



Ispitni katalog za državnu maturu
u školskoj godini 2011./2012.

BIOLOGIJA





Stručna radna skupina za izradbu ispitnih materijala iz Biologije:

mr. sc. Zrinka Pongrac Štimac, prof., voditeljica, V. gimnazija, Zagreb

Ines Alujević, prof., III. gimnazija, Split

Vesna Ančić, prof., Srednja škola Pakrac, Pakrac

doc. dr. sc. Ivana Maguire, prof., Zoologijski zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

dr. sc. Milenko Milović, prof., Medicinska i kemijska škola/Gimnazija A. Vrančića, Šibenik

mr. sc. Mirko Ruščić, prof., Visoka učiteljska škola, Split

dr. sc. Damir Sirovina, prof., Zoologijski zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Suradnici:

prof. dr. sc. Floriana Bulić-Jakuš, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

dr. sc. Jasminka Buljan-Culej, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, Zagreb

Ivana Jugović, prof., konzultantica, Institut za društvena istraživanja, Zagreb

prof. dr. sc. Biserka Nagy, stručna konzultantica; Zavod za molekularnu biologiju, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.



Sadržaj

Uvod	5	7.1.3. Protoktista i gljive	23
1. Područja ispitivanja	5	7.1.4. Botanika	26
2. Obrazovni ishodi	6	7.1.5. Zoologija	31
2.1. Biologija stanice	6	7.1.6. Biologija čovjeka	39
2.2. Mikrobiologija	6	7.1.7. Genetika i evolucija	46
2.3. Protoktista i gljive	6	7.1.8. Ekologija	51
2.4. Botanika	7	7.2. Pokusi	55
2.5. Zoologija	7	7.2.1. Dokazivanje prisutnosti škroba	55
2.6. Biologija čovjeka	7	7.2.2. Dokazivanje koagulacije bjelančevina	56
2.7. Genetika i evolucija	8	7.2.3. Mikroskopsko promatranje plastida	56
2.8. Ekologija	8	7.2.3.1. Mikroskopsko promatranje leukoplasta	56
3. Struktura ispita	9	7.2.3.2. Mikroskopsko promatranje kromoplasta	56
4. Tehnički opis ispita	9	7.2.3.3. Mikroskopsko promatranje kloroplasta	57
4.1. Trajanje ispita	9	7.2.4. Dokazi osmoze u biljnoj stanici	57
4.2. Izgled ispita i način rješavanja	9	7.2.5. Mikroskopiranje kvaščevih gljivica	58
4.3. Pribor	10	7.2.6. Usporedba cvjetova različitih kritosjemenjača	58
5. Opis bodovanja	10	7.2.7. Voda – kolijevka života (Ispitivanje svojstava vode)	59
5.1. Vrednovanje prve ispitne cjeline	10	7.2.8. Sekcija ribe	60
5.2. Vrednovanje druge ispitne cjeline	10	7.3. Osobe koje su doprinijele razvoju biologije	60
6. Primjeri zadataka s detaljnim pojašnjenjem ..	10	7.4. Oznake i kratice u genetici	62
6.1. Primjer zadataka višestrukoga izbora	10	7.4.1. Oznake za alele	62
6.2. Primjer zadataka povezivanja	12	7.4.2. Oznake za garniture kromosoma	62
6.3. Primjer zadataka dopunjavanja	13	7.4.3. Nasljeđivanje boje tijela u vinske mušice	62
6.4. Primjer zadataka kratkoga odgovora	13	7.4.4. Spolno vezani geni	63
7. Priprema za ispit	15		
7.1. Razradba obrazovnih ishoda	15		
7.1.1. Biologija stanice	16		
7.1.2. Mikrobiologija	20		



Uvod

Biologija je na državnoj maturi izborni predmet.

Ispitni katalog za državnu maturu iz Biologije temeljni je dokument ispita kojim se jasno opisuje što će se i kako ispitivati na državnoj maturi iz ovoga predmeta u školskoj godini 2011./2012.

Ispitni katalog sadrži sve potrebne informacije i detaljna pojašnjenja o obliku i sadržaju ispita. Njime se jasno određuje što se od pristupnika očekuje na ispitu.

Ispitni katalog usklađen je s odobrenim četverogodišnjim nastavnim planom i programom¹ za Biologiju u gimnazijama.

Ispitni katalog sadrži ova poglavlja:

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

U prvome i drugome poglavlju čitatelj može naći odgovor na pitanje *što se ispituje*.

U prvome su poglavlju navedena područja ispitivanja, odnosno ključna znanja i vještine iz ovoga predmeta koje se ispituju ovim ispitom.

U drugome je poglavlju, kroz konkretne opise onoga što pristupnik treba znati, razumjeti i moći učiniti, pojašnjen način na koji će se navedena znanja i vještine provjeravati.

Treće, četvrto i peto poglavlje odgovaraju na pitanje *kako se ispituje*, a u njima je pojašnjena struktura i oblik ispita, vrste zadataka te način provedbe i vrjednovanja pojedinih zadataka i ispitnih cjelina.

U šestome su poglavlju primjeri zadataka s detaljnim pojašnjenjem.

U sedmome poglavlju objašnjeno je *kako se pripremiti za ispit*.

1. Područja ispitivanja

Ispitom iz Biologije provjerava se u kojoj mjeri pristupnik razumije:

- jedinstvenu molekularnu i staničnu organizaciju kao temelj velike raznolikosti živoga svijeta
- položaj i ulogu mikroorganizama u biosferi i njihovo značenje za čovjeka
- položaj i ulogu protoktista i gljiva u biosferi i njihovo značenje za čovjeka
- veliku raznolikost biljnoga svijeta i važnost biljaka za održanje života na Zemlji
- veliku raznolikost životinjskoga svijeta te može objasniti ulogu životinja u biosferi i u životu čovjeka
- osnove građe i funkcije ljudskoga organizma te može primijeniti stečena znanja s ciljem odgovornoga ponašanja prema vlastitome zdravlju i zdravlju drugih ljudi
- osnovna načela nasljeđivanja i zajedničko podrijetlo i razvoj živoga svijeta
- odnose u biosferi te može analizirati posljedice djelovanja čovjeka na nju.

¹ Glasnik Ministarstva prosvjete i športa, broj 11, Školske novine, Zagreb, 1995.

Dostignuta razina **znanja i kompetencija** pristupnika provjerava se u sljedećim područjima:

- biologija stanice
- mikrobiologija
- protoktista i gljive
- botanika
- zoologija
- biologija čovjeka
- genetika i evolucija
- ekologija.

2. Obrazovni ishodi

U ovome su poglavlju za svako područje ispitivanja određeni obrazovni ishodi, odnosno konkretni opisi onoga što pristupnik mora znati, razumjeti i moći učiniti kako bi postigao uspjeh na ispitu.

2.1. Biologija stanice

Podrazumijeva se da pristupnik zna, tj. može:

- objasniti pojam „biologija“
- opisati glavne etape i metode istraživanja u biologiji
- analizirati značenje bioloških otkrića za život čovjeka
- objasniti uloge osoba koje su značajno doprinijele otkriću stanice i razvoju biologije
- razlikovati organizacijske razine živoga svijeta
- objasniti kemijski sastav živih bića te osnovnu strukturu i ulogu anorganskih i organskih spojeva u njima
- razlikovati prokariotsku od eukariotske stanice te objasniti građu i ulogu glavnih organela i struktura eukariotske stanice (biljne i životinjske)

- opisati stanične diobe (mitozu i mejozu) i objasniti njihovu ulogu u životnome ciklusu višestaničnoga organizma
- analizirati procese fotosinteze, staničnoga disanja i vrenja (na razini opće jednadžbe) te objasniti njihove uloge za živa bića
- objasniti osnovne etape i procese razvitka te strukturnu i funkcionalnu organizaciju višestaničnoga organizma.

2.2. Mikrobiologija

Podrazumijeva se da pristupnik zna, tj. može:

- analizirati razlike između virusa i živih bića te objasniti mehanizam umnožavanja virusa u živim stanicama
- objasniti biološku raznolikost i sistematsku podjelu živoga svijeta
- opisati glavne dijelove prokariotske stanice, objasniti njihovu ulogu i razmnožavanje prokariota
- analizirati ulogu prokariota (bakterija) u biosferi i u životu čovjeka
- opisati načine suzbijanja bolesti uzrokovanih virusima i bakterijama.

2.3. Protoktista i gljive

Podrazumijeva se da pristupnik zna, tj. može:

- navesti osobine glavnih skupina autotrofnih i heterotrofnih protoktista i objasniti njihovu ulogu u biosferi
- navesti osobine gljiva i objasniti njihovu ulogu u biosferi

- navesti osobine i značenje lišaja
- navesti značenje protoktista i gljiva za čovjeka i opisati mjere za suzbijanje bolesti uzrokovanih parazitskim protoktistima i gljivicama.

2.4. Botanika

Podrazumijeva se da pristupnik zna, tj. može:

- navesti zajedničke osobine biljaka i objasniti osnovnu organizaciju biljnoga tijela
- razvrstati opće poznate biljne vrste u pripadajuće glavne skupine
- razlikovati glavne skupine biljaka te povezati usavršavanje njihove građe i uloge s prilagođavanjem životu na kopnu
- analizirati razlike u životnim ciklusima različitih skupina biljaka
- analizirati značenje biljaka u biosferi i životu čovjeka
- analizirati raznolikost flore i vegetacije Hrvatske
- objasniti osnovne procese vezane uz promet vode u biljci
- analizirati značenje procesa vezanih uz izmjenu tvari i energije u biljci te objasniti utjecaj ekoloških čimbenika na te procese
- objasniti osnovne etape i procese na kojima se temelji razvitak biljaka te objasniti utjecaj vanjskih i unutarnjih čimbenika na te procese
- analizirati gibanja biljaka.

2.5. Zoologija

Podrazumijeva se da pristupnik zna, tj. može:

- navesti zajedničke osobine životinja te analizirati osobitosti glavnih skupina
- razvrstati općepoznate životinjske vrste u pripadajuće glavne skupine
- analizirati povezanost tjelesne građe i funkcije životinja s načinom života
- analizirati uslođnjavanje tjelesne građe i funkcije životinja tijekom evolucije
- analizirati značenje glavnih skupina životinja u biosferi i životu čovjeka
- objasniti posebnosti faune Hrvatske
- opisati razloge ugroženosti životinja i potrebne mjere zaštite.

2.6. Biologija čovjeka

Podrazumijeva se da pristupnik zna, tj. može:

- objasniti kemijski sastav tijela čovjeka i analizirati ulogu glavnih anorganskih i organskih spojeva
- objasniti sastav tjelesnih tekućina te analizirati sastav i ulogu krvi
- objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada glavnih organa i organskih sustava čovjeka:
 - srca i krvožilnoga sustava
 - dišnoga sustava
 - imunološkoga sustava
 - probavnoga sustava
 - metaboličkoga sustava
 - sustava za regulaciju sastava tjelesnih tekućina

- sustava organa za kretanje
- endokrinoga sustava
- spolnoga sustava
- osjetilnoga i živčanoga sustava
- analizirati značenje pojedinih organa i organskih sustava u održanju homeostaze organizma
- navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka
- analizirati čimbenike i ponašanja koji unaprjeđuju zdravlje čovjeka od onih koji ga narušavaju.

2.7. Genetika i evolucija

Podrazumijeva se da pristupnik zna, tj. može:

- objasniti osnovne genetičke pojmove i analizirati njihove međuodnose
- objasniti kemijsku građu i mehanizam djelovanja gena
- objasniti i usporediti građu i organizaciju nasljedne tvari virusa, prokariota i eukariota
- analizirati značenje mejoze i križanja za nasljeđivanje
- navesti vrste promjena genotipa te objasniti moguće uzroke i posljedice
- objasniti mogućnosti primjene genetike na različitim područjima ljudske djelatnosti
- objasniti osnovna načela i etape kemijske i biološke evolucije
- analizirati glavne dokaze evolucije
- objasniti osnovne postavke Darwinove selekcijske teorije evolucije te glavne pokretačke sile evolucijskoga procesa
- objasniti evoluciju čovjeka.

2.8. Ekologija

Podrazumijeva se da pristupnik zna, tj. može:

- objasniti osnovne ekološke pojmove i analizirati njihove međuodnose
- analizirati odnose između živih bića i abiotičkih čimbenika okoliša
- analizirati odnose između živih bića u biocenozi (biotički čimbenici)
- objasniti glavne osobine biocenoza i ekosustava
- analizirati odnose ishrane u biocenozi te kruženje tvari i protjecanje energije u ekosustavu
- analizirati štetne utjecaje čovjeka na biosferu te mjere kojima se štetni utjecaji mogu smanjiti (održivi razvoj u Republici Hrvatskoj i u svijetu).

3. Struktura ispita

Udjeli područja ispitivanja u ispitu iz Biologije prikazani su u tablici 1.²

Tablica 1. Udjeli područja ispitivanja

PODRUČJE ISPITIVANJA	UDIO U ISPITU
Biologija stanice	20%
Mikrobiologija	7%
Protoktisti i gljive	7%
Botanika	7%
Zoologija	7%
Biologija čovjeka	20%
Genetika i evolucija	20%
Ekologija	12%

Ispit iz Biologije sastoji se od dviju cjelina.

Prva ispitna cjelina sadrži 44 zadatka zatvorenoga tipa.

U tablici 2. prikazana je struktura prve ispitne cjeline.

Tablica 2. Struktura prve ispitne cjeline

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BROJ BODOVA	UDIO U UKUPNOME BROJU BODOVA
Zadatci višestrukoga izbora	36	36	36%
Zadatci povezivanja i sređivanja	8	24	24%

² Navedeni postotci odražavaju ciljane udjele pojedinih sadržaja s dopuštenim odstupanjem $\pm 5\%$.

Druga ispitna cjelina sadrži 10 skupina zadataka.

Svaka se skupina sastoji od četiriju međusobno povezanih zadataka otvorenoga tipa.

U tablici 3. prikazana je struktura druge ispitne cjeline.

Tablica 3. Struktura druge ispitne cjeline

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BROJ BODOVA	UDIO U UKUPNOME BROJU BODOVA
Zadatci dopunjavanja i zadatci kratkoga odgovora	40	40	40%

4. Tehnički opis ispita

4.1. Trajanje ispita

Ispit iz Biologije je pisani i traje ukupno **135 minuta** bez prekida.

Pristupnik može sam rasporediti vrijeme za rješavanje prvoga dijela ispita, odnosno drugoga dijela ispita.

Vremenik provedbe bit će objavljen u *Vodiču kroz državnu maturu* te na mrežnim stranicama Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja (www.ncvvo.hr).

4.2. Izgled ispita i način rješavanja

Pristupnici dobivaju sigurnosne vrećice u kojima se nalaze *dvije ispitne knjižice, list za koncept i list za odgovore*.

Od pristupnika se očekuje da pažljivo pročitaju upute koje će slijediti tijekom rješavanja ispita, otisnute na prvoj desnoj stranici unutar ispitnih knjižica.

Dodatno, uz svaku vrstu zadataka priložena je uputa za rješavanje. Čitanje ovih uputa je bitno jer je u njima naznačen i način obilježavanja točnih odgovora.

Zadatke zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora i povezivanja) pristupnici rješavaju obilježavanjem slova točnoga/točnih odgovora među ponuđenima. Slova točnih odgovora obilježavaju se znakom X.

Ako pristupnik obilježi više od traženoga broja odgovora za pojedini zadatak (odnosno dio zadatka), taj će se zadatak bodovati s nula (0) bodova bez obzira na to što je među obilježenima i točan odgovor.

Zadatke otvorenoga tipa (dopunjavanja i kratkoga odgovora) pristupnici rješavaju upisivanjem točnoga odgovora na predviđeno mjesto naznačeno u uputi za rješavanje.

4.3. Pribor

Dopušteni pribor na ispitu iz Biologije je kemijska olovka plave ili crne boje.

5. Opis bodovanja

Ukupni broj bodova je 100.

5.1. Vrijednovanje prve ispitne cjeline

Svaki točno obilježen odgovor (na zadatak, odnosno na dio zadatka u zadatcima povezivanja i sređivanja) u prvoj ispitnoj cjelini donosi jedan bod. Uspješnim rješavanjem zadataka prve ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno 60 bodova.

5.2. Vrijednovanje druge ispitne cjeline

Svaki točno upisan odgovor na zadatke druge ispitne cjeline donosi jedan bod.

Nepotpuni odgovori bodovat će se s nula (0) bodova.

Nečitko napisani odgovori bodovat će se s nula (0) bodova.

Uspješnim rješavanjem zadataka druge ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno 40 bodova.

6. Primjeri zadataka s detaljnim pojašnjenjem

U ovome su poglavlju primjeri zadataka. Uz svaki primjer zadatka ponuđen je opis te vrste zadatka, točan odgovor, obrazovni ishod koji se tim zadatkom ispituje te način bodovanja.

6.1. Primjer 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 uz tekst pitanja mogu sadržavati i uvodni sadržaj u obliku kraćega teksta, skice, crteža ili grafičkoga prikaza.

U sljedećim zadatcima između četiriju ponuđenih trebate odabrati jedan odgovor.

Odgovore obilježite znakom X i obvezno ih prepishite na list za odgovore.

Točan odgovor donosi jedan bod.



1. Dio molekule DNA sadrži sljedeći niz baza:
ATG CTG TAT.

Koje će antikodone imati molekule tRNA koje će
prilikom translacije toga niza doći na ribosom?

- A. UAC GUC AUA
- B. AUC CTG UTU
- C. AUG CUG UAU
- D. TAC CAC AUA

TOČAN ODGOVOR: C

OBRAZOVNI ISHOD: objasniti kemijsku građu i
mehanizam djelovanja gena (genetika)

BODOVANJE:

1 bod – točan odgovor

0 bodova – nema odgovora, netočan odgovor ili ako je
obilježeno više odgovora

2. Koji spoj životinjama služi za skladištenje energije?

- A. kolesterol
- B. triglicerid
- C. glicerol
- D. škrob

TOČAN ODGOVOR: B

OBRAZOVNI ISHOD: objasniti kemijski sastav
živih bića te objasniti osnovnu strukturu i ulogu
anorganskih i organskih spojeva u živim bićima

BODOVANJE:

1 bod – točan odgovor

0 bodova – bez odgovora, netočan odgovor ili ako je
obilježeno više odgovora

3. Što trebate upisati na praznu crtu da točno dopunite
navedenu reakciju?

ATP → _____ + P + energija

- A. ATP-aza
- B. AMP
- C. PO_4^{3-}
- D. ADP

TOČAN ODGOVOR: D

OBRAZOVNI ISHOD: analizirati procese fotosinteze,
staničnoga disanja i vrenja (na razini opće jednadžbe) i
objasniti njihove uloge za živa bića

BODOVANJE:

1 bod – točan odgovor

0 bodova – bez odgovora, netočan odgovor ili ako je
obilježeno više odgovora

Zadacima višestrukoga izbora ispituje se i poznavanje
redoslijeda određenih podataka, pojmova ili događaja.
Učenicima su ponuđena četiri odgovora koji sadrže
različiti redoslijed podataka, pojmova ili događaja od
kojih je samo jedan točan.

**U sljedećim zadacima između četiriju ponuđenih
trebate odabrati jedan odgovor.**

**Odgovore obilježite znakom X i obvezno ih
prepišite na list za odgovore.**

Točan odgovor donosi jedan bod.

4. Odaberite ispravno poredane organizacijske razine života svijeta od najniže do najviše.

- A. biocenoza – biom – biosfera – ekosustav – populacija
- B. populacija – biocenoza – biom – ekosustav – biosfera
- C. populacija – biocenoza – ekosustav – biom – biosfera
- D. biocenoza – populacija – ekosustav – biosfera – biom

TOČAN ODGOVOR: C

OBRAZOVNI ISHOD: objasniti osnovne ekološke pojmove i analizirati njihove međudnose

BODOVANJE:

1 bod – točan odgovor

0 bodova – bez odgovora, netočan odgovor ili ako je obilježeno više odgovora

5. Odaberite ispravno poredane faze životnoga ciklusa lastinoga repa nakon oplodnje.

- A. gusjenica – zigota – kukuljica – odrasla jedinka
- B. zigota – gusjenica – kukuljica – odrasla jedinka
- C. kukuljica – zigota – gusjenica – odrasla jedinka
- D. zigota – kukuljica – gusjenica – odrasla jedinka

TOČAN ODGOVOR: B

OBRAZOVNI ISHOD: analizirati povezanost tjelesne građe i funkcije životinja s načinom života

BODOVANJE:

1 bod – točan odgovor

0 bodova – bez odgovora, netočan odgovor ili ako je obilježeno više odgovora

6.2. Primjer zadatka povezivanja

Zadatak povezivanja i sređivanja sastoji se od **upute** (u kojoj je opisan način rješavanja zadatka i koja je zajednička za sve zadatke toga tipa u nizu), **osnove** (pitanja), **triju čestica pitanja** te **pet čestica odgovora**.

U sljedećim zadacima svakoj čestici pitanja označenoj brojem pridružite odgovarajuću česticu odgovora označenu slovom.

Odgovore obilježite znakom X i obvezno ih prepisite na list za odgovore.

Svaki točan odgovor donosi 1 bod.

6. Endokrinim žlijezdama pridružite odgovarajuće hormone.

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| 1. štitnjača | A. timozin |
| 2. prsna žlijezda | B. adrenalin |
| 3. srž nadbubrežne žlijezde | C. inzulin |
| | D. oksitocin |
| | E. tiroksin |

TOČNI ODGOVORI: 1. E, 2. A, 3. B

OBRAZOVNI ISHOD: objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada endokrinoga sustava

BODOVANJE:

3 boda – svi točni odgovori

2 boda – dva točna odgovora

1 bod – jedan točan odgovor

0 bodova – bez odgovora, svi netočni odgovori ili ako je obilježeno više odgovora za sve čestice pitanja

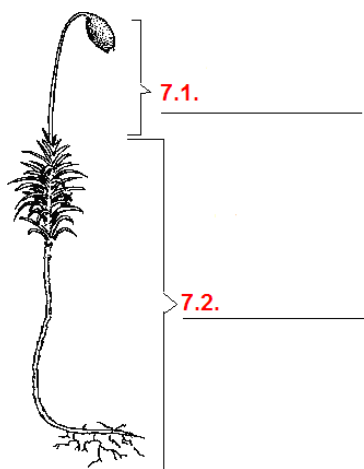
6.3. Primjer zadatka dopunjavanja

U zadatku dopunjavanja pristupnik treba dovršiti zadanu rečenicu upisivanjem pojma koji nedostaje na predviđeno mjesto. U pridruženoj uputi naznačen je način rješavanja zadatka. U ispit iz Biologije zadatci dopunjavanja su u skupinama od po četiri zadatka.

U zadatcima dopunjavanja dopunite rečenicu ili crtež pojmovima ili slovima koja nedostaju. Ne popunjavajte prostor za bodovanje.

Točno riješen zadatak donosi 1 bod, što je posebno naznačeno u svakome zadatku.

7. Na slici je prikazana mahovina.



Na crte uz brojeve 7.1. i 7.2. upišite nazive generacija u životnome ciklusu mahovina.

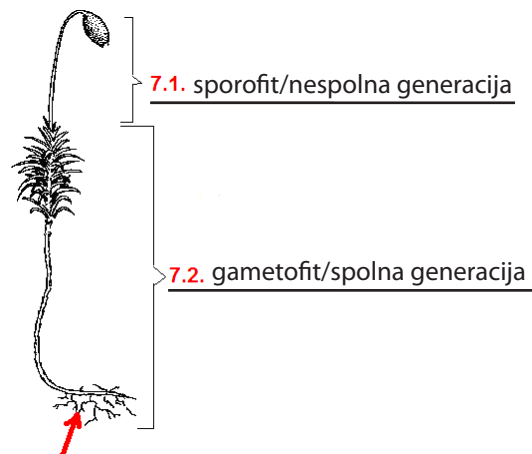
7.3. Strjelicom na slici označite rizoide.

7.4. Kojom diobom nastaju spore u mahovina?

TOČNI ODGOVORI: 7.1. sporofit/nespolna generacija,

7.2. gametofit/spolna generacija,

7.3. pogledajte sliku, 7.4. mejozom/redukcijskom diobom/zoridbenom diobom



OBRAZOVNI ISHOD: razlikovati glavne skupine biljaka te povezati usavršavanje njihove građe i uloge s prilagođavanjem životu na kopnu

BODOVANJE:

1 bod – za svaki točan odgovor (ukupno 4 boda)

0 bodova – bez odgovora, netočan odgovor ili izostanak odgovora

6.4. Primjer zadataka kratkoga odgovora

Zadatak kratkoga odgovora sastoji se od **upute** (u kojoj je opisan način rješavanja zadatka i koja je zajednička za sve zadatke toga tipa u nizu) i **osnove** (najčešće pitanja) u kojoj je zadano što pristupnik treba odgovoriti.

U ispitu iz Biologije zadatci kratkoga odgovora su u skupinama od po četiri zadatka.

U zadatcima kratkoga odgovora na postavljena pitanja odgovorite riječju ili jednostavnom rečenicom. Ne popunjavajte prostor za bodovanje.

8. Kada žvačete komad kruha, ubrzo osjetite slatkast okus koji se mijenja zbog djelovanja enzima.

- 8.1. Koji je enzim prisutan u slini?
- 8.2. Koju tvar iz kruha razgrađuje taj enzim?
- 8.3. Koji jednostavniji spojevi nastaju tom razgradnjom?
- 8.4. Navedite tri skupine žlijezda slinovnica.

TOČAN ODGOVOR: 8.1. ptijalin ili α -amilaza, 8.2. škrob, 8.3. maltoza, glukoza, 8.4. podužne, podjezične, podvilične

OBRAZOVNI ISHOD: objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnoga sustava

BODOVANJE:

- 1 bod – svaki točan odgovor (ukupno četiri)
0 bodova – bez odgovora, netočan odgovor ili izostanak odgovora

9. Odgovorite na sljedeća pitanja o virusima.

- 9.1. Koji je dio virusa nužan za njegovo umnožavanje u stanici domaćina?
- 9.2. Kako se nazivaju virusi koji napadaju bakterije?
- 9.3. Koju nukleinsku kiselinu sadrže biljni virusi?
- 9.4. Kako se naziva virus koji uzrokuje rak grlića maternice (puni naziv ili kratica)?

TOČAN ODGOVOR: 9.1. nukleinska kiselina/DNA ili RNA/DNK ili RNK, 9.2. bakteriofagi /fagi/bakterijski virusi, 9.3. ribonukleinsku kiselinu/RNA/RNK, 9.4. humani papiloma virus/HPV

OBRAZOVNI ISHOD: analizirati razlike između virusa i živih bića te objasniti mehanizam umnožavanja virusa u živim stanicama

BODOVANJE:

- 1 bod – svaki točan odgovor (ukupno četiri)
0 bodova – bez odgovora, netočan odgovor ili izostanak odgovora

10. Slobodna ušna resica (A) je dominantno svojstvo, a prirasla (a) recesivno. Otac je heterozigot za ušnu resicu, a majka je recesivni homozigot.

- 10.1. Kakvu ušnu resicu ima otac?
- 10.2. Napišite genotip oca.
- 10.3. Koja je vjerojatnost da njihova djeca imaju priraslu ušnu resicu?
- 10.4. Mogu li navedeni roditelji imati dijete koje je za navedeno svojstvo dominantni homozigot i zašto?

TOČAN ODGOVOR: 10.1. slobodnu, 10.2. Aa, 10.3. 50% ili $\frac{1}{2}$, 10.4. Ne mogu zato jer majka nema dominantan gen (A).

OBRAZOVNI ISHOD: analizirati značenje mejoze i križanja za nasljeđivanje

BODOVANJE:

- 1 bod – svaki točan odgovor (ukupno četiri)
0 bodova – bez odgovora, netočan odgovor ili izostanak odgovora

7. Priprema za ispit

Pristupnici se mogu pripremiti za polaganje ispita iz Biologije na državnoj maturi uz pomoć ispitnih specifikacija i propisanih i odobrenih udžbenika iz Biologije koje su rabili u dosadašnjem školovanju.

U ispitu iz Biologije rabit će se latinski nazivi općepoznatih vrsta (npr., *Escherichia coli*), ali od pristupnika se ne će tražiti da u odgovorima navode latinske nazive vrsta.

Popis obrazovnih ishoda za svako područje ispitivanja pristupnicima može služiti kao lista za provjeru usvojenoga znanja. U tekstu koji slijedi ponuđena je i razradba svakoga obrazovnoga ishoda kako bi pristupnicima bilo jasnije što pojedini obrazovni ishod podrazumijeva.

Biologija je egzaktna prirodna znanost koja se velikim dijelom temelji na promatranju i uočavanju prirodnih pojava koje zatim nastoji opisati i objasniti s pomoću različitih metoda. Neke postupke koje rabe znanstvenici mogu i trebaju upoznati učenici na nastavi Biologije. Stoga je stručna radna skupina odlučila u Ispitni katalog iz Biologije uvrstiti nekoliko temeljnih pokusa koji se mogu praktično izvesti u bilo kojoj školi³.

Dodatno, u tekstu koji slijedi navedene su najvažnije osobe poznate po svojim istraživanjima na području biologije i zaslužne za razvoj biologije. Navedene su i oznake i kratice koje pristupnici trebaju rabiti pri rješavanju zadataka iz genetike.

S obzirom da uspjeh na ispitu uvjetuje i dobra upoznatost s načinom ispitivanja, pristupnicima se savjetuje:

- proučavanje opisa ispitnih cjelina te primjera zadataka
- rješavanje oglednoga primjera ispita.

7.1. Razradba obrazovnih ishoda

Stručna radna skupina za Biologiju razradila je obrazovne ishode na trima razinama: nužno, važno i vrijedno znati.

- Nužno: uključuje sadržaje koji omogućuju trajno razumijevanje temeljne ideje biologije i ti bi se sadržaji trebali moći rabiti zauvijek.
- Važno: uključuje važna znanja i vještine koje pomažu razumijevanju biologije, omogućuju učinkovito djelovanje i dio su radne uloge obrazovanoga stručnjaka.
- Vrijedno: uključuje sadržaje s kojima je dobro biti upoznat, koji su zanimljivi, važni za temeljnu ideju predmeta, olakšavaju razumijevanje temeljne ideje i olakšavaju povezivanje sadržaja iz biologije s drugim idejama ili disciplinama (RISTIĆ DEDIĆ, BEZINOVIĆ, 2005).

³ **Napomena:** Ispit iz Biologije **ne sadrži praktični dio**, ali će se u ponekome zadatku naći pitanja koja ispituju poznavanje rezultata navedenih pokusa, njihovo izvođenje i razumijevanje.

7.1.1. Biologija stanice

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?		
	Nužno	Važno	Vrijedno
• objasniti pojam „biologija“	– objasniti pojam „biologija“ (prirodna znanost koja proučava život) – navesti zajedničke osobine živih bića		– razlikovati osnovne grane biologije ¹
• opisati glavne etape i metode istraživanja u biologiji	– opisati osnovnu građu svjetlosnoga mikroskopa i ulogu glavnih dijelova – poznavati osnovna pravila mikroskopiranja	– opisati znanstvene metode istraživanja	– navesti (redom) osnovne korake u znanstvenome istraživanju – usporediti osnovnu građu i princip rada elektronskoga mikroskopa sa svjetlosnim mikroskopom
• analizirati značenje bioloških otkrića za život čovjeka			– opisati značaj biologije u proizvodnji hrane i kontroliranju bolesti
• objasniti uloge osoba koje su značajno doprinijele otkriću stanice i razvoju biologije			– navesti značajne osobe i njihovu ulogu u otkriću stanice i razvoju biologije (tablica 5. u prilogu)
• razlikovati organizacijske razine živoga svijeta		– raščlaniti organizacijske razine živih bića	

• objasniti kemijski sastav živih bića te osnovnu strukturu i ulogu anorganskih i organskih spojeva u njima

- navesti biogene elemente i objasniti njihovo značenje za živi svijet
- objasniti razlike u zastupljenosti kemijskih elemenata u živoj i neživoj prirodi
- objasniti značenje anorganskih soli (minerala) u tjelesnim tekućinama i čvrstim strukturama (zubi, kosti, ljuštore)
- razlikovati organske od anorganskih molekula
- objasniti međusobni odnos monomera i polimera
- za svaku skupinu makromolekula navesti osnovnu građevnu jedinicu, uloge i primjer
- navesti osnovnu podjelu ugljikohidrata
- objasniti zajednička svojstva lipida i objasniti njihovu netopljivost u vodi
- objasniti kako enzimi ubrzavaju kemijske reakcije
- objasniti da su nukleinske kiseline složeni polimeri koji pohranjuju i prenose informacije unutar stanice

- razlikovati najzastupljenije elemente u živoj i neživoj prirodi
- objasniti značenje vode za održavanje života (sveukupnoga i osobnoga)
- opisati ugljik kao središnji atom u organskim molekulama
- analizirati ulogu masti i ulja, fosfolipida i steroida
- opisati strukturu aminokiselina i peptidne veze
- opisati značenje enzima za kemijske reakcije u živim bićima
- opisati osnovnu građevnu jedinicu nukleinskih kiselina
- objasniti replikaciju DNA i njezino značenje
- razlikovati DNA i RNA
- razlikovati tri tipa RNA i njihove uloge

- analizirati svojstva vode
- razlikovati pojmove hidrofilno i hidrofobno
- analizirati najčešće ugljikohidrate: monosaharide, disaharide, polisaharide (celuloza, hitin, glikogen, škrob)
- opisati značenje zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u svakodnevnoj prehrani
- primijeniti znanje o steroidima na primjerima iz svakodnevnoga života
- navesti uzroke raznolikosti bjelančevina kao preduvjeta biološke raznolikosti

<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati prokariotsku od eukariotske stanice te objasniti građu i ulogu glavnih organela i struktura eukariotske stanice (biljne i životinjske) 	<ul style="list-style-type: none"> – usporediti građu i veličinu stanice prokariota i eukariota – objasniti organizaciju eukariotske stanice – opisati građu i ulogu staničnih organela (biljnih i životinjskih) – razlikovati građu i funkcije biljne i životinjske stanice – opisati građu i objasniti ulogu stanične membrane 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati model tekućega mozaika – usporediti načine prolaska tvari kroz membranu (pasivno, aktivno – Na/K crpka) – razlikovati endocitozu i egzocitozu 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti proces endosimbioze kao mogući način postanka stanice eukariota
<ul style="list-style-type: none"> • opisati stanične diobe (mitozu i mejozu) i objasniti njihovu ulogu u životnome ciklusu višestaničnoga organizma 	<ul style="list-style-type: none"> – povezati građu i ulogu DNA s građom kromosoma – navesti da su broj, građa i oblik kromosoma stalni i karakteristični za vrstu – opisati životni ciklus stanice – opisati tijek mitoze – opisati tijek mejoze – prepoznati temeljne značajke mejoze: <ol style="list-style-type: none"> 1. redukcija broja kromosoma u gametama i 2. rekombinacija roditeljskih kromosoma – objasniti sličnosti i razlike između mitoze i mejoze 	<ul style="list-style-type: none"> – poznavati dijelove interfaze: G1, S, G2 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti da se nekontrolirane mitoze odvijaju u tumorskome tkivu

<ul style="list-style-type: none"> • analizirati procese fotosinteze, staničnoga disanja i vrenja te objasniti njihove uloge za živa bića 	<ul style="list-style-type: none"> – odrediti metabolizam kao skup svih biokemijskih procesa u stanici – objasniti proces fotosinteze u biljci (na razini opće jednadžbe fotosinteze) – objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije (na razini opće jednadžbe staničnoga disanja) – objasniti energetske uloge ATP-a 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti vrenje kao proces kojim anaerobni mikroorganizmi dolaze do energije (na razini opće jednadžbe alkoholnoga vrenja) 	
<ul style="list-style-type: none"> • objasniti osnovne etape i procese razvitka te strukturnu i funkcionalnu organizaciju višestaničnoga organizma 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati ulogu mitoze i mejoze u višestaničnome organizmu (biljka i životinja) – objasniti zašto je redukcijaska dioba preduvjet za oplodnju (biljka i životinja) – objasniti brazdanje i gastrulaciju u životinjskih organizama – uočiti značaj diferencijacije stanica u pogledu stvaranja tkiva, organa i višestaničnoga organizma 		<ul style="list-style-type: none"> – navesti zametne listiće: ektoderm, mezoderm, endoderm i povezati ih s organima i organskim sustavima koji iz njih nastaju

Dodatna pojašnjenja

¹ grane biologije (biološke discipline), primjerice, zoologija, botanika, mikrobiologija, citologija, fiziologija, genetika, evolucija, molekularna biologija, biokemija, ekologija, anatomija, morfologija, sistematika

7.1.2. Mikrobiologija

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?		
	Nužno	Važno	Vrijedno
• analizirati razlike između virusa i živih bića te objasniti mehanizam umnožavanja virusa u živim stanicama	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti zašto viruse smatramo česticama na granici živoga i neživoga svijeta – opisati osnovnu građu virusa na primjeru VMBD = virusa mozaičke bolesti duhana i bakteriofaga 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati viruse prema tipu nukleinske kiseline i prema domaćaru – opisati umnožavanje virusa (na primjeru bakteriofaga) 	
• objasniti biološku raznolikost i sistematsku podjelu živoga svijeta	<ul style="list-style-type: none"> – povezati veliku biološku raznolikost s evolucijskim razvojem i prilagodbama organizama na različite tipove staništa – prepoznati značenje dvojnoga nazivlja za lakše snalaženje u biološkoj raznolikosti – analizirati principe raspodjele živoga svijeta u pet carstava 	<ul style="list-style-type: none"> – prepoznati vrstu kao osnovnu sistematsku kategoriju – svrstati općepoznate organizme u pripadajuća carstva 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati niže sistematske kategorije od vrste (odlika, sorta; pasmina, rasa) od viših sistematskih kategorija (rod, porodica, red, razred, koljeno/odjeljak, razred i carstvo)

<p>• opisati glavne dijelove prokariotske stanice, objasniti njihovu ulogu i razmnožavanje prokariota</p>	<ul style="list-style-type: none"> – navesti organizme koji pripadaju carstvu Monera – opisati osnovnu građu prokariotske stanice¹ – objasniti ulogu pojedinih dijelova prokariotske stanice² – razlikovati osnovne oblike bakterijskih stanica 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati plazmid od nukleoida – objasniti način diobe bakterija – prepoznati endosporu kao oblik u kojem bakterije preživljavaju nepovoljne uvjete – objasniti razlike u načinu ishrane bakterija: autotrofne (kemo- i fotosintetske); heterotrofne (saprofitske i parazitske)³ 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati načine izmjene gena u bakterija (transformacija, konjugacija, transdukcija) – opisati kako se uzgajaju bakterije i zašto su važni sterilni uvjeti
<p>• analizirati ulogu prokariota (bakterija) u biosferi i u životu čovjeka</p>	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojmove „simbionti” i „paraziti” na primjeru <i>E. coli</i> – objasniti važnost cijanobakterija za život na Zemlji⁴ – objasniti značenje bakterija u kruženju tvari u biosferi (razlagači) 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti vrenje ili fermentaciju na primjeru kiseljenja mlijeka ili kupusa – opisati ulogu bakterija u kruženju dušika u prirodi⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti primjere korisne uloge i primjene bakterija u biosferi i u životu čovjeka – usporediti građu bakterija i cijanobakterija – povezati pojavu „cvjetanja” kopnenih voda i mora s cijanobakterijama

• opisati načine suzbijanja bolesti uzrokovanih virusima i bakterijama	<ul style="list-style-type: none"> – povezati umnožavanje virusa s mehanizmom izazivanja bolesti – navesti najčešće bolesti čovjeka i životinja uzrokovane virusima⁶ – objasniti pojam „patogenost” i navesti načine ulaska virusa i bakterija u organizam – navesti najčešće bakterijske bolesti⁷ – opisati preventivne mjere protiv zaraznih bolesti – objasniti značenje općih mjera zaštite u prevenciji virusnih i bakterijskih bolesti⁸ – objasniti kako se cijepljenjem postiže imunitet na zarazne bolesti – objasniti što su antibiotici i opisati njihovu ulogu 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti da virusi mogu izazvati i tumore na primjeru spolno prenosivoga HPV-a 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati subviralne čestice (viroidi, prioni) kao uzročnike bolesti
---	--	---	--

Dodatna pojašnjenja

¹ uočiti da je prokariotska stanica ujedno i jednostanični organizam

² nukleoid ili bakterijski kromosom, ribosomi, citoplazma, rezervne tvari, stanična membrana, stanična stijenka, omotač ili kapsula, bičevi, plazmid

³ kemosintetske: nitrifikacijske (dušične) bakterije; fotosintetske: cijanobakterije, purpurne bakterije; saprofitske: bacil sijena i bakterije koje uzrokuju vrenje; parazitske: uzročnici bolesti

⁴ skupina organizama koja može provoditi fotosintezu i nitrifikaciju; kozmopoliti i pioniri vegetacije

⁵ nitrifikacijske ili dušične; nitrifikacijske ili dušikove; denitrifikacijske, amonifikacijske

⁶ prehlada, gripa, bjesnoća, AIDS, dječja paraliza, vodene kozice, zaušnjaci (mumps), herpes

⁷ streptokokna angina, TBC, gonoreja, sifilis, akne, tetanus, upala pluća (bakterijska ili virusna)

⁸ higijenske navike: pranje ruku, prokuhavanje; pasterizacija, sterilizacija, dezinfekcija itd.

Neki od sadržaja koji se ne će ispitivati:

- satelitne RNA
- podrijetlo virusa
- razlikovanje bakterija prema tipu, broju i položaju nitastih tvorevina (bičevi, pili)
- načine liječenja viroza.

7.1.3. Protoktista i gljive

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?		
	Nužno	Važno	Vrijedno
• navesti osobine glavnih skupina autotrofnih i heterotrofnih protoktista i objasniti njihovu ulogu u biosferi	<ul style="list-style-type: none"> – navesti zajedničke osobine protoktista¹ – navesti tipične predstavnike autotrofnih protoktista te opisati njihovu građu i način života² – navesti tipične predstavnike heterotrofnih protoktista i opisati njihovu građu i način života³ 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti ulogu i značaj autotrofnih (fitoplanktonskih) i heterotrofnih (zooplanktonskih) protoktista u hranidbenim lancima – objasniti razmnožavanje zelenih algi na primjeru morske salate – navesti značenje algi u prehrani, mikrobiologiji (agar) i gospodarstvu – objasniti štetnost srdoboljne amebe i trihomonasa za čovjekovo zdravlje 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati posljedice širenja algi-pridošlica u Jadranu (kaulerpe) – objasniti pojam „indikator onečišćenja“ na primjeru morske salate – povezati svjetlucanje mora s fitoplanktonom (vrsta: <i>Noctiluca miliaris</i>) – razlikovati tipove plastida po kojima se imenuju alge⁴ – objasniti kako se poznavanje životnih ciklusa patogenih protoktista može uporabiti u kontroli njihova širenja (na primjeru malarije)

<ul style="list-style-type: none"> • navesti osobine gljiva i objasniti njihovu ulogu u biosferi 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti značajke gljiva koje ih povezuju s biljkama, odnosno sa životinjama – navesti tipične predstavnike mješinarke i stapčarki⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati važnost gljiva u biosferi (razlagači, mikoriza, simbioza⁶) – usporediti načine razmnožavanja mješinarke i stapčarki (oblik sporangija, vrsta i broj spora) 	<ul style="list-style-type: none"> – prepoznati otrovne (zelena pupavka, muhara, ludara) i jestive vrste gljiva iz skupine stapčarki i mješinarke (vrganj, pečurka, bukovača, smrčak...)
<ul style="list-style-type: none"> • navesti osobine i značenje lišaja 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati lišaj kao simbiozu mješinarke i stapčarki s modrozelenim ili zelenim algama 	<ul style="list-style-type: none"> – prepoznati lišajeve kao indikatore čistoće zraka i njihovo značenje u medicini (islandski lišaj) 	<ul style="list-style-type: none"> – poznavati morfološku raznolikost lišaja (korasti, grmasti, listasti) – prepoznati lišajeve kao „pionire vegetacije“ – opisati vegetativno razmnožavanje lišajeva
<ul style="list-style-type: none"> • navesti značenje protoktista i gljiva za čovjeka i opisati mjere za suzbijanje bolesti uzrokovanih parazitskim protoktistima i gljivicama 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti parazitske oblike gljiva (kandida) 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti primjenu gljiva u zdravstvu (kistac – <i>Penicillium</i>), industriji (kvaščeve gljivice) i prehrani (jestive gljive) 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti štetno djelovanje otrovnih gljiva na probavni i živčani sustav i stanični metabolizam

Dodatna pojašnjenja

¹ protoktista (ranije protista) jednostanični eukariotski organizmi i višestanični organizmi koji nemaju prava tkiva

² zeleni bičaši (euglena), kremenjašice, zelene (kišna alga, klamidomonas, volvoks, spirogira, morska salata, kaulerpa, klobučić), smeđe (jadranski bračić, padina, cistozira, bobičarka) i crvene alge (litotamnij, *Ceramium*)

³ praživotinje: korjenonošci – amebe i krednjaci; bičaši – trihomonas; trepetljikaši – papučica; truskovci – plazmodij; niže gljive – algašice (peronospora i sive plijesni)

⁴ kloroplasti, feoplasti, rodoplasti

⁵ **mješinarke:** kvaščeve gljivice, zelena plijesan, smrčak, narančasta zdjeličarka, tartufi, pepelnice; **stapčarke:** vrganj, bukovača, pečurka (šampinjon), puhara, zelena pupavka, muhara,

⁶ mikoriza (zamjena i/ili nadopuna korjenovih dlačica, sjemenke orhideja), simbioza gljiva i životinja (gljive i mravi)

**Neki od sadržaja koji se ne će ispitivati:**

- detalji skupina svjetlećih i zlatnožutih bičaća
- građa tijela i razmnožavanje kremenjašica
- ostali tipovi fotosintetskih pigmenata, produkata fotosinteze i rezervnih tvari svih autotrofnih protoktista osim euglene i zelenih algi
- proces probave kod trepetljikaša
- konjugacija trepetljikaša
- ciklus razmnožavanja plazmodija
- podrijetlo heterotrofnih protoktista
- izmjena generacija u sluznjača
- građa bičeva i trepetljika
- kitridijale
- rasplodni organi (sporangiofori i zoosporangiji) peronospora i plijesni
- sluznjače
- detaljno razmnožavanje mješinarke i stapčarki
- podjela stapčarki
- detaljna slojevita građa lišaja (anatomska građa)
- razmnožavanje lišajeva soredijima.

7.1.4. Botanika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?		
	Nužno	Važno	Vrijedno
<ul style="list-style-type: none"> • navesti zajedničke osobine biljaka i objasniti osnovnu organizaciju biljnoga tijela 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti podjelu biljnoga carstva – objasniti uloge biljnih organa – korijena, stabljike i lista – objasniti prilagodbe biljaka na kopnene uvjete života¹ 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti povezanost zelenih algi sa stablašicama (klorofil, škrob) – navesti biljna tkiva, opisati građu i navesti uloge tvornoga i provodnoga tkiva 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti što su godovi
<ul style="list-style-type: none"> • razvrstati opće poznate biljne vrste u pripadajuće glavne skupine • razlikovati glavne skupine biljaka te povezati usavršavanje njihove građe i uloge s prilagođavanjem životu na kopnu 	<ul style="list-style-type: none"> – usporediti golosjemenjače i kritosjemenjače – objasniti bolju prilagođenost kritosjemenjača životnim uvjetima u odnosu na golosjemenjače – opisati građu i ulogu cvijeta, cvata, ploda i sjemenke 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati građu mahovina – navesti evolucijske prednosti papratnjača u odnosu na mahovine – opisati prilagodbe na različite načine oprašivanja i rasprostiranja sjemenki – usporediti značajke jednosupnica i dvosupnica 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati glavne predstavnike papratnjača

<ul style="list-style-type: none"> • analizirati razlike u životnim ciklusima različitih skupina biljaka 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti životni ciklus kritosjemenjača 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati oblike vegetativnoga razmnožavanja² – prepoznati dijelove cvijeta kritosjemenjača – razlikovati cvijet i cvat – razlikovati vrste plodova i način rasprostranjivanja 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati primjere preobrazbe vegetativnih organa³ – objasniti životni ciklus mahovina – izmjenu generacija – opisati životni ciklus paprati – izmjenu generacija⁴ – na primjeru životnoga ciklusa mora razlikovati osnovne značajke razmnožavanja golosjemenjača⁵ – opisati značaj cikasa i ginka u filogeniji golosjemenjača
<ul style="list-style-type: none"> • analizirati značenje biljaka u biosferi i životu čovjeka 		<ul style="list-style-type: none"> – analizirati značenje kritosjemenjača u životu ljudi – navesti jestive, ljekovite i začinske biljke u flori Hrvatske⁹ 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti ulogu mahovina u nastanku sedre i treseta – procijeniti ekonomsku i ekološku važnost golosjemenjača⁶
<ul style="list-style-type: none"> • analizirati raznolikost flore i vegetacije Hrvatske 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti glavne predstavnike flore⁷ – navesti glavne značajke i tipove vegetacije Hrvatske 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti endemične i zaštićene biljke hrvatske flore⁸ 	

<ul style="list-style-type: none"> • objasniti osnovne procese vezane uz promet vode u biljci 	<ul style="list-style-type: none"> – povezati strukturu vode s njezinom ulogom u biljnome organizmu¹⁰ – protumačiti mehanizme primanja vode u biljci (osmoza, bubrenje, difuzija) – opisati provođenje vode kroz biljku i povezati s korjenovim tlakom i transpiracijom 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti građu i smještaj puči 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti mehanizam otvaranja puči – objasniti plazmolizu i deplazmolizu – razlikovati transpiraciju od gutacije
<ul style="list-style-type: none"> • analizirati značenje procesa vezanih uz izmjenu tvari i energije u biljci te objasniti utjecaj ekoloških čimbenika na te procese 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti anatomsku građu lista – objasniti biološku oksidaciju (anaerobni dio – glikoliza, vrenje; aerobni dio: Krebsov ciklus i dišni lanac) – povezati stanično disanje i fotosintezu 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti potrebne biogene elemente (C, H, O, N, P) za razvitak biljke – opisati finu strukturu kloroplasta i povezati ih s fotosintezom – raščlaniti fotosintezu i opisati reakcije na svjetlu i reakcije u tami (Calvinov ciklus) – opisati prijenos asimilata – objasniti heterotrofnu ishranu¹¹ – opisati vrenja i uvjete u kojima se odvijaju 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti značaj minerala za život biljaka (Mg, Fe) i navesti posljedice njihova nedostatka – utvrditi tipove biljaka prema pH vrijednostima tla s primjerima¹² – usporediti fotosintezu s kemiosintezom – analizirati utjecaj vanjskih čimbenika na intezitet fotosinteze (voda, svjetlost, temperatura i CO₂) – usporediti stanično disanje i vrenje po količini dobivene energije

<p>• objasniti osnovne etape i procese na kojima se temelji razvitak biljaka te objasniti utjecaj vanjskih i unutarnjih čimbenika na te procese</p>	<p>– objasniti mogućnost rasta biljaka tijekom cijeloga života i povezati s vršnim i bočnim meristemima</p> <p>– objasniti proces rasta i diferencijacije biljke (klijanje sjemenki, stvaranje cvijeta i ploda)</p> <p>– objasniti djelovanje biljnih hormona kao regulatora rasta biljaka</p>	<p>– objasniti djelovanje ekoloških čimbenika na rast i razvitak biljaka (temperatura, intezitet i trajanje svjetlosti)</p>	<p>– navesti i opisati načine uzgoja biljaka vegetativnim putem (kloniranje, reznice, kultura tkiva)</p> <p>– usporediti različito djelovanje biljnih hormona na rast i razvoj biljaka (auksini i etilen)</p> <p>– opisati kako nastaju izrasline – šiške</p> <p>– na primjerima opisati dormanciju u biljaka i njezin prekid – stratifikacija</p> <p>– opisati vernalizaciju na primjeru dvogodišnje biljke kupusa</p>
<p>• analizirati gibanja biljaka</p>	<p>– objasniti značaj gibanja za biljke i navesti koji podražaji potiču ta gibanja</p>	<p>– razlikovati tipove gibanja¹³</p>	

Dodatna pojašnjenja

¹ napredak sporofita, razvoj tkiva i organa, sjemenka

² korijen – šljiva; stabljika – vrba, jagoda; podzemna stabljika – luk, krumpir, perunika; list – afrička ljubica, carska begonija

³ korijen: repasti korijen, zračno korijenje; stabljika: vitica, trn; list: vitica, trn, brakteja

⁴ uočiti redukciju gametofita

⁵ uočiti daljnju redukciju gametofita

⁶ ekonomska: građevinarstvo – drvo; proizvodnja papira, smola; farmaceutska industrija – iglice za širupe protiv kašlja, efedrin iz kositrenice, gingko; hortikultura; ekološka: crnogorične šume

⁷ mahovine: obični vlasak; papratnjače: poljska preslica, bujad, jelenak; golosjemenjače: bor, jela, smreka, čempres, tisa; kritosjemenjače – dvosupnice: bukva, kesten, hrast, bagrem, kupus, mrkva, kadulja, kamilica, suncokret, maslačak; jednosupnice: luk, ljiljan; trave: pšenica, kukuruz, zob, trska

⁸ **endemične vrste:** velebitska degenija, hrvatska sibireja (relikt), dubrovačka zečina (neoendem), hrvatska perunika, krški runolist, hrvatski karanfil; **zaštićene vrste:** navedeni endemi i ugrožene vrste, primjerice, paprat – gospin vlasak; sibirski perunika, kockavica, kaćuni (orhideje), tisa, hrvatska vučja stopa, ciklama, šumarice, božikovina

⁹ **povrće:** kupus, blitva, grah, endivija; **voće:** jabuka, višnja, šljiva, jagoda, ribiz, smokva, rogač, dud, pitomi kesten, lješnjak; **ljekovite biljke:** preslice, metvica, majčina dušica, kamilica, lipa, ljekovita kadulja; **začinske biljke:** ružmarin, lovor, peršin, bosiljak; **jestive:** žitarice (ječam, pšenica)

¹⁰ topljivost tvari, kapilarnost, kohezija, adhezija

¹¹ saprofiti (metanske bakterije), paraziti (polunametnici – imela, potpuni nametnici volovod, vilina kosa), simbioza (mahunarke i bakterije), mikoriza (neke orhideje), biljke mesožderke – autotrofne (rosika, vrčonoša)

¹² kisela tla – kesten; bazična tla – pšenica, blitva; slana tla – mrižica, petrovac, tamaris

¹³ lokomotorna (taksije – plivanje spermatozoida, gibanja u stanicama – strujanje plazme), organomotorna gibanja (tropizmi – gibanje organa biljke prema sili teže, nastije – otvaranje cvjetova tulipana pri povišenim temperaturama, otvaranje cvjetova danju, a zatvaranje noću, sklapanje liski mimoze), turgorska gibanja (pucanje ploda štrcalice)

Neki od sadržaja koji se ne će ispitivati:

- veza heterospornosti papratnjača s daljnjim razvojem kopnenih biljaka
- podatci o vegetaciji karbona
- mogući tijek evolucije u pojavi sjemenoga zametka
- detaljni razvoj biljaka kroz geološka doba
- objašnjenje pojma slobodne energije
- vodni potencijal
- Traubeova stanica
- jednadžba osmotskoga tlaka
- brojčani iznosi turgora i osmotskoga tlaka u biljnoj stanici
- Casparijeva pruga

- postotci zastupljenosti mineralnih elemenata u tlu
- minerali i posljedice njihova nedostatka i suviška
- noduli
- reakcije redukcije N_2 i redukcije NO_3^-
- leghemoglobin
- brojčane vrijednosti vidljive svjetlosti
- reakcije fuzije H_2 u He
- kod biljaka suhih staništa (sukulente)
- enzimi u sekundarnim reakcijama – rubisko
- fotorespiracija – dodatni mehanizam vezanja CO_2 (C_4 biljke i CAM biljke)
- deprsteniranje i povaljenice
- detaljne reakcije staničnoga disanja
- nazivi koenzima
- detaljnije reakcije vrenja
- jednadžba dišnoga koeficijenta
- detaljni postanak tkiva i organa
- somatski embriji
- veza asimetrične diobe biljnih stanica i klice sjemenke s diferencijacijom u različite stanice, tkiva i organe
- tumori i bakterija *A. tumefaciens* – Ti plazmid
- detaljniji opis hormona i njihova djelovanja
- prirođena, prisilna dormancija
- fitokrom i njegovi oblici
- cirkadijarni ritmovi
- florigen.



7.1.5. Zoologija

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?		
	Nužno	Važno	Vrijedno
• navesti zajedničke osobine životinja te analizirati osobitosti glavnih skupina	<ul style="list-style-type: none">– navesti zajedničke osobine životinja– opisati ulogu životinja u biosferi¹	<ul style="list-style-type: none">– navesti životinjska tkiva, opisati građu i navesti uloge	<ul style="list-style-type: none">– povezati razlike u tjelesnoj organizaciji životinja s podjelom u pet skupina: spužve, beskolutičavci, mnogokolutičavci, malokolutičavci i svitkovci

• razvrstati općepoznate životinjske vrste u pripadajuće glavne skupine	– objasniti po čemu su spužve najjednostavnija skupina višestaničnih životinja		
	– navesti glavne skupine beskolutičavaca ² – prepoznati glavne predstavnike žarnjaka ³ – navesti glavne skupine mekušaca: puževi, školjkaši i glavonošci te prepoznati najvažnije predstavnike ⁴	– nabrojati zajedničke osobine beskolutičavaca ⁹	
	– razlikovati kolutičavce i člankonošce ⁵ – navesti glavne skupine člankonožaca: rakovi, pauci, škorpioni, krpelji, kukci i stonoge	– opisati glavne osobine mnogokolutičavaca	– uočiti veliku raznolikost kukaca u biosferi i prepoznati neke najvažnije predstavnike ¹¹ – poznavati zadružne kukce: pčele, mravi i termiti – navesti nekoliko predstavnika rakova (jastog, hlap, prug, škamp, rakovica)
	– navesti bodljikaše kao najpoznatiju skupinu malokolutičavaca	– prepoznavati važnije predstavnike bodljikaša ¹⁰	
	– razlikovati pojmove: „beskralježnjaci“ i „kralježnjaci“ – nabrojati zajedničke osobine kralježnjaka ⁶ – razlikovati glavne skupine (razrede) kralježnjaka: ribe, vodozemci, gmazovi, ptice i sisavci – navesti glavne skupine i predstavnike vodozemaca ⁷ – navesti glavne skupine i predstavnike gmazova ⁸ – razlikovati niže sisavce od pravih sisavaca – povezati osobine čovjeka s njegovom pripadnošću sisavcima primatima	– razlikovati svitkoglavce i kralježnjake kao najvažnije skupine svitkovaca – prepoznati kopljaču kao nižega svitkovca koji ima svitak i škržno ždrijelo tijekom cijeloga života	– razlikovati ptice selice i ptice stanarice

• analizirati povezanost tjelesne građe i funkcije životinja s načinom života		– opisati osnovnu građu spužve	– razlikovati spolno i nespolno razmnožavanje spužvi
	– navesti staništa i način života žarnjaka – navesti staništa i način života mekušaca	– opisati osnovnu građu žarnjaka na primjeru hidre – analizirati prilagodbe nametničkih beskolutičavaca na nametnički način života ¹⁴ – navesti zajedničke osobine mekušaca – plašt, vanjska ljuštura, stopalo – objasniti da su mekušci najrazvijeniji beskolutičavci ¹⁵	– opisati izmjenu nespolne (polip) i spolne (meduza) generacije žarnjaka na primjeru ušatoga klobuka
	– opisati građu kolutičavca ¹²	– razlikovati otvoreni i zatvoreni krvotok	– navesti predstavnike kolutičavaca: cjevaš i pjeskulja (u moru), pijavice (u kopnenim vodama)
	– opisati vanjsku građu člankonožaca na primjeru kukca – uočiti da su rakovi prilagođeni za život u vodi, a ostali člankonošci za život na kopnu	– razlikovati potpunu od nepotpune preobrazbe kukaca – vretence i leptir	– uočiti pojavu presvlačenja kod nekih skupina člankonožaca (rakovi, kukci) – opisati neke specifične osobine pauka (mreže) i škorpiona (otrovna bodlja) po kojima se razlikuju od ostalih člankonožaca
	– navesti škržno ždrijelo, živčanu vrpцу (cijev) s leđne strane tijela i svitak kao glavne zajedničke osobine svitkovaca		– opisati građu morskoga ježinca ¹⁶

<p>• analizirati povezanost tjelesne građe i funkcije životinja s načinom života</p>	<ul style="list-style-type: none"> – opisati vanjsku i unutrašnju građu riba – razlikovati ribe prema građi kostura¹³ – navesti glavne značajke ptica po kojima se razlikuju od ostalih kralježnjaka – nabrojati osobine sisavaca po kojima se razlikuju od drugih kralježnjaka (dlaka, sišu mlijeko) 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati vanjsku od unutarnje oplodnje – opisati građu vodozemaca na primjeru žabe – opisati faze u životnome ciklusu žabe – opisati osnovnu građu gmazova na primjeru gušterice – navesti specifične osobine zmija, kornjača i krokodila – uočiti da većina ptica pripada grebenkama, a manji dio bezgrebenkama (noj) – povezati pojavu selidbe ptica s manjkom hrane u staništu tijekom zime – opisati osnove vanjske građe i smještaj najvažnijih organa sisavca – objasniti razlike u građi udova kao prilagodbe za različite načine kretanja na različitim podlogama – objasniti razlike u građi zubala kao prilagodbe na različite načine ishrane¹⁹ 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti razliku između „plave” i „bije” ribe s obzirom na način ishrane i stanište (bental, pelagijal) – uočiti prilagodbe čovječe ribice za život u podzemnim vodama¹⁷ – povezati pojavu mitarenja s promjenama temperature u okolišu – prepoznati da su šišmiši sisavci prilagođeni za letenje
---	--	--	--



• analizirati usložnjavanje tjelesne građe i funkcije životinja tijekom evolucije	<ul style="list-style-type: none">– objasniti nastanak višestaničnih životinja od jednostaničnih– povezati pojednostavljenje tjelesne građe malokolutičavaca s načinom života– navesti prilagodbe člankonožaca (na primjeru kukaca) za život na kopnu– objasniti prilagodbe riba za život u vodi (koža, peraje, škrge, srce)– analizirati prilagodbe vodozemaca za život u vodi i na kopnu (žaba)– uočiti prilagodbe gmazova za kopneni način života– navesti prilagodbe u tjelesnoj građi i funkciji koje su omogućile pojavu homeotermnosti kod ptica i sisavaca– opisati prilagodbe ptica za letenje¹⁸	<ul style="list-style-type: none">– povezati složenost tjelesne građe i tjelesne simetrije s načinom života i stupnjem pokretljivosti na primjeru ribe i vlasulje– objasniti evolucijsko značenje panožica– objasniti pojavu kolutičavosti, zatvorenoga krvotoka i začetka nogu kao značajnoga napretka u organizaciji tijela kolutičavaca– povezati evoluciju žiroglavaca i svitkovaca (škržno ždrijelo i potpora glavice)– objasniti usložnjavanje građe organa i organskih sustava kralježnjaka (srce, pluća, probavilo, mozak i osjetila) kao napredak u prilagodbi za život na kopnu– objasniti prednosti homeotermnih životinja u odnosu na poikilotermne– prepoznati da su sisavci kopnene životinje od kojih su se neki naknadno prilagodili za život u vodi (dupini, kitovi, tuljani)	<ul style="list-style-type: none">– prepoznati prohodno probavilo oblića – napredak u tjelesnoj organizaciji u odnosu na plošnjake– zaključiti da su glavonošci najrazvijenija skupina mekušaca– uočiti da s pojavom pluća dolazi do razdvajanja maloga i velikoga krvotoka– povezati zmije i beznožne guštere (sljepić i blavor) s četveronožnim predcima
--	---	--	---

• analizirati značenje glavnih skupina životinja u biosferi i životu čovjeka	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati pojmove „nametnik“ („parazit“) i „domadar“ – razlikovati glavne predstavnike nametničkih beskolutičavaca opasnih za čovjeka²⁰ 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti glavne načine izbjegavanja zaražavanja (nametnički beskolutičavci)²¹ – analizirati korisnu i štetnu ulogu kukaca u biosferi i životu čovjeka²² – prepoznati značenje riba u prehrani ljudi te važnost uzgoja riba²³ – objasniti značenje riba kao potrošača u lancima prehrane u vodenim ekosustavima – navesti značenje ptica u biosferi (potrošači – biljojedi, mesojedi, strvinari) 	<ul style="list-style-type: none"> – prepoznati važnosti mekušaca u ishrani ljudi te shvatiti značenje uzgoja školjkaša kao zamjena izlovljavanju – objasniti da su školjkaši filtratori²⁴ – objasniti značenje gujavica za povećavanje plodnosti tla – obilježiti krpelje kao nametnike na životinjama i čovjeku i prijenosnike uzročnika bolesti (virusnoga encefalitisa) – prepoznati ekonomsko značenje uzgojenih ptica (peradarstvo) – navesti značenje sisavaca za čovjeka²⁵
• objasniti posebnosti faune Hrvatske			<ul style="list-style-type: none"> – poznavati tradiciju spužvarstva na Jadranu (Krapanj) – prepoznati tradiciju koraljarstva na otoku Zlarinu – izdvojiti crnu udovicu kao našega otrovnoga pauka – navesti naše otrovne zmije: poskoka i riđovku te znati što poduzeti kod zmijskoga ugriza

<p>• opisati razloge ugroženosti životinja i potrebne mjere zaštite</p>			<ul style="list-style-type: none"> – prepoznati neke zaštićene vrste mekušaca u Hrvatskoj (periska, prstaci, bačvaš, prugasta mitra...) – objasniti štetne posljedice uporabe insekticida – navesti neke zaštićene vrste vodozemaca u Hrvatskoj²⁶ – uočiti da je opstanak većine gmazova u Hrvatskoj ugrožen pa su zakonom zaštićeni – analizirati uzroke ugroženosti opstanka ptica, naročito grabljivica i močvarica²⁷ – analizirati uzroke ugroženosti opstanka nekih sisavaca u Hrvatskoj²⁸
---	--	--	--

Detaljna pojašnjenja

¹ potrošači – biljojedi, mesojedi i svejedi

² plošnjaci (virnjaci, metilji, trakavice), žarnjaci, oblići i mekušci

³ hidra, moruzgva, vlasulja, koralji, ušati klobuk

⁴ puževi: vinogradnjak, balavci; školjkaši: bezupka, dagnja; glavonošci: sipa, lignja, hobotnica

⁵ jednakomjernu kolutičavost kolutičavaca od nejednakomjerne kod člankonožaca

⁶ kralježnica, lubanja – mozak, škrge – pluća, višeslojna koža, organi za kretanje

⁷ bezrepce (gatalinka, zelena žaba, žaba krastača, žuti mukač) i repaši (vodenjaci, daždevnjak, čovječja ribica)

⁸ krokodili (nilski krokodil), kornjače (barska kornjača, glavata želva), zmije (bjelouška, kravosas, riđovka, poskok) i gušteri (zidna gušterica, zelembač, macaklini)

⁹ imaju tkiva i organe, nekolutičavo tijelo, nema pravih organa za pokretanje

¹⁰ ježinci, zvjezdače, zmijače, trpovi

¹¹ skakavci, bogomoljke, leptiri, muhe, komarci, buhe, kornjaši (hrušt, jelenak, bubamara), ose, mravi, bumbari, pčele, vodencvjetovi, vretenca

¹² na primjeru gujavice: kolutičav raspored dijelova organskih sustava (živčani, mišićni, za izlučivanje, zatvoreni optjecajni sustav)

¹³ hrskavičnjače: morski psi, raže; koštunjače: morske (srdela, tuna, zubatac, škarpina); riječne (šaran, pastrva, som, štuka)

¹⁴ zaštitna kutikula, anaerobija, proizvodnja velike količine jajašaca, redukcija tjelesne građe

¹⁵ imaju optjecajni i dišni sustav

¹⁶ vodožilni sustav i kožni skelet

- ¹⁷ zakržljale oči, depigmentirano tijelo
- ¹⁸ perje, šuplje kosti i zračni mjehuri, greben prsne kosti i letni mišići
- ¹⁹ glodavci, biljojedi – preživači, mesojedi, svejedi
- ²⁰ metilji (ovčji metilj), trakavice (svinjska, goveđa i pasja) i oblići (dječja glista i trihina)
- ²¹ uz pomoć slika životnih ciklusa dječje gliste, trihine i ehinokoka
- ²² korisna uloga kukaca: hrana drugim životinjama, oprašivanje biljaka, rasprostranjivanje sjemenki, proizvodnja meda; štetna uloga kukaca kao nametnika (biljne i štitaste uši, komarci, obadi, buhe) i prenosilaca bolesti (komarci, uši, muhe)
- ²³ primjeri uzgoja u Hrvatskoj – pastrva, šaran, lubin, tuna
- ²⁴ akumuliraju mikroorganizme i štetne spojeve iz mora – opasnost od trovanja
- ²⁵ kućni ljubimci, hrana, sirovine za industriju
- ²⁶ čovječja ribica, vodenjaci, gatalinka, mukači
- ²⁷ grabljivice – orlovi, jastrebovi, sokolovi, sove; pjevice i močvarice – čaplje, rode, žličarke
- ²⁸ sredozemna medvjedica, dupin, medvjed, vjeverica, vidra, vuk, ris, divokoza, šišmiš

Neki od sadržaja koji se ne će ispitivati:

- detaljna sistematika riba
- detaljna podjela vodozemaca
- beznošci (indijski rijač)
- detaljna podjela gmazova
- detaljna podjela ptica
- detaljna podjela sisavaca
- latinski nazivi vrsta
- detaljna građa svih skupina beskolutičavaca
- detalji životnih ciklusa nametničkih životinja s nazivima ličinačkih stadija: miracidiji, cercarije i sl.
- detaljna građa kolutičavaca
- nazivi ličinki
- nazivi organa za izlučivanje (protonefridiji, metanefridiji, antenalne žlijezde...)
- detaljna podjela kukaca
- plaštenjaci
- osnove građe i način života kopljače
- detaljno Hadžijeva i Haeckelova teorija o postanku višestaničnih životinja
- pojava partenogeneze kod vodenbuhe
- svojstva peripatusa kao živoga fosila
- kružnoust
- nastanak pojedinoga sustava (oko, uho).

7.1.6. Biologija čovjeka

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?		
	Nužno	Važno	Vrijedno
• objasniti kemijski sastav tijela čovjeka i analizirati ulogu glavnih anorganskih i organskih spojeva	– objasniti važnost održavanja osmotske ravnoteže u organizmu		– poznavati kemijski sastav tijela čovjeka
• objasniti sastav tjelesnih tekućina te analizirati sastav i ulogu krvi	– navesti osnovne sastojke krvi i njihove uloge – navesti glavne simptome anemije – prepoznati značenje krvi u liječenju (transfuzija)	– objasniti ulogu hemoglobina u prijenosu kisika i ugljikova(IV) oksida – navesti podjelu i uloge leukocita – objasniti ABO i Rh sustav krvnih grupa – objasniti izmjenu tvari između kapilara i tkiva	– povezati nedostatak hemoglobina s anemijom – objasniti pojmove aglutinacije i hemolize – povezati Rh sustav s hemolitičkom bolesti novorođenčadi – poznavati pojam sedimentacije – opisati sastav i ulogu limfe – razlikovati glavna krvotvorna tkiva i organe
• objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava	– razlikovati osnovnu građu i ulogu arterija i vena – usporediti tlakove u krvnim žilama – opisati smještaj srca u čovjeka – povezati osnovnu građu srca s ulogom	– objasniti ulogu maloga i velikoga optoka krvi	– prepoznati utjecaj živčanoga sustava na krvožilni sustav ¹ – analizirati ovisnost promjena u intenzitetu tjelesne aktivnosti s promjenama u radu srca

<ul style="list-style-type: none"> • objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada dišnoga sustava 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati dijelove dišnoga sustava i njihov položaj u tijelu čovjeka – povezati građu dišnih organa s njihovim ulogama 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti mehaniku i regulaciju disanja – objasniti mehanizam izmjene plinova u plućima te između krvi i stanica – objasniti povezanost plućnoga i staničnoga disanja 	<ul style="list-style-type: none"> – analizirati ovisnost promjena u intenzitetu tjelesne aktivnosti s promjenama u radu dišnoga sustava
<ul style="list-style-type: none"> • objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada imunološkoga sustava 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati pojmove: antigen, antitijelo i imunološka reakcija – razlikovati aktivno i pasivno stečenu imunost 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati organe i tkiva imunološkoga sustava – razlikovati nespecifični (fagociti) i specifični (B i T limfociti) imunitet – navesti putove ulaska antigena u organizam, mjesta prepoznavanja te načine sprječavanja ulaska antigena 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti djelovanje imunološkoga sustava na tumor
<ul style="list-style-type: none"> • objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnoga sustava 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati probavne organe i odrediti njihov položaj u tijelu – povezati građu organa za probavu s njihovom ulogom 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti ulogu jetre i gušterače u probavi hrane 	<ul style="list-style-type: none"> – poznavati građu zuba – usporediti mliječno i trajno zubalo čovjeka – opisati djelovanje ptijalina – opisati djelovanje pepsina – objasniti ulogu žuči – usporediti ulogu tankoga i debeloga crijeva – opisati peristaltiku crijeva
<ul style="list-style-type: none"> • objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkoga sustava 	<ul style="list-style-type: none"> – analizirati mehanizam termoregulacije 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati sastojke hrane koji su izvor energije u organizmu i koji izgrađuju organizam – objasniti regulaciju šećera u krvi 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati bazalni i radni metabolizam – prepoznati važnost vitamina i posljedice nedostatka² – razlikovati vitamine topljive u mastima i vodi – prepoznati ulogu minerala u organizmu³



• objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada sustava za regulaciju sastava tjelesnih tekućina	<ul style="list-style-type: none">– povezati građu kože s njezinim ulogama– navesti ulogu melanina u zaštiti od UV zračenja– povezati osnovnu građu nefrona s njegovom ulogom u filtraciji krvne plazme i stvaranju mokraće	<ul style="list-style-type: none">– povezati nastanak amonijaka i ureje s metabolizmom bjelancevina	<ul style="list-style-type: none">– analizirati djelovanje hormona u regulaciji rada nefrona i regulaciji sastava tjelesnih tekućina (ADH, aldosteron)– opisati hemodijalizu i nužnost transplantacije kod potpunoga zatajivanja rada bubrega (uremija)
• objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada sustava organa za kretanje	<ul style="list-style-type: none">– analizirati kostur čovjeka: oblik, veličinu i položaj kostiju– objasniti promjene u kosturu koje nastupaju tijekom života⁴– navesti osobine i vrste mišićnoga tkiva	<ul style="list-style-type: none">– razlikovati uloge pojedinih dijelova sustava organa za kretanje– objasniti značenje živčano-mišićne veze za rad mišića– povezati brojnost mitohondrija s oslobađanjem energije u mišićnim stanicama– povezati građu mišićne stanice s temeljnim principom mišićne kontrakcije	<ul style="list-style-type: none">– opisati građu kosti– objasniti građu i funkciju hrskavice– opisati osnovnu građu i ulogu zglobova– objasniti uloge vitamina D i minerala Ca u izgradnji kostiju– navesti bjelancevine u sastavu miofibrila i njihovu ulogu
• objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada endokrinoga sustava	<ul style="list-style-type: none">– navesti endokrine žlijezde i odrediti njihov smještaj u tijelu	<ul style="list-style-type: none">– razlikovati egzokrine od endokrinih žlijezda– objasniti hijerarhijski položaj i ulogu hipofize– objasniti ulogu stimulacijskih/tropnih hormona hipofize– objasniti mehanizam povratne sprege pri lučenju hormona– navesti hormone pojedinih žlijezda i njihovu ulogu	

• objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada spolnoga sustava	<ul style="list-style-type: none">– opisati organe muškoga i ženskoga spolnoga sustava i objasniti njihove uloge– opisati dijelove menstrualnoga ciklusa– odrediti termin ovulacije s obzirom na dužinu trajanja menstrualnoga ciklusa– opisati proces oplodnje– objasniti značenje dojenja	<ul style="list-style-type: none">– raščlaniti faze brazdanja, implantacije blastociste i razvoj zametka– opisati tijek trudnoće te ulogu i osnovnu građu posteljice	<ul style="list-style-type: none">– povezati fiziološke i psihičke promjene u pubertetu– objasniti hormonsku regulaciju menstrualnoga ciklusa– objasniti živčano-hormonsku regulaciju porođaja i dojenja– razlikovati glavne značajke porođajnih doba
--	---	---	--



• objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada osjetilnoga i živčanoga sustava	<ul style="list-style-type: none">– navesti dijelove živčanoga sustava i objasniti njegovu ulogu– poznavati princip nastanka osjeta– opisati dijelove oka (očna jabučica, očni živac)	<ul style="list-style-type: none">– opisati građu živčane stanice i objasniti ulogu njezinih dijelova– usporediti građu mozga i leđne moždine– razlikovati vrste živaca i njihove uloge– povezati naboj stanične membrane i aktivni transport iona kroz membranu s nastankom podražaja (depolarizacija – repolarizacija)– opisati funkcionalnu podjelu kore velikoga mozga– opisati građu pužnice i objasniti ulogu pojedinih dijelova pri nastanku osjeta sluha– opisati akomodaciju oka i objasniti poremećaje u funkciji oka (kratkovidnost i dalekovidnost)– opisati prijenos svjetlosnih podražaja– opisati smještaj četiriju osnovnih okusa na jeziku	<ul style="list-style-type: none">– opisati provođenje živčanoga impulsa i procese u sinapsi– razlikovati prirodene reflekse (sisanje, disanje, kašljanje) od stečenih refleksa (Pavlovljev refleks)– analizirati refleksnu reakciju– objasniti djelovanje neurotransmitera i ulogu enzima pri njihovoj razgradnji– objasniti značenje sna za normalno funkcioniranje organizma– opisati osjetilo njuha i prijenos signala do mozga– poznavati položaj organa za ravnotežu
• analizirati značenje pojedinih organa i organskih sustava u održanju homeostaze organizma	<ul style="list-style-type: none">– objasniti pojam homeostaze– analizirati značenje vode za održavanje života– analizirati ulogu bubrega u održavanju homeostaze⁵	<ul style="list-style-type: none">– objasniti važnost stalnih pH vrijednosti tjelesnih tekućina	<ul style="list-style-type: none">– povezati disanje i regulaciju pH vrijednosti (acidoza, alkalozu)

<ul style="list-style-type: none"> • navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka • analizirati čimbenike i ponašanja koja unaprjeđuju zdravlje čovjeka i razlikovati ih od onih koji ih narušavaju 	<ul style="list-style-type: none"> – prepoznati pozitivne i negativne utjecaje na srce i krvožilni sustav – povezati način života s pojavom visokoga tlaka i arteroskleroze – povezati najčešće bolesti i poremećaje dišnoga sustava s rizičnim čimbenicima za zdravlje – objasniti pojam „AIDS” i navesti uzročnika i objasniti načine zaraze HIV-om i načine zaštite – objasniti pojam „alergija” i navesti najčešće alergene – objasniti nastanak karijesa i načine zaštite zuba – objasniti štetnost alkohola – objasniti pojavu proljeva i zatvora i osnovu samopomoći – navesti pravila zdrave prehrane – uočiti rizične čimbenike za zdravlje i rad bubrega – navesti spolno prenosive bolesti⁶ – povezati spolno prenosive bolesti s rizičnim ponašanjem – navesti metode kontracepcije te objasniti važnost planiranja obitelji – objasniti pojam ovisnosti te navesti vrste i štetne posljedice 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti bolesti koje se prenose krvlju (AIDS, hepatitis) – opisati dijabetes, navesti rizične čimbenike za pojavu bolesti i načine liječenja 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojam „leukemija” – objasniti pojam „hemofilija” – prepoznati značenje programa imunizacije djece – prepoznati važnost transplantacije i doniranja organa – povezati nastanak nekih bolesti s poremećajima u radu endokrinih žlijezda (gušavost, gigantizam, nanizam, dijabetes) – povezati pojavu moždane kapi s rizičnim čimbenicima – navesti degenerativne bolesti živčanoga sustava (Parkinsonova i Alzheimerova, multipla skleroza) – uočiti opasnost utjecaja buke na zdravlje
---	--	---	--

**Dodatna pojašnjenja**

¹ regulacija rada srca i širenje/sužavanje krvnih žila

² vitamini: A, B, C, D, E

³ minerali: Ca, P, Fe, J

⁴ rahitis, prijelomi, osteoporoza, uganuća i iščašenja

⁵ regulacija tjelesnih tekućina, ekskrecija, regulacija krvnoga tlaka i eritropoeze

⁶ HIV, hepatitis, herpes, papiloma (HPV), trihomonas, klamidija, gonoreja, sifilis

Neki od sadržaja koji se ne će ispitivati:

- poznavanje zastupljenosti pojedinih minerala u postotcima
- nabranje svih minerala
- uzročnici zaraznih bolesti koji se prenose vodom
- poznavanje različitih tipova anemija
- detaljna struktura hemoglobina
- razlikovati plazmu od seruma
- shema zgrušavanja krvi
- leukopenija, leukocitoza, limfopenija
- bolesti krvotvornih organa
- hematokrit
- proces hematopoeze i međustadiji u procesu diferencijacije krvnih tjelesaca
- vrste kolesterola i lipoproteina
- analiza EKG-a
- usporedba disanja i krvotoka prije i nakon rođenja
- površina pluća (brojčano)
- promjer alveola
- tlakovi u plućima (brojčane vrijednosti)

- respiratorni volumen
- vanjska i unutarnja respiracija
- saturacija hemoglobinom
- visinska bolest
- kemosenzitivna područja
- limfatičke žile
- komplikacije pri transplantaciji
- detalji građe B i T limfocita
- apoptoza
- struktura imunoglobulina
- tipovi T stanica
- citokini
- priprema cjepiva
- enzimi: peptidaze, nukleaze, lipaze, maltaze, saharaze i ostali
- probavni hormoni
- sfinkter Oddi i kolecistokinin
- shema metaboličkih putova
- princip analize pokazatelja zdravstvenoga stanja organizma iz urina
- detaljna građa miofibrila (aktin, miozin, H pruga...)
- latinski nazivi mišića
- važniji mišići i kosti čovjeka
- veza hormona i specifičnih receptora (na ili u ciljnim stanicama)
- ekscitacijski i inhibicijski neuroni
- funkcioniranje područja za govor u kori mozga
- bazilarna membrana, pokrovna membrana, Cortijev organ, građa labirinta
- makula, statoliti

- perilimfa, endolimfa
- mozgovni živci i zadaće koje obavljaju
- električna aktivnost mozga i moždani valovi
- mehanizam razlikovanja boja i prostorna percepcije
- pamćenje
- policikličko i monocikličko spavanje
- govor: Wernickeovo i Brokino područje
- glaukom, ablacija mrežnice
- tumori živčanoga sustava
- duševne bolesti.

7.1.7. Genetika i evolucija

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?		
	Nužno	Važno	Vrijedno
• objasniti osnovne genetičke pojmove i analizirati njihove međudnose	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojam „genetika“ i povezati je s drugim biološkim disciplinama – razlikovati pojmove nasljedne tvari i nasljednih svojstava 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti genotip i fenotip – povezati odnos između gena i okoline s oblikovanjem fenotipa 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojmove klona i populacije na primjerima iz života
• objasniti kemijsku građu i mehanizam djelovanja gena	<ul style="list-style-type: none"> – opisati građu, ulogu i svojstva nukleinskih kiselina – opisati kako geni upravljaju životnim procesima (biosinteza proteina) 		

• objasniti i usporediti građu i organizaciju nasljedne tvari virusa, prokariota i eukariota	– objasniti kromosomsku teoriju nasljeđivanja	– razlikovati i objasniti temeljnu građu, broj i vrste kromosoma te kromosomske garniture	– usporediti genske sustave virusa, bakterija (nukleoid i plazmid) i eukariota – navesti uloge plazmida
• analizirati značenje mejoze i križanja za nasljeđivanje	– poznavati osnovna načela određivanja spola (X, Y kromosomi)	– razlikovati uzroke varijabilnosti (mutacije, modifikacije, rekombinacije, križanje) – analizirati značenje nezavisnoga razdvajanja homolognih kromosoma i krosingover – razlikovati dominantna i recesivna svojstva, roditeljsku (parentalnu) generaciju i generaciju potomaka (filijalnu) – objasniti pojmove: alel, homozigotni i heterozigotni organizmi – objasniti na primjerima monohibridno, dihibridno i intermedijarno križanje – primijeniti Mendelove zakone u rješavanju zadataka različitih tipova križanja – objasniti multiple alele i primijeniti na primjerima (nasljeđivanje krvnih grupa i sl.)	

<ul style="list-style-type: none"> • navesti vrste promjena genotipa te objasniti moguće uzroke i posljedice 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojam mutacije te navesti primjere – razlikovati vrste mutacija (gena, građe i broja kromosoma) – navesti uzroke mutacija – navesti učestalost štetnih i korisnih mutacija 	<ul style="list-style-type: none"> – povezati neke nasljedne bolesti (hemofilija, daltonizam, mišićna distrofija) sa smještajem gena na spolnim kromosomima – primijeniti spoznaje o mutacijama u čovjeka u rješavanju zadataka – navesti primjere kromosomskih aberacija u čovjeka (trisomija 21 – Down sindrom, Turnerov sindrom – 44 X0) – povezati pojavu mutacija s malignim oboljenjima i raspraviti o rizičnim čimbenicima i rizičnim ponašanjima 	
<ul style="list-style-type: none"> • objasniti mogućnosti primjene genetike na različitim područjima ljudske djelatnosti 		<ul style="list-style-type: none"> – opisati osnovne metode proučavanja nasljeđivanja u ljudi (rodoslovlje, citogenetska istraživanja) 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti nasljeđivanje hemofilije s pomoću rodoslovlja – opisati primjenu DNA u tehnologiji¹
<ul style="list-style-type: none"> • objasniti osnovna načela i etape kemijske i biološke evolucije 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojam evolucije² – razlikovati pojmove: kemijska i biološka evolucija 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati Miller-Ureyov pokus i objasniti kemijsku evoluciju³ – opisati Oparinov pokus i objasniti vrijednost koacervatnih kapljica kao modela evolucije 	<ul style="list-style-type: none"> – prikazati ukratko postanak Svemira, Sunčeva sustava i Zemlje – navesti osobine protobionta⁴ – prikazati ukratko biološku evoluciju kroz carstva živih bića/stablo života i objasniti pojam „filogenija”⁵

<p>• analizirati glavne dokaze evolucije</p>	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojam „paleontologija“⁶ – navesti dokaze evolucije i objasniti ih na primjerima: fosili i nastanak fosila; prijelazni oblici (praptica, Psilophyton); živi fosili (resoperke, gingko); razvojni nizovi (konj i ogrc); dokazi iz biogeografije⁷; dokazi iz poredbene anatomije⁸; dokazi iz poredbene embriologije; dokazi iz molekularne biologije 	<ul style="list-style-type: none"> – opisati načine nastanka fosila i princip utvrđivanja njihove starosti⁹ 	<ul style="list-style-type: none"> – navesti osnovne geološke ere Zemljine prošlosti – analizirati značajke živoga svijeta u pojedinim geološkim erama¹⁰ – prepoznati provodne fosile (amoniti, trilobiti) – objasniti značenje resoperki i dvodihalica u evoluciji kopnenih kralježnjaka – usporediti brojnost i raznolikost današnjih gmazova sa svijetom gmazova u prošlosti (mezozoik) – objasniti zajedničko podrijetlo ptica i gmazova na primjeru fosila praptice – prepoznati da su se prvi sisavci mogli razviti iz drevnih gmazova (zvjerogmazovi)
<p>• objasniti osnovne postavke Darwinove selekcijske teorije evolucije te glavne pokretačke sile evolucijskoga procesa</p>	<ul style="list-style-type: none"> – navesti osnovne postavke darvinizma – objasniti zašto su mutacije, genski drift, izolacija i prirodna selekcija temeljne sile evolucije – objasniti pojam „specijacija“ 	<ul style="list-style-type: none"> – analizirati darvinizam – razlikovati konvergentnu evoluciju (morski pas i dupin) i divergentnu evoluciju (zebe) na konkretnim primjerima 	<ul style="list-style-type: none"> – usporediti Lamarckovu i Darwinovu teoriju evolucije – razlikovati alopatrijsku specijaciju (gušterice) i simpatrijsku specijaciju (pšenica) na primjerima – objasniti razliku između prirodne i umjetne selekcije te utjecaj čovjeka na evoluciju pojedinih vrsta

• objasniti evoluciju čovjeka	– objasniti pojam primata i raspraviti sistematsku pripadnost čovjeka u primata	– prepoznati važnost razvoja mozga, govora, kulture izradbe oruđa i oružja za evoluciju čovjeka	– navesti glavne etape u razvoju čovjeka ¹¹ – usporediti sličnosti i različitosti između hominida i čovjekolikih majmuna
--------------------------------------	---	---	--

Dodatna pojašnjenja

¹ primjena genetičkih otkrića u: uzgoju životinja i biljaka, biotehnologiji (genetičko inženjerstvo); proizvodnja lijekova (na primjeru inzulina)

² dugotrajan proces koji vodi boljoj prilagođenosti organizama na okoliš

³ postanak prvih organskih molekula iz anorganskih; preduvjeti za postanak prve stanice

⁴ mogući prvi oblik života: „jednostaničan“, „prokariot“, heterotrofan, anaeroban

⁵ filogenija – proučava evolucijske odnose između vrsta, prati postanak živih bića od zajedničkoga pretka

⁶ palenotologija – znanost o fosilima, proučava fosilne ostatke živih bića na Zemlji

⁷ endemi – naše otočke gušterice i velebitska degenija, čovječja ribica, dubrovačka zečina; relikti – čagalj, hrvatska sibireja

⁸ homologni i analogni organi, rudimenti, atavizmi

⁹ nastanak fosila: pougljenjivanje, okamenjivanje, konzerviranje; određivanje starosti: primjena radioaktivnih izotopa

¹⁰ pojavljivanje pojedinih skupina: arheozoik – prvi oblici života na Zemlji; proterozoik: praživotinje, prvi beskralježnjaci; paleozoik: alge, papratnjače, trilobiti, kralježnjaci – ribe i vodozemci; mezozoik: stablašice, gmazovi, ptice, sisavci; kenozoik: čovjek

¹¹ *Australopithecus* sp. (australopitek), *Homo habilis* (spretni čovjek), *Homo erectus* (uspravan čovjek), *Homo sapiens neanderthalensis* (neandertalac), *Homo sapiens sapiens* (suvremeni čovjek – kromanjonac)

Neki od sadržaja koji se ne će ispitivati:

- izvankromosomsko nasljeđivanje
- Barrovo tijelo
- metoda određivanja poremećaja spolnih stanica u interfazi
- eoni i epohe (periodi).

7.1.8. Ekologija

51

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?		
	Nužno	Važno	Vrijedno
• objasniti osnovne ekološke pojmove i analizirati njihove međuodnose	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojam „ekologija“ – navesti osnovne ekološke pojmove, povezati ih s primjerima u prirodi i objasniti njihove međuodnose¹ 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojam „ekološka niša“ i navesti primjere – razlikovati i na primjerima objasniti značenje pojmova: fauna, flora, vegetacija, areal, endem i kozmopolit 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati pojmove „biljna zajednica“ (fitocenoza) i „životinjska zajednica“ (zoocenoza) i navesti primjere – objasniti na primjerima pojmove: ekološki minimum, maksimum, optimum i ekološka valencija
• analizirati odnose između živih bića i abiotičkih čimbenika okoliša	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati glavne abiotičke čimbenike (temperatura, voda i vlaga, svjetlo) – razlikovati životinje s nestalnom tjelesnom temperaturom (poikilotermne) od životinja sa stalnom tjelesnom temperaturom (homeotermne) – objasniti prednosti homeotermnih životinja u odnosu na poikilotermne životinje i navesti primjere² 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti važnost temperature za odvijanje životnih procesa u organizmima³ – navesti primjere prilagodbi stablašica umjerenoga područja na preživljavanje u hladnome razdoblju godine⁴ – povezati mitarenje/linjanje i zimski san s promjenom temperature u okolišu – usporediti prilagodbe biljaka vlažnih staništa i biljaka sušnih staništa na količinu vode i vlage u staništu i navesti po jedan primjer – opisati prilagodbe kopnenih životinja za život na kopnu na primjeru kukaca i kopnenih kralježnjaka 	<ul style="list-style-type: none"> – povezati prilagodbe životinja različitim svjetlosnim uvjetima u okolišu

• analizirati odnose između živih bića u biocenozi (biotički čimbenici)	<ul style="list-style-type: none">– razlikovati glavne biotičke čimbenike (odnosi između živih bića: odnosi razmnožavanja, simbioza, nametništvo, predatorstvo)	<ul style="list-style-type: none">– objasniti kako odnosi između jedinki različitih vrsta utječu na brojnost/gustoću populacija u biocenozi	<ul style="list-style-type: none">– objasniti pojam „mimikrija” na primjeru bogomoljke i leptira letilista– objasniti prilagodbe grabežljivaca na primjeru ptice grabljivice (jastreb) i jednoga predstavnika iz skupine zvijeri (vuk)– objasniti prilagodbe plijena za zaštitu od grabežljivaca na primjeru sisavaca biljojeda (zec, srna)– navesti načine izražavanja gustoće populacije– objasniti kako odnosi između jedinki iste vrste utječu na brojnost/gustoću populacije
--	---	---	---

<p>• objasniti glavne osobine biocenoza i ekosustava</p>	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati osobine vodenih i kopnenih ekosustava – razlikovati bentos, nekton i plankton – objasniti značenje planktona u vodenim ekosustavima – prepoznati šumske biocenoze kao najsloženiji i organskom proizvodnjom najbogatiji tip kopnenih biocenoza 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati osvijetljeni od neosvijetljenoga sloja u vodenim ekosustavima i povezati sa sastavom biocenoza – prepoznati glavne čimbenike koji utječu na raspored organizama (biocenoza) u moru – razlikovati fitoplankton od zooplanktona – analizirati slojanje i sastav vrsta na primjeru jedne šumske biocenoze – objasniti pojavu sukcesije na primjerima zaraštavanja jezera i obnavljanja šume nakon požara – povezati djelovanje čovjeka na biocenoze s pojavom sukcesija 	<ul style="list-style-type: none"> – razlikovati bentoske organizme prema stupnju pokretljivosti⁵ – navesti primjere nektonskih organizama (srdela, morski pas, dupin) – prepoznati sezonske promjene u biocenozi i povezati ih s klimatskim promjenama – navesti glavne tipove bioma i povezati ih s klimatskim prilikama područja na kojima se prostiru – povezati horizontalni raspored (geografska širina) i vertikalni raspored (nadmorska visina) biljnoga pokrova s klimatskim prilikama
<p>• analizirati odnose ishrane u biocenozi te kruženje tvari i protjecanje energije u ekosustavu</p>	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti ulogu i značenje proizvođača, potrošača i razlagača u ekosustavu – razlikovati glavne tipove potrošača (biljojedi, mesojedi i svejedi) – analizirati prehrambenu piramidu s obzirom na broj i biomasu te količinu energije na pojedinoj prehrambenoj razini – objasniti kruženje tvari i protjecanje energije u ekosustavu 	<ul style="list-style-type: none"> – analizirati ulogu i ovisnost pojedinih članova hranidbenih lanaca na konkretnim primjerima – objasniti (s pomoću slike) biogeokemijski ciklus ugljika 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti pojam hranidbene mreže – razlikovati primarnu od sekundarne organske proizvodnje u ekosustavu

<p>• analizirati štetne utjecaje čovjeka na biosferu te mjere kojima se štetni utjecaji mogu smanjiti (održivi razvoj u Republici Hrvatskoj i u svijetu)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – prepoznati štetno djelovanje čovjeka na biosferu⁶ – objasniti pojavu efekta staklenika – povezati onečišćenje zraka s pojavom kiselih kiša i štetnim posljedicama – objasniti značenje ozonskoga sloja u atmosferi – povezati onečišćenje zraka s pojavom ozonskih rupa – analizirati potrebu zakonske zaštite ugroženih biljnih i životinjskih vrsta i ekosustava u cjelini – povezati nagli rast ljudske populacije i urbanizaciju s ograničenim izvorima hrane, pitke vode, energije i sirovina na Zemlji 	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti posljedice krčenja šuma, melioracijskih zahvata i onečišćenja voda – protumačiti potrebu pročišćavanja otpadnih voda – prepoznati izvore onečišćavanja zraka – objasniti važnost zamjene fosilnih izvora energije alternativnim (vjetar, solarna energija i sl.) – navesti glavne načine onečišćavanja tla i povezati ih s posljedicama – objasniti ekonomsku i ekološku važnost izdvajanja sekundarnih sirovina iz otpada (papir, staklo, metal, tekstil) – objasniti zašto su zaštita voda i zraka globalni problem – navesti nacionalne parkove Hrvatske 	<ul style="list-style-type: none"> – analizirati akumuliranje štetnih tvari u lancima ishrane – objasniti prednosti ekološke proizvodnje hrane – procijeniti važnost korištenja tehnološke umjesto pitke vode – objasniti nedostatke monokultura i suvremenih agrotehničkih i agrokemijskih metoda u poljoprivredi – objasniti pojam „održivi razvoj”⁷ – povezati djelovanje čovjeka s promjenama brojnosti i izumiranjem biljnih i životinjskih vrsta – analizirati posljedice unošenja stranih vrsta⁸ – prepoznati značenje „Crvene knjige biljnih i životinjskih vrsta” – objasniti važnost poštovanja međunarodnih ugovora o zaštiti prirode i okoliša – analizirati različite utjecaje na brojnost ljudske populacije – navesti nekoliko primjera zakonom zaštićenih biljaka⁹ i životinja¹⁰ u Hrvatskoj – navesti primjere parkova prirode¹¹ – objasniti važnost izradbe ekološke studije pri gradnji proizvodnih, prometnih i drugih objekata
---	---	--	---

Dodatna pojašnjenja

- ¹ populacija, životna zajednica – biocenoza, stanište
– biotop, ekosustav, biom i biosfera
- ² rasprostranjenost na Zemlji i sezonske promjene
- ³ ovisnost aktivnosti enzima o promjenama temperature
- ⁴ odbacivanje listova, preživljavanje u podzemnim organima (trajnice) ili u obliku sjemenke (jdnogodišnje biljke)
- ⁵ pričvršćeni za podlogu (npr., bentoske alge, koralji, spužve); slabo pokretni (ježinci, trpovi, neki školjkaši, npr., periska); s velikim radijusom kretanja (pridnene vrste riba – zubatac, cipal i sl.)
- ⁶ krčenje šuma, isušivanje močvara, regulacija vodotoka, gradnja naselja, industrijskih zona, povećavanje prometa i širenje prometne mreže te onečišćenje vode, zraka i tla
- ⁷ razvoj ljudskoga društva uz što manji negativni utjecaj na prirodu
- ⁸ primjer mungosa na Mljetu, kaulerpe u Jadranu
- ⁹ visibaba, ciklama, velebitska degenija, dubrovačka zečina
- ¹⁰ vuk, vidra, sredozemna medvjedica, ptice grabljivice i močvarice
- ¹¹ Telaščica, Velebit, Kopački rit, Vransko jezero

Neki od sadržaja koji se ne će ispitivati:

- autoekologija, sinekologija
- komenzalizam, antibioza, amenzalizam, alelopatija
- pojam „fitomimeza” i „aposemija”
- polusesilni i vagilni organizmi
- oligotrofna, eutrofna jezera
- zone litoralnoga pojasa
- biogeografija, fitogeografija, zoogeografija

- kruženje fosfora i sumpora
- podjela voda prema stupnju saprobnosti: oligosaprobne, alfa i beta mezosaprobne i polisaprobne
- poznavanje svih kategorija zaštite prirode s primjerima.

7.2. Pokusi

7.2.1. Dokazivanje prisutnosti škroba

CILJEVI POKUSA:

- utvrditi dvije vrste škroba (asimilacijski i rezervni škrob) u biljkama
- utvrditi prisutnost škroba u namirnicama
- objasniti da se škrob dokazuje Lugolovom otopinom u namirnicama
- uočiti promjenu boje
- opisati nastanak škroba u biljkama.

MATERIJAL I PRIBOR: šećer, riža, sjemenka graha, gomolj krumpira, tjestenina, kruh, komadić margarina, Lugolova otopina, kapaljka, Petrijeve zdjelice.

POSTUPAK:

Navedeni materijal rasporedite na poklopcu Petrijeve zdjelice i kapnite nekoliko kapi Lugolove otopine. Reakciju obilježite znakom minus (–) ako se ne promijeni boja, a znakom plus (+) ako se pojavi boja.

REZULTAT:

Namirnica	Promjena boje (unesite +/-)
Šećer	
Riža	
Grah	
Krumpir	
Tjestenina	
Margarin	

PITANJA:

Koje od ispitanih tvari sadrže škrob? Po čemu ste to zaključili?

7.2.2. Dokazivanje koagulacije bjelančevina

CILJEVI POKUSA:

- utvrditi koji su uzroci zgrušavanja ili koagulacije bjelančevina u mlijeku i bjelanjku
- povezati koagulaciju s denaturacijom bjelančevina.

MATERIJAL I PRIBOR: epruveta, drvena štipaljka, 2 satna stakla, kapaljka, stakleni štapić, plamenik (ili voštanica), bjelanjak, mlijeko, razrijeđena octena kiselina (može i limunov sok).

POSTUPAK:

1. Na jedno satno stakalce stavite malo mlijeka, a na drugo malo bjelanjka. Zatim na oba kapnite nekoliko kapi octene kiseline i promiješajte staklenim štapićem.
2. U epruvetu stavite malo bjelanjka i zagrijte ga držeći epruvetu štipaljkom iznad plamena.

To ponovite i s mlijekom.

PITANJA:

Što se dogodilo s mlijekom i bjelanjkom djelovanjem kiseline?

Kako se nazivaju bjelančevine iz mlijeka?

Zašto je mlijeko visokovrijedna namirnica? Koji mineral sadrži mlijeko?

Što se dogodilo s bjelanjkom i mlijekom djelovanjem visokih temperatura?

Što može dovesti do denaturacije bjelančevina?

7.2.3. Mikroskopsko promatranje plastida**7.2.3.1. Mikroskopsko promatranje leukoplasta**

CILJEVI POKUSA:

- promatrati leukoplaste u biljnome materijalu, opisati njihov oblik i nacrtati ih
- navesti biljne dijelove u kojima se nalaze leukoplasti
- pronaći i opisati amiloplaste.

MATERIJAL I PRIBOR: gomolj krumpira, jod (ili Lugolova otopina), alkohol, pokrovna i predmetna stakalca, mikroskop, britvica.

POSTUPAK:

S krumpirova gomolja odstružite periderm tamne boje i od staničja koje se nalazi ispod njega načinite tanke prereze. Osim nježnih leukoplasta, opažaju se mala zrnca škroba, a katkad i kristaloidi bjelančevina u obliku kocke.

PITANJA:

Mogu li leukoplasti prelaziti u druge plastide? U kojim uvjetima?

Gdje se stvaraju škrobna zrnca?

7.2.3.2. Mikroskopsko promatranje kromoplasta

CILJEVI POKUSA:

- promatrati kromoplaste u biljnome materijalu, opisati njihov oblik i nacrtati ih
- navesti biljne dijelove u kojima se nalaze kromoplasti
- navesti bojila u kromoplastima.

MATERIJAL I PRIBOR: plod rajčice i plod ruže (može i korijen mrkve, cvijet i cvat ljekovitoga maslačka), britvica, pokrovna i predmetna stakalca, mikroskop.

**POSTUPAK:**

Izrežite komadić ploda zrele rajčice, ogulite joj koru, zgnječite ju i malo zgnječene mase razmutite u kapljici vode na predmetnome stakalcu. Poklopite pokrovnicom i mikroskopirajte. Načinite sličan preparat s plodom ruže.

PITANJA:

Mikroskopski usporedite kromoplaste u plodu rajčice i plodu ruže.

Mogu li kromoplasti prelaziti u druge plastide? U kojim uvjetima?

7.2.3.3. Mikroskopsko promatranje kloroplasta**CILJEVI POKUSA:**

- promatrati kloroplaste u biljnome materijalu, opisati njihov oblik i nacrtati ih
- navesti biljne dijelove u kojima se nalaze kloroplasti
- navesti bojila u kloroplastima.

MATERIJAL I PRIBOR: mahovina, neka alga (npr., *Spirogira*) ili bilo koji zeleni dio biljke (npr., vrlo mladi list šparoge), britvica, pinceta, kapaljka, pokrovna i predmetna stakalca, mikroskop.

POSTUPAK:

S bilo kojega dijela neke zelene biljke napravite tanki prerez, stavite ga u kap vode na predmetno stakalce, poklopite pokrovnim stakalcem i mikroskopirajte pod malim i srednjim povećanjem.

PITANJA:

Usporedite izgled i građu kloroplasta pod svjetlosnim i elektronskim mikroskopom.

Koje stanice imaju kloroplaste?

Mogu li kloroplasti prelaziti u druge plastide?

Zašto se kloroplasti mogu samoumnožavati?

7.2.4. Dokazi osmoze u biljnoj stanici**CILJEVI POKUSA:**

- usporediti osmozu i difuziju
- objasniti osmozu na temelju pokusa s mrkvom
- utvrditi promjene u različitim koncentracijama otopina.

MATERIJAL I PRIBOR: korijen mrkve, nož, čaša, sol.

POSTUPAK:

Izdubite korijen mrkve. Pažljivo stavite korijen u posudu (čašu) s vodom tako da pri postavljanju pokusa voda ne uđe u udubinu. Udubinu popunite solju. Očitajte rezultate nakon pola sata.

PITANJA:

Što se dogodilo u udubini korijena mrkve?

Zašto mrkva gubi čvrstoću?

7.2.5. Mikroskopiranje kvašćevih gljivica

Kvašćeve gljivice omogućuju industriji piva i pekarskih proizvoda stvaranje mnoštva zanimljivih i rado upotrebljivanih prehrambenih namirnica.

CILJEVI POKUSA:

- pripremiti mikroskopski preparat kvasca
- uočiti građu kvasca
- promatrati diobu (pupanje).

MATERIJAL I PRIBOR: svježi kvasac, šećer (saharoza), laboratorijska čaša, topla voda, predmetno i pokrovno stakalce, kapaljka, mikroskop, filter papir.

POSTUPAK: U čašu stavite malo mlake vode (pola čaše) i malo šećera (jednu žličicu) te dobro promiješajte da se šećer otopi. U otopinu dodajte svježega kvasca (veličine zrna graška). Pričekajte nekoliko minuta i pripremljeni uzorak s pomoću kapaljke nanosite na predmetno stakalce i pokrijte pokrovnim stakalcem. Mikroskopirajte pod malim i srednjim povećanjem. Uočite oblik kvasca i stvaranje pupa. Nacrtajte sliku uočenu pod mikroskopom.

PITANJA:

Na kojoj se diobi temelji pupanje i u koju vrstu razmnožavanja pripada?

Zašto smo dodali šećer?

Koje vrenje uzrokuju kvašćeve gljivice?

7.2.6. Usporedba cvjetova različitih kritosjemenjača

CILJEVI POKUSA:

- ispitati građu cvijeta različitih kritosjemenjača
- usvojiti pojam dvospolnosti, jednospolnosti, jednodomnosti i dvodomnosti.

PRIBOR I MATERIJAL: različite biljke cvjetnjače (kritosjemenjače), povećalo, predmetno i pokrovno stakalce, britvica, bazgina srčika ili stiropor, boca štrcalica, iglica, mikroskop.

ZADATAK:

Nacrtajte cvijet jedne od istraživanih biljaka i obilježite mu dijelove.

Odaberite prašnike s dvama/trima različitim cvjetovima i pripremite mikroskopski preparat za mikroskopiranje peludnih zrnaca.

POSTUPAK:

Lagano protresite prašnike jednoga cvijeta po predmetnome stakalcu, dodajte kapljicu vode i poklopite pokrovnicom. Isti postupak ponovite i s preostalim cvijetom/cvjetovima. Nacrtajte peludna zrnca i napišite kojim cvjetovima i biljkama pripadaju. Usporedite izgled i građu peludnih zrnaca.

Usporedite različite biljke cvjetnjače iz svojega okoliša te popunite tablicu traženim podatcima.

	Biljka cvjetnjača	Broj lapova	Broj latica	Broj tučkova	Broj prašnika	Jednospolni/ dvospolni cvijet/ jednodomna/ dvodomna biljka	Jednosupnice/ dvosupnice
1	grah ili grašak ili bagrem						
2	ljekovita kadulja ili majčina dušica ili ružmarin ili mažuran ili mrtva kopriva						
3	jabuka ili višnja ili šljiva						
4	tratinčica ili ivančica ili maslačak						
5	tulipan ili ljiljan ili zumbul ili narcis ili đurđica ili luk						

7.2.7. Voda – kolijevka života (Ispitivanje svojstava vode)

CILJEVI POKUSA:

- istražiti svojstva vode
- uočiti povezanost svojstava vode sa strukturom molekule vode
- povezati zapažanja sa svakodnevnim životom.

PRIBOR I MATERIJAL: dvije plastične čaše, dvije plastične žlice, epruveta, kapaljka, dvije laboratorijske čaše (50 ml), plastična slamka maloga promjera, pinceta, univerzalni lakmus-papir, šećer, kuhinjska sol, 5 ml jestivoga ulja, tinta (ili druga boja), destilirana voda, štoperica.

POSTUPAK:

1. a) U plastičnu čašu s vodom stavite žlicu šećera i miješajte jednu minutu.
b) U plastičnu čašu s vodom stavite žlicu soli i miješajte jednu minutu.
2. U epruvetu s vodom stavite 5 kapi ulja. Jagodicom palca zatvorite otvor epruvete i sadržaj dobro promućkajte. Ostavite da odstoji jednu minutu. Promatrajte rezultat.
3. U laboratorijsku čašu s vodom obojenom tintom uronite okomito slamčicu. Promatrajte razinu vode u slamčici u odnosu na razinu vode u čaši.
4. U laboratorijsku čašu s destiliranom vodom s pomoću pincete uronite komadić univerzalnoga lakmus-papira. Promatrajte promjene.

PITANJA:

Postoji li razlika u topljivosti šećera i soli? Obrazložite svoj odgovor.

Što se događa s uljem u vodi? Obrazložite svoj odgovor.

Koje sile omogućuju podizanje vode u slamčici?

Kolika je pH vrijednost destilirane vode?

7.2.8. Sekcija ribe**CILJEVI POKUSA:**

– proučiti vanjsku i unutarnju građu pastrve *Salmo sp.*

MATERIJAL I PRIBOR: pastrva (*Salmo sp.*), kadice za seciranje, škarice, skalpeli, pincete, iglice.

POSTUPAK:

Proučite oblik tijela i vanjski izgled tijela ribe. Uočite glavne dijelove tijela: glavu, trup, peraje, oči, škržne poklopce, bočnu prugu, mokraćno-spolni otvor itd. Zatim pažljivo otvorite ribu tako da podignete mišićni sloj s bočne strane. Proučite unutrašnju građu. Potražite srce, probavni sustav, bubreg, spolne žlijezde, škrge itd.

PITANJA:

Navedite glavne dijelove tijela ribe i objasnite njihovu ulogu.

Opišite kožu ribe.

Kako su raspoređeni mišići riba?

Koje organske sustave možete prepoznati? Navedite uloge glavnih dijelova (srca, probavila, bubrega, spolnih žlijezda, ribljega mjehura...).

7.3. Osobe koje su doprinijele razvoju biologije

U tablici su kronološki navedene najvažnije osobe poznate po svojim istraživanjima u području biologije i zaslužne za njezin razvoj. Pristupnici bi trebali znati njihova imena i koji je njihov doprinos razvoju biologije.

Tablica 5. Osobe značajne za razvoj biologije i njihov doprinos

OSOBA	DOPRINOS U RAZVOJU BIOLOGIJE
Robert HOOK (17. st.)	promatrao tanke prereze pluta (stijenke mrtvih stanica) s pomoću vrlo primitivnoga mikroskopa; prvi uporabio naziv <i>cellula</i> = lat. stanica
Antony van LEEUWENHOEK (1632. – 1723.)	„otac mikroskopa” – usavršio mikroskop i dobio povećanje ~270×; prvi promatrao živi jednostanični organizam (mikroorganizme iz usne šupljine, spermije, krvne stanice...)
Carl LINNÉ (1707. – 1778.)	binarna nomenklatura, osnivač taksonomije ili sistematike
Matthias SCHLEIDEN (botaničar) i Theodor SCHWANN (zoolog) (18. st.)	stanična teorija – sva su živa bića građena od stanica
Charles DARWIN (1809. – 1882.)	teorija evolucije: razvijeniji organizmi razvili su se iz jednostavnijih
Louis PASTEUR (1822. – 1895.)	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 (1822. – 1884.)	osnivač znanstvene genetike; postavio zakone nasljeđivanja
Ernest HAECKEL (19. st.)	utemeljio ekologiju
Robert KOCH (1843. – 1910.)	otkrio uzročnika tuberkuloze i kolere, usavršio hranjive podloge za uzgoj bakterija i tehnike mikroskopiranja bakterija
Alexander FLEMING (1881. – 1955.)	otkrio prvi antibiotik (penicilin)
Dragutin GORJANOVIĆ KRAMBERGER (1856. – 1927.)	otkrio ostatke neandertalaca (krapinskoga pračovjeka) na Hušnjakovu brdu pored Krapine
A. OPARIN (1938.)	ruski biokemičar; 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 (1953.)	pokusom dokazao da su male organske molekule mogle nastati abiotički
J. WATSON i F. CRICK (1953.)	otkrili strukturu i načelo replikacije DNA

Thomas Hunt MORGAN (20. st.)	radio istraživanja na vinskim mušicama; povezao genetiku i citologiju i razvio kromosomsku teoriju nasljeđivanja (= morganizam)
Milislav DEMEREC (20. st.)	doprinio masovnoj proizvodnji antibiotika (penicilin), primijenio genetičke metode u tehnologiji (uzgoj korisnih mikroorganizama)

7.4. Oznake i kratice u genetici

U rješavanju zadataka iz genetike pristupnici trebaju rabiti navedene oznake.

7.4.1. Oznake za alele

A (veliko tiskano slovo) – alel za dominantno svojstvo
a (malo tiskano slovo) – alel za recesivno svojstvo
 a_1 , a_2 (A_1 , A_2) (mala ili velika tiskana slova s brojem u indeksu) – aleli za kodominantno svojstvo

7.4.2. Oznake za garniture kromosoma

n – haploidni ili polovični broj kromosoma
2n – diploidni ili dvostruki broj kromosoma
3n – triploidni broj kromosoma
4n – tetraploidni broj kromosoma
5n – pentaploidni broj kromosoma
 $2n + 1$ – trisomija (npr., Downov sindrom)
 $2n - 1$ – monosomija (npr., Turnerov sindrom)

7.4.3. Nasljeđivanje boje tijela u vinske mušice

U vinske se mušice dominantna i recesivna svojstva obilježavaju malim slovima, tj. početnim slovom engleskoga naziva mutantnoga fenotipa. Dominantne osobine divljega tipa obilježavaju se malim slovom s indeksom + (npr., sivo-smeđa boja tijela – e^+).

Recesivne osobine mutanata obilježavaju 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 duža od tijela

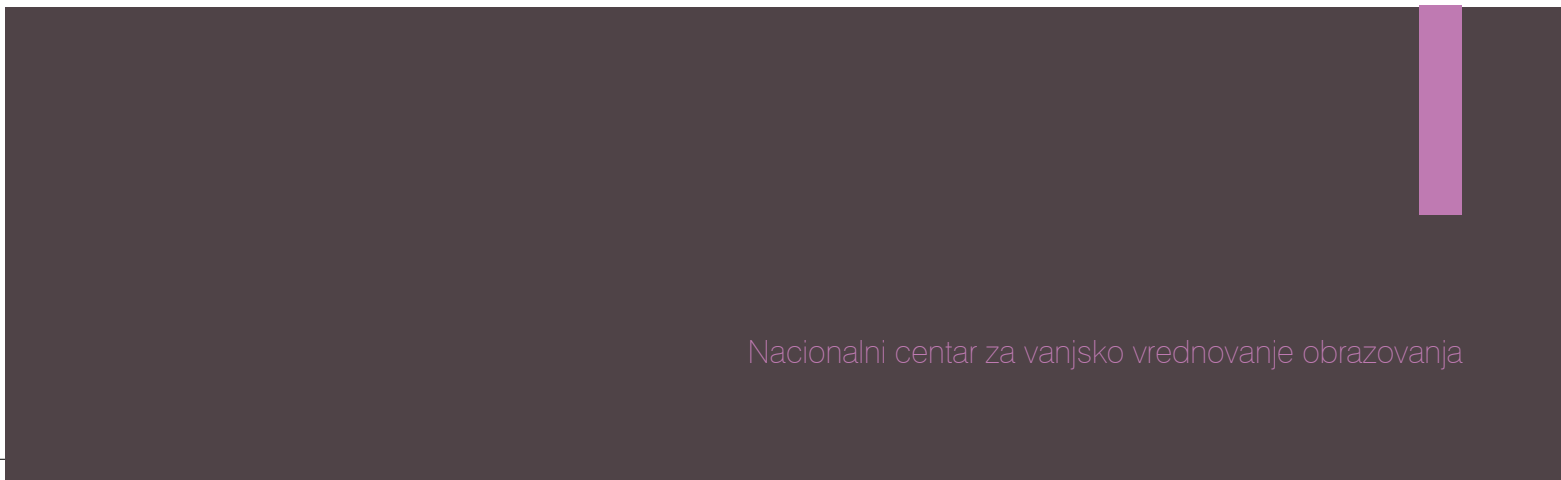
vg – (vestigal wings) zakržljala krila

cu – zakrivljena krila, mutant

cu^+ – divlji tip, ravna krila

7.4.4. 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 – ženski spolni par kromosoma (homogametan) XY – muški spolni par kromosoma (heterogametan)
Daltonizam	X^d – alel za daltonizam; X^D – zdravi alel
Hemofilija	X^h – alel za hemofiliju; X^H – zdravi alel
Srpasta anemija	$Hb^S Hb^S$ – genotip oboljele osobe; $Hb^A Hb^A$ – genotip zdrave osobe
Krvne grupe i	$I^A I^A$ 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 – faktor	$Rh^+ Rh^+$ – Rh pozitivna osoba $Rh^+ Rh^-$ – Rh pozitivna osoba $Rh^- Rh^-$ – Rh negativna osoba
Ptice Spolni kromosom Z u ptica je analogan X kromosomu u ljudi, a W je analogan Y kromosomu.	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 crvenoga perja $Z^R Z^R$ – mužjak bijeloga perja



Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja

