



BIOLOGIJA

Ispitni katalog
za državnu maturu
u školskoj godini 2023./2024.



Nacionalni centar
za vanjsko vrednovanje
obrazovanja

ISPITNI KATALOG ZA **DRŽAVNU Maturu** U ŠKOLSKOJ GODINI 2023./2024.
BIOLOGIJA



Nacionalni centar
za vanjsko vrednovanje
obrazovanja

SADRŽAJ

UVOD	5
1. PODRUČJA ISPITIVANJA	6
2. OBRAZOVNI ISHODI	10
2.1. RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	10
2.1.1. RAZRADA ISHODA PODRUČJA A. <i>ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA</i>	10
2.1.2. RAZRADA ISHODA PODRUČJA B. <i>PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU</i>	15
2.1.3. RAZRADA ISHODA PODRUČJA C. <i>ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU</i>	39
2.1.4. RAZRADA ISHODA PODRUČJA D. <i>PRIRODOZNAVSTVENI PRISTUP</i>	47
3. STRUKTURA ISPITA	56
4. TEHNIČKI OPIS ISPITA	59
4.1. TRAJANJE ISPITA	59
4.2. IZGLED ISPITA I NAČIN RJEŠAVANJA	59
4.3. PRIBOR	59
5. OPIS BODOVANJA	60
5.1. VREDNOVANJE PRVE ISPITNE CJELINE	60
5.2. VREDNOVANJE DRUGE ISPITNE CJELINE	61
6. PRIMJERI ZADATAKA	62
6.1. PRIMJERI ZADATAKA VIŠESTRUKOGA IZBORA	62
6.2. PRIMJERI ZADATAKA OTVORENOGA TIPA	70
7. PRIPREMA ZA ISPIT	83
LITERATURA	84
UDŽBENICI PREMA NASTAVNOME PROGRAMU	84
UDŽBENICI PREMA KURIKULUMU BIOLOGIJE	85
PRILOZI	86



Napomena:

Ispitni materijali iz Biologije pisani su prema Hrvatskome pravopisu Instituta za hrvatski jezik i jezikoslovlje (<http://www.ihjj.hr>, 2013.).
U obrazovnim ishodima preuzetim iz kurikuluma napravljene su jezične korekcije sukladno normi hrvatskoga standardnog jezika.

UVOD

Ispitni katalog za državnu maturu iz Biologije temeljni je dokument ispita u kojemu su navedeni i objašnjeni sadržaji, kriteriji te načini ispitivanja i vrednovanja znanja u školskoj godini 2023./2024. Usklađen je s odobrenim kurikulumom za Biologiju za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj¹.

Sadrži sedam poglavlja:

1. Područja ispitivanja
2. Obrazovni ishodi
3. Struktura ispita
4. Tehnički opis ispita
5. Opis bodovanja
6. Primjeri zadataka
7. Priprema za ispit.

U prvome i drugome poglavlju navedeno je što se ispituje u ispitu. U prvome poglavlju navedena su područja ispitivanja, a u drugome ključna znanja i vještine koje pristupnik² treba usvojiti.

U trećemu, četvrtome i petome poglavlju opisani su način ispitivanja, struktura i oblik ispita, vrste zadataka te način rješavanja i vrednovanja zadataka i ispitnih cjelina.

U šestome poglavlju navedeni su primjeri zadataka s detaljnim objašnjenjem, a u sedmome poglavlju objašnjeno je na koji se način treba pripremiti za ispit.

¹ NN, br. 7/19 (22. 1. 2019.), Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Biologija za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj

² Termin „pristupnik” u ispitnome katalogu podrazumijeva rodnu razliku te se odnosi i na pristupnice i na pristupnike.

1. PODRUČJA ISPITIVANJA

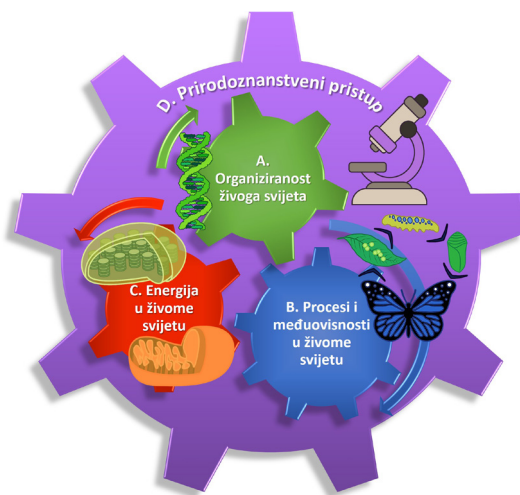
Uz opće ciljeve državne mature (promicanje cjeloživotnoga učenja, učinkovita prilagodba tržištu rada, stjecanje kompetencija za daljnje školovanje), specifični su ciljevi ispita državne mature iz Biologije provjera sljedećih kompetencija:

- sagledavanja kompleksnosti živoga svijeta na različitim organizacijskim razinama uz povezivanje pojava novih svojstava s usložnjavanjem građe živih bića
- razumijevanja osobnoga rasta i razvoja kao fizičkoga, psihičkoga i socijalnoga procesa u interakciji s drugim ljudima i prirodom te važnosti brige za vlastito zdravlje i zdravlje zajednice
- povezivanja čimbenika u okolišu i unutar organizma sa životnim procesima koji su omogućili postanak i razvoj života na Zemlji te analiziranja međuovisnosti svih organizama na Zemlji
- primjene znanstvenih principa biološkoga istraživanja te razumijevanja važnosti odgovornoga korištenja rezultata radi donošenja zaključaka i odluka
- analiziranja utjecaja bioloških spoznaja na kvalitetu života i okoliša na lokalnoj i globalnoj razini te važnosti održivoga razvoja
- povezivanja bioloških spoznaja sa spoznajama svih prirodoslovnih predmeta na konceptualnoj razini te s drugim područjima i međupredmetnim temama radi razvoja osobnih potencijala i osposobljavanja za upravljanje obrazovnim i profesionalnim razvojem.

Od generacija koje pripremamo za budućnost očekuje se sposobnost rješavanja problema i donošenja odluka, kritičko razmišljanje te kreativnost i inovativnost. Također, buduće generacije na razini osobnoga i socijalnoga razvoja trebaju znati upravljati svojim osobnim i profesionalnim putem te razumjeti važnost povezivanja s drugima i trebaju znati da svaki pojedinac može biti aktivan građanin ako se angažira i zastupa opći interes. Neizostavne su i komunikacijske kompetencije, informatička i digitalna pismenost te smisleno korištenje tehnologijom, što će omogućiti uspješnu pripremu za polaganje ispita državne mature iz Biologije.

Živi se svijet zbog svoje kompleksnosti može promatrati s mnogo različitih aspekata, ali je vrlo važno omogućiti njihovo preklapanje jer se samo na taj način živi svijet može sagledati u potpunosti. Pri konceptualnome pristupu biološki se problemi razmatraju s određenoga stajališta, ali pritom treba uočiti da se svaka pojavnost može promatrati i s druge polazišne točke, tj. da ciljevi razmatranja živoga svijeta mogu biti različiti.

U skladu s kurikulumom Biologije definirane su četiri velike ideje u biologiji, tj. četiri makrokoncepta konceptualnoga okvira biologije (slika 1.): A. *Organiziranost živoga svijeta*, B. *Procesi i međuovisnosti u živome svijetu*, C. *Energija u živome svijetu* te D. *Prirodnoznanstveni pristup*.



Slika 1. Međuodnosi područja za provjeru bioloških znanja (autor Marija Magda Radanović, 2020.)

Makrokoncepti sažimaju osnovna načela funkcioniranja živoga svijeta. To znači da makrokoncept predstavlja vršnu točku u sagledavanju neke pojave ili procesa, tj. određuje aspekt s kojega se biološka pojava ili proces promatraju i uz koji se primjenjuju uočeni obrasci te djeluje kao vidokrug promatranja. Svaki makrokoncept sastoji se od nekoliko koncepata I. reda koji se raščlanjuju na koncepte II. reda i dalje do najnižega koncepta u hijerarhiji koji objašnjava neku konkretnu biološku pojavu ili proces. Koncepti II. reda mogu se dalje raščlanjivati na koncepte nižega reda onoliko detaljno koliko zahtijeva pojedini obrazac uz svojstvo ili proces živih bića. Raščlambom makrokonceptata dolazi se do konkretnih primjera u kojima se zajednički obrasci mogu prepoznati.

U ovome će se ispitnom katalogu za makrokoncept primjenjivati termin područje, za koncept I. reda termin potpodručje I, a za koncept II. reda termin potpodručje II.

Tijekom pripremanja ispita državne mature iz Biologije nije dovoljno uzeti u obzir samo navedene sadržaje u ispitnome katalogu, već treba obratiti pozornost na razrađene ishode i pripadajuće koncepte prikazane kao potpodručje II njima nadređenoga potpodručja I i kao područje kojemu potpodručja I i II te ishod pripadaju. Takav strukturirani pogled pri učenju pruža okosnicu pogleda razmatranja neke biološke pojave ili procesa prikazanog kao sadržajna osnova. Zbog toga je nužno da se ponekad isti sadržaji pojavljuju uz različite koncepte i ishode vrednovanja jer se provjerava drugi aspekt određene pojave ili procesa. Također, treba obratiti pozornost na poveznice u Biologiji i ostalim predmetima te međupredmetnim temama kako su one opisane u kurikulumu Biologije. S ciljem provjere razumijevanja učenika pitanja mogu uključivati i integrirana znanja drugih predmeta i međupredmetnih tema koja nisu navedena u kurikulumu Biologije, ali su povezana s idejnom osnovom pitanja i ona se na njih oslanja. Pritom se neće provjeravati ishodi drugih predmeta, već će se samo pri objašnjenju tražiti primjena razumijevanja procesa ili pojava u skladu s učenjem u okviru drugih predmeta nužnih za odgovor i njegovo objašnjenje.

Područje A. *Organiziranost živoga svijeta* obuhvaća sve što je vezano za organiziranost živih struktura na svim ustrojstvenim razinama (slika 2.), a cilj je učenja uočiti temeljne i zajedničke

principe građe i raspodjele živoga svijeta te ih povezati s ulogama koje pojedine strukture obavljaju.

A. Organiziranost živoga svijeta

A.1. Organizacijske razine živog svijeta

- A.1.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama
- A.1.2. Stanično ustrojstvo živih organizama
- A.1.3. Ustrojstvo na razini organizma
- A.1.4. Ustrojstvo na razini populacije
- A.1.5. Ustrojstvene razine u biosferi

A.2. Organizacijska raspodjela živih bića

- A.2.1. Principi klasifikacije

Slika 2. Okvir učenja područja A. Organiziranost živoga svijeta

S obzirom na to da je živi svijet utemeljen na održavanju procesa i međusobnim interakcijama na različitim razinama pojavnosti, područje B. *Procesi i međuovisnosti u živome svijetu* najopsežnije je unutar konceptualnoga okvira učenja biologije. Obuhvaća razumijevanje održavanja ravnoteže u organizmu i održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi, zatim međuovisnosti živoga svijeta i okoliša, životnih ciklusa s osnovama nasljeđivanja te razvoja života na Zemlji (slika 3).

B. Procesi i međuovisnosti u živome svijetu

B.1. Održavanje ravnoteže u organizmu

- B.1.1. Homeostaza na razini stanice
- B.1.2. Homeostaza na razini organizma
- B.1.3. Poremećaji homeostaze

B.2. Međuovisnost živoga svijeta i okoliša

- B.2.1. Reakcija na podražaj
- B.2.2. Prilagodljivost
- B.2.3. Srodnosti živog svijeta
- B.2.4. Raznolikost živoga svijeta

B.3. Životni ciklusi

- B.3.1. Životni ciklus organizma
- B.3.2. Razmnožavanje na razini organizama
- B.3.3. Životni ciklus stanice
- B.3.4. Razmnožavanje na razini stanica
- B.3.5. Umnožavanje virusa i substancijskih tvorba
- B.3.6. Diferencijacija tkiva i organa

B.4. Nasljeđivanje

- B.4.1. Nasljeđivanje na razini organizama
- B.4.2. Nasljeđivanje na razini stanica

B.5. Postanak i razvoj života na Zemlji

- B.5.1. Čimbenici evolucije
- B.5.2. Postanak vrsta

B.6. Održavanje ravnoteže u prirodi

- B.6.1. Životni uvjeti
- B.6.2. Poremećaji uravnoteženog stanja u prirodi
- B.6.3. Održivost i razvoj

Slika 3. Okvir učenja područja B. Procesi i međuovisnosti u živome svijetu

Područje C. *Energija u živome svijetu* sastoji se od nekoliko potpodručja koja obrađuju procese izmjene tvari i pretvorbe energije na razini stanice, organizma i ekosustava (slika 4.).

C. Energija u živome svijetu

C.1. Izmjena tvari i pretvorba energije na razini stanice

- C.1.1. Metabolički procesi
- C.1.2. Procesii vezanja energije i sinteze biomolekula
- C.1.3. Procesii oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a

C.2. Izmjena tvari i pretvorba energije na razini organizma

- C.2.1. Unos tvari u organizam
- C.2.2. Razgradnja hranjivih tvari i pretvorba energije

C.3. Izmjena tvari i pretvorba energije na razini ekosustava

- C.3.1. Kruženje tvari u prirodi
- C.3.2. Izvori energije za živa bića

Slika 4. Okvir učenja područja C. Energija u živome svijetu

Područje D. *Prirodoznanstveni pristup* krovni je obrazac u Biologiji, tj. prirodoslovlju. Ovo je područje u funkciji razvoja prirodoslovne pismenosti koja se smatra jednom od ključnih kompetencija suvremenoga građanina. Prirodoslovna je pismenost prema PISA istraživanju sposobnost pojedinca da se angažira oko prirodoslovnih tema i ideja kao građanin koji promišlja. Takva sposobnost pretpostavlja primjenu prirodoslovnoga znanja te prepoznavanje pitanja i izvođenja zaključaka temeljenih na dokazima radi razumijevanja i lakšega donošenja odluka o prirodi, svijetu i promjenama koje izaziva ljudska aktivnost. Zbog toga je neophodno preklapanje ishoda područja D. *Prirodoznanstveni pristup* s ostalim područjima ispitnoga kataloga, tj. s makrokonceptima kao što je preporučeno u kurikulumu Biologije.

D. Prirodoznanstveni pristup

D.1. Znanstvena misao u biologiji

- D.1.1. Razvoj znanstvene misli tijekom povijesti

D.2. Istraživanje u biologiji

- D.2.1. Metodologija bioloških istraživanja
- D.2.2. Etika u biološkim istraživanjima
- D.2.3. Primjena bioloških istraživanja i otkrića

Slika 5. Okvir učenja područja D. Prirodoznanstveni pristup

Vrednovanje će se zbog vrlo velikoga broja primjera na kojima se mogu ostvariti ishodi unutar neke ispitne cjeline vezati za tipične primjere i primjere s kojima se učenici susreću u životu.

2. OBRAZOVNI ISHODI

U ispitnome katalogu ne treba gledati izolirano ishod učenja i njemu pridruženu sadržajnu osnovu, već treba uzeti u obzir strukturu svih područja i pripadajućih potpodručja te njihove međusobne veze, ali i veze s drugim prirodoslovnim predmetima. Ishodi su raspoređeni prema područjima, tj. prema makrokonceptima kurikuluma Biologije. Uz svaki ishod iz razrade, koji je preuzet iz kurikuluma Biologije i koji će služiti kao osnova za vrednovanje u ispitu državne mature iz Biologije, navedeno je detaljnije objašnjenje koja znanja i vještine mogu biti uključene u ispitne zadatke.

2.1. RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA

2.1.1. Razrada ishoda područja A. *Organiziranost živoga svijeta*

Organiziranost živih struktura vrlo je važna za žive organizme na svim ustrojstvenim razinama (tablica 1.), a za razumijevanje je neophodno uočiti temeljne i zajedničke principe građe živoga svijeta te ih povezati s ulogama koje pojedine strukture obavljaju. Organiziranost se stoga razmatra na molekularnoj i staničnoj razini, ali i na razini organizma, populacije i biosfere, pri čemu ne treba smetnuti s uma da su sve te razine ustrojstva živih bića međusobno razložno povezane.

Tablica 1. Prikaz ishoda područja A. Organiziranost živoga svijeta

PODRUČJE A. ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE I – A.1. ORGANIZACIJSKE RAZINE ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE II – A.1.1. MOLEKULARNO USTROJSTVO ŽIVIH ORGANIZAMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
A.1.1.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu. (BIO SŠ A.2.1.)	Uspoređuje kemijski sastav tjelesnih tekućina i morske vode povezujući ga s postankom prvih stanica te ulogom staničnih dijelova.	<ul style="list-style-type: none">♦ biogeni elementi♦ izvori biološki važnih spojeva♦ građa molekule vode i njezina svojstva♦ voda kao osnova staničnih i tjelesnih tekućina♦ građa organela/organa važna za održavanje kemijskoga sastava organizma♦ povezanost kemijskoga sastava morske vode, citoplazme i tjelesnih tekućina biljaka i životinja

PODRUČJE A. ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE I – A.1. ORGANIZACIJSKE RAZINE ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE II – A.1.1. MOLEKULARNO USTROJSTVO ŽIVIH ORGANIZAMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
A.1.1.2. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima. (BIO SŠ A.3.1.)	Povezuje građu i uloge staničnih dijelova.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ kemijske promjene pri unosu i odstranjivanju biogenih elemenata iz organizma ◆ kemijske veze važne za životne funkcije ◆ povezanost uloge pojedinih biološki važnih spojeva s njihovom građom ◆ relativni odnosi veličina molekula ◆ izračunavanje realne veličine stanica/organela uz pomoć mikroskopske slike i korištenoga povećanja ◆ povezivanje građe i uloge staničnih dijelova ◆ svojstva stanica i tkiva kojima je uvjetovana građa organa
	Objašnjava građu stanične membrane povezujući je s ulogama u različitim stanicama.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ utjecaj hipotoničnih/ hipertoničnih/ izotoničnih tekućina na organizme i stanice ◆ svojstva hidrofobnosti i hidrofilnosti ◆ princip građe biomembrane ◆ građa stanične membrane ovisno o ulogama u različitim stanicama
A.1.1.3. Objašnjava molekularnu osnovu živoga svijeta. (BIO SŠ A.4.1.)	Povezuje građu nukleinskih kiselina s njihovim ulogama.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ građa molekula DNA i RNA vezano za ulogu tijekom procesa replikacije, transkripcije i translacije ◆ kodirajući i nekodirajući lanac DNA, označavanje lanaca DNA i RNA (5' i 3') ◆ sličnosti i razlike u građi DNA prokariota i eukariota
	Opisuje odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ monomeri i polimeri biomolekula ◆ svojstva biološki važnih makromolekula za održavanje životnih funkcija
POTPODRUČJE II – A.1.2. STANIČNO USTROJSTVO ŽIVIH ORGANIZAMA		
A.1.2.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima. (BIO SŠ A.3.1.)	Uspoređuje prokariotski i eukariotski ustroj stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ prokariotska stanica ◆ eukariotska stanica ◆ građa staničnih organela i staničnih struktura

PODRUČJE A. ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE I – A.1. ORGANIZACIJSKE RAZINE ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE II – A.1.2. STANIČNO USTROJSTVO ŽIVIH ORGANIZAMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
A.1.2.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima. (BIO SŠ A.3.1.)	Stavlja u odnos DNA, kromatin i kromosome u različitim fazama životnoga ciklusa stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ odnos DNA i kromosoma ♦ promjene u organizaciji nasljedne upute tijekom faza interfaze, mitoze i mejoze
	Uspoređuje uloge dijelova jednostaničnoga organizma s razvojem organskih sustava višestaničnoga organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ usporedba građe organela jednostaničnoga organizma s građom tkiva/organa/organskih sustava koji imaju jednake ili slične funkcije u višestaničnome organizmu
	Raspravlja o položaju virusa i priona u odnosu na živi svijet.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ građa i važnost bioloških subjekata bez stanične građe u odnosu na živi svijet ♦ podjela virusa prema vrsti nukleinske kiseline ♦ opći plan građe DNA i RNA virusa
A.1.2.2. Objašnjava molekularnu osnovu živoga svijeta. (BIO SŠ A.4.1.)	Razlikuje gen, genom, genotip i fenotip.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ razlikovanje osnovnih pojmova nasljedne upute ♦ promjene u broju i strukturi kromosoma ♦ mutacije kao promjene u nasljednoj informaciji ♦ odnosi alela
	Objašnjava značenje broja kromosoma i/ili molekula DNA u različitim fazama životnoga ciklusa stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ faze životnoga ciklusa eukariotske stanice ♦ izgled kromosoma/molekula DNA ♦ diploidnost i haploidnost
	Objašnjava da su nukleinske kiseline temelj srodnosti i raznolikosti živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ razlike i sličnosti nasljedne osnove prokariotske i eukariotske stanice
POTPODRUČJE II – A.1.3. USTROJSTVO NA RAZINI ORGANIZMA		
A.1.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu. (BIO SŠ A.2.1.)	Uspoređuje građu organskih sustava organizama na različitim razinama složenosti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ odnosi površine i volumena stanica, tkiva, organa i organizama ♦ važnost veličine površine za izmjenu tvari na razini stanica, tkiva i organa ♦ princip plana građe uz osnovne značajke građe glavnih skupina organizama ♦ povezivanje građe i položaja organa/sustava organa s njihovom ulogom
	Povezuje ključne prilagodbe u građi tijela s uvjetima staništa.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ građa i uloga strukturnih elemenata jednostaničnih i višestaničnih organizama s obzirom na uvjete staništa

PODRUČJE A. ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE I – A.1. ORGANIZACIJSKE RAZINE ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE II – A.1.3. USTROJSTVO NA RAZINI ORGANIZMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
A.1.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu. (BIO SŠ A.2.1.)	Uspoređuje građu sustava koji obavljaju iste zadaće u čovjeku i drugim organizmima.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ komparativno povezivanje građe dijelova tijela različitih organizama vezano za izmjenu tvari, pokretljivost, razmnožavanje, primanje informacija i reakciju: pokrov tijela, probava, disanje, prijenos tvari, razmnožavanje, prijenos informacija, pokretanje, izlučivanje, obrana organizma
	Analizira usložnjavanje i pojavu novih svojstava povezujući princip građe s ekonomičnim funkcioniranjem različitih organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ usložnjavanje i pojava novih svojstava i principa građe s obzirom na ekonomično funkcioniranje različitih organizama ◆ građa tkiva, organa, sustava organa ili organizma za potrebe funkcioniranja u skladu s određenim životnim uvjetima
A.1.3.2. Uspoređuje specifičnosti građe pojedinih organizama povezujući ih s razvojnim stablom živoga svijeta. (BIO SŠ A.2.2.)	Uspoređuje organizme na temelju funkcionalnih i morfoloških značajki.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ prilagodbe u građi tijela na kopneni način života ◆ prilagodbe u građi tijela za život u vodi ◆ prilagodbe u građi tijela za letenje ◆ prilagodbe organizama koji su naknadno nastanili vodena staništa
A.1.3.3. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima. (BIO SŠ A.3.1.)	Povezuje građu i uloge tkiva.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ građa i uloga biljnih tkiva ◆ građa i uloga životinjskih tkiva ◆ povezanost građe tkiva s njihovim ulogama ◆ princip raspodjele tkiva ovisno o ulozi organa
POTPODRUČJE II – A.1.4. USTROJSTVO NA RAZINI POPULACIJE		
A.1.4.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta. (BIO SŠ A.1.1.)	Razlikuje na primjerima organizacijske razine biosfere.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ prostorna struktura populacije ◆ razlikovanje apsolutnih od relativnih metoda određivanja gustoće populacije ◆ dobnna struktura
A.1.4.2. Objašnjava molekularnu osnovu živoga svijeta. (BIO SŠ A.4.1.)	Objašnjava da su nukleinske kiseline temelj srodnosti i raznolikosti živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ genska struktura populacije ◆ značaj i uloga zajedničke zalihe gena za vrstu ◆ raznolikost i distribucija alela u populaciji

PODRUČJE A. ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE I – A.1. ORGANIZACIJSKE RAZINE ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE II – A.1.5. USTROJSTVENE RAZINE U BIOSFERI		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
A.1.5.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta. (BIO SŠ A.1.1.)	Razlikuje na primjerima organizacijske razine biosfere.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ povezanost između živoga i neživoga svijeta
A.1.5.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta. (BIO SŠ A.1.1.)	Uspoređuje složenost organizacijskih razina od jedinke do biosfere.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ razine organizacije živoga svijeta od molekule do biosfere uz prepoznavanje primjera: molekule, makromolekule, stanične strukture i organeli, stanice, tkiva, organi, organski sustavi, organizmi (jedinke), populacije, životne zajednice (biocenoze), ekosustavi, biomi, biosfera ◆ odnos organizacijske razine biosfere sa značajem za održavanje života na nekome određenom području
POTPODRUČJE I – A.2. ORGANIZACIJSKA RASPODJELA ŽIVIH BIĆA		
POTPODRUČJE II – A.2.1. PRINCIPI KLASIFIKACIJE		
A.2.1.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta. (BIO SŠ A.1.1.)	Objašnjava principe klasificiranja živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ smisao i potreba klasifikacije živoga svijeta ◆ razlikovanje sistematskih kategorija: sorta, pasmina, podvrsta, vrsta, rod, porodica, red, razred, koljeno/odjeljak, carstvo, domena ◆ važnost i primjena principa dvoimenoga nazivlja
	Primjenjuje dihotomski ključ za određivanje vrsta iz neposrednoga okoliša.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ princip služenja dihotomskim ključem ◆ korištenje dihotomskoga ključa za razvrstavanje organizama ◆ sažimanje najvažnijih svojstava nekoga predstavnika skupine u odnosu na uvjete života

PODRUČJE A. ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA		
POTPODRUČJE I – A.2. ORGANIZACIJSKA RASPODJELA ŽIVIH BIĆA		
POTPODRUČJE II – A.2.1. PRINCIPI KLASIFIKACIJE		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
A.2.1.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta. (BIO SŠ A.1.1.)	Razlikuje carstva živoga svijeta i najvažnije skupine živih bića.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ tri domene prema tipu stanične građe ♦ jednostanični prokariotski organizmi, jednostanični eukariotski organizmi, višestanični organizmi koji nemaju prava tkiva, višestanični organizmi s pravim tkivima ♦ osnovne razlike između organizama pojedinih skupina
A.2.1.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta. (BIO SŠ A.1.1.)	Razvrstava predstavnike živih bića u pojedine skupine na temelju morfoloških obilježja.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ razvrstavanje tipičnih organizama u skupine na temelju karakterističnih morfoloških značajki
A.2.1.2. Uspoređuje specifičnosti građe pojedinih organizama povezujući ih s razvojnim stablom živoga svijeta. (BIO SŠ A.2.2.)	Razvrstava poznate organizme na razvojnome stablu živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ razvrstavanje tipičnih organizama u skupine s obzirom na njihove srodstvene odnose ♦ povezanost građe organizama s njihovom srodnošću i životnim uvjetima tijekom njihove evolucijske prošlosti
A.2.1.3. Objašnjava molekularnu osnovu živoga svijeta. (BIO SŠ A.4.1.)	Objašnjava da su nukleinske kiseline temelj srodnosti i raznolikosti živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ princip filogenetske raspodjele živih bića ♦ povezanost sistematskih kategorija s razvojnim (filogenetskim) stablom

2.1.2. Razrada ishoda područja B. *Procesi i međuovisnosti u živome svijetu*

Procesi reguliraju održanje života organizma i biosfere, a njihovo razumijevanje temelji se na uočavanju međuovisnosti živoga svijeta i okoliša te povezanosti odnosa održavanja ravnoteže u organizmu i održavanja ravnoteže u prirodi (tablica 2.). Cilj je staviti u odnos životne cikluse te obilježja živih bića i načine njihova funkcioniranja u promjenjivim uvjetima okoliša. Pri učenju međuovisnosti živih bića ne treba smetnuti s uma da je čovjek tek jedan od organizama u živome svijetu te o njemu ne treba izdvojeno poučavati. Usprkos tomu, čovjeka treba staviti i u kontekst odnosa prema zdravlju i okolišu koji je vrlo važan za svakodnevni život te je neophodno da učenici budu dobro upoznati s aspektima međuovisnosti utjecaja čovjeka i prirode. Pritom treba uočiti povezanost okolišnih čimbenika i životnih navika s održavanjem zdravlja i sprečavanjem poremećaja ravnotežnoga stanja, tj.

s pojavom bolesti. Učenike treba potaknuti na promišljanje o čovjekovu utjecaju na okoliš i o utjecaju okoliša na čovjeka te o mogućnostima za razvoj populacije/društva.

Održavanje ravnoteže u organizmu uključuje sadržaje koji se odnose na procese održavanja homeostaze na razini stanice i organizma, kao i poremećaje koji nastaju kada se homeostaza poremeti. Međuovisnost živoga svijeta i okoliša obuhvaća sadržaje vezane za sposobnost organizama da reagiraju na podražaje iz okoliša i prilagođavaju im se na različite načine. Prilagodljivost, srodnost i raznolikost živoga svijeta treba vezati za tipične primjere, ali i one primjere s kojima se učenici susreću u životu. Životni ciklusi objedinjuju poimanje temeljnih obilježja razmnožavanja živih bića kao polazišne točke za rast i razvoj organizama i to od stanice kao najniže razine pa do jednostaničnoga ili višestaničnoga organizma. Pri proučavanju nasljeđivanja treba uočiti i povezati mehanizme prenošenja nasljednih osobina s roditelja na potomke, a važan su i utjecaj različitih čimbenika na fenotip organizma te utjecaj čimbenika iz okoliša koji su tijekom evolucije stvorili nove vrste. Održavanje ravnoteže u prirodi ukazuje na važnost životnih uvjeta za održavanje života jedinke, ali i populacije, kao i na poremećaje ravnoteže u prirodi nastale utjecajem čovjeka, zbog čega treba razmotriti mogućnosti održivoga razvoja kako bi se ravnoteža u prirodi zadržala ili popravila. Postanak i razvoj života na Zemlji obuhvaća razvoj organizama tijekom evolucije i to od njihova nastanka pa do današnjih dana.

Tablica 2. Prikaz ishoda područja B. Proces i međuovisnosti u živome svijetu

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.1. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U ORGANIZMU		
POTPODRUČJE II – B.1.1. HOMEOSTAZA NA RAZINI ORGANIZMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.1.1.1. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Objašnjava pojam homeostaze.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ princip homeostaze ◆ kretanje organizama prema izvoru podražaja ili od izvora podražaja ◆ uloga refleksa za održavanje života ◆ mehanizam povratne sprege pozitivna i negativna povratna sprega ◆ princip ključ-brava funkcije enzima ◆ princip hormonske regulacije ◆ mehanizam povratne sprege na višim organizacijskim razinama (ekvilibrij)

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.1. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U ORGANIZMU		
POTPODRUČJE II – B.1.1. HOMEOSTAZA NA RAZINI ORGANIZMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.1.1.1. Objasnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Uspoređuje principe održavanja homeostaze u jednostaničnim i višestaničnim organizmima.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ primjena principa homeostaze u jednostaničnome organizmu ♦ primjena principa homeostaze u višestaničnome organizmu ♦ važnost sunčanja poikilotermnih organizama ♦ promjene u potrebama za hranom i vodom u skladu sa stanjem organizma ili okoliša ♦ prednosti i nedostaci višestanične organizacije uz održavanje homeostaze
	Povezuje usklađenost rada tkiva, organa i organskih sustava s održavanjem homeostaze na primjeru biljnoga i životinjskoga/ ljudskoga organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ mehanizmi održavanja homeostaze u biljnome organizmu ♦ mehanizmi održavanja homeostaze u životinjskome/ ljudskome organizmu po organskim sustavima ♦ termoregulacija
B.1.1.2. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. (BIO SŠ B.3.1.)	Povezuje homeostazu stanice s homeostazom organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ sličnosti i razlike tjelesnih tekućina višestaničnih biljnih i životinjskih organizama i citoplazme ♦ regulacija sastava citoplazme i tjelesnih tekućina ♦ uloga fiziološke otopine pri velikome gubitku krvi
	Objasnjava utjecaje abiotičkih i biotičkih čimbenika na homeostazu stanice i organizma opisujući njihov odgovor.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ odgovor organizma na promjene abiotičkih i biotičkih čimbenika – učinak okoliša
	Objasnjava uloge vitamina i minerala u organizmu te posljedice njihova manjka/nedostatka.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ acidoza, alkalozna ♦ uloge vitamina i minerala neophodnih u organizmu te posljedice njihova manjka/nedostatka
POTPODRUČJE II – B.1.2. HOMEOSTAZA NA RAZINI STANICE		
B.1.2.1. Objasnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Objasnjava pojam homeostaze.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ princip prijenosa informacija i stanične komunikacije unutar organizma ♦ prijenos živčanoga impulsa ♦ održavanje stalnoga potencijala na membrani stanice ♦ difuzija i osmoza ♦ osmotska ravnoteža

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.1. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U ORGANIZMU		
POTPODRUČJE II – B.1.2. HOMEOSTAZA NA RAZINI STANICE		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.1.2.1. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Uspoređuje principe održavanja homeostaze u jednostaničnim i višestaničnim organizmima.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uloge staničnih dijelova u održavanju homeostaze ◆ prijenos tvari kroz membranu
	Povezuje abiotičke i biotičke čimbenike s održavanjem homeostaze i reakcijom organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ važnost raznolikosti mikroba u mikrobiomu za zdravlje višestaničnoga organizma
B.1.2.2. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. (BIO SŠ B.3.1.)	Analizira uloge staničnih dijelova u održavanju homeostaze uočavajući sinergiju staničnih dijelova.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ povezanost funkcioniranja prokariotske i eukariotske stanice
	Povezuje homeostazu stanice s homeostazom organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ povezanost uloge dijelova jednostaničnoga organizma s razvojem tkiva, organa i organskih sustava višestaničnoga organizma
	Objašnjava utjecaje abiotičkih i biotičkih čimbenika na homeostazu stanice i organizma opisujući njihov odgovor.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ odgovor stanice na promjene abiotičkih i biotičkih čimbenika – učinak okoliša
B.1.2.3. Analizira evolucijsko uslošnjanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja. (BIO SŠ B.3.4.)	Uspoređuje način funkcioniranja prokariotske i eukariotske stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uloga dijelova prokariotske stanice ◆ uloga organela eukariotske stanice
	Analizira uslošnjanje i pojavu novih svojstava povezujući princip građe s funkcioniranjem stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ sličnosti i razlike prokariotske i eukariotske stanice
POTPODRUČJE II – B.1.3. POREMEĆAJI HOMEOSTAZE		
B.1.3.1. Analizira održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.1.2.)	Objašnjava mehanizme održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ epidemije ◆ pandemije
	Povezuje očuvanje okoliša s očuvanjem vlastitoga zdravlja.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ odraz poremećaja u okolišu na život čovjeka i drugih organizama
B.1.3.2. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Uspoređuje principe održavanja homeostaze u jednostaničnim i višestaničnim organizmima.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ antibiotici ◆ antibiogram ◆ analiziranje krivulje rasta populacije bakterija
	Povezuje usklađenost rada tkiva, organa i organskih sustava s održavanjem homeostaze na primjeru biljnoga i životinjskoga/ ljudskoga organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ narušavanje mikrobioma u ljudima zbog pretjerane upotrebe antibiotika

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.1. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U ORGANIZMU		
POTPODRUČJE II – B.1.3. POREMEĆAJI HOMEOSTAZE		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.1.3.2. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Prosuduje o utjecaju životnih navika na zdravlje čovjeka argumentirajući odgovornost za vlastito zdravlje.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ posljedice nebrige za zdravlje ◆ utjecaj ovisnosti na ljudsko zdravlje ◆ posljedice loših životnih navika za organizam ◆ važnost tjelovježbe, održavanja higijene, pravilne prehrane i održavanja mentalnoga zdravlja za život čovjeka ◆ važnost probiotika kao živih mikroorganizama koje konzumiramo zbog njihova povoljnoga učinka na zdravlje ◆ važnost preventivnih posjeta liječniku i stomatologu te pravovremenoga odazivanja na preventivne preglede
	Primjenjuje postupke pružanja prve pomoći.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ samozaštita ◆ medicinski opravdana prva pomoć
B.1.3.3. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. (BIO SŠ B.3.1.)	Analizira uloge staničnih dijelova u održavanju homeostaze uočavajući sinergiju staničnih dijelova.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ imunosni odgovor ◆ T limfociti, B limfociti, plazma stanice ◆ antigeni
	Objašnjava utjecaje abiotičkih i biotičkih čimbenika na homeostazu stanice i organizma opisujući njihov odgovor.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ posljedice utjecaja neprirodnih promjena vanjskih čimbenika na organizam ◆ bolesti uslijed onečišćenja okoliša na određenome staništu ◆ uzroci nastanka otpornosti (rezistentnosti) bakterija na antibiotike, posljedice stvaranja otpornih bakterijskih sojeva
B.1.3.4. Analizira posljedice narušavanja homeostaze. (BIO SŠ B.3.2.)	Objašnjava razvoj bolesti i imunosni odgovor organizma ukazujući na važnost prevencije i liječenja.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ imunost ◆ razine imunosnoga odgovora ◆ primarna i sekundarna imunosna reakcija ◆ principi primjene pasivne i aktivne imunizacije ◆ simptomatsko liječenje, liječenje antibioticima
	Povezuje imunosno djelovanje organizma s alergijskim reakcijama i odbacivanjem transplantiranih tkiva ili organa.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ alergije ◆ autoimune bolesti ◆ transfuzija krvi i transfuzijske reakcije ◆ transplantacija tkiva i organa

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.1. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U ORGANIZMU		
POTPODRUČJE II – B.1.3. POREMEĆAJI HOMEOSTAZE		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.1.3.4. Analizira posljedice narušavanja homeostaze. (BIO SŠ B.3.2.)	Analizira utjecaj okolišnih čimbenika i patogena na razvoj bolesti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ patogeni mikroorganizmi i njihovi toksini koji mogu uzrokovati bolesti
	Povezuje epidemiološki lanac s prevencijom zaraznih bolesti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ princip zaraze ♦ patogenost ♦ epidemiološki lanac ♦ prevencija i sprečavanje širenja zaraze ♦ važnost pasivne i aktivne imunizacije
	Povezuje nekontroliranu diobu stanica s razvojem tumora.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ povezati stanične procese s nastankom tumora ♦ nastanak benignih i malignih tumora ♦ mogućnosti liječenja
B.1.3.5. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Utvrdjuje čovjekovu odgovornost u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ odgovornost laboratorija i medicinskih institucija u radu s virusima i bakterijama ♦ pojava novih sojeva virusa i mogućnost zaštite cjepivom
B.1.3.6. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)	Opisuje utjecaj civilizacije na životne uvjete te pojavu i širenje bolesti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ najvažnije zarazne i nezarazne bolesti, njihovi uzroci i posljedice za organizam te načini liječenja i prevencije ♦ utjecaj čovjeka na širenje ili sprečavanje širenja zaraznih bolesti
POTPODRUČJE I – B.2. MEĐUOVISNOST ŽIVOGA SVIJETA I OKOLIŠA		
POTPODRUČJE II – B.2.1. REAKCIJA NA PODRAŽAJ		
B.2.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava. (BIO SŠ B.1.1.)	Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ značaj podražljivosti za preživljavanje različitih organizama
B.2.1.2. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Uspoređuje principe održavanja homeostaze u jednostaničnim i višestaničnim organizmima.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ regulacija životnih procesa kao reakcija na podražaj

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.2. MEĐUOVISNOST ŽIVOGA SVIJETA I OKOLIŠA		
POTPODRUČJE II – B.2.1. REAKCIJA NA PODRAŽAJ		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.2.1.2. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Povezuje usklađenost rada tkiva, organa i organskih sustava s održavanjem homeostaze na primjeru biljnoga i životinjskoga/ljudskoga organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ razvoj sustava kontrole reakcija različitih organizama ◆ osjet i razvoj osjetila različitih organizama
B.2.1.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Stavlja u odnos sposobnost reakcije na podražaje i preživljavanje različitih organizama.	◆ princip reakcije na podražaje
	Objašnjava važnost razvoja osjetila i živčanoga sustava životinja/čovjeka.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ prijenos informacija u živčanome sustavu ◆ regulacije životnih procesa putem živčanoga sustava čovjeka ◆ uloga osjetila u održavanju homeostaze u različitim organizama
B.2.1.4. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. (BIO SŠ B.3.1.)	Objašnjava prijenos informacija u regulaciji životnih procesa organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ značaj refleksa za održavanje života čovjeka i životinja ◆ uloga sinapse u prijenosu informacija ◆ uloga hormona u regulaciji životnih procesa
POTPODRUČJE II – B.2.2. PRILAGODLJIVOST		
B.2.2.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava. (BIO SŠ B.1.1.)	Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ prilagodbe različitim klimatskim uvjetima ◆ prilagodbe predatora i plijena
	Uspoređuje uspješnost prilagodba na primjerima autohtonih, alohtonih i invazivnih stranih vrsta.	◆ preživljavanje autohtonih vrsta u prisutnosti alohtonih i invazivnih vrsta
B.2.2.2. Uspoređuje prilagodbe organizama na specifične životne uvjete. (BIO SŠ B.1.3.)	Uspoređuje prilagodbe na specifične uvjete u okolišu.	◆ oblik tijela i obojenost živih bića kao prilagodba okolišu
	Opisuje prilagodbe u ponašanju životinja s obzirom na promjene uvjeta okoliša.	◆ prilagodbe ponašanja na životne uvjete
B.2.2.3. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Povezuje usklađenost rada tkiva, organa i organskih sustava s održavanjem homeostaze na primjeru biljnoga i životinjskoga/ljudskoga organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ fiziološka adaptacija organizma ◆ reakcije organizma na promjene životnih uvjeta ◆ prilagodbe koje su omogućile pojavu homioitermnosti u ptica i sisavaca ◆ prilagodbe nametničkih organizama s obzirom na životne uvjete i način prehrane

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.2. MEĐUOVISNOST ŽIVOGA SVIJETA I OKOLIŠA		
POTPODRUČJE II – B.2.2. PRILAGODLJIVOST		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.2.2.4. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.	♦ prilagodbe organizama staništu načinom ishrane
	Stavlja u odnos sposobnost reakcije na podražaje i preživljavanje različitih organizama.	♦ princip razvoja prilagodbe organizma životnim uvjetima
B.2.2.5. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)	Povezuje selekciju, adaptaciju i specijaciju s evolucijom živoga svijeta.	♦ konvergencija ♦ homologni i analogni organi
POTPODRUČJE II – B.2.3. SRODNOSTI ŽIVOGA SVIJETA		
B.2.3.1. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitih organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Povezuje usklađenost rada tkiva, organa i organskih sustava s održavanjem homeostaze na primjeru biljnoga i životinjskoga/ ljudskoga organizma.	♦ ekonomične promjene u građi zbog važnih svojstava za održavanje života različitih skupina organizama
B.2.3.2. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.	♦ ekonomičnost građi i funkcije organizama u određenim uvjetima života ♦ srodnost kroz obilježja evolucijskih prethodnika zadržanih u čovjeku
B.2.3.3. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Argumentira važnost očuvanja bioraznolikosti za stabilnost ekosustava i čovjekov opstanak.	♦ utjecaj aerobnosti na bioraznolikost
B.2.3.4. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Objašnjava proces sinteze proteina.	♦ srodnost na temelju slijeda nukleotida u DNA i slijeda aminokiselina u proteinima
POTPODRUČJE II – B.2.4. RAZNOLIKOST ŽIVOGA SVIJETA		
B.2.4.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava. (BIO SŠ B.1.1.)	Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.	♦ tri razine biološke raznolikosti: raznolikost gena, vrsta i ekosustava ♦ povezanost broja vrsta i organizama

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.2. MEĐUOVISNOST ŽIVOGA SVIJETA I OKOLIŠA		
POTPODRUČJE II – B.2.4. RAZNOLIKOST ŽIVOGA SVIJETA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.2.4.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava. (BIO SŠ B.1.1.)	Prepoznaje ugrožene vrste na lokalnoj i globalnoj razini procjenjujući razloge njihove ugroženosti.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ raznolikost i održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi ◆ raznolikost ekosustava u odnosu na geografska i klimatska obilježja ◆ značaj zaštite određenih staništa u Hrvatskoj za očuvanje faune, flore i vegetacije ◆ održavanje uravnoteženoga stanja za održanje ponovno unesenih vrsta u nekome staništu ◆ karakteristike autohtonih pasmina životinja i sorta biljaka nastalih u ovisnosti s uvjetima života u određenome staništu ◆ promjene raznolikosti u ovisnosti s promijenjenim uvjetima života u određenome staništu
B.2.4.2. Analizira održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.1.2.)	Analizira antropogeni utjecaj na dinamičku ravnotežu u prirodi raspravljajući o načinima sprečavanja i/ili saniranja onečišćenja.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ povezivanje razloga ugroženosti vrsta s posljedicama za brojnost i izumiranje vrsta ◆ povezanost promijenjenih fizičko-kemijskih parametara u staništu s brojem vrsta i gustoćom populacije/brojnosti organizama
	Objašnjava na primjerima potrebu zaštite određenih vrsta i pojedinih prirodnih staništa te područja Hrvatske.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ zaštita vrsta u Republici Hrvatskoj i uzroci ugroženosti ◆ mogućnost korištenja nekoga organizma ili okoliša za potrebe čovjeka
B.2.4.3. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama (BIO SŠ B.2.1.)	Povezuje abiotičke i biotičke čimbenike s održavanjem homeostaze i reakcijom organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uzroci raznolikosti hrvatske faune i velikoga broja endema ◆ mjere zaštite bioraznolikosti

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.2. MEĐUOVISNOST ŽIVOGA SVIJETA I OKOLIŠA		
POTPODRUČJE II – B.2.4. RAZNOLIKOST ŽIVOGA SVIJETA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.2.4.4. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ značaj Crvenih knjiga i organizacije IUCN-a za zaštitu ugroženih vrsta, bioraznolikosti, flore i vegetacije te faune u Hrvatskoj i na Zemlji ♦ najznačajnije ugrožene i zaštićene vrste u Hrvatskoj ♦ održavanje uravnoteženoga stanja za održanje ponovno unesenih vrsta u nekome staništu ♦ „korist” i „štetnost” kao odraz antropocentričnosti ♦ tipovi vegetacije u Hrvatskoj i klimazonalna vegetacija ♦ karakteristične životne zajednice u obalnome, gorskome, središnjemu i nizinskome dijelu Hrvatske
B.2.4.5. Analizira posljedice narušavanja homeostaze. (BIO SŠ B.3.2.)	Analizira utjecaj okolišnih čimbenika i patogena na razvoj bolesti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj bolesti organizama nastalih zbog promjena okolišnih uvjeta na promjene raznolikosti u nekome staništu ili ekosustavu
B.2.4.6. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Argumentira važnost očuvanja bioraznolikosti za stabilnost ekosustava i čovjekov opstanak.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj organizama na čovjeka i druge organizme te biosferu
	Utvrđuje čovjekovu odgovornost u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ osobna odgovornost uz ugrožene vrste
	Raspravlja o uzrocima ugroženosti vrsta i populacija.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ opasnost organizma za druga živa bića
	Objašnjava čovjekov utjecaj na njegovu evoluciju i evoluciju živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ ponašanje čovjeka i njegove djelatnosti koje utječu na raznolikost
POTPODRUČJE I – B.3. ŽIVOTNI CIKLUSI		
POTPODRUČJE II – B.3.1. ŽIVOTNI CIKLUS ORGANIZMA		
B.3.1.1. Objlašnja održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Povezuje usklađenost rada tkiva, organa i organskih sustava s održavanjem homeostaze na primjeru biljnoga i životinjskoga/ ljudskoga organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj hormona na životni ciklus i razmnožavanje organizama ♦ utjecaj okolišnih uvjeta na životni ciklus i razmnožavanje organizama

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.3. ŽIVOTNI CIKLUSI		
POTPODRUČJE II – B.3.1. ŽIVOTNI CIKLUS ORGANIZMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.3.1.2. Uspoređuje životne cikluse organizama. (BIO SŠ B.2.2.)	Uspoređuje različite načine razmnožavanja.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ oblici nespalnoga/vegetativnoga razmnožavanja i spalnoga razmnožavanja ♦ vanjska i unutrašnja oplodnja ♦ značaj oplodnje za živi svijet ♦ prednosti i nedostaci različitih oblika razmnožavanja ovisno o životnim uvjetima
	Uspoređuje rasprostranjivanje, razvoj, sazrijevanje, sustave parenja te brigu za potomstvo različitih organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ bitne značajke pojedinih faza razvoja organizma ♦ povezanost zrelosti organizma sa životnim uvjetima i načinom života ♦ oblici i načini parenja ♦ načini oprašivanja ♦ načini rasprostranjivanja ♦ promjene kod majke i ploda tijekom trudnoće i tijekom dojenja djeteta ♦ briga o mladima
B.3.1.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Uspoređuje prilagodbe jednostaničnih organizama na različite životne uvjete.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ osnovne faze životnih ciklusa jednostaničnih organizama ♦ taksije ♦ osmoregulacija
B.3.1.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ pojavni oblici životinja i biljaka koji su uvjetovani godišnjim dobima ♦ brojnost potomstva s obzirom na životne uvjete pojedinih organizama
B.3.1.4. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Uspoređuje tijek života različitih stanica i organizama.	♦ uspoređivanje faza u životu različitih organizama
	Objašnjava važnost mejoze i spalnoga načina razmnožavanja za varijabilnost i održanje vrste.	♦ objašnjenje zašto je mejoza uzrok varijabilnosti potomaka
	Objašnjava ulogu staničnih dioba u očuvanju nasljedne upute.	♦ dioba u životnome ciklusu biljaka i životinja
	Povezuje mitozu s rastom, razmnožavanjem i obnavljanjem organizama te mejozu s varijabilnošću potomstva.	♦ izmjena diploidne i haploidne faze u životnome ciklusu

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.3. ŽIVOTNI CIKLUSI		
POTPODRUČJE II – B.3.1. ŽIVOTNI CIKLUS ORGANIZMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.3.1.4. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Objašnjava važnost mejoze i spolnoga načina razmnožavanja za evoluciju.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uloge povećanja broja stanica pri rastu višestaničnoga organizma ◆ uloga mitoze i mejoze u životnim ciklusima ◆ redukcija gametofita tijekom evolucije ◆ značaj nastanka sjemenki u sjemenjača i ploda u kritosjemenjača ◆ posljedice razmnožavanja u bliskome srodstvu
B.3.1.5. Objasnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Objasnjava zajedničko djelovanje genotipa i čimbenika okoliša u stvaranju fenotipa.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ modifikacije na primjeru promjene obilježja jedinke koja su nastala izravnim utjecajem čimbenika iz okoliša na jedinku ◆ nastanak klonova tijekom životnoga ciklusa različitih organizama
POTPODRUČJE II – B.3.2. RAZMNOŽAVANJE NA RAZINI ORGANIZAMA		
B.3.2.1. Objasnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Povezuje očuvanje okoliša s očuvanjem vlastitoga zdravlja.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ važnost pravilne higijene i održavanja zdravlja spolnih organa ◆ poželjne životne navike trudnica i dojilja ◆ rizična ponašanja majke tijekom trudnoće s mogućim opasnostima za plod
B.3.2.2. Uspoređuje životne cikluse organizama. (BIO SŠ B.2.2.)	Uspoređuje različite načine razmnožavanja.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ značaj očuvanja broja i vrste kromosoma
	Povezuje menstrualni ciklus s procesom spolnoga razmnožavanja.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ procesi i kontrolni mehanizmi spolnoga razmnožavanja ◆ faze i trajanje menstrualnoga ciklusa žene ◆ promjena koncentracije hormona tijekom menstrualnoga ciklusa i trudnoće
	Raspravlja o metodama planiranja obitelji, važnosti održavanja spolnoga zdravlja i ravnopravnosti spolova.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ važnost savjesti i ravnopravnosti pri planiranju obitelji kod obaju roditelja ◆ primjena i učinkovitost različitih kontracepcijskih metoda i sredstava ◆ kontracepcijska sredstva i njihova uloga za zdravlje čovjeka

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.3. ŽIVOTNI CIKLUSI		
POTPODRUČJE II – B.3.2. RAZMNOŽAVANJE NA RAZINI ORGANIZAMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.3.2.3. Analizira posljedice narušavanja homeostaze. (BIO SŠ B.3.2.)	Povezuje utjecaj životnih navika na zdravlje argumentirajući odgovornost za vlastito zdravlje.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ važnost praćenja menstruacijskoga ciklusa za zdravlje žene
B.3.2.4. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Objašnjava važnost mejoze i spolnoga načina razmnožavanja za varijabilnost i održanje vrste.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ varijabilnost potomaka kao rezultat procesa mejoze i spolnoga razmnožavanja
	Raspravlja o procesima potpomognute oplodnje.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ način provedbe i značaj potpomognute oplodnje
B.3.2.5. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Argumentira važnost očuvanja bioraznolikosti za stabilnost ekosustava i čovjekov opstanak.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ uloge mejoze u povećavanju raznolikosti organizama i u njihovoj evoluciji
POTPODRUČJE II – B.3.3. ŽIVOTNI CIKLUS STANICE		
B.3.3.1. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. (BIO SŠ B.3.1.)	Objašnjava prijenos informacija u regulaciji životnih procesa organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ genska šifra (okvir čitanja), kod, kodon, antikodon ♦ biosinteza proteina na razini transkripcije i translacije ♦ uloga u procesu sinteze proteina: ribosomi, mRNA, tRNA, rRNA, RNA polimeraza ♦ uloga START i STOP kodona ♦ aminokiseline u proteinima ♦ značaj stvaranja proteina ♦ upotreba tablice kodona
B.3.3.2. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Analizira stanični ciklus.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ uloga interfaze u životnome ciklusu stanice ♦ način oblikovanja kromosoma iz kromatina
	Objašnjava ulogu staničnih dioba u očuvanju nasljedne upute.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ broj i građa kromosoma na početku i na kraju dioba ♦ uloga i značaj staničnih struktura u životnome ciklusu stanice ♦ značaj apoptoze za životni ciklus stanice i opstanak organizma

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.3. ŽIVOTNI CIKLUSI		
POTPODRUČJE II – B.3.3. ŽIVOTNI CIKLUS STANICE		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.3.3.3. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Objašnjava mehanizam i ulogu replikacije DNA u staničnome ciklusu.	<ul style="list-style-type: none"> genska šifra kao triplet nukleotida na molekuli DNA i RNA komplementarnost uloga replikacije DNA u staničnome ciklusu uloga DNA polimeraze, ligaza
	Objašnjava proces sinteze proteina.	<ul style="list-style-type: none"> geni kao funkcionalni dijelovi molekule DNA, informacija za sintezu polipeptida/proteina, kalup za sintezu RNA molekula
POTPODRUČJE II – B.3.4. RAZMNOŽAVANJE NA RAZINI STANICA		
B.3.4.1. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Objašnjava važnost mejoze i spolnoga načina razmnožavanja za varijabilnost i održanje vrste.	<ul style="list-style-type: none"> povezanost mejoze i spolnoga načina razmnožavanja
	Opisuje oogenezu i spermatogenezu s aspekta broja kromosoma te broja nastalih stanica.	<ul style="list-style-type: none"> gametogeneza kao preduvjet spolnoga razmnožavanja na primjeru čovjeka tijek gametogeneze pojašnjenje da gametogeneza uključuje i mitozu i mejozu
	Objašnjava ulogu staničnih dioba u očuvanju nasljedne upute.	<ul style="list-style-type: none"> tijek binarne fisije (binarne diobe), faze mitoze i mejoze – sličnosti i razlike
POTPODRUČJE II – B.3.5. UMNOŽAVANJE VIRUSA I SUBSTANIČNIH TVORBA		
B.3.5.1. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Uspoređuje tijek života različitih stanica i organizama.	<ul style="list-style-type: none"> posljedice umnažanja virusa za organizam uloga plazmida u prenošenju gena iz jedne bakterijske stanice u drugu proces horizontalnoga prijenosa gena kod bakterije
B.3.5.2. Analizira evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja. (BIO SŠ B.3.4.)	Uspoređuje način funkcioniranja prokariotske i eukariotske stanice.	<ul style="list-style-type: none"> umnažanje mitohondrija i kloroplasta (plastida) citoplazmatsko nasljeđivanje – majčinsko nasljeđivanje
B.3.5.3. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Objašnjava principe genetičkoga inženjeringa.	<ul style="list-style-type: none"> upotreba plazmida u genetičkome inženjerstvu na primjeru kloniranja gena za inzulin
	Opisuje mehanizam umnožavanja virusa.	<ul style="list-style-type: none"> ulazak virusa u organizme i stanicu organizma proces umnažanja virusa

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.3. ŽIVOTNI CIKLUSI		
POTPODRUČJE II. – B.3.6. DIFERENCIJACIJA TKIVA I ORGANA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.3.6.1. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Povezuje usklađenost rada tkiva, organa i organskih sustava s održavanjem homeostaze na primjeru biljnoga i životinjskoga/ljudskoga organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ regeneracija organizma ♦ uloga meristemskih tkiva biljnoga organizma
B.3.6.2. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Povezuje diferencijaciju stanica s razvojem višestaničnoga organizma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ specijalizacije stanica ♦ obilježja stanica važna za nastanak i održavanje organizma ♦ povezanost djelovanja hormona s rastom, razvojem i sazrijevanjem organizma
B.3.6.3. Analizira evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja. (BIO SŠ B.3.4.)	Opisuje primjere specijalizacije stanica.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ povezanost stanica unutar tkiva biljnoga i životinjskoga organizma
B.3.6.4. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Objašnjava principe genetičkoga inženjeringa.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ princip provođenja terapije uz tkivno inženjerstvo
	Razlikuje značaj matičnih i diferenciranih stanica u genetičkome inženjerstvu.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ karakteristike i uloga matičnih stanica ♦ mogućnosti terapijskoga učinka matičnih stanica
POTPODRUČJE I – B.4. NASLJEĐIVANJE		
POTPODRUČJE II – B.4.1. NASLJEĐIVANJE NA RAZINI ORGANIZAMA		
B.4.1.1. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Uspoređuje tijek života različitih stanica i organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ nasljeđivanje u ulozi produženja vrste
	Objašnjava ulogu staničnih dioba u očuvanju nasljedne upute.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ razlike i sličnosti svojstva stanica nakon mitoze i nakon mejoze
	Povezuje nekontroliranu diobu stanica s razvojem tumora.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ značaj promjena gena/kromosoma za nastanak tumora i poremećaje razvoja ♦ djelovanje onkogenih i gena za tumorske supresore
B.4.1.2. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Raspravlja o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama i o njihovu utjecaju na uravnoteženo stanje u prirodi.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj genetički modificiranih organizama na ekosustave

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.4. NASLJEĐIVANJE		
POTPODRUČJE II – B.4.1. NASLJEĐIVANJE NA RAZINI ORGANIZAMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.4.1.2. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Raspravlja o mogućim rizicima primjene biotehnologije i kontroliranoga križanja.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ primjene biotehnologije i kontroliranoga križanja
	Argumentira važnost očuvanja bioraznost za stabilnost ekosustava i čovjekov opstanak.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ intervencija ljudi u genom drugih organizama tijekom prošlosti i danas
	Utvrđuje čovjekovu odgovornost u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznost.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ način na koji se čovjek koristi promjenljivošću vrsta
	Objašnjava čovjekov utjecaj na vlastitu evoluciju i evoluciju živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ umjetni odabir ♦ veza umjetnoga odabira i biotehnologije
B.4.1.3. Objasni životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Objasni nasljednu varijabilnost organizama primjenjujući Mendelove zakone.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ povezati Mendelove zakone s molekularnom osnovom nasljeđivanja ♦ monohibridno i dihibridno križanje, test-križanje ♦ primjena Mendelovih zakona križanja ♦ nepotpuna dominacija ♦ praćenje različitih svojstava na rodoslovnome stablu
	Objasni spolno vezano nasljeđivanje.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ spolno vezano nasljeđivanje
	Objasni zajedničko djelovanje genotipa i čimbenika okoliša u stvaranju fenotipa.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ povezanost nasljeđivanja s genotipom i fenotipom ♦ dominantno svojstvo, recesivno svojstvo, kodominantno svojstvo, nepotpuna dominacija ♦ alel, lokus, multipli aleli ♦ homozigot, heterozigot, hemizigot ♦ vezani geni, utjecaj „crossing overa” na odvajanje vezanih gena ♦ poligenska svojstva
	Objasni principe genetičkoga inženjeringa.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ proces nastanka klona

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.4. NASLJEĐIVANJE		
POTPODRUČJE II – B.4.2. NASLJEĐIVANJE NA RAZINI STANICA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.4.2.1. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Objašnjava ulogu staničnih dioba u očuvanju nasljedne upute.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ uspoređivanje različitih stanica višestaničnoga organizma s obzirom na nasljednu uputu i diobu kojom su nastale ♦ veza gen – DNA (kromatin) – kromosom, tjelesni i spolni kromosomi ♦ zbir (set) gena specifičan je za vrstu ♦ poliploidija i međuvrsni križanci
B.4.2.2. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Raspravlja o mogućim rizicima primjene biotehnologije i kontroliranoga križanja.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ primjena kulture stanica i tkiva
B.4.2.3. Objasnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Analizira promjene na razini gena (mutacije), građe i broja kromosoma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ mutacije ♦ divlji tip, somatske mutacije, mutacije u spolnim stanicama ♦ promjene broja i/ili građe kromosoma ♦ spontane i inducirane mutacije ♦ povezanost mutacija i mutagena
	Objasnjava značenje mutacija te promjene građe i broja kromosoma za evoluciju.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ promjene strukture i broja spolnih kromosoma (gonosoma) i tjelesnih kromosoma (autosoma) i njihove posljedice za organizam
	Objasnjava principe genetičkoga inženjeringa.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ značaj virusa i bakterija u genetičkome inženjerstvu ♦ vektori unosa gena ♦ genska terapija
POTPODRUČJE I – B.5. POSTANAK I RAZVOJ ŽIVOTA NA ZEMLJI		
POTPODRUČJE II – B.5.1. ČIMBENICI EVOLUCIJE		
B.5.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Povezuje abiotičke uvjete u praoceanu s postankom i razvojem života.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ abiotički uvjeti u praoceanu te postanak i razvoj života ♦ usložnjavanje molekula u abiotičkim uvjetima ♦ važnost pojave samoreplicirajućih molekula i metabolizma u postanku života

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.5. POSTANAK I RAZVOJ ŽIVOTA NA ZEMLJI		
POTPODRUČJE II – B.5.1. ČIMBENICI EVOLUCIJE		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.5.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Stavlja u odnos sposobnost reakcije na podražaje i preživljavanje različitih organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ važnost sposobnosti reakcije prvih organizama na podražaje ♦ opstanak organizama i evolucijski razvoj vrste u skladu sa sposobnostima prilagodbe promjenama životnih uvjeta ♦ povezanost građe i funkcije organizama u skladu s promjenama životnih uvjeta tijekom prošlosti
B.5.1.2. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. (BIO SŠ B.3.1.)	Objašnjava utjecaje abiotičkih i biotičkih čimbenika na homeostazu stanice i organizma opisujući njihov odgovor.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ značaj pojave polupropusne membrane u kemijskoj evoluciji
B.5.1.3. Analizira evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja. (BIO SŠ B.3.4.)	Opisuje endosimbiotsku teoriju.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ nastanak stanice endosimbiozom ♦ endocitoza ♦ mitohondriji, kloroplasti ♦ postanak mitohondrija i kloroplasta iz bakterija prema endosimbiotskoj teoriji ♦ karakteristike mitohondrija i kloroplasta koje potvrđuju njihov evolucijski postanak iz bakterija
	Analizira usložnjavanje i pojavu novih svojstava povezujući princip građe s funkcioniranjem stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ vertikalne i horizontalne sličnosti i ključne razlike građe i funkcije stanica, tkiva i organa različitih organizama tijekom razvoja života na Zemlji ♦ značaj evolucije genoma i porast količine genetičke informacije
B.5.1.4. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Objašnjava čovjekov utjecaj na vlastitu evoluciju i evoluciju živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj čovjeka na evoluciju bakterija i virusa i posljedice toga utjecaja

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.5. POSTANAK I RAZVOJ ŽIVOTA NA ZEMLJI		
POTPODRUČJE II – B.5.1. ČIMBENICI EVOLUCIJE		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.5.1.5. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Objašnjava značenje mutacija te promjene građe i broja kromosoma za evoluciju.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ značaj stalnosti broja kromosoma vrste i mutacije za evoluciju
B.5.1.6. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)	Objašnjava osnovna načela i etape kemijske i biološke evolucije.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ slijed kemijske i biološke evolucije uz vremensko–prostornu povezanost procesa i njihova slijeda
	Objašnjava teoriju evolucije na temelju postojećih dokaza.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Lamarckova i Wallace–Darwinova teorija evolucije ♦ dokazi evolucije ♦ filogenetsko stablo ♦ povezanost učestalosti alela u populaciji s evolucijom ♦ genski otklon (drift), učinak uskoga grla, efekt osnivača, protok gena kao čimbenik evolucije ♦ konvergencija i divergencija u kontekstu evolucije ♦ koevolucija (npr. cvjetnjače i kukci, predator i plijen)
	Raspravlja o čimbenicima evolucije i njihovim posljedicama.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ povezanost utjecaja čimbenika evolucije na promjene u populacijama s posljedicama za evoluciju
	Povezuje selekciju, adaptaciju i specijaciju s evolucijom živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ varijabilnost, mutacije, rekombinacija u kontekstu evolucijskih promjena ♦ filogenetska adaptacija ♦ važnost prirodne selekcije kao evolucijskoga čimbenika ♦ utjecaj izolacije na evolucijske promjene ♦ uloga genskoga drifta u specijaciji
	Povezuje promjenjivost životnih uvjeta na Zemlji i velika izumiranja u Zemljinoj prošlosti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ promjene životnih uvjeta tijekom Zemljine prošlosti ♦ posljedice velikih izumiranja u Zemljinoj prošlosti ♦ adaptivna radijacija koja slijedi nakon velikih izumiranja
	Opisuje utjecaj civilizacije na životne uvjete te pojavu i širenje bolesti.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj čovjeka na biološku evoluciju ♦ bolesti koje su utjecale na promjenu unutar populacije ili vrste

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.5. POSTANAK I RAZVOJ ŽIVOTA NA ZEMLJI		
POTPODRUČJE II – B.5.2. POSTANAK VRSTA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.5.2.1. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma. (BIO SŠ B.3.3.)	Objašnjava važnost mejoze i spolnoga načina razmnožavanja za evoluciju.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ povezanost kromatidne izmjene („crossing over”) i neovisnoga razdvajanja (segregacije) kromosoma u mejozi s povećanjem bioraznolikosti ♦ povezanost spolnoga razmnožavanja s mutacijama i evolucijom
B.5.2.2. Analizira evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja. (BIO SŠ B.3.4.)	Analizira usložnjavanje i pojavu novih svojstava povezujući princip građe s funkcioniranjem stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ povezanost svojstava važnih za održavanje života različitih organizama tijekom evolucijskoga razvoja
B.5.2.3. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Objašnjava čovjekov utjecaj na vlastitu evoluciju i evoluciju živoga svijeta.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ ponašanje i postupci tijekom ljudske povijesti koji utječu na evoluciju
B.5.2.4. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	Analizira promjene na razini gena (mutacije), građe i broja kromosoma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ mutacije i druge promjene u genomu ♦ značaj poliploidije u postanku novih vrsta
	Objašnjava značenje mutacija te promjene građe i broja kromosoma za evoluciju.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ mehanizmi specijacije ♦ oblici specijacije i njihove posljedice ♦ promjene na razini populacije, vrste i viših sistematskih kategorija
B.5.2.5. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)	Objašnjava osnovna načela i etape kemijske i biološke evolucije.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj autotrofa na promjenu sastava (pra)atmosfere i pojavu života na kopnu ♦ fiziološki, genetički i embriološki dokazi
	Objašnjava teoriju evolucije na temelju postojećih dokaza.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ značaj paleontologije za evolucijsku biologiju ♦ način postanka fosila ♦ vrste važne za praćenje tjeka evolucije

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.5. POSTANAK I RAZVOJ ŽIVOTA NA ZEMLJI		
POTPODRUČJE II – B.5.2. POSTANAK VRSTA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.5.2.5. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)	Opisuje evoluciju čovjeka.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Afrika kao čovjekova pradomovina ♦ osnovne značajke koje su, počevši od <i>Australopithecus</i> sp. te unutar roda <i>Homo</i>, usložnjavanjem dovele do postanka naše biološke vrste ♦ špilja Vindija i nalazišta krapinskoga pračovjeka Hušnjakovo brdo, D. G. Kramberger ♦ povezanost etapa evolucije hominida s prostorom na kojemu su se odvijale ♦ postanak roda <i>Homo</i> te postanak modernoga čovjeka ♦ položaj ljudske vrste u filogenetskome stablu ♦ povezanost značajka čovjeka sa značajkama ostalih živih bića u kontekstu evolucije ♦ teorije o višeregionalnoj i jedinstvenoj evoluciji modernoga čovjeka ♦ sličnost između ljudi i drugih organizama
POTPODRUČJE I – B.6. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U PRIRODI		
POTPODRUČJE II – B.6.1. ŽIVOTNI UVJETI		
B.6.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava. (BIO SŠ B.1.1.)	Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ abiotički i biotički čimbenici važni za život organizama ♦ utjecaj promjene abiotičkih uvjeta okoliša na život organizama ♦ odnosi unutar vrste i odnosi između vrsta ♦ tijek prirodne sukcesije i sukcesije nakon djelovanja čovjeka na ekosustav
	Objašnjava ekološku valenciju na primjerima.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj ekološke valencije na rasprostranjenost organizama ♦ abiotički i biotički čimbenici važni za život organizama

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.6. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U PRIRODI		
POTPODRUČJE II – B.6.1. ŽIVOTNI UVJETI		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.6.1.2. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	Povezuje abiotičke i biotičke čimbenike s održavanjem homeostaze i reakcijom organizma.	<ul style="list-style-type: none"> posljedice i uravnoteženje ekosustava nakon promjena životnih uvjeta značaj dušika za organizam i ekosustav značaj ugljika za organizam i ekosustav značaj fosfora za organizam i ekosustav objašnjenje značaja ciklusa vode za organizam i ekosustav
B.6.1.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Uspoređuje prilagodbe jednostaničnih organizama na različite životne uvjete.	<ul style="list-style-type: none"> komparativna usporedba prilagodba jednostaničnih organizama životnim uvjetima s obzirom na odvijanje životnih procesa
	Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.	<ul style="list-style-type: none"> ekonomičnost i povezanost građe i funkcije organizama kao reakcije na životne uvjete
	Stavlja u odnos sposobnost reakcije na podražaje i preživljavanje različitih organizama.	<ul style="list-style-type: none"> učinak okoliša na djelovanje enzima, metabolizam i lučenje hormona
B.6.1.4. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. (BIO SŠ B.3.1.)	Objašnjava utjecaje abiotičkih i biotičkih čimbenika na homeostazu stanice i organizma opisujući njihov odgovor.	<ul style="list-style-type: none"> promjene abiotičkih uvjeta okoliša kao ograničavajućih čimbenika za život organizma princip biološkoga sata i njegov utjecaj na život organizma
B.6.1.5. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Utvrđuje čovjekovu odgovornost u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti.	<ul style="list-style-type: none"> kapacitet okoliša poremećaji ekološke niše utjecajem čovjeka
B.6.1.6. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)	Raspravlja o čimbenicima evolucije i njihovim posljedicama.	<ul style="list-style-type: none"> dinamika populacije odnos predator – plijen odnosi u simbiozi kompeticija

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.6. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U PRIRODI		
POTPODRUČJE II – B.6.1. ŽIVOTNI UVJETI		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.6.1.6. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)	Opisuje utjecaj civilizacije na životne uvjete te pojavu i širenje bolesti.	<ul style="list-style-type: none"> globalno zatopljenje ozonske rupe biohazard kao organizam ili produkt nekoga organizma i njegov utjecaj na ostale organizme
POTPODRUČJE II – B.6.2. POREMEĆAJI URAVNOTEŽENOGA STANJA U PRIRODI		
B.6.2.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava. (BIO SŠ B.1.1.)	Uspoređuje uspješnost prilagodbi na primjerima autohtonih, alohtonih i invazivnih stranih vrsta.	<ul style="list-style-type: none"> širenje alohtonih i invazivnih vrsta i utjecaj na autohtone vrste
B.6.2.2. Analizira održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.1.2.)	<p>Analizira antropogeni utjecaj na dinamičku ravnotežu u prirodi raspravljajući o načinima sprečavanja i/ili saniranja onečišćenja.</p> <p>Objašnjava na primjerima potrebu zaštite određenih vrsta i pojedinih prirodnih staništa te područja Hrvatske.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ugrožavanje i gubitak staništa sastav populacija primjeri onečišćenja i zagađenja vode, tla i zraka uništavanje šuma
B.6.2.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.	<ul style="list-style-type: none"> utjecaj monokultura i GMO-a na prirodu i okoliš opasnosti utjecaja čovjeka na prirodna staništa primjeri ljudskoga djelovanja koji narušavaju uravnoteženo stanje u prirodi
B.6.2.4. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Raspravlja o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama i njihovu utjecaju na uravnoteženo stanje u prirodi.	<ul style="list-style-type: none"> utjecaj suvremene poljoprivrede na organizam i ekosustav
POTPODRUČJE II – B.6.3. ODRŽIVOST I RAZVOJ		
B.6.3.1. Analizira održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.1.2.)	Objašnjava mehanizme održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi.	<ul style="list-style-type: none"> očuvanje bioraznolikosti za stabilnost ekosustava i čovjekov opstanak

PODRUČJE B. PROCESI I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – B.6. ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U PRIRODI		
POTPODRUČJE II – B.6.3. ODRŽIVOST I RAZVOJ		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
B.6.3.1. Analizira održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.1.2.)	Objašnjava na primjerima potrebu zaštite određenih vrsta i pojedinih prirodnih staništa te područja Hrvatske.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ razlozi potrebe zaštite vrsta i staništa ◆ stabilnost različitih ekosustava s obzirom na njihovu bioraznolikost
	Povezuje porast ljudske populacije s održivim razvojem.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ održivost porasta ljudske populacije na raznim područjima Zemlje
	Analizira osobnu odgovornost u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi predlažući promjene na lokalnoj razini usmjerene prema održivome razvoju.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ značaj održivoga razvoja za život na Zemlji ◆ mogućnosti smanjenja ekološkoga otiska
B.6.3.2. Uspoređuje prilagodbe organizama na specifične životne uvjete. (BIO SŠ B.1.3.)	Raspravlja o utjecaju prirodnih katastrofa na ekosustav.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ posljedice prirodne katastrofe na organizme i ekosustav
B.6.3.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)	Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ potreba zaštite prirodnih resursa ◆ primjena ekološki prihvatljivih metoda u poljoprivredi
B.6.3.4. Analizira posljedice narušavanja homeostaze. (BIO SŠ B.3.2.)	Analizira utjecaj okolišnih čimbenika i patogena na razvoj bolesti.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ prikupljanje sekundarnih sirovina i njihovo recikliranje ◆ značaj pročišćavanja i potrebe štednje vode
B.6.3.5. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)	Argumentira važnost očuvanja bioraznolikosti za stabilnost ekosustava i čovjekov opstanak.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ razlozi zaštite prirodnih područja, staništa i ekosustava i njihove specifičnosti ◆ specifičnosti i razlozi zaštite nacionalnih parkova u Republici Hrvatskoj te njihov utjecaj na okolna staništa i organizme ◆ značenje strogih rezervata ◆ značenje parkova prirode
	Utvrđuje čovjekovu odgovornost u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ osobni doprinosi očuvanju bioraznolikosti i zaštiti prirode
B.6.3.6. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)	Opisuje utjecaj civilizacije na životne uvjete te pojavu i širenje bolesti.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ važnost prevencije širenja bolesti pridržavanjem higijenskih i epidemioloških preporuka

2.1.3. Razrada ishoda područja C. Energija u živome svijetu

Procesi u kojima se odvija izmjena tvari i pretvorba energije (tablica 3.) odvijaju se u živome svijetu na razini stanice, organizma i biosfere te su okosnica održanja života. Ekonomičnost odvijanja tih procesa odražava se i u strukturama koje su ustrojstvene jedinice živih bića, a uvjetovana je i s odvijanjem drugih procesa i omogućavanjem međuovisnosti živih bića te je zbog toga važan regulatorni mehanizam života na Zemlji.

Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice uključuju metaboličke puteve fotosinteze, vrenja i staničnoga disanja i prijenos tvari kroz membranu te organele ili druge stanične strukture u kojima se procesi oslobađanja ili pohranjivanja energije događaju. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini ekosustava obuhvaćaju kruženje tvari u prirodi te izvore energije za živa bića. Vrlo je važno energijske promjene sagledati i s aspekta ekonomičnosti raspolaganja energijom kao osnovnim principom iskorištavanja energije na različitim organizacijskim razinama živoga svijeta.

Tablica 3. Prikaz ishoda područja C. Energija u živome svijetu

PODRUČJE C. ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – C.1. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI STANICE		
POTPODRUČJE II – C.1.1. METABOLIČKI PROCESI		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
C.1.1.1. Objasnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života. (BIO SŠ C.1.1.)	Objasnjava protjecanje energije ekosustavom i kruženje tvari.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ značaj osnovnih metaboličkih procesa na razini stanice za organizam koji ga provodi i za živi svijet u biosferi ♦ pretvorbe energije u različitim uvjetima u okolišu
C.1.1.2. Uspoređuje energetske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima. (BIO SŠ C.2.2.)	Povezuje iskorištavanje energije i održavanje homeostaze u organizmu s fiziološkim stanjima.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ pretvorbe energije u procesima u organizmu ovisno o životnoj dobi ♦ pretvorbe energije u procesima u organizmu pri fizičkome naporu ♦ pretvorbe energije u procesima u organizmu tijekom bolesti ♦ pretvorbe energije u procesima u organizmu ovisno o uvjetima u okolišu
C.1.1.3. Analizira procese kruženja tvari, vezanja i pretvorbi energije na razini stanice povezujući ih s funkcioniranjem organizama. (BIO SŠ C.3.1.)	Analizira osnovne metaboličke procese na razini stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ povezivanje reakcija fotosinteze s reakcijama staničnoga disanja ♦ čimbenici koji potiču i smanjuju metaboličke procese ♦ pretvorbe energije u procesima vezanim uz ATP

PODRUČJE C. ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – C.1. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI STANICE		
POTPODRUČJE II – C.1.1. METABOLIČKI PROCESI		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
C.1.1.4. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice. (BIO SŠ C.3.2.)	Analizira prijenos tvari kroz membranu/membranom s aspekta korištenja energije.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ energetski pasivni procesi prijelaza tvari kroz membranu kao osnova odvijanja metaboličkih reakcija ◆ procesi prijelaza tvari kroz membranu uz utrošak energije ◆ energetski učinak uz prolazak tvari kroz membranu s obzirom na proces prijenosa ◆ energetski učinak uz prolazak tvari kroz membranu s obzirom na vrstu tvari koja se prenosi ◆ energetski učinak uz prolazak tvari kroz membranu s obzirom na stanice koje provode procese prijenosa ◆ energetski procesi Na⁺/K⁺ pumpe
C.1.1.5. Raspravlja o iskorištavanju energije na različitim organizacijskim razinama živoga svijeta. (BIO SŠ C.4.2.)	Povezuje aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uloga DNA pri upravljanju energetskim procesima u organizmu
POTPODRUČJE II – C.1.2. PROCESI VEZANJA ENERGIJE I SINTEZE BIOMOLEKULA		
C.1.2.1. Objašnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života. (BIO SŠ C.1.1.)	Objašnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosustavima.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ energijske potrebe autotrofnih organizama ◆ uzroci razlika u primarnoj proizvodnji u različitim ekosustavima i biomima
C.1.2.2. Objašnjava protjecanje i pretvorbe energije na razini organskih sustava i organizma. (BIO SŠ C.2.1.)	Objašnjava ulogu cijanobakterija u stvaranju aerobnih uvjeta na Zemlji kao preduvjeta za osvajanje kopna.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uvjeti za odvijanje fotosinteze kod cijanobakterija u praoceanima i danas ◆ uloga cijanobakterija u stvaranju metabolita različitih ekosustava
	Povezuje usložnjavanje građe organizama s aerobnim životnim uvjetima.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uvjeti za odvijanje procesa sinteze biomolekula u aerobnim i anaerobnim uvjetima ◆ organizmi koji provode procese vezanja energije ◆ povezanost građe organela s odvijanjem procesa fotosinteze

PODRUČJE C. ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – C.1. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI STANICE		
POTPODRUČJE II – C.1.2. PROCESI VEZANJA ENERGIJE I SINTEZE BIOMOLEKULA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
C.1.2.3. Analizira procese kruženja tvari, vezanja i pretvorbi energije na razini stanice povezujući ih s funkcioniranjem organizama. (BIO SŠ C.3.1.)	Analizira osnovne metaboličke procese na razini stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ procesi vezanja energije s obzirom na reaktante i produkte ◆ reakcije fotosinteze ◆ uspoređivanje fotosinteze i kemosinteze ◆ oblici u kojima su biljci dostupne glavne mineralne tvari potrebne za razvitak biljke i njihove uloge u razvitku biljke ◆ oblici u kojima su biljci dostupni vodik, kisik, dušik, ugljik, fosfor, sumpor i magnezij ◆ uloge vode, ugljikova(IV) oksida i mineralnih tvari za biljku ◆ primarne i sekundarne reakcije fotosinteze ◆ utjecaj vanjskih čimbenika na intenzitet fotosinteze ◆ primarna proizvodnja u odnosu na intenzitet fotosinteze
C.1.2.4. Analizira procese vezanja i pretvorbi energije tijekom postanka života na Zemlji. (BIO SŠ C.4.1.)	Stavlja u odnos aerobnost i bioraznolikost.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ usporedba energetske potrebe i rasprostranjenja aerobnih i anaerobnih organizama
POTPODRUČJE II – C.1.3. PROCESI OSLOBAĐANJA ENERGIJE IZ BIOMOLEKULA I SINTEZA ATP–A		
C.1.3.1. Objašnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života. (BIO SŠ C.1.1.)	Objašnjava pretvorbe konzumirane energije u potrošača.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ energetske potrebe i izvori energije za heterotrofne organizme
C.1.3.2. Objašnjava protjecanje i pretvorbe energije na razini organskih sustava i organizma. (BIO SŠ C.2.1.)	Povezuje usloznavanje građe organizama s aerobnim životnim uvjetima.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ dijelovi anaerobnih mikroorganizama vezanih uz funkciju pretvorbe energije i procesi koji se u njima odvijaju ◆ sličnosti i razlike odvijanja procesa uz pomoć kojih aerobni organizmi dolaze do energije i dijelova njihova tijela u kojima se odvijaju ti procesi
	Povezuje tjelesnu temperaturu s intenzitetom metabolizma.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ intenzitet metabolizma s obzirom na tjelesnu temperaturu organizma ◆ intenzitet metabolizma s obzirom na aktivnost organizma

PODRUČJE C. ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – C.1. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI STANICE		
POTPODRUČJE II – C.1.3. PROCESI OSLOBAĐANJA ENERGIJE IZ BIOMOLEKULA I SINTEZA ATP–A		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
C.1.3.3. Analizira procese kruženja tvari, vezanja i pretvorbi energije na razini stanice povezujući ih s funkcioniranjem organizama. (BIO SŠ C.3.1.)	Uspoređuje iskoristivost hranjivih tvari u anaerobnim i aerobnim procesima.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ razlike oslobođene energije iz hranjivih tvari u anaerobnim i aerobnim procesima
	Analizira osnovne metaboličke procese na razini stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ procesi vrenja i uvjeti u kojima se odvijaju ◆ stanično disanje: anaerobno, aerobno ◆ povezanost vrenja i glikolize te vrenja i staničnoga disanja ◆ oslobađanje kemijske energije iz ATP–a i njezino korištenje za životne procese ◆ iskoristivost ATP–a
	Opisuje uloge ugljikohidrata, masti i proteina u organizmu.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uloge ugljikohidrata, masti i proteina u organizmu
	Objašnjava ulogu hormona u raspolaganju energijom.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uloga hormona u raspolaganju energijom
C.1.3.4. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice. (BIO SŠ C.3.2.)	Povezuje iskorištavanje energije s okolišnim uvjetima i brojem staničnih tvorba u različitim stanicama.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ povezanost iskorištavanja energije s razvojnom fazom, načinom života i uvjetima u okolišu nekoga organizma ◆ iskorištavanje energije s obzirom na okolišne uvjete
C.1.3.5. Raspravlja o iskorištavanju energije na različitim organizacijskim razinama živoga svijeta. (BIO SŠ C.4.2.)	Analizira biotehnološki proces uzimajući u obzir cjelokupni učinak.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ fermentacija u proizvodnji namirnica
POTPODRUČJE I – C.2. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI ORGANIZMA		
POTPODRUČJE II – C.2.1. UNOS TVARI U ORGANIZAM		
C.2.1.1. Objašnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života. (BIO SŠ C.1.1.)	Objašnjava pretvorbe konzumirane energije u potrošača.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ dostupnost hrane heterotrofnim organizmima u promijenjenim uvjetima
C.2.1.2. Objašnjava protjecanje i pretvorbe energije na razini organskih sustava i organizma. (BIO SŠ C.2.1.)	Uspoređuje načine prehrane različitih organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ energetske potrebe organizma u ovisnosti s načinom života i životnim uvjetima ◆ razlike u načinu prehrane bakterija

PODRUČJE C. ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – C.2. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI ORGANIZMA		
POTPODRUČJE II – C.2.1. UNOS TVARI U ORGANIZAM		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
C.2.1.3. Uspoređuje energijske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima. (BIO SŠ C.2.2.)	Povezuje obrasce raspolaganja energijom s ponašanjem, načinom života i preživljavanjem različitih organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ potreba biljke za mineralnim tvarima ♦ dostupnost mineralnih tvari autotrofnim organizmima u promijenjenim uvjetima ♦ specifični oblici i energetska učinkovitost ishrane biljaka zbog uvjeta staništa i načina života
C.2.1.4. Analizira procese kruženja tvari, vezanja i pretvorbi energije na razini stanice povezujući ih s funkcioniranjem organizama. (BIO SŠ C.3.1.)	Analizira osnovne metaboličke procese na razini stanice.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ princip izmjene plinova u plućima i na razini stanica ♦ prijenos plinova iz alveola u krv i iz krvi u stanice i obrnuto ♦ frekvencija disanja organizama u različitim klimatskim područjima i pod utjecajem promjene abiotičkih čimbenika ♦ prerada i izlučivanje plinova u energetskim procesima organizma tijekom disanja
POTPODRUČJE II – C.2.2. RAZGRADNJA HRANJIVIH TVARI I PRETVORBA ENERGIJE		
C.2.2.1. Objašnjava principe iskorištavanja energije na razini ekosustava s aspekta održivoga razvoja. (BIO SŠ C.1.2.)	Objašnjava čovjekovo ponašanje pri korištenju energijom uz ilustraciju primjerima.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ obnovljivi i neobnovljivi izvori energije ♦ opasnosti i zaštita pri korištenju aparata koje pokreću različiti energenti
C.2.2.2. Objašnjava protjecanje i pretvorbe energije na razini organskih sustava i organizma. (BIO SŠ C.2.1.)	Uspoređuje načine prehrane različitih organizama.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ sastojci hrane koji su izvor energije u organizmu i koji izgrađuju organizam ♦ iskorištavanje hranjivih tvari ♦ skladištenje hranjivih tvari ♦ bazalni i radni metabolizam
	Povezuje tjelesnu temperaturu s intenzitetom metabolizma.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ utjecaj homoiotermije i poikilotermije na frekvenciju hranjenja, odabir hrane i probavu organizama
C.2.2.3. Uspoređuje energijske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima. (BIO SŠ C.2.2.)	Povezuje iskorištavanje energije i održavanje homeostaze u organizmu s fiziološkim stanjima.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ kemijska razgradnja hrane uz probavne žlijezde ♦ razgradnja tvari uz enzime u izlučevinama probavnih žlijezda ♦ utjecaj nepravilne funkcije pojedine žlijezde na probavu i apsorpciju hranjivih tvari

PODRUČJE C. ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – C.2. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI ORGANIZMA		
POTPODRUČJE II – C.2.2. RAZGRADNJA HRANJIVIH TVARI I PRETVORBA ENERGIJE		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
C.2.2.4. Analizira procese kruženja tvari, vezanja i pretvorbi energije na razini stanice povezujući ih s funkcioniranjem organizama. (BIO SŠ C.3.1.)	Uspoređuje iskoristivost hranjivih tvari u anaerobnim i aerobnim procesima.	<ul style="list-style-type: none"> odnosi energije na razini stanice i jedinke prerada i izlučivanje tvari u energetske procese organizma tijekom prehrane uloga produkata žlijezda i žljezdanih stanica u probavi hrane životinjskoga organizma mehanizam rada bubrega i nefrona u ovisnosti o energetskej aktivnosti organizma
C.2.2.5. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice. (BIO SŠ C.3.2.)	Povezuje iskorištavanje energije s okolišnim uvjetima i brojem staničnih tvorba u različitim stanicama.	<ul style="list-style-type: none"> metabolizam organizma u ovisnosti o abiotičkim čimbenicima biotopa povezanost brojnosti mitohondrija s oslobađanjem energije u mišićnim stanicama
POTPODRUČJE I – C.3. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI EKOSUSTAVA		
POTPODRUČJE II – C.3.1. KRUŽENJE TVARI U PRIRODI		
C.3.1.1. Objašnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života. (BIO SŠ C.1.1.)	Objašnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosustavima.	<ul style="list-style-type: none"> primarna i sekundarna proizvodnja ekosustava najproduktivniji ekosustavi
	Objašnjava protjecanje energije ekosustavom i kruženje tvari.	<ul style="list-style-type: none"> povezanost tvari i energije u procesima protjecanja energije ekosustavom
	Analizira hranidbene odnose u različitim ekosustavima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide.	<ul style="list-style-type: none"> veza potrebe za hranom i energetske potrebe organizma energetski utjecaj pojedinoga člana hranidbenoga lanca/hranidbene mreže na ostale članove potrošnja apsorbirane energije na različitim razinama hranidbene piramide
	Objašnjava pretvorbe konzumirane energije u potrošača.	<ul style="list-style-type: none"> uloge proizvođača i potrošača u kruženju ugljika, vode i dušika u prirodi pretvorba energije tijekom probave pretvorbe energije na primjeru kretanja živih bića
	Opisuje biogeokemijske cikluse ugljika, dušika, fosfora i vode objašnjavajući njihovu važnost.	<ul style="list-style-type: none"> važnost biogeokemijskih ciklusa vode, ugljika, dušika i fosfora u različitim ekosustavima

PODRUČJE C. ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – C.3. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI EKOSUSTAVA		
POTPODRUČJE II – C.3.1. KRUŽENJE TVARI U PRIRODI		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
C.3.1.2. Objašnjava principe iskorištavanja energije na razini ekosustava s aspekta održivoga razvoja. (BIO SŠ C.1.2.)	Objašnjava iskorištavanje energije u ekosustavu i biosferi.	<ul style="list-style-type: none"> iskorištavanje energije u različitim ekosustavima uloge bakterija u kruženju dušika u prirodi uloga razlagača na primjeru kruženja ugljika i vode
	Povezuje čovjekovo ponašanje s konceptom održivoga razvoja.	<ul style="list-style-type: none"> recikliranje otpada štednja energije i energenata racionalno korištenje izvorima vode i njihova zaštita
C.3.1.3. Uspoređuje energijske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima. (BIO SŠ C.2.2.)	Povezuje iskorištavanje energije i održavanje homeostaze u organizmu s fiziološkim stanjima.	<ul style="list-style-type: none"> mehanizmi i prilagodbe kojima organizmi iskorištavaju najviše dostupne energije u različitim ekosustavima
POTPODRUČJE II – C.3.2. IZVORI ENERGIJE ZA ŽIVA BIĆA		
C.3.2.1. Objašnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života. (BIO SŠ C.1.1.)	Objašnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosustavima.	<ul style="list-style-type: none"> primarna proizvodnja u različitim ekosustavima
	Analizira hranidbene odnose u različitim ekosustavima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide.	<ul style="list-style-type: none"> energijski izvori i produkti duž hranidbenoga lanca/mreže/piramide u različitim ekosustavima energetske potrebe organizama u odnosu na dostupnu energiju u okolišu
C.3.2.2. Objašnjava principe iskorištavanja energije na razini ekosustava s aspekta održivoga razvoja. (BIO SŠ C.1.2.)	Objašnjava iskorištavanje energije u ekosustavu i biosferi.	<ul style="list-style-type: none"> veza eneretskoga režima organizma s energetskim doprinosom toga organizma u ekosustavu
C.3.2.3. Uspoređuje energijske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima. (BIO SŠ C.2.2.)	Povezuje obrasce raspolaganja energijom s ponašanjem, načinom života i preživljavanjem različitih organizama.	<ul style="list-style-type: none"> zdrava ishrana i proizvodnja hrane skladištenje i korištenje energije kod različitih organizama u skladu s promjenama godišnjih doba skladištenje i korištenje energije kod različitih organizama koji žive u različitim biomima sposobnost organizma za prilagodbu korištenja energije ovisno o dostupnim izvorima
C.3.2.4. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice. (BIO SŠ C.3.2.)	Povezuje zadružni način života i/ili višestaničnu organiziranost s ekonomičnim iskorištavanjem energije.	<ul style="list-style-type: none"> prednosti korištenja energije u zadružnome načinu života energetska dobrobit organizma uz višestaničnu organiziranost

PODRUČJE C. ENERGIJA U ŽIVOME SVIJETU		
POTPODRUČJE I – C.3. IZMJENA TVARI I PRETVORBA ENERGIJE NA RAZINI EKOSUSTAVA		
POTPODRUČJE II – C.3.2. IZVORI ENERGIJE ZA ŽIVA BIĆA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
C.3.2.4. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice. (BIO SŠ C.3.2.)	Povezuje narušavanje homeostaze s potrošnjom energije.	<ul style="list-style-type: none"> narušavanje homeostaze uz prekomjernu potrošnju energije u zdravome stanju i tijekom bolesti
C.3.2.5. Analizira procese vezanja i pretvorbi energije tijekom postanka života na Zemlji. (BIO SŠ C.4.1.)	Povezuje kemijsku evoluciju s dostupnom energijom u praatmosferi.	<ul style="list-style-type: none"> uvjeti početka i odvijanja kemijske evolucije
	Povezuje nastanak prvih organizama s dostupnom energijom u proceanima.	<ul style="list-style-type: none"> izvori energije za nastanak života
C.3.2.6. Raspravlja o iskorištavanju energije na različitim organizacijskim razinama živoga svijeta. (BIO SŠ C.4.2.)	Povezuje aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom.	<ul style="list-style-type: none"> aktivnost gena u kontroli odvijanja procesa u organizmu
	Objašnjava utjecaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje.	<ul style="list-style-type: none"> poboljšanje proizvodnje korištenjem organizama, stanica i njihovih dijelova analiza poboljšanja omjera utroška energije i reaktanata u tradiciji pripreve piva, vina i fermentirane hrane
	Analizira biotehnološki proces uzimajući u obzir cjelokupni učinak.	<ul style="list-style-type: none"> učinkovitost tehnologije koja se temelji na osnovi rekombinantne DNA načela održive proizvodnje i potrošnje u biotehnologiji

2.1.4. Razrada ishoda područja D. *Prirodnoznanstveni pristup*

Prirodnoznanstveni pristup obuhvaća elemente prirodoslovne pismenosti i razumijevanje biologije kao znanstvene discipline koja se temelji na opisivanju i tumačenju pojava i procesa u živome svijetu te na eksperimentiranju (tablica 4.). Te su kompetencije nužne suvremenomu građaninu koji u situaciji izloženosti brojnim i ponekad kontradiktornim ili pogrešnim informacijama treba odlučiti o vlastitim postupcima ili prosuditi o pouzdanosti podataka koji su mu na raspolaganju. Stoga se u ovome području predviđa ispitivanje sposobnosti primjene načela i metodologije znanstvenoga istraživanja, razumijevanja primjene znanstvenih bioloških otkrića te razumijevanja etičnosti u biološkim istraživanjima. Navedene kompetencije razvijaju se kroz sve četiri godine gimnazijskoga obrazovanja. Većina će se zadataka temeljiti na analizi primjera, a dio ishoda prilagođen je ispitima državne mature te su ishodi iz kurikuluma Biologije navedeni pokraj prilagođenih ishoda u zagradi.

Današnji opsežni fond znanstvenih bioloških spoznaja i tumačenja živoga svijeta, predstavljen kao znanstvena misao u biologiji, rezultat je istraživanja brojnih znanstvenika, a njihova otkrića i teorije polazišta su za daljnja istraživanja ili su već u neposrednoj primjeni na korist i dobrobit ljudi. Od učenika se očekuje i poznavanje najvažnijih bioloških otkrića i znanstvenika koji su značajno pridonijeli razvoju biološke znanosti (prilog 9.). Biološka znanja suvremenoga građanina ne obuhvaćaju samo poznavanje teorija i rezultata istraživanja, već i poznavanje osnovnih načela i pravila znanstvenoga istraživanja te razumijevanje znanstvene metodologije i znanstveno utemeljenoga zaključivanja. Neizostavan je dio biološkoga istraživanja i razumijevanje etičnosti u istraživanjima pri čemu je neophodno razmotriti opravdanost provođenja istraživanja na živim organizmima, ali isto tako i sagledati moguće posljedice čovjekova djelovanja na prirodne procese, kao i utjecaj ljudskih djelatnosti na prirodne procese uz ukazivanje mogućnosti smanjenja onečišćenja.

Područje D. *Prirodoslovni pristup*, kao osnova za razumijevanje ideja i zakonitosti o životu, neophodno se mora integrirati barem s jednim područjem ili više ostalih područja Biologije.

Tablica 4. Prikaz ishoda područja D. Prirodnoznanstveni pristup

PODRUČJE D. PRIRODOZNA NSTVENI PRISTUP		
POTPODRUČJE I – D.1. ZNANSTVENA MISAO U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.1.1. RAZVOJ ZNANSTVENE MISLI TIJEKOM POVIJESTI		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
D.1.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.1.1.)	Opisuje osnovna znanstvena otkrića tijekom prošlosti bitna za teme koje obrađuje stavljajući ih u povijesni kontekst.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ najvažnija biološka otkrića i znanstvenici koji su značajno pridonijeli ◆ razvoju biološke znanosti ◆ povijesna važnost primjera nekoga otkrića u biologiji uz povezivanje s tadašnjim uvjetima istraživanja i postojećim znanjima ◆ uloga znanosti i znanstvenika u formiranju javnoga mnijenja ◆ povezanost značajnih otkrića u povijesti biologije s tadašnjim povijesno–socijalno–ekonomskim kontekstom ◆ posljedice otkrića koja su promijenila paradigmu znanosti
D.1.1.2. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i razvoj znanstvene misli stavlja u povijesni kontekst. (BIO SŠ D.2.1)		
D.1.1.3. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.3.1.)	Opisuje značajna otkrića u povijesti biologije stavljajući ih u povijesno–socijalno–ekonomski kontekst uz isticanje posljedica otkrića koja su promijenila paradigmu znanosti.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ uzročno–posljedične veze prirodnoznanstvenoga pogleda ◆ prirodne pojave su objašnjive i predvidljive, ali su znanstvena objašnjenja podložna promjenama i nadopunama ◆ proces znanstvenoga istraživanja ◆ promjene u objašnjenju prirodnih pojava ◆ provjerljivost i preispitivanje kao temelj znanosti i znanstvenoga pristupa
D.1.1.4. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i analizira posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.4.1.)	Raspravlja o prirodnoznanstvenome pogledu koji podrazumijeva da u prirodi postoje uzročno–posljedične veze te da su prirodne pojave objašnjive i predvidljive, ali i da su znanstvena objašnjenja, teorije i modeli podložni promjenama i nadopunama.	
POTPODRUČJE I – D.2. ISTRAŽIVANJE U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.2.1. METODOLOGIJA BIOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA		
D.2.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.1.1.)	Demonstrira promatranje i prikupljanje podataka na temelju kojih donosi zaključke. (Prikuplja podatke uz donošenje zaključaka tijekom učenja i poučavanja.)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ opisivanje promatranja na primjeru slike ili slikovnoga slijeda ◆ izdvajanje značajnih podataka iz teksta, slike/slikovnoga slijeda ili opisa promatranja uz donošenje zaključka ◆ pripremanje tabličnoga ili grafičkoga prikaza podataka kao osnove za donošenje zaključka
D.2.1.2. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i razvoj znanstvene misli stavlja u povijesni kontekst. (BIO SŠ D.2.1.)		

PODRUČJE D. PRIRODOZNASTVENI PRISTUP		
POTPODRUČJE I – D.2. ISTRAŽIVANJE U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.2.1. METODOLOGIJA BIOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
D.2.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.1.1.)	Postavlja hipotezu uz pomoć predloška razlikujući zavisnu i nezavisnu varijablu uz definiranje ciljeva istraživanja.	<ul style="list-style-type: none"> određivanje cilja istraživanja na temelju opisa primjera postavljanje hipoteze za istraživanje prema opisu primjera određivanje varijable za provedbu istraživanja prema postavljenoj hipotezi, cilju istraživanja ili opisu promatranja ili zapažanja
	Odabire primjerenu metodologiju i vrste uzoraka prema postavljenim ciljevima pravilno odabirući kontrolne skupine i/ili replikatne (ponovljene) uzorke u istraživanju.	<ul style="list-style-type: none"> primjerenost i znanstvena korektnost predložene metodologije prema postavljenome cilju istraživanja ispravan odabir kontrolne skupine i/ili replikatnih (ponovljenih) uzoraka uz primjer istraživanja svrha i važnost primjene replikatnih (ponovljenih) uzoraka i kontrolnih uzoraka
	Odabire primjerene metode za prikupljanje i prikaz podataka.	<ul style="list-style-type: none"> argumentiranje opravdanosti primijenjene znanstvene metodologije na jednostavnome primjeru istraživanja procjena ispravnosti odabira i korištenja opreme na jednostavnome primjeru istraživanja razlog primjene sigurnosnih mjera pri mjerenju i istraživanju
	Objašnjava ispravnu primjenu protokola i korištenje opreme potrebne za izvođenje istraživanja. (Sakuplja podatke slijedeći korake u protokolu uz pravilno korištenje opreme potrebne za izvođenje istraživanja.)	<ul style="list-style-type: none"> prepoznavanje pogrešaka u primjeni protokola za izvođenje istraživanja prema postavljenome cilju istraživanja potrebna oprema za izvođenje istraživanja prema postavljenome cilju istraživanja ispravna i pogrešna primjena istraživačke opreme
D.2.1.2. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i razvoj znanstvene misli stavlja u povijesni kontekst. (BIO SŠ D.2.1.)		

PODRUČJE D. PRIRODOZNASTVENI PRISTUP		
POTPODRUČJE I – D.2. ISTRAŽIVANJE U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.2.1. METODOLOGIJA BIOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
	Obrađuje rezultate istraživanja.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ obrada i prikazivanje podataka i rezultata istraživanja na jednostavnome primjeru ♦ grafički prikaz i interpretacija tabličnih podataka istraživanja za potrebe donošenja zaključka
D.2.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.1.1.)	Predstavlja dobivene rezultate na osnovi kojih donosi primjerene zaključke.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ opis rezultata istraživanja na jednostavnome primjeru ♦ usporedba rezultata istraživanja s rezultatima drugoga istraživanja na jednostavnome primjeru ♦ donošenje zaključka na temelju interpretacije, opisa i tabličnoga ili grafičkoga prikaza rezultata istraživanja ♦ odabir predočenih podataka koji podupiru zaključak
D.2.1.2. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i razvoj znanstvene misli stavlja u povijesni kontekst. (BIO SŠ D.2.1.)	Procjenjuje pouzdane literaturne izvore uz njihovo ispravno navođenje. (Koristi se pouzdanim literaturnim izvorima uz njihovo pravilno navođenje.)	<ul style="list-style-type: none"> ♦ procjenjivanje pouzdanosti literaturnih izvora na primjeru ♦ prepoznavanje ispravno i neispravno citiranih izvora u popisu literaturnih izvora ♦ izdvajanje autora i citata koji potvrđuju ili opovrgavaju zaključak ♦ ispravno citiranje izvora uz članak u odnosu na primjer rezultata i njegovu interpretaciju
D.2.1.3. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.3.1.)	Kreira nacrt istraživanja procjenjujući primjerenost i znanstvenu korektnost predložene metodologije.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ obrazlaganje važnosti provjerljivosti i ponovljivosti istraživanja na primjeru ♦ razrađivanje jednostavnoga nacrta istraživanja prema zadanim elementima
D.2.1.4. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i analizira posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.4.1.)		

PODRUČJE D. PRIRODOZNASTVENI PRISTUP		
POTPODRUČJE I – D.2. ISTRAŽIVANJE U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.2.1. METODOLOGIJA BIOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
D.2.1.3. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.3.1.)	Obrađuje podatke uz odgovarajuću kvalitativnu i kvantitativnu analizu.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ razlikovanje kvalitativne i kvantitativne analize na primjeru ◆ obrazlaganje potrebe provođenja kvalitativne ili kvantitativne analize za predloženi set podataka ◆ jednostavna kvalitativna ili kvantitativna analiza predloženih podataka
	Raspravlja o prikazanim i opisanim rezultatima uz donošenje argumentiranih zaključaka.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ demonstracija rasprave na primjeru dokumentiranih opisa prethodnih istraživanja ◆ demonstracija rasprave na primjeru prikazanih i opisanih rezultata uz donošenje argumentiranih zaključaka
D.2.1.4. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i analizira posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.4.1.)	Procjenjuje različite literaturne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima u odnosu na njih i pravilno ih citira.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ procjenjivanje pouzdanosti literaturnih izvora na primjeru ◆ prepoznavanje ispravno i neispravno citiranih izvora u popisu literaturnih izvora ◆ izdvajanje autora i citata koji potvrđuju ili opovrgavaju zaključak ◆ ispravno citiranje izvora uz članak u odnosu na primjer rezultata i njegovu interpretaciju
	Procjenjuje jednostavna istraživanja i njihovu prezentaciju. (Vrednuje svoja istraživanja i istraživanja drugih učenika uz prezentaciju u usmenome i pisanome obliku.)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ primjenjivanje ponuđenih kriterija za procjenu provedbe ili predstavljanja dijela jednostavnoga istraživanja

PODRUČJE D. PRIRODOZNASTVENI PRISTUP		
POTPODRUČJE I – D.2. ISTRAŽIVANJE U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.2.2. ETIKA U BIOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
D.2.2.1. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima. (BIO SŠ D.1.2.)		
D.2.2.2. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima. (BIO SŠ D.2.2.)		<ul style="list-style-type: none"> ◆ odnos opravdanosti istraživanja na živim organizmima i dobrobit organizama s obzirom na rezultate istraživanja u prikazanome primjeru ◆ važnost strogoga pridržavanja etičnosti pri postupanju s ugroženim ili zaštićenim vrstama
D.2.2.3. Argumentira različita mišljenja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni rezultata bioloških otkrića u svakodnevnome životu suvremenoga čovjeka uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima povezanim s njihovom primjenom. (BIO SŠ D.3.2.)	Raspravlja o opravdanosti istraživanja na živim organizmima.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ opravdanost znanstvenih istraživanja ◆ argumentiranje pozitivnih i negativnih aspekata čovjekove intervencije u prirodi ◆ suprotstavljanje dobrobiti intervencije u prirodi za čovjeka i za ekosustav ◆ potreba djelovanja čovjeka na primjeru stanja u biocenozi
D.2.2.4. Argumentira različita mišljenja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni rezultata bioloških otkrića u svakodnevnome životu suvremenoga čovjeka uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima povezanim s njihovom primjenom. (BIO SŠ D.4.2.)		

PODRUČJE D. PRIRODOZNASTVENI PRISTUP		
POTPODRUČJE I – D.2. ISTRAŽIVANJE U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.2.2. ETIKA U BIOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
D.2.2.1. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima. (BIO SŠ D.1.2.)	Kritički interpretira prenošenje i tumačenje znanstvene informacije u sredstvima javnoga priopćavanja.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ vjerodostojnost različitih literaturnih izvora i način prikaza informacija ◆ usporedba vjerodostojnosti prijenosa informacija u medijima prema zaključcima i podatcima istraživanja ◆ izdvajanje točnih i netočnih informacija iz medija na primjeru ◆ moguće posljedice pogrešno interpretiranoga znanstvenog podatka na primjeru
D.2.2.2. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima. (BIO SŠ D.2.2.)		
D.2.2.3. Argumentira različita mišljenja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni rezultata bioloških otkrića u svakodnevnome životu suvremenoga čovjeka uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima povezanim s njihovom primjenom. (BIO SŠ D.3.2.)	Raspravlja o međusobnoj povezanosti prirodnih zajednica i čovječanstva analizirajući važnost uspostavljanja uravnoteženoga stanja u prirodi za osobnu i opću dobrobit.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ međusobna povezanost prirodnih zajednica i čovječanstva tijekom prošlosti ◆ međusobna povezanost prirodnih zajednica i čovječanstva u suvremenome društvu ◆ posljedice za prirodne zajednice i čovječanstvo uz primjere nepoštivanja prirodnih zakonitosti i međuodnosa
D.2.2.4. Argumentira različita mišljenja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni rezultata bioloških otkrića u svakodnevnome životu suvremenoga čovjeka uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima povezanim s njihovom primjenom. (BIO SŠ D.4.2.)	Analizira primjenu bioloških otkrića u svakodnevnome životu.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ društvena dobrobit od nekoga biološkog otkrića ◆ značaj odgovornosti u provođenju istraživanja, primjeni otkrića i korištenju tehnologijama ◆ pozitivni i negativni aspekti primjera korištenja tehnologije koji može utjecati na okoliš ili čovjeka ◆ pozitivni i negativni aspekti korištenja biljnih hormona pri uzgoju biljaka za prehranu

PODRUČJE D. PRIRODOZNASTVENI PRISTUP		
POTPODRUČJE I – D.2. ISTRAŽIVANJE U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.2.3. PRIMJENA BIOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA I OTKRIĆA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
D.2.3.1. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima. (BIO SŠ D.1.2.)	Objašnjava važnost poštovanja autorskih prava raspravljajući o odgovornosti znanstvenika i cjelokupnoga društva pri korištenju rezultatima bioloških otkrića.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ neetičko ponašanje vezano uz priznavanje istraživanja drugih autora ◆ važnost i odgovornost svakoga istraživača za citiranje rezultata drugih autora i provedenih istraživanja u njihovu radu ◆ značaj odgovornosti u provođenju istraživanja, primjeni otkrića i korištenju tehnologijama ◆ odgovornost znanstvenika i cjelokupnoga društva u primjeni rezultata istraživanja uz primjere loših odluka tijekom prošlosti
D.2.3.2. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima. (BIO SŠ D.2.2.)	Objašnjava utjecaj ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja. (Preispituje utjecaj ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja.)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ bioraznolikost i vrijednosti ekosustava ◆ analiza prirodne raznolikosti i prepoznavanje „vruće točke” ◆ efekt staklenika i globalno zatopljenje, kisele kiše i ozonske rupe ◆ utjecaj ljudske djelatnosti na globalne promjene i procese uz klimatske promjene ◆ održivo korištenje prirodnih resursa i mogućnost održivoga gospodarenja ◆ načini i važnost zbrinjavanja i recikliranja otpada ◆ prepoznavanje mogućega smanjenja onečišćenja u neposrednome okolišu ili na globalnoj razini na opisanome primjeru
D.2.3.3. Argumentira različita mišljenja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni rezultata bioloških otkrića u svakodnevnome životu suvremenoga čovjeka uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima povezanim s njihovom primjenom. (BIO SŠ D.3.2., BIO SŠ D.4.2.)	Argumentira mogućnost izbora liječenja i važnost edukacije o prevenciji različitih bolesti te odgovornost za osobno zdravlje, ali i zdravlje svoje djece ili ostalih ljudi u svojoj okolini.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ argumentiranje izbora liječenja uzevši u obzir socioekonomski status na opisanome primjeru ◆ obrazlaganje opravdanosti traženja drugoga mišljenja liječnika na opisanome primjeru ◆ obrazlaganje važnosti edukacije u prevenciji bolesti na opisanome primjeru

PODRUČJE D. PRIRODOZNAŠTVENI PRISTUP		
POTPODRUČJE I – D.2. ISTRAŽIVANJE U BIOLOGIJI		
POTPODRUČJE II – D.2.3. PRIMJENA BIOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA I OTKRIĆA		
OBRAZOVNI ISHODI IZ KURIKULUMA	RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	SADRŽAJNA OSNOVA I SMJERNICE ZA UČENJE
D.2.3.1. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima. (BIO SŠ D.1.2.)	Objašnjava važnost osobne odgovornosti i djelovanja za održivi razvoj. (Procjenjuje važnost osobne odgovornosti i djelovanja za održivi razvoj.)	<ul style="list-style-type: none"> ekološki otisak i važnost osobne odgovornosti za održivo postupanje u kućanstvu i lokalnoj zajednici s obzirom na ekološki otisak važnost uspostavljanja uravnoteženoga stanja u prirodi za osobnu i opću dobrobit posljedice promjena u ekosustavu ili ljudskoj populaciji na primjeru važnost uspostavljanja uravnoteženoga stanja u prirodi za osobnu i opću dobrobit
D.2.3.2. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima. (BIO SŠ D.2.2.)		Objašnjava na primjerima utjecaj bolesti na populacije i ljudsko društvo tijekom povijesti.
D.2.3.3. Argumentira različita mišljenja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni rezultata bioloških otkrića u svakodnevnome životu suvremenoga čovjeka uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima povezanim s njihovom primjenom. (BIO SŠ D.3.2., BIO SŠ D.4.2.)	Prepoznaje značenje vlastite odgovornosti za svoje zdravlje.	<ul style="list-style-type: none"> opravdanost primjene alternativnih načina zaštite zdravlja u odnosu na medicinsku pomoć odgovorno korištenje lijekova važnost primjerenoga ponašanja u slučaju bolesti ili u izvanrednim okolnostima

3. STRUKTURA ISPITA

Ispit državne mature iz Biologije sadrži 54 zadatka, a od toga je 40 zadataka zatvorenoga tipa koji donose 50 % mogućih bodova i 14 zadataka otvorenoga tipa koji također donose 50 % mogućih bodova. Struktura ispita prema područjima ispitivanja i zastupljenost kognitivnih razina u ispitu državne mature iz Biologije prikazani su u tablicama 5. i 6.

Tablica 5. Struktura ispita prema područjima ispitivanja i obrazovnim ishodima

PODRUČJE	OBRAZOVNI ISHOD
A. Organiziranost živoga svijeta	BIO SŠ A.1.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere te primjenjuje načela klasifikacije živoga svijeta.
	BIO SŠ A.2.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu.
	BIO SŠ A.2.2. Uspoređuje specifičnosti građe pojedinih organizama povezujući ih s razvojnim stablom živoga svijeta.
	BIO SŠ A.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima.
	BIO SŠ A.4.1. Objašnjava molekularnu osnovu živoga svijeta.
B. Procesi i međuovisnosti u živome svijetu	BIO SŠ B.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava.
	BIO SŠ B.1.2. Analizira održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem.
	BIO SŠ B.1.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na specifične životne uvjete.
	BIO SŠ B.2.1. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama.
	BIO SŠ B.2.2. Uspoređuje životne cikluse organizama.
	BIO SŠ B.2.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji.
	BIO SŠ B.3.1. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma.
	BIO SŠ B.3.2. Analizira posljedice narušavanja homeostaze.
	BIO SŠ B.3.3. Analizira životne cikluse stanica povezujući ih s tijekom života organizma.
	BIO SŠ B.3.4. Analizira evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja.
	BIO SŠ B.4.1. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem.
	BIO SŠ B.4.2. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini.
	BIO SŠ B.4.3. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju.
	C. Energija u živome svijetu
BIO SŠ C.1.2. Objašnjava principe iskorištavanja energije na razini ekosustava s aspekta održivoga razvoja.	
BIO SŠ C.2.1. Objašnjava protjecanje i pretvorbe energije na razini organskih sustava i organizma.	
BIO SŠ C.2.2. Uspoređuje energetske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima.	

C. Energija u živome svijetu	BIO SŠ C.3.1. Analizira procese kruženja tvari, vezanja i pretvorbi energije na razini stanice povezujući ih s funkcioniranjem organizama.
	BIO SŠ C.3.2. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice.
	BIO SŠ C.4.1. Analizira procese vezanja i pretvorbi energije tijekom postanka života na Zemlji.
	BIO SŠ C.4.2. Raspravlja o iskorištavanju energije na različitim organizacijskim razinama živoga svijeta.
D. Prirodoznanstveni pristup	BIO SŠ D.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti.
	BIO SŠ D.1.2. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima.
	BIO SŠ D.2.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i razvoj znanstvene misli stavlja u povijesni kontekst.
	BIO SŠ D.2.2. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima.
	BIO SŠ D.3.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti.
	BIO SŠ D.3.2. Argumentira različita mišljenja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni rezultata bioloških otkrića u svakodnevnome životu suvremenoga čovjeka uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima povezanim s njihovom primjenom.
	BIO SŠ D.4.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i analizira posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti.
	BIO SŠ D.4.2. Argumentira različita mišljenja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni rezultata bioloških otkrića u svakodnevnome životu suvremenoga čovjeka uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima povezanim s njihovom primjenom.

Tablica 6. Zastupljenost kognitivnih razina u ispitu državne mature iz Biologije

KOGNITIVNE RAZINE	
Prva kognitivna razina (prepoznavanje, navođenje)	30 %
Druga kognitivna razina (razumijevanje)	60 %
Treća kognitivna razina (primjena usvojenoga znanja)	10 %
UKUPNO	100 %

Ispit državne mature iz Biologije sastoji se od dviju ispitnih cjelina. Prva ispitna cjelina sastoji se od zadataka zatvorenoga tipa (zadatci višestrukoga izbora). Struktura prve ispitne cjeline prikazana je u tablici 7.

Tablica 7. *Struktura prve ispitne cjeline prema vrsti zadataka u ispitu državne mature iz Biologije*

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BROJ BODOVA
Zadatci višestrukoga izbora	40	40
UKUPNO	40	40

Druga ispitna cjelina sastoji se od zadataka otvorenoga tipa. Zadatci otvorenoga tipa mogu biti zadatci kratkoga odgovora i zadatci dopunjavanja. Struktura druge ispitne cjeline prikazana je u tablici 8.

Tablica 8. *Struktura druge ispitne cjeline prema vrsti zadataka u ispitu državne mature iz Biologije*

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BROJ BODOVA PO ZADATKU	UKUPAN BROJ BODOVA
Zadatci otvorenoga tipa	4	2	8
	8	3	24
	2	4	8
UKUPNO	14		40

U ispitu državne mature iz Biologije moguće je ostvariti ukupno **80 bodova**.

4. TEHNIČKI OPIS ISPITA

Tehnički opis ispita podrazumijeva trajanje ispita, izgled i način rješavanja te pribor za rješavanje ispita.

4.1. TRAJANJE ISPITA

Ispit državne mature iz Biologije traje ukupno **150 minuta** bez stanke. Vremenik provedbe bit će objavljen na mrežnoj stranici Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja (www.ncvvo.hr).

4.2. IZGLED ISPITA I NAČIN RJEŠAVANJA

Pristupnik dobiva sigurnosnu vrećicu u kojoj su dvije ispitne knjižice, list za koncept i list za odgovore.

Važno je pažljivo pročitati tekst općih uputa i tekst uputa za rješavanje zadataka i označavanje točnih odgovora.

Primjeri uputa za rješavanje pojedinih vrsta zadataka nalaze se u poglavlju *Primjeri zadataka*.

Pristupnicima će pri rješavanju zadataka biti dostupne sve dodatne informacije potrebne za rješavanje zadataka. Kako bi uspješno riješili zadatke, neophodno je primijeniti uobičajene principe rješavanja zadataka ili koristiti se uobičajenim alatima i kraticama te memorirati samo najvažnije primjere.

Primjer dihotomskoga ključa prikazan je u prilogu 1., a oblik, nervatura i rubovi listova potrebnih za služenje dihotomskim ključem za određivanje vrsta drveća prikazani su u prilogu 2. U zadatcima će biti korišteni i drugi primjeri dihotomskih ključeva, ali će pristupnicima biti uvijek dostupne sve informacije potrebne za rješavanje zadatka.

U prilogu 3. kronološki su navedene najvažnije osobe poznate po svojim istraživanjima u području biologije i zaslužne za njezin razvoj. Pristupnici bi trebali poznavati njihova imena i njihov doprinos razvoju biologije. Nije potrebno pamtiti imena, već samo prezimena i okvirno vremensko razdoblje. Popis zaraznih bolesti i njihovih uzročnika kojima se pristupnici trebaju moći koristiti pri rješavanju zadatka naveden je u prilogu 4., a svi ostali podatci bit će prema potrebi dodani uz pojedini zadatak. Pri rješavanju zadataka iz genetike pristupnici se trebaju koristiti oznakama navedenim u prilogu 5.

4.3. PRIBOR

Tijekom pisanja ispita dopušteno je upotrebljavati isključivo kemijsku olovku kojom se piše plavom ili crnom bojom. Sve dodatne informacije (npr. tablica kodona za aminokiseline) bit će prema potrebi priložene uz ispit.

5. OPIS BODOVANJA

U ispitu je moguće ostvariti ukupno **80 bodova**.

U zadatcima zatvorenoga tipa (zadatci višestrukoga izbora) pristupnik mora označiti točne odgovore znakom **X** na listu za odgovore, a svaki točan odgovor donosi **1 bod**. Ako pristupnik označi više od jednoga odgovora, zadatak će se bodovati s **0 (nula) bodova** bez obzira na to što je među označenima i točan odgovor. U zadatcima otvorenoga tipa (zadatci kratkoga odgovora i dopunjavanja) pristupnik mora upisati sadržaj koji nedostaje na predviđeno mjesto u ispitnoj knjižici. Opis bodovanja prema vrsti zadataka prikazan je u tablici 9. Zadatci u kojima se od pristupnika traži poznavanje točnoga pojma i njegovo objašnjenje boduju se jednim bodom.

Ako pristupnik pogriješi, treba precrtati netočan odgovor, staviti ga u zagradu, napisati točan odgovor i staviti paraf (isključivo skraćeni potpis, a ne puno ime i prezime) pokraj točnoga odgovora.

Tablica 9. Opis bodovanja prema vrsti zadataka

VRSTA ZADATAKA	
Zadatci višestrukoga izbora (1 bod)	1 bod – točan odgovor 0 bodova – netočan odgovor ili nije označen odgovor ili su označena dva ili više odgovora
Zadatci kratkoga odgovora i zadatci dopunjavanja (1 bod)	1 bod – točan odgovor 0 bodova – netočan odgovor ili nije naveden odgovor

Raspodjela bodova u ispitu prema području ispitivanja prikazana je u tablici 10.

Tablica 10. Raspodjela bodova u ispitu prema području ispitivanja

A. Organiziranost živoga svijeta	12
B. Proces i međuovisnosti u živome svijetu	48
C. Energija u živome svijetu	15
D. Prirodnoznastveni pristup	5

5.1. VREDNOVANJE PRVE ISPITNE CJELINE

Prva ispitna cjelina sastavljena je od **40** zadataka višestrukoga izbora. Svaki točno označen odgovor na listu za odgovore u zadatcima višestrukoga odgovora donosi **1 bod**. Uspješnim rješavanjem prve ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno **40 bodova** (tablica 7).

5.2. VREDNOVANJE DRUGE ISPITNE CJELINE

Druga ispitna cjelina sadrži **14** zadataka otvorenoga tipa (zadatci kratkoga odgovora i zadatci dopunjavanja). **Četiri** točno riješena zadatka donose po **2 boda**, **8** zadataka po **3 boda** i **2** zadatka po **4 boda**. Uspješnim rješavanjem druge ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno **40 bodova** (tablica 8.).

6. PRIMJERI ZADATAKA

U ovome su poglavlju navedeni primjeri zadataka. Uz svaki primjer zadatka navedeni su uputa za rješavanje zadatka, obrazovni ishod koji se tim zadatkom ispituje, predviđena težina zadatka, vrsta znanja koju zadatak provjerava (reprodukcija, razumijevanje i primjena znanja, rješavanje problema) te točan odgovor.

6.1. PRIMJERI ZADATAKA VIŠESTRUKOGA IZBORA

Zadatak višestrukoga izbora sastoji se od upute (u kojoj je opisan način rješavanja zadatka i koja je zajednička za sve zadatke toga tipa u nizu), osnove (u kojoj je postavljen zadatak) te četiriju ponuđenih odgovora od kojih je jedan točan. Ponuđeni zadatci mogu sadržavati i uvodni sadržaj u obliku kraćega teksta, skice, sheme, dijagrama, crteža ili grafičkoga prikaza.

Uputa za rješavanje zadataka višestrukoga izbora glasi:

U sljedećim zadatcima od više ponuđenih odgovora samo je **jedan** točan.

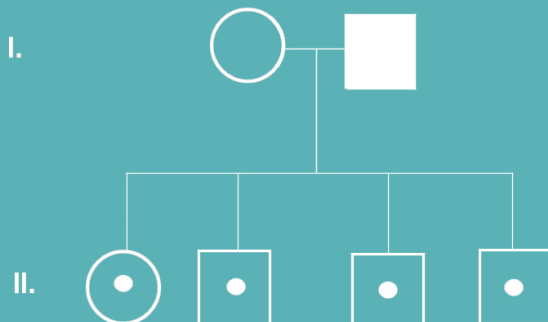
Točne odgovore morate označiti znakom X na listu za odgovore.

Točan odgovor donosi jedan bod.

Zadaci:

1. Odaberite ispravno poredane stanične tvorbe razvijene biljne stanice prema veličini od najmanje prema najvećoj.	
A. vakuola – ribosom – kloroplast – jezgra	A
B. ribosom – kloroplast – jezgra – vakuola	B
C. jezgra – vakuola – ribosom – kloroplast	C
D. kloroplast – jezgra – vakuola – ribosom	D
Obrazovni ishod: A.1.2.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima. (BIO SŠ A.3.1.)	LAGAN
Razrada ishoda: Povezuje građu i uloge staničnih dijelova.	reprodukcija znanja

2. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje rodoslovno stablo u kojemu se prati nasljeđivanje jedne osobine čovjeka.



Simboli koji se upotrebljavaju za izradu rodoslovlja

	ŽENA		OBOLJELA ŽENA
	MUŠKARAC		OBOLJELI MUŠKARAC
	NOSITELJ / NOSITELJICA		BIOLOŠKI RODITELJI

Na kojemu se kromosomu ili kromosomima nalaze aleli odgovorni za nasljeđivanje u navedenome primjeru?

A. na spolnome X kromosomu oca	A
B. na spolnim kromosomima majke i oca	B
C. na tjelesnim kromosomima majke	C
D. na tjelesnim kromosomima majke i oca	D
Obrazovni ishod: B.4.1.3. Objasnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)	SREDNJE TEŽAK
Razrada ishoda: Objasnjava nasljednu varijabilnost organizama primjenjujući Mendelove zakone.	razumijevanje i primjena znanja

3. U rodilištu su slučajno zamijenjene dvije bebe. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje rezultate analize uzoraka DNA dobivenih elektroforezom.



Analizirani su uzorci DNA obiju beba i obaju parova roditelja.
Kojemu je djetetu pridružen odgovarajući roditeljski par?

- A. Dijete **K** pripada majci **E** i ocu **H**.
- B. Dijete **K** pripada majci **F** i ocu **G**.
- C. Dijete **M** pripada majci **E** i ocu **G**.
- D. Dijete **M** pripada majci **F** i ocu **H**.

A

B

C

D

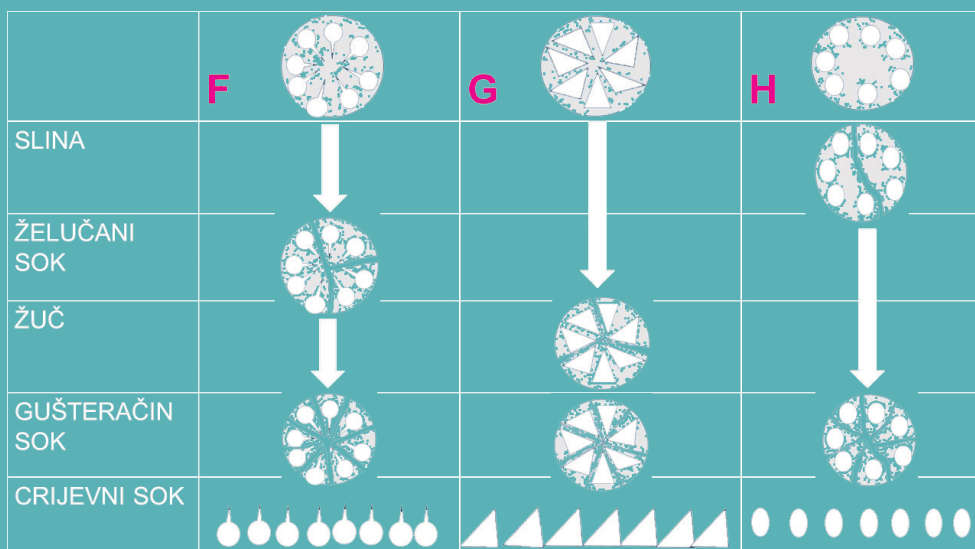
Obrazovni ishod: B.4.2.3. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)

LAGAN

Razrada ishoda: Analizira promjene na razini gena (mutacije), građe i broja kromosoma.

razumijevanje
i primjena
znanja

4. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje razgradnju hranjivih tvari u probavnome sustavu. Slovima **F**, **G** i **H** označene su različite vrste makromolekula koje se djelovanjem probavnih enzima postupno razgrađuju na jednostavnije spojeve.



Koja je hranjiva tvar označena na slici slovom **H**?

A. škrob	A
B. mast	B
C. bjelančevina	C
D. nukleinska kiselina	D
Obrazovni ishod: B.3.6.1. Objasnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)	LAGAN
Razrada ishoda: Povezuje usklađenost rada tkiva, organa i organskih sustava s održavanjem homeostaze na primjeru biljnoga i životinjskoga/ljudskoga organizma.	razumijevanje i primjena znanja

5. U pustinji je promatran hranidbeni lanac koji sačinjavaju četiri karike na četirima trofičkim razinama. U tablici su navedeni postotni udjeli mase pojedinih članova u hranidbenome lancu.

VRSTA	UDIO MASE U HRANIDBENOME LANCU/ PIRAMIDI (%)
Vrsta E	0,09
Vrsta F	0,91
Vrsta G	9
Vrsta H	90

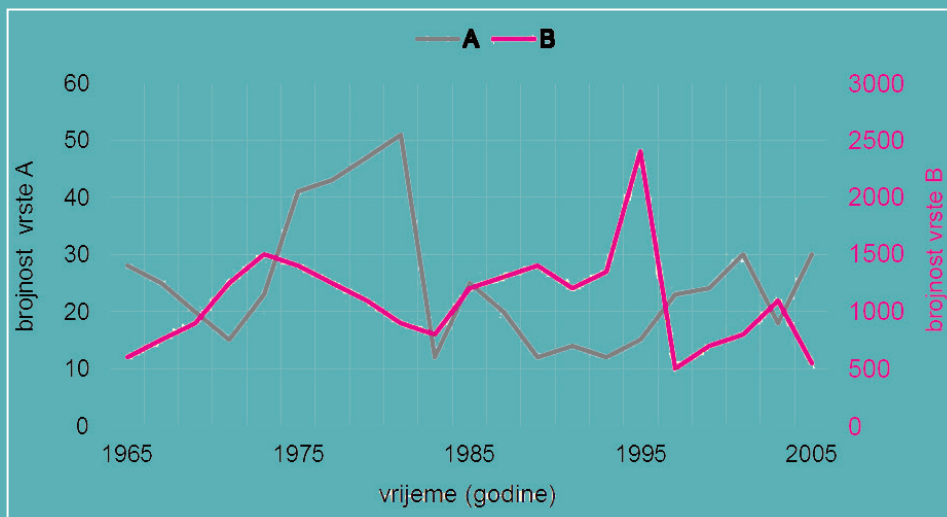
Koja je tvrdnja točna za prikazanu tablicu?

A. Vrsta G je potrošač I. reda i njom se hrani vrsta F .	A
B. Vrsta F je potrošač II. reda i njom se hrani vrsta G .	B
C. Vrsta G je potrošač II. reda i hrani se vrstom H .	C
D. Vrsta F je potrošač I. reda i hrani se vrstom E .	D
<p>Obrazovni ishod: C.3.1.1. Objašnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života. (BIO SŠ C.1.1.)</p>	SREDNJE TEŽAK
<p>Razrada ishoda: Analizira hranidbene odnose u različitim ekosustavima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide.</p>	razumijevanje i primjena znanja

6. Što je od navedenoga razlog proglašenja Plitvičkih jezera nacionalnim parkom?

A. sedrene barijere	A
B. vegetacija crnoga bora	B
C. kserofitna vegetacija pjeskovitoga tla	C
D. prostor za gniježđenje ptica močvarica	D
<p>Obrazovni ishod: B.4.1.2. Analizira čovjekov utjecaj na održavanje i narušavanje uravnoteženoga stanja u prirodi i na bioraznolikost povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem. (BIO SŠ B.4.1.)</p>	LAGAN
<p>Razrada ishoda: Utvrđuje čovjekovu odgovornost u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti.</p>	reprodukcija znanja

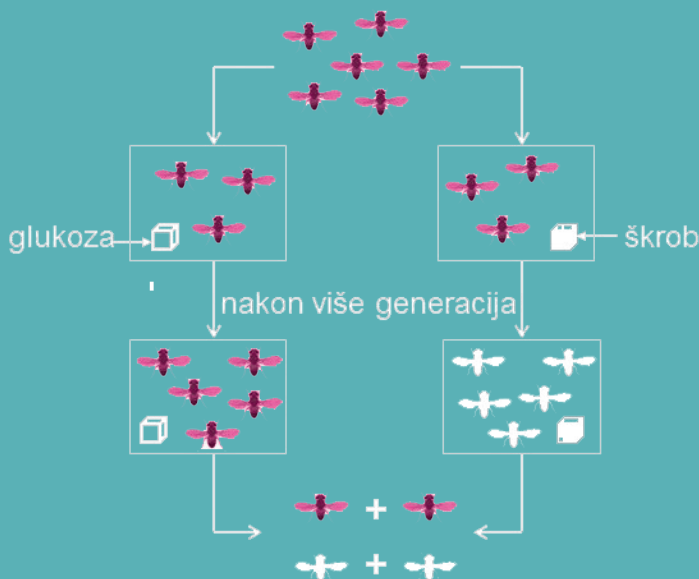
7. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje brojnost životinjske vrste **A** i životinjske vrste **B** tijekom 40 godina.



U kakvome je ekološkom odnosu vrsta **A** prema vrsti **B**?

A. u simbiotskome	A
B. u parazitskome	B
C. u komenzalskome	C
D. u predatorskome	D
Obrazovni ishod: B.2.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava. (BIO SŠ B.1.1.)	SREDNJE TEŽAK
Razrada ishoda: Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.	razumijevanje i primjena znanja

8. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje jedan evolucijski proces koji se odnosi na mušice hranjene različitom hranom.



Koja je od navedenih posljedica dokazana prikazanim procesom?

- A. smanjena reproduktivna sposobnost novonastalih jedinka
- B. međusobna geografska izolacija novonastalih populacija mušica
- C. reproduktivna izolacija jedinka koje su ishodišno pripadale istoj vrsti
- D. slaba prilagođenost jedinka iste vrste novonastalim uvjetima okoliša

A
B
C
D

Obrazovni ishod: B.5.1.6. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)

SREDNJE TEŽAK

Razrada ishoda: Raspravlja o čimbenicima evolucije i njihovim posljedicama.

razumijevanje
i primjena
znanja

9. Odaberite točnu tvrdnju vezanu za udisaj i izdisaj.

- A. Pri udahu zbog nižega tlaka u plućima zrak ulazi i ispunjava alveole.
- B. Pri udahu zbog višega tlaka u plućima zrak ulazi i ispunjava alveole.
- C. Pri izdahu zbog kontrakcija mišića zrak izlazi iz tijela.
- D. Pri izdahu se mišićima i ošitom aktivno potiskuje zrak iz pluća.

A
B
C
D

Obrazovni ishod: B.2.1.2. Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)

SREDNJE TEŽAK

Razrada ishoda: Uspoređuje principe održavanja homeostaze u jednostaničnim i višestaničnim organizmima.

reprodukcija
znanja

10. Znanstvenim je istraživanjem proučavano djelovanje jedne vrste antibiotika na preživljavanje bakterije *E. coli* na određenoj hranjivoj podlozi. Koja je od navedenih varijabla nezavisna u navedenom istraživanju?

A. vrsta hranjive podloge	A
B. temperatura uzgajanja bakterija	B
C. koncentracija korištenoga antibiotika	C
D. brojnost bakterija tretiranih antibiotikom	D
Obrazovni ishod: D.2.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i razvoj znanstvene misli stavlja u povijesni kontekst. (BIO SŠ D.2.1.)	SREDNJE TEŽAK
Razrada ishoda: Postavlja hipotezu uz pomoć predložka razlikujući zavisnu i nezavisnu varijablu uz definiranje ciljeva istraživanja.	razumijevanje i primjena znanja

6.2. PRIMJERI ZADATAKA OTVORENOGA TIPA

U zadatke otvorenoga tipa ubrajaju se zadatci dopunjavanja u kojima se od pristupnika može tražiti i označavanje i dopunjavanje na slici ili u tablici te zadatci kratkoga odgovora i obrazloženja odabranoga odgovora. Zadatci otvorenoga tipa mogu se sastojati od dviju, triju ili četiriju čestica vezanih u seriji. Sukladno tomu, svaki točan odgovor na pojedinu česticu donosi po **1 bod** (ukupno **2, 3 ili 4 boda**), a netočan odgovor ili izostanak odgovora u svakoj pojedinoj čestici ne donosi bodove. Zadatak otvorenoga tipa sastoji se od osnove koja sadrži neophodne informacije, specifične upute za rješavanje zadatka i/ili slike te zadataka u kojima je zadano što pristupnik treba odgovoriti, a prema potrebi dodana je i uputa u slučaju specifičnoga načina odgovaranja na zadatak. U zadatcima otvorenoga tipa osim istaknutoga točnog odgovora priznaju se i svi smisleni odgovori prema razrađenoj sustavu kodiranja odgovora.

Uputa za rješavanje zadataka otvorenoga tipa glasi:

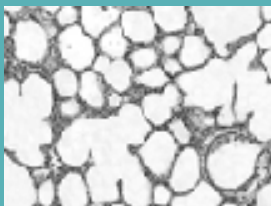
U sljedećim zadatcima odgovorite kratkim odgovorom (riječju, brojem, s nekoliko riječi ili jednostavnom rečenicom) ili dopunite rečenicu/crtež upisivanjem sadržaja koji nedostaje.

Odgovore upišite **samo** na predviđeno mjesto u ispitnoj knjižici.

Svaki točan odgovor donosi jedan bod.

Zadaci:

11. Pušenje između ostaloga uzrokuje i propadanje plućnih mjehurića.



Slika A. Tkivo pluća zdrave osobe



Slika B. Tkivo pluća osobe koja ima melanom

- 11.1.** Usporedite površinu i volumen plućnih mjehurića na objema slikama.
11.2. Koristeći se objema slikama, objasnite ulogu površine plućnih mjehurića u izmjeni plinova u plućima.
11.3. Objasnite koje su bile posljedice pri disanju za osobu čije je tkivo prikazano na slici **B**.

Točni odgovori:

- 11.1.** Površina plućnih mjehurića na slici **B** manja je u odnosu na površinu plućnih mjehurića na slici **A**. Veći je volumen plućnih mjehurića na slici **B** u odnosu na volumen plućnih mjehurića na slici **A**.
11.2. Velika površina plućnih mjehurića omogućuje istodobno prijenos veće količine plinova kroz membranu stanica i time bolju opskrbljenost tijela kisikom. Smanjenjem površine smanjuje se i količina plinova koji se u istome vremenu mogu izmijeniti između kapilara i plućnih mjehurića.
11.3. Posljedica je slaba opskrbljenost tijela kisikom, što se posebice vidi tijekom svake aktivnosti kada tijelo treba više kisika.

SREDNJE TEŽAK	razumijevanje i primjena znanja
SREDNJE TEŽAK	razumijevanje i primjena znanja
SREDNJE TEŽAK	razumijevanje i primjena znanja

Obrazovni ishod: A.1.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu. (BIO SŠ A.2.1.)

SREDNJE TEŽAK

Razrada ishoda: 11.1. i 11.2. Uspoređuje građu organskih sustava organizama na različitim razinama složenosti.
 11.3. Analizira uslošnjanje i pojavu novih svojstava povezujući princip građe s ekonomičnim funkcioniranjem različitih organizama.

razumijevanje i primjena znanja

12. Posebnosti anatomije, fiziologije i metabolizma ptica uglavnom su posljedica zahtjeva letenja. Jedna je od prilagodba u anatomiji ptica trtična ili lojna žlijezda čijom izlučevinom ptice podmazuju perje. Najbolje je razvijena u vodenih ptica.

12.1. Koja je važnost trtične žlijezde za letenje vodenih ptica?

Objašnjenje:

12.2. Istraživanja su dokazala da pelikani koji lete samostalno imaju veći broj otkucaja srca od pelikana koji lete u jatu.

Zašto se pelikanima koji lete u jatu smanjuje broj otkucaja srca?

Objašnjenje:

12.3. Ptica posloži perje kljunom tako da mu površina bude skoro u potpunosti glatka. U nekih je ptica više razmaknuto, a u nekih iznimno gusto složeno. Takva građa perja prilagodba je za kretanje, a dodatnu prednost osigurava zakrivljenost krila na gornjoj površini zbog čega je tlak zraka na gornjoj površini manji nego na donjoj, čime se stvara uzgon za polijetanje.

Je li u ptica letačica perje više razmaknuto ili gusto složeno? Objasnite svoj odgovor.

Odgovor:

Objašnjenje:

Točni odgovori:

12.1. Trtična žlijezda proizvodi loj koji ptica nanosi na perje. Loj sprečava da se perje namoči, a ptica mokroga perja bila bi teška i teže bi letjela.

**SREDNJE
TEŽAK**

reprodukcija
znanja

12.2. Ptice koje lete ispred stvaraju male zračne vrtloge koji podižu ptice iza ako se drže na točnoj udaljenosti, a zbog toga su ptice iza u V-formaciji manje opterećene pa troše manje energije i imaju manji broj otkucaja srca.

TEŽAK

rješavanje
problema

12.3. Odgovor: gusto

Objašnjenje: Perje ptica letačica gusto je složeno da kroz njega što manje prolazi zrak jer se inače ne bi mogla stvoriti razlika u tlaku niti uzgon potreban za polijetanje, a i zbog nepostojanja razlike u tlaku ptica se ne bi mogla podizati i spuštati u zraku.

TEŽAK

rješavanje
problema

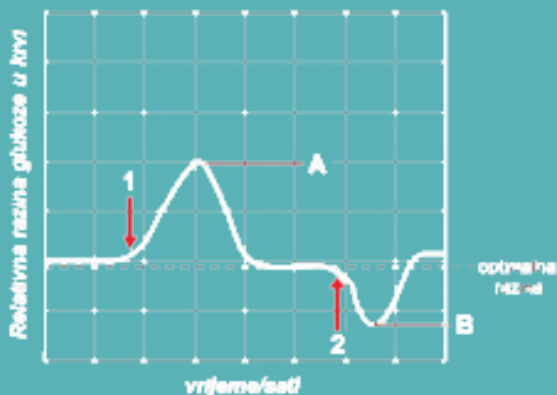
Obrazovni ishodi: 12.1. i 12.3. A.1.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu. (BIO SŠ A.2.1.)
12.2. C.3.2.3. Uspoređuje energetske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima. (BIO SŠ C.2.2.)

TEŽAK

Razrada ishoda: 12.1. Povezuje ključne prilagodbe u građi tijela s uvjetima staništa.
12.2. Povezuje obrasce raspolaganja energijom s ponašanjem, načinom života i preživljavanjem različitih organizama.
12.3. Analizira uslozňjavanje i pojavu novih svojstava povezujući princip građe s ekonomičnim funkcioniranjem različitih organizama.

rješavanje problema

13. Promotrite grafički prikaz relativne količine glukoze u krvi osobe koja se tijekom dana bavila različitim aktivnostima i odgovorite na pitanja.



Grafički prikaz relativne količine glukoze u krvi

- 13.1. Što je uzrokovalo promjenu optimalne razine glukoze u krvi u točki 1?
 13.2. Na koji će način endokrina žlijezda potaknuta na djelovanje u točki A djelovati na ponovno uspostavljanje optimalne razine glukoze u krvi u točki B?
 13.3. Što je moglo uzrokovati nagli pad razine glukoze u krvi u točki 2?

Točni odgovori:

13.1. uzimanje obroka koji sadrži ugljikohidrate

LAGAN

razumijevanje
i primjena
znanja

13.2. Gušterača će izlučivati glukagon.

LAGAN

razumijevanje
i primjena
znanja

13.3. pojačana tjelesna aktivnost

**SREDNJE
TEŽAK**

razumijevanje
i primjena
znanja

Obrazovni ishod: B.2.1.2. Objasnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama. (BIO SŠ B.2.1.)

SREDNJE TEŽAK

Razrada ishoda: Uspoređuje principe održavanja homeostaze u jednostaničnim i višestaničnim organizmima.

razumijevanje
i primjena znanja

14. Promotrite slike biljaka označene slovima **E**, **F** i **G** koje se razlikuju po različitosti načina oprašivanja.



14.1. Kojim je slovom označena biljka koja se oprašuje vjetrom? Ukratko objasnite svoj izbor koristeći se slikom biljke.

Odgovor:

Objašnjenje:

14.2. Navedite prednosti oprašivanja vjetrom u odnosu na oprašivanje kukcima s obzirom na raspolaganje energijom za odvijanje procesa oprašivanja.

Odgovor:

14.3. Usporedite oprašivanje vjetrom u biljaka i vanjsku oplodnju u morskih organizama s obzirom na učinkovitost procesa.

Odgovor:

Točni odgovori:

14.1. Odgovor: **E**

Objašnjenje: Peludnice izlaze iz cvijeta pa lagano otpuštaju pelud, prašničke su niti dugačke i savitljive pa ih vjetar lagano njiše i odnosi pelud, nema žarko obojenoga cvijeća koje bi privlačilo kukce.

14.2. Ne troši se energija za stvaranje velikih, obojenih latica i lapova te za stvaranje nektara.

14.3. Oba procesa zahtijevaju povećanu proizvodnju ili peludnih zrna pri oprašivanju ili spolnih stanica pri vanjskoj oplodnji jer je oplodnja neizvjesna. Smanjena je učinkovitost vanjske oplodnje i oprašivanja vjetrom pa se nadoknađuje brojnošću peludnih zrna i spolnih stanica.

Obrazovni ishodi: 14.1. B.3.1.2. Uspoređuje životne cikluse organizama. (BIO SŠ B.2.2.)

14.2. C.2.1.3. Uspoređuje energetske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima. (BIO SŠ C.2.2.)

14.3. B.3.1.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)

Razrada ishoda: 14.1. Uspoređuje rasprostranjivanje, razvoj, sazrijevanje, sustave parenja te brigu za potomstvo različitih organizama.

14.2. Povezuje obrasce raspolaganja energijom s ponašanjem, načinom života i preživljavanjem različitih organizama.

14.3. Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.

LAGAN

reprodukcija
znanja

**SREDNJE
TEŽAK**

razumijevanje
i primjena
znanja

**SREDNJE
TEŽAK**

razumijevanje
i primjena
znanja

SREDNJE TEŽAK

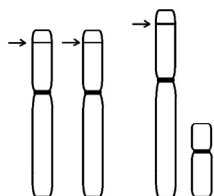
razumijevanje
i primjena
znanja

15. Srpasta anemija recesivna je nasljedna bolest karakterizirana eritrocitima srpastoga oblika. Stanice ljudi oboljelih od srpaste anemije na oba jedanaesta kromosoma sadrže alel Hb^s , dok se alel Hb^A nalazi u stanicama zdravih ljudi i nositelja srpaste anemije.

Hipofosfatemični rahitis dominantna je spolno vezana nasljedna bolest koja se ne može liječiti vitaminom D, a uzrokovana je alelom X^R .

15.1. Napišite genotip žene koja boluje od srpaste anemije, a ne boluje od hipofosfatemičnoga rahitisa.

15.2. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje dva para kromosoma u stanicama muškarca koji je nositelj alela za srpastu anemiju i ne boluje od hipofosfatemičnoga rahitisa. Strelicama su označeni aleli odgovorni za srpastu anemiju i hipofosfatemični rahitis.



Iznad svake strelice napišite odgovarajuću oznaku alela.

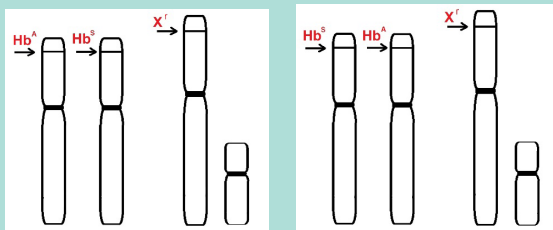
15.3. Očekuje li se u nekoj stabilnoj populaciji veći broj žena ili muškaraca oboljelih od hipofosfatemičnoga rahitisa? Ukratko obrazložite odgovor.

Očekuje se veći broj: žena – muškaraca (Zaokružite točan odgovor.)

Obrazloženje:

Točni odgovori:

15.1. $Hb^sHb^sX^r$



15.2.

15.3. Očekuje se veći broj: žena

Objašnjenje: Muškarac ne može naslijediti bolest od oca, dok žena može naslijediti bolest i od oca i od majke jer žene u stanicama sadrže dva X kromosoma pa je dvostruko veća vjerojatnost da naslijede kromosom X s dominantnim alelom X^R .

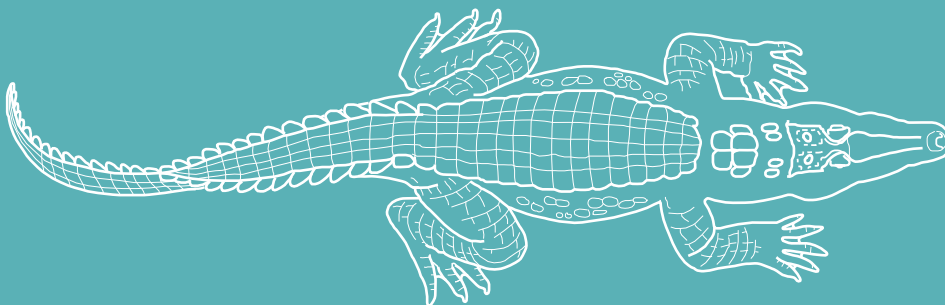
Obrazovni ishod: 15.2.4.1.3. Objašnjava životne procese na molekularnoj razini. (BIO SŠ B.4.2.)

Razrada ishoda: 15.1. Objašnjava nasljednu varijabilnost organizama primjenjujući Mendelove zakone.

15.1. i 15.3. Objašnjava spolno vezano nasljeđivanje.

SREDNJE TEŽAK	razumijevanje i primjena znanja
TEŽAK	razumijevanje i primjena znanja
LAGAN	razumijevanje i primjena znanja
TEŽAK	
razumijevanje i primjena znanja	

16. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje vanjsku građu krokodila. Prilagodbe krokodila povezane su s načinom njegova života.



- 16.1.** Tijekom kretanja na tlu krokodili gmižu, tj. trbuhom dotiču tlo. Objasnite na koji je način položaj nogu krokodila u odnosu na njegov trup povezan s takvim načinom kretanja.
- 16.2. Krokodil se za kretanje u vodi koristi bočno spljoštenim repom. Objasnite na koji način bočna spljoštenost repa utječe na brzinu kretanja krokodila u vodi.
- 16.3. Neke vrste krokodila „putuju” oceanima i prevaljuju velike udaljenosti iako su relativno loši plivači. Utvrđeno je da te vrste na udaljena putovanja uvijek kreću otprilike sat vremena nakon najviše plime. Objasnite mogu li krokodili, birajući vrijeme kretanja na put, nadomjestiti slabe plivačke sposobnosti.
 Zaokružite: MOGU – NE MOGU
 Objašnjenje:

Točni odgovori:

16.1. Noge krokodila smještene su bočno na trupu.

LAGAN

reprodukcija znanja

16.2. Krokodili se koriste repom kao veslom, a spljoštenost repa povećava njegovu površinu pa se krokodili brže kreću u vodi.

LAGAN

razumijevanje i primjena znanja

16.3. Zaokružiti: MOGU
 Objašnjenje: Nosi ih vodena struja pa troše manje energije.

SREDNJE TEŽAK

rješavanje problema

Obrazovni ishod: B.6.1.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji. (BIO SŠ B.2.3.)

SREDNJE TEŽAK

Razrada ishoda: Povezuje promjene u okolišu s prilagodbama i preživljavanjem organizama promišljajući o principu ekonomičnosti.

rješavanje problema

17. Na slici je prikazana sličnost u genskim sekvencama (genima) čimpanza, orangutana, ljudi i gorila. Genski zapis pojedine vrste označen je slovima od **F** do **I**.



17.1. Odabirom slova uz genske sekvence prikazane na crtežu odgovorite koje dvije vrste imaju najbližega zajedničkog pretka. Objasnite svoj odgovor jednom rečenicom.

Odgovor:

Objašnjenje:

17.2. Na slici zaokružite dijelove genskih sekvenca koji ukazuju da je vrsta **H** srodnija vrsti **G** nego vrsti **F**.

17.3. Nacrtajte kladogram koji opisuje odnos vrsta prema genskim sekvencama prikazanim na slici koristeći se pripadajućim oznakama slova od **F** do **I**.

Crtež:

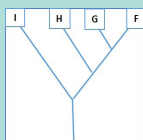
Točni odgovori:

17.1. Odgovor: **F i G**.

Objašnjenje: Podudarnost u genskome zapisu između F i G je velika osim u malome dijelu genoma gdje ne dolazi do poklapanja.



17.2.



17.3.

Obrazovni ishod: B.5.2.5. Analizira utjecaj promjenjivih životnih uvjeta na evoluciju. (BIO SŠ B.4.3.)

Razrada ishoda: Objasnjava teoriju evolucije na temelju postojećih dokaza.

LAGAN	razumijevanje i primjena znanja
SREDNJE TEŽAK	razumijevanje i primjena znanja
SREDNJE TEŽAK	rješavanje problema
SREDNJE TEŽAK	
	razumijevanje i primjena znanja

18. Probava hrane započinje u trenutku njezine konzumacije, ali se odvija kroz duže vrijeme nakon obroka.

18.1. Koja je uloga hrapavoga endoplazmatskog retikuluma (rER) u stanicama žlijezda slinovica u procesu probave škroba?

18.2. Glukoza se u epitelne stanice crijeva apsorbira aktivnim prijenosom.

Koja je prednost takvoga načina prijenosa u odnosu na olakšanu difuziju?

Točni odgovori:

18.1. Sintetizira enzime koji razgrađuju škrob/amilazu/ptijalin.

LAGAN

reprodukcija
znanja

18.2. Apsorbira se više glukoze / bolja je iskoristivost glukoze / u razdoblju smanjene koncentracije glukoze u crijevima (npr. duže vrijeme nakon obroka) ne bi bila moguća apsorpcija glukoze (ili bi se ona čak i kretala u suprotnome smjeru – iz stanica u lumen crijeva).

TEŽAK

razumijevanje
i primjena
znanja

Obrazovni ishodi: 18.1. C.1.1.3. Analizira procese kruženja tvari, vezanja i pretvorbi energije na razini stanice povezujući ih s funkcioniranjem organizama. (BIO SŠ C.3.1.)
18.2. C.1.1.4. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice. (BIO SŠ C.3.2.)

TEŽAK

Razrada ishoda: 18.1. Analizira osnovne metaboličke procese na razini stanice.
18.2. Analizira prijenos tvari kroz membranu/membranom s aspekta korištenja energije.

razumijevanje
i primjena znanja

19. Tablica prikazuje prosječnu tjelesnu masu i prosječan unos kisika triju vrsta sisavaca mjerenih u stanju mirovanja.

VRSTA SISAVCA	PROSJEČNA TJELESNA MASA (kg)	PROSJEČAN UNOS KISIKA (mL kg ⁻¹ h ⁻¹)
miš	0,025	1500
vjeverica	0,5	880
mačka	3	435

19.1. Usporedite podatke iz tablice i u jednoj rečenici zaključite kakav je odnos između tjelesne mase, unosa kisika i gubitka topline navedenih sisavaca.

19.2. Koja će životinja, miš ili mačka, uz dovoljno hrane lakše podnijeti život u vrućim predjelima? Objasnite svoj odgovor.

Odgovor:

Objašnjenje:

Točni odgovori:

19.1. Što je životinja veća, unosi manje kisika po jedinici tjelesne mase, što znači da oslobađa manje topline po jedinici tjelesne mase.

SREDNJE TEŽAK

razumijevanje i primjena znanja

19.2. miš

Ima veću površinu u odnosu na volumen tijela i time oslobađa više topline u okolinu i brže se hladi.

SREDNJE TEŽAK

razumijevanje i primjena znanja

Obrazovni ishod: C.1.1.2. Uspoređuje energijske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima. (BIO SŠ C.2.2.)

SREDNJE TEŽAK

Razrada ishoda: Povezuje iskorištavanje energije i održavanje homeostaze u organizmu s fiziološkim stanjima.

razumijevanje i primjena znanja

20. Goveda se danas uzgajaju većim dijelom na velikim gospodarstvima uz vlastitu proizvodnju hrane za životinje ili dobavom hrane od drugih poljoprivrednika.

20.1. Koja je makromolekula glavni izvor glukoze u prehrani goveda?

20.2. Kao argument za prestanak konzumacije mesa i uvođenje veganske prehrane navodi se da je količina dobivene biomase po hektaru značajno manja pri uzgoju životinja nego pri uzgoju biljaka.

Koje je moguće obrazloženje takve tvrdnje?

Točni odgovori:

20.1. celuloza

LAGAN

reprodukcija
znanja

20.2. Površina za uzgoj troši se i na prostor za uzgoj životinja i na prostor za uzgoj njihove hrane. Životinje dio energije utroše na svoje metaboličke procese i kretanje te se time količina raspoložive energije i biomase dodatno smanjuje.

TEŽAK

rješavanje
problema

Obrazovni ishodi: 20.1. C.2.1.2. Objašnjava protjecanje i pretvorbe energije na razini organskih sustava i organizma. (BIO SŠ C.2.1.)
20.2. C.2.2.1. Objašnjava principe iskorištavanja energije na razini ekosustava s aspekta održivoga razvoja. (BIO SŠ C.1.2.)

SREDNJE TEŽAK

Razrada ishoda: 20.1. Uspoređuje načine prehrane različitih organizama.
20.2. Objašnjava ljudsko ponašanje pri korištenju energijom uz ilustraciju primjerima.

razumijevanje
i primjena znanja

21. U istraživačkom radu učenika proučavano je djelovanje temperature i vode (zalijevanja) na rast sorte pšenice. Prva skupina biljaka uzgajana je na temperaturi od 25 °C i zalijevana s 0,1 L vode dva puta dnevno. Druga skupina biljaka uzgajana je na temperaturi od 20 °C i zalijevana s 0,1 L vode jednom dnevno. Treća skupina biljaka uzgajana je na temperaturi 15 °C i zalijevana s 0,1 L vode jednom, svaki drugi dan. Sve su biljke prije početka istraživanja bile jednake veličine, uzgajane su u identičnim posudama i u zemlji istog sastava te su bile izložene jednakoj količini svjetlosti.

- 21.1.** Hoće li se na temelju istraživanja moći jasno zaključiti što je utjecalo na rast pšenice? Obrazložite svoj odgovor.
- 21.2.** Na koji bi se način mogla poboljšati metodologija da se istraživanjem objasni utjecaj zalijevanja na rast pšenice?

Točni odgovori:

21.1. Istovremeno se prati utjecaj temperature i vode (zalijevanja) pa neće biti jasno što je utjecalo na rast pšenice.

**SREDNJE
TEŽAK**

razumijevanje
i primjena
znanja

21.2. Potrebno je sve skupine pšenice u istraživanju uzgajati na istoj temperaturi.

LAGAN

razumijevanje
i primjena
znanja

Obrazovni ishod: D.2.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti. (BIO SŠ D.1.1.)

SREDNJE TEŽAK

Razrada ishoda: Odabire primjerenu metodologiju i vrste uzoraka prema postavljenim ciljevima pravilno odabirući kontrolne skupine i/ili replikatne (ponovljene) uzorke u istraživanju.

razumijevanje
i primjena znanja

7. PRIPREMA ZA ISPIT

Kako bi se omogućilo razumijevanje složenosti života na Zemlji te razumijevanje njegovih uzroka i posljedica, neophodno je povezivati pojedinačna znanja i vještine vezane za određene ishode s drugim ishodima u Biologiji, ali i sa znanjima i vještinama koja su sastavni dio kurikuluma drugih nastavnih predmeta. Treba imati na umu da se prema ovome katalogu mnogi ishodi mogu povezati s drugim ishodima istoga ili različitih područja biologije jer konceptualni okvir određuje žarišni pogled na objašnjenje nekoga problema, pojave ili procesa u živome svijetu. Isto tako, pri formuliranju odgovora, a posebno pri rješavanju problemskih situacija koje se mogu pojaviti uz pojedini ishod moguća je i potrebna povezanost s nekim od važnih ishoda, ali i konceptima koji se uče u ostalim predmetima, posebno prirodoslovnim, kao i s očekivanjima međupredmetnih tema kurikuluma. Područje D. *Prirodoslovni pristup*, kao osnova za razumijevanje ideja i zakonitosti o životu, neophodno se mora integrirati barem s jednim područjem ili više ostalih područja Biologije, a vrlo je često povezano s različitim znanjima drugih prirodoslovnih predmeta.

Način polaganja ispita državne mature, kao i mjere koje se izriču u slučaju nedozvoljenoga ponašanja učenika propisani su Pravilnikom o polaganju državne mature (Narodne novine, 1/13, 41/19, 127/19, 55/20, 53/21, 126/21 i 19/23).

LITERATURA

U pripremi ispita možete se koristiti odobrenim udžbenicima za gimnazijski program Biologije od 2014. do 2023. godine:

Udžbenici prema nastavnome programu

Školska knjiga:

Krsnik-Rasol, M., Krajačić, M., Lukša, Ž., *Život 1*, Školska knjiga, Zagreb, 2014.

Alegro, A., Krajačić, M., Lucić, A., *Život 2*, Školska knjiga, Zagreb, 2014.

Lukša, Ž., Mikulić, S., *Život 3*, Školska knjiga, Zagreb, 2014.

Pavlica, M., Balabanić, J., *Genetika i evolucija*, Zagreb, 2014.

Meštrov, M., Draganović, Z., *Ekologija*, Školska knjiga, Zagreb, 2014.

Alfa:

Bogut, I., Đumljija, S., Lukačević, K., Marceljak Ilić, M., *Biologija 1*, Alfa, 2014.

Bogut, I., Futivić, I., Špoljarević, M., Bakarić, A., *Biologija 2*, Alfa, 2014.

Đumljija, S., Heffer, M., Perić, I., Radić Brkanac, S., Jareb, Lj., *Biologija 3*, Alfa, 2014.

Bogut, I., Čerba, D., Marceljak Ilić, M., Đumljija, S., Lichtental, M., *Biologija 4*, Alfa, 2014.

Profil:

Rusak, G., Katušić, A., Penić, S., *Živi svijet 1*, Profil, 2014.

Dolenec, Z., Rusak, G., *Živi svijet 2*, Profil, 2014.

Habdija, I., Pavletić, Z., *Biologija 2*, Profil, 2014.

Habdija, I., *Životinjski svijet*, Profil, 2014.

Mayr Radonić, M., Šeparović Markota, Z., Veček Šimunović, S., *Biologija 2*, Profil, 2014.

Dolenec, Z., Bartolić, G., *Životinjski svijet*, Profil, 2014.

Springer, O. P., Pevalek-Kozlina, B., *Živi svijet 3*, Profil, 2014.

Jelenić, S., Kerovec, M., Mihaljević, Z., Ternjej, I., Mitrikeski, P. T., *Živi svijet 4*, Profil, 2014.

Kalafatić, M., Springer, O. P., Papeš, D., *Biologija 4*, Profil, 2014.

Udžbenici prema kurikulumu Biologije

Školska knjiga:

Kerovec, M., Mihaljević, Z., Ternjej, I., Lukša, Ž., Vidović, M., *Biologija 1*, Školska knjiga, 2019.

Lucić, A., Skejo, J., Heffer, M., Sedlar, Z., Blažetić, S., Bendelja, D., Lukša, Ž., *Biologija 2*, Školska knjiga, 2020.

Lukša, Ž., Mikulić, S., Bendelja, D., Krajačić, M., *Biologija 3*, Školska knjiga, 2020.

Bendelja, D., Durgo, K., Lukša, Ž., Pavlica, M., *Biologija 4*, Školska knjiga, 2021.

Alfa:

Bogut, I., Đumljija, S., Futivić, I., Remenar, S., *Biologija 1*, Alfa, 2019.

Remenar, S., Sertić Perić, M., Rebrina, F., *Biologija 2*, Alfa, 2020.

Korać, P., Remenar, S., Begić, V., *Biologija 3*, Alfa, 2020.

Korać, P., Pongrac Štimac, Z., Begić, V., *Biologija 4*, 2021.

Profil:

Grozđanić, G., Horvatin, K., Krstanac, Ž., *Biologija 1*, Profil, 2019.

Balta, V., Škrčić, D., *Biologija 2*, Profil, 2020.

Čačev, T., Horvat, B., Ivandić, A., Korać Šubaša, A., Marceljak, Ilić, M., *Biologija 3*, Profil, 2020.

Čačev, T., Grozđanić, G., Horvatin, K., Krstanac, Ž., *Biologija 4*, Profil, 2021.

PRILOZI

Kao pomoć pri učenju potrebno je koristiti se priložima od 1. do 5. Prilog 6. vrlo je važan pristupnicima jer se prema njemu trebaju pripremati odgovori iz genetike.

Prilog 1. Primjer dihotomskoga ključa za određivanje vrste drveća

1.	Listovi su igličasti.	idi na 2
	Listovi su široki i spljošteni.	idi na 5
2.	Igličasti su listovi pojedinačno pričvršćeni za grančicu i dugi su do 4 cm.	idi na 3
	Igličasti su listovi u parovima, ovijeni su bjeličastim rukavcem i dugi do 8 cm.	bijeli bor
3.	Igličasti su listovi većinom češljasto raspoređeni duž grančice.	idi na 4
	Igličasti su listovi zavojito raspoređeni duž grančice i četverbridni.	smreka
4.	Igličasti su listovi ušiljeni na vrhu, spljošteni i mekani, na licu su tamnozeleni, a na naličju blijedi s dvjema tamnim prugama.	tisa
	Igličasti su listovi tupi, plosnati i dugi do 3 cm, a na naličju imaju dvije bijele pruge.	jela
5.	List je jednostavan, a lisna plojka nije podijeljena na liske.	idi na 6
	List je sastavljen, a plojka sastavljenoga lista podijeljena je na više liski od kojih svaka izgleda kao zasebni list.	idi na 15
6.	Plojka lista je cjelovita.	idi na 7
	Plojka lista je urezana.	idi na 12
7.	Plojka lista je jajolika ili srcolika oblika.	idi na 8
	Plojka lista je duguljasta.	idi na 11
8.	Listovi su pri bazi nesimetrični.	idi na 9
	Listovi su pri bazi simetrični.	idi na 10
9.	Listovi su jajoliki i goli, a rub lista je pilast.	poljski brijest
	Listovi su srcoliki, tamnozeleni i goli, a na naličju svjetliji s čupercima bijelih dlačica u kutovima žila.	velelisna lipa
10.	Listovi su jajoliki, imaju 11 do 15 pari bočnih žila, a rub lista jako je nazubljen.	obični grab
	Listovi su jajoliki, imaju 5 do 9 pari bočnih žila, a rub lista nije nazubljen.	obična bukva
11.	Listovi su kožasti, sjajni, dugi do 23 cm i široki do 8 cm s trnastim zupcima razmaknutim po 1 cm i s lisnim peteljka dugima do 3 cm.	pitomi kesten
	Listovi su gusto bijelosvilenkasto dlakavi, dugi do 10 cm i široki do 1,5 cm, plitkopilasta ruba i lisnih peteljki dugih do 1 cm.	bijela vrba
12.	Plojka lista je valovito urezana, a nervatura lista perasta.	idi na 13
	Plojka lista je dlanasto urezana, a nervatura lista dlanasta.	idi na 14
13.	Listovi su plitko i pravilno urezani, dugi do 12 cm i široki do 7 cm, a na naličju iznad žila fino su dlakavi s jasnim žljebastim peteljka dugima do 4 cm.	hrast kitnjak
	Listovi su plitko urezani, sivozeleni, debeli, čvrsti, dugi do 10 cm i široki do 5 cm, naličje lista gusto je vuneno dlakavo, a peteljke su najčešće gusto dlakave, odozdo plitko žlebaste i duge 5 do 20 mm.	hrast medunac
14.	Plojka listova podijeljena je na pet režnjeva šiljatih vrhova, a rubovi režnjeva grubo su pilasti.	gorski javor
	Plojka lista podijeljena je na tri režnja tupa vrhova, a režnjevi lista imaju cjeloviti rub.	poljski javor
15.	List je perasto sastavljen.	bagrem
	List je dlanasto sastavljen.	divlji kesten

Latinski nazivi vrsta drveća – ne treba pamtiti

Abies alba Mill. – jela

Picea abies (L.) Karsten – smreka

Pinus sylvestris L. – bijeli bor

Taxus baccata L. – tisa

Quercus petraea (Mattuschka) Liebl. – hrast kitnjak

Quercus pubescens Willd. – hrast medunac

Acer pseudoplatanus L. – gorski javor

Acer campestre L. – poljski javor

Aesculus hippocastanum L. – divlji kesten

Castanea sativa Miller – pitomi kesten

Ulmus minor Miller – poljski brijest

Tilia platyphyllos Scop. – velelisna lipa







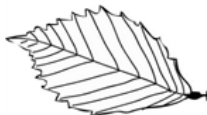
Robinia pseudoacacia L. – mirisni bagrem

Salix alba L. – bijela vrba

Fagus sylvatica L. – obična bukva

Carpinus betulus L. – obični grab

Prilog 2. Prikaz oblika, nervature i ruba lista za potrebe služenja primjerom dihotomskoga ključa za određivanje vrsta drveća

OBLIK LISTA		
		
a) jednostavni list	b) dlanasto sastavljen list	c) perasto sastavljen list
NERVATURA LISTA		
		
a) dlanasta nervatura lista	b) perasta nervatura lista	
RUB LISTA		
		
a) cjeloviti rub lista	b) pilasti rub lista	

Prilog 3. Osobe značajne za razvoj biologije i njihov doprinos

OSOBA	DOPRINOS U RAZVOJU BIOLOGIJE
Robert HOOKE (17. st.)	promatrao tanke prereze pluta (stijenke mrtvih stanica) uz pomoć vrlo primitivnoga mikroskopa; prvi upotrijebio naziv <i>cellula</i> (lat. stanica)
Antony van LEEUWENHOEK (17. – 18. st.)	„otac mikroskopije i mikrobiologije” – usavršio mikroskop i dobio povećanje ~270×; prvi promatrao živi jednostanični organizam (mikroorganizme iz usne šupljine, spermije, krvne stanice...)
Jean Baptiste LAMARCK (17. – 18. st.)	iznio ideju o zajedničkome podrijetlu organizama i njihovoj polaganoj preobrazbi (transformaciji) i razradio prvu cjelovitu evolucijsku teoriju: okoliš je promjenjiv, organizmi mu se prilagođavaju i za života stečena obilježja prenose na potomstvo
Carl LINNÉ (18. st.)	binomna nomenklatura, osnivač taksonomije ili sistematike
Matthias SCHLEIDEN (botaničar) i Theodor SCHWANN (zoolog) (18. st.)	stanična teorija – sva su živa bića građena od stanica
Alfred Russel WALLACE (19. st.)	predstavio i istaknuo značaj prirodne selekcije; zajedno s Darwinom predložio teoriju evolucije putem prirodne selekcije
Charles DARWIN (19. st.)	zajedno s Wallaceom predložio teoriju evolucije putem prirodne selekcije; predstavio teoriju evolucije
Louis PASTEUR (19. st.)	dokazao je da mikroorganizmi nastaju iz već postojećih mikroorganizama i da su uzročnici zaraznih bolesti i vrenja, razvio i razjasnio cijepljenje (protiv kokoške kolere, bedrenice, bjesnoće...); osmislio i razvio pasterizaciju
Gregor Johann MENDEL (19. st.)	osnivač genetike; postavio zakone nasljeđivanja
Ernest HAECKEL (19. st.)	utemeljio ekologiju
Robert KOCH (19. – 20. st.)	otkrio uzročnika tuberkuloze i kolere; usavršio hranjive podloge za uzgoj bakterija i tehnike mikroskopiranja bakterija
Alexander FLEMING (19. – 20. st.)	otkrio prvi antibiotik (penicilin)
Dragutin GORJANOVIĆ–KRAMBERGER (19. – 20. st.)	otkrio ostatke neandertalaca (krapinskoga pračovjeka) na Hušnjakovu brdu pored Krapine
Aleksandr Ivanovič OPARIN (20. st.)	pretpostavio da su prve organske molekule mogle nastati od plinova u praatmosferi; iznio ideju kemijske evolucije (proces spontane sinteze složenijih organskih molekula iz jednostavnih)
Stanly MILLER (20. st.)	pokusom dokazao da su male organske molekule mogle nastati abiotički
Rosalind Elsie FRANKLIN, Maurice Hugh Frederick WILKINS, James WATSON i Francis CRICK (20. st.)	otkrili prostornu građu DNA i predstavili strukturu i načelo replikacije DNA
Carl Richard WOESE (20. st.)	predložio podjelu živoga svijeta na tri domene – arheje, bakterije i eukarioti
Thomas Hunt MORGAN (20. st.)	provodio istraživanja na vinskih mušicama; povezao genetiku i citologiju i razvio kromosomsku teoriju nasljeđivanja
Milislav DEMEREC (20. st.)	pridonio masovnoj proizvodnji antibiotika (penicilina); primijenio genetičke metode u tehnologiji (uzgoj korisnih mikroorganizama)

Prilog 4. Najčešće zarazne bolesti

UZROČNICI	BOLEST	PRENOŠENJE	PREVENCIJA/LIJEČENJE
VIRUSI	prehlada	kapljičnim putem	higijenske navike/simptomatsko liječenje
	gripa	kapljičnim putem	higijenske navike; cijepljenje*/simptomatsko liječenje
	COVID-19 „coronavirus disease”	kapljičnim putem nakon bliskoga kontakta sa zaraženim čovjekom	higijenske navike/simptomatsko liječenje, respirator u težim slučajevima
	virusna upala pluća	kapljičnim putem	higijenske navike/simptomatsko liječenje
	herpes	kontaktno	higijenske navike/lijekovi
	mononukleoza	kontaktno, slinom (poljupcem...)	higijenske navike/simptomatsko liječenje
	vodne kozice	kapljičnim putem	cijepljenje*/simptomatsko liječenje
	dječja paraliza	kapljičnim putem	cijepljenje/simptomatsko liječenje
	zaušnjaci (mumps)	kapljičnim putem	higijenske navike, cijepljenje/simptomatsko liječenje
	rubeola	kapljičnim putem	cijepljenje/simptomatsko liječenje
	AIDS	spolnim putem i tjelesnim tekućinama	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma
	zaraza HPV-om	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma; cijepljenje*/simptomatsko liječenje; kirurški zahvat
	hepatitis A (zarazna žutica)	prljavim rukama i zagađenom vodom	cijepljenje*/simptomatsko liječenje
	hepatitis B	ubod zaraženom iglom, spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma cijepljenje/liječenje
	bjesnoća	ugrizom, tj. slinom zaraženih životinja (lisice, štakori, psi...)	cijepljenje domaćih životinja, cijepljenje potencijalno zaraženoga
	virusni meningitis	zaraženi krpelji	cijepljenje*/simptomatsko liječenje
<i>*Nije obvezatno cijepljenje u RH</i>			
BAKTERIJE	streptokokna angina	kapljičnim putem	higijenske navike/antibiotici
	bakterijska upala pluća	kapljičnim putem	higijenske navike/antibiotici
	TBC	kapljičnim putem	cijepljenje/antibiotici
	tetanus	ozljedama kože i mišića	cijepljenje/antibiotici
	gonoreja	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma/antibiotici
	klamidija	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma/antibiotici
	sifilis	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma/antibiotici
PARAZITSKI PROTISTI			

UZROČNICI	BOLEST	PRENOŠENJE	PREVENCIJA/LIJEČENJE
trihomonas	trihomonijaza	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma/antibiotici
tripanosoma	bolest spavanja	muha ce ce	uklanjanje prijenosnika bolesti/lijekovi
malarični plazmodij	malaria	komarci	uklanjanje prijenosnika bolesti/lijekovi
PARAZITSKI PLOŠNJACI I OBLICI			
trakavice		neoprane ruke i termički neobrađena hrana	održavanje osobne higijene, higijena u dodiru sa životinjama, termička obrada hrane/lijekovi i kirurški zahvati
trihinela	trihinelozna	termički neobrađena hrana	veterinarska kontrola mesa/lijekovi
dječja glista		neoprane ruke	održavanje osobne higijene i higijene pri pripremi hrane/lijekovi
PARAZITSKE GLJIVE			
kandida	kandidijaza	u slučaju slabljenja imuniteta – zaraženi predmeti (npr. ručnici), spolnim putem	održavanje osobne higijene; uzimanje probiotika uz antibiotsku terapiju/lijekovi protiv gljivica (antimikotici)

Prilog 5. Oznake i kratice u genetici

OZNAKE ZA ALELE

A (veliko tiskano slovo) – alel za dominantno svojstvo
 a (malo tiskano slovo) – alel za recesivno svojstvo
 a1, a2 (A1, A2) (mala ili velika tiskana slova s brojem u indeksu) – aleli za kodominantno svojstvo – nepotpunu dominaciju (intermedijarno križanje)

OZNAKE ZA KROMOSOME

n – haploidan ili osnovni broj kromosoma
 2n – diploidan ili dvostruki broj kromosoma
 3n – triploidan broj kromosoma
 4n – tetraploidan broj kromosoma
 5n – pentaploidan broj kromosoma
 2n+1 – trisomija (npr. Downov sindrom)
 2n-1 – monosomija (npr. Turnerov sindrom)

NASLJEĐIVANJE BOJE TIJELA VINSKE MUŠICE

Dominantna i recesivna svojstva vinske mušice označavaju se malim slovima, tj. početnim slovom engleskoga naziva mutantnoga fenotipa. Dominantne osobine divljega tipa označavaju se malim slovom s indeksom + (npr. sivo-smeđa boja tijela: e+). Recesivne osobine mutanata označavaju se samo malim slovom (npr. crna boja tijela: e).
 e+ – boja divljega tipa, sivo-smeđa
 e – (*ebony*) crna boja tijela
 vg+ – divlji tip, ravna krila dulja od tijela
 vg – (*vestigial wings*) zakržljala krila
 cu+ – divlji tip, ravna krila
 cu – zakrivljena krila, mutant

SPOLNO VEZANI GENI

Vinska mušica	X ^{W+} X ^{W+} – divlji tip vinske mušice crvenih očiju X ^W X ^W (<i>white eyes</i>) – mutantni tip bijelih očiju
Čovjek	XX – par spolnih kromosoma žene (homogametan) XY – spolni kromosomi muškarca (heterogametan)
Daltonizam	X ^d – alel za daltonizam; X ^D – alel vezan za odsustvo daltonizma
Hemofilija	X ^h – alel za hemofiliju, X ^H – alel vezan za odsustvo hemofilije
Ptice	ZW – ženski spolni par kromosoma u ptica (heterogametan) ZZ – muški spolni par kromosoma u ptica (homogametan) Z ^R W – ženka bijeloga perja Z ^r Z ^r – mužjak crvenoga perja Z ^R Z ^r – mužjak bijeloga perja Z ^R Z ^R – mužjak bijeloga perja

OZNAČAVANJE KRVNIH GRUPA I SRPASTE ANEMIJE

Srpasta anemija	Hb ^s – alel za srpastu anemiju (promijenjeni oblik hemoglobina) Hb ^A – alel za odsustvo srpaste anemije Hb ^s Hb ^s – genotip oboljele osobe Hb ^A Hb ^A – genotip zdrave osobe Hb ^A Hb ^s – genotip heterozigota
Krvne grupe i Rh-faktor	I ^A I ^A ili AA – genotip homozigota krvne grupe A I ^A I ^O ili AO – genotip heterozigota krvne grupe A I ^B I ^B ili BB – genotip homozigota krvne grupe B I ^B I ^O ili BO – genotip heterozigota krvne grupe B I ^A I ^B ili AB – genotip koodominantne krvne grupe AB I ^O I ^O ili OO – genotip recesivnoga homozigota krvne grupe O Rh ⁺ Rh ⁺ – Rh pozitivna osoba, homozigot Rh ⁺ Rh ⁻ – Rh pozitivna osoba, heterozigot Rh ⁻ Rh ⁻ – Rh negativna osoba, homozigot



