

**dr. sc. Irella Bogut
Snježana Đumlija
Irena Futivić
Sunčica Remenar**

Biologija 1

UDŽBENIK IZ BIOLOGIJE ZA PRVI RAZRED GIMNAZIJE

3. izdanje



2024.



Nakladnik

ALFA d. d. Zagreb

Nova Ves 23a

Za nakladnika

Ivan Petric

Direktorica nakladništva

mr. sc. Daniela Novoselić

Urednica za Prirodu, Biologiju i Kemiju

mr. sc. Daniela Novoselić

Recenzija

mr. sc. Željko Popović

Branka Gašparić, prof.

Lektura i korektura

Kristina Ferenčina

Likovno i grafičko oblikovanje

Edita Keškić

Đuro Jelečević

Ilustracija

Igor Bojan Vilagoš

shutterstock.com

Fotografija

arhiva Alfe

shutterstock.com

Digitalno izdanje

Alfa d. d.

Mozaik Education Ltd.

Tehnička priprema

Alfa d. d.

Tisak

Denona

Proizvedeno u Republici Hrvatskoj, EU

Udžbenik je uvršten u Katalog odobrenih udžbenika rješenjem Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske:

KLASA: **602-09/19-03/00045**, URBROJ: **533-06-19-0002**, od **7. lipnja 2019. godine**.

CIP zapis dostupan je u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001212603.

OPSEG PAPIRNATOG IZDANJA	MASA PAPIRNATOG IZDANJA	KNJIŽNI FORMAT
160 str.	350 g	265 mm (v) x 210 mm (š)

Digitalno izdanje dostupno je na internetskoj adresi **hr.mozaweb.com** ili putem aplikacije **mozaBook** za pametne uređaje s operativnim sustavima Android i iOS.

© **Alfa**

Ova knjiga, ni bilo koji njezin dio, ne smije se umnožavati ni na bilo koji način reproducirati bez nakladnikova pismenog dopuštenja.

Mozaik Education Ltd. zadržava intelektualno vlasništvo i sva autorska prava za komercijalne nazive *mozaBook*, *mozaWeb* i *mozaLearn*, digitalne proizvode, sadržaje i usluge proizvedene neovisno o nakladniku Alfa d. d.

SADRŽAJ

1. Biologija – znanost o životu

1.1. Predmet proučavanja i značenje biologije	8
1.2. Put znanosti	12
1.3. Pribor, alat i tehnike	19
1.4. Obilježja živoga svijeta	27
1.5. Klasifikacija živih bića	33

2. Život u biosferi

2.1. Uvod u ekologiju	44
2.2. Organizacijske razine živoga svijeta	50
2.3. Organizacija i funkcioniranje ekosustava	58
2.4. Životni uvjeti	67
Abiotički čimbenici	68
Biotički čimbenici	77
Ekološka valencija	85
2.5. Ekosustavi mora i oceana	87
2.6. Ekosustavi kopnenih voda	98
2.7. Ekosustavi na kopnu	109
2.8. Energija za život	114
Vezanje Sunčeve energije	116
Protok energije u biosferi	119
Metabolizam	124
2.9. Kruženje tvari	127
2.10. Prilagodbe na životne uvjete	134
Prirodna selekcija	135
Bioraznolikost	141
2.11. Održavanje uravnoteženog stanja	143
Zaštita okoliša	144
Održivi razvoj	147
Permakultura i organska poljoprivreda	147
Gospodarenje otpadom	148
Obnovljivi izvori energije	149
Zaštita prirode	150

Ekosustav
po izboru

Prilozi

Prilog A: Znanstveni nazivi vrsta	155
Prilog B: Literatura	157

Dragi učenice, draga učenice,

stranice udžbenika *Biologija 1* sadrže mnoštvo zanimljivih tema koje su slijedom povezane u dvije cjeline: 1. Biologija – znanost o životu i 2. Život u biosferi.

I ove školske godine, u prvom razredu gimnazije, na nastavi iz predmeta Biologija proširit ćeš i upotpuniti znanja iz različitih disciplina biologije – znanosti o životu. Poznavanje bioloških tema osnova je razumijevanja prirode koja te okružuje, procesa koji se u njoj događaju te poimanja sebe kao jedinstvenog i neponovljivog živog bića. Proučavanjem i istraživanjem spoznat ćeš koliko biologija ima značajnu ulogu u tvom životu i općenito životu suvremenog čovjeka. O utjecaju brojnih čimbenika na živa bića, ali i o njihovim međusobnim odnosima i interakciji s okolišem proučit ćeš u okviru druge cjeline, u aktualnim temama iz ekologije.

Svaka od dviju cjelina ovog udžbenika počinje ilustracijom ili fotografijom, popisom tema koje cjelina sadrži, ključnim konceptima te ishodima učenja. Uvod u svaku temu čine ilustracija ili fotografija i pitanje koje će te motivirati na istraživanje i proučavanje različitih bioloških tema i fenomena. U tekstu udžbenika tamnije su otisnuti važni pojmovi (ključni pojmovi), a u povezivanju tema sa svakodnevnim životom pomoći će ti primjeri u rubrici *Uči (uoči) na primjeru* kao i zanimljivosti u rubrici *BioInfo*. Pitanja u rubrici *Provjeri znanje* imaju svrhu kratke provjere razumijevanja prethodnih tema i otprije usvojenih znanja te zanimljivog uvoda u novu temu. U rubrici *Sažetak* nalaze se ukratko opisani ključni pojmovi i spoznaje. *Prirodnoznanstveni pojmovnik* sadrži kratak opis pojmova koji se spominju u tekstu i proširuju spoznaje o temi.

Na kraju je popis vrsta i njihov znanstveni naziv radi bržeg pronalaženja točnih podataka o pojedinim vrstama organizama koji se spominju u udžbeniku.

Autorice

1. BIOLOGIJA – ZNANOST O ŽIVOTU



1.1. Predmet proučavanja i značenje biologije

1.2. Put znanosti

1.3. Pribor, alati i tehnike u biologiji

1.4. Obilježja živoga svijeta

1.5. Klasifikacija živih bića

KLJUČNI KONCEPTI



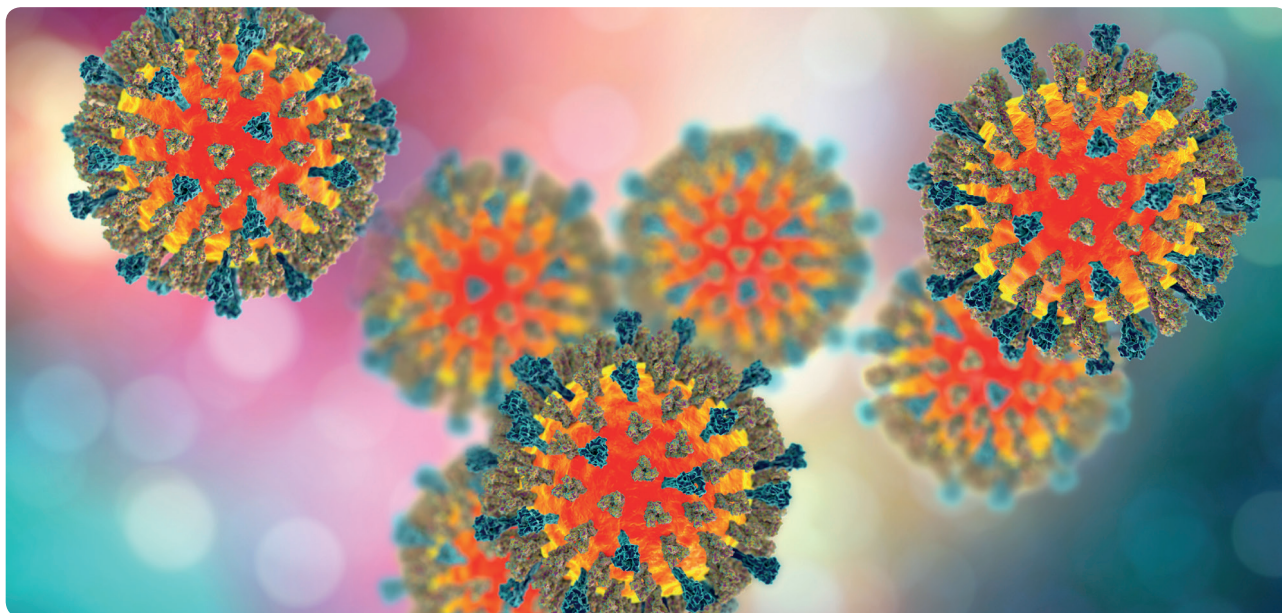
- ★ biologija je prirodna znanost
- ★ u znanstvenim istraživanjima primjenjuju se znanstvene metode
- ★ u biološkim istraživanjima koriste se određeni alati, tehnike i pribor
- ★ živi svijet određuju zajedničke osobine
- ★ evolucija razjašnjava jedinstvo i raznolikost živoga svijeta

Kad proučiš ovu cjelinu, moći ćeš:



- ★ argumentirati važnost edukacije u prevenciji različitih bolesti (BIO SŠ D.1.2.)
- ★ objasniti vlastitu odgovornost za osobno zdravlje (BIO SŠ D.1.2.)
- ★ raspraviti o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima (BIO SŠ D.1.2.)
- ★ raspraviti o primjeni bioloških otkrića u svakodnevnom životu (BIO SŠ D.1.2.)
- ★ primijeniti osnovna načela i metodologiju znanstvenog istraživanja (BIO SŠ D.1.1.)
- ★ objasniti pravila rada i mjere opreza u biološkom laboratoriju (BIO SŠ D.1.1.)
- ★ objasniti kako biološka istraživanja ovise o dostupnim alatima i tehnikama (BIO SŠ D.1.1.)
- ★ opisati zajednička obilježja živih organizama na primjerima (BIO SŠ A.1.1.)
- ★ primijeniti načela klasifikacije živoga svijeta (BIO SŠ A.1.1.)

1.1. PREDMET PROUČAVANJA I ZNAČENJE BIOLOGIJE



► *Slika 1.1.0. Što možemo naučiti o značenju biologije proučavanjem virusa ospica?*

Kad proučiš ovu temu, moći ćeš

- ★ objasniti što je biologija
- ★ razlikovati područja biologije
- ★ raspraviti o primjeni bioloških otkrića u svakodnevnom životu
- ★ argumentirati važnost edukacije u prevenciji različitih bolesti
- ★ preispitati odgovornost za vlastito zdravlje i zdravlje drugih ljudi.

Virus ospica čestica je građena samo od ribonukleinske kiseline i proteinskog omotača, ne može samostalno metabolizirati i razmnožavati se, uz to nema staničnu membranu te kao takva ne pripada živome svijetu (slika 1.1.0.). U uvjetima izvan živog

organizma virus ospica je tvar u kristalnom obliku, no u organizmu čovjeka izaziva promjene koje proučavaju biolozi. Uzrokuje ospice, vrlo zaraznu upalu dišnog sustava koja se prenosi kapljičnim putem (kihanjem, kašljanjem) ili izravnim kontaktom s oboljelim. U prošlosti su ospice bile jedan od vodećih uzroka smrtnosti male djece. Zahvaljujući napornom radu biologa, danas raspolazemo jedinom učinkovitom metodom zaštite od virusa ospica, a to je cijepljenje. U Republici Hrvatskoj od 1968. godine cijepljenje je protiv ospica obavezno. Unatoč tomu dio roditelja zbog straha i nepovjerenja u cjepiva odlučuje svoju djecu ne cijepiti. Stoga se posljednjih nekoliko godina broj necijepljenih osoba stalno povećava pa raste i rizik od širenja zaraze. Učenjem biologije osposobljavamo se za donošenje odgovornih odluka. Bilo da se radi o cijepljenju protiv ospica ili nečem drugom što može imati velik utjecaj na naš život i živote drugih ljudi, svaka naša odluka prvenstveno mora biti utemeljena na poznavanju problematike i na znanju.

Što je biologija?

Biologija je prirodna znanost koja proučava živa bića. Riječ biologija nastala je kombinacijom grčkih riječi *bios*, što znači život, i *logos*, što znači znanost. Biologija kao znanost osnova je razumijevanja prirode koja nas okružuje, procesa koji se u njoj događaju, ali i razumijevanja sebe samih kao živih organizma koji su dio prirode. Za učenje biologije potrebna su nam znanja iz drugih polja prirodnih znanosti kao što su kemija, fizika, matematika i geoznanosti. Kako se život na Zemlji pojavljuje u različitim oblicima, tako uključuje različite procese i očituje se različito na staničnoj i molekularnoj razini, tako biologija obuhvaća mnoge biološke grane i discipline. Spoznaje do kojih dolaze znanstvenici unutar pojedinih znanstvenih područja, polja, grana i disciplina međusobno se dopunjuju i nadograđuju.

Zoologija proučava životinje, **botanika** proučava biljke, a **mikologija** gljive. **Mikrobiologija** proučava mikroorganizme, a unutar mikrobiologije proučavanjem bakterija bavi se **bakteriologija**.

Istraživanjima molekularne razine života bavi se **molekularna biologija**, nasljeđivanje proučava **genetika**, a međudjelovanje živih bića i neživog okoliša proučava **ekologija**.

U okviru svake grane biologije postoje brojne biološke discipline. **Anatomija** proučava vanjsku i unutarnju građu organizma, **citologija** proučava stanice, dok se **fiziologija** bavi životnim procesima u organizmu. Pojedine biološke discipline bave se samo određenom skupinom organizama pa tako malakologija proučava mekušce, entomologija proučava kukce, herpetologija proučava gmazove, a ornitologija proučava ptice. Premda ne proučava živa bića, među biološkim disciplinama nalazi se i **virologija** koja proučava virusne čestice i njihov utjecaj na živa bića.

Neka suvremena područja istraživanja rezultat su interdisciplinarnosti biologije i nekog polja iz drugih znanstvenih područja. Na primjer, **neurobiologija** – spoj biologije i neuroznanosti, zatim **biofizika** ili **bioinformatika**. Biolozi se specijaliziraju za prouča-

vanje života, ali organizmi i njihov okoliš neodvojivi su prirodni sustavi na koje primjenjujemo koncepte i fizike i kemije. Biologija je, dakle, multidisciplinarna znanost.

Zašto je važno učiti biologiju?

Učenjem biologije stječemo vještine i potrebno znanje za donošenje odluka koje će utjecati na nas same, na društvo i prirodu oko nas. Svaki put kad se razbolimo, iznova osvijestimo koliko nam je važno zdravlje. Za održavanje zdravlja važno je poznavanje funkcioniranja vlastitoga tijela. A upravo nam biologija daje potrebne informacije i smjernice na koje promjene obratiti pažnju i kako poduzeti mjere zaštite vlastitoga zdravlja. Potrebe za vitaminima, mineralima i svim drugim hranjivim tvarima ili opasnost od pretjeranog izlaganja Sunčevom zračenju, samo su neke od brojnih spoznaja koje su rezultat bioloških istraživanja. Učenjem biologije učimo o funkcioniranju vlastitoga tijela i održavanju zdravlja, ali učimo i o vlastitoj odgovornosti prema svome okolišu i prema drugim živim bićima.

Biologija i društvo

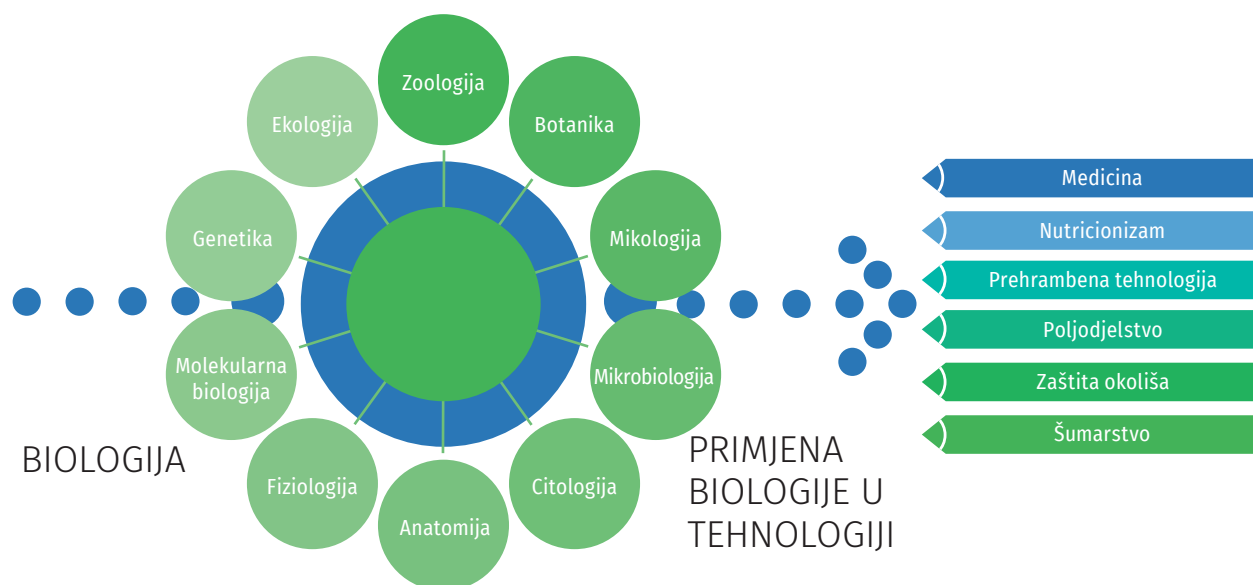
Svakodnevno smo izloženi informacijama koje sadrže biološke teme. Kako se i zašto širi epidemija gripe? Kako zagađenost zraka utječe na ljudsko zdravlje? Koliki je utjecaj tehnološkog napretka na globalno zatopljenje? Koja je prednost genetički modificiranog kukuruza, a koji su njegovi nedostaci? Neke teme odnose se na pronalazak lijeka za rak, neke su povezane s problemom onečišćenja okoliša, klimatskim promjenama ili razlozima nestajanja pojedinih vrsta organizama.

Analizirajući način na koji se koriste znanja iz biologije, možemo reći da razlikujemo znanost i tehnologiju. Znanost širi granice našeg poznavanja živoga svijeta bez obzira na koji se način ta znanja mogu praktično

primijeniti. S druge strane, tehnologija je usmjerena na rješavanje nekog društvenog problema, na stvaranje potrebnog proizvoda ili usluge koja će unaprijediti društvo (slika 1.1.1.).

Tehnologija koristi dostignuća znanosti kako bi riješila aktualne društvene probleme kao što su poljoprivredni prinos, lijek za neku bolest ili zaštita kritično ugrožene vrste životinja. Na primjer, spoznaje iz mikrobiologije kao znanosti omogućile su korištenje bakterija vrste *Lactobacillus acidophilus* u tehnologiji

proizvodnje mliječnih probiotičkih proizvoda kao što su jogurt i acidofil (slika 1.1.2.). Poznavanje molekularne biologije i građe DNA omogućuje nam forenzičku analizu u kriminalističkoj obradi. Temelj biologije čine višestruko potvrđene ideje i teorije, međutim biologija je znanost koja s razvojem istraživačkih mogućnosti (alati, aparature, metode) stalno napreduje, stoga se neke spoznaje mijenjaju i potiskuju stare teorije.

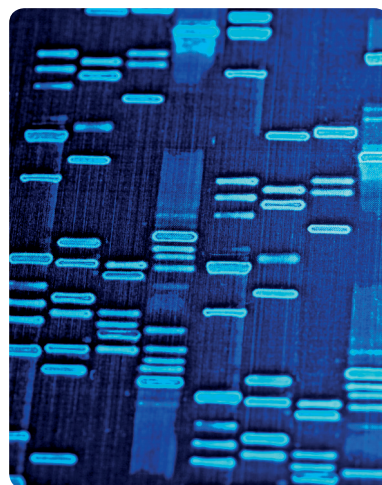


► Slika 1.1.1. Povezanost znanosti i tehnologije

BIOINFO

– DNA otisak

Godine 1984. britanski genetičar Alec Jeffreys uočio je mogućnosti korištenja DNA otiska (DNA profiliranje; eng. *DNA fingerprinting*) u postupku identifikacije ljudi. Sastav DNA jedinstven je za svaku osobu, osim za jednojajčane blizance kod kojih je identičan. Zbog toga je Jeffreys primjenu DNA otiska usporedio s primjenom otiska prsta (eng. *fingerprint*) u svrhu identifikacije osobe. Razvio je metode DNA profiliranja koje se danas koriste u cijelom svijetu, u forenzici i u procesima ispitivanja očitstva. Forenzika (od lat. *forensis* = u javnosti, pred sudom) podrazumijeva primjenu znanosti na kazneni i građanski zakon, ponašanje na kriminalističku istragu. Za analizu DNA dovoljan je čak jedan korijen kose ili jedan mililitar krvi, a konačni rezultat analize pohranjuje se kao DNA profil u računalnu bazu podataka. No, ovdje treba napomenuti da upotreba termina *DNA fingerprinting* nije u potpunosti opravdana jer iako jednojajčani blizanci imaju identičnu DNA, njihovi otisci prstiju se razlikuju.



► Dio DNA otiska



► Slika 1.1.2. Primjena u tehnologiji – bakterije roda *Lactobacillus* koristimo u proizvodnji jogurta.

Sažetak

Biologija je prirodna znanost koja proučava život.

Biologija obuhvaća mnoge biološke grane i discipline.

Učenjem biologije produbljujemo znanja o sebi samima i svijetu koji nas okružuje.

Rezultati znanstvenih bioloških istraživanja primjenjuju se u tehnologiji.

PROVJERI ZNANJE



1. Što je biologija?
2. Zašto su osnovna znanja iz biologije važna svim ljudima?
3. Zašto kažemo da je biologija multidisciplinarna znanost?
4. Koja je razlika između znanosti i tehnologije?
5. Navedi najmanje dva primjera primjene biologije u svakodnevnom životu.



Riješi zadatke u radnoj bilježnici.

PRIRODOZNANSTVENI POJMOVNIK

* **Virusi** = zarazne čestice, građene od nukleinske kiseline i proteina, bez stanične organizacije.

* **Proteini** = bjelančevine, organske tvari građene od aminokiselina; imaju višestruku ulogu u organizmu: strukturnu, obrambenu, regulacijsku i prijenosnu.

* **DNA** = deoksiribonukleinska kiselina (eng. *deoxyribonucleic acid*); molekula koja nosi gensku uputu za izgradnju proteina.

* **Gen** = osnovna jedinica nasljeđivanja.

* **GMO** = organizmi izmijenjeni tehnikom genetičkog inženjerstva, transgeni organizmi.

* **MeV** = kratica od *Measles morbillivirus*, virus ospica.

1.2. PUT ZNANOSTI



► **Slika 1.2.0. Kako možemo odrediti najdjelotvorniji antibiotik protiv bakterije *Escherichia coli*?**

Kad proučiš ovu temu, moći ćeš

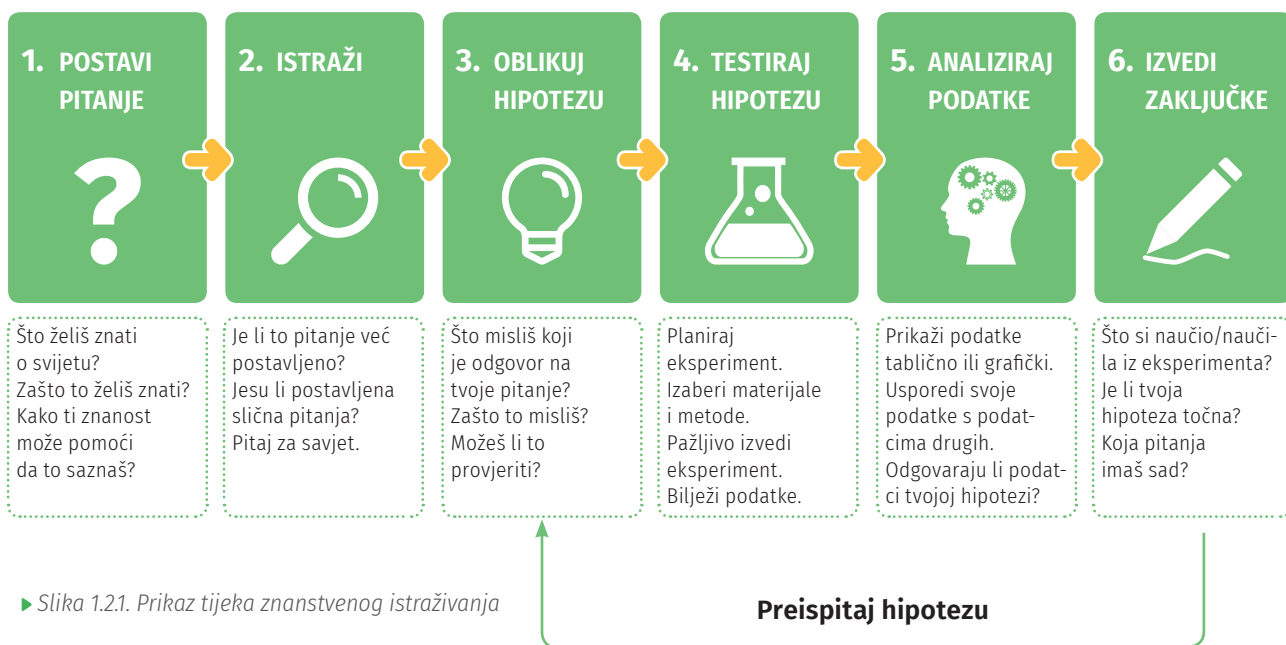
- ★ primijeniti osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja
- ★ postaviti istraživačko pitanje i provjerljivu hipotezu na temelju opažanja
- ★ razlikovati kontrolu, zavisnu i nezavisnu varijablu
- ★ analizirati, prikazati i raspraviti rezultate istraživanja te izvesti zaključak
- ★ koristiti pouzdane literaturne izvore i ispravno ih navoditi
- ★ raspraviti o opravdanosti istraživanja živih organizama
- ★ kritički analizirati znanstvene informacije na internetu
- ★ objasniti važnost poštivanja autorskih prava
- ★ raspraviti o odgovornosti znanstvenika i cjelokupne javnosti pri korištenju bioloških otkrića.

Escherichia coli jedna je od najbolje istraženih bakterija. Ova štapičasta bakterija u našem tijelu živi kao *normalni stanovnik* debelog crijeva. Problem nastaje samo ako se *preseli* iz probavnog sustava u mokraćni sustav i tamo se umnoži. U tom slučaju izaziva bolnu, neugodnu i opasnu upalu. Bakterijske bolesti liječe se antibioticima. Danas raspolažemo velikim brojem različitih antibiotika. Kako bismo uspješno liječili neku bakterijsku bolest, moramo znati koji je antibiotik najdjelotvorniji. S tom svrhom u mikrobiološkom laboratoriju izrađuje se antibiogram. Na krutu hranjivu podlogu u Petrijevoj zdjelici nanese se uzorak s bakterijama, a zatim se na određena mjesta postave filtarski papirići prethodno uronjeni u različite antibiotike. Tako pripremljene Petrijeve zdjelice odlažu se u inkubator na kontroliranu temperaturu tijekom 16 – 18 sati. Nakon toga oko svakog filtarskog papirića s antibiotikom mjeri se promjer područja na kojemu nisu *izrasle* bakterije. Antibiotik s najvećim promjerom jest i najdjelotvorniji antibiotik (slika 1.2.0.).

Znanost i znanstvena metoda

Znamo da je biologija znanost, no što je zapravo znanost? Riječ znanost (eng. *science*, lat. *scientia* = znanje) može se definirati kao znanje koje obuhvaća opće istine ili opće zakonitosti koje su stečene i ispitane znanstvenom metodom. Prema tome, znanstvena metoda ima glavnu ulogu u znanosti. Svaka znanost određena je metodama kojima se koristi u istraživanju.

Znanstvena metoda jest način stjecanja znanja o istraživanoj problematici tijekom niza koraka i predlaganje mogućih rješenja unutar te problematike. Moguća rješenja provjeravaju se strogim testovima prije no što ih se prihvati i prizna kao znanstvene činjenice. Kako bi rezultati znanstvenih istraživanja bili dostupni znanstvenoj, ali i široj javnosti, znanstvenici dobivene rezultate prezentiraju u obliku znanstvenih radova u znanstvenim časopisima i na znanstvenim skupovima (kongresima, konferencijama i sl.).



BIOINFO

– znanost

Iako su postavke znanstvene metode jednake za sve vrste istraživanja, razlikujemo nekoliko znanstvenih područja: prirodne znanosti, tehničke znanosti, biomedicina i zdravstvo, biotehničke znanosti, društvene znanosti i humanističke znanosti. Biologija je dio prirodnih znanosti, zajedno s fizikom, kemijom, matematikom i geoznanostima.

Istraživanja u biologiji razvijaju se i napreduju zajedno s razvojem znanosti i tehnologije, no osnovni se postupci u istraživanju živog svijeta ne mijenjaju. Postupci koji su zajednički istraživanjima u biologiji, ali i u drugim područjima prirodnih znanosti, prikazani su na slici 1.2.1. Imaj na umu da znanstvenici ne kreću s istraživanjima uvijek ispočetka, već primjenjuju sva ranije stečena saznanja. Postupci istraživanja na slici 1.2.1. pojednostavljeni su prikaz složenog niza koraka istraživanja u prirodnim znanostima.

Promatranje – opažanje – istraživačko pitanje

Promatranje je u biologiji iznimno važno jer tako možemo puno toga opaziti i naučiti o živim organizmima. Promatranje i opažanje uključuju upotrebu svih osjetila, dostupnih alata i instrumenata koji nam pomažu da dobijemo više informacija (slika 1.2.2.). Tijekom ili nakon opažanja određene problematike postavljamo **istraživačko pitanje** ovisno o opažanju i predznanju o temi. Istraživačko pitanje postavljamo na temelju interesa za neku temu ili određeni problem i ono nas vodi u daljnji tijek istraživanja. Na primjer, promatranjem mačaka i pasa opazili smo da se kao kućni ljubimci različito ponašaju. Jedno od pitanja koje možemo postaviti glasi: *Jesu li društveniji ljubimci mačke ili psi?* (slika 1.2.3).



► Slika 1.2.2. Učenje istraživanjem – dječak koristi ručnu lupu za promatranje i opažanje.



► Slika 1.2.3. Istraživačko pitanje: Jesu li društveniji ljubimci mačke ili psi?

Učenje istraživanjem

Svakoga od nas, od početka života, pokreće znatiželja zbog koje promatramo svijet oko sebe i postavljamo pitanja. Upravo promatranjem i postavljanjem pitanja počinje naše učenje o svijetu, i u svakodnevnom životu i u znanosti. Znanstvenici smatraju da je priroda uređena i mjerljiva, da se prirodni zakoni tijekom vremena ne mijenjaju, a da se prirodni fenomeni mogu najbolje upoznati promatranjem i istraživanjem. Istraživanja u biologiji provode se na terenu i u laboratoriju.

Postavljanje hipoteze

Koristeći prethodna znanja i rezultate prijašnjih istraživanja, oblikujemo moguća objašnjenja za pojave koje promatramo i koje želimo znanstveno objasniti. Moguće objašnjenje naziva se **pretpostavka** ili **hipoteza**, a postavljamo je u obliku tvrdnje. Pretpostavka ili hipoteza jest privremeno objašnjenje za jedno ili više opažanja. Da bismo ispravno provjerili hipotezu, moramo precizno osmisliti eksperiment. Prema tome, hipoteza mora biti provjerljiva, odnosno ne možemo postaviti hipotezu koju nije moguće testirati. Provjerljiva je hipoteza ona koju se eksperimentom može potvrditi ili odbaciti, na primjer *Psi su društveniji ljubimci od mačaka*. Neproverljiva je hipoteza ona koju se eksperimentom ne može niti potvrditi niti odbaciti, na primjer *Mačka ima devet života*.

Osmišljavanje eksperimenta

Provjera hipoteze zahtijeva definiranje ciljeva istraživanja, a zatim provedbu daljnjih opažanja i provođenje eksperimenta. **Cilj** istraživanja otkriva glavnu namjeru istraživanja tj. definira što istraživanjem želimo saznati. Na temelju ciljeva određuje se strategija istraživanja odnosno sam eksperiment. Da bi eksperiment imao funkciju u provjeri hipoteze, potrebno ga je precizno osmisliti. U osmišljavanju eksperimenta nužno je opisati **metode i materijale** koji će se koristiti kako bi i drugi znanstvenici mogli ponoviti isti eksperiment. Ako metode i materijali

nisu precizno opisani i ako drugi znanstvenici ne mogu dobiti slične rezultate, eksperiment se smatra nepouzdanim. Na primjer, jedan od mogućih načina provjere hipoteze *Psi su društveniji ljubimci od mačaka* jest mjerenje količine hormona oksitocina u slini prije i nakon druženja ljubimaca s ljudima.

Za potrebe eksperimenta potrebno je unaprijed odlučiti koliki će biti **eksperimentalni uzorak**. U slučaju eksperimenta s kućnim ljubimcima to je broj mačaka i pasa uključenih u eksperiment. Kako bi se u provođenju eksperimenta izbjegao slučajan utjecaj okolišnih čimbenika, potrebno je definirati eksperimentalne čimbenike (varijable) i kontrolu. Razlikujemo **zavisni čimbenik** ili zavisnu varijablu, odnosno onaj koji mjerimo, i **nezavisni čimbenik** ili nezavisnu varijablu, odnosno čimbenik koji sami određujemo i koji samostalno mijenjamo. Zavisni čimbenik u eksperimentu s ljubimcima jest porast

razine oksitocina u slini nakon druženja ljubimaca s ljudima, a nezavisni je čimbenik broj ili duljina druženja ljubimaca s ljudima tijekom dana. **Kontrola** (kontrolna varijabla ili čimbenik) je uzorak koji prolazi sve faze eksperimenta, ali se ne podvrgava nezavisnom čimbeniku kojim se testira hipoteza. U ovom eksperimentu kontrolni uzorak bio bi određeni broj mačaka i pasa koji se tijekom eksperimenta ne bi družili s ljudima, ali mjerili bismo im količinu oksitocina u slini tijekom dana. S tako definiranim eksperimentalnim čimbenicima provodimo **kontrolirani eksperiment** (eksperiment u kontroliranim uvjetima) kojim možemo valjano provjeriti hipotezu.

Važan je dio osmišljavanja eksperimenta i metoda bilježenja podataka. Podatci koje bilježimo tijekom provođenja eksperimenta moraju biti objektivni, cjeloviti i značajni za provjeru hipoteze. Podatci mogu biti kvalitativni (opisni) ili kvantitativni (mjerljivi).

BIOINFO

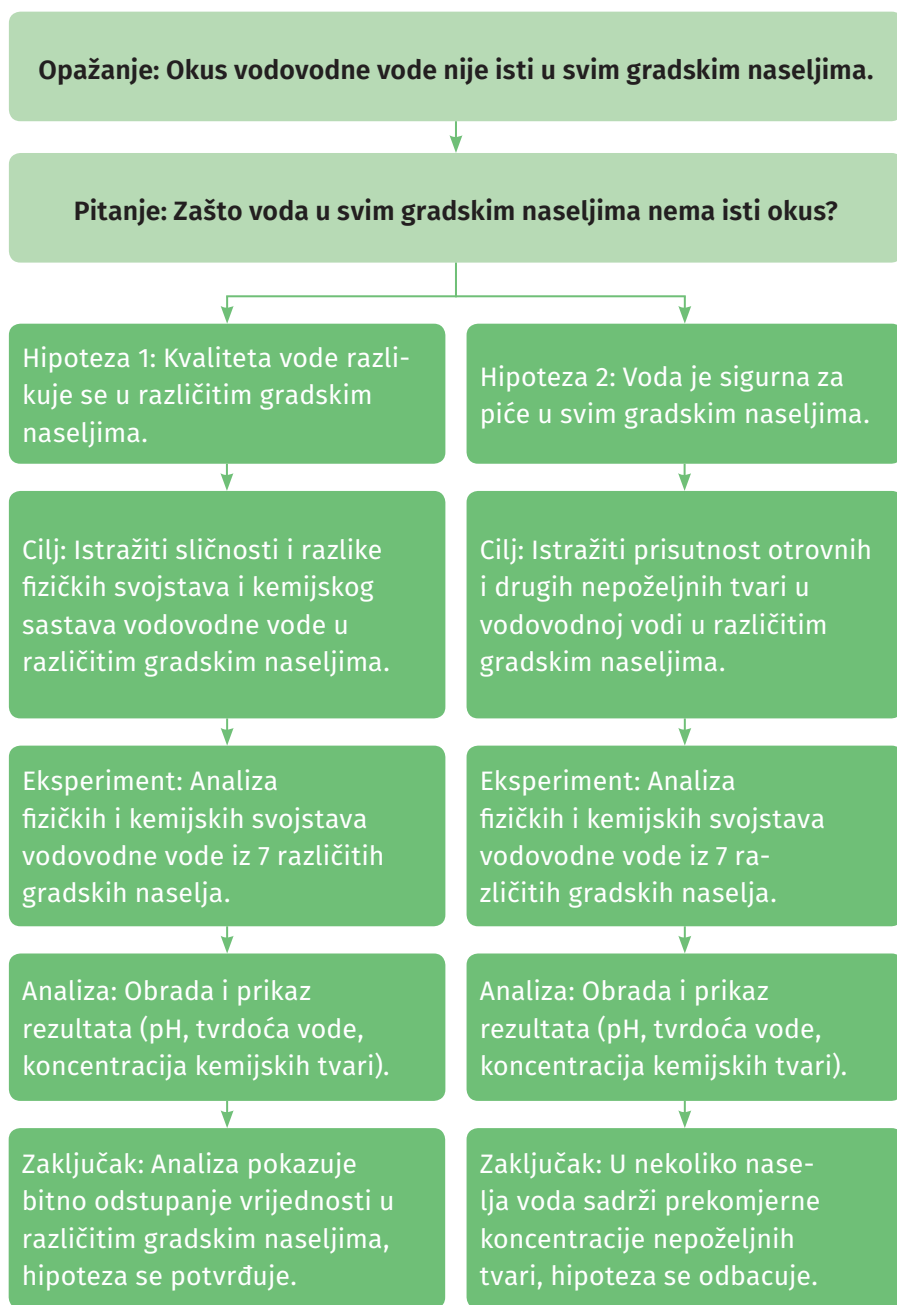
– placebo-činak

U medicinskim i farmaceutskim istraživanjima kontrolni uzorak ili kontrolna skupina ispitanika može primiti placebo, odnosno neaktivnu tvar koja na neki način sliči tvari koju primaju ispitanici eksperimentalne skupine. To može biti tableta šećera ili obična voda u kapsuli. Time se pokušava održati neutralnost mišljenja ispitanika jer se pokazalo da očekivanje ispitanika može utjecati na rezultate. Naime, ako ispitanik vjeruje da određeni tretman ima aktivni učinak na njegovo zdravstveno stanje, moguće je da nakon tretmana vidi napredak iako je primio placebo. Ovaj fenomen naziva se placebo-činak i kontinuirano se istražuje.

Obrada rezultata i zaključak

Nakon provedenog eksperimenta potrebno je analizirati podatke i donijeti zaključke. Brojčane podatke najčešće prikazujemo grafički ili tablično, a potom ih analiziramo i dovodimo u vezu s hipotezom. Ako rezultati eksperimenta uglavnom ne potvrđuju hipotezu, odbacujemo je, ali nam informacija može poslužiti u oblikovanju hipoteze za novo istraživanje. Ako rezultati eksperimenta potvrđuju hipotezu, ona se prihvaća (slika 1.2.4.). U slučaju da nakon

mnogih ponovljenih eksperimenata rezultati u potpunosti potvrđuju hipotezu, objašnjenje dobiva status **znanstvene teorije** ili principa. No ni za jednu hipotezu ne možemo utvrditi da je točna u svim uvjetima, nego samo u uvjetima u kojima je testirana. U neformalnom govoru riječ teorija odnosi se na neku ideju, međutim znanstvena teorija ima težinu istine jer je poduprta opažanjima, eksperimentima i eksperimentalno dobivenim podacima.



► Slika 1.24. Primjer znanstvenog istraživanja

Znanstveni i stručni rad

Nakon provedenog istraživanja znanstvenici prikazuju istraživanje u znanstvenom ili stručnom radu. Ako se istraživanje bavi samo pregledom dosadašnjih znanja u nekom području, kažemo da se radi o stručnom radu. Obilježje znanstvenog rada jest originalnost, što znači da svaki **znanstveni rad** u sebi nosi neku novu znanstvenu činjenicu ili tumači i povezuje po-

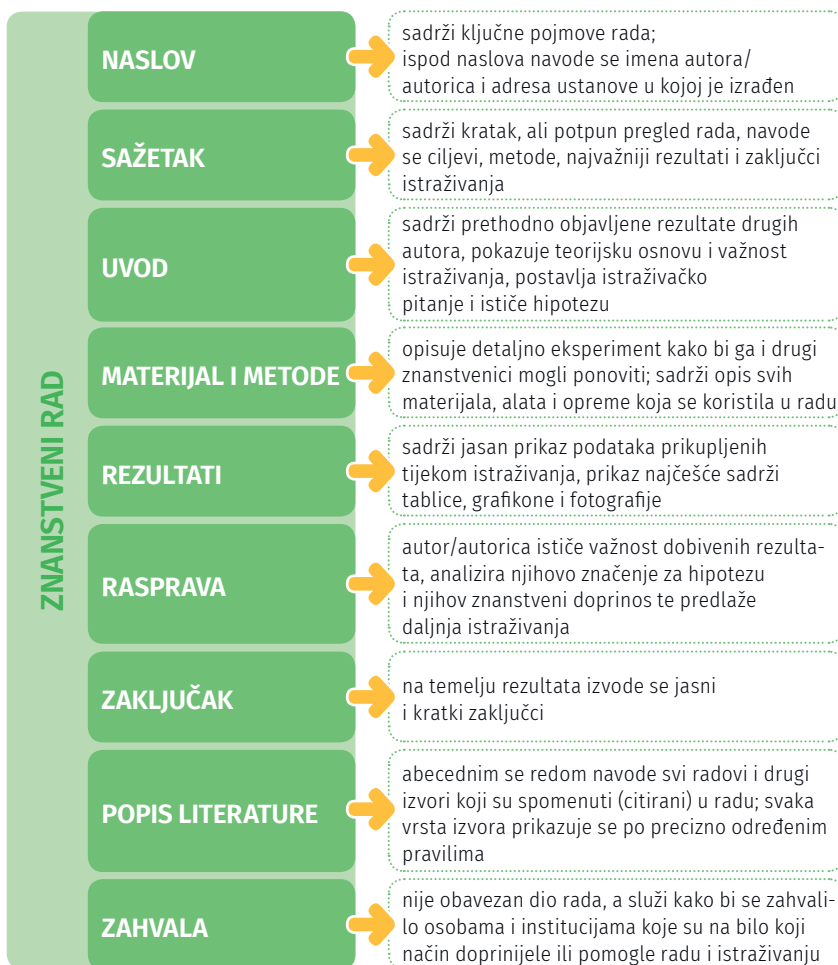
stojeće činjenice na nov način. Znanstveni i stručni radovi objavljuju se u znanstvenim časopisima kako bi postali dostupni i drugim znanstvenicima. Pregled hrvatskih znanstvenih časopisa možeš naći na portalu znanstvenih časopisa Republike Hrvatske (<http://hrcak.srce.hr/>).

Svaki znanstveni rad piše se u nekoliko dijelova. Dijelove znanstvenog rada prikazuje slika 1.2.5.

U cijelom znanstvenom radu važno je sve tablice, grafičke prikaze, skice, fotografije i druge slike označiti rednim brojem te nazivom opisati. Vrijedi da se naslov ili opis tablice piše neposredno iznad tablice, a naslov ili opis slike neposredno ispod slike.

Također je važno u cijelom radu **ispravno navoditi literaturu** te druga znanstvena istraživanja vezana uz temu. Korištenje ideja ili radova drugih osoba bez ispravnog citiranja smatra se **plagiranjem**. Znanstvena zajednica strogo osuđuje postupke krađe ideja drugih znanstvenika ili krivotvorenje podataka, a pouzdaje se u čestitost znanstvenika i ispravnost znanstvenih istraživanja.

► Slika 1.2.5. Dijelovi znanstvenog rada



Kada se navodi drugo znanstveno istraživanje unutar teksta, bilježe se prezime autora i godina u zagradi. Kada se literatura navodi u popisu literature, potrebno je detaljno opisati izvor.

Pri navođenju knjiga: prezime i inicijal imena autora, naslov knjige, naziv izdavača, mjesto izdavanja i godina izdanja (npr. Nikolić, T., *Sistematska botanika*, Alfa, Zagreb, 2013.).

Pri navođenju radova objavljenih u časopisu: prezime i inicijal imena autora, naslov rada, naziv časopisa, volumen i broj časopisa, stranice na kojima je rad objavljen te godinu izdanja (npr. Milović, M., *Flora Šibeničke i okolice*, *Natura Croatica* 11(2): 171.223, 2002.).

Pri navođenju radova s interneta: prezime i inicijal imena autora, naslov rada, naziv izdavača (mrežne stranice), godina izdanja, poveznica na mrežnu stranicu, datum pristupanja stranici (npr. Hauser,

G., *Probiotici i probava*, Pliva zdravlje, 2017., <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/30061/Probiotici-i-probava.html> [5. veljače 2018.]).

Znanost i društvena odgovornost

Mnogi znanstvenici rade na terenu ili u laboratoriju, prikupljaju podatke i dolaze do zaključaka koji se često čine udaljeni od naših svakodnevnih života, dok drugi znanstvenici koriste ta otkrića kako bi stvorili neki proizvod ili razvili tehniku koja ima konkretan utjecaj na naše živote. Razliku između znanosti i tehnologije razlučili smo u prethodnoj temi. Mnoge tehnologije unaprijedile su naše živote, ali su mnoge pokazale i svoje nedostatke.

Istraživanja u području botanike i genetike dovela su do tog da moderna poljoprivreda uspješno prati i prehranjuje rastuću ljudsku populaciju. S druge strane, upotreba dušičnih gnojiva dovela je do onečišćenja voda, a upotreba pesticida pokazala se štetnom ne samo za nametnike nego i za mnoge druge organizme. Tko treba odlučiti trebamo li i na koji način neku tehnologiju primijeniti u praksi? Donošenje ispravnih odluka oko primjene znanstvenih otkrića nije dio znanosti, a etičke odluke uključuju odgovornost svih ljudi na koje te odluke imaju utjecaja. Dakle, odgovornost za korištenje znanstvenih otkrića *leži* na svim ljudima, ne samo na znanstvenicima. Uloga je znanstvenika u tom procesu pružiti što više preciznih informacija, ali svi građani, uključujući i znanstvenike, trebaju sudjelovati u donošenju odluka oko primjene znanstvenih otkrića. Sve veći napredak znanosti dovodi u fokus i sve veći broj bioetičkih pitanja u kojima kao građani moramo sudjelovati. Prema tome, razvoj znanosti ne povlači za sobom tek tako napredak društva, nego zahtijeva od svih građana upućenost i informiranost o temama o kojima kao društvo moramo donositi odluke.

PRIRODOZNANSTVENI POJMOVNIK

* **Antibiotik** = tvar koja uništava bakterije ili sprječava njihov rast i razmnožavanje.

* **Antibiogram** = metoda ispitivanja osjetljivosti bakterija na veći broj antibiotika na hranjivoj podlozi.

* **In vitro** = lat. na staklu, pod staklom; istraživanje ili procesi koji se zbivaju izvan živog organizma, u laboratorijskim uvjetima.

* **In vivo** = lat. na živome; istraživanje ili procesi koji se zbivaju u živom organizmu.

* **Citiranje** = navođenje publikacije (članak, knjiga, mrežna stranica) čiji se materijal koristio za vlastite radove.

Sažetak

Znanost je znanje koje obuhvaća opće istine ili opće zakonitosti koje su stečene i ispitane znanstvenim metodama.

Znanstvena metoda jest metoda istraživanja s točno definiranim koracima: istraživačko pitanje (1), istraživanje podataka (2), oblikovanje hipoteze (3), testiranje hipoteze (4), obrada podataka (5) i donošenje zaključka (6).

Znanstveno istraživanje objavljuje se u obliku znanstvenog rada.

Znanstveni rad sadrži: ove dijelove: naslov (1), sažetak (2), uvod (3), materijal i metode (4), rezultati (5), rasprava (6), zaključak (7), popis literature (8) i zahvala (9).

Znanstvena teorija jest naziv za višestruko znanstveno potvrđenu hipotezu.

Znanstveni rad donosi nove činjenice ili na novi način tumači postojeće, dok stručni rad daje samo pregled dosadašnjih znanja u nekom području.

Odgovornost o načinu korištenja znanstvenih otkrića leži na svim građanima, ne samo na znanstvenicima.

PROVJERI ZNANJE

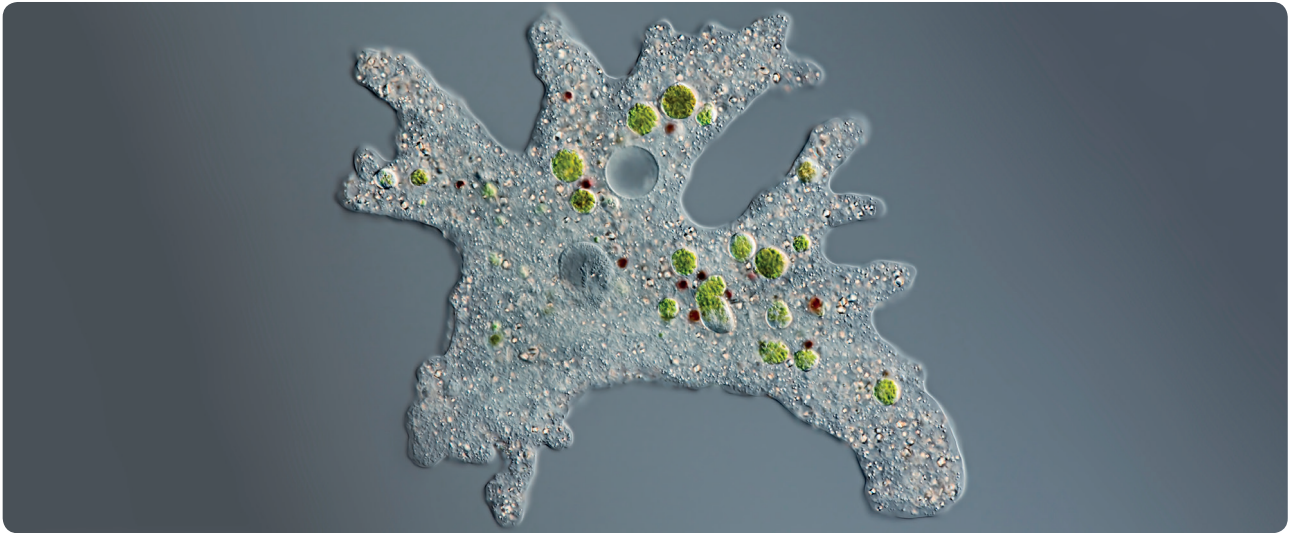


1. Koje korake obuhvaća znanstvena metoda?
2. Objasni razliku između nezavisne varijable, zavisne varijable i kontrole.
3. Navedi dijelove znanstvenog rada.
4. Koja je razlika između stručnog i znanstvenog rada?
5. Koja je razlika između znanstvene teorije i teorije u neformalnom govoru?



Riješi zadatke u radnoj bilježnici.

1.3. PRIBOR, ALAT I TEHNIKE U BIOLOGIJI



► *Slika 1.3.0. Što nam je potrebno za promatranje kretanja amebe?*

Kad proučiš ovu temu, moći ćeš

- ★ objasniti pravila rada i mjere opreza u biološkom laboratoriju
- ★ imenovati osnovni laboratorijski pribor i alat
- ★ pripremiti preparat za mikroskopiranje
- ★ pravilno koristiti mikroskop
- ★ promatrati i nacrtati predmet mikroskopiranja
- ★ ispravno koristiti mjerne jedinice za bilježenje podataka istraživanja
- ★ opisati otkrića tijekom prošlosti vezana uz razvoj mikroskopije
- ★ objasniti kako biološka istraživanja ovise o dostupnim alatima i tehnikama.

Ameboidno kretanje čest je način kretanja u životinjskom svijetu, a za amebe proteus-tipa karakteristično kretanje nazivamo *koračanjem*. *Koračanje* se u ovih ameba odvija uz pomoć lažnih nožica (pseudopodija) koje nastaju na jednom dijelu tijela da bi ubrzo nestale i pojavile se na drugom dijelu tijela. One nisu noge u pravom smislu, nego su to stanične izbočine koje nastaju zbog stezanja i opuštanja vlaknastih proteina u stanici, slično stezanju i opuštanju naših mišića. Iako govorimo o tijelu amebe, zapravo se radi o jednoj stanici. *Amoeba proteus* (slika 1.3.0.) velika je 0,2 – 0,3 mm u promjeru, a veći primjerci dosežu 0,5 mm pa su vidljivi i golim okom. No da bismo uspješno promatrali kretanje amebe, potreban nam je svjetlosni mikroskop. Osim toga za promatranje trebamo uzorak s amebama (u vodi), kapaljku, predmetno stakalce i pokrovnicu. Mikroskop i navedeni pribor dio su laboratorijske opreme bez čega ne bismo mogli promatrati kretanje amebe.

Rad u biološkom laboratoriju

I laboratorijski i terenski rad zahtijevaju pripremu i poštivanje zadane procedure kako bi se izbjegle određene opasnosti. Zbog toga u laboratoriju koristimo posebnu odjeću – kutu i drugi pribor za siguran rad, npr. zaštitne naočale i rukavice (slika 1.3.1.). Prije korištenja određene opreme, pribora i alata u laboratoriju treba se posavjetovati s nastavnikom/ nastavnicom te pratiti oznake opreza na ambalaži. Biološki laboratorij zajedničko je dobro svih učenika/ učenica škole te o njemu treba voditi brigu. Posebno treba pripaziti pri rukovanju staklenim predmetima, s primjenom električne energije, pri radu s plinovitim tvarima i vatrom, a pažnju treba obratiti i na ispravno odlaganje različitog otpada nakon praktičnog rada. Radno mjesto, sav materijal i pribor nakon rada treba očistiti i pospremiti kako bi laboratorij bio spreman za daljnje korištenje.



► Slika 1.3.1. Zaštitna oprema u biološkom laboratoriju: kuta i rukavice

Pribor i alat

Od pribora koji se koristi u biologiji razlikujemo terenski i laboratorijski pribor. U laboratorijski pribor i alat ubrajamo predmete koji se koriste u laboratoriju za izvođenje eksperimenta (slika 1.3.2.). Terenski pribor i alat čine predmeti za istraživanje na terenu. Pribor se razlikuje ovisno o području istraživanja pa su za bakteriologa važne Petrijeve zdjelice i eze, a za zoologa su važni skalpeli i pincete. Pribor za istraživanje u biologiji može biti načinjen od raz-

zličitih materijala (staklo, keramika, drvo, plastika, metal). Alati su stvari koje nam pomažu da što bolje odradimo neki zadatak. Najčešći alat u biologiji jest mikroskop, a služi za promatranje sitnih struktura koje ne možemo vidjeti golim okom. Za manja povećanja koristimo lupu, a razlikujemo ručnu i stolnu lupu. Osim pribora i alata u biologiji se često koriste bojila za bojenje staničnih struktura i organizama.

