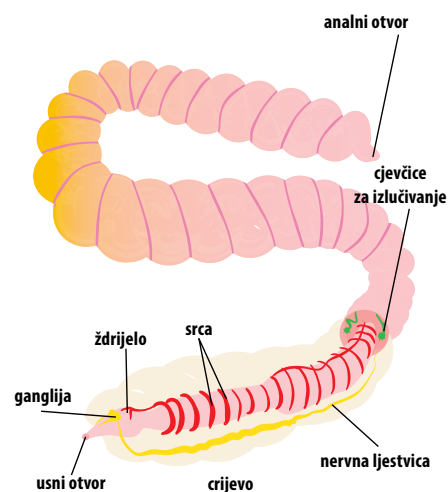
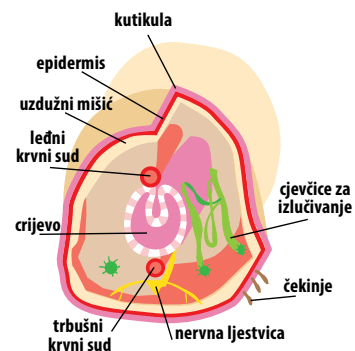
- Postaviti glistu na suhu, zatim na grubu podlogu.
- Posmatrati promjene u pravcu kretanja, brzini i ponašanju.
- Izložiti glistu izvoru svjetlosti i zabilježiti njene reakcije.

3. Vanjska građa i taktilna opažanja

- Pomoću lupe posmatrati segmentaciju tijela i klitelum.
- Lagano preći prstom preko trbušne strane u oba smjera i osjetiti prisustvo čekinja.
- Zabilježiti zapažanja o sluzavoj površini i njoj ulozi u kretanju i zaštiti tijela.

4. Analiza unutrašnje građe kišne gliste korištenjem edukativnih modela i ilustracija

- Koristeći edukativni model ili ilustraciju, identificirati:
 - probavni sistem (usta, ždrijelo, voljka, želudac, crijevo);
 - krvni sistem (leđni i trbušni krvni sud, srčani prstenovi);
 - nervni sistem (moždane ganglije, nervna vrpca);
 - reproduktivni sistem (hermafroditna građa, položaj kliteluma).
- Učenici izrađuju skicu građe gliste s označenim dijelovima.



Slika 49. Morfološka i anatomska građa kišne gliste

Zapažanje i zaključak

Učenici su uočili da se kišna glista kreće koordiniranim kontrakcijama mišića, uz oslonac na čekinke koje omogućavaju stabilnost pri kretanju. Gliste izbjegavaju suhe i osvijetljene podloge, što potvrđuje njihovu osjetljivost na promjene u vanjskoj sredini i prilagođenost životu u vlažnim, tamnim uvjetima. Segmentacija tijela, klitelum i trag sluzi povezani su s funkcionalnom građom organizma. Analizom modela i ilustracija učenici su identificirali osnovne unutrašnje organske sisteme, čime su potvrdili funkcionalnu i ekološku prilagođenost kišne gliste životu u tlu.

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja s općom evolucijom)

Cilj laboratorijske vježbe: Posmatranjem živog organizma vinogradarskog puža upoznati se s vanjskom građom, opisati kretanje po sluzavoj podlozi, ponašanje i reakcije na dodir pod utjecajem različitih faktora vanjske sredine, kao i način ishrane.

Teorijski uvod

Vinogradarski puž predstavnik je kopnenih mekušaca koji se lako može pronaći u prirodnom okruženju, posebno u vlažnim uvjetima. Vanjska građa puža, poput ljušture, ticala i stopala, vidljiva je golim okom i može se jednostavno uočiti tokom posmatranja. Kroz analizu ponašanja učenici mogu zapaziti kako organizam reagira na vanjske podražaje i kako se orijentira u prostoru. Ova vježba omogućava učenicima da kroz praktičan rad razumiju kako osnovne životne funkcije, poput kretanja, ishrane i zaštite, zavise od građe i ponašanja organizma.

Potreban pribor

1. Lupa
2. Petrijeva posuda ili staklena ploča
3. Providne staklene ili plastične posude s poklopcem
4. Vlažna papirna maramica ili mahovina
5. Vinogradarski puž
6. Hrana za vinogradarskog puža (salata, krastavac)

Postavke laboratorijske vježbe

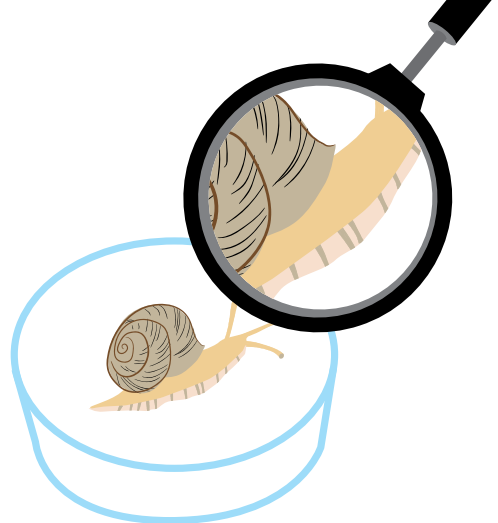
Vinogradarski puževi (*Helix pomatia*) mogu se lako pronaći u vlažnim vrtovima, voćnjacima, šumarcima i uz ivice puteva, naročito nakon kiše ili ujutro kada je povećana vlažnost. Preporučuje se da se puževi prikupe dan ili dva prije izvođenja vježbe, po mogućnosti iz neposredne okoline škole, što doprinosi razumijevanju biološke raznolikosti vrsta u neposrednom okruženju.

Nakon sakupljanja, puževi se čuvaju u providnim plastičnim ili staklenim posudama s poklopcem koji ima male otvore za ventilaciju. Na dno posude stavlja se sloj navlažene papirne maramice, mahovine ili zemlje iz staništa. Važno je održavati umjerenu vlažnost i izbjegavati direktnu sunčevu svjetlost. U posudu se može dodati komad svježe salate ili krastavca, a višak hrane treba redovno uklanjati da ne dođe do kvarenja. Čišćenje posude i zamjena podloge preporučuje se svaka dva ili tri dana, ako se puževi čuvaju duže vrijeme.

Neposredno prije izvođenja vježbe puževi se pažljivo prenose u Petrijeve posude ili na staklenu ploču, uz prethodno ovlaživanje površine vodom, kako bi se podstakla njihova aktivnost. Optimalna temperatura za izvođenje vježbe jeste 18–22 °C.

Po završetku vježbe puževi se mogu dalje čuvati u uvjetima koji su prethodno opisani – u odgovarajućoj posudi, uz redovno održavanje vlažnosti i uklanjanje viška hrane. Ukoliko se ne planira ponovna upotreba u narednim danima, puževi se mogu pažljivo vratiti u prirodno stanište iz kojeg su prikupljeni, pod uvjetom da tokom vježbe nisu bili izloženi nepovoljnim uvjetima ili supstancama.

Za izvođenje vježbe preporučuje se rad u malim grupama. Broj učenika u grupi treba prilagoditi raspoloživoj opremi – optimalno je da svaka grupa ima dva do tri člana. Svaka grupa dobija po jednog puža, posmatračku površinu i dodatke za stimulaciju (četkica, komad salate, podloge različitih tekstura), čime se omogućava aktivno učešće svih učenika.



Slika 50. Ilustracija puža

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Vježba A: Posmatranje kretanja puža i građe mišićnog stopala

1. Pažljivo postaviti puža na providnu staklenu površinu (npr. staklenu ploču ili Petrijevu posudu).
2. Posmatrati kretanje puža, s posebnim fokusom na mišićno stopalo i trag sluzi koji ostavlja prilikom kretanja.
3. Podići staklenu površinu i posmatrati puža s donje strane kako bi se uočile valovite kontrakcije mišićnog stopala koje omogućavaju klizanje po podlozi.
4. Za detaljnije posmatranje može se koristiti lupa.

Vježba B: Reakcije na dodir

1. Lagano dodirivati puža četkicom ili mekanim štapićem po različitim dijelovima tijela: ticalima, spiralnoj ljušturi i mišićnom stopalu.
2. Posmatrati i pratiti reakcije puža: povlačenje ticala, uvlačenje u ljušturu i zaustavljanje ili promjena smjera kretanja.

Vježba C: Posmatranje ponašanja pri hranjenju

1. Ispred puža postaviti komadić lista salate (ili krastavca).
2. Učenici posmatraju ponašanje puža: reakciju na prisustvo hrane, orijentaciju prema hrani pomoću ticala i način uzimanja hrane – kako puž približava usni otvor i struže površinu lista.
3. Preporučuje se upotreba lupe za posmatranje usnog otvora tokom hranjenja. U povoljnim uvjetima mogu se uočiti pokreti radule.

Zapažanje i zaključak

Učenici imaju priliku posmatrati osnovnu građu vinogradarskog puža i povezati je s njegovim načinom kretanja i ponašanja. Aktivnost razvija sposobnost opažanja, doprinosi boljem razumijevanju ponašanja životinja u prirodnim uvjetima i podstiče znatiželju za posmatranje živog svijeta u neposrednom okruženju.

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja s općom evolucijom)

Cilj laboratorijske vježbe: Izraditi digitalni insektarij na osnovu prikupljenog materijala (školsko dvorište, park), upotrebom različitih tehnika i opreme uz korištenje ključa za prepoznavanje insekata (štampanog ili digitalnog), upoznati se s raznolikošću insekata u neposrednoj okolini.

Teorijski uvod

Digitalni insektarij služi za izučavanje i istraživanje insekata u neposrednom okruženju uz korištenje digitalnih alata u učionici. Ova aktivnost razvija sposobnost zapažanja i identifikacije insekata, te omogućava učenicima da razlikuju glavne grupe insekata na osnovu karakteristika u građi tijela, načinu kretanja i staništa u kojem žive. Klasa insekata obuhvata oko milion opisanih vrsta, što čini dvije trećine ukupnog broja vrsta na Zemlji, a po nekim procjenama, njihov broj može biti između 10 i 30 miliona vrsta. Osim po brojnosti vrsta, insekti dominiraju i po brojnosti jedinki unutar svake vrste. Procjenjuje se da je ukupna biomasa insekata na Zemlji dvanaest puta veća od biomase cjelokupnog stanovništva.

Potreban pribor

1. Mobilni telefon ili digitalni fotoaparatus
2. Sveska ili radni list za bilješke
3. Računar, laptop ili tablet i digitalni alati
4. Pristup internetu
5. Ključ za prepoznavanje insekata (štampani ili digitalni)

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kombinaciji rada na terenu (školsko dvorište, park, vrt) i rada u učionici uz pomoć digitalne tehnologije. Učenici, samostalno ili u grupama, fotografiraju insekte u prirodnom staništu, vodeći računa o etičkom pristupu, ne hvataju ih niti ubijaju, već ih posmatraju i bilježe podatke. Prilikom svakog pronalaska zabilježe se osnovni podaci koji bi se kod pravih insektarija nalazili na etiketama:

- Prva digitalna etiketa (lokacija, datum, naziv biljke na kojoj je pronađen insekt, ime učenika koji je zabilježio nalaz);
- Druga digitalna etiketa (naziv insekta na maternjem jeziku i, ako je moguće, na latinskom, te inicijali osobe ili učenika koji je odredio vrstu).



Slika 51. Fotografija za digitalni insektarij

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Prije odlaska na teren učenicima se objašnjavaju osnovna pravila ponašanja u prirodi i način posmatranja insekata bez uznemiravanja. Učenici se upoznaju šta sve trebaju zabilježiti (lokacija, datum, izgled insekta).
2. Učenici fotografiraju insekte u prirodnom staništu. Svaka fotografija treba prikazivati insekta jasno i izbliza, po mogućnosti u njegovom prirodnom ponašanju (na listu, cvijetu, zemlji i sl.).
3. Uz svaku fotografiju učenici trebaju zabilježiti: datum i mjesto pronalaska, ime učenika koji je fotografirao, naziv insekta (na maternjem jeziku) – za identifikaciju se može koristiti digitalni alat (*iNaturalist*).
4. Učenici koriste digitalne alate (*PowerPoint*, *Google Slides*, *Canva*, *Book Creator* itd.) kako bi napravili digitalni insektarij. Svaki "list" insektarija sadrži fotografiju insekta, prikupljene informacije (datum i mjesto pronalaska, ime učenika, naziv insekta) i zanimljivosti o toj vrsti (način ishrane, stanište, status ugroženosti).
5. Učenici mogu prezentirati svoj digitalni insektarij pred razredom i podijeliti zanimljive činjenice koje su otkrili.



Slika 52. Prikupljanje fotografija za digitalni insektarij

Zapažanje i zaključak

Izrada digitalnog insektarija omogućava uvid u raznolikost insekata, njihove boje, veličine i oblike. Tokom prikupljanja fotografija evidentiraju se staništa i ponašanje insekata: neki su brzi, neki sporiji, neki borave na biljkama, dok drugi na tlu ili blizu vode. Zapisivanje lokacije i datuma pomaže u praćenju promjena u njihovom okruženju. Ovim pristupom izbjegava se ubijanje insekata, dok se omogućava njihovo pažljivo posmatranje i dokumentiranje, zaštita ugroženih vrsta i očuvanje prirodnih staništa.

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama; pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja s općom evolucijom)

Cilj laboratorijske vježbe: Uz upotrebu svježih primjeraka riba (pastrmke ili šarana) praktično upoznati vanjsku i unutrašnju građu ribe, te povezati građu organa i organskih sistema s njihovom funkcijom.

Teorijski uvod

Ribe su grupa kičmenjaka u potpunosti prilagođenih životu u vodi. Dišu pomoću škrga, kreću se pomoću peraja, a njihova tijela obložena su krljuštima i sluzi koja smanjuje trenje pri kretanju. Unutrašnji organi ribe jasno su raspoređeni i omogućavaju obavljanje osnovnih životnih funkcija: disanja, ishrane, izlučivanja i razmnožavanja. Disekcija ribe pruža učenicima jedinstvenu priliku da posmatranjem i preciznim rukovanjem laboratorijskim priborom direktno uoče sve dijelove vanjske i unutrašnje građe riba.

Potreban pribor

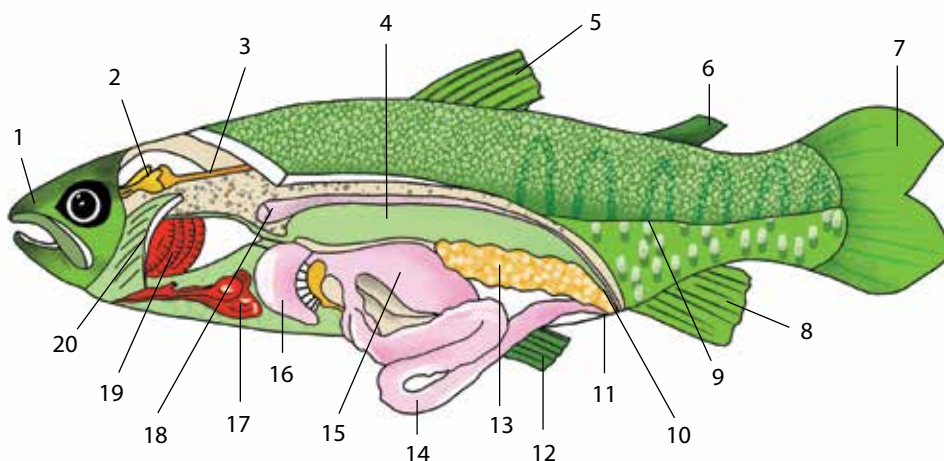
1. Riba odgovarajuće veličine (npr. pastrmka ili šaran)
2. Kadica za disekciju (ili plitka plastična / metalna posuda)
3. Makaze
4. Skalpel
5. Pinceta
6. Lupa
7. Papirni ubrusi
8. Rukavice
9. Sveska, olovka

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije. Radna površina treba biti čista, stabilna i dovoljno prostrana za izvođenje disekcije. Prije početka disekcije učenici se upoznaju s pravilnim rukovanjem priborom i mjerama opreza (posebno pri korištenju skalpela i makaza). Riba se očisti i obriše suhom krpom ili papirom, te se položi na bok u kadicu za disekciju, trbušnom stranom okrenutom prema disekcionom priboru. Učenici rade pod nadzorom nastavnika, slijedeći precizne upute tokom rada.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Ribu odgovarajuće veličine (po mogućnosti iz riječne ili jezerske sredine) očistiti od sluzi i viška vode. Položiti je bočno u kadicu za disekciju ili drugu plitku posudu.
2. Pažljivo posmatrati vanjske dijelove tijela ribe – peraja, bočnu liniju, usta, oči, škrgne poklopce.



Slika 53. Građa ribe

1. nosnica, 2. mozak, 3. kičmena moždina, 4. plivajući mjehur, 5. leđna peraja, 6. masna peraja, 7. repna peraja, 8. podrepna peraja, 9. bočna linija, 10. mokraćni mjehur, 11. analni otvor, 12. trbušna peraja, 13. spolna žlijezda, 14. crijevo, 15. želudac, 16. jetra, 17. srce, 18. bubreg, 19. škrge, 20. škržni poklopac

3. Zabilježiti uočene strukture i nacrtati vanjski izgled ribe u svesku.
4. Ribu uzeti u lijevu ruku tako da trbušna strana bude okrenuta prema gore, a glava usmjerena od tijela.
5. Makazama načiniti prvi poprečni rez neposredno ispred analnog otvora.
6. Uvući zaobljeni vrh makaza u prvi rez i pažljivo rezati uzdužno prema ustima, duž središnje linije tijela.
7. Od analnog otvora napraviti bočni rez prema leđima, otprilike do polovine tijela (prema leđnim perajama).
8. Napraviti rez od škržnog poklopca prema leđima, zatim četvrti rez paralelno s bočnom linijom kako bi se uklonio dio tjelesnog zida.
9. Nakon uklanjanja dijela kožnog i mišićnog sloja, riba se može isprati s malo vode radi jasnijeg prikaza organa. Posmatrati unutrašnje organe: riblji mjehur (najupadljiviji), bubrege (uz kičmu), srce (ispod škrge), jetru, crijeva, želudac i gonade (jajnici ili testisi – ovisno o spolu).
10. Pincetom pažljivo odvojiti organe radi bolje preglednosti i ukloniti škržni poklopac kako bi se uočili škržni lukovi i listići.
11. Napraviti crtež unutrašnjih organa i označiti ključne dijelove.
12. Po završetku rada, očistiti i dezinficirati posudu i sav korišteni pribor.

Zapažanje i zaključak

Tokom disekcije ribe jasno su uočeni unutrašnji organi i njihovi međusobni odnosi. Riblji mjehur nalazi se u gornjem dijelu tijela i ispunjen je gasom. Bubrezi su smješteni uz kičmu i imaju crvenkasto-smeđu boju. Srce je smješteno ispod škržnog poklopca, dok su škržni listići vidljivi unutar škrge. Digestivni sistem nalazi se na trbušnoj strani i može se izdvojiti pincetom. Gonade su smještene ispod ribljeg mjehura, a njihova boja i oblik razlikuju se kod mužjaka i ženki. Disekcija ribe omogućava uvid u građu i funkcije unutrašnjih organa, te doprinosi boljem razumijevanju građe i prilagođenosti riba životu u vodi.

GRAĐA PERA PTICE (MAKROSKOPSKA I MIKROSKOPSKA ANALIZA)

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja s općom evolucijom)

Cilj laboratorijske vježbe: Posmatrati pera ptice (goluba ili kokoške) lupom i mikroskopom te se upoznati s osnovnim dijelovima građe pera, povezujući građu s funkcijom i prilagodbom ptica letenju.

Teorijski uvod

Mikroskopskom analizom ispituje se fina građa zastavice pera, a uočene strukture povezuju se s njihovom ulogom u ostvarivanju aerodinamičnosti i toplotne izolacije. Povezuje se građa i funkcija kod ptica, pri čemu se ističe značaj pera kao adaptacije letenju.

Pera su rožnate tvorevine koje predstavljaju jednu od ključnih evolutivnih prilagodbi ptica. Njihova složena građa, nastala modifikacijom epidermalnih struktura, omogućava let, termoregulaciju i zaštitu tijela. Tokom vježbe potrebno je razvijati kod učenika vještine mikroskopiranja, izrade preparata i preciznog opažanja bioloških struktura.

Potreban pribor

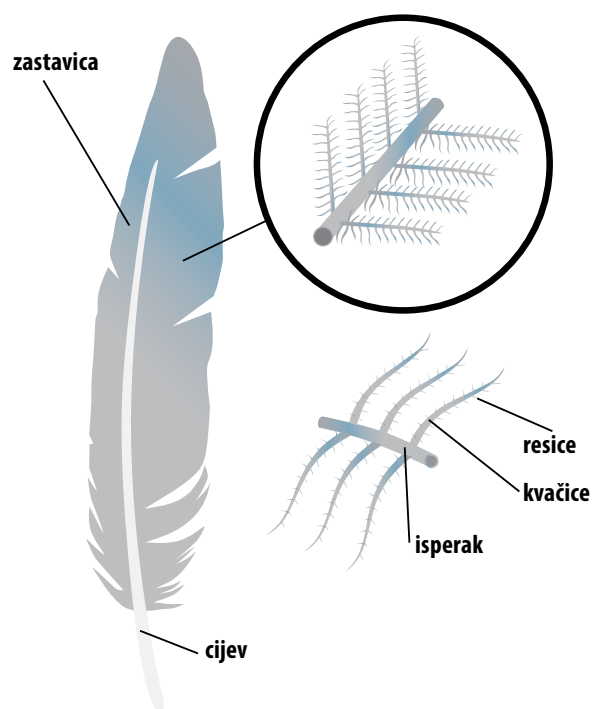
1. Pero ptice
2. Pinceta
3. Lupa
4. Predmetno staklo
5. Pokrovno staklo
6. Plastična pipeta
7. Destilovana voda
8. Filter-papir
9. Svjetlosni mikroskop
10. Laboratorijska posuda za biološki otpad
11. Model ili ilustracija građe pera
12. Pribor za pisanje i crtanje

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici rade u parovima i koriste pero ptice (kokoške ili goluba) za makroskopsku i mikroskopsku analizu. Pomoću lupe posmatraju vanjsku građu pera, uočavaju cijev, badrljicu i zastavicu te razmatraju njihovu ulogu u letu i toplotnoj izolaciji.

Mikroskopski preparat izrađuju koristeći dio zastavice pera kao biološki materijal. Uzorak stavljaju u kap destilovane vode na predmetnom staklu, prekrivaju pokrovnim staklom i posmatraju pomoću mikroskopa. Uočavaju isperke, kvačice i resice te analiziraju njihovu organizaciju i povezanost.

Ilustracija ili model građe pera koristi se kao vizualna podrška u identifikaciji struktura. Učenici izrađuju skicu viđenog i porede je s prikazom na modelu, razvijajući vještine preciznog opažanja i razumijevanja građe u funkcionalnom kontekstu.



Slika 54. Građa pera ptice

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Pomoću lupe makroskopski posmatrati pero ptice i uočiti osnovne dijelove: cijev, badrljicu i zastavicu.
2. Pomoću pincete odvojiti dio zastavice s ispercima.
3. Na predmetno staklo pipetom nanijeti kap destilovane vode i u nju staviti uzorak zastavice.
4. Preparat pažljivo pokriti pokrovnim staklom spuštajući ga pod uglom od 45° kako bi se izbjeglo stvaranje mjehurića zraka.
5. Postaviti preparat na mikroskopski stolić i posmatrati pomoću mikroskopa koristeći uvećanje (4×), uz izoštravanje makrovijkom.
6. Nastaviti posmatranje pri većim uvećanjima (10× i 40×), uz dodatno izoštravanje mikrovijkom.
7. Uočiti isperke, kvačice i resice kao osnovne mikroskopske strukture pera.
8. Izraditi skicu viđenog preparata i označiti uočene strukture.
9. Uporediti mikroskopski prikaz s ilustracijom ili modelom građe pera radi lakšeg razumijevanja organizacije i funkcije učenih elemenata.

Zapažanje i zaključak

Makroskopskim posmatranjem pera ptice učenici jasno uočavaju osnovne dijelove: cijev, badrljicu i zastavicu. Pomoću lupe uočavaju njihovu prostornu organizaciju i zapažaju razlike u boji, čvrstoći i rasporedu duž osovine pera.

Mikroskopskom analizom zastavice prepoznaju se isperci kao osnovne grane koje se pružaju s badrljice. Na njima se uočavaju kvačice, a pri većem uvećanju i resice koje međusobno povezuju susjedne isperke. Ova povezanost omogućava stvaranje kompaktne i elastične površine, što je od ključnog značaja za aerodinamičnost i toplotnu izolaciju.

Korištenje modela građe pera pomaže učenicima u razumijevanju prostornog rasporeda mikroskopskih struktura koje se ne mogu uvijek jasno uočiti tokom posmatranja. Na osnovu opaženog učenici izrađuju skicu mikroskopskog preparata, uočavaju ključne strukture i povezuju građu pera s njegovom ulogom u letu i prilagođenosti ptica.

Vježba razvija vještine mikroskopiranja, preciznog opažanja i funkcionalne interpretacije bioloških struktura, te doprinosi razumijevanju evolutivnih prilagodbi u okviru biosistematike životinja.

Oblast / tematska cjelina: Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja s općom evolucijom)

Cilj laboratorijske vježbe: Istraživanjem povezati usvojena znanja o različitim predstavnicima kičmenjaka (riba, vodozemaca, gmizavaca, ptica ili sisara) o načinu života i prilagodbama staništu kroz kreativno pisanje i igru uloga, te na taj način procijeniti važnost ugroženih životinjskih organizama u BiH s ciljem njihove zaštite.

Teorijski uvod

Kičmenjaci su raznovrsna i evolutivno napredna grupa životinja koju karakterizira prisustvo kičmenog stuba i unutrašnjeg skeleta. Njihova složena građa omogućava efikasno kretanje, zaštitu unutrašnjih organa i razvijen nervni sistem s centraliziranom kontrolom funkcija. Kičmenjaci nastanjuju različita staništa (od mora i rijeka do kopna i zraka) zahvaljujući brojnim fiziološkim i anatomskim prilagodbama. Zbog svoje uloge u ekosistemima i bogate raznolikosti, predstavljaju ključnu grupu u proučavanju građe, ponašanja i prilagodbi životinja.

Potreban pribor

1. Uputstvo za realizaciju zadatka (priprema nastavnik)
2. Biološki priručnici, leksikoni, udžbenici i enciklopedije (štampani ili digitalni izvori)
3. Računari ili tableti s pristupom internetu
4. Papir za pisanje i crtanje (format A3)
5. Pribor za pisanje i crtanje
6. Lista predloženih predstavnika kičmenjaka (priprema nastavnik)

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba “Život iz perspektive kičmenjaka” realizira se kao kreativno-istraživački ogled u kojem učenici rade u parovima. Jedan od učenika preuzima ulogu novinara, a drugi ulogu životinje, predstavnika iz grupe riba, vodozemaca, gmizavaca, ptica ili sisara.

Na osnovu naučno utemeljenih izvora, svaki par učenika istražuje osnovne osobine izabrane vrste: građu, način ishrane, ponašanje, stanište i faktore ugroženosti.

Prikupljene informacije učenici interpretiraju kroz dijalog. Novinar postavlja pitanja, a životinja odgovara iz vlastite perspektive (u prvom licu jednine). Kreativni dijalog treba sadržavati sljedeće elemente:

- opis karakterističnih fizioloških i ponašajnih osobina izabrane životinje;
- prikaz njenog prirodnog staništa i životnih uvjeta;
- osvrt na ekološke izazove i faktore ugroženosti vrste;
- poruku ili apel životinje upućen ljudima;
- ilustraciju životinje u prirodnom okruženju (ručno crtanu ili digitalno izrađenu);
- navođenje najmanje pet relevantnih naučnih izvora (štampanih ili digitalnih).

Aktivnost omogućava povezivanje naučnih činjenica s kreativnim izražavanjem, razvija komunikacijske i istraživačke vještine, jača ekološku svijest, empatiju i timski rad.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Nastavnik objašnjava ciljeve vježbe i daje upute za izradu zadatka.
2. Učenici se organiziraju u parove.
3. Svaki par odabire jednog predstavnika iz grupe kičmenjaka (ribe, vodozemci, gmizavci, ptice ili sisari), u dogovoru s nastavnikom.
4. Jedan učenik preuzima ulogu novinara, a drugi ulogu životinje.
5. Učenici istražuju građu, način ishrane, ponašanje, stanište i faktore ugroženosti izabrane vrste koristeći štampane i digitalne izvore.
6. Prikupljene informacije sistematiziraju i koriste za izradu pisanog dijaloga između novinara i životinje.
7. U dijalogu novinar postavlja pitanja, a životinja odgovara iz vlastite perspektive (u prvom licu jednine).
8. Učenici izrađuju ilustraciju izabrane životinje u njenom prirodnom okruženju (ručno ili digitalno).
9. Na kraju rada učenici navode korištene izvore informacija (najmanje pet).
10. Svaki par prezentira svoj dijalog (intervju) pred razredom kroz igru uloga.
11. Nakon prezentacija slijedi zajednička rasprava o značaju i ugroženosti životinjskih vrsta te porukama koje one "upućuju" čovjeku.

Zapažanje i zaključak

Učenici stječu znanja o raznolikosti kičmenjaka i njihovim prilagodbama u zavisnosti od načina ishrane, staništa i ponašanja. Kroz istraživački zadatak, pisanu i dijalošku interpretaciju (igru uloga), razvijaju sposobnost povezivanja bioloških činjenica sa životnim kontekstom. Ova aktivnost podstiče razvoj ekološke svijesti i osjećaja odgovornosti za zaštitu životinjskog svijeta i biodiverziteta.

4.

VJEŽBE ZA 9. RAZRED





Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Citologija i histologija čovjeka)

Cilj laboratorijske vježbe: Kroz posmatranje mikroskopskih trajnih preparata mitoze i mejoze razviti vještine mikroskopiranja i prepoznavanja faza ćelijske diobe, uočiti razlike između mitoze i mejoze te povezati teorijsko znanje s praktičnim radom.

Teorijski uvod

Proces diobe ćelija omogućava razmnožavanje, rast i održavanje životnih funkcija kod višćelijskih organizama. Postoje dva osnovna tipa diobe – mitoza, koja omogućava rast, regeneraciju i obnavljanje tkiva, i mejoza, koja dovodi do nastanka spolnih ćelija i genetske raznovrsnosti. Obje se odvijaju kroz niz karakterističnih faza koje je moguće prepoznati mikroskopskim posmatranjem. Kroz posmatranje trajnih preparata učenici povezuju teorijska znanja s realnim prikazima ćelijskih struktura.

Potreban pribor

1. Svjetlosni mikroskop
2. Digitalni mikroskop
3. Model mitoze i mejoze
4. Trajni preparati mitoze
5. Trajni preparati mejoze

Postavke laboratorijske vježbe

Da bi se osigurao kvalitetan i efikasan rad tokom posmatranja mikroskopskih preparata, važno je započeti s jasnim uputama i demonstracijom nastavnika. Nastavnik pokazuje pravilnu tehniku rukovanja mikroskopom i način postavljanja trajnih preparata.

Korištenje digitalnog mikroskopa i modela mitoze i mejoze, ukoliko su dostupni, znatno doprinosi lakšem razumijevanju ovih procesa.

Za izvođenje vježbe učionica treba biti organizirana i pripremljena tako da se učenici rasporede u manje grupe, u skladu s brojem dostupnih mikroskopa. Moguće je da nekoliko učenika dijeli jedan mikroskop.

Tokom izvođenja vježbe nastavnik obilazi grupe, daje smjernice i pomaže učenicima u prepoznavanju faza diobe.

Na kraju časa organizira se zajednička analiza i diskusija o opaženim fazama.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

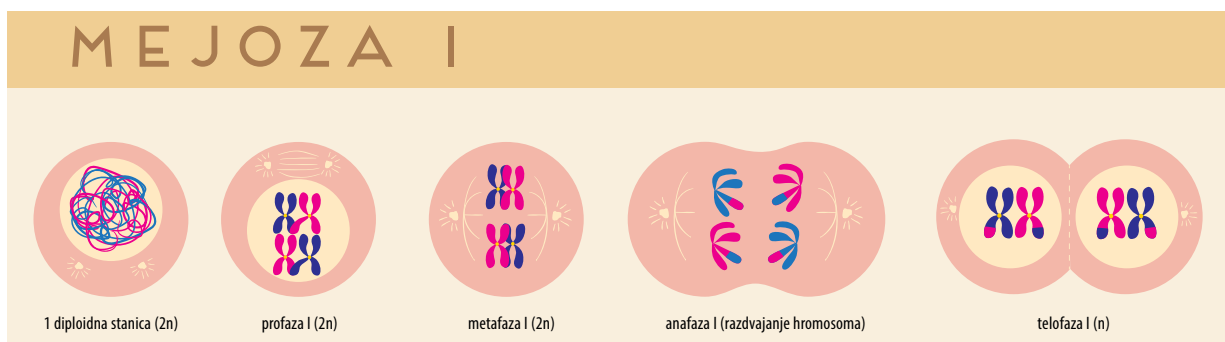
Vježba A: Posmatranje mitoze

1. Postaviti trajni preparat mitoze na sredinu mikroskopskog stolića tako da pokrovno staklo bude iznad otvora za svjetlost.

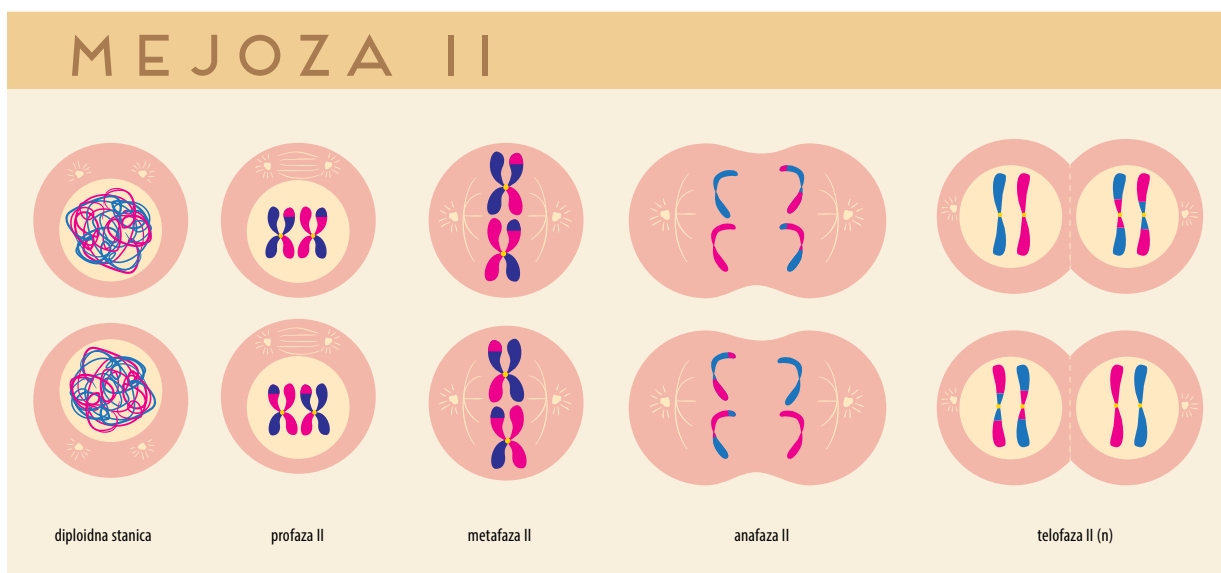
2. Učvrstiti preparat držačima (nosačem preparata) na stoliću, kako se ne bi pomjerao tokom posmatranja.
3. Početi posmatranje koristeći najmanje objektivno uvećanje (npr. $4\times$ objektiv $\times 10\times$ okular = $40\times$ ukupno uvećanje).
4. Prije posmatranja, pomoću makrovijka, spustiti tubus s objektivima (ili stolić, zavisno od modela mikroskopa) u donji položaj, pazeći da ne dođe do kontakta s preparatom.
5. Gledajući kroz okular, polako podizati tubus ili stolić makrovijkom dok se ne pojavi jasna slika.
6. Pronaći ćelije u diobi, centrirati ih u sredinu vidnog polja i koristiti mikrovijak za precizno izoštravanje slike.
7. Pažljivo promijeniti objektiv na veće uvećanje (npr. $40\times$ objektiv $\times 10\times$ okular = $400\times$ ukupno uvećanje), pazeći da se ne ošteti preparat.
8. Provjeriti da je posmatrani dio i dalje u središtu vidnog polja i ponovo izoštriti sliku mikrovijkom.
9. Prepoznati i skicirati faze mitoze: interfaza, profaza, metafaza, anafaza i telofaza.

Vježba B: Posmatranje mejoze

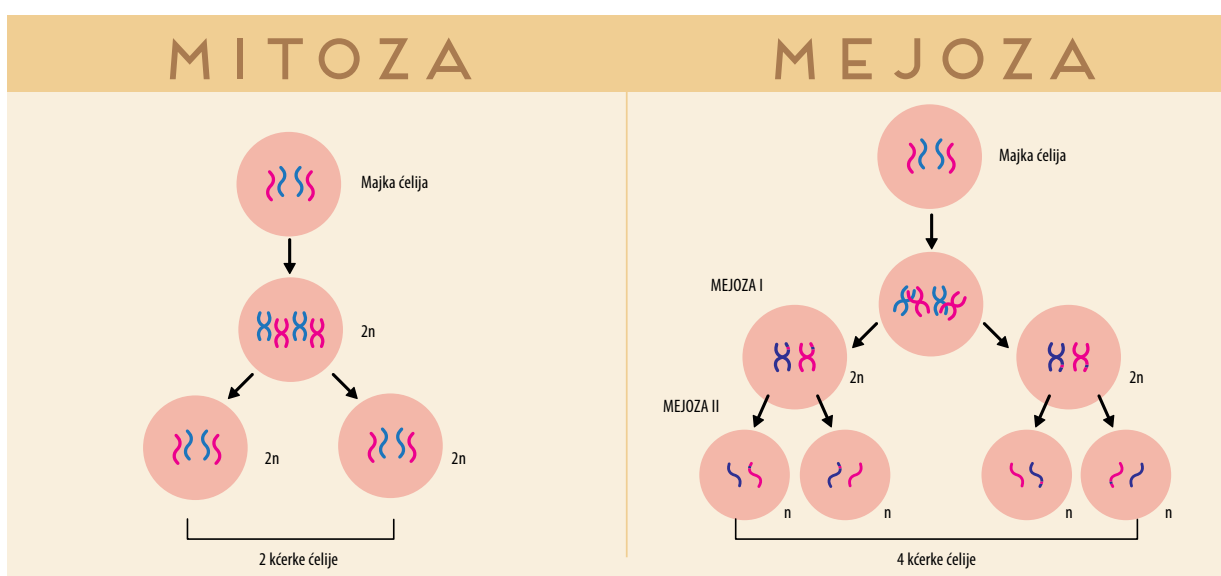
1. Za posmatranje mejoze koristiti trajni preparat i postaviti ga na mikroskopski stolić. Postupak mikroskopiranja isti je kao kod mitoze i uključuje postavljanje, fokusiranje, centriranje i prelazak na veće uvećanje.
2. Ćelije u različitim fazama mejoze su rjeđe raspoređene, pa je potrebno pažljivo pomjerati preparat i biti strpljiv prilikom traženja.
3. Kada se pod uvećanjem od $400\times$ uoče ćelije u diobi, prepoznati i skicirati faze mejoze I i II: profazu, metafazu, anafazu, telofazu (za obje diobe), u zavisnosti od kvaliteta preparata.
5. Ako je dostupan imerzioni objektiv ($100\times$), može se koristiti s imerzionim uljem, uz obavezno poštivanje pravila pravilne upotrebe i čišćenja nakon rada.



Slika 55. Shematski prikaz mejoze I



Slika 56. Shematski prikaz mejoze II



Slika 57. Shematski prikaz ćelijskih dioba – mitoze i mejoze

Zapažanje i zaključak

Laboratorijska vježba posmatranja trajnih preparata mitoze i mejoze omogućava učenicima razvoj vještina prepoznavanja i razlikovanja faza ćelijske diobe. Posmatranjem stvarnih ćelijskih struktura pod mikroskopom poboljšava se razumijevanje procesa mitoze i mejoze.

Upotreba mikroskopa i edukativnih modela potiče precizno opažanje i tumačenje promjena u ćelijama tokom različitih faza. Vježba pomaže učenicima da povežu teorijska znanja s praktičnim iskustvom, čime se jača razumijevanje bioloških procesa. Zajednička analiza i diskusija na kraju časa potiču saradnju, razmjenu znanja i aktivno učenje.

POSMATRANJE TRAJNIH PREPARATA TKIVA

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Citologija i histologija čovjeka)

Cilj laboratorijske vježbe: Posmatrati različita tkiva čovjeka (mišićno, hrskavičavo, koštano, nervno, epitelno, vezivno – krv) mikroskopiranjem trajnih preparata te povezati građu s funkcijom različitih tkiva.

Teorijski uvod

Tkivo je skup ćelija koje su slične po obliku i imaju istu funkciju. Tkiva povezuju i omogućavaju međuzavisnost između raznih dijelova organizma, što omogućava njegovo funkcioniranje kao cjeline. Kod čovjeka se razlikuju četiri osnovna tipa tkiva: epitelno, mišićno, nervno i vezivno (potpor-no) tkivo. Mikroskopiranjem učenici produbljuju znanja o građi osnovnih tipova tkiva i razumiju njihovu ulogu u funkcioniranju ljudskog organizma.

Potreban pribor

1. Svjetlosni mikroskop
2. Trajni histološki preparati tkiva čovjeka (epitelno, vezivno – krv, hrskavičavo, koštano, mišićno i nervno tkivo)
3. Radni list

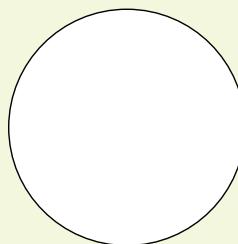
Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije, opremljenom mikroskopima, radnim stolovima i potrebnim priborom za posmatranje trajnih preparata tkiva čovjeka. Učenici su podijeljeni u manje grupe i svaka grupa koristi svoj mikroskop i trajne preparate. Prije početka vježbe nastavnik demonstrira pravilno rukovanje mikroskopom te daje jasne upute o načinu rada. Učenici u radnim listovima crtaju ono što vide pod mikroskopom i opisuju funkciju tkiva. Na taj način razvijaju se vještine zapažanja i povezivanja građe tkiva s njegovom funkcijom.

RADNI LIST 2.

Naziv tkiva: _____

(U sredinu kružnice učenik crta posmatrano tkivo kako ga vidi pod mikroskopom)

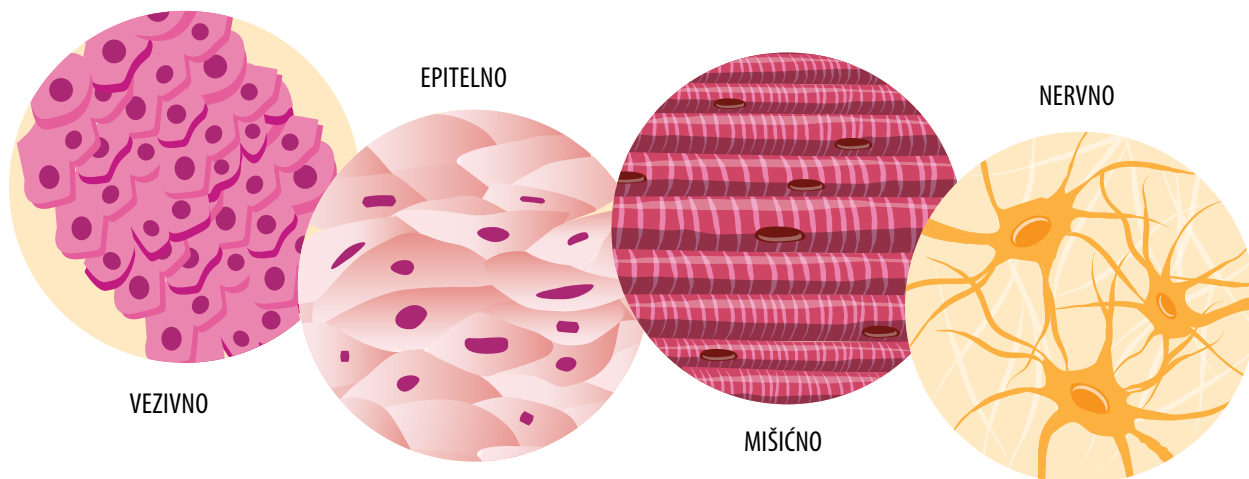


Funkcija tkiva: _____

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Vježba A: Posmatranje epitelnog tkiva

1. Trajni preparat epitelnog tkiva postaviti pod mikroskop.
2. Posmatrati prvo pod najmanjim, a zatim pod većim uvećanjem.
3. Nacrtati izgled ćelija i označiti međućelijsku masu.
4. Uporediti crtež sa slikom iz udžbenika ili sa slikom prikazanom na pametnoj tabli.



Slika 58. Vrste tkiva čovjeka

Vježba B: Posmatranje vezivnog tkiva (krv, hrskavičavo i koštano tkivo)

1. Trajne preparate vezivnog tkiva postaviti pod mikroskop.
2. Posmatrati krv pod najmanjim uvećanjem, zatim hrskavičavo i koštano tkivo.
3. Pod većim uvećanjem nacrtati ćelije i međućelijsku masu svakog tkiva.
4. Obratiti pažnju na ovalne ćelije u hrskavičavom tkivu te na crvena i bijela krvna zrnca u krvi.
5. Uporediti crteže sa slikama iz udžbenika ili sa slikama na pametnoj tabli.

Vježba C: Posmatranje mišićnog tkiva (poprečno-prugasto i glatko)

1. Postaviti trajne preparate mišićnog tkiva pod mikroskop.
2. Posmatrati prvo poprečno-prugasto, a zatim glatko mišićno tkivo pod različitim uvećanjima.
3. Nacrtati karakteristične pruge i oblik ćelija.
4. Uporediti crteže sa slikama iz udžbenika ili prikazima na pametnoj tabli.

Vježba D: Posmatranje nervnog tkiva

1. Trajni preparat nervnog tkiva postaviti pod mikroskop i posmatrati pod različitim uvećanjima.
2. Nacrtati zvjezdasti oblik nervnih ćelija i njihove nastavke.
3. Uporediti crteže sa slikama iz udžbenika ili sa slikama na pametnoj tabli.

Zapažanje i zaključak

Posmatranjem pod mikroskopom trajnih preparata različitih tkiva čovjeka uočavaju se razlike u obliku ćelija, prisustvu i izgledu međućelijske mase, kao i specifične strukture pojedinih tkiva. Zaključujemo da različita tkiva imaju građu prilagođenu funkciji koju obavljaju u organizmu. Na primjer, epitelno tkivo ima zaštitnu ulogu, vezivno povezuje, mišićno omogućava kretanje, a nervno prenos informacije. Posmatranjem se jasno uočava povezanost građe i funkcije tkiva.

MIKROSKOPSKA ANALIZA GRAĐE EPITELNE ĆELIJE UNUTRAŠNJE STRANE OBRAZA (BUKALNI EPITEL)

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela s antropogenezom)

Cilj laboratorijske vježbe: Izraditi privremeni mikroskopski preparat ljudskog epitela s unutrašnje strane obraza i posmatrati osnovne strukture ovih ćelija mikroskopom, te povezati njihovu građu s funkcijom.

Teorijski uvod

Ćelija je osnovna jedinica građe i funkcije svih živih organizama. U ljudskom tijelu postoji više vrsta diferenciranih ćelija, među kojima epitelne ćelije imaju ulogu u zaštiti, sekreciji i resorpciji. Bukalni epitel, koji oblaže unutrašnju stranu obraza, pripada jednoslojnom pločastom epitelu i sastoji se od čvrsto povezanih ćelija koje se lako uzimaju i analiziraju u nastavnim uvjetima. Cilj vježbe jeste razvijati kod učenika tehniku mikroskopiranja, te uporediti mikroskopski prikaz s modelom ćelije radi boljeg razumijevanja građe i uloge organela.

Potreban pribor

1. Sterilni drveni štapić
2. Predmetno staklo
3. Pokrovno staklo
4. Plastična pipeta
5. Destilovana voda
6. Metilensko plavilo (metilen plavo)
7. Svjetlosni mikroskop
8. Filter-papir
9. Papirni ubrusi
10. Dezinfekciono sredstvo (70%-tni etanol)
11. Laboratorijska posuda za biološki otpad
12. Model životinjske ćelije (plastični, uvećanje 10.000×)
13. Pribor za crtanje

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici rade pojedinačno ili u parovima u dobro osvijetljenoj i prozračnoj učionici ili kabinetu biologije, uz obavezno pridržavanje pravila sigurnosti pri rukovanju biološkim materijalom i mikroskopom.

Prije početka vježbe svi materijali i pribor (predmetna i pokrovna stakla, pipete, štapići, boje) trebaju biti čisti, suhi i pripremljeni na radnim mjestima učenika.

Metilensko plavilo koristi se pažljivo, u malim količinama, kako bi se izbjeglo prebojenje preparata i potencijalno zaprljanje radne površine.

Destilovana voda i drugi materijali trebaju biti na sobnoj temperaturi (20–25 °C) kako bi se očuvao integritet ćelija tokom pripreme preparata.

Učenici prije rada operu ruke, a nakon uzimanja uzorka epitelnih ćelija, štapiće i stakla pravilno odlažu u označene posude za biološki otpad.

Mikroskopi se koriste pažljivo i u skladu s uputstvima nastavnika, uz kontrolu rada s objektivima i pravilno izoštravanje slike.

Model ćelije treba biti dostupan na vidljivom mjestu radi usporedbe i dodatnog objašnjenja učenicima. Po završetku vježbe svi korišteni materijali i oprema trebaju biti očišćeni, dezinficirani i vraćeni na predviđeno mjesto, a radna površina uredno pospremljena.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Pomoću sterilnog drvenog štapića pažljivo uzeti uzorak epitela s unutrašnje strane obraza, blagim prevlačenjem duž sluznice kružnim ili kratkim ponavljajućim pokretima.
2. Dobijeni uzorak ravnomjerno razmazati po sredini predmetnog stakla koristeći vrh štapića, kružnim ili kontroliranim pokretima u jednom smjeru, kako bi se formirao tanak i ujednačen sloj.
3. Pomoću plastične pipete nanijeti kap destilovane vode, a po potrebi i kap metilenskog plavila radi boljeg kontrasta.
4. Pokriti preparat pokrovnim staklom spuštajući ga pod uglom od 45°, kako bi se izbjeglo stvaranje mjehurića zraka.
5. Postaviti preparat na mikroskopski stolić i započeti posmatranje objektivom 4×, izoštriti sliku makrovijkom i uočiti raspored ćelija.
6. Nastaviti posmatranje pomoću objektiva 10× i 40×, uz dodatno izoštravanje slike mikrovijkom.
7. Uočiti ćelijsku membranu, jedro i citoplazmu.
8. Nacrtati jednu tipičnu epitelnu ćeliju viđenu pod mikroskopom i označiti uočene dijelove.
9. Posmatrati model životinjske ćelije i uporediti ga s mikroskopskim prikazom radi boljeg razumijevanja rasporeda ćelijskih struktura.

Zapažanje i zaključak

Mikroskopskom analizom bukalnog epitela uočavaju se pločaste ćelije s jasno vidljivom membranom, jedrom i citoplazmom. Njihov je oblik ovalan ili blago izdužen. Metilensko plavilo boji jedro tamnije, što omogućava lakšu identifikaciju, dok citoplazma ostaje svjetlija. Ćelije nemaju ćelijski zid ni vakuolu, što je karakteristično za životinjske ćelije i ljudske ćelije.

Upotreba modela životinjske ćelije pomaže učenicima da razumiju izgled i raspored organela koje se ne mogu jasno uočiti mikroskopski, kao što su mitohondriji, Golgijev aparat i endoplazmatski retikulum.

Na osnovu opaženog, učenici crtaju tipičnu epitelnu ćeliju, uočavaju osnovne strukture i analiziraju njihovu funkciju. Tokom aktivnosti razvijaju vještine mikroskopiranja, vizualne interpretacije i primjene stečenih znanja u praktičnom kontekstu. Vježba doprinosi tačnosti, sistematičnosti i razumijevanju razlika između biljne i životinjske (ljudske) ćelije.

IZDVAJANJE DNK IZ VOĆA

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Genetika)

Cilj laboratorijske vježbe: Fizički izdvojiti DNK iz ćelijskih struktura voća (npr. banane), upoznati se s postupkom izvođenja i osnovnim principima ekstrakcije. Razumjeti ulogu pojedinih jednostavnih hemikalija u razgradnji ćelijskih struktura i taloženju DNK. Povezati građu i funkciju DNK sa značajem za genetiku i biologiju.

Teorijski uvod

Nasljedni materijal kod ćelijskih organizama predstavlja dezoksiribonukleinska kiselina (DNK). Ekstrakcija je proces izdvajanja DNK iz ćelije organizma radi analize. Izdvojena DNK može se iskoristiti za identifikaciju nakon iščitavanja genetskog koda, jer je genetski kod svakog organizma jedinstven. Analizom se utvrđuje podudarnost kodova DNK između dvaju uzoraka DNK. Podudarnost DNK između čovjeka i banane iznosi čak 60 %.

Potreban pribor

1. Uzorak voća (banana, kivi ili jagoda)
2. Plastična vrećica sa zatvaračem
3. Laboratorijska staklena čaša (250 ml) – 2 komada
4. Epruveta (15 ml)
5. Pipeta
6. Stakleni ili plastični štapić
7. Filter od gaze
8. Mjerna kašika (5 ml)
9. Deterdžent za posuđe (bez mirisa i boje)
10. Kuhinjska sol (NaCl)
11. Destilovana voda
12. Etanol (70%-tni ili 96%-tni, prethodno rashlađen)
13. Papirni ubrusi
14. Frižider
15. Enzimski rastvor (otopina soka od ananasa koja sadrži proteazu)
16. Zaštitne rukavice
17. Zaštitne naočale
18. Pribor za pisanje i crtanje



Slika 59. DNK u banani

Postavke laboratorijske vježbe

Učenici rade u malim grupama (tri ili četiri člana) u adekvatno osvijetljenoj i prozračnoj učionici, uz obavezno pridržavanje pravila sigurnosti pri radu s hemikalijama. Uzorci voća trebaju biti svjež i očišćeni od kore i eventualnih nečistoća prije početka vježbe.

Hemijski reagensi (deterdžent, kuhinjska sol, enzimski rastvor soka od ananasa) trebaju biti pripremljeni i korišteni na sobnoj temperaturi (20–25 °C).

Etanol treba biti prethodno rashlađen i čuvan na temperaturi oko 4 °C (u frižideru) radi efikasne ekstrakcije i taloženja nasljednog materijala.

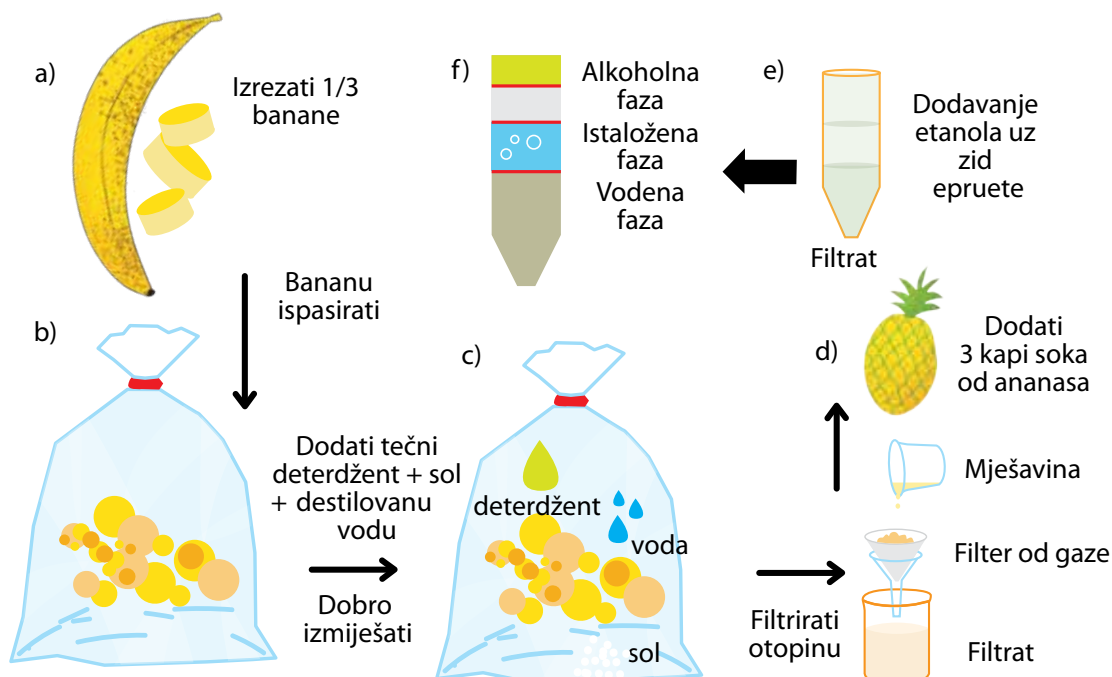
Laboratorijski pribor treba biti očišćen, dezinficiran i potpuno suh prije početka izvođenja vježbe, kako bi se spriječila kontaminacija uzoraka i osigurala pouzdanost rezultata. Radni prostor treba biti uredan, s dovoljno prostora za rad svake grupe.

Učenici pri radu trebaju koristiti zaštitne rukavice i zaštitne naočale kako bi se spriječio direktan kontakt s hemikalijama.

Nakon završetka vježbe, laboratorijski pribor i materijal treba pravilno očistiti i odložiti, a korištene hemikalije sigurno zbrinuti prema uputama nastavnika.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Oguljenu trećinu banane staviti u plastičnu vrećicu sa zatvaračem, dodati jednu ili dvije mjerne kašike (5–10 ml) destilovane vode i pažljivo zgnječiti sadržaj vrećice dok ne nastane ujednačena, kašasta masa.
2. U laboratorijskoj čaši pomiješati dvije mjerne kašike (10 ml) deterdženta za posuđe, pola mjerne kašike ($\approx 2,5$ g) kuhinjske soli i tri mjerne kašike (15 ml) destilovane vode. Smjesu lagano miješati tri do četiri minute.
3. U pripremljenu smjesu dodati tri mjerne kašike (≈ 15 g) zgnječene banane iz vrećice i ponovo miješati tri do četiri minute kako bi se omogućilo otapanje ćelijskih membrana.
4. Dobijenu smjesu pažljivo procijediti kroz gazu u drugu laboratorijsku čašu, ukloniti veće čestice i nečistoće te filtrat ostaviti da miruje pet minuta.
5. U filtrat dodati nekoliko kapi enzimske otopine (soka od ananasa) i lagano promiješati da proteaze počnu razgrađivati proteine vezane za DNK.
6. Filtrat prebaciti u epruvetu ili manju čašu, zatim pažljivo, uz zid epruvete, doliti hladni etanol (prethodno rashlađen u frižideru) u omjeru 1:1 u odnosu na volumen filtrata, pazeći da se slojevi ne pomiješaju.
7. Na granici između vodenog sloja i etanola treba se pojaviti bijela, vlaknasta masa – izolovana DNK.
8. Pomoću staklenog štapića pažljivo namotati i izvući bijele nakupine koje su se formirale na granici između vodene i alkoholne faze.
9. Nacrtati čašu s istaloženom tvari u alkoholnoj fazi i na crtežu jasno označiti:
 - alkoholnu fazu (gornji sloj),
 - istaloženu tvar,
 - vodenu fazu (donji sloj).



Slika 60. Izdvajanje DNK iz voća

Zapažanje i zaključak

Tokom izvođenja vježbe učenici su uočili pojavu bijelih, vlaknastih nakupina na granici između alkoholne i vodene faze, što predstavlja izdvojenu DNK. Ova pojava potvrđuje da se nasljedni materijal može fizički izdvojiti iz ćelijskih struktura pomoću jednostavnih hemikalija. Deterdžent je razorio ćelijsku i jedrovu membranu građenu od masti, sol je omogućila stabilizaciju molekula DNK uklanjanjem proteina, dok je rashlađeni etanol omogućio njeno taloženje, jer DNK nije rastvorljiva u etanolu.

Vježba omogućava da učenici praktično sagledaju osnovne principe biohemijskog izdvajanja DNK i ulogu pojedinih reagenasa u tom procesu. Očekuje se da učenici, kroz vizualnu potvrdu prisustva DNK, bolje razumiju njenu građu, svojstva i značaj kao nosioca nasljednih informacija.

EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE DJELOVANJA AMILAZE IZ PLJUVAČKE NA SKROB

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela s antropogenezom)

Cilj laboratorijske vježbe: Upoznati hemijski proces djelovanja enzima amilaze iz pljuvačke na razgradnju skroba na osnovu pripremljenog materijala u laboratorijskim uvjetima. Postaviti hipotezu: Enzim amilaza razlaže skrob na proste šećere. Razlikovati kontrolni i probni uzorak, eksperimentirajući u uvjetima prisustva i odsustva enzima.

Teorijski uvod

Enzimi su probavni sokovi koji ubrzavaju hemijsku razgradnju hrane. To su složene molekule koje nastaju u probavnim organima i žlijezdama. Određeni enzim katalizira razgradnju samo jednog tipa spoja kao što je djelovanje enzima amilaze iz pljuvačke na skrob (složeni šećer – ugljikohidrat), razlažući ga na proste šećere.

Eksperimentom se uočava značaj enzima u probavnom sistemu i važnost biohemijskih procesa u ljudskom organizmu.

Potreban pribor

1. Skrob
2. Pet epruveta
3. Staklena čaša (200 ml)
4. Držać za epruvete
5. Stalak za epruvete
6. Otopina joda
7. Otopina Fehling I i Fehling II (pripremljene za testiranje šećera)
8. Destilovana voda
9. Posuda s toplom vodom (temperatura 37–38 °C)
10. Pipete ili kapaljke
11. Pljuvačka (prikupljena neposredno prije izvođenja vježbe)
12. Anatomski model torza čovjeka
13. Flomaster

Postavke laboratorijske vježbe

Eksperiment se izvodi u kabinetu biologije, u kontroliranim uvjetima. Priprema se otopina skroba i osigurava uzorak pljuvačke kao izvor enzima amilaze. Učenici rade s dvjema grupama uzoraka: kontrolna (bez pljuvačke) i probna (s pljuvačkom). Indikatori (jod i Fehlingov rastvor) omogućavaju praćenje prisustva skroba i prostih šećera. Sve epruvete postavljaju se u toplu vodenu kupku (37–38 °C) radi optimalne aktivnosti enzima. Nastavnik naglašava oprez pri radu s Fehlingovom otopinom. Prije eksperimenta podsjetiti učenike na sistem organa za probavu pomoću modela torza, fokusirajući se na probavne enzime.

Postupak izvođenja eksperimenta

1. U staklenu čašu uliti oko 150 ml vode i dodati pola kašike skroba. Lagano zagrijavati dok se skrob ne rastvori, zatim ohladiti.
2. Jednu epruvetu do pola napuniti pljuvačkom.
3. Pripremiti četiri epruvete i označiti ih brojevima 1, 2, 3 i 4. U svaku dodati jednaku količinu ohlađene skrobne otopine.
4. U epruvetu broj 1 dodati nekoliko kapi joda (kontrolna epruveta).
5. U epruvetu broj 2 dodati nekoliko kapi joda i nekoliko kapi pljuvačke (probna epruveta).
6. U epruvetu broj 3 dodati pljuvačku bez joda (probna epruveta).
7. U epruvetu broj 4 ostaviti samo skrob, bez pljuvačke (kontrolna epruveta).
8. Sve epruvete ostaviti nekoliko minuta u posudi s toplom vodom.
9. Nakon nekoliko minuta pratiti boju u epruvetama 1 i 2, u epruvete 3 i 4 dodati rastvor Fehling I i Fehling II i pažljivo zagrijati iznad izvora toplote.



Slika 61. Promjene boja u epruvetama tokom eksperimenta djelovanja enzima amilaze iz pljuvačke na skrob

Zapažanje i zaključak

Tokom izvođenja eksperimenta uočeno je nekoliko ključnih promjena koje ilustriraju djelovanje enzima amilaze iz pljuvačke na skrob. U kontrolnoj epruveti s jodom, bez pljuvačke, skrob ostaje netaknut, što je označeno tamnoplavom ili ljubičastom bojom, dok u probnoj epruveti s dodatkom pljuvačke boja ostaje svijetla, blijedožuta ili blago zlatna. Ova promjena pokazuje da enzim amilaza razlaže skrob na proste šećere, pa karakteristična plava boja joda više ne nastaje.

Daljom analizom, u epruveti sa skrobom, pljuvačkom i Fehlingovim rastvorom, nakon zagrijavanja nastaje crvena boja taloga, što potvrđuje prisustvo prostih šećera nastalih razgradnjom skroba djelovanjem amilaze. Suprotno tome, u kontrolnoj epruveti sa skrobom i Fehlingovim rastvorom, bez pljuvačke, boja ostaje plava, što potvrđuje da razgradnja nije nastupila bez prisustva enzima.

Na osnovu ovih opažanja može se zaključiti da amilaza iz pljuvačke efikasno razgrađuje skrob u proste šećere, što jasno demonstrira specifičnost enzima i njegovu ulogu u probavnom procesu. Eksperiment potvrđuje postavljenu hipotezu, prikazuje razliku između kontrolnog i probnog uzorka, te omogućava učenicima vizualno sagledavanje hemijske razgradnje skroba i važnosti enzima u ljudskom organizmu.

ISPITIVANJE HEMIJSKOG SASTAVA KOSTIJU

Oblast/ tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela s antropogenezom)

Cilj laboratorijske vježbe: Dokazati hemijski sastav kostiju (organske i anorganske komponente) i njihovu ulogu, te povezati građu s funkcijom kosti, uz razvijanje vještina posmatranja, analize i zaključivanja.

Teorijski uvod

Kosti se sastoje od organskog i anorganskog dijela, a njihova građa usko je povezana s funkcijom. Organski dio čini oseini, bjelančevinasta materija koja kostima daje elastičnost, dok anorganske komponente, poput kalcijevih soli, omogućavaju čvrstoću i otpornost. Ravnoteža između ovih komponenti omogućava kostima da budu dovoljno jake da nose tijelo, ali i dovoljno elastične da izdrže pritiske i udarce.

Eksperimentalnim ispitivanjem hemijskog sastava kostiju učenici praktično dokazuju prisustvo i funkciju ovih komponenti.

Potreban pribor

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Suha pileća kost | 6. Svijeća ili alkoholni plamenik |
| 2. Model ljudskog skeleta | 7. Zaštitne rukavice |
| 3. Staklena čaša ili epruveta | 8. Zaštitne naočale |
| 4. Alkoholno sirće | 9. Zaštitna podloga za rad |
| 5. Metalna klijesta | 10. Skelet (kostur) čovjeka |

Postavke laboratorijske vježbe

Učionica se organizira da učenici rade u manjim grupama (tri ili četiri učenika). Materijali za eksperiment trebaju biti pripremljeni i dostupni svakoj grupi. Nastavnik osigurava sigurne uvjete rada: zaštitne podloge, rukavice, naočale i redovno prozračivanje. Model skeleta može se koristiti kao vizualna podrška za bolje razumijevanje položaja i funkcije kostiju.

Kosti koje se koriste u vježbi potrebno je pripremiti ranije – očistiti, oprati, odmastiti i potpuno osušiti. Kost za eksperiment s alkoholnim sirćetom uranja se u kiselinu najmanje 24–48 sati, a ukoliko je kost gusta ili se želi potpuni efekat, uranjanje se može produžiti na tri do pet dana uz povremenu provjeru stepena omekšavanja.

Nastavnik demonstrira pravilan način rukovanja opremom i prati rad grupa, postavljajući pitanja za poticanje zaključivanja.

Nakon vježbe, učenici mogu uporediti rezultate u tabeli (npr. čvrstoća, boja, miris, savitljivost) i diskutirati o razlikama između organskog i anorganskog dijela kosti.

Vježba omogućava praktično uočavanje razlika između oseina (organski dio) i mineralnih soli (anorganski dio).

Nakon izvođenja, prostorija se provjetruje, a materijal se odlaže prema uputama nastavnika.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Vježba A: Ispitivanje anorganskog sastava kosti

1. Suhu pileću kost staviti u staklenu čašu ili epruvetu i potpuno prekriti alkoholnim sirćetom.
2. Kost se ostavlja u sirćetu 24–48 sati.
3. Nakon tog perioda, izvaditi kost i pažljivo pokušati saviti.
4. Posmatrati promjenu: kost postaje savitljiva i elastična.
5. Zaključiti kako kiseline utječu na mineralne soli u kostima.

Vježba B: Ispitivanje organskog sastava kosti

1. Suhu pileću kost držati metalnim kliještima iznad plamena svijeće ili alkoholnog plamenika.
2. Posmatrati promjene: pojava dima, mirisa i promjena boje.
3. Kada se kost ohladi, pokušati je slomiti.
4. Uočiti da je kost postala bijela, porozna i lako lomljiva.
5. Zaključiti šta se dogodilo s organskim sastojcima kostiju tokom spaljivanja.

Zapažanje i zaključak

Vježbom su jasno uočene razlike između anorganskog i organskog sastava kostiju. U kontaktu s kiselinom, kost gubi mineralne soli, postaje savitljiva i elastična, što pokazuje ulogu anorganskih komponenti u čvrstoći. Spaljivanjem kosti sagorijevaju organski sastojci (osein), ostavljajući krhke, bijele i porozne ostatke, što demonstrira važnost organske materije za elastičnost i otpornost kostiju. Vježba potvrđuje da kombinacija oseina i mineralnih soli osigurava funkcionalnost kostiju, povezuje teorijsko znanje s praktičnim iskustvom i razvija vještine posmatranja, zaključivanja i timskog rada.



Slika 62. Ispitivanje anorganskog i organskog sastava kosti

GRAĐA I FUNKCIJA PLUĆA – DEMONSTRACIJA PROCESA DISANJA I IZRADA MODELA PLUĆA

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela s antropogenezom)

Cilj laboratorijske vježbe: Demonstrirati proces disanja na uzorku svježih životinjskih pluća i povezati građu pluća s funkcijom disajnog sistema, te kroz praktičnu izradu funkcionalnog modela pluća od recikliranih materijala objasniti ulogu dijafragme u procesu udisaja i izdisaja.

Teorijski uvod

Pluća su parni organi smješteni u grudnom košu, čija je osnovna funkcija razmjena gasova između organizma i vanjske sredine. Disanje se odvija zahvaljujući ritmičnim pokretima dijafragme i promjenama pritiska u grudnoj šupljini. Širenjem grudnog koša i spuštanjem dijafragme smanjuje se pritisak u grudnoj šupljini, što omogućava ulazak zraka u pluća (udisaj), dok se njihovim skupljanjem i podizanjem dijafragme zrak iz pluća potiskuje napolje. Ove promjene objašnjavaju osnovni mehanizam disanja kod čovjeka i mogu se demonstrirati na stvarnom organu ili izradom jednostavnog modela pluća.

Potreban pribor

Za demonstraciju nastavnika

1. Model pluća
2. Svježa životinjska pluća (goveđa ili svinjska)
3. Plastična cijev (ako nije sačuvan dušnik)
4. Rukavice
5. Maska
6. Zaštitni mantil
7. Stol za demonstraciju ili kadica
8. Papir za podlogu
9. Alkohol ili sredstvo za dezinfekciju

Za izradu modela učenika

10. Makaze
11. Plastična boca (0,5–1 litar)
12. Tri balona
13. Dvije slamke
14. Gumice
15. Selotejp
16. Plastelin

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u dvjema etapama. U prvoj etapi nastavnik prikazuje građu i funkciju pluća koristeći uzorak životinjskih pluća. Pluća se mogu nabaviti u lokalnoj mesari, uz napomenu da se koriste za edukativne svrhe, te ih je do izvođenja vježbe potrebno čuvati u frižideru, pravilno zapakovane i higijenski obrađene.

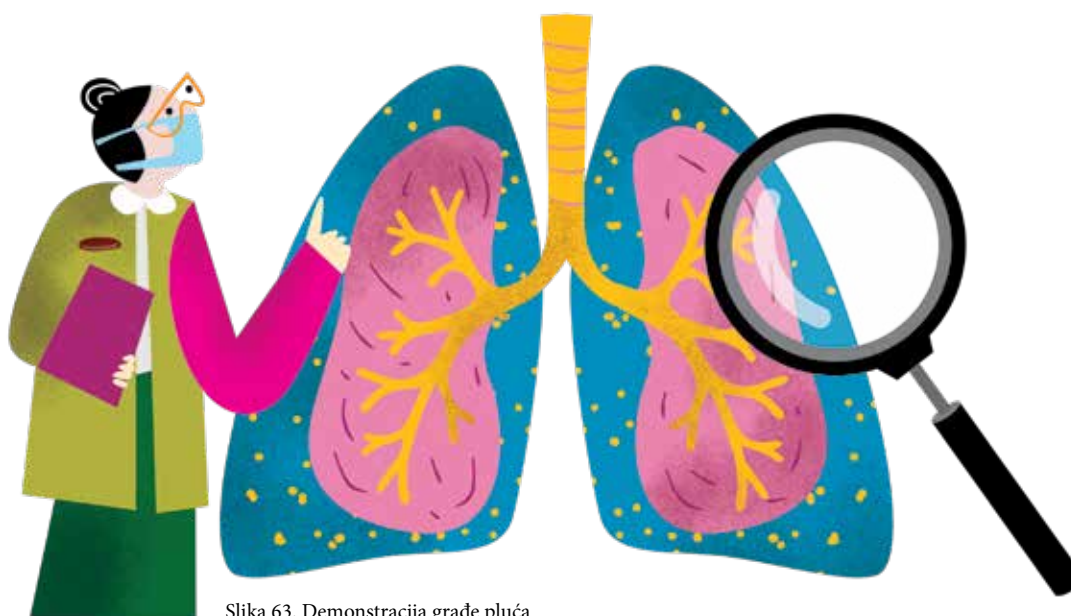
Stol za vježbu prekriti zaštitnim papirom; nastavnik koristi jednokratne rukavice, zaštitni mantil i masku. Da bi svi učenici mogli jasno vidjeti prikaz, preporučuje se postavljanje kamere (npr. mobilnog telefona na stativ) iznad stola, a slika se zatim prikazuje na platnu ili pametnoj tabli, u zavisnosti od dostupne opreme.

Nakon prikaza, pluća se odlažu u zatvorenu kesu i zbrinjavaju na odgovarajući način, a radna površina se dezinficira. Učenici tokom vježbe ne dolaze u direktan kontakt s plućima. Po završetku

demonstracije, prostorija se prozračuje radi uklanjanja eventualnih mirisa i očuvanja higijenskih uvjeta.

Ukoliko pluća nisu dostupna, nastavnik može koristiti kvalitetan edukativni video koji prikazuje građu i funkciju disajnog sistema, po mogućnosti s prikazima rada pluća i toka zraka kroz dušnik tokom disanja.

Prije početka praktičnog dijela, nastavnik demonstrira kako se dno plastične boce pravilno presijeca radi sigurnosti, a po potrebi i sam priprema boce za učenike. Učenici potom rade u paru i izrađuju model disajnog sistema, kako bi prikazali ulogu dijafragme i promjene pritiska unutar grudnog koša. Model funkcionira na principu promjene pritiska u zatvorenoj posudi. Kada se balon postavljen na dno boce (koji predstavlja dijafragmu) povuče prema dolje, zapremina unutar boce se povećava, a unutrašnji pritisak opada. Zbog nižeg pritiska, baloni unutar boce (koji simboliziraju pluća) se šire – što simulira udisaj, dok se njihovim skupljanjem prikazuje proces disanja, pri čemu se dijafragma na dnu plastične boce (zategnuti balon) opušta i povlači prema gore.



Slika 63. Demonstracija građe pluća

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

Demonstracija nastavnika

1. Pluća postaviti u kadicu obloženu zaštitnim papirom.
2. Pronaći dušnik i upuhivati zrak pomoću gumene pumpice ili šprice.
3. Učenici posmatraju širenje i skupljanje pluća tokom protoka zraka.
4. Uočiti glavne dijelove disajnog sistema: dušnik, bronhije, reznjeve pluća i elastičnost tkiva.

Izrada modela disanja (rad učenika)

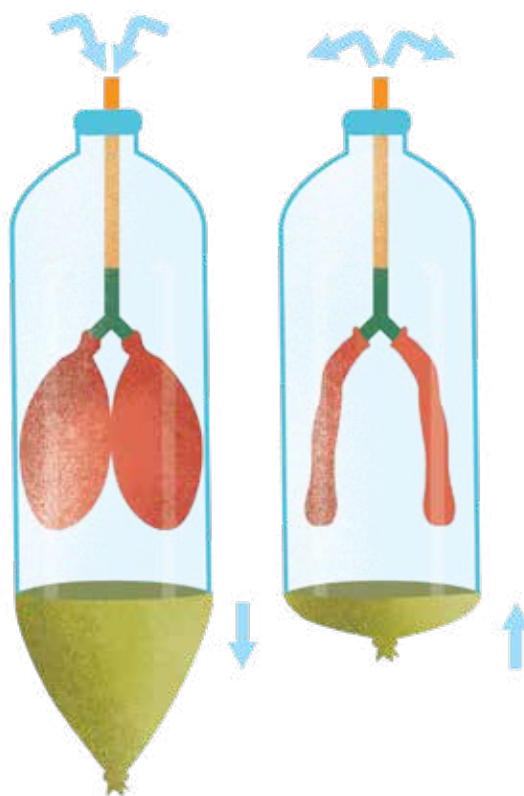
1. Presjeći dno plastične boce (uz nadzor).
2. Zalijepiti dvije slamke jednu uz drugu pomoću selotejpa.
3. Navući balone na krajeve slamki.
4. Provući slamke pažljivo kroz grlić boce tako da baloni ostanu unutar boce, a gornji krajevi slamki budu van boce. Otvor hermetički zatvoriti i učvrstiti plastelinom.
5. Donji dio boce prekriti većim balonom (dijafragma) i učvrstiti selotejpom oko ruba boce.
6. Povlačiti balon (dijafragmu) prema dolje i posmatrati kako se baloni unutar boce šire, što predstavlja udisaj. Gurati balon prema unutra kako bi se baloni ("pluća") skupili, što predstavlja izdisaj.
7. Posmatrati promjene i povezati ih s ulogom dijafragme i principom disanja.
8. Predstaviti model i objasniti njegovu funkciju pred ostalim učenicima.

Zapažanje i zaključak

Vizualna demonstracija i praktična izrada modela disajnog sistema omogućavaju učenicima da na konkretni i angažiran način razumiju građu i funkciju pluća. Posmatranjem životinjskih pluća učenici prepoznaju anatomske strukture i elastičnost tkiva. Konstrukcija modela pokazuje kako promjene pritiska u grudnoj šupljini omogućavaju udisaj i izdisaj.

Izrada modela dodatno pomaže učenicima da teorijska znanja povežu s konkretnim fiziološkim procesima. Kroz posmatranje širenja i skupljanja balona koji simbolizira pluća učenici će bolje razumjeti ulogu dijafragme i osnovni princip disanja.

Kombiniranjem demonstracije i praktičnog rada vježba podstiče aktivno učenje i povezuje teorijsko znanje s osnovnim životnim procesima koji se svakodnevno odvijaju u tijelu. Vježba je prilagođena školskim uvjetima i može se realizirati uz nizak nivo rizika, uz poštivanje osnovnih higijenskih i zaštitnih mjera.



Slika 64. Model pluća od recikliranih materijala

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela s antropogenezom)

Cilj laboratorijske vježbe: Izmjeriti arterijski pritisak (sistolički i dijastolički) metodom auskultacije (oslušivanjem zvuka arterijskih pulsacija), upotrebom mehaničkog tlakomjera s manžetnom i stetoskopa, kao i odrediti frekvenciju pulsa (broj otkucaja srca) palpatornom metodom na mjestu iznad ručnog zgloba šake.

Teorijski uvod

Krvni pritisak sila je kojom krv djeluje na zidove arterija. Mjeri se u milimetrima živinog stuba (mmHg) i izražava se kroz dvije vrijednosti:

- sistolički pritisak (gornji) – pritisak tokom kontrakcije srca;
- dijastolički pritisak (donji) – pritisak kada je srce u fazi relaksacije (opuštanja).

Normalne vrijednosti krvnog pritiska su oko 120/80 mmHg kod odraslih osoba, ali variraju zavisno od starosti, pola i fizičkog stanja.

Puls predstavlja broj otkucaja srca u minuti i normalno iznosi 60–100 otkucaja/min. kod odraslih. Praćenjem ovih parametara moguće je razumjeti ulogu kardiovaskularnog sistema u regulaciji cirkulacije i homeostaze te uočiti utjecaj različitih fizioloških i vanjskih faktora na njihovu promjenu.

Potreban pribor

1. Mehanički tlakomjer (aneroidni sfigmomanometar) s manžetnom
2. Stetoskop
3. Štoperica ili sat sa sekundarom
4. Jednokratne dezinfekcione maramice (alkoholni rastvor)
5. Pribor za pisanje

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u mirnoj i temperaturno stabilnoj prostoriji, uz adekvatno osvjjetljenje, kako bi se osigurali optimalni uvjeti za precizno mjerenje krvnog pritiska i frekvencije pulsa.

Učenici rade u paru, naizmjenično izvodeći mjerenje vrijednosti krvnog pritiska mehaničkim (aneroidnim) tlakomjerom i frekvencije srčanog rada (pulsa) palpatornom metodom.

Mjerenja se obavljaju u stanju mirovanja i nakon fizičke aktivnosti (laganog trčanja ili čučnjeva), radi uočavanja utjecaja fiziološkog opterećenja na navedene parametre.

Prije mjerenja područje nadlaktice i prsti kojima se mjeri puls brišu se jednokratnim dezinfekcionim maramicama.

Tokom mjerenja učenici održavaju tišinu i koncentraciju radi što jasnijeg oslušivanja tonova (auskultacije).

Svako mjerenje ponavlja se najmanje dva puta radi provjere preciznosti i pouzdanosti rezultata. Nakon vježbe, oprema se čisti i dezinficira, a dobijeni rezultati evidentiraju se u školske sveske.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Uvodne aktivnosti

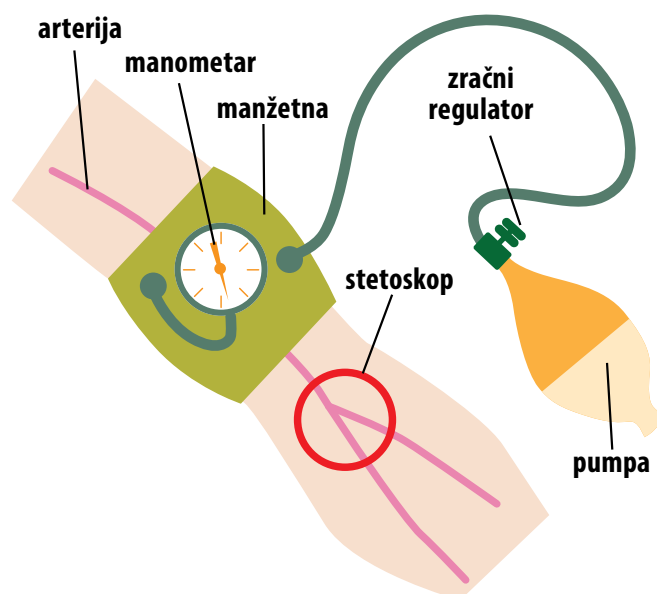
- Nastavnik priprema neophodnu opremu i objašnjava postupak rada.
- Učenici mirno sjede najmanje pet minuta prije početka mjerenja kako bi se njihovi vitalni parametri stabilizirali.

2. Mjerenje arterijskog krvnog pritiska (auskultatorna metoda)

- Ruka ispitanika treba biti ispružena i položena na čvrstu podlogu u visini srca.
- Manžetnu tlakomjera postaviti 2–3 cm iznad lakatne jame.
- Zatvoriti ventil i napuniti zrakom manžetnu.
- U isto vrijeme kažiprstom ili srednjim prstom napipati neposredno iznad podlaktice pulsiranje (brahijalne) arterije. Na mjesto pulsacije staviti stetoskop.
- Kada se manžetna dovoljno napuše (pritisak u njoj treba da poraste iznad 200 mmHg), arterija u nadlaktici bit će pritisnuta i puls se tada više neće osjećati.
- Polako otpuštati pritisak brzinom od približno 2 mmHg u sekundi, pažljivo slušajući tonove koji nastaju kao posljedica pritiska krvi na zid krvnog suda.
- Prvi ton koji se čuje jeste maksimalni ili sistolni (gornji) pritisak, a posljednji ton koji se registrira jeste minimalni ili dijastolni (donji) pritisak.
- Za vrijeme slušanja tonova pratiti kazaljku na manometru tlakomjera.
- Pročitati vrijednosti koje pokazuje manometar za sistolni i dijastolni pritisak i zabilježiti izmjerene vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog pritiska.

3. Mjerenje pulsa – frekvencija srčanog rada (palpatorna metoda)

- Ruka na kojoj se mjeri puls treba biti ispružena i položena na tvrdi podlogu.
- Pronaći mjesto pulsiranja palčane (radijalne) arterije na unutrašnjoj strani podlaktice, neposredno iznad ručnog zgloba.
- Lagano pritisnuti to mjesto jagodicama četiri prsta, bez upotrebe palca.
- Utvrđiti broj pulsacija tokom 15 sekundi (koristeći štopericu ili sat).
- Dobijeni broj pulsacija pomnožiti sa četiri kako bi se izračunao broj otkucaja srca u minuti.
- Zabilježiti izmjerene vrijednosti pulsa.



Slika 65. Pravilno postavljen aparat za mjerenje krvnog pritiska

4. Procjena utjecaja fiziološkog opterećenja na kardiovaskularne parametre

- a) Izvesti laganu fizičku aktivnost (npr. lagano trčanje u mjestu ili čučnjevi) 2–3 minute.
- b) Nakon aktivnosti, ponoviti mjerenje krvnog pritiska i pulsa prema prethodnom postupku.
- c) Zabilježiti rezultate.

5. Verifikacija i ponavljanje mjerenja

- a) Svako mjerenje ponoviti najmanje dva puta.
- b) Izračunati srednju vrijednost sistoličkog i dijastoličkog pritiska te pulsa.



Slika 66. Pravilno mjerenje pulsa

6. Diskusija i interpretacija rezultata

- a) Analizirati izmjerene vrijednosti krvnog pritiska i pulsa u mirovanju i nakon fizičkog opterećenja. Objasniti promjene u kontekstu regulacije cirkulacije i homeostaze.
- b) Uporediti dobijene rezultate i uočiti moguće individualne varijacije u adaptivnom odgovoru kardiovaskularnog sistema.
- d) Voditi argumentiranu diskusiju o ulozi autonomnog nervnog sistema i mehanizama homeostaze u regulaciji osnovnih fizioloških parametara tokom napora.

Zapažanje i zaključak

Tokom izvođenja laboratorijske vježbe uočeno je da se vrijednosti arterijskog krvnog pritiska i frekvencije pulsa mijenjaju pod utjecajem fiziološkog opterećenja. Nakon lagane fizičke aktivnosti, zabilježen je porast sistoličkog pritiska i broja otkucaja srca, što odražava adaptivni odgovor kardiovaskularnog sistema na povećane metaboličke potrebe organizma.

Primijećene su i individualne razlike među ispitanicima, koje ukazuju na različite nivoe fizičke kondicije i sposobnosti regulacije krvne cirkulacije. Ovi rezultati potvrđuju značaj autonomnog nervnog sistema i mehanizama homeostaze u održavanju optimalnog funkcioniranja srca i krvnih sudova tokom mirovanja i opterećenja.

Zaključak ove vježbe ističe važnost preciznog mjerenja krvnog pritiska i pulsa kao osnovnih parametara za procjenu kardiovaskularnog zdravlja i razumijevanje reakcija organizma na fizičke promjene, čime se jača svijest o značaju redovnog praćenja vitalnih funkcija za očuvanje zdravlja.

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela s antropogenezom)

Cilj laboratorijske vježbe: Disekcijom goveđeg bubrega detaljno uočiti morfološku i anatomsku građu organa, prepoznati gradivne strukture i razumjeti njihovu funkciju.

Teorijski uvod

Bubrezi su dio sistema organa za izlučivanje (ekskreciju). Njihova osnovna funkcija jeste filtriranje (prečišćavanje) krvi, pri čemu se štetni produkti metabolizma i višak vode izlučuju iz tijela u vidu mokraće (urina). Upotrebom anatomskeg modela bubrega učenici stječu uvid u prostornu organizaciju bubrežnih struktura, prepoznaju i razumiju građu funkcionalnih jedinica i njihov raspored unutar bubrega. Pomoću slike uzdužnog presjeka bubrega s označenim dijelovima, učenici lakše prepoznaju, imenuju i upoređuju strukture modela s onima u diseciranom goveđem bubregu.

Potreban pribor

1. Goveđi bubreg
2. Frižider
3. Pribor za disekciju (skalpel, makaze, pinceta)
4. Zaštitne rukavice
5. Zaštitni mantil (za nastavnika)
6. Disekciona podloga
7. Destilovana voda
8. Papirni ubrusi
9. Dezinfekciono sredstvo (70%-tni etanol)
10. Lupa
11. Anatomske model ljudskog bubrega
12. Anatomske model ljudskog torza
13. Laboratorijska posuda za biološki otpad
14. Računar
15. Uređaj za vizualizaciju disekcije (web ili dokument kamera)
16. Projektor ili interaktivna tabla
17. Pribor za pisanje i crtanje

Postavke laboratorijske vježbe

Laboratorijska vježba izvodi se u manjim grupama (tri ili četiri učenika), u kabinetu prilagođenom za izvođenje laboratorijskih aktivnosti, s adekvatnom ventilacijom i osvjetljenjem.

Radni prostor treba biti organiziran, čist i funkcionalan, s jasno definiranim mjestom za odlaganje korištenog pribora i materijala.

Goveđi bubrezi za disekciju osiguravaju se isključivo iz registriranih i veterinarski kontroliranih objekata (mesnica ili mesna industrija), uz poštivanje higijenskih i sigurnosnih standarda. Organi se skladište na temperaturi od 2 do 8 °C, a neposredno prije disekcije isperu se destilovanom vodom radi uklanjanja površinskih nečistoća.

Disekciju demonstrira nastavnik, koristeći web ili dokument kameru koja omogućava prenos slike u realnom vremenu na ekran ili projektor.

Nakon demonstracije, učenici u grupama posmatraju i analiziraju anatomske modele radi boljeg razumijevanja prostorne organizacije i funkcionalnih odnosa unutar organa.

Tokom rada učenici koriste zaštitne rukavice, a prije i nakon vježbe dezinficira se radna površina u skladu sa sigurnosnim protokolima.

Biološki otpad (organi, potrošni materijal) odlaže se u posebne posude za biološki otpad, uz poštivanje važećih procedura zbrinjavanja.

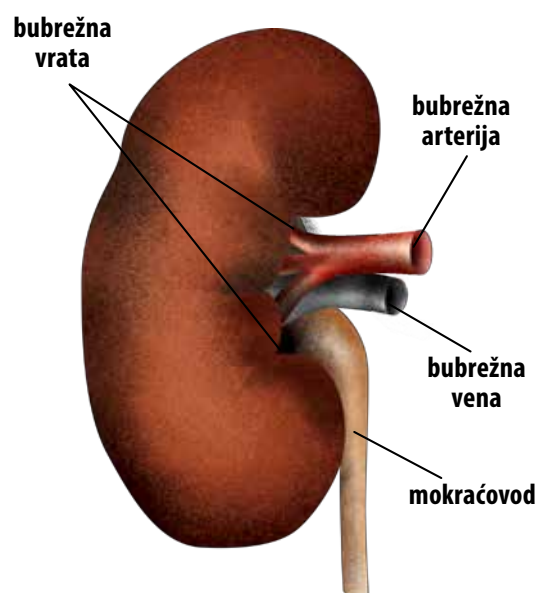
Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Nastavnik putem web ili dokument kamere prikazuje vanjski izgled goveđeg bubrega. Učenici posmatraju karakterističan grahasti oblik organa i uočavaju bubrežna vrata (hilum) kroz koja prolaze bubrežna arterija, vena i ureter. Paralelno koriste anatomske modele bubrega radi boljeg razumijevanja prostornog rasporeda struktura.
2. Nastavnik demonstrira uzdužni presjek bubrega kroz njegovu sredinu (od konveksne strane prema ureteru), koristeći skalpel i disekcionu podlogu. Postupak se prenosi uživo pomoću kamere.

Tokom disekcije nastavnik pokazuje i objašnjava glavne dijelove bubrega:

- bubrežnu kapsulu – vanjski zaštitni omotač bubrega koji se uklanja kako bi se prikazala unutrašnja građa,
- bubrežnu koru – tamniji, zrnasti sloj ispod kapsule,
- bubrežnu srž – svjetliji dio u unutrašnjosti koji sadrži jasno izražene piramide raspoređene poput lepeze,
- bubrežnu karlicu – šupljinu koja sakuplja urin i vodi ga prema ureteru.

Nastavnik ističe važnost pojedinih struktura u procesu filtracije krvi i stvaranja urina, te demonstrira upotrebu pincete za razdvajanje i identifikaciju elemenata koji su ključni za funkciju bubrega.

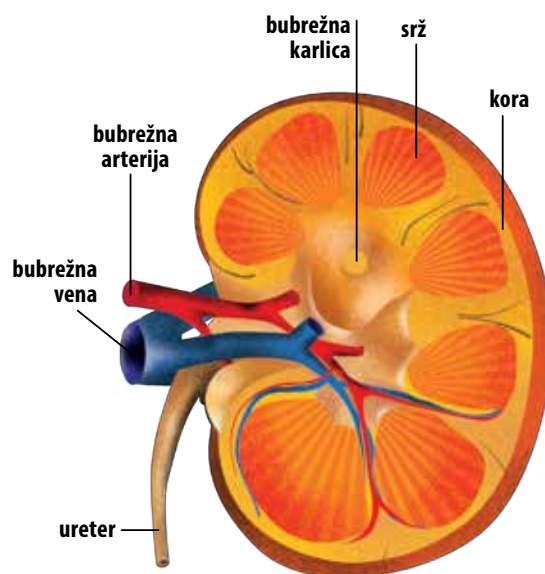


Slika 67. Morfološka građa bubrega

3. Učenici dobijaju disecirane primjerke bubrega koje je pripremio nastavnik. Pomoću lupe i pincete analiziraju unutrašnju građu i identificiraju:

- vlaknastu kapsulu,
- koru i srž bubrega,
- piramide i papile,
- male i velike čašice i
- bubrežnu karlicu.

4. Učenici porede posmatrani uzorak s anatomskim modelom bubrega i analiziraju sličnosti i razlike. Svaka grupa evidentira svoja zapažanja, a potom slijedi zajednička diskusija i refleksija o ulozi bubrežnih struktura u ekskreciji i homeostazi.



Slika 68. Anatomska građa bubrega

Zapažanje i zaključak

Nakon disekcije goveđeg bubrega i detaljnog posmatranja, učenici su uočili karakterističan grahasti oblik bubrega s jasno izraženim bubrežnim vratima, anatomski smještenim na medijalnoj strani organa, kroz koja prolaze bubrežna arterija, vena i ureter, kao i limfni sudovi i nervna vlakna.

Nakon uzdužnog presijecanja bubrega, jasno su diferencirani osnovni dijelovi: kora, srž bubrega s vidljivim bubrežnim piramidama te bubrežna karlica.

Strukture su bile dovoljno izražene da se makroskopski razlikuju funkcionalne i anatomske cjeline bubrega, što omogućava uvid u organizaciju mokraćnog sistema.

Vježba je doprinijela boljem razumijevanju građe bubrega i funkcionalne organizacije bubrega, te povezivanju praktičnog opažanja s teorijskim znanjem. Učenici su usvojili osnovne pojmove neophodne za razumijevanje procesa ultrafiltracije u glomerulu, kao i reapsorpcije i sekrecije u bubrežnim tubulima, koji vode do formiranja konačne mokraće.

DISEKCIJA OKA SISARA

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela s antropogenezom)

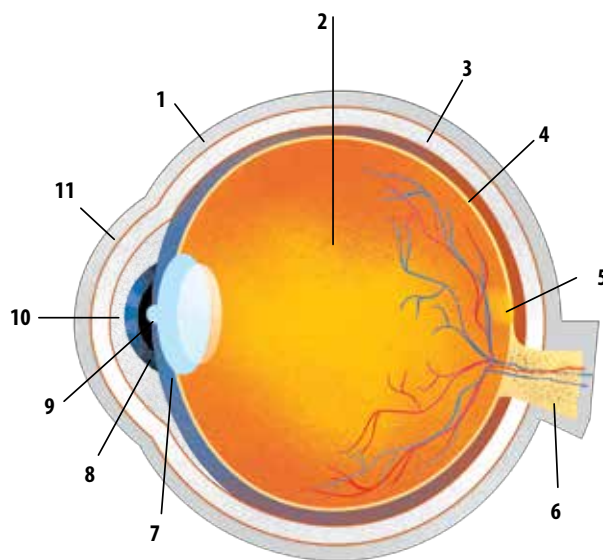
Cilj laboratorijske vježbe: Disekcijom goveđeg oka upoznati vanjsku i unutrašnju građu oka, uočiti glavne dijelove i razumjeti njihovu funkciju u procesu vida.

Teorijski uvod

Posmatranjem se mogu uočiti glavni dijelovi oka – rožnjača, sočivo, staklasto tijelo, mrežnjača i vidni živac, a njihovim proučavanjem učenici povezuju građu s funkcijom. Pomoću oka čovjek prima oko 90 % informacija iz vanjske sredine, što ga čini jednim od najvažnijih čula u svakodnevnom životu.

Potreban pribor

1. Goveđe oko konzervirano u 70%-tnom rastvoru etanola
2. Pribor za disekciju (makaze, skalpel ili žilet, pinceta)
3. Čaša s vodom za ispiranje
4. Papirni ubrusi
5. Slika građe oka
6. Model oka
7. Gumene rukavice



Slika 69. Građa oka

1. bjeloočnica; 2. staklasto tijelo; 3. sudovnjača;
4. mrežnjača; 5. žuta mrlja; 6. vidni živac;
7. zrakasto tijelo; 8. šarenica; 9. sočivo; 10. zjenica;
11. rožnjača

Napomena

Disekcija se može izvoditi i sa svježim (nekonzerviranim) okom, ali se preporučuje korištenje oka koje je stajalo u 70%-tnom rastvoru etanola nekoliko dana. Takvo oko je čvršće i pogodnije za disekciju jer omogućava lakše uočavanje unutrašnjih struktura.

Postavke laboratorijske vježbe

Vježba se izvodi u kabinetu biologije. Na radnom stolu nalazi se goveđe oko, pribor za disekciju, model oka i slika očne jabučice. Učenici koriste zaštitne rukavice i pažljivo rukuju ostrim predmetima, uz stalni nadzor nastavnika. Ako se koristi konzervirano oko, treba izbjegavati direktan kontakt s etanolom. Pripremljene su posude za odlaganje biološkog otpada i papirni ubrusi za čišćenje i dezinfekciju radnog prostora.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

1. Učenici stavljaju zaštitne rukavice. Na stol se postavlja goveđe oko i potreban pribor.
2. Isprati oko koje je stajalo u 70%-tnom rastvoru etanola (uz obavezno korištenje rukavica).
3. Makazama pažljivo očistiti očnu jabučicu od masnog tkiva i ostataka mišića.
4. Uočiti mjesto vezanja očnih mišića i izlazak vidnog živca, te porediti izgled s modelom oka i slikom građe oka.
5. Skalpelom ili žiletom pažljivo napraviti poprečni presjek očne jabučice, razdvojiti je na prednji i zadnji dio.
6. Pažljivo izdvojiti staklasto tijelo i posmatrati njegov izgled.
7. Pronaći slijepu mrlju (mjesto izlaska vidnog živca), a po mogućnosti i žutu mrlju (mjesto najjasnijeg vida).
8. Izdvojiti očno sočivo i uočiti njegovu prozirnost i elastičnost.
9. Pokušati odvojiti mrežnjaču i pigmentni sloj s unutrašnje strane oka.
10. Uočiti i razlikovati sudovnjaču i bjeloočnicu.
11. Učenici u svesku crtaju presjek oka, označavajući sve uočene dijelove: rožnjaču, sočivo, zjenicu, mrežnjaču, sudovnjaču, bjeloočnicu, staklasto tijelo, vidni živac, te crtež upoređuju s modelom i slikom oka radi tačnosti i potpunosti prikaza.
12. Korišteni biološki materijal odlaže se u posudu za biološki otpad, a radna površina se briše i dezinficira, pribor se pere, a rukavice se odlažu u predviđenu posudu.

Zapažanje i zaključak

Disekcijom goveđeg oka učenici su uočili i prepoznali glavne dijelove oka – rožnjaču, zjenicu, bjeloočnicu, vidni živac, sočivo, staklasto tijelo, mrežnjaču i pigmentni sloj.

Ova vježba omogućila je direktno posmatranje složene građe oka i razumijevanje kako je svaka struktura anatomske i funkcionalno prilagođena složenom procesu prijema svjetlosnih podražaja. Na taj način učenici povezuju praktično opažanje s teorijskim znanjem, razumijevajući ulogu oka u stvaranju slike i percepciji svijeta oko nas.

Oblast / tematska cjelina: Čovjek – biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela s antropogenezom)

Cilj laboratorijske vježbe:

Vježba A: Dokazati posmatranjem i degustacijom pripremljenih uzoraka različitih napitaka da se osnovni okusi mogu osjetiti na cijeloj površini jezika, ali s različitim intenzitetom, u zavisnosti od dijela jezika i vrste okusa.

Vježba B: Dokazati posmatranjem, slušanjem i mjerenjem jačine zvuka različitih nivoa buke u školskom okruženju te povezati izmjerene vrijednosti s mogućim utjecajem na čulo sluha.

Vježba C: Dokazati posmatranjem da percepcija boja i postojanje slijepe mrlje varira među pojedincima te povezati te pojave s građom i funkcijom oka.

Teorijski uvod

Čula omogućavaju organizmu da prima informacije iz vanjske sredine i da na osnovu njih reagira. Osnovni okusi – slatko, slano, kiselo, gorko i umami – mogu se osjetiti na cijeloj površini jezika, iako je osjetljivost na pojedine okuse izraženija na određenim regijama.

Čulo sluha reagira na zvučne talase različite jačine i frekvencije. Zvuk se mjeri u decibelima (dB), a u svakodnevnom životu, uključujući i školsko okruženje, često smo izloženi različitim nivoima buke koji mogu utjecati na koncentraciju i zdravlje. Produženo izlaganje buci iznad 85 dB može dovesti do oštećenja sluha.

Čulo vida omogućava percepciju boja i oblika. Boje ne percipiraju svi ljudi jednako, što se može testirati Ishihara tablicama. Slijepa mrlja dio je mrežnjače kroz koji prolazi očni (vidni) nerv, pa na tom mjestu nema fotoreceptora. Njeno postojanje moguće je dokazati jednostavnim testom opažanja.

Potreban pribor

Vježba A

1. Uzorci za osnovne okuse:
 - Slatko – rastvor šećera u vodi
 - Slano – rastvor soli u vodi
 - Kiselo – limunov sok
 - Gorko – grejpfrut ili crna kafa
 - Umami – soja sos ili sok od paradajza
2. Čaše s vodom za ispiranje usta
3. Štapići za uši ili plastične pipete
4. Papirni ubrusi
5. Model jezika

Vježba B

1. Pametni telefon ili tablet s aplikacijom za mjerenje buke (npr. *Sound Meter*, *Decibel X*)
2. Informativni prikaz skale decibela
3. Štoperica
4. Model uha

Vježba C

1. Ishihara tablice
2. Test slijepe mrlje
3. Model oka

Postavke laboratorijske vježbe

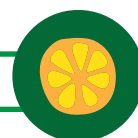
Učionica se organizira po stanicama, svaka namijenjena jednoj vježbi (okus, sluh, vid). Grupe imaju od četiri do šest učenika i rade 8–12 minuta po stanici, nakon čega se rotiraju. Materijali i uputstva su pripremljeni i postavljeni unaprijed. Nastavnik prati rad i pomaže po potrebi.

Vrijeme rotacije jasno se najavljuje, a zajednička diskusija slijedi na kraju časa. Vježbe se mogu izvoditi i posebno na različitim časovima, radi dubljeg razumijevanja svakog čula.

Tokom izvođenja vježbi neophodno je voditi računa o higijeni i sigurnosti. Svaki učenik koristi svoj štapić ili pipetu za ispitivanje okusa, a posuđe i modeli se brišu ili dezinficiraju po potrebi. Nastavnik prije početka rada naglašava da se uzorci ne gutaju, posebno oni koji nisu namijenjeni konzumaciji (npr. crna kafa, soja sos), već se samo kratko zadržavaju na jeziku radi opažanja. Po završetku vježbe obavezno je oprati ruke. Učenici se upozoravaju da ne komentiraju lične osjete drugih učenika kako bi se izbjegla nelagoda, te se podstiče međusobno poštovanje i rad u pozitivnoj atmosferi.

Postupak izvođenja laboratorijske vježbe

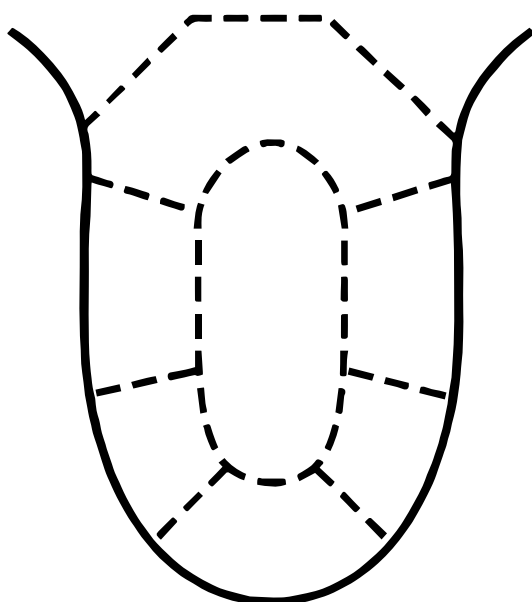
Vježba A: Istraživanje rasporeda čulnih ćelija na jeziku



1. Pripremiti uzorke za pet osnovnih okusa: slatko, slano, kiselo, gorko i umami.
2. Isprati usta običnom vodom.
3. Uz pomoć štapića za uši ili pipete nanijeti malu količinu slatkog uzorka na sljedeće dijelove jezika:
 - vrh jezika,
 - bočne strane jezika,
 - sredinu jezika i
 - zadnji dio jezika.
4. Zabilježiti gdje je osjećaj slatkog okusa bio najintenzivniji.
5. Ponovo isprati usta i ponoviti postupak za ostale okuse.
6. Nakon svakog uzorka obavezno isprati usta.
7. Popuniti Tabelu 12 (za svaki okus zapisati koji je dio jezika bio najosjetljiviji i ocijeniti intenzitet osjeta od 1 do 5).
8. Na ilustraciji jezika (Slika 70) obojiti zone gdje je pojedini okus bio najizraženiji.

Tabela 12. Osjetljivost jezika na okuse

Okus	Zona osjeta na jeziku	Intenzitet (1–5)	Napomena (npr. da li je okus bio prepoznatljiv, neočekivan itd.)
Slatko			
Slano			
Kiselo			
Gorko			
Umami			

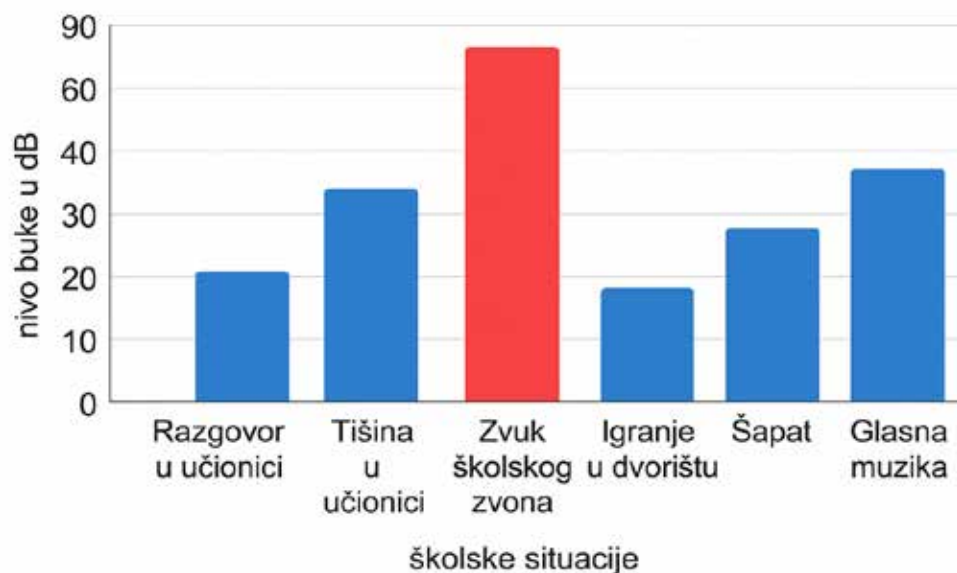


Slika 70. Čulo okusa – zone jezika

Vježba B: Mjerenje buke i utjecaj na sluh



1. Pokrenuti aplikaciju za mjerenje buke.
2. Izabrati jednu od školskih situacija za mjerenje: razgovor u učionici, tišina, zvuk školskog zvona, igranje u dvorištu, šapat, kratka simulacija glasne muzike (kontrolirano).
3. Izmjeriti i zapisati jačinu zvuka (u dB).
4. Ponoviti mjerenje za sve situacije.
5. Nacrtati stubasti grafikon (x-osa: školske situacije, y-osa: jačina buke u dB).
6. Svaku situaciju predstaviti jednim stubom čija visina odgovara izmjerenoj jačini buke.
7. Označiti situacije koje prelaze 85 dB kao potencijalno štetne.



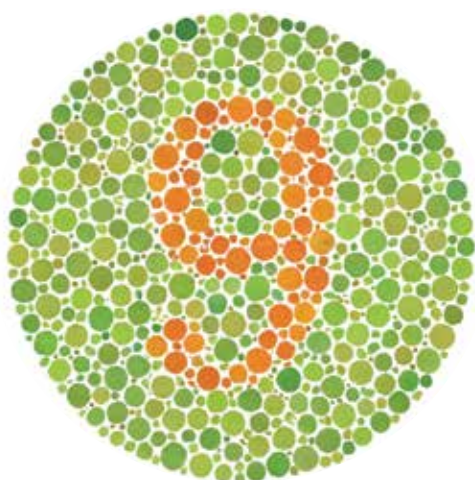
Grafikon 2. Jačina zvuka

Vježba C: Testiranje vida

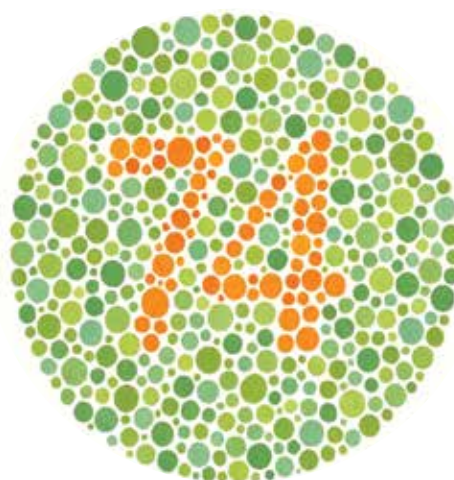


Ishihara test

1. Posmatrati tablicu s udaljenosti od oko 75 cm.
2. Prepoznati broj formiran od tačkica različitih boja.
3. Zapisati broj koji se vidi (ili napisati "ne vidim" ako ga ne prepoznajete).
4. Uporediti odgovor s tačnim rješenjem.



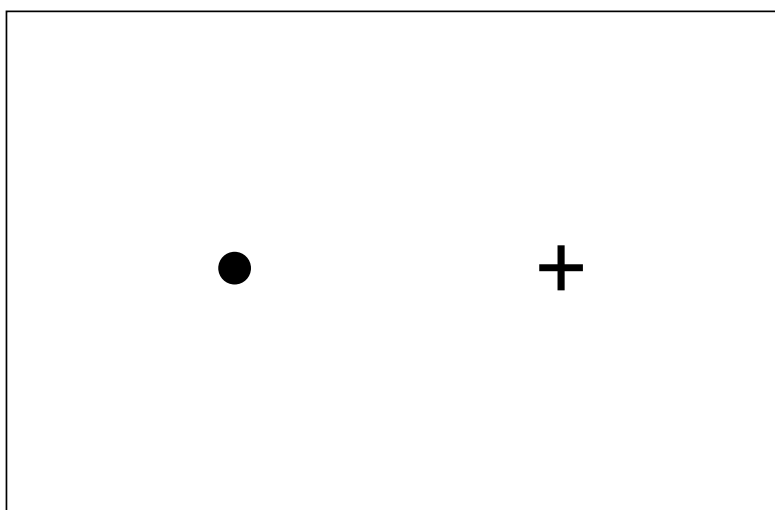
Slika 71. Ishihara tablica



Slika 72. Ishihara tablica

Test slijepe mrlje

1. U ruci držati karticu s tačkom i krstićem postavljenim vodoravno.
2. Zatvoriti jedno oko i fiksirati pogled na jedan simbol koji se ne nalazi direktno ispred tog oka, već je pomjeren blago ustranu (dakle, gledati dijagonalno u odnosu na otvoreno oko). Karticu držati u visini očiju, na otprilike 15 cm udaljenosti od lica.
3. Polako približavati karticu licu, zadržavajući pogled fiksiran na simbol koji se posmatra.
4. Kad drugi simbol nestane iz vidnog polja – uočena je slijepa mrlja.
5. Zabilježiti rezultat i ponoviti postupak s drugim okom i zamijenjenim položajem simbola (ali simboli ostaju na istim mjestima na papiru – mijenja se samo koje je oko otvoreno i koji se simbol posmatra).



Slika 73. Test kartica za otkrivanje slijepe mrlje

Zapažanje i zaključak

Učenici kroz praktičan rad i opažanje istražuju funkcije čula okusa, sluha i vida, razvijajući sposobnost povezivanja teorije i prakse.

Uočeno je da se svi osnovni okusi mogu osjetiti na cijeloj površini jezika, ali s različitim intenzitetom, dok umami posebno privlači pažnju učenika kao nov i zanimljiv okus.

Mjerenjem buke učenici prepoznaju situacije koje prelaze prag štetne jačine zvuka (85 dB) i razvijaju svijest o važnosti zaštite sluha.

Kroz testove vida učenici otkrivaju da svi ne percipiraju boje jednako i opažaju postojanje slijepe mrlje, što ih upućuje na vezu između građe oka i funkcije vida.

Grupni rad podstiče diskusiju, zajedničko zaključivanje i razvoj komunikacijskih vještina, dok praktični pristup čini učenje zanimljivim i primjenjivim.

LITERATURA

- Constantini, F. (1963), *Učim na ogledima: Botanika, zoologija*, Naklada Tehnička knjiga, Zagreb.
- Lakušić, R. (1980), *Ekologija biljaka*, Svjetlost, Sarajevo.
- Đuričić, E. (1982), *Praktikum medicinske biologije*, Glas medicinar, Izdavačka jedinica SSO Medicinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo.
- Blagojević, S., Korene, Z., Horvat, M. (1987), *Biologija za VIII razred osnovne škole*, Svjetlost, Sarajevo.
- Berberović, L., Mučibabić, S., Hadžimehmedagić, N. (1989), *Biološki praktikum za učenike I razreda srednjeg usmjerenog obrazovanja*, Svjetlost, Sarajevo.
- Korene, Z., Jugo, A. (1991), *Biološki praktikum za 5. razred osnovne škole*, IDP "Udžbenici, priručnici i didaktička sredstva", Sarajevo.
- Korene, Z., Jugo, A. (1992), *Biologija za peti razred osnovne škole sa biološkim praktikumom*, Veselin Masleša, Sarajevo.
- Pavičić, V., De Zan, I. (1992), *Biologija 2: Praktični radovi*, Školska knjiga, Zagreb.
- Krek, S. (1999), *Biologija za 8. razred osnovne škole*, Ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta Federacije BiH.
- Bašić, M. (2000), *Biološki praktikum za učenike V razreda osnovne škole*, Bosanska riječ, Sarajevo.
- Igić, R., Vukov, D. (2000), *Praktikum iz sistematike viših biljaka*, PMF, Novi Sad.
- Ilić, M. (2001), *Biološki praktikum za osnovnu školu i gimnaziju*, Zavod za udžbenike, Beograd, Srbija.
- Kojić, M., Pekić, S., Dajić, Z. (2001), *Botanika*, Romanov, Banja Luka.
- Milivojević, V., Miljanović, T. (2001), *Biologija: praktikum za dodatnu nastavu za VIII razred osnovne škole*, Libra Print, Sremska Kamenica.
- Bašić, M. (2002), *Biološki praktikum za učenike V razreda osnovne škole*, Bosanska riječ, Sarajevo.
- Bačić, T. (2003), *Morfologija i anatomija biljaka*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku – Pedagoški fakultet, Osijek.
- Mededović, S., Hadžiselimović, R., Maslić, E. (2004), *Biologija za 3. razred opće gimnazije*, Svjetlost, Sarajevo.
- Bašić, M. (2004), *Biologija za 6. razred osnovne škole*, Bosanska riječ, Sarajevo.
- Boža, P., Veljić, M., Marin, P., Anačkov, G., Janačković, P. (2004), *Praktikum za determinaciju viših biljaka*, Old Commerc, Novi Sad.
- Sofradžija, A. (2004), *Biologija za VI razred osnovne škole*, Svjetlost, Sarajevo.
- Škrijelj, R., Sofradžija, A., Maslić, E. (2004), *Biologija za 4. razred opće gimnazije*, Svjetlost, Sarajevo.
- Hasković, E., Bačić, T., Erben, R., Kalafatić, M. (2005), *Biologija za 6. razred osnovne škole*, Sarajevo Publishing, Sarajevo.
- Sofradžija, A., Šoljan, D., Hadžiselimović, R. (2005), *Biologija za 1. razred opće gimnazije*, Svjetlost, Sarajevo.
- Campbell, N. A., Reece, J. B. (2005), *Biologija*, Pearson, Zagreb.
- Grinberg, D. (2005), *Znanost bez muke 4 – Pokusi – ljudsko tijelo*, Školska knjiga, Zagreb.

- Numić, Z., Vidović, N. (2008), *Priroda 5: udžbenik za 5. razred devetogodišnje osnovne škole*, Bosanska riječ, Sarajevo.
- Numić, Z. (2008), *Priroda 5: radna sveska za 5. razred devetogodišnje osnovne škole*, Bosanska riječ, Sarajevo.
- Begić, A., Hadžihalilović, J., Tupkušić, R. (2009), *Biologija za šesti razred devetogodišnje osnovne škole*, Bosanska knjiga, Sarajevo.
- Numić, Z., Vidović, N. (2009), *Biologija za 6. razred devetogodišnje osnovne škole*, Bosanska riječ, Sarajevo.
- Sofradžija, A., Berberović, Lj., Hadžiselimović, R. (2009), *Biologija za 2. razred opće gimnazije*, Svjetlost, Sarajevo.
- Hadžihalilović, J., Begić, A., Tupkušić, R. (2010), *Biologija za sedmi razred devetogodišnje osnovne škole*, Bosanska knjiga, Sarajevo.
- Numić, Z., Vidović, N. (2011), *Biologija za 8. razred devetogodišnje osnovne škole*, Bosanska riječ, Sarajevo.
- Halilović, J., Begić, A. (2013), *Biologija za deveti razred devetogodišnje osnovne škole*, Bosanska knjiga, Sarajevo.
- Subakov Simić, G., Drndarski, M. (2018a), *Biologija 5: udžbenik biologije za peti razred osnovne škole – 1. deo*, Novi Logos, Srbija.
- Subakov Simić, G., Drndarski, M. (2018b), *Biologija 5: udžbenik biologije za peti razred osnovne škole – 2. deo*, Novi Logos, Srbija.
- Klampfl, L. (2019), *Praktikum mikrobiologije*, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih Republike Hrvatske, Zagreb.
- Subakov Simić, G., Drndarski, M. (2019), *Biologija 6: udžbenik biologije za šesti razred osnovne škole – 1. deo*, Novi Logos, Srbija.
- Subakov Simić, G., Drndarski, M. (2020), *Biologija 7: udžbenik biologije za sedmi razred osnovne škole – 1. deo*, Novi Logos, Srbija.
- Andić, B., Malidžan, D. (2020), *Biologija: priručnik za nastavnike za osmi razred osnovne škole*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica.
- Starčević-Čizmarević, N., Vraneković, J. (2021), *Priručnik za vježbe iz predmeta biologija*, Repozitorij MEDRI, Rijeka.
- Karović, S. (2023), *Biologija za 6. razred devetogodišnje škole*, Bosanska knjiga, Sarajevo.
- Subakov Simić, G., Drndarski, M. (2024), *Biologija 8: udžbenik biologije za osmi razred osnovne škole – 1. deo*, Novi Logos, Srbija.

Internet-stranice

- Ministarstvo za odgoj i obrazovanje Kantona Sarajevo (2024), *Predmetni kurikulum – Biologija*, <https://kurikulum.ks.gov.ba/bs/javni-dokument/biologija>
- STEM eksperimenti, Biologija, <https://www.stemeksperimenti.com/category/biologija/>
- Enciklopedija.hr, Ribe, <https://enciklopedija.hr/clanak/ribe>
- Profil Klett, Biologija 7 – digitalni obrazovni sadržaj za sedmi razred osnovne škole
- Profil Klett, <https://www.profil-klett.hr/ucenje-na-daljinu/content/biologija-7-2>

BILJEŠKE O AUTORICAMA



Elvedina Arnaut, magistrica biologije, rođena je u Mostaru. Osnovnu i srednju školu završila je u Konjicu, a Pedagošku akademiju i Nastavnički fakultet na Univerzitetu “Džemal Bijedić” u Mostaru. Trenutno je doktorandica na Pedagoškom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, gdje se bavi istraživanjem kurikuluma savremene škole. S bogatim iskustvom u radu u osnovnim i srednjim školama Bosansko-podrinjskog kantona Goražde, posvećena je unapređenju obrazovanja. Bila je član stručnog tima za izradu predmetnog kurikuluma iz biologije za osnovnu školu i gimnaziju. Tokom karijere učestvovala je u brojnim projektima i edukacijama, a njeno stručno područje obuhvata kurikulum i vrednovanje. Višestruko je nagrađivana za doprinos obrazovanju.



Maida Ćerimagić, magistar biologije, ima deset godina iskustva u odgojno-obrazovnom radu. Diplomirala je i magistrirala na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, Odsjek za biologiju, nastavnički smjer. Trenutno pohađa drugi ciklus studija na Pedagoškom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, Odsjek za edukaciju i rehabilitaciju. Profesionalno iskustvo stjecala je u osnovnim i srednjim školama Kantona Sarajevo kao nastavnica biologije, prirode i ekologije, a angažman na mjestu asistenta u nastavi dodatno je osnažio njene kompetencije u inkluzivnom obrazovanju i pružanju podrške učenicima s razvojnim teškoćama. Zaposlena je u Osnovnoj školi “Musa Ćazim Ćatić” u Sarajevu, te u Centru za obrazovanje odraslih “Nova zanimanja” Sarajevo kao stručni saradnik za nastavne programe biologije i ekologije u srednjoškolskom obrazovanju. Njeni profesionalni interesi uključuju unapređenje kvaliteta nastave biologije, razvoj savremenih metodičkih pristupa, inkluzivnu pedagogiju i promociju zdravih životnih stilova. Aktivno učestvuje u stručnim edukacijama iz oblasti inkluzije i rane intervencije.



Sabina Karović, profesorica biologije, zaposlena je u Osnovnoj školi “Aleksa Šantić” u Sarajevu. Diplomirala je na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, Odsjek za biologiju, nastavnički smjer, a u prosvjeti radi osamnaest godina. Autorica je udžbenika *Biologija 6* (“Bosanska knjiga”, 2023) i vanjska saradnica JU Instituta za razvoj preduniverzitetskog obrazovanja Kantona Sarajevo na programima iz oblasti ekologije. Kao voditeljica ekološke sekcije i školski ekokoordinator, posvećena je razvoju ekološke svijesti, istraživačkog učenja i aktivnog učešća učenika u projektima zaštite okoliša, pri čemu njeni učenici redovno ostvaruju zapažene rezultate na školskim, kantonalnim, državnim i međunarodnim takmičenjima. Dobitnica je nagrada za inovativnost u nastavi i doprinos ekološkom obrazovanju, što potvrđuje kvalitet i posvećenost njenom radu. Završila je ITAcademy by LINKgroup, smjer New Media Design, gdje je stekla napredno znanje iz oblasti digitalnog dizajna, multimedije i vizualne komunikacije, koje uspješno primjenjuje u nastavi kroz kreiranje digitalnih obrazovnih sadržaja, interaktivnih prezentacija, vizualnih eksperimenata i multimedijalnih projekata. U svom radu ističe kreativnost, istraživački pristup i primjenu savremenih nastavnih metoda, povezujući biologiju s digitalnim tehnologijama i inovativnim pristupima učenju.



Izvodi iz recenzija

Analiza po razredima pokazuje da Priručnik ima jasnu progresiju: od uvodnih i ekoloških tema u šestom razredu, preko mikroskopskih i botaničkih vježbi u sedmom, složenijih zooloških i ćelijskih eksperimenata u osmom, do fizioloških i molekularnih istraživanja u devetom razredu. Ovakva struktura je didaktički opravdana i omogućava učenicima da postepeno razvijaju istraživačke kompetencije, praktične vještine i naučni način razmišljanja. Didaktička vrijednost Priručnika ogleda se u njegovoj sposobnosti da učenike postepeno uvodi u svijet naučnog istraživanja. Eksperimenti su raznovrsni, jasno strukturirani i prilagođeni školskom kontekstu. Posebno je značajno što se već od početka naglašava sigurnost, čime se razvija odgovoran odnos prema radu u laboratoriji. Sveukupno, Priručnik se može ocijeniti kao vrijedan i sveobuhvatan resurs koji uspješno balansira praktične eksperimente, ekološku svijest i lokalni kontekst. Njegova najveća snaga leži u progresivnom pristupu i raznovrsnosti tema. Kao takav, Priručnik ima potencijal da postane referentni model za razvoj sličnih nastavnih materijala, a njegova primjena u učionici zasigurno će doprinijeti motivaciji učenika i kvaliteti nastave biologije.

Prof. dr. Mahir Gajević

Ovakav Priručnik predstavlja značajan doprinos savremenoj nastavi biologije u osnovnoj školi. Njegova vrijednost leži u pažljivo odabranoj kombinaciji teorijske podloge i praktičnih aktivnosti koje omogućavaju učenicima da znanje stječu kroz istraživanje i promišljanje. Autorice uspijevaju ostvariti ravnotežu između stručnosti i pristupačnosti, čineći sadržaj eksperimenata razumljivim, motivirajućim i primjenjivim u realnom školskom okruženju. Posebno je važno naglasiti da Priručnik podstiče razvoj ključnih kompetencija savremenog obrazovanja poput adekvatnog pristupa i rješavanja problema, kritičkog mišljenja i ekološke osviještenosti, čime otvara prostor za dublje i trajnije usvajanje znanja iz biologije.

Prof. dr. Muhamed Fočak

