

Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi

BIOLOGIJA

Navadna arnika (*Arnica montana* L.)



Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi

BIOLOGIJA

Saša Kregar

Simona Slavič Kumer

mag. Minka Vičar

Mojca Šegel

Karolina Kumprej Pečečnik

Laura Javoršek

dr. Helena Črne Hladnik

dr. Jurij Dolenšek

dr. Andraž Stožer

Petra Vrh Vrezec

dr. Barbara Vilhar

dr. Al Vrezec

dr. Maša Skelin Klemen

Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi

Biologija

Uredili:	Saša Kregar, Simona Slavič Kumer
Avtorji:	Saša Kregar, Simona Slavič Kumer, mag. Minka Vičar, Mojca Šegel, Karolina Kumprej Pečečnik, Laura Javoršek, dr. Helena Črne Hladnik, dr. Jurij Dolenšek, dr. Andraž Stožer, Petra Vrh Vrezec, dr. Barbara Vilhar, dr. Al Vrezec, dr. Maša Skelin Klemen
Strokovni pregled:	dr. Gregor Belušič, Darinka Gilčvert Berdnik
Jezikovni pregled:	Tatjana Ličen
Izdal in založil:	Zavod RS za šolstvo
Predstavnik:	mag. Gregor Mohorčič
Urednici zbirke:	dr. Amalija Žakelj, mag. Marjeta Borstner
Tehnična urednica:	Alenka Štrukelj
Oblikovanje:	Irena Hlede
Postavitev:	Present d.o.o.

Objava na spletnem naslovu:

[http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi_biologija.pdf](http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Posodobitve_pouka_v_osnovnošolski_praksi_biologija.pdf)

Druga izdaja

Ljubljana, 2013

Zbirka Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi je nastala v okviru projekta Posodobitev kurikularnega procesa na osnovnih šolah in gimnazijah v sklopu Posodobitev pouka na osnovnih šolah in gimnazijah.

Izid publikacije sta sofinancirala Evropski socialni sklad Evropske unije in Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.



Zavod Republike Slovenije za šolstvo


 REPUBLIKA SLOVENIJA
 MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
 ZNANOST IN ŠPORT

 Naložba v vašo prihodnost
 OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
 Evropski socialni sklad

© Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2013

Vse pravice pridržane. Brez založnikovega pisnega dovoljenja gradiva ni dovoljeno reproducirati, kopirati ali drugače razširjati. Ta prepoved se nanaša tako na mehanske (fotokopiranje) kot na elektronske (snemanje in prepisovanje na karšenkoli pomnilniški medij) oblike reprodukcije, razen delov, kjer je to posebej označeno.

 CIP - Kataložni zapis o publikaciji
 Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

 37.091.3:57(082)(0.034.2)
 373.3.016:57(082)(0.034.2)

POSODOBITVE pouka v osnovnošolski praksi. Biologija [Elektronski vir] / [avtorji] Saša Kregar ... [et al.] ; [uredili Saša Kregar, Simona Slavič Kumer]. - 2. izd. - El. knjiga. - Ljubljana : Zavod RS za šolstvo, 2013

 Način dostopa (URL): [http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Posodobitve pouka v osnovnošolskipraksi_biologija.pdf](http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Posodobitve_pouka_v_osnovnošolskipraksi_biologija.pdf)

 ISBN 978-961-03-0179-0 (pdf)
 1. Kregar, Saša
 268455424

KAZALO

UVOD (<i>Saša Kregar, Simona Slavič Kumer</i>)	5
1 NOVOSTI V POSODOBLJENEM UČNEM NAČRTU	7
1.1 Posodobitev učnega načrta za biologijo (<i>Minka Vičar</i>)	9
2 PRIMERI VPELJEVANJA NOVOSTI V PRAKSI	19
2.1 Celica in dedovanje	21
2.1.1 Celica in mikroskopiranje (<i>Mojca Šegel</i>)	21
2.1.2 Prehajanje snovi skozi celično membrano (<i>Karolina Kumprej Pečečnik</i>)	38
2.1.3 Izolacija in zgradba DNA (<i>Saša Kregar, Simona Slavič Kumer</i>)	43
2.1.4 Raznolikost temelji na spremembah (<i>Laura Javoršek</i>)	58
2.1.5 Dedovanje (<i>Helena Črne Hladnik</i>)	74
2.2 Zgradba in delovanje človeka	91
2.2.1 Mehanizem pljučnega dihanja (<i>Jurij Dolenšek, Andraž Stožer</i>)	91
2.2.2 Merjenje pljučnih volumnov (<i>Jurij Dolenšek, Andraž Stožer</i>)	97
2.2.3 Sladkor v krvi in sladkorna bolezen (<i>Maša Skelin Klemen</i>)	103
2.3 Evolucija	119
2.3.1 Kako deluje naravni izbor? (<i>Barbara Vilhar, Saša Kregar, Simona Slavič Kumer</i>)	119
2.4 Biotska pestrost; Vpliv človeka na naravo in okolje	140
2.4.1 Biotska pestrost na krmilnici (<i>Al Vrezec in Petra Vrh Vrezec</i>)	140
2.4.2 Ocenjevanje velikosti populacije mokarjev (<i>Al Vrezec in Petra Vrh Vrezec</i>)	149
2.4.3 Medvrstni odnosi in izbor semen med semenoredimi vrstami ptic (<i>Al Vrezec in Petra Vrh Vrezec</i>)	155
2.4.4 Samopreskrba slovenske družbe in njen globalni vpliv na ekosisteme na Zemlji (<i>Al Vrezec in Petra Vrh Vrezec</i>)	164
2.4.5 Fenološka opazovanja v šolski praksi (<i>Helena Črne Hladnik</i>)	170

Uvod

Saša Kregar, Simona Slavič Kumer, Zavod RS za šolstvo

Ta priročnik je namenjen učiteljicam in učiteljem biologije za načrtovanje in izvajanje pouka biologije po posodobljenem učnem načrtu v osnovni šoli.

Pri ustvarjanju priročnika smo članice in člani predmetne razvojne skupine za biologijo, mentorski in sodelujoči učitelji in učiteljice, predavatelji na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani in predavatelji na Medicinski fakulteti Univerze v Mariboru izhajali iz posodobljenega učnega načrta za biologijo, v katerem je navedeno: »Namen pouka biologije je doseči pri učencih celostno razumevanje osnovnih principov delovanja živega, poznavanje zgradbe, delovanja in razvoja živih sistemov na različnih ravneh, vključno s človekom kot sestavnim delom biosfere, ter vpogled v učinek njegovih dejavnosti na žive sisteme in okolje. Zagotoviti mora tudi osnove za razumevanje možnosti oziroma potenciala biologije, da prispeva k večanju dobroti človeštva in ohranjanju narave oziroma pogojem za preživetje in nadaljnji razvoj. Pouk naj pri učencih razvija analitični in racionalni način razmišljanja, vzbuja interes za naravoslovje in odgovorno ravnanje v naravi in ohranjanje biodiverzitete.« (Učni načrt. Program osnovna šola: Biologija (2011).)

Uvajanje posodobljenega učnega načrta bi moralo učitelje in učiteljice podpirati tako z izobraževanji kot tudi z gradivi, s primeri dobrih praks, ki so učiteljem v pomoč pri načrtovanju in izvedbi pouka in drugih dejavnosti, kot so na primer naravoslovni dnevi, biološki tabori, raziskovalne ter projektne naloge ipd.

Prav zato smo v okviru projekta Posodobitev kurikularnega procesa na osnovnih šolah in gimnazijah načrtovali, pripravili in izdali ta priročnik za biologijo.

Nastali prispevki, primeri dejavnosti, ki ji najdete v priročniku, so rezultat sodelovanja z mentorskimi in sodelujočimi učiteljicami ter s člani in članicami predmetne razvojne skupine za biologijo. Avtorji prispevkov so tudi predavatelji na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani in učiteljica biologije v gimnaziji, ki s svojimi primeri izvedb ponujajo nove ideje in pristope za izvajanja praktičnega dela. Vsak prispevek vsebuje osnovne podatke o avtorju, povzetek in kratka vsebinska izhodišča in opis poteka dejavnosti. Posamezni primeri imajo dodano refleksijo, vprašanja za preverjanje znanja in priloge, to so delovni listi, opazovalni listi, sezname in predlogi za delo.

Gradiva smo uredili glede na vsebinska področja, vključena v učni načrt. Konceptualni pristop poučevanja bioloških vsebin, ki ga uvaja posodobljeni učni načrt, poudarja pomen obravnave zgradbe in delovanja živih sistemov v luči evolucije kot osrednjega biološkega koncepta. S prispevkom, povezanim s vsebinskim sklopom Evolucija, bodo učenke in učenci z uporabo preprostega modela spoznali naravni izbor v teku in se preko opravljene dejavnosti seznanili z osnovnimi mehanizmi evolucije. V okviru vsebinskega sklopa Biotska pestrost in Vpliv človeka na naravo in okolje je nastalo nekaj primerov, ki omogočajo učiteljem in učiteljicam izvajanje terenskega dela v neposreden bivanjskem okolju. Prispevki omogočajo učiteljem in učiteljicam, da učenkam in učencem z načrtovanim opazovanjem procesov v naravi približajo metode, ki se uporabljajo v ekologiji in ob katerih se učenke in učenci seznanijo z osnovnimi ekološkimi koncepti. Učenke in učenci spoznajo pomen biotske pestrosti, vlogo človeka pri spreminjanju ekosistemov in kritično razmišljajo o posledicah globalnega izkoriščanja ekosiste-

mov. Prispevki, vezani na sklop Celica in dedovanje, obsegajo štiri primere. Pri mikroskopiranju celic je pomembno, da učenke in učenci spoznajo razlike in podobnosti med prokariotskimi (bakterijskimi) in evkariotskimi (gljivnimi, rastlinskimi in živalskimi) celicami. Zgradbo celice v drugem primeru povežemo z zgradbo DNA ter nadgradimo s primeri, povezanimi s poznavanjem mitoze, mejoze in osnov dedovanja pri človeku. V okviru vsebinskega sklopa Zgradba in delovanje človeka so predstavljeni primeri, povezani z obravnavo homeostaze sladkorja v krvi in modeli dihal. S temi učenke in učenci spoznajo potek in pomen dihalnih gibov med vdihom in izdihom zraka in izmerijo prostornino predihanega zraka med dihanjem. Z uporabo poenostavljenih modelov lahko učenkam in učencem približamo razumevanje povezanosti zgradbe in delovanja bioloških sistemov, prispevki opozarjajo tudi na omejitve uporabljenih modelov.

V predstavljenih primerih gre tako za nadgradnjo obstoječih, že znanih dejavnosti, ki se izvajajo pri pouku biologije v osnovni šoli, in za primere, ki so v šolski praksi manj znani oz. novost. Prispevki pomenijo začetek uvajanja celostnega pristopa v pouk biologije, ne gre za »recepte«, kako omogočiti učencem zgrajevanje bioloških konceptov, ampak za predstavitev nekaj mogočih poti in idej.

Zahvaljujemo se avtoricam in avtorjem prispevkov, recenzentkam in recenzentom in vsem drugim, ki so pomagali pri nastajanju predstavljenih primerov izvedbe dejavnosti.

Novosti v
posodobljenem
učnem načrtu



1.1 Posodobitev učnega načrta za biologijo

Mag. Minka Vičar, Zavod RS za šolstvo

1.1.1 Uvod

Biologija je veda o življenju, ki obravnava evolucijo in delovanje raznolikih živih sistemov, njihovo povezanost v spletu biotskih procesov od molekularne ravni do biosfere. Biološko izobraževanje v družbeni sklad znanja prispeva znanstveno utemeljeno znanje o evoluciji, soodvisnosti zgradbe in delovanja dinamičnih živih sistemov, njihovih interakcijah, človekovi vpetosti v biosfero in odvisnosti od njenega spleta biotskih procesov. To sistemsko znanje je podlaga za razvijanje kompleksnega mišljenja, zmožnosti povezovanja biotskih zakonitosti in mehanizmov med različnimi ravni organizacije živih sistemov ter podlaga za oblikovanje pogleda na realni svet, suvereno odločanje, svobodno izbiro in odgovorno ravnanje.

Biološko izobraževanje vključuje tudi biološko terensko in eksperimentalno delo, kjer učenke in učenci spoznavajo in uporabijo osnovne metode proučevanja žive narave in pri tem upoštevajo odgovorno etično ravnanje z živimi sistemi, varnost pri delu ter razvijajo različne zmožnosti, povezane z znanstveno metodo dela, obdelavo, utemeljevanjem in odgovorno interpretacijo rezultatov.

Hiter razvoj in aplikacije posamičnih bioloških znanj v različnih gospodarskih panogah (farmacija, zdravstvo, kmetijstvo, prehranska industrija ...) je lahko tudi vir tveganja in nevarnosti zlorab (rabe biologizmov in psevdoznanosti, zlorab biometričnih podatkov, manipulacij, kršitev pravic ...) in uničevanja življenjskih razmer za človeško vrsto (uničevanje biodiverzitete, ekosistemov in s tem prekinjanje spleta biotskih procesov). Zato so zavedanje o kompleksnosti delovanja živih sistemov in njihove soodvisnosti ter prepoznavanje in razumevanje sistemskih posledic poseganja vanje pomembni tudi za razvijanje globalnih ciljev izobraževanja, kot je na primer reševanje problemov dolgoročnega načrtovanja zadovoljevanja osnovnih potreb človeštva ob ohranjanju živih sistemov in s tem kompleksnega spleta biotskih procesov, ki sooblikujejo življenjske razmere na Zemlji. Postopno razvijanje celostnega razumevanja osnovnih mehanizmov razvoja in delovanja živih sistemov, vključno s človekom kot neločljivim delom biosfere, je nujno tudi za prepoznavanje bistvenih problemov, odgovorno ravnanje za ohranjanje zdravja in ustreznih življenjskih razmer ter kritično presojo in samostojno odločanje na osebni in družbeni ravni. Tako splošno znanje biologije je med drugim tudi osnova za nadaljnje izobraževanje, razvijanje vrednot in aktivno državljanstvo.

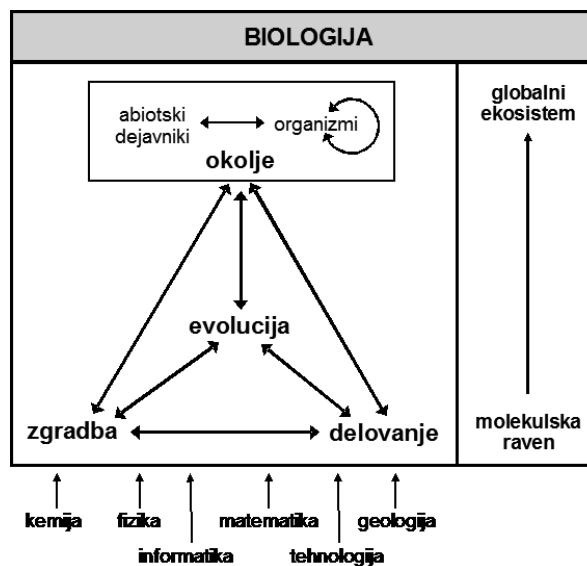
1.1.2 Posodabljanje učnega načrta za biologijo

Biologija je mlada veda in v nasprotju npr. s fiziko in kemijo svoj razcvet doživlja šele v zadnjih desetletjih. Ta daje osnove za dograjevanje in posodabljanje temeljne strukture predmeta.

Predmetna komisija za spremljanje in posodabljanje učnih načrtov za biologijo ter pozneje Predmetna razvojna skupina za biologijo (PRS) je pri posodabljanju učnega načrta za biologijo izhajala iz razvoja biologije in družbenih potreb po znanju biologije, analiz stanja biološkega izobraževanja (domačih in nekaterih mednarodnih), skupnih izhodišč posodabljanja učnih načrtov v osnovni šoli in koncepta sodobnega biološkega izobraževanja.

Koncept sodobnega biološkega izobraževanja je nastajal od leta 2006 do leta 2007, ko je bil po javnih obravnavah in dopolnitvah sprejet s konsenzom biološke strokovne javnosti v preduniverzitetnem in univerzitetnem biološkem izobraževanju.

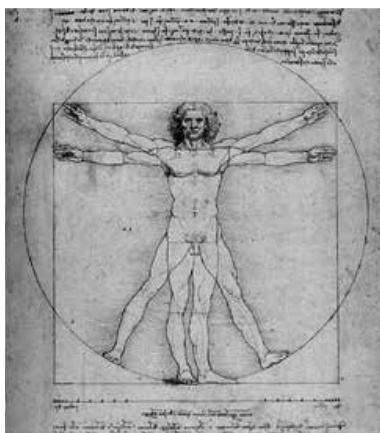
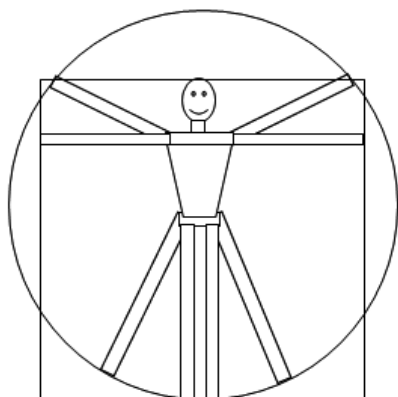
Temelji na postopnem razvijanju sistemskega oz. celostnega razumevanja temeljnih bioloških konceptov in povezav med njimi (glej spodnjo shemo Prikaz celostnega pristopa k poučevanju biologije).



Slika 1: Prikaz celostnega pristopa k poučevanju biologije (Učni načrt. Program osnovna šola: Biologija, 2011: 32).

V posodobljenem učnem načrtu za biologijo smo z uvedbo poudarka na celostni obravnavi stalno spreminjajočih se živih sistemov naredili premik od naštevanja in fenomenološkega opisovanja »v času zamrznjenih« zbirov struktur (ki jih lahko npr. opazujemo pod mikroskopom, na skicah, fotografijah, modelih in podobno) na razumevanje osnovnih principov in mehanizmov uravnavanja biotskih procesov. Znanje o delovanju celice smo povezali z razumevanjem delovanja življenjskih procesov na ravni mnogoceličnih organizmov ter spletov biotskih procesov v ekosistemih in celotni biosferi. Sodelovanje na vsaki višji kompleksnejši integracijski ravni (od celic, organizmov in ekosistemov do biosfere kot najkompleksnejšega živega sistema) skozi evolucijo vodi v razvoj novih lastnosti in večanje kompleksnosti na višjih hierarhičnih ravneh organizacije živih sistemov. Zato je za razumevanje kompleksnejših višjih ravni organizacije potrebno najprej postopno razvijanje osnovnega celostnega razumevanja manj kompleksnih, nižjih ravni. To omogoča, da v luči evolucije nadgrajujemo obravnavo medsebojnega prepletanja biotskih procesov med vsemi ravnmi ter razvijamo razumevanje povezanosti med zgradbo, delovanjem in okoljem na vsaki od ravni organizacije živih sistemov.

Učiteljice in učitelji biologije skozi izobraževalno vertikalo na posameznih stopnjah izobraževanja postopno obravnavo ustrezno poenostavljajo in prilagajajo predznanju, razvojni stopnji ter zmožnostim učenk in učencev. Pri tem je kot rdeča nit ves čas v ospredju celostna predstava o živi naravi (velika slika, ki na nižjih stopnjah še ni podrobna) in hierarhičnih ravneh organizacije živih sistemov, ki se na višjih stopnjah dopolnjuje in postaja bolj kompleksna.



Slika 2: Postopno razvijanje celostnega razumevanja (Zupančič, Gregor, 2009)

Prispodoba postopnega razvijanja razumevanja organizma kot živega sistema. Podoba o živih sistemih na višjih stopnjah izobraževanja z nadgrajevanjem in poglobljanjem znanja postaja kompleksnejša, popolnejša in jasnejša.

Lastnosti in delovanja živih sistemov ne moremo razložiti le s seštevkom lastnosti nižjih ravni njihove organizacije (celice in njenega delovanja ne moremo razumeti, če jo obravnavamo kot zbirko informacij o celičnih strukturah, ali npr. na podlagi seznamov posameznih vrst rastlin, živali, gliv, bakterij razumeti biotskih mehanizmov delovanja ekosistema ali vloge biodiverzitete).

Zato smo glede na koncept sodobnega biološkega izobraževanja v posodobljenem učnem načrtu uvedli pomik na dinamično funkcionalno obravnavo živih sistemov v luči evolucije, kar jo odmika od neustreznega statičnega tehnicističnega pristopa.

Uspešnost udejanjanja v praksi bo odvisna od tega, koliko bo v obstoječih razmerah tudi preverjanje znanja, kot neločljivi del izobraževalnega procesa, sledilo opisani konceptualni posodobitvi biološkega izobraževanja, razvijanju kakovostnega temeljnega znanja biologije in odprtega systemskega mišljenja.

Na možnosti razvijanja in posodabljanja predmeta poleg razvoja biološke discipline, didaktike in drugih vidikov vplivata tudi njegov položaj in obseg v predmetniku javne osnovne šole.

Ključna ovira za razvoj in posodabljanje biološkega izobraževanja v naši javni osnovni šoli je nastala ob uveljavitvi predmetnika v reformi (1998) s podaljšanjem ob prehodu iz osemletnega na devetletno osnovnošolsko izobraževanje. Takrat je bil drastično spremenjen njen status (predmeta biologija ni več v šestem oz. sedmem razredu javne osnovne šole), njen obseg pa je skrčen na le še 52 ur v osmem razredu in 64 ur v devetem razredu. Namesto da bi se glede na hiter razvoj biologije in nujnost odzivanja na naraščajoče družbene potrebe po biološkem znanju ter podaljšanje izobraževanja ob uvedbi devetletnega osnovnošolskega izobraževanja ustrezno okrepil njen obseg, kot se je pri večini predmetov (kot npr. pri geografiji, zgodovini ...), sta redukcija statusa in drastično zmanjšanje obsega porušila njeno integriteto in nedopustno zmanjšala pravico dostopa do ustreznega biološkega izobraževanja v naših javnih osnovnih šolah.

Ohranjanje tega stanja onemogoča ustrezno povrnitev ob reformi v letu 1998 izločenih nekaterih temeljnih bioloških vsebin (evolucija, genetika, biologija celice), posodabljanje in realizacijo učnega načrta glede na razvoj bioznanosti in uporabo izsledkov na vseh področjih

našega življenja, učiteljice in učitelje biologije pa postavlja v zelo težak položaj. Celostnega znanja o kompleksni živi naravi v tako zreduciranem predmetu ni mogoče ustrezno zajeti, niti ni mogoče sodobno obravnavati vseh ravni organizacije živih sistemov. Obravnava minimalno zastopanih osnovnih bioloških konceptov in z njimi povezanih mehanizmov je mogoča le na informativni ravni, saj v danem obsegu biologije ni možnosti za ustrezno zastopnost vseh ravni organizacije živih sistemov, vključevanje in razvijanje kompleksnejših znanj na višjih ravneh zahtevnosti, ravno tako ne za ustrezno izvajanje in posodabljanje biološkega eksperimentalnega in terenskega dela ter drugih pristopov. Poleg tega predmetna skupina nima pristojnosti posodabljanja vertikalne bioloških vsebin (kot jo imajo na primer jeziki, matematika ...), ki se izvajajo okviru drugih predmetov na razredni stopnji izobraževanja, kar je dodatna ovira za postopno razvijanje biološkega znanja in posodabljanje glede na koncept sodobnega biološkega izobraževanja. Tako zaradi redukcije predmeta učenke in učenci končajo devetletno osnovno šolo s pomanjkljivim znanjem o sebi in svojem položaju v živi naravi. Predmetna skupina za biologijo ter učiteljice in učitelji biologije ves čas neuspešno opozarjamo na nedopustno nazadovanje znanja biologije, ki se postopno širi tudi na višje stopnje izobraževanja. Pomanjkanje nujnega splošnega znanja biologije pogosto lahko zasledimo tudi v strokovno nekorektnem poročanju številnih medijev o pomembnih bioloških temah, ki vplivajo tako na naše osebne kot družbene odločitve.

Biologija se zelo hitro razvija in biološka spoznanja prehajajo v rabo na vseh področjih našega življenja. So temelj za reševanje problemov zadovoljevanja osnovnih potreb človeštva in načrtovanja trajnostne rabe naravnih virov ob ohranjanju življenjskih razmer, ki so neposredno odvisne od stanja in delovanja biosfere. Žal pri nas ta razvoj v zadnjih dvajsetih letih lahko le opazujemo, usposabljammo učiteljice in učitelje ter opozarjamo, da prihodnje generacije ne bodo pripravljene na izzive prihodnosti in vključevanje v ta razvoj.

Dokler položaj in obseg predmeta ne bosta ustrezno urejena ali ne bo vsaj povrnjena pravica dostopa do ustreznega biološkega izobraževanja, kot je bila pred reformo ob uvedbi devetletnega osnovnošolskega izobraževanja, žal na izvedbeni ravni v osnovni šoli ne bo mogoča povrnitev integritete predmeta, ravno tako ne večanje kakovosti biološkega znanja, odzivanje na razvoj in ustrezno uveljavljaje sodobnega koncepta biološkega izobraževanja. V skromnem obsegu predmeta (le 52 ur v osmem in 64 ur v devetem razredu) in s tem povezanimi možnostmi torej lahko ponudimo le pomanjkljivo informativno podobo o živi naravi oziroma biosferi kot najbolj kompleksno organizirani nenehno spreminjajoči se celoti na Zemlji, od katere smo popolnoma odvisni.

Znanje sodobne biologije je osnova za osebno in družbeno odločanje

Tako kot uporaba poenostavljenih tehničnih rešitev, brez poznavanja in upoštevanja konteksta ekosistemov in drugih ravni organizacije žive narave, v katere človek posega ob umeščanju industrijske proizvodnje, lahko tudi uporaba posameznih, iz konteksta iztrganih, bioloških spoznanj v drugih strokah, ob neupoštevanju biotskih procesov in mehanizmov vodi do negativnih posledic za naše zdravje in življenjske razmere.

Razvrednotenje položaja in zmanjšanje obsega predmeta poglobljata nazadovanje v znanju biologije, ki poleg nazadovanja nadaljnega izobraževanja povečuje tudi prepad med razvojem bioznanosti in zmožnostmi javnosti za vključevanje v ta razvoj ter suvereno sodelovanje v javnih razpravah in odgovorno odločanje o varni rabi posameznih spoznanj v novih kontekstih ter spremljanju učinkov in nadzoru rabe (na primer v kmetijstvu, prehrani, zdravstvu, kozme-

tiki, biotehnologiji in drugih področjih). S tem se zmanjšuje tudi usposobljenost za svobodno izbiro, za utemeljevanje in kritično presojo o mogočih sistemskih posledicah neposrednih in posrednih posegov v zapletene žive sisteme (tudi v človeški organizem) ali za prepoznavanje psevdoznanosti, rabe biologizmov na drugih strokovnih področjih, prikritih zlorab in manipulacij, na primer v zvezi z rabo biometričnih podatkov in ponudbo izdelkov ter storitev (npr. v oglaševanju, zavarovalnih družbah, farmacevtskih družbah in podobno), ki lahko negativno vplivajo na zdravje in kršijo človekove pravice (npr. evgenika).

Mlajše generacije, ki v ustreznem obdobju obveznega javnega šolanja niso in ne bodo pridobile tudi sodobnega splošnega biološkega znanja in oblikovale znanstvenega pogleda na živi svet, bodo imele le malo možnosti, da bi zamujeno nadomestile z morebitnim poznejšim nadomestnim izobraževanjem.

Človek je neločljivi del biosfere, od katere je odvisen, zato mora poleg sebe dobro razumeti njeno delovanje

Za prepoznavanje bistvenih vprašanj sodobne družbe ter za preprečevanje neustreznega delovanja in zlorab je nujno dovolj zgodaj pridobljeno splošno znanje sodobne biologije. To je pomembno tudi za razvijanje analitičnega systemskega mišljenja in preseganje poenostavljenih zmotnih prepričanj in domišljanja o samozadostnosti napredka tehnologije, ki naj bi spremenila svet, omogočila obvladovanje narave in podrejanje človeka. Človekovo obvladovanje narave ni smiselno in ni potrebno, saj se soodvisni živi sistemi na vseh ravneh organizacije sami uravnavajo, vzdržujejo, obnavljajo, razmnožujejo, razvijajo, pretvarjajo energijo, izmenjujejo snovi ter se z evolucijo v spreminjajočih se življenjskih prostorih nenehno spreminjajo. Z interakcijami so povezani v kompleksen splet biotskih procesov, kjer vršijo pretok energije in kroženje snovi med biosfero, atmosfero, geosfero in hidrosfero. Človeška vrsta je le ena od milijonov vrst živih bitij in je tako kot vse druge funkcionalni delček tega spleta, ki vsem soblikuje življenjske razmere in omogoča zadovoljevanje življenjskih potreb. Zato bi namesto obvladovanja morali živo naravo oziroma biosfero čim bolje razumeti, da bi lahko ustrezno izkoriščali dobrine in funkcije njenega spleta biotskih procesov tako, da si ne bi slabšali življenjskih razmer. V nasprotju z drugimi bi človeška vrsta z učenjem, razvojem jezika, s prenašanjem znanja na nove generacije in predvidevanjem lahko uspešneje zadovoljevala svoje osnovne življenjske potrebe, le če bi se razvoj izboljševal tako, da bi si prizadevala iskati rešitve, ki bodo pri zadovoljevanju osnovnih potreb človeštva upoštevale pravico do ustreznih življenjskih razmer, pravico dostopa do produktov in funkcij spleta biotskih procesov v biosferi (zdrava hrana, voda, zrak ...), posegi pa bi morali biti v mejah zmogljivosti živih sistemov na vseh ravneh, vse do upoštevanja omejitev delovanja biosfere kot najkompleksnejše nenehno spreminjajoče se celote.

Če se ne bo z znanjem presegla napačna miselnost o nesmiselnem nadvladovanju narave, bo še vedno naraščalo trženje poenostavljenih, neučinkovitih tehničnih posegov v kompleksne, nenehno spreminjajoče se žive sisteme, z obljubami lajšanja negativnih posledic, ki jih povzročajo obstoječi proizvodni odnosi, ki jih določajo trenutni nosilci finančne moči. Z zdaj prevladujočimi proizvodnimi odnosi povezano zadovoljevanje potreb, ki prekinja vedno več kompleksnih povezav v spletu biotskih procesov ekosistemov in celotne biosfere, se slabšajo življenjske razmere človeštva. V evoluciji razvijajočih se kompleksnih spletov biotskih procesov na vseh ravneh organizacije žive narave se ne da nadomeščati s tehniko.

Na osnovi razumevanja delovanja in razvoja raznolikih živih sistemov je treba zgodaj začeti postopno razvijati zavedanje, da je človeška vrsta neločljivi del izjemne vrstne raznolikosti bi-

osfere (njene biodiverzitete), od delovanja katere je popolnoma odvisna. Večja biodiverzitetata omogoča več medsebojnih povezav v spletu biotskih procesov, zato so biosfera in vanjo povezani ekosistemi odpornejši proti nenadnim spremembam posameznih dejavnikov, od katerih so odvisne naše življenjske razmere. Zato ohranjanje biodiverzitete zagotavlja človeštvu večje možnosti preživetja.

Pri iskanju ustreznih dolgoročnih rešitev za nastale težave v zvezi s slabšanjem naših življenjskih razmer mora biti poleg smiselnega odgovornega razvoja tehnike (ki nam ob čim manj negativnih vplivih na biosfero, v ustreznih mejah trajnostne porabe energije in surovin lahko lajša življenje) vključeno tudi celostno znanje o delovanju in evoluciji kompleksnih živih sistemov. Kot pravi akademik profesor Jože Trontelj (2011: 16–17) je pomembno najprej pravilno razumevanje sveta, ki ga človek potrebuje za pogled na samega sebe in na vse, kar ga obdaja. Pri tem je pomembno, da podoba o svetu ni grobo pomanjkljiva ali celo popačena. Za to pa potrebujemo temeljito znanje, umeščeno v sistem vrednot, kar zagotavlja dobra splošna izobrazba. Teh pomembnih osnov splošne izobrazbe ne moremo prelagati na morebitno poznejše nadomestno vseživljenjsko učenje. Od tega je odvisna usoda prihodnjih rodov.

Sodobna biologija kot integrativna veda v obravnavo življenja vključuje naravoslovne discipline in matematiko in se vedno bolj stika ter prepleta z družboslovnimi vedami. Splošno znanje sodobne biologije je osnova za nujne hitre odzive družboslovnih ved na razvoj ter prednosti in zadržke, ki jih odpirajo nova biološka spoznanja, npr. s področja genetike (meje poseganja v zasebnost, kršitev pravic, možnosti prikritih zlorab, diskriminacije, manipulacije za prikrita ideološke namene ...). Malo znano je (Klemenčič, 2007: 171) npr. dejstvo, da je učinkovitost holokavsta nacistični Nemčiji omogočil prav centralni register prebivalstva, ki je vključeval tudi podatke o etnični pripadnosti in je bil računalniško voden (uporabljen je bil eden prvih računalnikov podjetja IBM s podatki na luknjastih karticah). Kot je zapisal Jože Vogrinc (2011: 57): *»Od biološko neizobraženega človeka družboslovci ne moremo pričakovati, da se bo znal odločiti, katere so prioritete družbenega razvoja. Za biološko izobraženega človeka pa tudi bolj abstraktne matematične in naravoslovne discipline ne bodo zanimive le po naključju ali po nagnjenju, ampak zato, ker biologija ne more brez njih.«*

Strah pred razvojem drugih disciplin, ki so ga izrazili nekatere predstavnice in predstavniki s področja specialnih didaktik ostalih naravoslovnih disciplin v Skupnih sklepih Posveta o pouku fizike, kemije in matematike leta 2010 (Zbirka Znanje kot vrednota: Izobraževanje za 21. stoletje 2, SAZU 2011: 18–19): *»Naravoslovni predmeti in matematika ponujajo osnovna znanja, ki jih mora imeti vsak izobraženec. Ti predmeti sodijo v nujno splošno izobrazbo. Njihov razvoj, vpeljava novih vsebin in znanstvenih spoznanj mora potekati postopoma in med predmeti enakovredno. Podpora razvoju le enega predmeta bi pomenila škodo za celotno naravoslovno matematično izobraževanje«,* je odveč. Zaskrbljenost, da bi se ene discipline razvijale v škodo drugih, je odveč. Razcvet ene discipline z novimi znanji prinaša možnosti drugim in sproža odzive na uporabo spoznanj. Intenziven razvoj matematike, fizike, kemije in tehnologije je na primer omogočil razcvet ved o življenju (bioloških znanosti), ki smo mu priča šele v zadnjih desetletjih. Razvoj disciplin poteka z različno dinamiko in ga ne bi bilo smiselno ustavljati, ravno tako ne posodabljanja predmetov glede na ta razvoj in odzivanje izobraževalnega sistema na s tem povezane družbene potrebe. Z ustavljanjem tega razvoja bi povzročali nazadovanje, novim generacijam pa zapirali dostop do sodobnih znanstveno utemeljenih disciplinarnih znanj ter s tem zmanjševali njihovo usposobljenost za samostojno sodelovanje v razvoju in reševanju zapletenih problemov zadovoljevanja človekovih osnovnih življenjskih potreb, povezanih s pravico do ustreznih življenjskih razmer (zdravega življenjske-

ga okolja, hrane, vode in drugih za preživetje nujnih funkcij in dobrin biosfere), s katerimi se bodo soočale na osebni in družbeni ravni.

Upamo, da bomo v javni osnovni šoli po dveh desetletjih nazadovanja v znanju biologije čim prej imeli možnost predmetu povrniti integriteto, ko bosta njegov položaj in obseg ustrezno urejena ali vsaj povrnjena. Tako bi z vključitvijo postopne celostne obravnave vseh organizacijskih ravni žive narave lahko ustavili nedopustno nazadovanje znanja, vzpostavili vsebinsko integriteto in ustrezno uveljavili koncept sodobnega biološkega izobraževanja. Za zgodnejše postopno razvijanje celostnega razumevanja žive narave bi bilo v prihodnje koristno, če bi predmetna skupina lahko posodobila celotno vsebinsko vertikalno s posodobitvijo posameznih bioloških vsebin v sklopu predmetov na razredni stopnji naše javne osnovne šole.

Zagotovo poleg poznavanja delovanja družbenih mehanizmov in sistemov ter drugih disciplin mora splošna izobrazba vsakega državljanca vedno bolj vključevati tudi biološko znanje. Kot pravi akademik prof. dr. Jože Trontelj (Trontelj, 2008: 10): »*Pri vsakem človeku, pa naj odloča le zase ali za svoje podjetje, za državo ali skupnost držav in narodov, bo ključno razumevanje tega, o čemer se odloča. Ko gre za vprašanja preživetja civilizacije ali celo človeka kot vrste, pa je čisto prvi pogoj vsaj osnovno, a dovolj zanesljivo biološko in širše naravoslovno znanje.*«

Literatura in viri

- 1 Barle, A. (2011). *Pravica do javne rabe uma. V: Povezanost procesov, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana, 6. in 7. oktober 2011. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 133–137. Dostopno na: http://www.zrss.si/dokumenti/zajavnost/ZbornikBioznanostindruzbaPovezanost_procesov.PDF (11. 3. 2013).*
- 2 Čepič, M. (ur.) (2011). *Posvet o poučevanju fizike, kemije in matematike. Zbornik prispevkov Posveta o poučevanju fizike, kemije in matematike, Ljubljana: SAZU, 22. september 2010. Ljubljana: SAZU. Dostopno na: <http://vpo.sazu.si/simages/420-140-0.pdf> (18. 3. 2013).*
- 3 Derek, B. (2009). *Biološka izobrazba za 21. stoletje: izobraževanje nove generacije za družbo prihodnosti. V: Biodiverziteteta – raznolikost živih sistemov, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana: 1. in 2. oktober 2009. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 118–123). Dostopno na naslovu: http://www.zrss.si/bzid/biodiverziteteta/pdf/Zbornik_BZID_Biodiverziteteta_2009_splet.pdf (12. 3. 2013).*
- 4 *Izhodišča posodabljanja učnih načrtov v osnovni šoli 2006–2008 (2008). Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.*
- 5 Jerman, I. (2009). *Razvoj biološke misli. V: Biodiverziteteta – raznolikost živih sistemov, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana: 1. in 2. oktober 2009. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 10–109. Dostopno na naslovu: http://www.zrss.si/bzid/biodiverziteteta/pdf/Zbornik_BZID_Biodiverziteteta_2009_splet.pdf (12. 3. 2013).*
- 6 Klemenčič, G. (2007). *Genetika, zasebnost in diskriminacija – raba in zloraba informacij. V: GENI-alna prihodnost – genetika, determinizem in svoboda. Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana: 4. in 5. oktober 2007. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo in Ministrstvo za šolstvo in šport, str. 164–174.*

- 7 Kranjc, A. (ur.) (2011). *Posvet o poučevanju naravoslovja*, Ljubljana: SAZU, 16. december 2009. Ljubljana: SAZU. Dostopno na: <http://vpo.sazu.si/simages/420-139-0.pdf> (13. 3. 2013).
- 8 Moore, A. (2007). *Biološko izobraževanje v hitro spreminjajočem se znanstvenem in socialno-ekonomskem kontekstu*. V: *GENI-alna prihodnost – genetika, determinizem in svoboda*. Zbornik prispevkov mednarodnega posveta *Biološka znanost in družba*, Ljubljana: 4. in 5. oktober 2007. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo in Ministrstvo za šolstvo in šport, str. 224–228.
- 9 Harman, O. (2007). *Shakespeare se je motil: zakaj sta biologija in kultura bolj intimni kot smo mislili*. *GENI-alna prihodnost – genetika, determinizem in svoboda*. Zbornik prispevkov mednarodnega posveta *Biološka znanost in družba*, Ljubljana: 4. in 5. oktober 2007. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo in Ministrstvo za šolstvo in šport, str. 128–131.
- 10 Podobnik, A. (2011). *Pogled učitelja praktika na stanje v šoli: Biološko znanje za 21. st.* V: Kranjc, A. (ur.), *Posvet o poučevanju naravoslovja*, SAZU, 16. decembra 2009. Ljubljana: SAZU, str. 58–60. Dostopno na: <http://vpo.sazu.si/simages/420-139-0.pdf> (13. 3. 2013).
- 11 Trontelj, J. (2007). *Bioetika, raziskovanje na človeku in nevarnost zlorabe*. V: *GENI-alna prihodnost – genetika, determinizem in svoboda*. Zbornik prispevkov mednarodnega posveta *Biološka znanost in družba*, Ljubljana: 4. in 5. oktober 2007. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo in Ministrstvo za šolstvo in šport, str. 190–199.
- 12 Trontelj, J. (2008). *O rastočem pomenu biološkega znanja*. V: *Ekosistemi – povezanost živih sistemov*, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta *Biološka znanost in družba*, Ljubljana, 2. in 3. oktober 2008. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 9–11.
- 13 Trontelj, J. (2010). *O dvojni rabi biologije in medicine: žlahtnenje človeka*. V: *Organizmi kot živi sistemi*, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta *Biološka znanost in družba*, Ljubljana, 21. in 22. oktober 2010. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 87–89.
- 14 Trontelj, J. (2011). *O znanju in vrednotah*. V: Kranjc, A. (ur.), *Posvet o poučevanju naravoslovja*, SAZU, 16. decembra 2009. Ljubljana: SAZU, str. 13–17. Dostopno na: <http://vpo.sazu.si/simages/420-139-0.pdf> (14. 3. 2013).
- 15 Trontelj, J. (2011). *Znanje kot družbena vrednota. Pogled iz medicine*. V: *Povezanost procesov*, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta *Biološka znanost in družba*, Ljubljana, 6. in 7. oktober 2011. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 128–132. Dostopno na naslovu: http://www.zrss.si/dokumenti/zajavnost/ZbornikBioznanostindruzbaPovezanost_procesov.PDF (11. 3. 2013).
- 16 Verčkovnik, T. et al. (2000). *Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Biologija*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 17 Verčkovnik, T. (2000). *Biologija v prenovljeni osnovni šoli*. *Acta biologica slovenica*, vol. 43, št. 3, str. 21–32.
- 18 Vičar, M. (2012). *Biologija na OE Ljubljana Zavoda RS za šolstvo*. V: *Zavod Republike Slovenije za šolstvo v spominih sodelavcev s Parmove, Privoza in Poljanske: zbornik ob XXVII. strokovnem srečanju delavcev ZRSS v Ljubljani*, str. 276–282. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, Jutro.
- 19 Vilhar, B., Zupančič, G., Vičar, M., Sojar, A., Devetak, B., Gilčvert Berdnik, D. (2011). *Učni načrt. Program osnovna šola. Biologija*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. Dostopno na: <http://www.mizks.gov.si/fileadmin/>

- mizks.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_Biologija.pdf* (15. 1. 2013).
- 20 Vilhar, B. (2009). *Evolucija kot osrednji koncept pri pouku biologije*. V: *Biodiverziteteta – raznolikost živih sistemov*, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana: 1. in 2. oktober 2009. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 129-134. Dostopno na: http://www.zrss.si/bzid/biodiverziteteta/pdf/Zbornik_BZID_Biodiverziteteta_2009_splet.pdf (12. 3. 2013).
 - 21 Vilhar, B. (2011). *Biološko znanje za 21. stoletje*. V: *Kranjc, A. (ur.). Posvet o poučevanju naravoslovja*, SAZU, 16. decembra 2009. Ljubljana: SAZU, str. 40-57. Dostopno na: <http://vpo.sazu.si/simages/420-139-0.pdf> (13. 3. 2013).
 - 22 Vilhar, B. (2007). *Pomen biološkega znanja za splošno izobrazbo*. V: *GENI-alna prihodnost – genetika, determinizem in svoboda*, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana: 4. in 5. oktober 2007. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo in Ministrstvo za šolstvo in šport, str. 229-238.
 - 23 Vogrinc, J. (2009). *Razvoj kulture v naravoslovju in družboslovju – je to eno in isto in kaj, če ni?* V: *Biodiverziteteta – raznolikost živih sistemov*, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana: 1. in 2. oktober 2009. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 110-116. Dostopno na: http://www.zrss.si/bzid/biodiverziteteta/pdf/Zbornik_BZID_Biodiverziteteta_2009_splet.pdf (12. 3. 2013).
 - 24 Vogrinc, J. (2011). *Ali družboslovec potrebuje kakovostno naravoslovno izobrazbo?* V: *Kranjc, A. (ur.). Posvet o poučevanju naravoslovja*, SAZU, 16. december 2009. Ljubljana: SAZU, str. 52-57. Dostopno na: <http://vpo.sazu.si/simages/420-139-0.pdf> (13. 3. 2013).
 - 25 Vogrinc, J. (2011). *Sprejemanje novih znanj o realnem svetu in spreminjanje razmišljanja v kulturnem kontekstu*. V: *Povezanost procesov*, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana, 6. in 7. oktober 2011. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 121-127. Dostopno na: http://www.zrss.si/dokumenti/zajavnost/ZbornikBioznanostindruzbaPovezanost_procesov.PDF (11. 3. 2013).
 - 26 Zupančič, G., Vilhar, B., Vičar, M., Devetak, B., Podobnik, A., Gilčvert Berdnik, D., Ambrožič Avguštin, J., Vrezec, A. (2009). *Vizija razvoja predmeta biologija*. *Inter-no gradivo Predmetne razvojne skupine za biologijo*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
 - 27 Žakelj, A. (2011). *Posodabljanje učnih načrtov kot stalna praksa sodobnih šolskih sistemov*. V: *Povezanost procesov*, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana, 6. in 7. oktober 2011. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 152-156. Dostopno na: http://www.zrss.si/dokumenti/zajavnost/ZbornikBioznanostindruzbaPovezanost_procesov.PDF (11. 3. 2013).
 - 28 Žumer, C. (2010). *Delovanje predmetne skupine za biologijo*. V: *Tudi mi smo bili tukaj*, Drobir spominov ljubljanskih pedagoških svetovalcev, Ljubljana: Jutro: Društvo upokojenih pedagoških delavcev.

Primeri vpeljevanja novosti v praksi



2.1 Celica in dedovanje

2.1.1 Celica in mikroskopiranje

Mojca Šegel, Osnovna šola Vitanje

Povzetek

Učenci skozi raziskovalno eksperimentalni pristop primerjajo in razlikujejo celice bakterij, rastlin, gliv in živali. S kratkimi filmi in mikroskopiranjem bakterijske, glivne, rastlinske in živalske celice primerjajo celice po velikosti, zgradbi in obliki. Urijo se v tehniki mikroskopiranja in skiciranju bioloških skic.

Trajanje (izvedbe)

1 ura – priprava na mikroskopiranje

2 uri – mikroskopiranje

1 ura – oblikovanje matrik in preverjanje

Povezava z biološkimi koncepti in cilji

Koncepti in cilji: C – celica (C1, 1-5)

B – raziskovanje in poskusi (B1, 4-5)

Standard: A1 in C1

Potrebno predznanje

- *naravoslovje 6 in 7: Živa narava: Zgradba in delovanje celice. Predznanje lahko preverimo ob slikovnem materialu vseh tipov celic ali ob učnem listu, s katerim preverimo tehniko mikroskopiranja.*

Pred usvajanjem je z učenci treba ponoviti:

- tehniko mikroskopiranja,
- pripravo mokrih preparatov,
- računanje povečave mikroskopa in
- pravila oblikovanja biološke risbe,
- zgradbo rastlinske in živalske celice.

Medpredmetne povezave

- *matematika: računanje povečave.*

- *likovna vzgoja*: likovno področje: risanje čistih linij, sklenjene črte, pika ...
likovno področje: plastično oblikovanje: izdelava prečnega prereza modela celice (fimo masa, das masa, glina ...).

Uvodna vsebinska izhodišča

Izbira vzorčnih celic za opazovanje

Bakterijske celice

S svetlobnim mikroskopom bakterijske celice težko opazujemo. Pri povečavi 400 x so vidne le drobne pikice. O celični strukturi zato lahko le ugibamo. Opazovanje pa je vseeno zanimivo, saj učenci dobijo občutek za velikost oz. majhnost prokariotske celice.

Če se odločimo opazovati bakterije, moramo predtem pripraviti bakterijske kulture. Najprej pripravimo gojišče:

- 250 ml vrele vode,
- jušno kocko,
- 15 g agarja,
- 15 g želatine.

Hranilna raztopina

Mešanica naj vre 30 minut. Nato jo nalijemo v sterilizirane steklene petrijevke, počakamo, da se vsebina strdi, in gojišče je pripravljeno. Vsebina zadostuje za pripravo 12 gojišč.

Na gojišče nacepimo bakterije iz jogurta ali kislega mleka tako, da pomočimo vatirano palčko v vzorec, nato pa nekajkrat podrgnemo po gojišču. Čez nekaj dni (najmanj 48 ur) se bodo na gojišču razvile kolonije mlečnokislinskih bakterij. Nato s stekleno palčko prenesemo bakterije v kapljico vode na predmetnem stekelcu in pripravimo moker preparat. Opazujemo pri povečavi 400 x. Pri majhni povečavi lahko opazujemo cele kolonije tako, da petrijevko neposredno prenesemo na mikroskopsko mizico ali pa izrežemo del agarja s kolonijo in nanesimo na predmetno stekelce. Kolonije ne pokrivamo s krovnim stekelcem, ker se bodo deformirale.

Vsi jogurti niso primerni, ker jih zaradi podaljšanja roka uporabe sterilizirajo. Po končanem delu je treba gojišča sterilizirati. Ker na šoli nimamo sterilizatorja, gojišča pripravim v steklenih petrijevkah, ki jih po uporabi 15 minut segrevam v pečici pri 120°C in šele nato očistim.

Pri opazovanju bakterijske celice uporabim kratki film, v katerem učenci primerjajo velikost bakterijske celice in celice človeške kože na konkretnem mikroskopskem preparatu (glej: Live bacteria, YouTube. Dostopno na: <http://www.youtube.com/watch?v=hCOjeNUyQ9s>).

Glivne celice

Glivne celice najlažje opazujemo na preparatu suhega kvasa. Suhi kvas pomešamo v vodi in naredimo moker preparat. Pri 400-kratni povečavi bodo vidne le majne kroglice, v katerih ne bomo mogli opazovati celičnih organelov. Vseeno pa je zanimivo opazovati kvasovke, če jim med opazovanjem dodamo glukozno raztopino. S kapalko na eno stran krovnega stekla nane-

semo nekaj kapljic glukoze raztopine, s papirnato servieto na drugi strani krovnega stekla pa potegnemo raztopino skozi preparat. Opazili bomo hitro delitev celic. Pri dodajanju sladkorne raztopine je bolje, da kvasovke niso pokrite s krovnim stekelcem, saj nam lahko nastajajoči ogljikov dioksid popolnoma zamegli pogled na celice. Ker so učenci na tej stopnji še nevešči teh tehnik, jim pokažem film, v katerem lahko opazujejo hitro delitev gliv kvasovk v realni hitrosti. (glej: Yeast growth, YouTube. Dostopno na: <http://www.youtube.com/watch?v=hJyFGYPyHbY&feature=related>).

Lahko pa mikroskopiranje izvedemo sami in projiciramo sliko iz mikroskopa preko kamere na tablo.

Rastlinske celice

Za opazovanje rastlinske celice najpogosteje izberemo luskolist čebule. Te celice so lepo vidne že pri 40-kratni in 100-kratni povečavi. Pri rdeči čebuli so lepo vidne vakuole, ki poleg vode vsebujejo antociane (rdeča barvila). Za opazovanje pa so zanimive tudi celice spodnje povrhnjice ciklame. Čeprav so manjše, so zanimivih oblik (kot puzzle). Pri spodnji povrhnjici so dobro vidne listne reže s kloroplasti in celice povrhnjice, ki imajo prav tako dobro vidne vakuole obarvane z antociani. Povrhnjico odstranimo tako, da list zlomimo, nato pa potegnemo proti žili. Vijolično obarvana povrhnjica se lahko loči od listne sredice. Če opazujemo celice rumene čebule, pokažem film z rdečo čebulo, v katerem lahko vidijo tudi plazmolizo. (glej: Onion Cells Plasmolysis, YouTube. Dostopno na: <http://www.youtube.com/watch?v=gWkcFU-hHUK>).

Živalske celice

Za opazovanje živalskih celic največkrat uporabimo trajne preparate. Lahko pa pripravimo tudi mokri preparat celic ustne sluznice. Opazujemo jih pri povečavi 100 x in 400 x. Z vatirano palčko večkrat podrgnemo po notranji strani ustne votline in pripravimo moker mikroskopski preparat. Za boljšo vidljivost jeder lahko preparat obarvamo z metilenskim modrilom. Obarvan preparat z metilenskim modrilom pokažem na sliki, obarvanega s karminom pa v kratkem filmu. (glej: Slide 01 – Cheek – Simple Squamous, YouTube. Dostopno na: http://www.youtube.com/watch?v=dtOUZreo_Qg).

Priprava mokrega preparata

Na objektno-predmetno stekelce kanemo s kapalko eno kapljico vode. Vanjo položimo predmet, ki bi ga radi mikroskopirali. Nato ga prekrijemo s krovnim stekelcem. To naredimo tako, da krovno stekelce držimo tik ob kapljici, nagnjeno za 45° in ga počasi spustimo.

Za opazovanje vodnih planktonskih organizmov lahko uporabimo predmetna stekelca z vdolbino ali prstanom.

Barvanje mikroskopskih preparatov

Včasih pri opazovanju z mikroskopom težko ločimo celične organele. Če želimo, da organeli postanejo vidni, uporabimo tehniko barvanja mikroskopskih preparatov.

Uporabimo lahko metilensko modrilo, jodovico, eozin in nevtralno rdeče.

- Metilensko modrilo se v celici veže močnejše na kisle snovi. Celico obarva svetlo modro, jedra pa temno modro, tako da lepo izstopijo iz citoplazme.
- Jodovica se veže na škrob, zato močnejše obarva zrnca rezervnega škroba – amiloplaste v rastlinski celici. Škrobna zrna obarva vijolično. Uporabimo pa jo lahko tudi za barvanje glikogena v živalski celici. Ta se obarva rdeče.
- Eozin se v celici močnejše veže na bazične snovi. Celico obarva rožnato, vendar citoplazmo močnejše od jedra.
- Nevtralnno rdeče obarva citoplazmo, ne pa tudi celične stene.

Sama uporabljam metilensko modrilo, ker lepo obarva jedra v celicah ustne sluznice, za opazovanje vakuol pa izbiram luskolist rdeče čebule ali povrhnjico ciklame.

Že pripravljene mokre preparate barvamo tako, da na eno stran krovnega stekelca kanemo kapljico ali dve barvila. Na drugo stran pa primaknemo papirnato servieto, ki potegne barvilo skozi preparat.

Mikroskopska skica

Pred risanjem skice narišemo krog (npr. $r = 5\text{cm}$), ki nam ponazarja vidno polje. Rišemo z ošiljenim mehkim svinčnikom na brezčrtni in brezbarvni list. Napišemo naslov, datum opazovanja in povečavo. Skica naj bo zaradi nazornosti velika od 10 do 15 cm. Ne sme biti šrafirana, senčena ali kaj podobnega. Mora biti preprosta in enostavna, črte morajo biti sklenjene. Narišana je realno – le to, kar vidimo. Označimo in poimenujemo vse vidne strukture. Ne rišemo zračnih mehurčkov. Pazimo na pravilno razmerje med dolžino in širino.

Predstavitev izvedbe

Proces priprave na izvedbo

Dan pred izvedbo pripravimo:

- suhi kvas,
- rdečo čebulo ali
- liste ciklame, ki jih namočimo v vodo, da ostanejo sveži do opazovanja. Iz ovnelih listov težko odstranimo povrhnjico.

Pred izvedbo ure pripravimo:

za eno skupino:

- mikroskop (po potrebi očistimo leče),
- pribor za mikroskopiranje (predmetna stekla, krovna stekla, skalpel, preparirno iglo),
- vatirane palčke,
- kapalke,
- stekleno palčko,
- 2 čaši z vodo,

- čaša z alkoholom,
- razkužilo za umivanje rok.

za razred:

- kolonije bakterij za pripravo mikroskopskega preparata,
- rdečo čebulo ali liste ciklame,
- vrečko suhega kvasa,
- LCD-projektor ali interaktivno tablo,
- računalnik in kamero (če jo imamo).

Izvedba izbranih pristopov

Mikroskopiranje izvedemo v dveh urah, najbolje je v blokuri, da ne izgubljammo časa s pripravo mikroskopov. Uporabimo delovni list (priloga 1) ali pa jih vodimo s predstavitvijo v Power Pointu in sproti zapisujejo v zvezek.

Optimalno število učencev na mikroskop je tri, več učencev zelo upočasni delo.

Najučinkoviteje je, da učence med mikroskopiranjem vodimo s predstavitvijo v Power Pointu (filmi, navedeni kot vir), še bolje je, da učitelj mikroskopira s svojim mikroskopom in preko kamere projicira mikroskopsko sliko na tablo. Velikokrat se zgodi, da v svetu majhnega učenci izgubijo predstavo o tem, kaj sploh gledajo in na kaj naj bodo pozorni. Učence zelo motivirajo kratki filmi na Youtubeu. Z njimi odpravljamo tudi napačne predstave, ki jih imajo učenci o velikosti celic, o njihovi povezanosti v tkivu, o statičnosti celic ...

Poudariti je treba, da vseh struktur in organelov s svetlobnim mikroskopom ne moremo videti, kar pa ne pomeni, da jih celica ne vsebuje. Za nazorno ponazoritev celice in dogajanja v njej učencem pokažem film, na osnovi katerega se seznanijo s polnostjo vsebine celice in stalnim dogajanjem – dinamiko v njej (glej: Inner Life of a Cell – Full Version (8 min.), YouTube, dostopno na: http://www.youtube.com/watch?v=B_zD3NxSsD8 in Inner Life of a Cell – Short Version (3,13 min.), YouTube, dostopno na: <http://www.youtube.com/watch?v=wJyUtbn005Y>).

Po končanem mikroskopiranju razdelimo delovni list (priloga 2), s katerimi učenci oblikujejo matriko znanja. Delovni list je lahko tudi domača naloga, ki jo preverimo naslednjo uro.

Navedba pričakovanih rezultatov dejavnosti

Po opravljenih urah bodo učenci znali samostojno pripraviti mikroskopski preparat in ločiti med različnimi tipi celic. Na skici bodo prepoznali razlike med tipi celic. Pridobili bodo občutek za razvrščanje po velikosti.

Gradiva za učence/učenke

Priloga 1: Preverjanje predznanja

Priloga 2: Delovni list Spoznajmo celice pod mikroskopom

Priloga 3: Kaj smo ponovili in se na novo naučili

Naloge za preverjanje predznanja in naloge za preverjanje aktualne vsebine

Refleksija

Učenci

Učence sem anketirala. Nekaj njihovih vtisov sem zabeležila:

- Delo z mikroskopom je zelo zanimivo in zabavno.
- Nisem vedel, da so bakterije tako majhne.
- Mislila sem, da so celice ustne sluznice večje od celic čebulnega luskolista.
- Če delamo sami, si veliko več zapomnimo.
- V skupini smo dobro sodelovali. Sodelovali so tudi tisti, ki navadno pri pouku ne.
- Želim si več takšnih ur.

Samorefleksija

- Učenci so usvojili vse načrtovane cilje.
- Če bi bili zastavljeni cilji obravnavani frontalno, bi bila kakovost znanja nižja. Učenci na preverjanju dosegajo neprimerno višje uspehe, če se učijo izkustveno in celostno.
- Največ težav smo imeli z risanjem biološke skice. Učenci pri risanju niso bili natančni, risali so abstraktno in nerealno, zato so ves čas potrebovali moj nadzor in dodatna navodila.
- V naslednjem letu bom obravnavano snov nadgradila z medpredmetnim poučevanjem. S profesorico likovne vzgoje sva se že dogovorili, da bodo pri obravnavi plastičnega obdelovanja izdelali modele različnih tipov celic.
- Pri odločitvi, ali za zapisovanje uporabimo delovni list ali zvezek, še vedno ostaja dilema. Razlika med njima je v tem, da delovni list na delovni mizi zavzame manj prostora, je brezčrten, njegovi slabosti pa sta, da se večkrat »izgubi«, ker ga učenci ne prilepijo v zvezek, in dodatna poraba papirja.

Literatura in viri

- 1 Graebner, K. E. (1974). *Mikroskopiranje*. Ljubljana: DZS.
- 2 Kordiš, T. (1996). *Živim z naravo 2*. Ljubljana: Modrijan.
- 3 Lunder, U. (2012). *Dotik življenja 8*. Ljubljana: RokusKlett.
- 4 Oxlade, C. in Stockley, C. (1990). *Pogled skozi mikroskop*. Ljubljana: DZS.
- 5 Pevec, S. (2003). *Laboratorijsko delo, 2. izdaja*. Ljubljana: DZS.
- 6 Pevec, S. (2003). *Navodila za laboratorijsko delo, 2. izdaja*. Ljubljana: DZS.
- 7 Potočnik Vičar, H. in Dermastia, M. (2005). *Od molekule do celice*. Ljubljana: RokusKlett.
- 8 Skvarč, M., Glažar, A. S., Marhl, M., Skribe Dimec, D., Zupan, A., Cvahte, M., Gričnik, K., Volčini, D., Sabolič, G., Šorgo, A., Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik, D., Vičar, M. (2009). *Učni načrt. Naravoslovje. Osnovna šola*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.

- 9 Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik, D., Vičar, M., Zupan, A., Sobočan, V. (2009). Učni načrt. Program osnovna šola. Biologija. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.

Priloge



Priloga 1: Preverjanje predznanja

Priloga 2: Delovni list Spoznajmo celice pod mikroskopom

Priloga 3: Kaj smo ponovili in se na novo naučili



Priloga 1

Preverjanje predznanja

PREVERJANJE MIKROSKOPIRANJA

1. Sara je mikroskopirala spodnji časopisni papir.

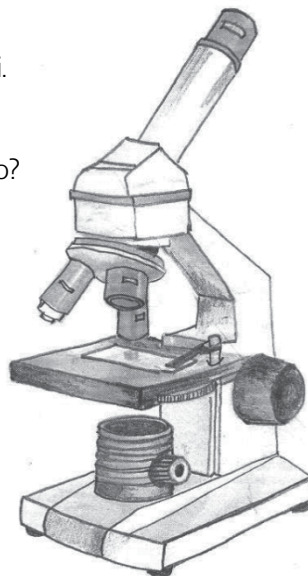


Slika 1: Naslovnica revije za najmlajše (primer)

- Katere črke je izbrala, da je pri povečavi 4 x 10 v vidnem polju lahko videla celo črko? Obkroži jih na časopisu in pojasni odgovor.
 - Nariši črko F tako, kot jo vidimo pod mikroskopom, če jo vstavimo na predmetno steklo tako, kot jo beremo?
 - Kaj lahko iz slike črke F, ki jo vidimo pod mikroskopom sklepamo o tem, kakšno sliko nam daje mikroskop?
2. V čem se razlikujejo: mokri preparat, suhi preparat in trajni preparat?
3. Uredi korake, ki opisujejo tehniko mikroskopiranja v logično zaporedje.
- _____ Mikroskop nastavim na najmanjšo povečavo.
- _____ Izostrim sliko z makrometrskim vijakom.
- _____ Pripravim mikroskopski preparat.
- _____ Izostrim sliko z mikrometrskim vijakom.
- _____ Mikroskop priključim na vir električnega toka in ga vključimo.
- _____ Skiciram mikroskopsko sliko.
- _____ Preparat opazujem pri 100 x in nato še pri 400 x povečavi.
- _____ Na mizico mikroskopa vpnem preparat.

4. Na skici je monokularni svetlobni mikroskop.

- 4.1 Na sliki mikroskopa označi okular in revolver z objektiv.
- 4.2 Kako vemo, pri kateri povečavi opazujemo preparat?
- 4.3 Kako se spremeni vidno polje, če povečamo povečavo?



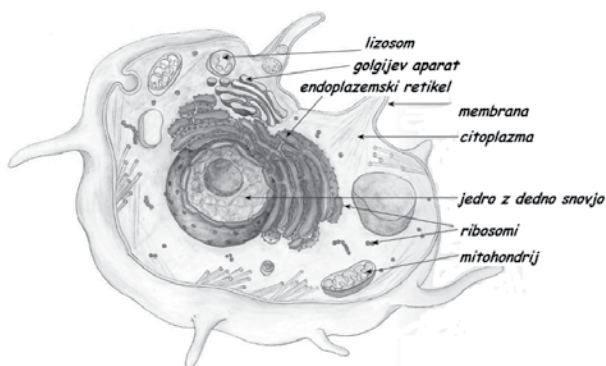
Slika 2: Monokularni svetlobni teleskop
(slika: S. Slavič Kumer)



DOSEŽENE RAVNI ZNANJA

1. raven

1. Na skici je celica.



Slika 3: Celica (Vir: Lunder 2012: 16)

a) Opredeli celico kot evkarionsko ali prokarionsko. Pojasni svojo odločitev.

b) Vemo, da so celice premajhne, da bi jih lahko opazovali s prostim očesom. Opiši postopek, s katerim bi lahko opazoval celico na sliki.

2. Spoznali smo, da se celice razlikujejo po velikosti, obliki, zgradbi, delovanju ... Razporedi spodnje tipe celic po velikosti.

CELICA ČEBULNEGA LUSKOLISTA	BAKTERIJSKA CELICA
CELICA USTNE SLUZNICE	CELICA GLIVE KVASOVKE

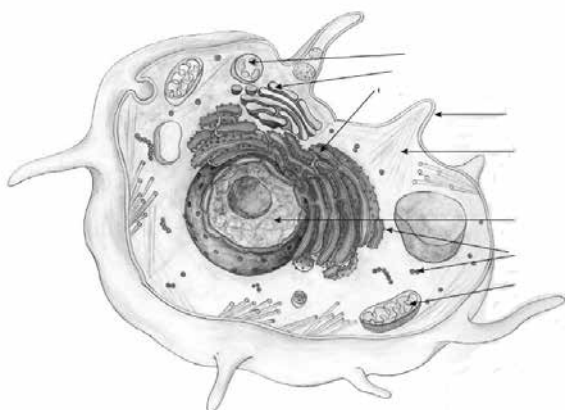


3. Ovrednoti trditve. N je nepravilna, P je pravilna.

TRDITEV	P	N
Z mikroskopom lahko opazujemo predmete, ki jih s prostim očesom ne vidimo.		
Vsa živa bitja so zgrajena iz celic.		
Vsa živa bitja so zgrajena iz ene same celice.		
Živalska celica se od rastlinske loči po tem, da nima kloroplastov, celične stene in velike vakuole.		
Celica gliv ima v citoplazmi kloroplaste.		
Bakterije nimajo jedra, DNA se nahaja v obliki krožnega kromosoma, ki je prosto v citoplazmi.		

2. raven

1. Na skici je evkariontska celica.



Slika 4: Evkariontska celica (Vir: Lunder 2012: 16)

- a) S črkami označi in poimenuj:
- A. organel, v katerem je molekula DNA.
 - B. organel, v katerem poteka fotosinteza.
 - C. organel, v katerem poteka celično dihanje.
 - D. struktura, kjer se sintetizirajo beljakovine.
- b) Vemo, da so celice premajhne, da bi jih lahko opazovali s prostim očesom. Preparat katerega organizma bi morali pripraviti, da bi lahko opazovali celice na sliki? Opiši postopek.

2. Učenci so pri pouku opazovali celice čebulnega luskolista, celice ustne sluznice in celice gliv kvasovk. Zapiši pri kateri povečavi so lahko ločili osnovne celične organele posamezne celice.

	Rastlinska celica	Celica kvasovke	Celica ustne sluznice
Povečava			



3. Ovrednoti trditve. P je pravilna, N je nepravilna. Nepravilne trditve popravi.

TRDITEV	P	N
Pod mikroskopom vidimo dvakrat obrnjeno in 1x povečano sliko.		
Vsa živa bitja gradi več celic.		
Bakterije so evkariontske celice, ker nimajo jedra.		
V živalski celici ni kloroplastov, v rastlinski pa ne mitohondrijev.		
Celice gliv so bolj podobne rastlinski celici kot živalski.		
Značilnost vseh celic so celična membrana, ribosom in DNA.		

3. raven

1. Skiciraj živalsko celico, kot jo lahko vidimo pod mikroskopom, in značilne organele.

1a) Na skici s črkami označi in poimenuj:

- A. organel, v katerem je molekula DNA,
- B. združeno snov, v kateri plavajo celični organeli,
- C. organel, v katerem poteka celično dihanje,
- D. strukturo, kjer se sintetizirajo beljakovine.

2. Mirko je mladi naravoslovec. V šoli so se učili, da so bakterije povsod okoli nas. Želel je preveriti, ali je to res. Z vatirano palčko je podrgnil po okenski polici in vsebino nanesel v kapljico vode na predmetnem stekelcu. Pripravil je moker mikroskopski preparat. Opazoval je pri različnih povečavah. Zapiši in pojasni, ali je lahko potrdil učiteljsko trditev, da so bakterije povsod okoli nas?



3. V spodnjem besedilu je povzetek raziskovalne naloge, ki jo je Gašper prepisal od sošolcev. Ker ni želel, da bi učitelj odkril njegovo zvijačo, je prepisal nekaj od Maje, nekaj od Sare in večji del od Matjaža. Gašper pa ni dobro poslušal navodil učitelja. Učenci so dobili različne naloge. Gašperjeva naloga naj bi se nanašala na raziskovanje rastlinskih celic. Preveri spodnje besedilo in popravi napake.

Rastlinske celice spadajo v skupino prokariontskih celic. Zanje je značilno, da imajo krožni kromosom. Kromosom se prosto giblje v citoplazmi. Rastlinske celice obdaja celična stena iz hitina, ki je surovina za proizvodnjo papirja. Celična membrana je polpropustna in prepušča le velike molekule, kot je glukoza. Le v rastlinski celici najdemo mitohondrije, ki dajejo rastlini značilno zeleno barvo. V kloroplastih poteka celično dihanje. Za rastlinske celice so značilne majhne in številne vakuole. Rastlinska celica ponoči diha, podnevi pa opravlja fotosintezo.

Priloga 2

Delovni list Spoznajmo celice pod mikroskopom



Proučevanja celic si ne moremo predstavljati brez uporabe mikroskopa. Danes imamo priložnost pogledati in primerjati vse celice, o katerih smo se učili pri naravoslovju 6 in 7.

Potrebujemo:

- mikroskop,
- pribor za mikroskopiranje (predmetno stekelce, krovno stekelce, skalpel, preparirno iglo),
- stekleno palčko,
- gojišče bakterij,
- suh kvas,
- rdečo čebulo ali list ciklame,
- vatirano palčko,
- kapalko,
- dve čaši z vodo,
- čašo z alkoholom,
- razkužilo za umivanje rok.

a) OPAZOVANJE BAKTERIJ

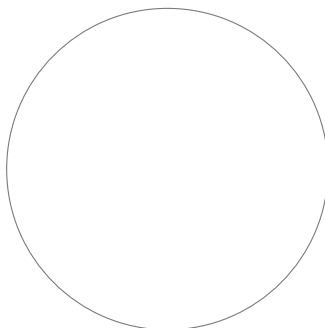
Hipoteza: *Kakšne so bakterije pod mikroskopom? Pri kateri povečavi jih boš lahko opazoval/-a? Katere celične strukture boš lahko videl/-a?*

Potek dela:

- Iz bakterijskega gojišča, ki smo ga pripravili s kislim mlekom, bakterije s stekleno palčko prenesi na kapljico vode na predmetnem steklu.
- Kapljico previdno, pod kotom, pokrij s krovnim stekelcem.
- Pripravljeni preparat opazuj pod mikroskopom pri različnih povečavah in skiciraj pri povečavi, ki daje najbolj podrobno in jasno sliko.
- Po končanem opazovanju zapiši ugotovitve.
- Po uporabi stekleno palčko in predmetno stekelce položi v čašo z alkoholom, petrijevko z bakterijami pa zapri. Roke operi z razkužilom.



Povečava:



Ugotovitve:

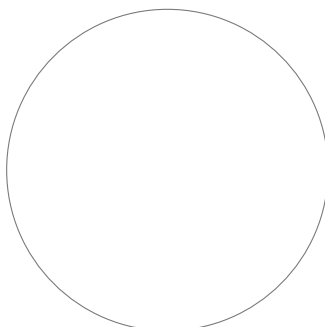
b) OPAZOVANJE CELIC GLIVE KVASOVKE

Hipoteza: *Kakšne so kvasovke pod mikroskopom? Pri kateri povečavi jih boš lahko opazoval/-a? Katere celične strukture boš lahko videl/-a?*

Potek dela:

- Suh kvas zmešaj v čaši z vodo.
- S kapalko iz dna čaše prenesi kapljico na predmetno stekelce.
- Kapljico previdno, pod kotom pokrij s krovnim stekelcem.
- Pripravljeni preparat opazuj pod mikroskopom pri različnih povečavah in skiciraj celice pri povečavi, ki daje najpodrobnejšo in jasno sliko.
- Po končanem opazovanju zapiši ugotovitve.

Povečava:



Ugotovitve:



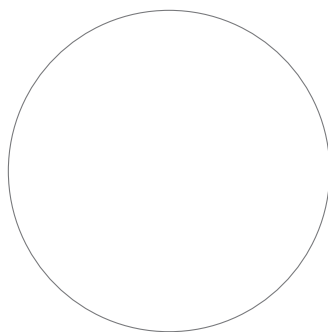
c) OPAZOVANJE RASTLINSKE CELICE

Hipoteza: *Kakšne so celice čebulnega luskolista pod mikroskopom? Pri kateri povečavi jih boš lahko opazoval/-a? Katere celične strukture boš lahko videl/-a?*

Potek dela:

- Iz rdeče čebule odstrani luskolist. Odreži majhen košček in ga s preparirno iglo prenesi v kapljico vode na predmetno stekelce.
- Preparat s preparirno iglo poravnaj.
- Previdno, pod kotom pokrij preparat s krovnim stekelcem.
- Pripravljeni preparat opazuj pod mikroskopom pri različnih povečavah in skiciraj celice pri povečavi, ki daje najbolj podrobno in jasno sliko.
- Po končanem opazovanju zapiši ugotovitve.

Povečava:



Ugotovitve:

d) OPAZOVANJE ŽIVALSKÉ CELICE

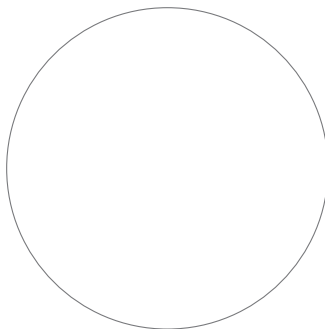
Hipoteza: *Kakšne so celice ustne sluznice pod mikroskopom? Pri kateri povečavi jih boš lahko opazoval/-a? Katere celične strukture boš lahko videl/-a?*

Potek dela:

- Z vatirano palčko prenesi kapljico vode na predmetno stekelce. Nato s palčko nekajkrat močno podrgni po notranji strani ustne sluznice in vsebino prenesi v kapljico vode. Vatirano palčko nato odloži v kozarec z alkoholom.
- Previdno, pod kotom pokrij preparat s krovnim stekelcem.
- Pripravljeni preparat opazuj pod mikroskopom pri različnih povečavah in skiciraj celice pri povečavi, ki daje najpodrobnejšo in jasno sliko.
- Celice nato obarvaj z metilensko modrim barvilom tako, da na eno stran krovnega stekelca naneseš tri kapljice barvila, na drugo stran stekelca pa ob rob nastaviš papirnato servieto. Servieta potegne tekočino izpod stekelca in zato barvilo potuje po preparatu.
- Opazuj še obarvan preparat in primerjaj obarvan in neobarvan preparat.
- Po končanem opazovanju zapiši ugotovitve.



Povečava:



Ugotovitve:

Povzetek:

1. Katere celice, ki smo jih opazovali, so bile najmanjše?
2. Kakšno povečavo smo uporabili za opazovanje in skiciranje:
 - bakterijskih celic?
 - celic kvasovk?
 - celic čebule?
 - celic ustne sluznice?
3. Katere celične organele smo opazili pri rastlinski celici?
4. Ali smo pri opazovanju rastlinske celice v povrhnjici luskolista opazili kloroplaste? Pojasnite odgovor.
5. Katere celične organele smo opazili pri živalski celici?
6. Kakšen vpliv je imelo metilensko modrilo na celice ustne sluznice?
7. Ovrednoti svoje hipoteze z rezultati raziskovanja in zapiši kratko poročilo.

Priloga 3

Kaj smo ponovili in se na novo naučili



1. Primerjaj evkariontsko in prokariontsko celico glede na spodnje kategorije:

	Prokariontska celica	Evkariontska celica
Velikost		
Jedro		
Membranski organeli		
Celična stena		

2. Primerjaj celice:

	Bakterijska celica	Celica glive	Rastlinska celica	Živalska celica
Kemijska sestava celične stene				
Membrana				
Jedro				
Celični organeli kateri?				
Ribosomi				
Fotosinteza				
Dihanje				



2.1.2 Prehajanje snovi skozi celično membrano

Karolina Kumprej Pečečnik,

Osnovna šola Prežihovega Voranca, Ravne na Koroškem

Povzetek

Primer predstavlja dejavnost, s katero učenci spoznajo prepustnost membrane na primeru kokošjega jajca.

Uporabljen pristop je pouk z raziskovanjem.

.....

Trajanje

Celoten eksperiment traja od dva do tri dni. Poskus v prvi šolski uri nastavimo in ga v naslednji uri nadaljujemo, postavimo hipotezo, ki jo potrdimo oz. ovržemo.

Povezava z biološkimi koncepti in cilji iz učnega načrta za biologijo

- C1 – 5, 6
- B1 – 1, 2, 3, 4, 5

Potrebno predznanje

Učenci:

- vedo, da je membrana značilna za prokariotsko in evkariotsko celico,
- vedo, da je celična membrana prepustna za določene snovi,
- vedo, da med celicami in okolico poteka izmenjava snovi,
- poznajo pojme topilo, topljenec, raztopina, difuzija,
- poznajo pravila risanja skic.

Preverjanje predznanja

Prevetrimo možgane: na tabli izdelamo miselni vzorec na temo Polprepustnost. Učenci izmenično navajajo svoje razlage zapisanega pojma.

Motivacija

Pripravim raztopino vode in črnila. Opazujemo difuzijo črnila. V vodenem pogovoru učenci komentirajo dogajanje.

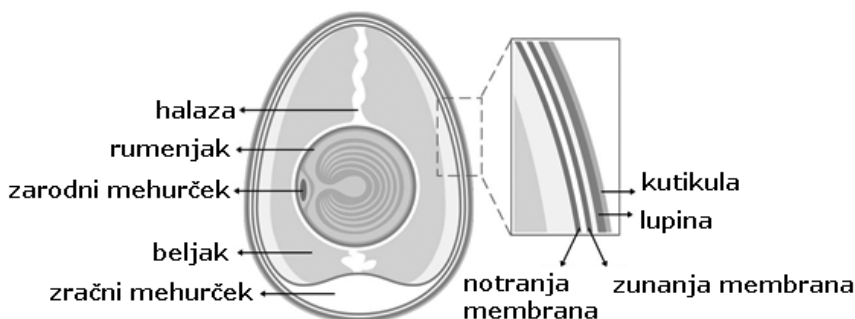


Medpredmetne povezave

- *kemija*: predznanje iz kemije o kemijskih vezeh in raztopinah.
- *zdravstvena vzgoja*: dobra laboratorijska praksa, varnost pri delu.
- *okoljska vzgoja*: ustrezno ravnanje s snovmi in odlaganje odpadkov, ustrezno ravnanje v ekosistemih – težave, povezane s soljenjem cest.
- *matematika*: risanje grafov, obdelava podatkov.
- *gospodinjstvo 6*: konzerviranje živil s soljo, sladkorjem.
- *naravoslovje 6*: poznavanje vloge transportnih sistemov pri rastlinah.
- *naravoslovje 7*: poznavanje razlike med pojmi raztopina, topilo, topljenec in njihova opredelitev na znanih primerih iz narave. Poznavanje zgradbe živalske celice in nalog celičnih organelov.

Uvodna vsebinska izhodišča

Difuzija in osmoza sta primera pasivnega transporta skozi celično membrano. Ta proces lahko nazorno ponazorimo z uporabo modela. Za model uporabimo kokošje jajce, katerega lupina je sestavljena iz zunanega apnenčastega sloja in notranjega sloja, ki je sestavljen iz dveh keratinskih membran. Za opisani poskus kot model uporabimo keratinski membrani, ki imata podobne lastnosti kot celična membrana. Poudarimo, da celična membrana in membrana jajčne lupine nimata enake zgradbe. Pred izvedbo odstranimo apnenčasto lupino in poudarimo, da je naloga apnenčaste lupine preprečevati vdor vode, omogočati izmenjavo dihalnih plinov in vodnih hlapov in da apnenčasta lupina nima lastnosti polprepustne membrane.



Slika 1: Zgradba kokošjega jajca (Dostopno na: <http://curbstonevalley.com/wordpress/wp-content/uploads/2010/09/egg-crosssec.jpg> [12. 2. 2013]).



Predstavitev izvedbe

Pristop: pouk z raziskovanjem

Proces priprave na izvedbo

Predstavitev difuzije

Priprava materiala: 100 ml čaša, 800 ml vode, črnilo, kapalka

Prehajanje snovi skozi celično membrano

Priprava materiala: dve jajci, kis, dve slamici, vosk – sveča, posodi, vžigalnik, oster predmet – konica noža.

Opomba: z uporabo razredčene HCl se raztapljanje apnenčaste lupine pospeši.

Izvedba izbranih pristopov

Predstavitev difuzije: v vodo kanemo 4 kapljice črnila, opazujemo difuzijo.

Prehajanje snovi skozi celično membrano

1. šolska ura

Učencem nastavimo demonstracijski eksperiment.

Zgornji del jajca z ostrim predmetom previdno preluknjamo (premer slamice). V luknjico vstavimo slamico (1 cm) in jo pritrdimo oz. zalijemo s tekočim voskom.

Pol jajca potopimo v kis oz. razredčeno HCl. Če se kis oz. razredčena HCl začne preveč peniti, lahko jajce obrišemo ali splaknemo pod tekočo vodo.

Pozorni moramo biti, da jajce pravočasno vzamemo iz kisa. To storimo takoj, ko je apnenčasta lupina raztopljena. S tem preprečimo, da se nam gladina tekočine v slamici ne začne dvigati pred izvedbo poskusa v razredu.

2. šolska ura

Jajce potopimo v vodo.

Predlog: Za kontrolni poskus lahko uporabimo jajce, ki smo mu tudi odstranili lupino in ga potopimo v 3-odstotni NaCl.

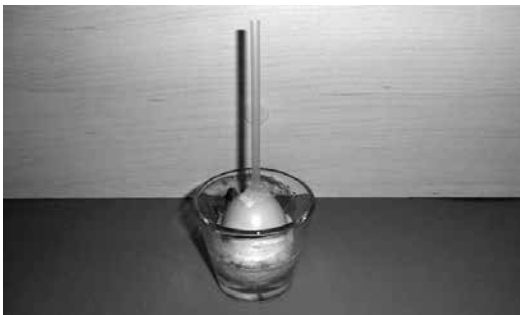
Dejavnost učencev: fotografija poskusa.



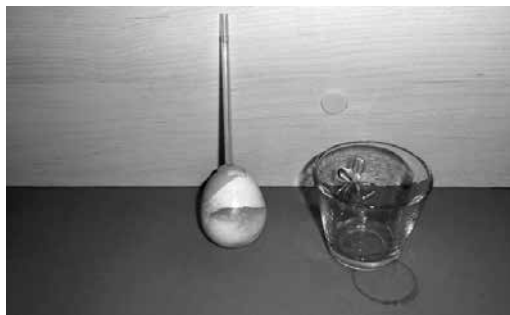
Slika 2



Slika 3



Slika 4



Slika 5

Slike 2-5: Raztapljanje jajčne lupine (foto: K. Kumprej Pečečnik)

Z učenci se pogovarjamo in postavimo hipoteze.

Npr.: V slamici se bo raven tekočine dvignila.

Ob koncu šolske ure potrdimo oziroma ovržemo hipotezo.

Alternativen poskus: dve jajci s popolnoma raztopljenima apnenčastima lupinama stehtamo, damo eno v destilirano in drugo v morskovo vodo za en dan, nato ju ponovno stehtamo.

Preverjanje doseženega znanja

Primeri vprašanj

- Kaj pomeni, da je celična membrana polprepustna?
- V čem je pomen polprepustnosti celične membrane?
- Razloži, zakaj se soljeno meso počasneje pokvari?
- V čem je pomen konzerviranja živil s sladkorjem?

Z učenci izvedemo utrjevanje in preverjanje snovi na koncu šolske ure z metodo sodelovalnega učenja: pisna štafeta enkrat naokoli.

Za metodo je značilno, da učenci delajo v skupini, na en list papirja pišejo izmenoma. Napoved teme: celična membrana je polprepustna.

Čas za razmislek: šest minut.

Član skupine (npr. z najdaljšimi lasmi) začne izmenjavo v smeri urnega kazalca.

Vsak zapiše svoj kratki odgovor na temo na list, ki ga skupaj s pisalom poda naslednjemu članu v skupini.

Pisanje je končano, ko svoj odgovor ali misel zapišejo vsi člani skupine.

Zapis prebere član skupine, ki je imel nazadnje rojstni dan, in dopolni zapis na tabli, ki je nastal na začetku šolske ure.





Refleksija uporabljene metode

Menim, da je ta metoda praktičnih dejavnosti primerna in predvsem zelo nazorna pot za doseganje cilja. Povezuje že osvojeno znanje pri naravoslovju v šestem in sedmem razredu in se prenese na razumevanje preostalih ciljev v osmem razredu, npr. prenos kisika, ogljikovega dioksida, hormonov in hranilnih molekul po telesu.

Kot zanimivost lahko pri konceptu D4 odgovorimo na vprašanje:

Vdor vode v pljuča ob utopitvi je smrtno nevaren. Zakaj je vdor sladke vode bistveno nevarnejši od vdora morske vode?

Če prodre hipotonična »sladka« voda v pljuča, poškoduje alveolarni epitel. Voda tako zlahka prehaja v bolj slano kri. V krvi popokajo krvničke, iz njih se sprostijo K^+ ioni. Zaradi tega lahko v treh minutah odpove srce. Če pa pride v pljuča hipertonična morska voda, ki je bolj slana od krvi, prehaja zaradi osmoze voda iz celic alveolov in iz krvi v slano vodo. Ta proces poteka počasneje, pljučni mešički so manj prizadeti. Smrt nastopi po daljši izpostavitvi vodi v pljučih, približno po dvanajstih minutah. Za reševanje utopljenecv iz slanih voda je zato nekoliko več časa.

Poskus lahko nadgradimo tako, da ga učenci izvedejo v heterogenih skupinah.

Skupine uporabijo različne koncentracije raztopine kuhinjske soli. Podatke o višini dviga tekočine v slamici zapišejo v skupen graf na tabli. Analizirajo podatke in predstavijo svoje ugotovitve drugim skupinam. Skupine frontalno oblikujejo sklep, predlagajo izboljšave, podajo predloge za nadaljnje delo.

Predlagam, da bi bile vse vsebine, ki jih obravnavamo, podprte s ključnimi pojmi. Ti bi bili smernica pri doseganju učnega cilja in preverjanju strokovnega znanja. Omogočili bi tudi enotno globino obravnave učne snovi.

Standarde znanja določimo glede na koncepte, vsebinske in procesne cilje glede na cilje, ki se pri posamezni učni vsebini dosegaajo.

Literatura in viri

- 1 Pušnik, L. (2006). Osmoza. Študijsko gradivo za univerzitetne študijske programe naravoslovnih smeri. Maribor: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Oddelek za fiziko. Dostopno na: <http://fizika.pfmb.uni-mb.si/biofizika/files/osmoza-pusnik.pdf> (11. 3. 2013).
- 2 Koren, T. Townsend, M., Brejc, J. Erčulj, P., Markič (2012). Učenje učenja (delavnica: timsko delo in sodelovalno učenje). Filozofska fakulteta Univerze v Mariboru, Šola za ravnateljce Kranj.

2.1.3 Izolacija in zgradba DNA

Simona Slavič Kumer, Saša Kregar, Zavod RS šolstvo

Povzetek

Genetika je danes ena izmed najhitreje razvijajočih se panog biologije. Dobro razumevanje osnov genetike je mogoče doseči s primerno ponazoritvijo in uporabo modelov. V predstavljenem primeru učenci spoznajo preprost postopek za izolacijo DNA in sestavijo model DNA, ki ga lahko nadgradijo s pojmi kromosom, homologni kromosom, gen in alel.

Trajanje (izvedbe): tri šolske ure

Povezava z biološkimi koncepti in cilji iz učnega načrta za biologijo

- H1 – 1, 2, 3, 5, 6

Preverjanje predznanja

Učitelj ob modelu celice učencem zastavlja vprašanja o zgradbi evkariontske celice in zgradbi celičnega jedra.

Preveri predznanje o DNA in kromosomih. Pri tem dopušča učencem, da opišejo svoje predstave o zgradbi molekule DNA, ki jih pozneje ob dejavnosti nadgradijo, dopolnijo ali zgradijo na novo.

Medpredmetne povezave

- *kemija*: dušikove organske spojine.

Potrebna predznanja drugih predmetov

Učenci potrebujejo predznanje o lastnostih kemijskih vezi.

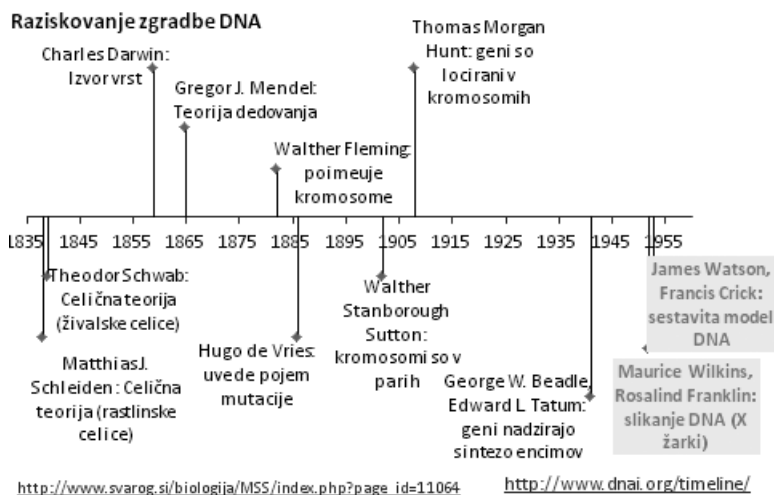
Uvodna vsebinska izhodišča

Vse celice imajo skupnega evlucijskega prednika in vsi danes živeči organizmi so zgrajeni iz celic. Celice vseh organizmov imajo skupne značilnosti: obdane so z membrano, v celicah so beljakovine nosilke celičnih dejavnosti, v vseh celicah je dedna informacija zapisana v molekulah DNA, vse celice potrebujejo snovi in energijo.

DNA in RNA sta nukleinski kislini, ki ju najdemo v jedru evkariontskih celic in citoplazmi celic. Nukleinske kisline so polimeri, zgrajeni iz podenot, ki jih imenujemo nukleotidi. Nukleotid sestavljajo sladkor, fosfatna skupina in dušikova baza. Glede na dušikovo bazo, ki je vezana v

posamezen nukleotid, ločimo štiri vrste nukleotidov: adenin, timin, gvanin, citozin in v RNA namesto timina uracil. Genski kod je univerzalen, kar pomeni, da je način zapisa dedne informacije enak pri vseh organizmih. DNA je organizirana v ločene enote – kromosome, ki so zgrajeni iz DNA in beljakovin. Število kromosomov se pri različnih vrstah razlikuje.

Pomembno vlogo pri odkrivanju zgradbe DNA so imeli James Watson, Rosalind Franklin in Francis Crick.



Slika 1: Raziskovanje zgradbe DNA (avtorica: S. Slavič Kumer)

DNA se pred celično delitvijo podvoji. Najprej se s pomočjo encimov verigi razkleneta. Prosti nukleotidi, ki se vežejo na materinsko verigo, pridejo iz citoplazme v jedro. Pri prokariotskih celicah je proces enostavnejši, ker DNA ni obdana z jedrno membrano. Podvojevanje je zelo zapleten in energetsko zahteven proces, za pravilno podvajanje skrbijo številni popravljalni mehanizmi, kar pa ne pomeni, da mutacij ni. Ena izmed evolucijskih zaščit pred škodljivimi mutacijami naj bi bila tudi velika količina nekodirajoče DNA. Zadnja dognanja potrjujejo, da skoraj celotna nekodirajoča DNA opravlja pomembne regulatorne funkcije in da je izraz »junk DNA« popolnoma neupravičen.

Geni so odseki molekul DNA. Število genov in položaj genov na kromosomu sta točno določena. V vsakem izmed homolognih kromosomov določen gen leži na istem mestu. Na homolognih kromosomih so lahko različice istega gena, ki jih imenujemo aleli. Aleli so nastajali in nastajajo z mutacijami. Alel je lahko dominanten, recesiven ali pa so aleli kodominantni.

Predstavitev izvedbe

1. Kje v celici je molekula DNA

Uporaba bralnih učnih strategij.

Z uporabo Paukove strategije (ali druge ustrezne strategije) učenci spoznajo, kje v celici je molekula DNA. V ta namen razdelimo učencem različna besedila iz učbenikov, s spleta, iz strokovnih revij ipd.

Navodilo:

Učenec besedilo prebere večkrat. Pri prvem branju besedilo preleti, pri drugem branju v levo kolono preglednice zapiše pomembne informacije, pri tretjem branju pa zapisuje v desno kolono preglednice le ključne pojme. Po branju učenec reši zastavljene naloge.

2. Mikroskopiranje celic čebule

Učenec pri opisani dejavnosti mikroskopira celice čebule. Učenci z mikroskopiranjem opazujejo jedro kot del celice, v katerem je DNA.

Navodila:

Učenci pripravijo sveži preparat luskolista čebule in mikroskopirajo celice. Celice skicirajo in na skici označijo vidne celične strukture, **jedro** in zapišejo uporabljeno povečavo.

3. Izolacija DNA iz celic čebule

Učenci vedo, da je DNA v jedru, ki je del evkariontske celice. Z učenci oblikujemo raziskovalno vprašanje, ali lahko iz celic čebule izoliramo molekulo DNA. Učence spomnimo na različne raziskave, kjer na podlagi primerjave strukture DNA ugotavljajo značilnosti posameznika. Tudi za potrebe takšnih raziskav potrebujejo izolirano molekulo DNA.

Z učenci se pogovarjamo, kaj ločuje molekulo DNA v jedru od okolja celice. Ugotovimo, da je predpogoj za izolacijo DNA odstranitev celične stene rastlinske celice, celične membrane in membrane jedra. Na podlagi teh zahtev pojasnimo posamezne korake v postopku izolacije DNA.

Postopek izolacije DNA si lahko ogledamo tudi v kratkem filmu, dostopnem na spletu. Žal je video v angleškem jeziku, zato mora učitelj učencem sproti prevajati potek posameznih stopenj izolacije DNA, prikazanih na videu (dostopno na: <http://www.daveansell.co.uk/?q=node/31>).

Izvedba

1. 3 g kuhinjske soli in 10 mL tekočega detergenta za pomivanje posode daj v 200-mililitrsko stekleno čašo in dopolni vsebino z vodo do prostornine 100 mL ter z mešanjem raztopi sol.
2. Četrtno srednje velike čebule nareži na manjše koščke in jih dodaj v pripravljeno raztopino soli in detergenta.
3. Stekleno čašo z mešanico daj za 15 minut v 60°C toplo vodno kopel.
4. Mešanico na hitro ohladi (pod tekočo vodo ali v ledeni kopeli).
5. Koščke čebule na hitro zdrobi s paličnim mešalnikom v kašo.
6. Kašo filtriraj skozi filter (filter za kavo ali drug filtrirni papir). Odmeri 5 ml pridobljenega ekstrakta v epruveto.
7. Če imate na voljo, dodaj nekaj mililitrov ananasovega soka ali 80 mikrolitrov raztopine proteaze.

8. 5 ml hladnega (predhodno ga hranimo v zamrzovalniku) 95-odstotnega etanola previdno zlij po steni nagnjene epruvete na ekstrakt.
9. Opazuj izolirano DNA in zapiši opažanja.

Opazanja in ugotovitve

Opazuj izoliran material in zapiši opažanja.

Razmisli, kaj si izoliral?

Oceni, iz kolikšnega števila celic si izoliral molekulo DNA.

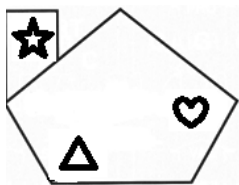
Spoznajmo zgradbo DNA

Izdelava papirnatega modela nukleotida

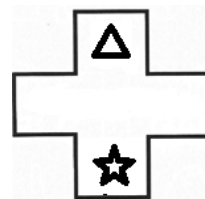
DNA je zgrajena iz osnovnih enot, ki jih imenujemo nukleotidi.

Vsak nukleotid je zgrajen iz dušikove baze, fosfatne skupine in sladkorja.

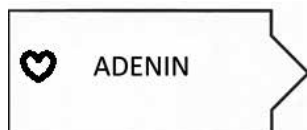
Učenci s pomočjo papirnatega modela dušikove baze, fosfatne skupine in sladkorja sestavijo modele različnih nukleotidov (glej skice 1 in 2¹).



Sladkor deoksiriboza



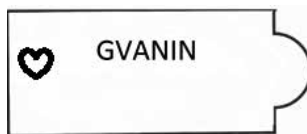
Fosfat



Dušikova baza adenin



Dušikova baza timin



Dušikova baza gvanin



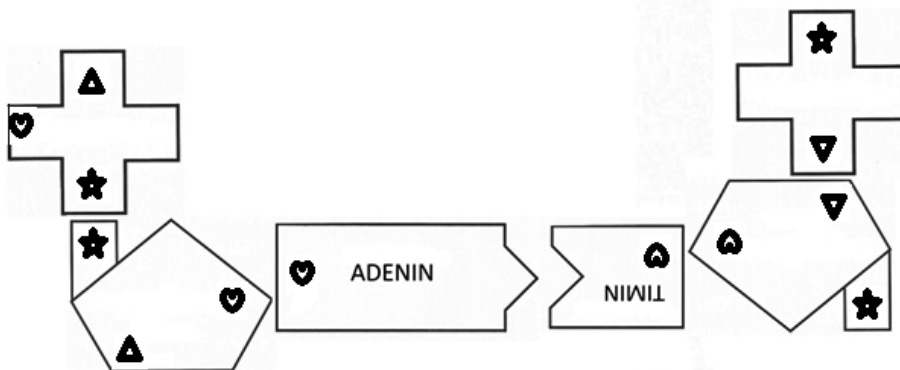
Dušikova baza citozin

Skica 1

¹
 Avtorici skic in fotografij v prispevku sta Saša Kregar in Simona Slavič Kumer.

Modele nukleotidov učenci povežejo v ustrezne pare, tako da si pomagajo z upoštevanjem oznak na posameznih delih nukleotida.

Iz parov nukleotidov učenci sestavijo molekulo DNA.



Skica 2

Učence je treba opozoriti na omejitve uporabljenega modela DNA, saj s prikazanim modelom ni mogoče prikazati molekule DNA kot vijačnice.

Učenci z opazovanjem pripravljenega modela ugotavljajo značilnosti zgradbe molekule DNA.

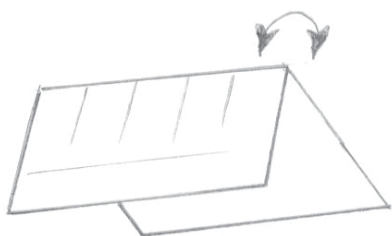
Izdelajmo model DNA

Učenci bodo s pomočjo papirnate predloge zgibali svoj origami modela DNA.

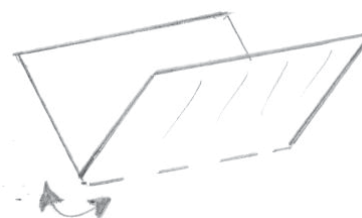
Za izvedbo dejavnosti potrebujejo predlogo za modele, lepilni trak, škarje in plastično folijo. Svetujemo, da vsak par učencev sestavi svoj model v določeni barvi.

Navodila za delo

Na predlogi modela sta dve vrsti oznak: ravna črta in črtkana črta. Ravna črta pomeni pregib »na hrib«. Črtkana črta pomeni pregib »v dolino«. (skica 3 in 4)



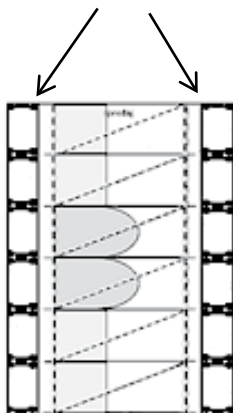
Skica 3



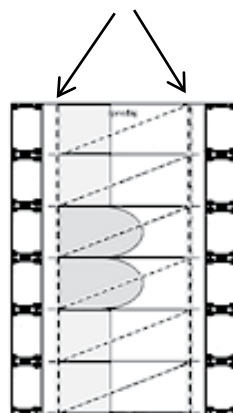
Skica 4

Izdelava modela DNA

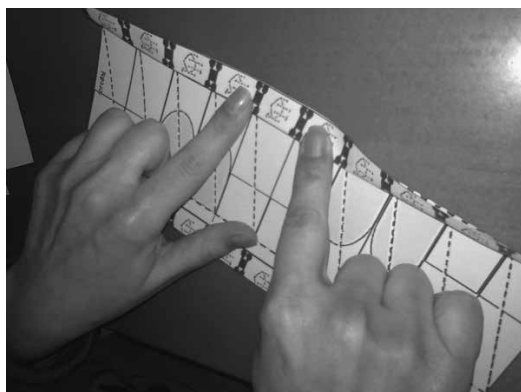
- a) Izreži model iz papirne predloge.
- b) Poišči na modelu zapis »spredaj«,
 - prepogni papirni model po vseh navpičnih neprekinjenih črtah (glej skico 5 in skico 7 ter sliko 2),
 - prepogni papirni model po vse navpičnih prekinjenih črtah (glej skico 6 in sliko 3 ter skico 7),



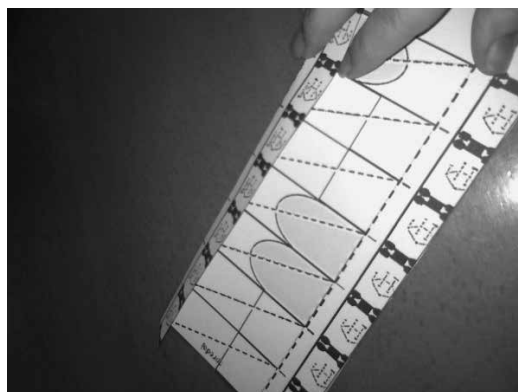
Skica 5



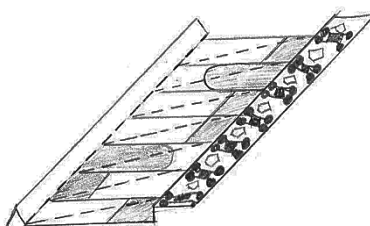
Skica 6



Slika 2

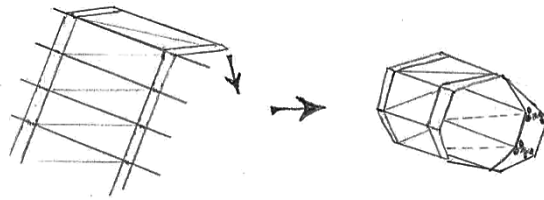
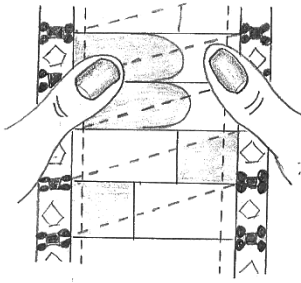


Slika 3

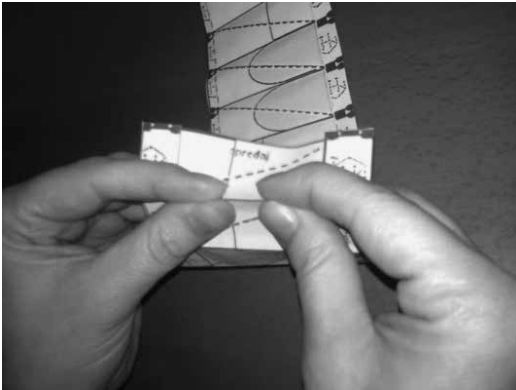


Skica 7

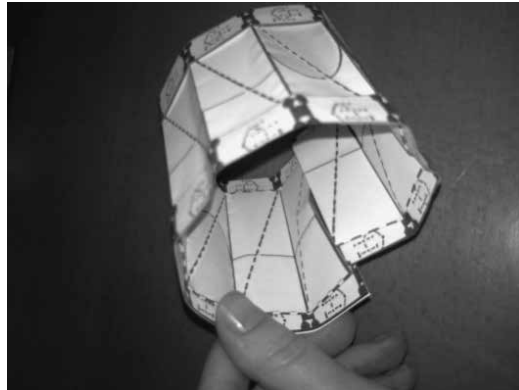
- prepogni papirni model po vsaki vodoravni neprekinjeni črti (glej skico 8 ter sliko 4 in 5),



Skica 8

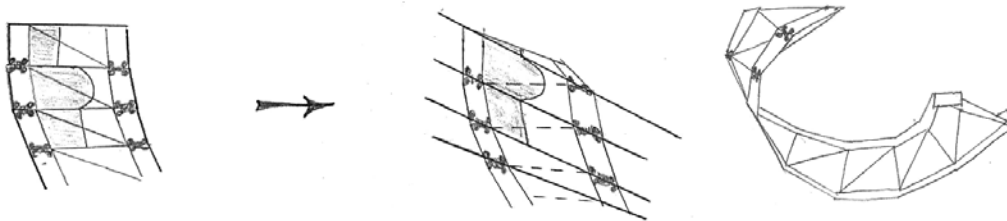


Slika 4

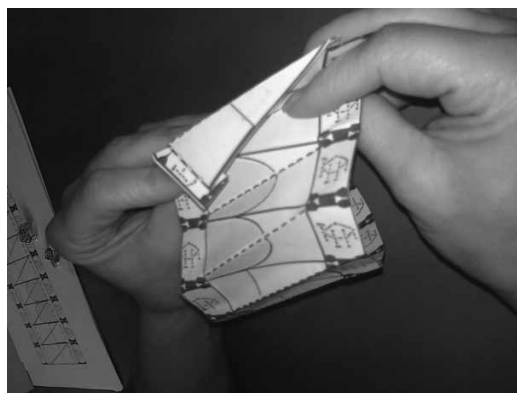


Slika 5

- obrni modela na hrbtno stran in prepogni papir po vsaki poševni neprekinjeni črti (glej skico 9 in sliko 6),

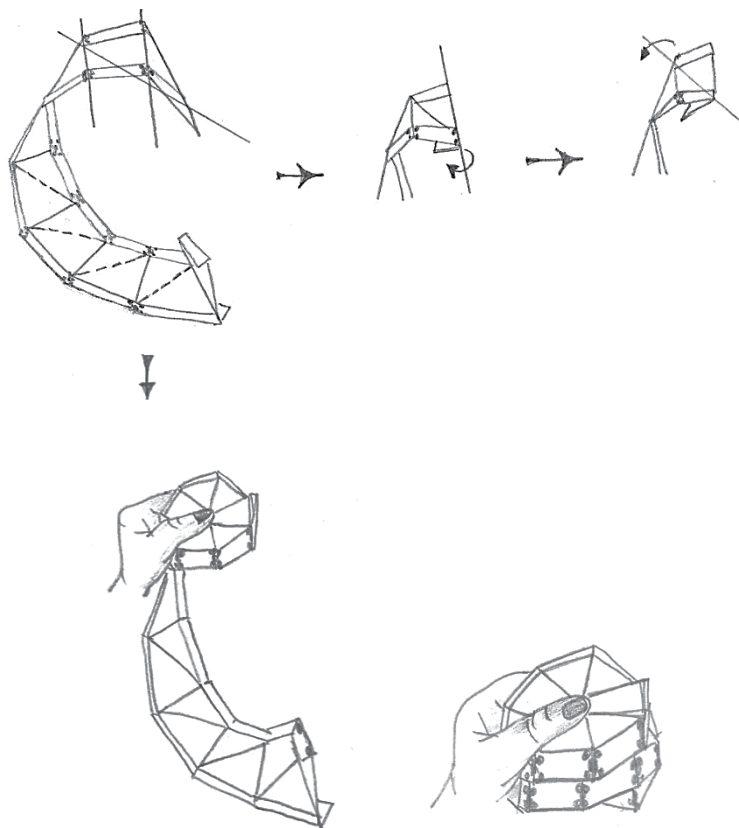


Skica 9

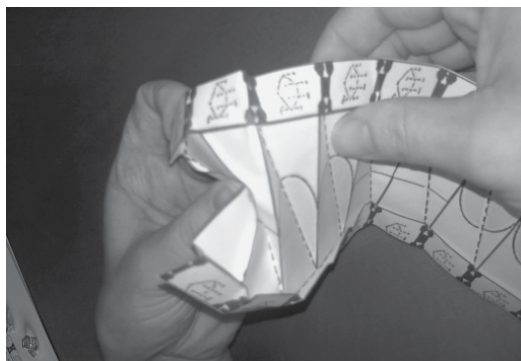


Slika 6

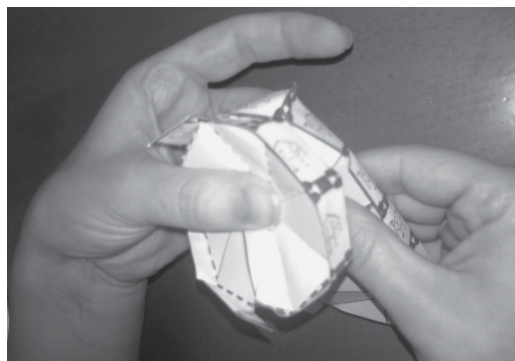
- zavij model (glej skico 10 in slike 7, 8, 9 in 10),



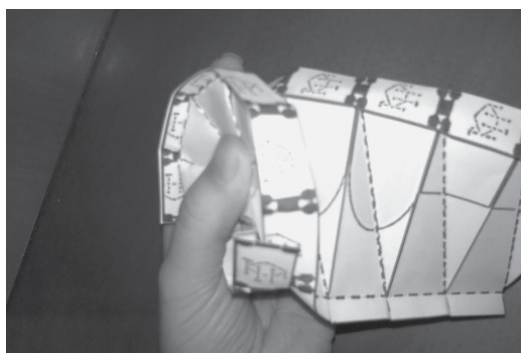
Skica 10



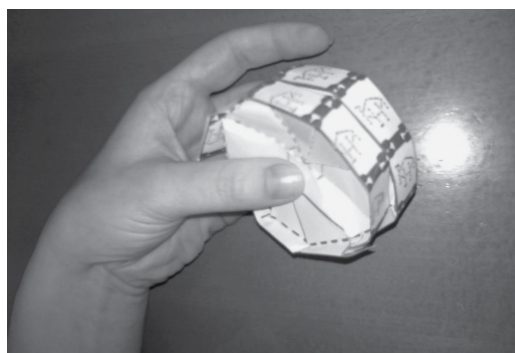
Slika 7



Slika 8



Slika 9



Slika 10

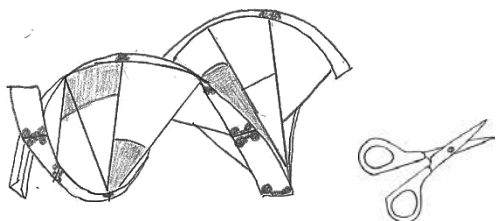
Kako se molekula DNA podvoji?

Podvajanje DNA je proces, ki omogoča nastanek dveh identičnih hčerinskih molekul DNA na podlagi materinske molekule DNA. Podvojitev DNA je predpogoj za delitev celice in nastanek dveh genetsko identičnih celic.

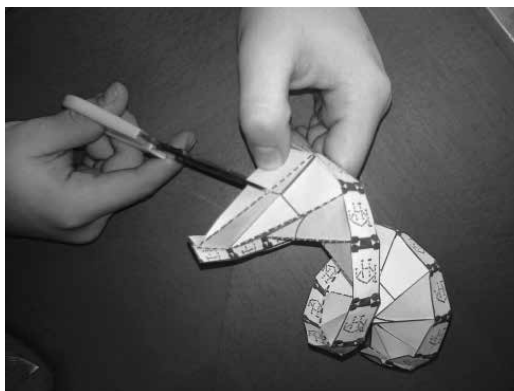
Podvajanje DNA ponazorimo na pripravljenem papirnatem modelu DNA. Posamezne spremembe, ki jih opravimo na papirnatem modelu, ponazarjajo delo encimov med procesom podvojevanja.

Podvajanje DNA pred celično delitvijo

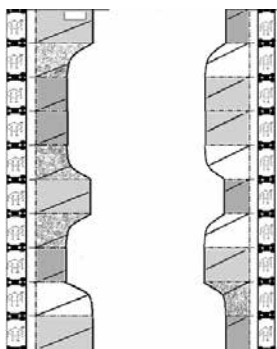
- model »materinske DNA« na sredini med bazami prereži (glej skico 11 in sliko 11),
- iz predloge izreži model enojnih verig DNA (skica 12 ter slike 12 in 13),
- vsako posamezno verigo zgibaj po prejšnjih navodilih (glej skico 5 – 10),
- sestavi »hčerinski DNA« – obe verigi po sredini zalepi z lepilnim trakom in jih zavij.
- dobiš dve verigi DNA (glej sliko 12).



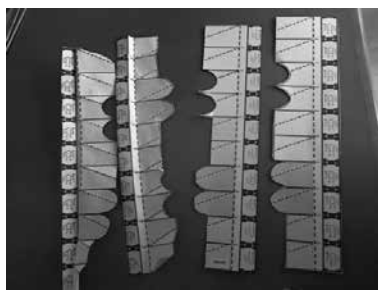
Skica 11



Slika 11



Skica 12



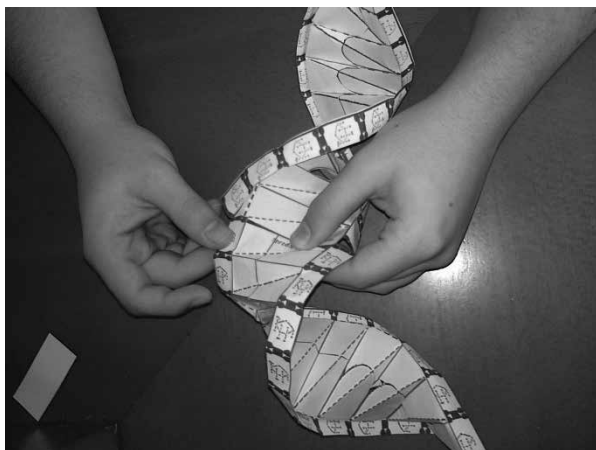
Slika 12



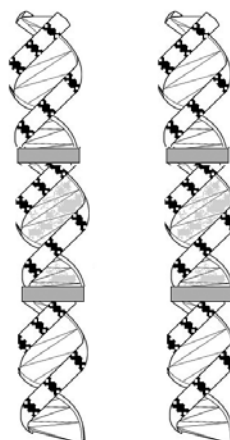
Slika 13

Povežimo posamezne modele v daljšo molekulo DNA. Iz tako pripravljenih modelov DNA lahko sestavimo tudi kromosom:

- z lepilnim trakom zlepi posamezne dele (vsak sošolec prispeva svoj del, ki je praviloma drugačne barve in v nadaljevanju predstavlja en gen) ene izmed hčerinskih verig DNA v eno dolgo verigo;
- zlepi dele druge hčerinske verige in upoštevaj zaporedje barv prve hčerinske verige (glej sliko 10);
- dobiš dve dolgi verigi DNA, ki sta identični (glej skico 10).



Slika 14



Skica 13

Učence opozorimo, da model predstavlja le DNA. Če želimo učencem predstaviti model kromosoma, predlagamo, da učenci odložijo papirnat model DNA in ga zamenjajo za vrstico. Vrstico dvakrat ovijejo okrog kroglice (papir, stiropor, frnikola), jo nalepijo na površino, potem pa nadaljujejo z drugo, tretjo kroglico ... Na koncu lahko kroglice, povezane z vrstico, zvišajo v spiralo in dobijo delček strukture kromosoma. Učencem lahko pokažete tudi animiran prikaz oblikovanja kromosoma (primer dostopen na: <http://www.youtube.com/watch?v=7wpTJVWra7I>).

Določi položaj gena na modelu DNA

Na izdelanem kromosomu si oglej odseke kromosoma, ki so različnih barv.

Odseki različnih barv na kromosomu nam bodo predstavljali različne gene. Ker sta obe hčerinski molekuli DNA enega kromosoma identični, se na obeh molekulah tudi ujemajo barvni vzorci.

Z dvema enako dolgima kromosomoma lahko ponazorimo tudi model homolognih kromosomov in na tem primeru razložimo pojem alela.

Literatura in viri

- 1 Vičar, M., et al. (2011). *Učni načrt. Program osnovna šola: Biologija*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- 2 Campbell, N. A, Reece, J. (2008). *Biology*. San Francisco: Pearson Education Benjamin Cummings.
- 3 DNAi Teacher guide (2011). *My DNA*. NY: Cold Spring Harbour Laboratory. Dostopno na: <http://www.dnai.org/teacherguide> (23. 2. 2012).

Vprašanja in naloge za preverjanje znanja so dosegljive v spletni učilnici za biologijo – osnovna šola: <http://skupnost.sio.si/course/view.php?id=30>.

Priloge

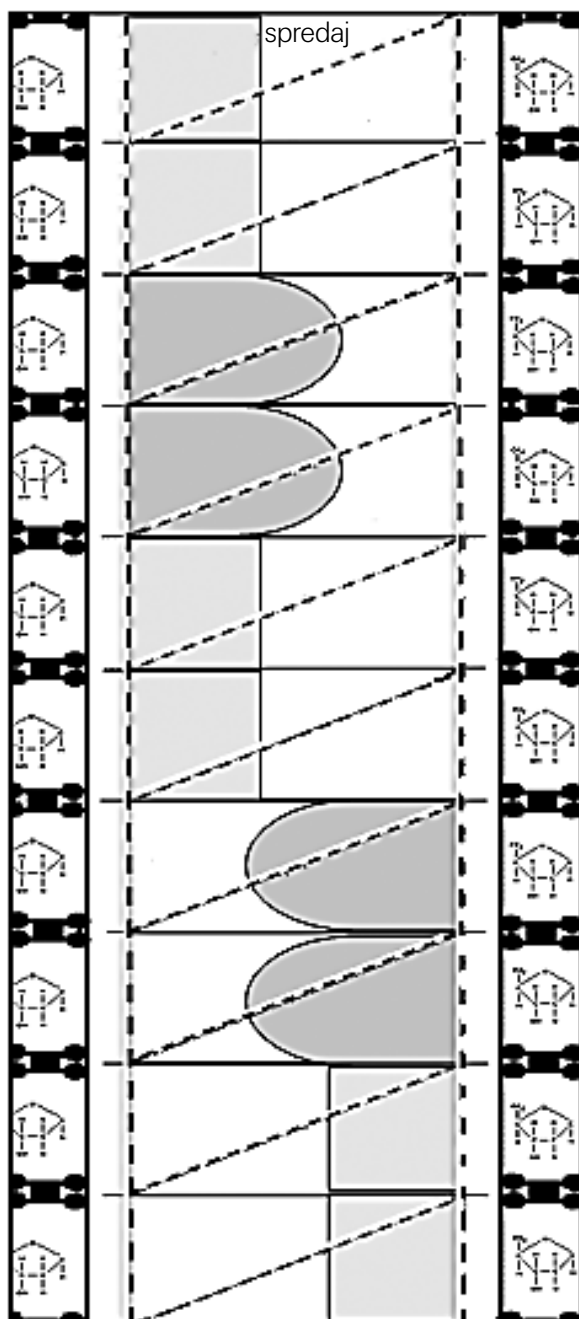


Priloga 1: Predloga za model

Priloga 2: Model za prikaz podvojevanja DNA

Priloga 1

Predloga za model



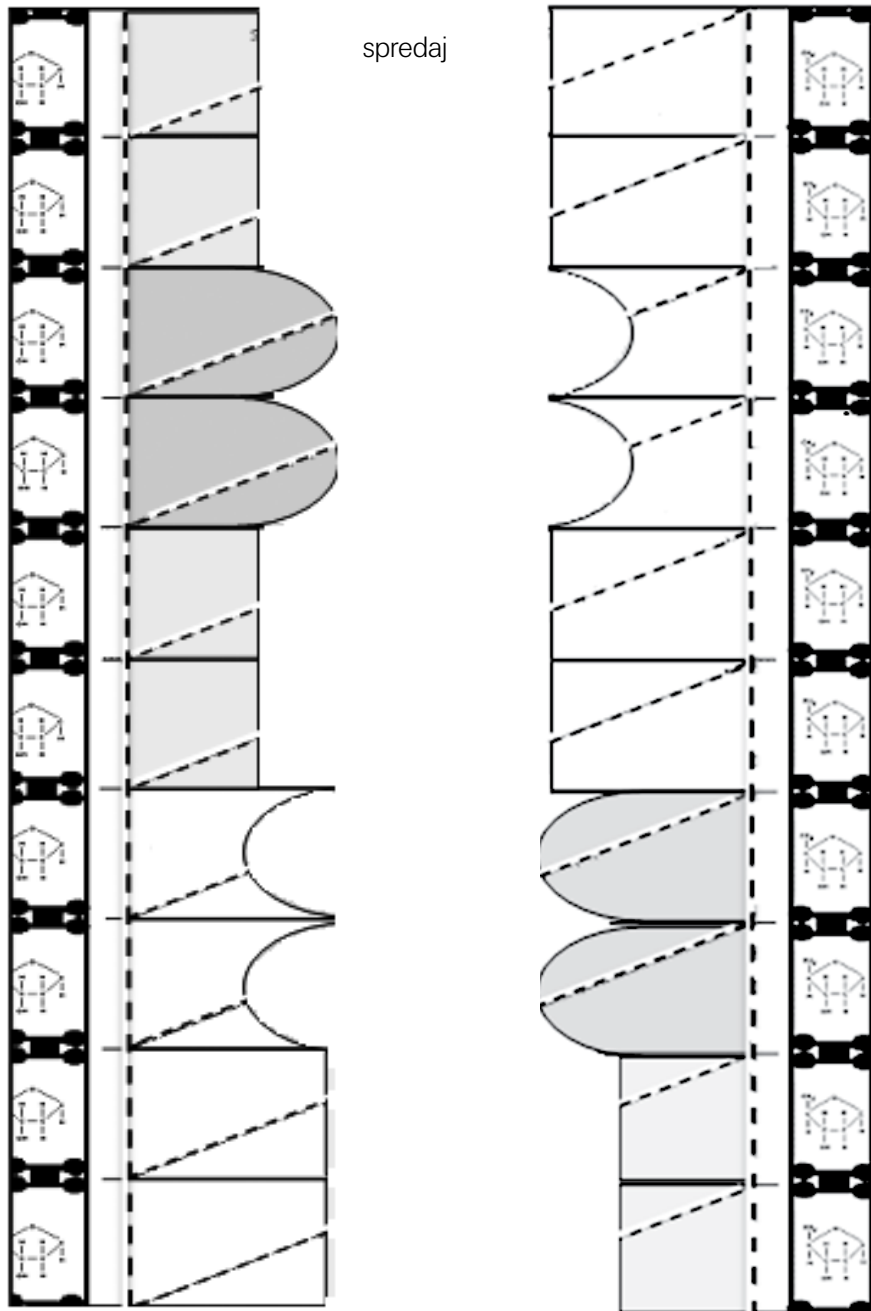


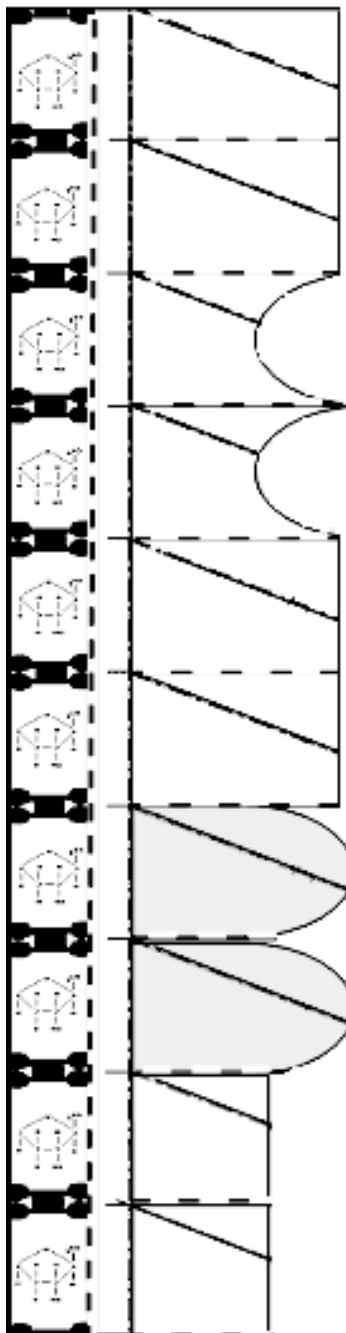
zadaj

Priloga 2

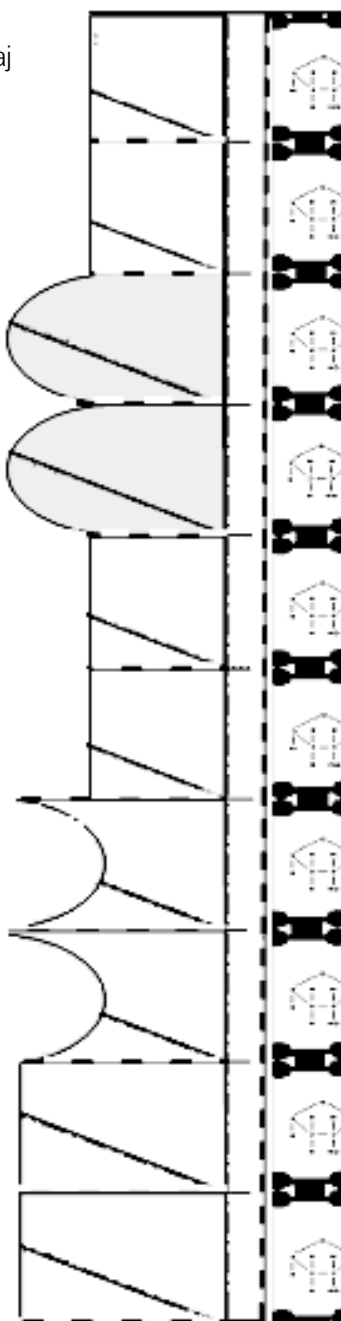


Model za prikaz podvojevanja DNA





zadaj



2.1.4 Raznolikost temelji na spremembah

Laura Javoršek

Povzetek

Učenci raziščejo dedovanje dednih lastnosti pri človeku in oblikujejo primer rodovnika. Razumejo, da naključne mutacije v molekuli DNA in spolno razmnoževanje omogočajo genetsko raznolikost, ki se kaže kot raznolikost določene lastnosti znotraj populacije določene vrste (govorimo lahko o znotrajvrstni biotski raznolikosti).

Trajanje izvedbe: ena šolska ura

Povezava z biološkimi koncepti in cilji iz učnega načrta za biologijo

- H1 – Lastnosti organizmov določajo beljakovine, zgradba beljakovin pa je zapisana v genih.
 - 20 – spoznajo, da pri človeku nekatere dedne lastnosti določa samo en gen (npr. priraslost ali nepriraslost ušesnih mečic), večino lastnosti pa določa več genov (npr. barva las in oči), zato te lastnosti nimajo preprostih vzorcev dedovanja;
 - 21 – na podlagi zgledov iz literature razumejo načine dedovanja pri človeku in znajo izdelati rodovnik.
- J1 – Na našem planetu živijo milijoni vrst živali, rastlin, gliv in bakterij. Čeprav se vrste med seboj razlikujejo po videzu, enotnost vsega živega postane očitna ob upoštevanju notranje zgradbe in podobnosti kemijskih procesov; to enotnost je mogoče pojasniti le s skupnim evolucijskim izvorom. Evolucija je proces, s katerim se je postopno razvila raznovrstnost vrst skozi mnoge generacije.
 - 3 – spoznajo, da naključne mutacije v molekuli DNA različnih osebkov povzročajo raznolikost določene lastnosti v populaciji.
- L1 – Biotska raznolikost je temelj za delovanje ekosistemov.
 - 1 – razumejo, da se biotska raznolikost znotraj vrst kaže kot genetska raznolikost.

Pristopi k preverjanju potrebnega predznanja

Učenci preverijo in utrdijo znanje o genomu, kromosomih in genih s pomočjo različnih vprašanj in slikovnega gradiva ali animacij,

Medpredmetne povezave

- *zdravstvena vzgoja.*
- *matematika.*

Potrebna predznanja drugih predmetov

Pri obdelavi in predstavitvi podatkov, ki jih učenci zberejo v okviru kratke raziskave dednih lastnosti, lahko učenci podatke iz preglednice predstavijo v obliki grafov, pri čemer potrebujejo znanje matematike, ob uporabi IKT-tehnologije pa tudi znanje uporabe določenih računalniških programov.

Uvodna vsebinska izhodišča

Genetska informacija je shranjena v molekuli DNA, ki skupaj z beljakovinami (histoni) sestavlja kromosome. Posamezne odseke na molekuli DNA imenujemo geni. Geni ležijo na točno določenem mestu na kromosomu. Vsi ljudje imamo enako garnituro genov, to je 20.000–25.000 različnih genov, ki so pri vseh ljudeh na enak način razporejeni na 23 parih kromosomov – na 22 parih nespolnih (avtosomov) in enem paru spolnih kromosomov, zaradi česar imamo vsi ljudje določene skupne značilnosti, na podlagi katerih se uvrščamo v isto vrsto, *Homo sapiens*. Kljub temu pa je vsak od nas edinstven in neponovljiv, saj se genetska informacija, ki je zapisana v molekuli DNA, na različnih delih nekoliko razlikuje od človeka do človeka. Torej vsak izmed nas nosi genetski zapis v obliki genov, ki se med seboj nekoliko razlikujejo – govorimo o različnih alelih, različicah posameznih genov. Kombinacije različnih alelov so edinstvene, značilne za vsakega posameznika, zato se tudi ljudje med seboj razlikujemo. Vsak posameznik lahko od staršev podeduje dva enaka alela ali dva različna alela določenega gena (enega podeduje od mame, drugega od očeta). Pri heterozigotih se izrazi dominantna lastnost, recesivna pa ostane prikrita. Recesivna lastnost se izrazi, le če je oseba homozigot za recesivno lastnost. V nekaterih primerih pa so aleli kodominantni, zato se lastnosti izrazijo kot vmesni znak (npr. barva kože). Znanstveniki tudi ugotavljajo, da so navodila za večino dednih lastnosti zapisana v obliki kombinacije dveh ali več genov, torej le v redkih primerih nosi en gen zapis za eno samo lastnost.

Različice genov, aleli, nastajajo z mutacijami. Mutacije so naključne in trajne spremembe na delih molekule DNA. To so spremembe, ki spremenijo genetski zapis na molekuli DNA in s tem tudi navodila, ki so zapisana na določenem genu, za izgradnjo določene beljakovine. Spremenjena navodila za izgradnjo beljakovin so lahko za celico ali celoten organizem nevtralna (to je značilno za večino dednih lastnosti človeka), škodljiva ali koristna; v nekaterih primerih se kažejo le kot spremenjeno ali slabše delovanje proteinov (v takem primeru se genetska napaka kaže kot spremenjeno zdravstveno stanje posameznika).

Skozi evolucijsko zgodovino človeka se je ohranilo mnogo mutacij, alelov, ki omogočajo različnost določenih dednih lastnosti. Spolno razmnoževanje omogoča nove kombinacije alelov in s tem povečuje genetsko raznolikost znotraj vrste. Naključne mutacije in spolno razmnoževanje tako omogočajo genetsko raznolikost, ki je temelj za raznolikost osebkov znotraj posamezne vrste. V določenem okolju imajo lahko osebki z določenimi lastnostmi boljše možnosti za preživetje in večje število potomcev, kar pomeni, da ima v naravnem izboru tista vrsta, katere osebki so zelo raznoliki, večje možnosti za preživetje v spremenljivem okolju.

Primeri dednih lastnosti pri človeku, za katere obstajajo različni aleli:

- a) *monogenske dedne lastnosti pri človeku*: zvijanje jezika, postavitve palca pri križanju prstov, oblika lasišča, priraslost ušesne mečice, dlakavost prstnih členkov, jamica v bradi, raven ali upognjen palec, upognjen zadnji členek mezinca;

- b) *spolno vezane dedne motnje*: barvna slepota, hemofilija, Dušenova mišična distrofija;
- c) *genetske motnje, ki se dedujejo dominantno-recesivno*: albinizem, polidaktilija, hiperholesterolemija, cistična fibroza, anemija srpastih celic, neurofibromatoza tip 1 (NF1);
- d) *dedovanje krvnih skupin* po sistemu ABO – alel O se deduje recesivno, alela A in B pa sta kodominantna alela;
- e) *poligenske dedne lastnosti*: barva kože, las in oči.

Pri izražanju dednih lastnosti ima pomemben vpliv tudi okolje, zato imata lahko tudi enojajčna dvojčka, ki imata sicer identičen genotip, različen fenotip.

Na način dedovanja nekaterih dednih lastnosti lahko sklepamo na podlagi analize rodovnika ali na podlagi genetskih analiz. Te analize delajo v medicini pri ugotavljanju dednih bolezni ali ugotavljanju verjetnosti, da se bo neka dedna bolezen prenesla na potomce. Iz rodovnika lahko razberemo, v kakšnem sorodstvenem razmerju so posamezni člani družine, in označimo, kateri posamezniki imajo razvito bolezen, torej imajo omenjeno genetsko napako, ter sklepamo, kdo je prenašalec bolezni. Na podlagi ugotovljene nagnjenosti k razvoju določenih bolezni lahko svetujejo spremembo življenjskega sloga, ki zmanjša tveganje za razvoj bolezni (npr. določen tip rakavih obolenj). V nekaterih primerih poskušajo znanstveniki z različnimi biokemičnimi in molekularnimi tehnikami (npr. PCR, gelska elektroforeza in sekvenciranje DNA)² poiskati tisti košček DNA (položaj spremenjenega gena na določenem kromosomu), ki ga imajo vse osebe, ki so zbolele, vendar jih ne zasledimo pri posameznikih, ki niso zboleli. V trenutku, ko enkrat določijo gen, za katerega menijo, da je vzrok neke napake, ga lahko začnejo natančneje preučevati in skušajo tudi ugotoviti njegovo vlogo v celici in vzroke za pojav bolezni ter morebitne načine zdravljenja oz. izboljšanja kakovosti življenja vseh ljudi, ki jim bodo postavili diagnozo omenjene bolezni. Ob odkritju gena in njegove lokacije se pogosto odprejo tudi različna etična in socialna vprašanja – tu se lahko vprašamo, kaj je tisto, kar človek lahko testira, in česa ne. Kje so meje?

Opis mogočih metodologij, pristopov

Pri preverjanju in utrjevanju znanja učence vodimo frontalno, pri čemer odgovarjajo na vprašanja, pri tem lahko različno slikovno gradivo in animacije povečajo motivacijo za delo.

2

Razlaga pojmov:

PCR – ang. Polymerase Chain Reaction – verižna reakcija s polimerazo – metoda, ki omogoča kopiranje (kloniranje) odsekov DNA s pomočjo encima DNA-polimeraza, ne da bi za to potrebovali žive celice;

gelska elektroforeza – metoda, ki se uporablja v biokemiji in molekularni biologiji za ločevanje molekul DNA ali RNA glede na njihovo velikost (negativno nabite molekule nukleinskih kislin se v električnem polju premikajo skozi gel, pri čemer se krajše molekule premikajo hitreje in posledično pripotujejo dlje od daljših molekul);

sekvenciranje DNA – metoda, ki se v genetiki uporablja za ugotavljanje vrstnega reda posameznih sestavnih delov velikih molekul (pri molekulah DNA in RNA se ugotavlja vrstni red nukleotidov, ki ju sestavljajo, pri beljakovinah pa vrstni red aminokislin).

Dedne lastnosti pri človeku učenci raziščejo samostojno, nato pa si v skupini (razredu) izmenjajo podatke in dokončajo nalogo (podatke prikažejo v obliki preglednice in grafa).

Dedovanje genetske motnje (polidaktilije) samostojno raziščejo, pri čemer sledijo navodilom v obliki besedila (barvni slikovni material po potrebi projiciramo frontalno na zaslon).

Predstavitev izvedbe

Učence spodbudimo k opazovanju, razmišljanju in povezovanju s pomočjo slikovnega gradiva in animacij o zgradbi genoma, s tem učenci tudi preverijo in utrdijo svoje znanje.

Nato učenci prejmejo učni list 1 in skušajo ugotoviti, v čem smo si ljudje podobni in v čem različni (rešijo prvo vprašanje). Ugotovijo lahko, da so nekatere lastnosti pri človeku dedne, zapisane v obliki genov na molekuli DNA, na določene lastnosti pa vpliva okolje.

Spomnimo jih na Mendlove poskuse, pri katerih je ugotovil, da lahko potomci podedujejo različne lastnosti svojih staršev in da danes vemo, da so navodila za dedne lastnosti zapisana v genih – torej obstaja več različic posameznega gena, ki jih imenujemo aleli. Na primerih jim predstavimo, kaj so mutacije ter kakšne so posledice mutacij genov za izgradnjo beljakovin in njihov vpliv na delovanje in preživetje celice oz. celega organizma. Tako spoznajo, da se, čeprav imamo vsi ljudje enako garnituro genov, genetska informacija, ki je zapisana v molekuli DNA, na določenih delih nekoliko razlikuje od človeka do človeka.

Učenci samostojno rešijo drugo nalogo na delovnem listu, nato pa zberejo podatke svojih sošolcev (pri tem si lahko pomagajo z različno IKT-tehnologijo in rezultate projicirajo na zaslon, kar olajša zbiranje podatkov), ter oblikujejo preglednico in graf pogostosti pojavljanja posamezne dedne lastnosti v razredu, ki je zapisana z enim samim genom. Pri odgovoru na vprašanje lahko učence spodbudimo, da razmislijo, kakšen je vpliv spolnega razmnoževanja v primerjavi z nespolnim razmnoževanjem na genetsko raznolikost znotraj iste vrste. Po potrebi posameznim učencem pomagamo s podvprašanji o načinu dedovanja lastnosti ali jih spodbudimo, da razmislijo in skušajo utemeljiti, zakaj se morda v razredu pogosteje pojavlja lastnost, ki se sicer deduje recesivno.

V nadaljevanju učencem na kratko predstavimo nekaj primerov dednih genetskih bolezni. S pomočjo naloge, katere navodila so na učnih listih 2, 3 in 4,³ učenci raziščejo dedovanje genetske bolezni – polidaktilije, s pomočjo poenostavljenega primera (prisposobe s sestavljanke). S sestavljanke si lažje predstavljajo genetsko pestrost, ki temelji na naključnih mutacijah in spolnem razmnoževanju. Nalogo učenci rešujejo samostojno, pri čemer jim lahko ponudimo barvne kopije učnih listov 2 in 3 (lahko plastificirane) ali pa barvni slikovni material projiciramo na zaslon.

Domača naloga

Za domačo nalogo si vsak učenec izbere en primer monogenske dedne lastnosti, ki so navedene na učnem listu 1, in razišče izražanje te lastnosti med svojimi sorodniki. Z ustreznimi simboli nato nariše rodovnik, ki vključuje čim več generacij. Na mestih, kjer učencem do naslednje šolske ure ne uspe dobiti podatka, narišejo vprašaj in podatek po možnosti pozneje dopolnijo.

³ Barvni učni listi bodo dostopni v spletni učilnici za biologijo, za osnovno šolo.

Literatura in viri

- 1 *Agarozna gelska elektroforeza. (2012). Wikipedija, prosta enciklopedija. Dostopno na: http://sl.wikipedia.org/wiki/Agarozna_gelska_elektroforeza (28. 11. 2012).*
- 2 *Finding a Gene on the Chromosome Map. (2012). Learn.Genetics, Genetics science learning center. Dostopno na: <http://learn.genetics.utah.edu/archive/pedigree/index.html> (20. 10. 2012).*
- 3 *Gorjan, A., in Javoršek, L. (2012). Razišči skrivnosti živega 9: delovni zvezek za biologijo v 9. razredu. Dobrova: Pipinova knjiga. ISBN 978-961-93354-1-3.*
- 4 *Gorjan, A., in Javoršek, L. (2012). Razišči skrivnosti živega 9: vodnik k delovnemu zvezku za biologijo v 9. razredu. Dobrova: Pipinova knjiga. ISBN 978-961-93354-0-6.*
- 5 *Javoršek, L. (2013). Razišči skrivnosti živega 9: učbenik za biologijo v 9. razredu. Dobrova: Pipinova knjiga. ISBN 978-961-93354-2-0.*
- 6 *Neurofibromatosis: Neurofibromatosis Overview, Types of Neurofibromatosis. (2012). Remey's healthcommunities.com. Dostopno na: <http://www.healthcommunities.com/neurofibromatosis/overview-of-neurofibromatosis.shtml> (28. 11. 2012).*
- 7 *Otroci s posebnimi potrebami: nevrofibromatoza. (2012). Ringaraja.net, forum. Dostopno na: http://www.ringaraja.net/forum/nevrofibromatoza/m_1011307/tm.htm (28. 11. 2012).*
- 8 *Pond, C. M. (2009). 99 % opica: kako evolucija sešteva. Kranj: Narava. ISBN 978-961-6582-53-7.*
- 9 *Sekvenciranje. (2012). Wikipedija, slobodna enciklopedija. Dostopno na: <http://hr.wikipedia.org/wiki/Sekvenciranje> (28. 11. 2012).*
- 10 *Stušek, P., in Vilhar, B. (2010). Biologija celice in genetika: učbenik za biologijo v programih gimnazijskega izobraževanja. Ljubljana: DZS. ISBN 978-86-341-3989-1.*
- 11 *Teacher Guide: Finding a Gene on the Chromosome Map. (2005). Genetics Science Learning Center. University of Utah. Dostopno na: http://teach.genetics.utah.edu/content/begin/dna/chromosome_map.html (20. 10. 2012).*
- 12 *Verižna reakcija s polimerazo. 2012. Wikipedija, prosta enciklopedija. Dostopno na: http://sl.wikipedia.org/wiki/Veri%C5%BEna_reakcija_s_polimerazo (28. 11. 2012).*

Viri slik**a) prostodostopne slike**

- 1 *Polydactyly postaxial.gif. (2013). Wikimedia Commons. Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Polydactyly_postaxial.gif (9. 2. 2013).*
- 2 *Polydactyly preaxial.gif. (2013). Wikimedia Commons. Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Polydactyly_preaxial.gif (9. 2. 2013).*

Priloge



Učni list 1: Razišči dedne lastnosti pri človeku

Učni list 2: Razišči dedovanje genetske motnje s pomočjo sestavljanke

Učni list 3: Poišči košček (»gen«), ki povzroča polidaktilijo

Učni list 4: Tvoja odkritja in predvidevanja

Odgovori na vprašanja Učnega lista 4: Tvoja odkritja in predvidevanja









Učni list 1




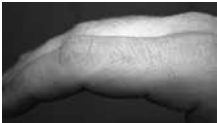






Razišči dedne lastnosti pri človeku

1. Razmisli in zapiši pet telesnih značilnosti, za katere meniš, da se po njih razlikuješ od sošolcev. Z eno barvo označi lastnosti, za katere meniš, da so podedovane od tvojih staršev, in z drugo barvo tiste, za katere meniš, da so pridobljene, torej je na njih vplivalo okolje.

2. Ugotovi, katera od spodaj naštetih lastnosti, ki jo določa en sam gen, je značilna tudi zate, in dopolni preglednico.

DOMINANTNA LASTNOST	RECESIVNA LASTNOST	Tvoja lastnost (fenotip)	Možni genotipi
 lahko zviješ jezik (alel Z)	 ne moreš zviti jezika (alel z)		
 pri križanju prstov postaviš na vrh levi palec (alel L)	 pri križanju prstov postaviš na vrh desni palec (alel l)		
 lasišče v obliki črke M (alel M)	 ravno lasišče (alel m)		
 prosta ušesna mečica (alel P)	 prirasla ušesna mečica (alel p)		



DOMINANTNA LASTNOST	RECESIVNA LASTNOST	Tvoja lastnost (fenotip)	Možni genotipi
 dlakavi vsi členki prstov (alel D)	 dlakavi le spodnji členki prstov (alel d)		
 brada z jamico (alel J)	 brada brez jamice (alel j)		
 raven palec (alel R)	 nazaj upognjen palec (alel r)		
 upognjen zadnji členek mezinca (alel U)	 raven zadnji členek mezinca (alel u)		

Avtor fotografij: Primož Pahor

3. Ugotovi, kako pogosto se posamezna dedna lastnost pojavlja pri sošolcih v razredu. Pridobljene izsledke prikaži v obliki preglednice in diagrama. Izsledke razloži in utemelji, zakaj se določene lastnosti pri tvojih sošolcih pogosteje pojavljajo kot druge.

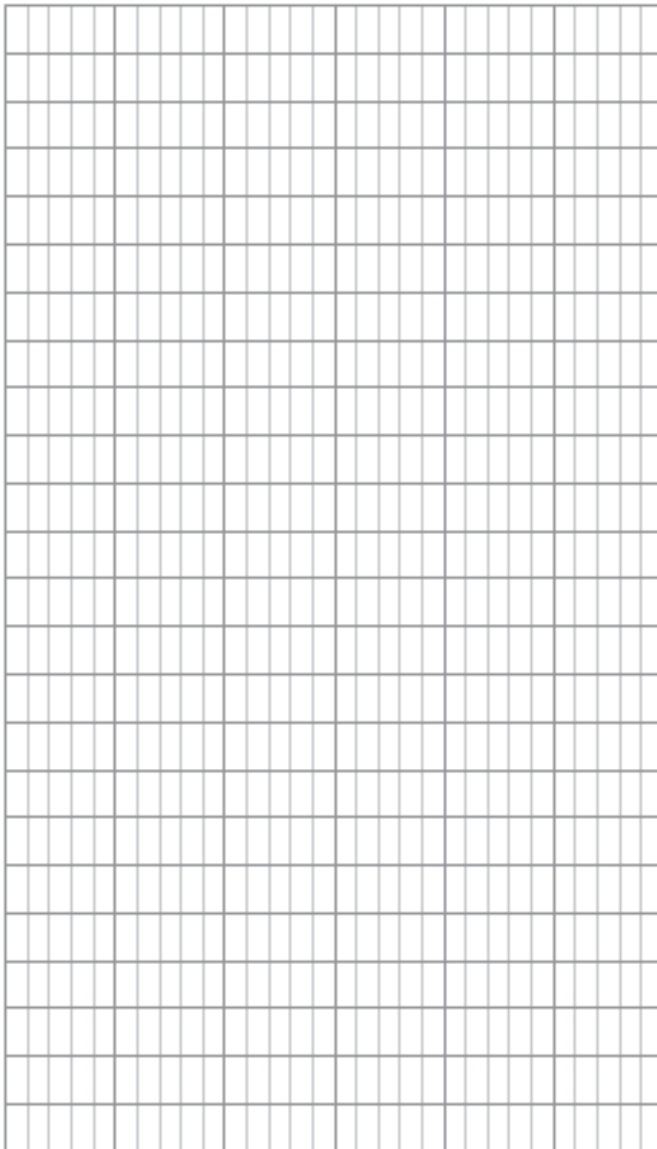
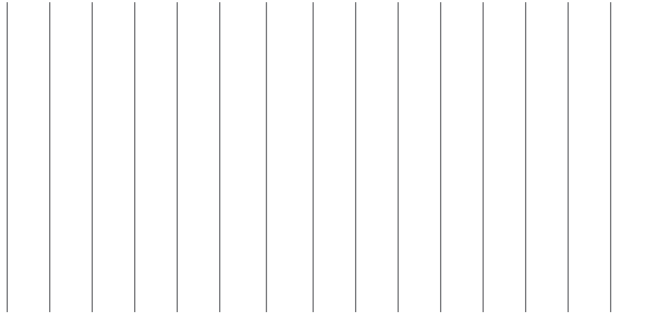
Na črto napiši naslov preglednice. V zgornjo vrstico spodnje preglednice vpiši vse dedne lastnosti, ki so zapisane v preglednici prejšnje naloge (zapis lahko skrajšaš tako, da zapišeš oznako alela), nato v spodnjo vrstico vpiši število učencev v razredu, pri katerih se je določena lastnost izrazila.

Preglednica: _____



Na črto napiši naslov diagrama. Na podlagi dobljenih podatkov na spodnjo mrežo nariši diagram. Ustrezno označi os X in Y.

Diagram: _____



Učni list 2

Razišči dedovanje genetske motnje s pomočjo sestavljanke

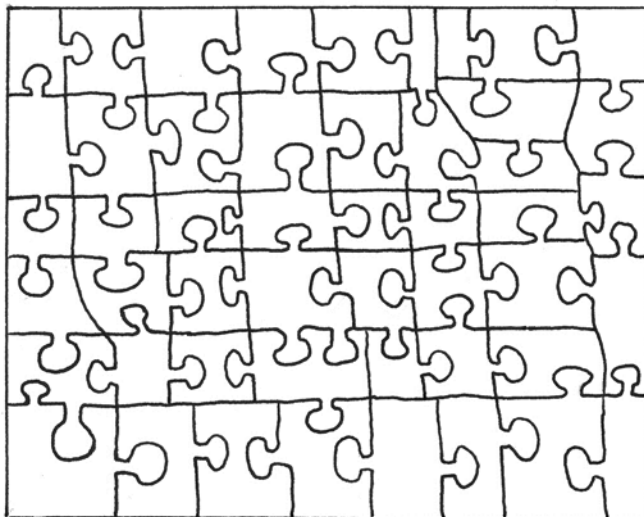


Slike sestavljanke: Laura Javoršek

Predstavljaš si, da si znanstvenik, ki raziskuje različne genetske motnje, ki se dedujejo iz roda v rod. Z različnimi metodami ugotavljaš načine dedovanja genetskih motenj in na podlagi genetskih analiz iščeš položaj spremenjenih (mutiranih) genov, ki nosijo zapise za motnjo, v genomu. Spoznaš razširjeno družino, v kateri se že nekaj rodov pri posameznih članih izraža genetska motnja. Vsi družinski člani se strinjajo, da lahko zbereš vzorce njihove DNA in začneš raziskavo.

1. Gene si lahko predstavljaš kot koščke sestavljanke

Zamisli si, da je celoten genetski zapis posameznega človeka slika, ki je sestavljena iz 46 sestavljanke (kromosomov). Vsak košček posamezne sestavljanke predstavlja gen, pri čemer ima vsak gen točno določen položaj na sestavljanke, podobno kot geni na kromosomu. Ker imamo vsi ljudje enako število kromosomov in gene, ki so organizirani na točno določen način, si lahko zamisliš, da imajo vsi člani omenjene družine enak osnovni nabor koščkov sestavljanke. Sestavljanke enega človeškega kromosoma si lahko predstavljaš npr. takole:



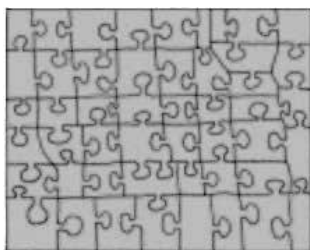
Seveda se genetski zapis, ki ga nosijo geni, nekoliko razlikuje od človeka do človeka, torej imajo člani družine določene koščke sestavljanke različne (različno obarvane). Ta raznolikost nam omogoča, da je vsak od nas poseben in neponovljiv.

2. Raznolikost koščkov sestavljanke (»genov«)

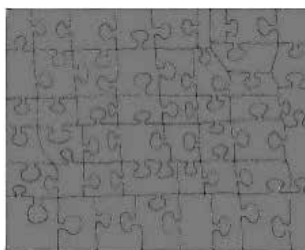
Predstavljaš si, da imajo nekateri člani družine posamezne koščke sestavljanke enake barve, spet druge pa različne barve. Le enojajčni dvojčki imajo vse koščke sestavljanke enake barve.



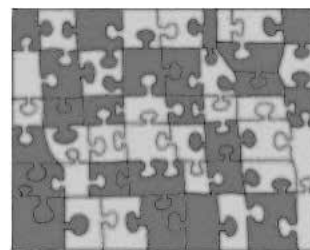
V družini lahko, na primer, zaslediš naslednje barve v sestavljanke:



mamini geni



očetovi geni

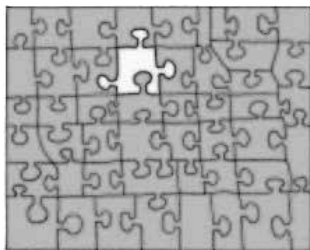


otrokovi geni

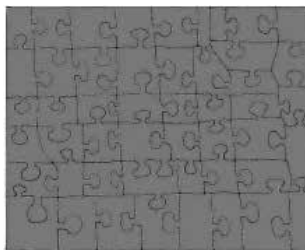
Opaziš lahko, da je otrok nekatere koščke podedoval od matere in nekatere od očeta. Pravzaprav je od vsakega od staršev dobil nekaj koščkov sestavljanke.

3. Dedovanje genetske motnje

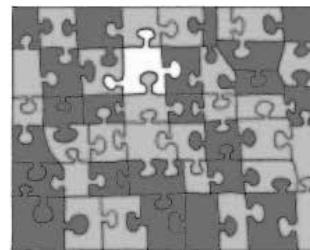
Naključna sprememba dela DNA (mutacija gena) se lahko izrazi kot bolezen oziroma motnja. Če ima eden od staršev gen za genetsko okvaro, kar prikazuje zelen košček na sestavljanke, potem ima otrok 50 odstotkov možnosti, da podeduje ta košček. Opaziš lahko, da je na spodnjem primeru otrok podedoval mutiran gen od svoje matere in ker se pri otroku genetska motnja tudi izrazi, lahko sklepaš, da se ta deduje dominantno.



mamini geni



očetovi geni



otrokovi geni

Opomba: Ker s sestavljanke ne moremo hkrati prikazati obeh alelov za določeno lastnost, ki se nahajata na homolognih kromosomih, posamezne barve koščkov sestavljanke kažejo le tisto barvo, ki se izrazi. V primeru, če se barva določenega koščka sestavljanke očeta in matere razlikuje, je barva, ki se izrazi pri otroku, dominantna lastnost. Če bi natančneje zapisali genotip, bi v omenjenem primeru ugotovili, da je otrok heterozigot za omenjeno lastnost (barvo določenega koščka). Če je otrok recesivni ali dominantni homozigot za določeno lastnost pa pomeni, da je od očeta in matere podedoval košček sestavljanke enake barve.

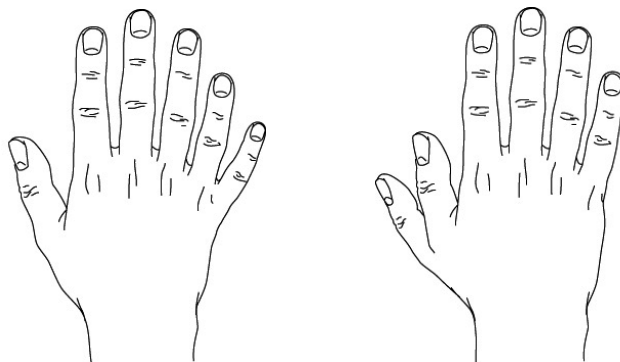
Učni list 3

Poišči košček (»gen«), ki povzroča polidaktilijo



Slike: Laura Javoršek

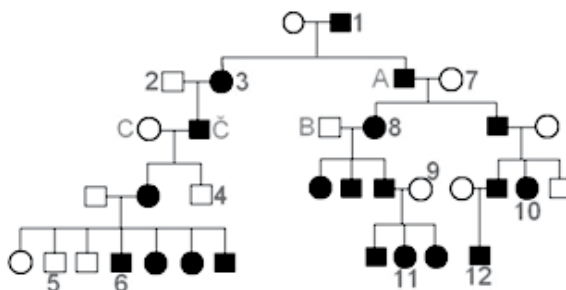
Ker si znan genetik in preučuješ različne genetske motnje, te obišče družina, pri kateri imajo nekateri člani izraženo polidaktilijo (vsaj en dodaten prst na roki).



Prosijo te, da preučiš dedovanje motnje v njihovi družini, ki se že več generacij prenaša iz roda v rod. S pomočjo informacij, ki ti jih povedo družinski člani, oblikuješ rodovnik, kjer označiš, kateri člani družine so podedovali motnjo in kateri je niso ter v kakšnem sorodstvenem razmerju so tisti posamezniki, ki so zboleli.

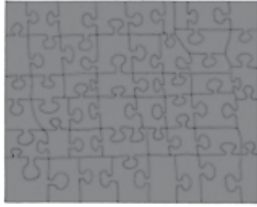
Legenda:

- zdrava ženska
- ženska z motnjo
- zdrav moški
- moški z motnjo

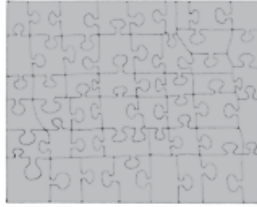


Opraviš tudi nekaj »analiz DNA« in oblikuješ primere sestavljanek za dvanajst članov omenjene družine. Zaradi varstva podatkov posamezne sestavljanke označiš s številkami in z istimi številkami označiš tudi posamezne člane družine v rodovniku.

Zdaj je na vrsti tvoj največji izziv. Želiš poiskati tisti košček sestavljanke (»gen«), ki je okvarjen in povzroča motnjo – polidaktilijo. Tu ti bodo v pomoč sestavljanke na naslednji strani.



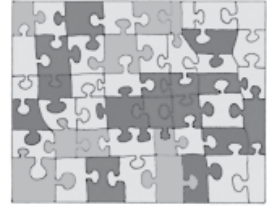
1



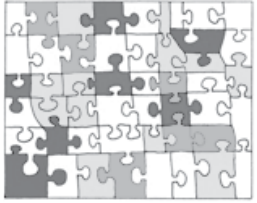
2



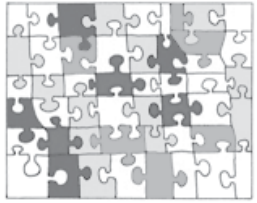
3



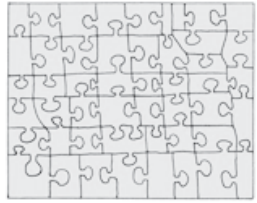
4



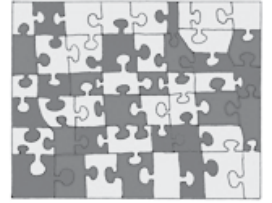
5



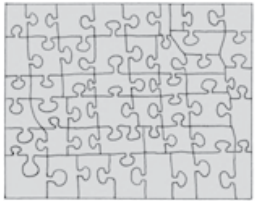
6



7



8



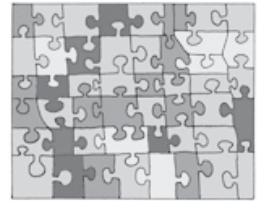
9



10



11



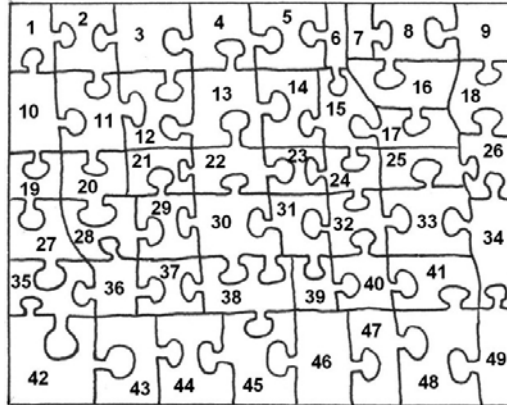
12

Učni list 4

Tvoja odkritja in predvidevanja



1. Ugotovi, kateri košček sestavljanke (»gen«) je okvarjen in povzroča polidaktilijo? Svoj odgovor utemelji.



2. Pojasni, ali se košček, ki nosi zapis za polidaktilijo, deduje recesivno ali dominantno in ali je dedovanje vezano na telesne kromosome (avtosome) ali spolne kromosome? Svoj odgovor utemelji.

3. Ugotovi, koliko različic (»alelov«) koščka 15 lahko razbereš iz sestavljanek vseh dvanajstih članov družine. Utemelji, kako je nastalo toliko različic enega koščka sestavljanke, in pojasni, zakaj se skozi rodove tudi ohranja toliko različic posameznega koščka (»gena«).



Primeri sestavljanek za člane družine, ki so označeni s črkami A, B, C in Č, niso narisani, vendar si kljub temu skušaj predstavljati, kakšne bi bile njihove sestavljanke in katerih barv bi bili koščki sestavljanek, ter odgovori na spodnja vprašanja.

4. Barve koščkov sestavljanke osebe »A« bi bile:
 - a) *temnomodre,*
 - b) *polovica temnomodre, polovica roza,*
 - c) *polovica temnozelene, polovica temnomodre.*

5. Barve koščkov sestavljanke osebe »B« bi bile:
 - a) *roza,*
 - b) *temnomodre,*
 - c) *rdeče,*
 - d) *svetlomodre.*

6. Barve koščkov sestavljanke osebe »C« bi bile:
 - a) *roza,*
 - b) *polovica temnozelene, polovica rumene,*
 - c) *temnozelene,*
 - d) *rumene.*

7. Barve koščkov sestavljanke osebe »D« bi bile:
 - a) *polovica temnozelene, četrtnina roza, četrtnina temnomodre,*
 - b) *polovica temnozelene, polovica roza,*
 - c) *četrtnina rumene, četrtnina temnozelene, četrtnina roza, četrtnina temnomodre,*
 - d) *polovica roza, polovica temnomodre.*



Odgovori na vprašanja Učnega lista 4

Tvoja odkritja in predvidevanja

1. Za polidaktilijo je odgovoren košček št. 36. Košček sestavljanke (»gen«) mora biti enake barve in mora se nahajati na enakem mestu pri vseh članih družine, pri katerih se je bolezen izrazila – to so osebe, označene s števkami 1, 3, 6, 8, 10, 11 in 12. Omenjenim kriterijem ustreza le košček št. 36. Osebe, označene s števkami 2, 4, 5, 7 in 9, imajo košček št. 36 drugače obarvan.
2. Košček za polidaktilijo leži na avtosomu in se deduje dominantno. Zato lahko opazimo, da se približno pri polovici otrok izrazi omenjena motnja, čeprav je nosilec mutiranega gena le eden od staršev. Ker se motnja skoraj v enakem deležu izrazi tako pri moških kot ženskih predstavnikih družine, lahko sklepamo, da dedovanje ni vezano na spolne kromosome.
3. Košček je pri različnih ljudeh različno obarvan. Zasledimo lahko sedem različnih barv, torej lahko rečemo, da obstaja za košček (»gen«) št. 15 sedem različic (»alelov«).

Učence spodbudimo, da odgovor utemeljijo na podlagi svojega predznanja, pri čemer lahko predvidijo, da nove različice nastajajo z mutacijami. Pri tem se nevtralne, koristne ali škodljive mutacije prenesejo na potomce in tako ohranijo tudi v naslednjih rodovih (pri tem je zanimivo, da se). Odgovor lahko povežejo tudi z genetsko raznolikostjo in s tem povezano biotsko raznolikostjo. Po potrebi nekaterim učencem pomagamo z dodatnimi podvprašanji.

Zanimivost: Pod določenimi (spremenjenimi) pogoji se lahko nekatere škodljive mutacije izkažejo kot koristne, če je to prednost za nosilca mutacije, ali nasprotno, lahko v določenih pogojih koristna mutacija postane škodljiva.

4. Barve koščkov sestavljanke osebe »A« bi bile: b) polovica temnomodre, polovica roza.
5. Barve koščkov sestavljanke osebe »B« bi bile: a) roza.
6. Barve koščkov sestavljanke osebe »C« bi bile: d) rumene.
7. Barve koščkov sestavljanke osebe »D« bi bile: a) polovica temnozelene, četrtnina roza, četrtnina temnomodre.

2.1.5 Kako preprečiti zmote pri razumevanju osnovnih genetskih pojmov in dedovanja

Dr. Helena Črne Hladnik, Gimnazija Šiška

Povzetek

S šolskim letom 2011/12 se je v osnovnih šolah začelo uvajanje posodobljenega učnega načrta za biologijo. Ključna novost je med drugim tudi ta, da po novem učnem načrtu učenci devetega razreda sistematično obravnavajo vsebinska sklopa Dedovanje in Evolucija. Učitelji vemo, da so te teme zanimive in hkrati težavne za poučevanje in učenje. Številne raziskave kažejo, da številni učenci tudi po obdelavi genetskih vsebin ohranijo svoje izvirne (napačne) predstave glede lokacije dedne informacije in prenosa le-te na potomce. Pomembno je, da je učitelj pozoren in poskuša prepoznati morebitne napačne predstave, ki jih imajo učenci že v samem izhodišču. Za razumevanje osnovnih načel mendelske genetike je pomembno, da učenci razumejo:

- *in si čim bolj jasno predstavljajo pojme, kot so celica, jedro, kromosomi, geni/aleli, DNA, in odnose med njimi;*
- *vlogo kromosomov ter fizični odnos med geni in kromosomi;*
- *gibanje kromosomov v procesih mitoze, mejoze in oploditve.*

Povezava z biološkimi koncepti in cilji iz učnega načrta za biologijo

- H – Dedovanje (H1); 9. razred
- C – Celica in dedovanje C1 (7-14); 8. razred
- D – Zgradba in delovanje človeka D11 (4-5); 8. razred

Uvod

V uvodu na kratko povzemam izsledke raziskav in priporočila za uspešnejše poučevanje genetike. Na podlagi rezultatov več študij (Wood-Robinson s sod., 2000, Benet in Ayuso, 2000, Lewis in sod. 2000, Lewis in Kattmann, 2004), ki so preučevale znanje in razumevanje genetike in dedovanja v populaciji 15-letnikov, so se kot težavnejši izkazali naslednji vidiki celične genetike:

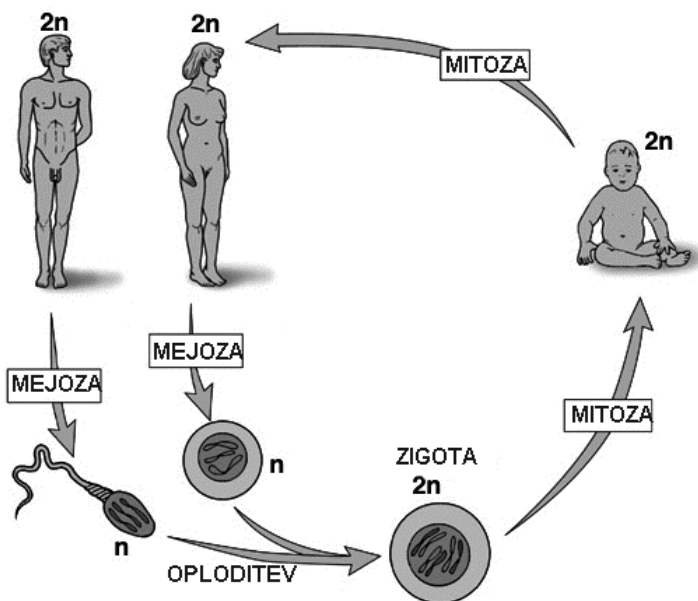
- Vse telesne celice določenega organizma imajo enake kromosome, gene in gensko informacijo (ne glede na to, kakšno nalogo celice opravljajo), saj nastanejo z mitotsko delitvijo.
- V različnih telesnih celicah se geni lahko različno izražajo (»prižiganje« in »ugašanje« genov).
- Geni ležijo na kromosomih in celice imajo običajno po dve kopiji vsakega gena (dva alela).
- Pred vsako mitotsko delitvijo se s podvojitvijo kromosomov podvoji tudi genska informacija (shranjena na kromosomu).

- Med mejozo se število kromosomov zmanjša za polovico, po oploditvi pa je število kromosomov v celici ponovno diploidno.
- Proces, pri katerem se zmanjša število kromosomov na polovico, je naključen. Obstaja veliko različnih kombinacij kromosomov, ki lahko vstopijo v določeno spolno celico. K večji genski raznolikosti spolnih celic prispeva tudi prekrivanje.
- Lastnosti organizmov določajo beljakovine, zgradba beljakovin pa je zapisana v genih.

Učitelji se lahko izognemo nekaterim težavam pri poučevanju genetike in dedovanja tako, da predhodno z učenci ponovimo/utrdimo vsebine, kot so zgradba celice, spolno razmnoževanje človeka, proces mitoze in rast človeka. Zelo pomembno pa je tudi razumevanje mejoze, s katero nastajajo gensko različne spolne celice. Pri poučevanju mitoze in mejoze naj bi bil poudarek predvsem na rezultatih teh dveh procesov (ohranjanje genetske informacije oz. tvorba gensko različnih haploidnih spolnih celic).

Predvsem razumevanje mejoze je nujno za razvoj ustreznega konceptualnega znanja mehanizmov dedovanja. Če učenci niso sposobni povezati mejoze z ločevanjem genov/alelov, lahko pričakujemo, da bodo imeli težave pri razumevanju genetskih vprašanj.

Na koncu osmega razreda naj bi učenci obravnavali razmnoževanje človeka oz. razvojni krog človeka (slika 1). To je vsekakor dobro izhodišče za prehod na dedovanje, ki se obravnava na začetku devetega razreda. Prek razvojnega kroga človeka lahko učenci osmislijo pomen treh procesov – mitoze, mejoze in oploditve, ki so ključni za razumevanje dedovanja.



Slika 1: Razvojni krog človeka. Prirejeno po: http://www.southtexascollege.edu/nilsson/4_GB1_LearnRes_fa10_f/4_GB1_LearnRes_Web_Ch10.htm (9. 5. 2013).

Učenje genetike zahteva določeno stopnjo abstraktnega mišljenja. Učitelj naj bi pri poučevanju izhajal iz splošnih vidikov, ki naj bi jih povezal s konkretnim mišljenjem. Priporočljivo je začeti s poučevanjem dedovanja opaznih človeških lastnosti. Sledilo naj bi uvajanje v globlje vsebine, kot so lokacija genetske informacije na kromosomih, ugotavljanje odnosa med kromosomi in geni ter nekatere lastnosti alelov, kot so homo- in heterozigotnost ter dominantnost oz. recesivnost. Prav tako je za učence lažje in zanimivejše, če pri razlagi obravnavamo primere iz človeške genetike. Učenci lahko na primer v razredu zbirajo podatke o nekaterih svojih fenotipskih značilnostih (slika 2). Če učenci raziskujejo pojavnost posameznih lastnosti v razredu, lahko ugotavljajo tudi pogostnost posameznih lastnosti. Pri tem pa jih je treba opozoriti, da večja pogostnost določene lastnosti ne pomeni, da je ta lastnost »boljša«. Včasih so neke lastnosti preprosto pogostejše od drugih.



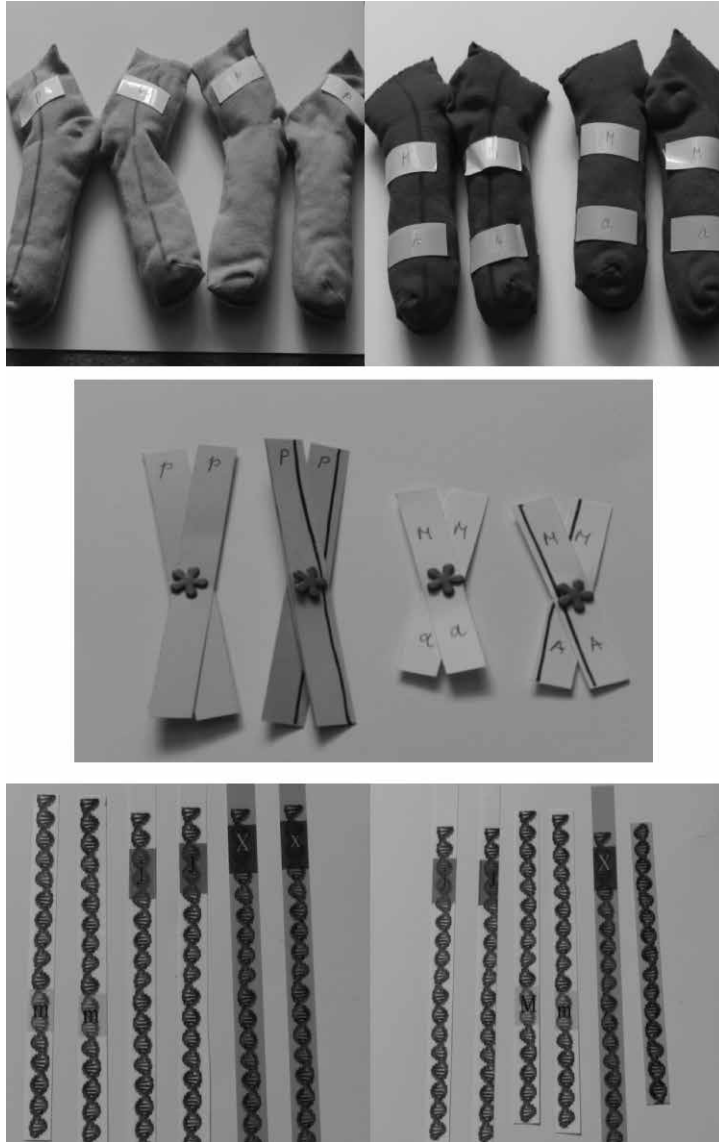
Slika 2: Fenotipski značilnosti, kot sta prirastlost oz. nepriraslost ušesne mečice in pegavost oz. nepegavost (Vir: Helena Černe Hladnik).

Za učence je lahko zelo impresivno, če pri uvedbi (ponovitvi) pojma kromosom pokažemo fotografijo kromosomov, ki spominjajo na nogavice (slika 3). Ob tem lahko uvedemo še pojem kariotip in haploidni oz. diploidni genom. Haploidni genom si lahko predstavljamo, če iz vsakega »para nogavic« (para homolognih kromosomov) odstranimo eno »nogavico« (en kromosom).



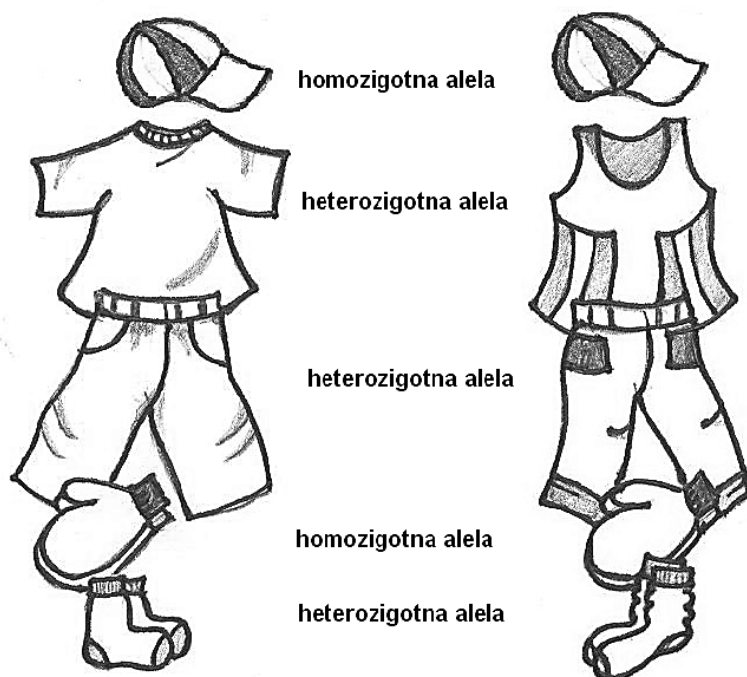
Slika 3: Grafični prikaz človeških kromosomov (kariotip), ki imajo črtast videz in so podobni črtastim nogavicam (Vir: S. Slavič Kumer).

Prav tako se priporoča, da učitelj pri razlagi abstraktnejših pojmov, kot so kromosom, gen, alel in DNA, uporabi razne sheme, modele ali analogije. Modele lahko učenci izdelajo tudi sami. Slika 4 prikazuje nekaj primerov kromosomskih modelov.



Slika 4: Kromosomski modeli (sokosomi ali »nogavični kromosomi«, kromosomi iz papirnatih in plastificiranih trakov) – zgornja vrstica podvojene kromosomi, spodnja vrstica nepodvojene kromosomi (avtorica fotografij: Helena Črne Hladnik).

Pri kariotipu lahko omenimo tudi pojem alel oz. različne pojavne oblike določenega gena oz. genske različice, ki nastajajo z mutacijami. Za utrditev pojmov (kromosom, gen in alel) lahko učenci ustvarijo gigantski model para homolognih kromosomov (slika 5). V ta namen uporabijo različna oblačila. Določena vrsta oblačila (hlače, majica, nogavice ipd.) predstavlja specifičen gen na kromosomu. Različice vrste oblačila (na primer majici različnih barv) pa predstavljajo genske različice oz. alele. Oblačila lahko učenci v zaporedju spnejo med seboj. Ob omenjenem modelu lahko učitelj uvede še pojma homozigotna in heterozigotna alela. Ob heterozigotnem paru alelov pa še pojem dominanten oz. recesiven alel.



Slika 5: Gigantski model para homolognih kromosomov (Vir: S. Slavič Kumer).

Mendelska genetika preučuje primere, pri katerih majhno število genov vpliva na kvalitativne lastnosti, na primer na barvo in obliko. Pri tem se lastnosti pogosto dedujejo kot dominantno ali recesivno, vplivi okolja na izražanje teh lastnosti pa so zanemarljivi. Prej omenjene lastnosti človeka, kot so priraslost/nepiraslost ušesne mečice, barva oči, zvižanje/nezvižanje jezika, nadpovprečna gibljivost palca, desničarstvo/levičarstvo, niso idealni primeri za pojasnjevanje osnovnih načel mendelske genetike. Če učitelj uporabi te primere, je treba poudariti, da primeri niso tako enostavni in da na večino naših lastnosti vpliva več genov (lahko tudi okolje).

Včasih lahko nekateri učenci tudi predpostavijo, da je za dominantne lastnosti značilno, da so pogostejše od recesivnih lastnosti. V resnici pa ima pogostnost malo opraviti s tem, ali je lastnost recesivna ali dominantna. To pomeni, da dominantna lastnost v primerjavi z recesivno ni nujno pogostejša v populaciji. Na primer pritlikavost in polidaktilija (večprstnost) sta dominantni lastnosti in nista tako pogosti.

Praktične dejavnosti

V nadaljevanju sta opisani dve praktični dejavnosti. Učitelj lahko uporabi že pripravljene učne liste in jih poljubno spremeni.

Viri in literatura

Uporabljeni viri

- 1 Chinnici, J. P., Neth, S. Z., Sherman, L. R. (2006). Using »Chromosomal Socks« to demonstrate ploidy in mitosis and meiosis. *The American Biology Teacher*, 68/2: 106–109.
- 2 Lewis, J., Leach, L., Wood-Robinson, C. (2000). Chromosomes: the missing link – young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *Journal of Biological Education*, 34/4: 189–199.
- 3 Lewis, J. & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, 26/2: 195–206.
- 4 Prevoršek, Z., Razpet, A. (2010). Dedovanje dlake pri mačkah. *Proteus*, 4/73: 155–160.
- 5 Wood-Robinson, C., Lewis, J., & Leach, J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35/1, 29–36.

Priporočena literatura

- 1 Berry, D. (2003). *Molecular Visualisations of DNA*. Dostopno na: www.wehi.edu.au/education/wehitv/molecular_visualisations_of_dna/ (9.5.2013).
- 2 Hughes, V. (2012). *Fitting in: The last word of nothing*. Dostopno na: www.lastwordonnothing.com/2012/02/24/fitting-in/ (9. 5. 2013).
- 3 Kyrk, J. (2013). *Mitosis in a simple animal cell division with one pair of chromosomes. Cell biology animation*. Dostopno na: www.johnkyrk.com/mitosis.html (9. 5. 2013).
- 4 Kyrk, J. (2013). *Meiosis (double cell division) in an animal cell with one pair of chromosomes. Cell biology animation*. Dostopno na: www.johnkyrk.com/meiosis.html (9. 5. 2013).
- 5 *Learn Genetics (Genetic Science Learning Center)*. Dostopno na: learn.genetics.utah.edu/content/begin/traits/ (9. 5. 2013).

Priloge



Učni list 1: Mitoza, mejoza in oploditev

Učni list 2: Dedovanje lastnosti

Priloga 3: Vprašanja za preverjanje mitoze in mejoze



Učni list 1

Mitoza, mejoza in oploditev

Namen dejavnosti:

- razumevanje genetskih pojmov, kot so gen, alel, kromosom (podvojeni/nepodvojeni);
- seznanitev s procesom mitoze, mejoze in oploditve.

Pred dejavnostjo morajo biti učenci seznanjeni s pojmi kromosom – podvojen/nepodvojen in geni/aleli. Priporočljivo je, da si pred tem ogledajo kakšno animacijo o tem, kako se v jedru med mitozo oz. mejozo oblikujejo kromosomi, in o samem procesu mitotske in mejotske delitve. Povezave do omenjenih vsebin so zapisane v priporočenem gradivu.

Dejavnost se začne že z oblikovanimi kromosomi. Učence je treba opozoriti na to, da so kromosomi v celici vidni le ob celični delitvi. Oblikujejo se na začetku mitoze oz. mejoze.

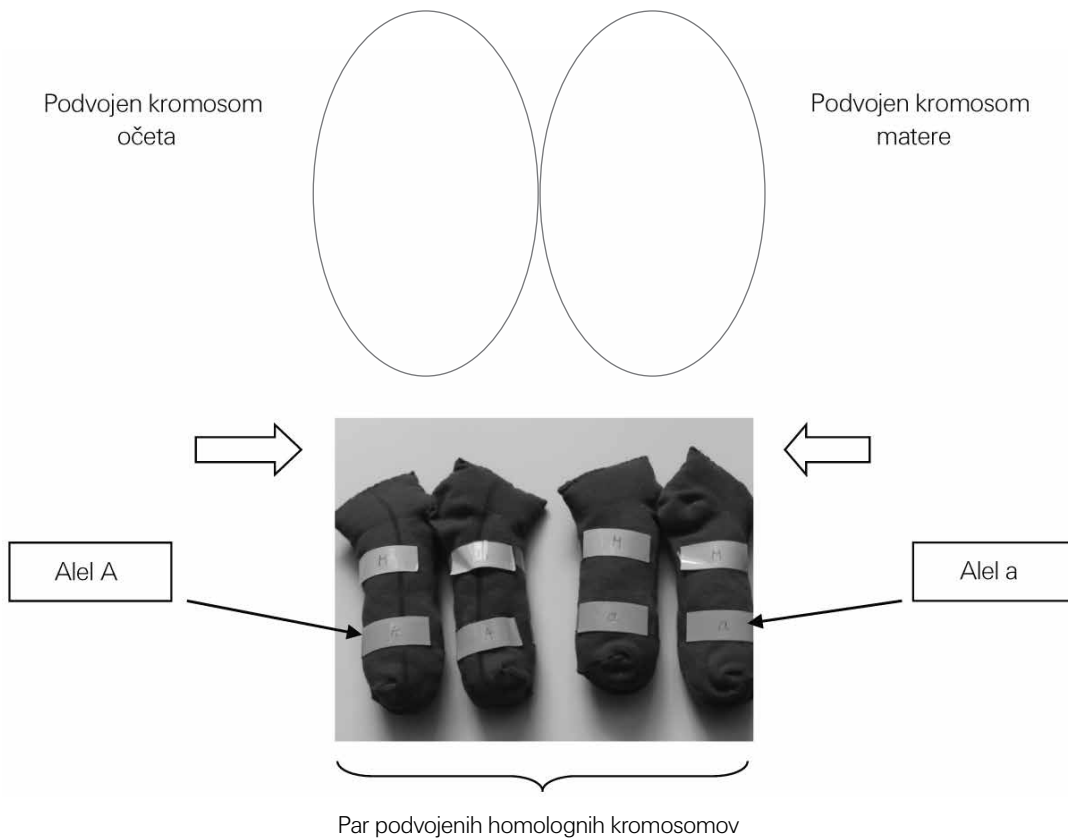
Prav tako je treba učencem omeniti, da gre tako pri animacijah o mitozi in mejozi kot pri dejavnosti za poenostavitev glede števila kromosomov v celici. Učenci delajo samo z enim oz. z dvema paroma homolognih kromosomov, medtem ko je v telesnih celicah človeka 23 parov kromosomov. Prav tako je treba poudariti, da je dejansko na kromosomih lahko nanizanih več sto ali tisoč genov. Pri dejavnosti pa opazujemo največ dva gena. Pomemben dogodek, ki se zgodi med mejozo, je tudi prekrížanje. Pri dejavnosti, v kateri učenci ponazarjajo mejozo s kromosomskimi modeli, smo ta dogodek zanemarili. Dejavnost lahko poenostavimo tudi tako, da ne uporabljamo pojma »sestrske kromatide«, ampak govorimo samo o podvojenih oz. nepodvojenih kromosomih.

Ponazoritev mitoze s sokosomi (nogavičnimi kromosomi) ali s papirnatimi trakovi

Ponazoritev mitoze začnete na stopnji, ko se je DNA že podvojila in oblikovala v **podvojene kromosome**.

Vzemite dva modela podvojenih kromosomov, ki imata različne genske alele za albinizem. Na kromosomih so tudi aleli, ki vplivajo na priraslost/nepiraslost ušesne mečice. Par podvojenih kromosomov je enake barve, kar pomeni, da sta kromosoma **homologna**. Na enem izmed podvojenih kromosomov so vzdolžne črte, ki označujejo, da je ta kromosom oseba dobila od očeta. Kromosom brez črt pa izvira od mame.

1. Spodnja slika prikazuje par podvojenih homolognih kromosomov, ki jih uporabite za ponazoritev gibanja kromosomov med mitozo; **razporeditev v ravnini, ločitev sestrskih kromatid vsakega kromosoma**. Svoje roke uporabite za ponazoritev niti delitvenega vretena, ki vlečejo sestrske kromatide na nasprotna pola celice.



2. V naslednjem koraku uporabite še druga dva modela podvojenih kromosomov, ki imata različne alele za pritlikavost. Uporabite vse štiri modele podvojenih kromosomov za ponazoritev mitoze; **razporeditev kromosomov v ravnini in ločevanje sestrskih kromatid**. Dopišite rezultate v spodnjo preglednico.



	AA ali Aa ali aa?	PP ali Pp ali pp?
Kateri aleli so v celici pred podvojitvijo DNA?		
Kateri aleli so v hčerinskih celicah po mitotski delitvi?		



3. Ali so aleli v hčerinskih celicah po mitozii enaki ali različni od alelov v izvirni (materinski) celici?
4. Ključni pomen mitoze je v tem, da zagotavlja ohranjanje dednega materiala. Pojasnite, kateri proces omogoča, da vsaka hčerinska celica po mitozii dobi povsem enake alele, kot jih ima izvorna celica!

Mejoza

Skoraj vse celice v našem telesu nastajajo z mitozii. Edina izjema so semenčice in jajčeca, ki nastajajo z **mejozo**.

Med oploditvijo se jajčece in semenčica združita v eno celico, imenovano zigota, ki vključuje kromosome obeh. Z mitotsko delitvijo zigote se začne razvoj človeškega zarodka.

Zakaj v našem telesu jajčeca in semenčice ne morejo nastajati z mitotskimi delitvami?

1. Naše telesne celice imajo 46 kromosomov (23 parov homolognih kromosomov). Predpostavljam, da bi jajčeca in semenčice nastajala z mitozii. Koliko kromosomov bi imelo jajčece oz. semenčice? _____
2. Če bi se take semenčice združile s takimi jajčeci v zigoto (vsak prispeva vse svoje kromosome v zigoto), koliko kromosomov bi vsebovala zigota? _____
3. Kolikšno naj bi bilo število kromosomov v zigoti, da bi imele otrokove telesne celice normalno število kromosomov?
4. Če bi v telesu spolne celice nastajale z mitozii, bi imela zigota preveč kromosomov. Koliko kromosomov naj bi imela jajčece in semenčica, da bi z njuno združitvijo nastala normalna zigota? _____

Z mejozo se število kromosomov v spolnih celicah zmanjša za polovico. Na primer pri človeku nastanejo z mejozo jajčeca in semenčice, ki imajo vsak po 23 kromosomov, to je po en kromosom od vsakega para homolognih kromosomov. Zaradi omenjenega mejosi drugače rečemo tudi redukcijska delitev.

Ko se ob oploditvi jajčece in semenčica združita, ima zigota 23 parov homolognih kromosomov, enega od kromosomov prispeva jajčece, drugega pa semenčica. Tako ima zigota 46 kromosomov. Zigota se naprej deli z mitotskimi delitvami, tako da ima nastajajoči zarodek oz. plod v vseh svojih celicah 46 kromosomov.

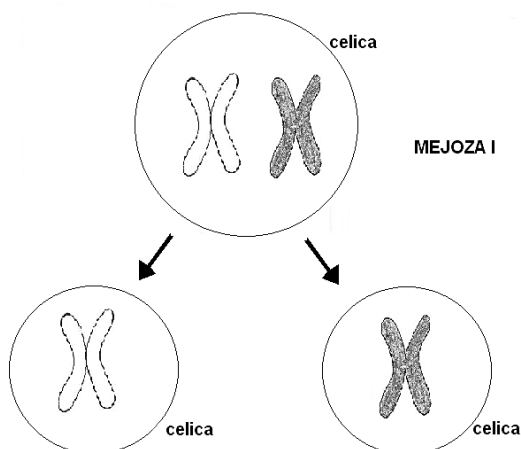
Mejoza – dve zaporedni delitvi vodita do nastanka haploidnih semenčic in jajčec

Pred mejozo se DNA vsakega kromosoma podvoji. Z mejotsko delitvijo se število kromosomov v celici zmanjša za polovico.



Mejoza I

Na začetku mejoze I se pari (podvojenih) homolognih kromosomov razporedijo drug zraven drugega v ravnini celice in se v naslednjem koraku ločijo. Posledica tega je, da imata novonastali celici le polovično število kromosomov.

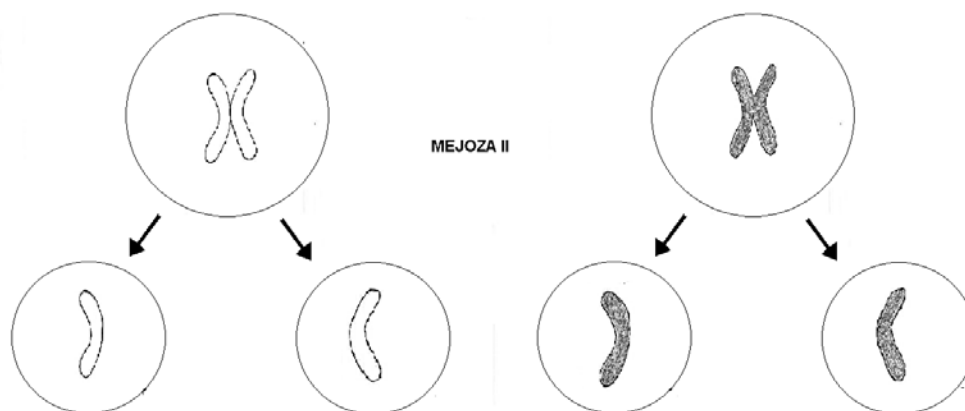


(Vir: S. Slavič Kumer)

1. Primerjajte kromosome v dveh hčerinskih celicah, ki nastaneta z mejozo I. Ali imajo ti kromosomi enake alele?
2. Označite sestrski kromatidi kromosoma v prvi hčerinski celici, prikazani na zgornji sliki.

Mejoza II

Mejoza II poteka tako kot mitoz; sestrski kromatidi vsakega kromosoma se ločita, tako da dobi vsaka hčerinska celica po eno kopijo kromosoma.



(Vir: S. Slavič Kumer)

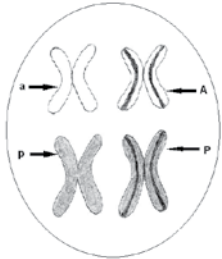
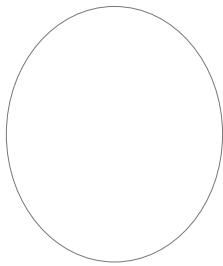
3. Na zgornji sliki označite celice, ki predstavljajo potencialno semenčice ali jajčeca, nastala z mejozo.



Ponazoritev mejoze s sokosomi ali s papirnatimi trakovi

Vzemite dva modela podvojenih kromosomov, ki imata različne genske alele za albinizem (A, a). Na kromosomih so tudi aleli, ki vplivajo na priraslost/nepiraslost ušesne mečice (M, m). Par podvojenih kromosomov je enake barve, kar pomeni, da sta **homologna**. Na enem izmed podvojenih kromosomov so vzdolžne črte, ki označujejo, da je ta kromosom oseba dobila od očeta. Kromosom brez črt pa izvira od mame.

1. S parom podvojenih kromosomov ponazorite gibanje kromosomov med mejozo I in mejozo II. Uporabita roke za ponazoritev niti delitvenega vretena, ki vlečejo kromatide na nasprotna pola celice.
2. Pri prejšnji nalogi ste vadili mejozo z diploidno celico, ki ima alelno kombinacijo oz. genotip Aa. Kakšen je genotip haploidnih jajčec in semenčic, ki nastanejo z mejozo:
 ____ A ali a; ____ AA ali aa; ____ Aa. S kljukico označite pravilni odgovor.
3. V naslednjem koraku uporabite še par homolognih kromosomov, ki imata različne alele za pritlikavost (P, p). Uporabite vse štiri podvojene kromosome za demonstracijo mejoze v celici, ki ima dva homologna kromosoma in genotip (alelno kombinacijo) AaPp. Začnite razporejati pare v ravnini celice na začetku mejoze I. Bodite pozorni na to, da obstaja več kot ena možnost razporeditve parov kromosomov med mejozo I. Z modeli ponazorite obe mogoči razporeditvi kromosomov.
4. Rezultat vrišite v spodnjo preglednico.

Kromosomi na začetku mejoze I	 <p>(Vir: S. Slavič Kumer)</p>	
Genotip jajčec ali semenčic	____ ali ____	____ ali ____

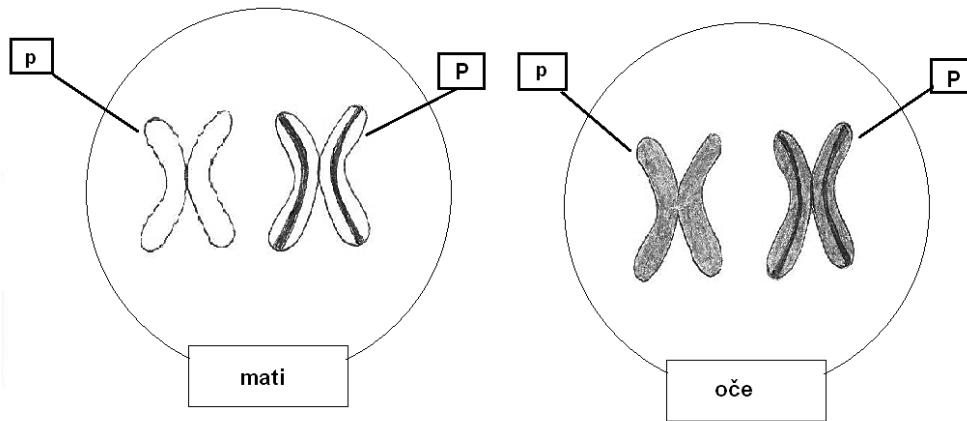
Pomen mejoze in oploditve za razumevanje genetike

Pri tej dejavnosti nas bo zanimalo, kako dogodki med mejozo in oploditev vplivajo na genotip zigote in otroka, ki se razvije iz nje.

Čeprav imajo bratje in sestre iste starše, obstajajo med njimi določene razlike. K tem razlikam prispevajo dogajanja med mejozo in naključna oploditev, ki vodijo do nastanka različnih kombinacij alelov v vsakem otroku.



Za razumevanje izvora omenjene genetske raznolikosti si zopet lahko pomagamo s ponazoritvijo mejoze in oploditve. Nalogo bomo poenostavili tako, da bomo opazovali samo en par podvojenih homolognih kromosomov v celici, ki ima samo en gen. Tako na očetovem kot materinem kromosomu ima ta gen različna alela, kot kaže spodnja slika.



(Vir: S. Slavič Kumer)

1. Poglejte samo označene alele in predvidite, koliko različnih vrst jajčec in semenčic bosta oče in mati proizvedla med mejozo. Navedite genotipe različnih jajčec in semenčic.

Različne semenčice lahko oplodijo različna jajčeca in nastanejo zigote (in s tem otroci) z različnimi kombinacijami kromosomov mame in očeta.

Ponazoritev mejoze in oploditve s sokosomi ali s papirnatimi trakovi

Eden v paru naj prevzame vlogo očeta in ponazori mejozo ter nastanek različnih semenčic. Drugi pa naj se vživi v vlogo matere in ponazori nastanek jajčec. Nato uporabita eno izmed semenčic za oploditev jajčeca. Zigota, ki bo nastala, bo imela par homolognih kromosomov, pri čemer bo eden izviral iz jajčeca, drugi pa iz semenčice.

Poskusite proizvesti vse možne zigote, tako da parite različne semenčice z različnimi jajčnimi celicami.

1. Napišite tri različne kombinacije alelov, ki se po oploditvi lahko pojavijo v zigoti.
2. Čeprav imajo starši različna alela za ta gen, imajo lahko nekateri otroci obe kopiji enakih alelov. Razloži, kako to, da ima otrok drugačen genotip kot starši.

Učni list 2



Dedovanje lastnosti

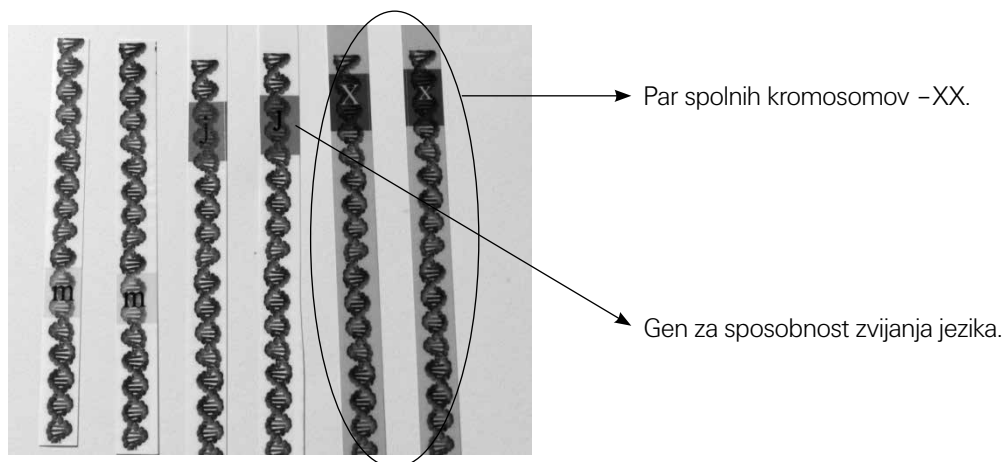
Namen dejavnosti

- Spoznavanje osnovnih zakonitosti dedovanja (dominantno-recesivno in spolno vezano dedovanje na kromosomu X).

Pred začetkom dejavnosti morajo biti učenci seznanjeni s procesom mejoze in genetskimi pojmi, kot so kromosom, gen/alel ter genotip in fenotip. Pri tej dejavnosti učenci v parih na enostaven način posnemajo proces ločevanja homolognih kromosomov med mejozo I. Aleli, ki so nanizani na homolognih kromosomih, se tudi ločijo in razporedijo po eden iz para v vsako spolno celico (semenčico ali jajčno celico).

Uvodna navodila za učence

1. Porazdelite se v dvojice, če je mogoče, tako da sta skupaj fant in dekle. Vsak učenec v paru dobi v kuverti plastificirane trakove, ki predstavljajo kromosome. Na kromosomih so z barvnimi progami označena mesta, kjer ležijo geni (aleli).
2. Vzemite kromosome iz kuverte in pazite, da jih ne pomešate s kromosomi vašega partnerja. Trakove razvrstite v pare po velikosti in barvi. Vsak učenec dobi štiri bele in dva barvna trakova (kromosome). Dva daljša in dva krajša bela trakova predstavljata homologne pare nespolnih kromosomov (avtosomi), barvni trakovi pa so spolni kromosomi. Spol, ki ga »prevzamete« v dejavnosti, je določen z barvnima trakovoma. Če imate dva roza trakova, predstavljate ženski spol (XX), in če imate en roza in en moder trak, ste v vlogi moškega (XY).



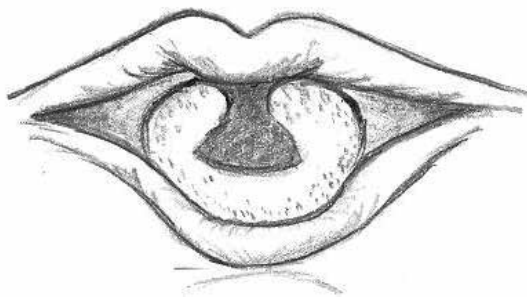
Slika 1: Plastificirani trakovi – kromosomi učenke, ki je v vlogi bodoče matere (foto: Helena Črne Hladnik).



1. Ugotavljanje lastnosti bodočih staršev

Predstavljajte si, da ste v vlogi enega izmed staršev, in ugotovite svoje lastnosti, prikazane na kromosomih.

Sposobnost zvijanja jezika (daljša bela trakova)



Slika 2: Sposobnost zvijanja jezika (vir: S. Slavič Kumer).

Sposobnost zvijanja jezika je dominantna lastnost v primerjavi z nesposobnostjo in gen, ki določa to lastnost, je označen na kromosomih z veliko črko **J**. Recessivna (prikrita) omenjena lastnost pa je označena z enako malo črko **j**.

S trakov prepisite alele očeta in matere ter razložite njune lastnosti glede zvijanja jezika. Upoštevajte, da se dominantna lastnost (alel) izrazi ne glede na to, kakšen je drugi homologni alel. Recessivna lastnost (alel) pa je v navzočnosti dominantnega alela zatrta in se izrazi le, kadar je drugi alel enak.

Aleli očeta: _____ Sposobnost zvijanja jezika: DA NE

Aleli matere: _____ Sposobnost zvijanja jezika: DA NE

Priraslost ušesne mečice (krajša bela trakova)



Slika 3: Prirasla ušesna mečica



Slika 4: Neprirasla ušesna mečica (Vir: S. Slavič Kumer)

Priraslost ušesne mečice je dominantna lastnost v primerjavi z nepriraslostjo in gen, ki določa to lastnost, je označen na kromosomih z veliko črko **M**. Recessivna (prikrita) omenjena lastnost pa je označena z enako malo črko **m**.

S trakov prepisite alele očeta in matere ter razložite njune lastnosti glede zvijanja jezika.



Upoštevajte, da se dominantna lastnost (alel) izrazi ne glede na to, kakšen je drugi homolojni alel. Recesivna lastnost (alel) pa je v navzočnosti dominantnega alela zatrta in se izrazi le, kadar je drugi alel enak.

Aleli očeta: _____ Priraslost ušesne mečice: DA NE

Aleli matere: _____ Nepriraslost ušesne mečice: DA NE

Obolenost za hemofilijo (barvna trakova)

Hemofilija je bolezen, ki se kaže kot motnja pri strjevanju krvi in je posledica dedne okvare gena na kromosomu **X**.

Velika črka **X** označuje dominanten, normalno delujoč gen, ki tvori beljakovino, potrebno za strjevanje krvi. Mala črka **x** pa pomeni, da je gen mutiran in da ne tvori beljakovine za strjevanje krvi.

Aleli očeta: _____ Ali je hemofilik? _____

Zakaj oče nima dveh alelov za omenjeno lastnost?

Aleli matere: _____ Ali je mati prenašalka? _____

2. Ustvarjanje družine

1. Učenec v vlogi očeta skriva en par homolognih kromosomov (na primer par daljših belih trakov) za svojim hrbtom tako, da ima v vsaki roki po en kromosom. »Mama« izbere eno od očetovih rok in s tem izbere tudi enega od kromosomov, ki pripada bodočemu otroku. Izbrani kromosom položi pred seboj na mizo, drugega pa vrne v očetovo vrečko.
2. Opisani postopek ponovita še za drugi par homolognih kromosomov in par spolnih kromosomov. Ko to opravita, zamenjata vlogi in »oče« izbira kromosome bodočega otroka.
3. Ob koncu »igre« imata pred seboj celotno zbirko kromosomov z ustreznimi geni, ki določajo nekatere lastnosti njunega bodočega otroka.

3. Ugotavljanje otrokovih lastnosti

1. Razvrstite otrokove kromosome v pare in ugotovite otrokove lastnosti (fenotip). Odgovorite na spodnja vprašanja.
2. Kakšnega spola je otrok? _____
3. Ali ima sposobnost zvijanja jezika? _____
4. Kakšen je njegov genotip za omenjeno lastnost? _____
5. Ali ima prirasle ušesne mečice? _____
6. Kakšen je njegov genotip za omenjeno lastnost? _____

7. Ali ima otrok hemofilijo? _____
8. Ali je otrok prenašalec hemofilije? _____
9. Razložite, zakaj so ženske lahko prenašalke hemofilije, same pa ne zbolijo (zbolijo le zelo redko)?

10. Razložite, zakaj se hemofilija mnogo pogosteje pojavlja pri moških kot pri ženskah?



4. Urejanje preglednice z ustreznimi podatki

1. S partnerjem načrtujeta tri otroke, zato opisani postopek ponovita še dvakrat in podatke vpišita v spodnjo preglednico.

	zvijanje jezika	ušesna mečica	hemofilija	spol
1. otrok				
2. otrok				
3. otrok				

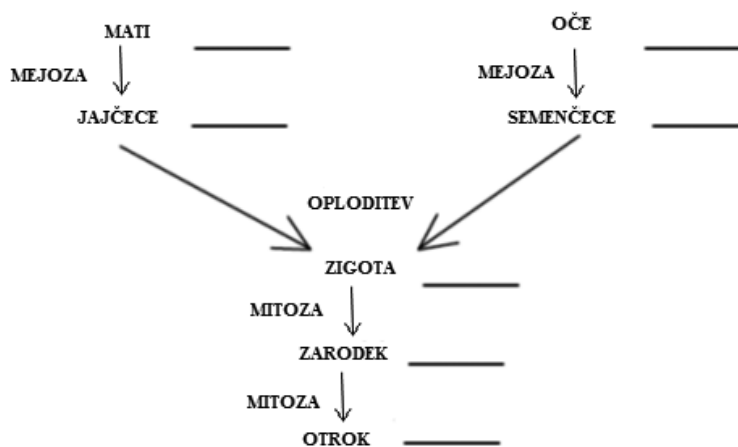
5. Vračanje ustreznih kromosomov v vrečke očeta in matere.

6. Zbiranje podatkov vseh starševskih parov celotnega razreda.

Priloga 3

Vprašanja za preverjanje mitoze in mejoze

1. Vsak od nas se je razvil iz ene same celice. Kako se lahko ena sama celica razvije v telo, grajeno iz 10 trilijonov celic?
2. Celične delitve ves čas potekajo tudi v odraslem telesu. Zakaj je to potrebno?
3. Navedite razlike med mitozo in mejozo.
4. Kaj imata procesa mitoze in mejoze skupnega?
5. Ponovite bistveno, kar ste se do zdaj naučili, tako da dopolnite spodnji diagram. Na črte dopišite ustrezno število kromosomov v človeških celicah.



6. Če bi vzeli dve celici iz Matjaževega prsta, ali bi bila genetska informacija v teh dveh celicah enaka/različna?
7. Če bi vzeli eno celico iz Matjaževega prsta in drugo iz njegovih možganov, ali bi bila genetska informacija v teh dveh celicah enaka/različna?
8. Če bi vzeli eno celico iz Matjaževega prsta in drugo iz njegove semenčice, ali bi bila genetska informacija v teh dveh celicah enaka/različna?
9. Če bi vzeli dve Matjaževi semenčici, ali bi genetska informacija v teh dveh celicah enaka/različna?
10. Če bi vzeli celico iz Matjaževega prsta in iz Tonetovega prsta (nista enojajčna dvojčka), ali bi genetska informacija v teh dveh celicah enaka/različna?

2.2 Zgradba in delovanje človeka

2.2.1 Mehanizem pljučnega dihanja

Dr. Jurij Dolensek in asist. dr. Andraž Stožer, dr. med., Inštitut za fiziologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru

Povzetek

Dihalni gibi nam omogočajo predihavanje prostora pljučnih mešičkov, to pomeni izmenjavo dela zraka, ki je v pljučnih mešičkih, s svežim zrakom iz okolice. V pričujočem poglavju je predstavljen preprost mehanski model, ki ga učenci lahko izdelajo ob pomoči učitelja ali staršev in s katerim lahko na zelo točen način ponazorimo dihalne gibe. Nadalje nam model prikaže povezavo med dihalnimi gibi in vtokom zraka v pljuča med vdihom in iztokom zraka iz pljuč med izdihom. Razjasni nam, zakaj razširitev prsnega koša omogoči vdor zraka v pljuča, čeprav z dihalnimi gibi ne vplivamo na pljuča neposredno, ampak na prepono. Izpostavili in pojasnili bomo tudi omejitve predstavljenega modela.

.....

Trajanje: ena šolska ura

Povezava z biološkimi koncepti in cilji

- B – raziskovanje in poskusi
- B1 – razumevanje fizioloških meritev in raziskav
- F – Zgradba in delovanje organizmov
- F4 – zgradba in delovanje človeka in drugih živali

Medpredmetne povezave in potrebna predznanja drugih predmetov

- *tehnika:* izdelava modela pljuč.
- *fizika:* interpretacija odnosov med volumnom in tlakom.

Uvod

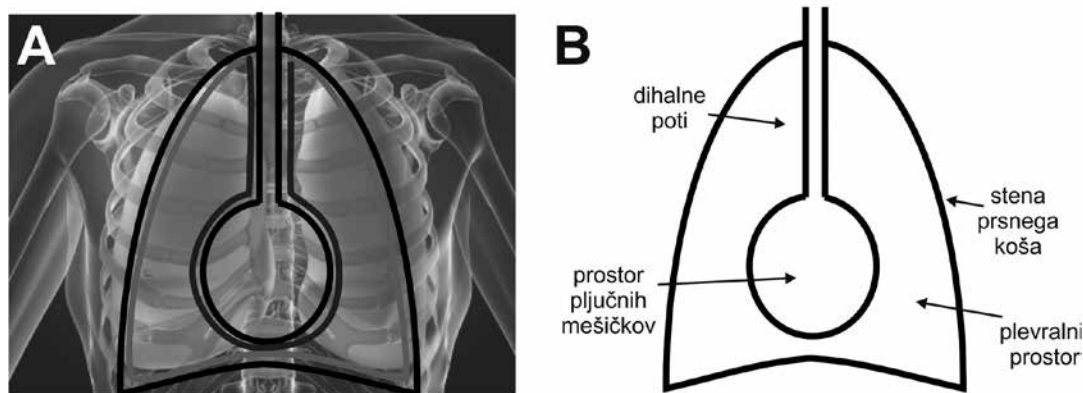
Kateri mehanizmi omogočajo, da zrak med vdihom vdre skozi usta v dihalne poti in doseže pljučne mešičke in da med izdihom teče iz pljučnih mešičkov skozi dihalne poti in nato skozi usta v okolico?

Dihanje omogočajo dihalne mišice, ki med normalnim dihanjem širijo in krčijo prsni koš. Pljuča ne vsebujejo mišic, ki bi jih krčile in raztegovale, ampak se njihova prostornina spreminja, ker se spreminja tlak v prostoru okrog pljuč. Glavne mišice, ki nam omogočajo vdih med normalnim dihanjem, so pljučna prepona (trebušna prepona) in zunanje medrebrne mišice. Izdih je po drugi strani med normalnim dihanjem pasiven proces, za katerega nista potrebna energija

in delo mišic, saj se izkoristi energija, uskladiščena v elastičnih, raztegljivih elementih dihalnega sistema, ki se je ustvarila med vdihom (kot bi nategnili vzmet in jo nato sprostili). Dihalni sistem ima svojo ravnotežno točko na koncu normalnega izdiha. Če niti ne vdihnemo niti ne izdihnemo, lahko brez napora oziroma energije ostanemo v tej točki (dokler nas ne sili k vdihu). Med normalnim vdihom prsni koš razpnemo za približno pol litra, za kar dihalne mišice porabijo energijo. Za izdih pa je potrebna le sprostitev mišic in prsni koš se vrne v svojo prejšnjo ravnotežno lego, torej na koncu izdiha. Ob povečani potrebi po dihanju uporabimo dodatne mišice, ki pomagajo prsni koš ob prisiljenem vdihu razširiti še bolj in stisniti ob prisiljenem izdihu.

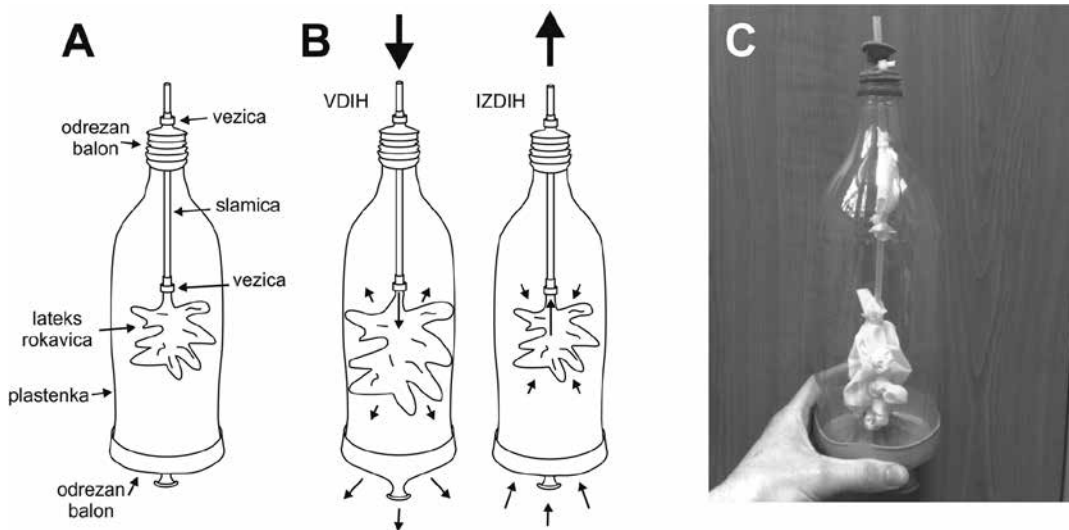
Zakaj razširitev prsnega koša povzroči vdor zraka v pljuča med vdihom? In seveda obratno, zakaj zrak uide iz pljuč, ko prsni koš stisnemo? Preveč preprosta je predstava o pljučih kot balonu. Za tega velja: če balon stisnemo, bo zrak uhajal iz balona in prostornina balona se bo manjšala. Malce težja bi bila analogija med vdihom, saj bi si morali predstavljati, da bi balon razpeli na večjo prostornino. Zakaj predstava našega dihalnega sistema z balonom ni dobra? Ker naša pljuča ne sestavlja le ena plast, na katero bi mehansko vplivali tako kot pri balona. Naš dihalni sistem sestavljajo prsni koš in pljuča. Prsni koš je precej toga struktura, pljuča pa so nasprotno zelo mehka struktura. V najboljšem primeru bi dihalni sistem torej bolj spominjal na balon (pljuča) znotraj toge kletke (stena prsnega koša). Za pljuča velja, da se dobro podajajo pod pritiskom, zato pravimo tudi, da so pljuča dobro podajna, nasprotno pa je prsni koš slabo podajen. Prsni koš od znotraj in pljuča od zunaj obdaja enotna tanka ovojnica (t. i. plevra), ki tvori votel, zaprt prostor. Imenujemo ga plevralni prostor.

Za lažje razumevanje poenostavimo naš dihalni sistem v preprost model (slika 1). Na sliki 1A so sapnik, sapnici in druge dihalne poti poenostavljeno predstavljene z enim samim ravnim odsekom do okroglega prostora, ki predstavlja pljuča. Kupolasta trikotna kletka okrog dihalnih poti in pljuč je stena prsnega koša. Del dihalnih poti poteka zunaj prsnega koša. Del dihalnih poti, ki poteka znotraj prsnega koša, in pljuča obdaja temnordeče označena plevra (njen t. i. visceralni list). Plevra od znotraj obdaja tudi steno prsnega koša (plevrin t. i. parietalni list). Prostor, ki je z vseh strani obdan s plevro, je t. i. plevralni prostor. Ta model lahko še bolj poenostavimo (slika 1B), če izpustimo prikaz mreže. Dihalne poti ne sodelujejo pri prenosu plinov. Prostor pljučnih mešičkov pa je del pljuč, ki sodeluje pri izmenjavi plinov (okrogli del na obeh slikah).



Slika 1: Model pljuč. (A) Človeška pljuča poenostavimo v model, s katerim nazorno razložimo mehaniko dihanja. (B) Model sestavljajo stena prsnega koša, ki obdaja pljuča, in pljuča, ki so sestavljena iz dihalnih poti in prostora pljučnih mešičkov.⁴

Med poukom lahko izdelamo model dihalnega sistema. Tak model nam nazorno pokaže, zakaj razširitev prsnega koša razširi prostor pljučnih mešičkov. Za izdelavo potrebujemo veliko plastenko (s prostornino 1,5 litra ali več), lateksne rokavice, plastične vezice ali gumice in balon. Model prikazuje slika 2.



Slika 2: Model pljuč, ki ga lahko naredimo sami. (A) Model sestavimo iz 1,5-litrske plastenke, dveh balonov, dveh vezic ali gumic, slamice in lateksne rokavice. Spodnji odrezan balon namestimo tako, da je razpet balon kupolasto uvihan. (B) Poteg razpetega balona navzdol ustvari relativen podtlak v steklenici, ki razpne lateksno rokavico in zrak vdre v rokavico. Tako ponazorimo vdih. Potisk balona v steklenico ustvari relativno povečanje tlaka v steklenici in stiskanje rokavice. Na ta način pa ponazorimo izdih. (C) Fotografija modela mehanike dihanja.

Pri tem modelu spodnji balon predstavlja delovanje trebušne prepone. Namestimo ga kupolasto (trebušni del naj sega v steklenico), saj tako ponazorimo realno namestitev trebušne prepone. Lateksna rokavica v plastenki predstavlja prostor pljučnih mešičkov in slamica dihalne poti. Steno prsnega koša predstavlja stena plastenke. Razliko med podajnostjo pljuč in prsnega koša nam dobro ponazori razlika med podajnostjo (raztegljivostjo) lateksne rokavice in plastenke. V modelu vdih ponazorimo tako, da povlečemo balon (trebušno prepono) navzdol. Opazimo lahko, da se lateksna rokavica v plastenki razširi, čeprav se je nismo neposredno dotaknili. Če prislonimo uho k slamici, opazimo, da zaradi razširitve rokavice zrak vdira skozi slamico v rokavico. Zakaj med potegom balona navzdol zrak vdira v rokavico? S potegom balona navzdol zmanjšamo tlak v prostoru med rokavico in plastenko. Relativno manjši tlak bo vplival na obe strukturi v modelu, ki zamejujeta zaprti prostor, torej na plastenko in lateksno rokavico. Ker sta obe strukturi različno podajni, se bo učinek poznal le na eni izmed obeh. Spomnimo se, da je plastenka slabo podajna in rokavica dobro podajna. Zaradi teh lastnosti razlika v tlaku praktično ne vpliva na togo plastenko, močno pa vpliva na rokavico. Relativen podtlak v okolici razpne rokavico, medtem ko spremembe prostornine na plastenki praktično ne zaznamo. Razpenjanje rokavice povzroči, da se zmanjša tlak v prostoru znotraj rokavice. Ta je, v nasprotju s prostorom med rokavico in plastenko, povezan z zunanostjo preko slamice. Podtlak v notranosti rokavice (v prstih rokavice) 'povleče' zrak iz okolice v rokavico. Izdih v modelu simuliramo tako, da potisnemo balon navzgor proti notranosti plastenke. Tako ustvarimo bolj pozitiven tlak v prostoru med rokavico in plastenko, ki stisne rokavico, poveča tlak znotraj rokavice in iz nje iztisne zrak.

Kakšna je povezava med tem modelom in našim dihalnim sistemom? Med vdihom z uporabo dihalnih mišic razširimo prsni koš. V modelu balon prikazuje, kako skrčenje trebušne prepone (vlek balona navzdol) poveča prostornino prsnega koša. Povečanje prostornine povzroči znižanje tlaka v pleuralnem prostoru (prostor med rokavico in platenko), kar razpne dobro podajno tkivo pljuč v predelu pljučnih mešičkov. Razpenjanje prostora pljučnih mešičkov povzroči zmanjšanje tlaka v pljučnih mešičkih. Ti so, v nasprotju s pleuralnim prostorom, povezani z zunanostjo. Dokler obstaja razlika v tlakah med zunanostjo in mešički (v mešičkih manjši tlak), zrak vdira v pljuča.

Izdih je ravno nasproten proces. Slabost modela je v tem, da ne zmore v celoti prikazati tega, da je normalen izdih pasiven proces, ampak ga moramo simulirati z aktivnim potiskom balona v platenko. To ne ustreza realnemu stanju, saj mišice nikoli ne morejo aktivno daljšati svoje dolžine, lahko jo le krajšajo s krčenjem, vendar pa precej poenostavi izvedbo modela. Potisk balona proti notranosti platenke bolj ustreza uporabi dodatnih dihalnih mišic med močnejšim izdihom. V tem primeru mišice stisnejo prsni koš in manjšajo njegovo prostornino, kar bi ustrezalo potisku balona v platenko. Avtorja predlagava, da med poukom na modelu prikažete tako vdih kot izdih in pojasnite, kateri deli predstavljajo procese v dihalnem sistemu in v čem je razlika z realnim dihalnim sistemom.

Na modelu lahko tudi preprosto pokažete, kako deluje dihalni sistem, če ga je treba umetno ventilirati - npr. med umetnim dihanjem. Preprosto pihnite skozi slamico in tako razširite rokavico. Enako se zgodi med umetnim dihanjem, kjer pljuča človeka, ki daje umetno dihanje, ustvarijo pozitiven tlak v zunanosti pljuč, ki potiska zrak v pljuča človeka, ki jo umetno ventilirate. Spomnimo se, da med normalnim dihanjem ustvarimo negativen tlak v prostoru pljučnih mešičkov, ki „povleče“ zrak v pljuča.

Predstavitev izvedbe

Model sestavimo iz 1,5-litrske platenke, dveh balonov, dveh plastičnih vezic ali gumic, slamice in lateksne rokavice.

1. Odrežite dno platenke.



2. Na slamico pritrdite lateksno rokavico (na sliki je prikazana alternativa, in sicer balon). Za pritrditev uporabite plastične vezice ali gumice.



3. Odrežite zgornji del balona in ga uporabite tako, da pritrdite slamico v ustje platenke, kot prikazuje slika. Pazite, da zrak na stiku ne uhaja.



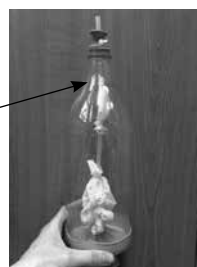
4. Odrežite spodnji del drugega balona in ga napnite na odrezan del platenke, kot kaže fotografija na sliki. Pazite, da bo balon nameščen kupolasto.



5. Potegnite balon navzdol in opazujte, ali se lateksna rokavica v platenki razpne. Nato potisnite balon v platenko in opazujte, ali se lateksna rokavica v platenki stisne. Prislonite uho k slamici in določite smer zraka med potiskom balona navzdol (tok zraka v platenko) in potiskom balona v platenko (tok zraka iz platenke). Opazujte, ali se rokavica razširi/stisne. Simulirajte umetno dihanje na modelu tako, da dihate skozi slamico. Kaj se dogaja z rokavico v platenki?

6. Na sliki modela dihal označi, kateri del dihal prikazuje posamezni element modela (slamica, lateksna rokavica, spodnji balon, platenka), in ga poimenuj (glej primer).

sapnik



7. Kaj se dogaja s tlakom v prostoru med rokavico in platenko, ko potisnemo balon navzdol? (Tlak se zmanjša glede na zunanji tlak.) Kaj pa se dogaja s tlakom v pleuralnem prostoru našega dihalnega sistema, ko vdihnemo? (Tlak se zmanjša glede na zunanji tlak.)
8. Če močneje potegnemo za balon ali močneje potisnemo balon v platenko, je tok zraka skozi slamico večji. S predstavljenim modelom utemeljite, kako upihnemo svečo na rojstnodnevni torti.
9. Ob prometnih nesrečah pogosto zlomljeno rebro predre steno prsnega koša. S tem je povezan pleuralni prostor z zunanostjo. Dihanje je zelo neučinkovito. S pomočjo pripravljene modela razložite, zakaj.
10. Ovrednotite izdelan model in predlagajte morebitne izboljšave.

Literatura

- 1 *Stožer, A., Dolenšek, J., in Slak Rupnik, M. (2012). Fiziologija pljuč, 1. del. Medicinski razgledi, 51: 269–90.*
- 2 *Stožer, A., Slak Rupnik, M. (2012). Fiziologija pljuč, 2. del. Medicinski razgledi, 51: 291–308.*
- 3 *Stožer, A., Dolenšek, J., Slak Rupnik, M. (2012). Fiziologija pljuč, 3. del. Medicinski razgledi, 51: 309–28.*
- 4 *Stožer, A., Križančič Bombek, L., Dolenšek, J., Skelin, M. (2012). Izbrana poglavja iz fiziologije za študente medicine: z navodili za vaje, 1. izd. Maribor: Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru.*
- 5 *West, J. B. (2005). Respiratory physiology: the essentials, 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, cop.*

2.2.2 Merjenje pljučnih volumnov

Dr. Jurij Dolensek in asist. dr. Andraž Stožer, dr. med., Inštitut za fiziologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru

Povzetek

Dihalni sistem se uporablja za dihanje. Dihanje je sestavljeno iz vdih in izdih. Pri vdihu pride v pljuča svež zrak in dovede kisik, ki se bo porabil v presnovi, pri izdihu pa iz pljuč odstranimo zrak, ki vsebuje ogljikov dioksid, ki je nastal v presnovi. Ker pri raztapljanju ogljikovega dioksida v krvi nastane kislina, dihala z odstranjevanjem ogljikovega dioksida tudi skrbijo za kislinsko-bazno ravnovesje organizma. Med normalnim dihanjem človek vdihne in izdihne približno pol litra zraka vsakih 5 do 10 sekund. To prostornino lahko povečamo med telesnimi napori, pa tudi v mirovanju pod vplivom zavestne volje. Pri tej vaji bomo izmerili prostornino zraka, ki ga predihavamo med normalnim dihanjem (imenujemo ga dihalni volumen), in največjo prostornino zraka, ki ga lahko vdihnemo v pljuča in nato izdihnemo iz pljuč (imenujemo ga vitalna kapaciteta). Izmerili in izračunali bomo še prostornino zraka, ki ga lahko dodatno izdihnemo po normalnem izdihu (imenujemo ga ekspiratorni rezervni volumen), in prostornino zraka, ki ga lahko dodatno vdihnemo po normalnem vdihu (imenujemo ga inspiratorni rezervni volumen), ter t. i. totalno pljučno kapaciteto, to je največjo dosegljivo prostornino zraka v pljučih, ki je enaka vitalni kapaciteti, povečani za prostornino zraka, ki ga ne moremo izdihniti niti po najbolj globokem mogočem izdihu. Podane so primerjalne normalne pričakovane vrednosti, s katerimi bomo lahko dobljene rezultate primerjali.

Trajanje: ena šolska ura.

Povezava z biološkimi koncepti in cilji

- B1 – raziskovanje in poskusi
- D4 – zgradba in delovanje človeka

Medpredmetne povezave in potrebna predznanja drugih predmetov

- fizika.
- matematika.

Uvod

Aerobni organizmi za ohranjanje življenjskih funkcij porabljamo kisik. Kako pa dihalni sistem dovaja kisik v telo in katere so še njegove druge funkcije? Dihalni sistem ima tri glavne naloge, ki jih mora uspešno opravljati za normalno delovanje človeškega telesa. (1) Zagotavlja kisik, ki ga porabljamo pri celičnem dihanju za energijske potrebe človeškega telesa. (2) Hkrati omogoča izločanje ogljikovega dioksida, ki med celičnim dihanjem nastaja in ga mora telo izločiti

za normalno delovanje. Če raven izločanja ne zadosti ravni nastajanja ogljikovega dioksida, lahko pride do presežka ogljikovega dioksida v krvi. (3) Presežek ima smrtno nevarno posledico, saj povzroči spremembo pH krvi proti kislim vrednostim. Raven ogljikovega dioksida zato zelo skrbno nezavedno vzdržujemo na pravilni vrednosti, ki ustreza normalnemu krvnemu pH. Če se krvna plazma zakisa, nastalo zakisanje kompenziramo tako, da povečamo izločanje ogljikovega dioksida iz krvne plazme s povečano ventilacijo pljuč. Na lastnem telesu bi tak kompenzatorni odziv zaznali kot poglobljeno in hitro dihanje, ki ga ne povzročimo z lastno voljo.

Na tem mestu opozorimo na razliko med celičnim in pljučnim dihanjem. Prvo pomeni biokemijske procese na ravni posamezne celice, s katerimi razgradimo organske molekule hranil (npr. glukozo) in pridobimo energijo v obliki ATP, nastajata pa ogljikov dioksid in voda. Pljučno dihanje pa pomeni izmenjavo plinov med pljučnimi mešički in krvjo, ki ga omogočata predihovanje pljuč z dihalnimi gibi in po drugi strani tok krvi skozi krvožilni sistem.

Pri ugotavljanju zdravstvenega stanja dihalnega sistema je pomembno orodje merjenje pljučnih volumnov in največjih pretokov zraka skozi pljuča. Pri vaji bomo merili pljučne volumne.

Prostornino vdihanega in izdihanega zraka merimo z napravo, ki jo imenujemo spirometer. Klasični, tako imenovani zvonasti spirometer, sestavlja zvon, napolnjen z zrakom, ki 'plava' na vodi med stenama cilindra. Pisalo je pripeto na zvon, rezultate pa zapisuje na vrteči se boben (kimograf). Med vdihom porabimo zrak iz zvona, zato se pisalo premakne in izpiše vrednost vdihanega volumna, izdihani zrak pa preko premika zvona na valju zapiše vrednost izdihanega volumna. Rezultati prikazujejo časovne spremembe v volumnih. Takšnih spirometrov v praksi ne uporabljamo, saj niso priročni za uporabo. V klinični praksi pogosto uporabimo priročnejše in manjše spirometre.

Spirometri so razmeroma dragi in zato običajno nedostopni. Na vaji bomo zato za merjenje volumna zraka, ki ga izdihamo, uporabili princip vzgona. Izdihani zrak bomo zbrali v nepredušno zaprto PVC-vrečko za zamrzovanje. Kako bi izmerili volumen zraka v vrečki? Če se spomnimo na fizikalni princip vzgona, ta pravi, da telo, ki ga povsem potopimo pod vodo (npr. z zrakom napolnjene zaprte vrečke), izpodrine takšno prostornino vode, kot je njegova lastna prostornina. Zato PVC-vrečko z izdihanim zrakom nepredušno zapremo in pripravimo srednje veliko posodo za vodo. Pri izbiri velikosti posode za vodo in PVC-vrečke upoštevajmo, kakšne največje volumne izdihanega zraka pričakujemo (okoli šest litrov; primerjajte referenčne vrednosti na koncu vaje). Na posodi za vodo z alkoholnim pisalom označimo volumne izpodrinjene vode. Tako lahko hitro in učinkovito merimo volumne zraka v PVC-vrečki in s tem volumne izdihanega zraka. Ta meritev je cenovno zelo ugodna, omogoča pa razmeroma natančno spirometrično meritev.

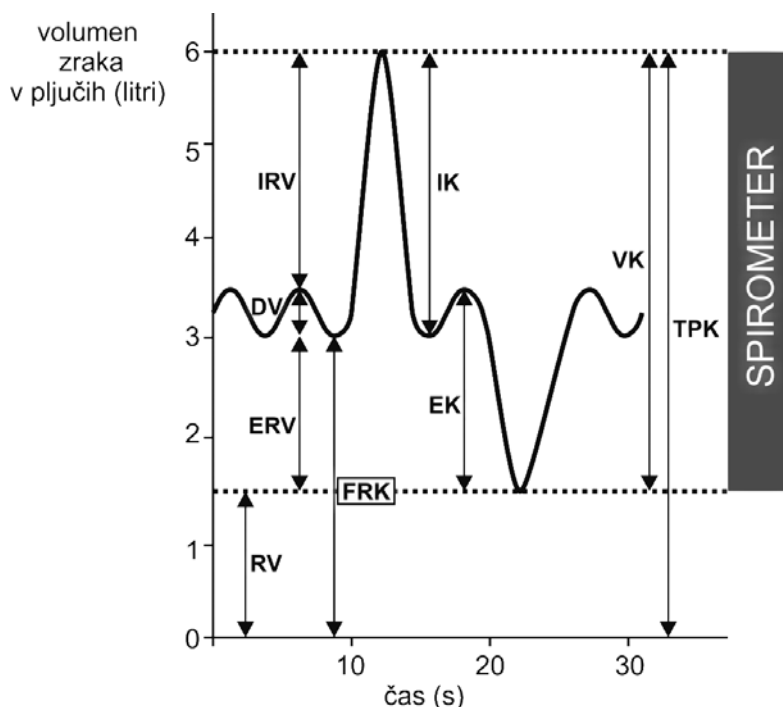
Pa se najprej spoznajmo s tipičnimi volumni, ki jih navadno merimo v sklopu spirometrije.

1. **Dihalni volumen (DV)** je prostornina posameznega vdihava oziroma izdihava med normalnim dihanjem. Dihalni volumen med normalnim dihanjem znaša približno 0,5 litra.
2. **Inspiratorni rezervni volumen (IRV; inspirij = vdih)** je prostornina zraka, ki ga lahko dodatno maksimalno vdihnemo po normalnem vdihu. **Ekspiratorni rezervni volumen (ERV; ekspirij = izdih)** je prostornina zraka, ki ga lahko maksimalno izdihnemo po normalnem izdihu.
3. **Vitalna kapaciteta (VK)** je največji volumen zraka, ki ga lahko po najglobljem vdihu izdihnemo iz pljuč.

Oglejmo si grafično ponazoritev zgoraj opisanih volumnov (slika 1). Na tem grafu prikažemo zrak v pljučih v odvisnosti od časa. Poudariti velja, da graf prikazuje zrak v pljučih, in ne volumen zraka, ki ga lahko izdihnemo. Na grafu opazujte, kje je dihalni volumen. Izkaže se, da tudi ko normalno izdihnemo, še vedno lahko kar nekaj zraka izdihnemo (nekaj litrov, na grafu označen ERV). Prav tako pa lahko nekaj litrov zraka še dodatno vdihnemo po tem, ko smo normalno vdihnili (na grafu označen IRV).

Zakaj se volumen izdihanega zraka ne ujema z volumnom zraka v pljučih? Vzrok je v tem, da iz pljuč nikakor ne moremo izdihniti vsega zraka. Tako je **rezidualni volumen (RV)** prostornina zraka, ki ostane v pljučih po maksimalnem izdihu (volumen je označen na grafu). S spirometrijo ga ne moremo izmeriti. RV znaša približno 1 liter.

Največji volumen zraka, ki je lahko v pljučih, imenujemo **totalna pljučna kapaciteta (TPK)**, označeno na grafu). TPK je seštevek dveh volumnov, in sicer seštevek VK in RV.



Slika 1: Pljučni volumni in kapacitete. DV – dihalni volumen, IRV – inspiratorni rezervni volumen, ERV – ekspiratorni rezervni volumen, VK – vitalna kapaciteta, TPK – totalna pljučna kapaciteta, RV – rezidualni volumen in FRK – funkcionalna rezidualna kapaciteta. Na sliki je označen del volumna zraka v pljučih, ki ga lahko izdihnemo in ga zatorej lahko izmerimo s spirometrijo. RV in vseh kapacitet, ki ga vsebujejo, to sta FRK in totalna kapaciteta, s spirometrijo ne moremo izmeriti, saj tudi po maksimalnem izdihu v pljučih ostane volumen zraka, ki ga označimo kot RV.

Zapišemo lahko:

Vitalna kapaciteta (VK): $VK = IRV + DV + ERV$

Totalna pljučna kapaciteta (TPK): $TPK = IRV + DV + ERV + RV$

VK je omejena z velikostjo prsne votline posameznika in z močjo dihalnih mišic, ki pljuča širijo in ožijo. Glede na spol, telesno višino (cm) in starost (leta) lahko vitalno kapaciteto (VK) predvidimo:

$$VK_{moški} = 0,052 \cdot višina - 0,022 \cdot starost - 3,60$$

$$VK_{ženske} = 0,041 \cdot višina - 0,018 \cdot starost - 2,69$$

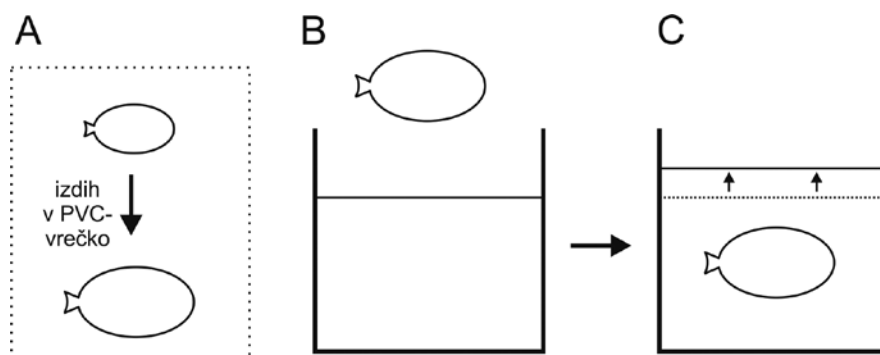
Enačbi predvidevata, da na vitalno kapaciteto vplivajo spol, višina in starost. Ženske imajo v splošnem manjšo vitalno kapaciteto kot moški iste velikosti in starosti. S starostjo se vitalna kapaciteta zmanjšuje zaradi degenerativnih sprememb prsne hrbtenice in prsnega koša in zmanjševanja moči dihalnih mišic.

Funkcionalna rezidualna kapaciteta (FRK) je volumen zraka v pljučih, ko vse dihalne mišice sprostimo, to je na koncu normalnega izdiha. Zmotno je prepričanje, da sprostitve vseh dihalnih mišic povzroči, da iz pljuč iztisnemo ves zrak in da takrat zraka v pljučih ni. Pogled na sliko 1 nam razkrije, da ima FRK vrednost (ki je v pljučih po tem, ko smo sprostili vse dihalne mišice) okoli tri litre. Celó pri najglobljem mogočem izdihu iz pljuč ne iztisnemo vsega zraka, ampak v njih ostane rezidualni volumen!

Predstavitev izvedbe

Potrebujemo PVC-vrečke (ugodna velikost je vsaj šest litrov), dovolj veliko posodo za vodo, dostop do tekoče vode, posodo z označenimi volumni (primerne so kuhinjske posode), alkoholno pisalo in gumice.

1. Najprej pripravite posodo z vodo tako, da bomo lahko z njo merili volumne zraka. Posoda naj bo dovolj velika, da bomo lahko v njej v celoti potopili 6-litrsko PVC-vrečko in da bo obenem dopustila dvig gladine vode za vsaj šest litrov. Tako bi bil ugoden volumen posode približno 20 litrov.
2. Posodo z vodo umerite. Vanjo natočite nekaj litrov vode (približno šest litrov) in z alkoholnim pisalom označite gladino vode. Nato v korakih dotakajte izbrani volumen vode (avtorja predlagava korake po 200 ali 250 ml oziroma petino ali četrtno litra) in za vsak korak z alkoholnim pisalom označite nov nivo gladine vode, ob črti, ki označuje prostornino, pa prostornino, to je 6200 (ali 6250) ml, 6400 (ali 6500) ml, 6600 (ali 6750) ml itd). Umerjanje nadaljujte do končne prostornine 12000 ml. Nato od 12 litrov odtočite toliko vode, da dosežemo začetni nivo gladine vode (šest litrov odtočite, šest litrov ostane).
3. Najprej izmerite dihalni volumen. Poskusite dihati čim bolj sproščeno. Na koncu vdiha prilonite vrečko ob usta in normalno izdihnite v vrečko. Ne pretiravajte z izdihom (za to bo še priložnost), izdih naj bolj čim bolj sproščen in normalen. Ko ste vanjo izdihnili, vrečko takoj zatesnite z roko in nato z gumico (slika 2A).



Slika 2: Dihalne volumne lahko izmeri s pomočjo vzgona. Za podrobnosti glej besedilo.

4. Potopite vrečko v posodo z vodo in z volumnom izpodrinjene vode izmerite volumen izdihanega zraka (Slika 2B in C).
5. Ponovite točki 4 in 5, le da tokrat izmerite vitalno kapaciteto – največji volumen zraka, ki ga lahko izdihnemo po maksimalnem vdihu. Poskusite se kar najbolj potruditi. Po potrebi zbiranje zraka v vrečko ponovite.
6. Ponovite točki 4 in 5, le da tokrat izmerite ekspiratorni rezervni volumen – volumen zraka, ki ga lahko izdihnemo po normalnem izdihu. Ponovno pazite, da izdihnete čim bolj sproščeno, nato pa v vrečko izdihnite zrak v celoti – poskusite se potruditi. Navadno pomaga, če se učenci med seboj spodbujajo.
7. Inspiratorni rezervni volumen, to je volumen zraka, ki ga lahko vdihnemo po normalnem vdihu, izračunajte, in sicer takole: od vitalne kapacitete odštejte dihalni volumen in ekspiratorni rezervni volumen.
8. Izračunajte še totalno pljučno kapaciteto, in sicer tako, da vitalni kapaciteti prištejete rezidualni volumen. Ker RV ne moremo izmeriti, predvidimo, da znaša 1 liter.
9. Meritve vnesite v preglednico 1. Meritve in izračune ponovite na več učencih, da je mogoča primerjava rezultatov. Izračunajte povprečje med fanti in dekleti v razredu.

Preglednica 1: Izmerjeni in izračunani pljučni volumni.

Volumen (litri)	Posameznik	Povprečje v razredu (fantje)	Povprečje v razredu (dekleta)
Dihalni volumen			
Inspiratorni rezervni volumen			
Ekspiratorni rezervni volumen			
Vitalna kapaciteta			
Rezidualni volumen (vrednost predpostavimo)	1 liter	1 liter	1 liter
Totalna pljučna kapaciteta			

Primerjajte vrednosti posameznika z referenčnimi vrednostmi v preglednici 2. Primerjajte izmerjene povprečne vrednosti za fante z vrednostmi za moške v preglednici 2. Primerjavo naredite tudi za dekleta. Tako za fante kot za dekleta primerjajte izmerjeno VK še z vrednostjo, ki jo izračunate po enačbi, ki upošteva višino, starost in spol.

Zakaj pričakujete večje vrednosti pri fantih kot pri dekletih? Ali pričakujete zmanjšanje vrednosti s starostjo? Utemeljite.

Katere vrednosti dihalnih volumnov pričakujete močno povečane pri atletih in katere močno zmanjšane pri zelo debelih ljudeh? Utemeljite.

Potapljači pred potopom na dah pogosto predihavajo pljuča tako, da nekajkrat močno vdihnemo in izdihnemo ter pred potom ponovno globoko vdihnemo. Kaj povzroči takšno predihavanje?

Na visokih nadmorskih višinah alpinisti hitreje dihalo tudi, če počivajo. Razložite, zakaj v takšnih razmerah dihalo hitreje.

V literaturi poiščite, kako kajenje vpliva na pljučno funkcijo.

Preglednica 2: Referenčne vrednosti pljučnih volumnov.

Volumen (litri)	Moški	Ženske
Dihalni volumen	0,6 l	0,5 l
Inspiratorni rezervni volumen	3,2 l	2,9 l
Ekspiratorni rezervni volumen	1,8 l	1,6 l
Vitalna kapaciteta	5,6 l	5 l
Rezidualni volumen (vrednost predpostavimo)	1 l	1 l
Totalna pljučna kapaciteta	7 l	6,2 l

Literatura in viri

- 1 Boron, W. F., Boulpaep, E. L. (2009). *Medical physiology: a cellular and molecular approach*, 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, cop.
- 2 Hall, J. E. (2011). *Guyton and Hall textbook of medical physiology*, 12th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- 3 Ribarič, S. (2008). *Seminarji iz patološke fiziologije*, 1. izd. Ljubljana: Medicinska fakulteta, Inštitut za patološko fiziologijo.
- 4 Ribarič, S. (2012). *Seminarji iz patološke fiziologije*, 2. izd. Ljubljana: Medicinska fakulteta, Inštitut za patološko fiziologijo.
- 5 Stocks, P., Quanjer, H. (1995). *Reference Values for Residual Volume, Functional Residual Capacity and Total Lung Capacity*. *Eur. Resp. J.* 8, 492 (Mar, 1995).
- 6 Stožer, A., Dolenshek, J., in Slak Rupnik, M. (2012). *Fiziologija pljuč*, 1. del. *Medicinski razgledi* 51: 269–90.
- 7 Stožer, A., in Slak Rupnik, M. (2012). *Fiziologija pljuč*, 2. del. *Medicinski razgledi* 51: 291–308.
- 8 Stožer, A., Dolenshek, J., in Slak Rupnik, M. (2012). *Fiziologija pljuč*, 3. del. *Medicinski razgledi* 51: 309–28.
- 9 Stožer, A., Križančič Bombek, L., Dolenshek, J., Skelin, M. (2012). *Izbrana poglavja iz fiziologije za študente medicine: z navodili za vaje*, 1. izd. Maribor: Medicinska fakulteta.
- 10 West, J. B. (2005). *Respiratory physiology: the essentials*, 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, cop.

2.2.3 Sladkor v krvi in sladkorna bolezen

*Dr. Maša Skelin Klemen, Inštitut za fiziologijo,
Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru*

Povzetek

Glukoza je poglavitni energetski substrat v telesu, zato je pomembno, da je njena koncentracija v krvi natančno uravnana. Največji porabnik glukoze v mirovanju je centralni živčni sistem (CŽS), ki je skoraj izključno odvisen od glukoze in lahko druge vire energije uporablja le izjemoma. Najpomembnejši cilj presnovnega prilagajanja je torej zagotoviti zadostno koncentracijo glukoze v krvi za normalno delovanje CŽS. Na drugi stani ima kronično zvišana koncentracija glukoze v krvi za posledico moteno presnovo ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin in povzroča kronično okvaro, motnjo ali odpoved delovanja različnih organov, posebno oči, ledvic, živcev, srca in ožilja. Z oralnim glukoznim tolerančnim testom (OGTT) lahko testiramo homeostazo glukoze pri posamezniku.

Trajanje: v obliki teoretične vaje: dve šolski uri.

Povezava z biološkimi koncepti in cilji

- D2
- D7: 8

Medpredmetne povezave in potrebna predznanja drugih predmetov

- *kemija:* Kisikova družina organskih spojin: Ogljikovi hidrati kot polifunkcionalne spojine in njihove lastnosti.

Teoretično vsebinska izhodišča

Homeostaza glukoze

Glukoza je poglavitni energetski substrat v telesu. Zlasti v živčnih celicah je glukoza najpomembnejši vir energije, zato je pomembno, da je njena koncentracija v krvi zadostna za njihovo normalno delovanje (ohranjanje zavesti). Razgradnja glukoze poteka v dveh stopnjah. Prva – glikoliza poteka v citosolu celice. Je anaeroben proces, kjer pride do razgradnje ene molekule glukoze v dve molekuli piruvata (oz. laktata). Nadaljnja razgradnja piruvata v CO₂ in vodo je aeroben proces in poteka v mitohondrijih. V tkivih oziroma celicah, ki nimajo mitohondrijev, t. i. glikolitičnih tkivih (npr. eritrocitih), je pridobivanje energije omejeno izključno na proces glikolize. Drugih energetskih substratov ta tkiva ne morejo uporabljati.

Največji porabnik glukoze v mirovanju je centralni živčni sistem (CŽS), saj porabi okrog 60 odstotkov metabolizirane glukoze. CŽS lahko izjemoma (pri dolgotrajnem stradanju) kot vir energije poleg glukoze uporablja laktat in ketonska telesa, vendar je prilagajanje dolgotrajno.

Najpomembnejši cilj presnovnega prilagajanja je torej zagotoviti zadostno koncentracijo glukoze v krvi za normalno delovanje CZS. Na drugi stani je zaradi kronično zvišane koncentracije glukoze v krvi (kronična hiperglikemija) motena presnova ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin. Kronična hiperglikemija povzroča kronično okvaro, motnjo ali odpoved delovanja različnih organov, posebno oči, ledvic, živcev, srca in ožilja.

Pri zdravih ljudeh se koncentracija glukoze v krvi na tešče giblje med 3,6 in 6,0 mmol/l (65–108 mg/dl; normoglikemija). Po zaužitju raztopine glukoze (ali obroka hrane) se le-ta vsrka in sledi dvig koncentracije glukoze v krvi. Porast koncentracije glukoze v krvi je poglavitni fiziološki dražljaj za celice beta Langerhansovih otočkov trebušne slinavke, da začnejo izločati hormon inzulin. Ta se izloča v pankreasno veno in od tam v portalno veno, kjer se pridruži toku hranilnih snovi, vsrkanih v prebavilih. Takšna razporeditev pomeni izpostavljenost jeter višjim koncentracijam inzulina v primerjavi s perifernimi tkivi. Pod vplivom inzulina se poviša stopnja anaboličnih procesov, medtem ko se stopnja kataboličnih procesov v organizmu zmanjša.

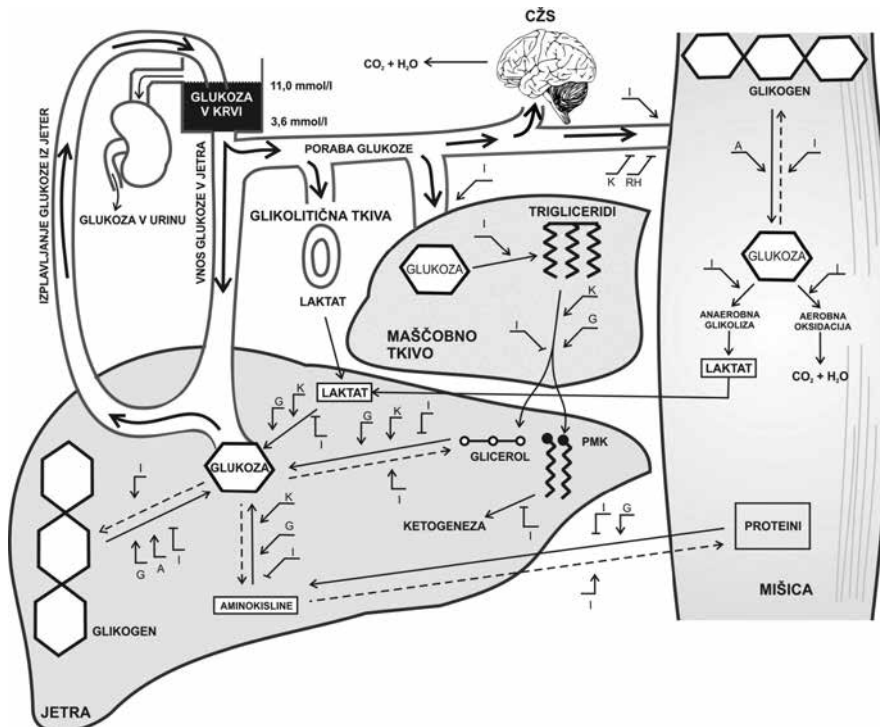
Pomembne tarče inzulina so jetra, skeletna mišičnina in založno maščevje (adipozno tkivo, slika 1). Pri prehodu krvi skozi jetra se več kot polovica razpoložljivega inzulina veže na inzulinske receptorje jetrnih celic (hepatocitov). V hepatocitih se koncentracija glukoze hitro izenači z zunajcelično koncentracijo, saj glukoza vanje prehaja po od inzulina neodvisnih glukoznih prenašalcih. Do 2/3 glukoze, ki se vsrka iz prebavil, se v hepatocitih pod vplivom inzulina skladišči v obliki glikogena (glikogeneza). Koncentracija glikogena v jetrih lahko doseže tudi do 10 odstotkov mase jeter (> 100 g glikogena). Ko so glikogenske zaloge jeter zapolnjene, se pod vplivom inzulina v jetrih prebitek glukoze pretvarja v proste maščobne kisline (PMK). Iz PMK in glicerola se tvorijo trigliceridi, ki se v kri sproščajo v obliki lipoproteinov. Ti potujejo po krvi v adipozno tkivo, kjer inzulin spodbuja skladiščenje trigliceridov. V jetrih inzulin zavira razgradnjo že uskladiščenega glikogena (glikogenoliza). Pod vplivom inzulina je v jetrih zavarta tudi glukoneogeneza. To je proces, kjer glukoza nastane iz nesladkornih virov – aminokislin, glicerola, laktata.

V neaktivnih skeletnih mišicah vezava inzulina na inzulinske receptorje sproži premik glukoznih prenašalcev iz citosola na plazmalemo, zaradi česar se v prvi minuti poviša transport glukoze v mišice za 20-krat. Od 20 do 50 odstotkov glukoze, ki preide v mišice, je podvržene oksidativnemu metabolizmu. Presežek glukoze se pod vplivom inzulina shrani v obliki glikogena, vendar je ta glikogen v nasprotju z glikogenom v jetrih namenjen le za lokalni vir energije, saj mišične celice zaradi odsotnosti glukoza-6-fosfataze v endoplazemskem retikulumu iz glikogena sproščene glukoze ne morejo oddati v kri. V mišicah inzulin zavira tudi razgradnjo trigliceridov, ki so shranjeni med mišičnimi vlakni in stimulira privzem nevtralnih aminokislin v mišično celico in sintezo beljakovin (slika 1).

Tretje tarčno tkivo inzulina je založno maščevje (adipozno tkivo), kjer inzulin spodbudi shranjevanje in blokira mobilizacijo in oksidacijo maščobnih kislin. Z zaviranjem razgradnje trigliceridov (lipolize) se ustavi sproščanje shranjenih PMK in glicerola iz adipocitov in njihova dostava v jetra in periferna tkiva se zmanjša. Glavna posledica zmanjšane prenosa PMK v jetra je zmanjšan nastanek ketonskih teles, ki nastanejo kot stranski produkt pri razgradnji PMK. Med ketonska telesa prištevamo aceton, acetoacetat in beta-hidroksibutirat. Inzulin poleg tega spodbuja porabo ketonskih teles v perifernih tkivih in je tako glavni antiketogeni hormon v organizmu. Pri sladkornih bolnikih je lahko zaradi pomanjkanja inzulina lipoliza povišana in ketogeneza čezmerna, zato se pri visokih koncentracijah ketonskih teles v organizmu pH krvi nevarno zniža. Aceton, ki je eno od ketonskih teles, se izloča z izdihanim zrakom, zato imajo takšni pacienti zadah po acetonu.

Inzulini z že omenjenimi mehanizmi povzročijo, da koncentracija glukoze po zaužitju hrane hitro upade (normalno po dveh urah) na normoglikemično raven. V obdobjih med posameznimi obroki, ko se pojavi potreba po glukozi, so jetra tista, ki izplavljajo glukozo v kri in tako skrbijo za vzdrževanje njene koncentracije v normalnih mejah. Nižanje koncentracije glukoze v krvi (že preden doseže spodnji prag normoglikemične koncentracije) sproži sproščanje hormona glukagona iz celic alfa Langerhansovih otočkov trebušne slinavke. Glukagon zvišuje koncentracijo glukoze v krvi (deluje hiperglikemično), saj v jetrih sproži razgradnjo uskladiščenega glikogena do glukoze (glikogenoliza), ustavi se tvorba glikogena (glikogeneza) in sproži se glukoneogeneza. Tako sintetizirana glukosa se sprošča v kri. Pri visokih koncentracijah glukagona se poveča razgradnja trigliceridov in zavira shranjevanje maščob v založnem maščevju. Sproščene PMK so vir energije za periferna tkiva, glicerol za glukoneogenezo.

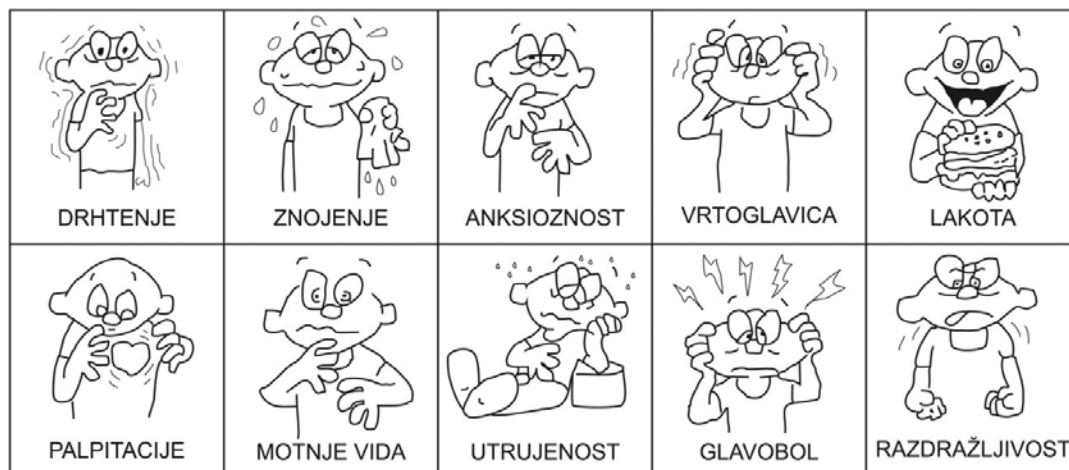
Pri močni hipoglikemiji (ko vrednosti padejo pod normalno raven) se iz sredice nadledvične žleze izloča adrenalin, ki z učinki na adrenergične receptorje zavira izločanje inzulina in aktivira izločanje glukagona iz Langerhansovih otočkov trebušne slinavke. Adrenalin z neposrednimi metabolnimi učinki na jetra poveča razgradnjo glikogena in poveča stopnjo glukoneogeneze. S tem se iz jeter sprošča dodatna glukosa in koncentracija glukoze v krvi naraste. Če hipoglikemija traja dalj časa (več ur), se sproščata rastni hormon (iz hipofize) in kortizol (iz skorje nadledvične žleze), ki zmanjšata vstop glukoze v tkiva. Metabolizem glukoze v tkivih se zniža, glukosa ostane v krvi in je tako na voljo za CŽS, ki glukozo nujno potrebuje. Poleg tega kortizol in rastni hormon v večini tkiv povečata metabolizem maščob, kar še dodatno pomaga pri varčevanju z glukozo in ohranja njene koncentracije v krvi v normalnih mejah. Kortizol poleg tega poveča stopnjo glukoneogeneze in tako okrepi delovanje adrenalina in glukagona.



Slika 1: Metabolizem glukoze (Za opis glej besedilo) (Vir: Stožer, A., Križančič Bombek, L., Dolenshek, J., Skelin, M. (2012). Izbrana poglavja iz fiziologije za študente medicine: z navodili za vaje, 1. izd. Maribor: Medicinska fakulteta).

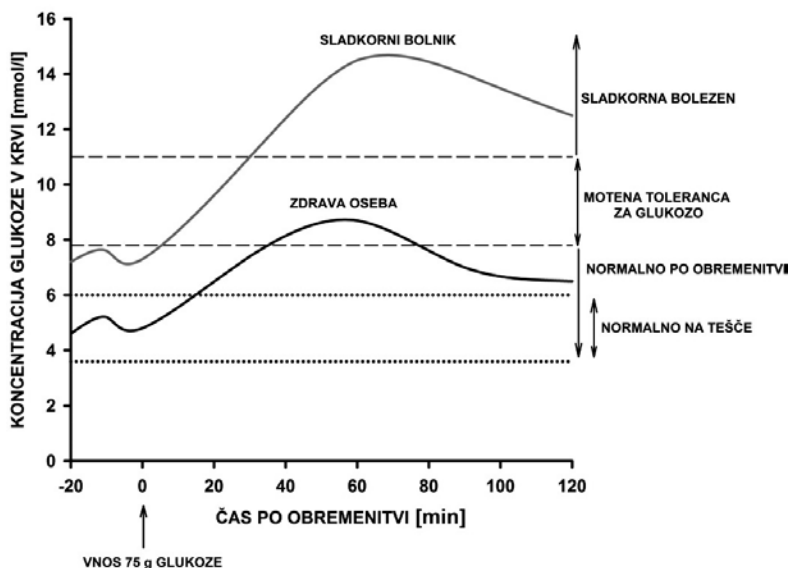
Legenda: I – inzulini, G – glukagon, A – adrenalin, K – kortizol, RH – rastni hormon, ∇ – spodbuja, \sqcap – zavira

Pri zdravih ljudeh se vrednosti koncentracije glukoze v krvi na tešče gibljejo med 3,6 in 6,0 mmol/l. Pri vrednostih pod 3,0 mmol/l, govorimo o hipoglikemiji. Znaki hipoglikemije so lakota, vrtoglavica, anksioznost, utrujenost, glavobol, razdražljivost, motnje vida ... (slika 2). Če koncentracija glukoze v krvi pade zelo nizko, sledi izguba zavesti. Če izmerimo koncentracijo glukoze v krvi, ki je višja od 7,0 mmol/l, govorimo o hiperglikemiji. Vrednost glukoze na tešče, ki je višja od 7,0 mmol/l, je diagnostična meja za sladkorno bolezen (SB).



Slika 2: Znaki hipoglikemije (znižane koncentracije glukoze v krvi). Prirejeno po: <http://www.bidui.com/tag/diabetic-symptoms/> (13. 2. 2010).

Da bi lahko moteno homeostazo glukoze odkrili še pred razvojem SB, se v kliniki pogosto uporablja obremenitveni test z glukozo – oralni glukozni tolerančni test (OGTT). Pri OGTT telo obremenimo s standardno količino glukoze (75 g) in izmerimo koncentracijo glukoze v krvi dve uri po obremenitvi (slika 3). Pri zdravih ljudeh koncentracija glukoze v krvi dve uri po obremenitvi pade pod 7,8 mmol/l. Presežena vrednost 11,0 mmol/l je diagnostična meja za SB. Kadar se vrednosti glukoze v krvi dve uri po 75 g OGTT gibljejo med 7,8 in 11 mmol/l, govorimo o moteni toleranci za glukozo (MTG), ki je najbolj blaga oblika kronične hiperglikemije in je pogosto predstopnja SB tipa 2. Druga predstopnja SB je mejna bazalna glikemija (MBG), za katero je značilna rahlo povišana koncentracija glukoze v krvi na tešče (med 6,1 in 6,9 mmol/l). Mejno zvišane vrednosti krvnega sladkorja lahko s pravočasnimi ukrepi (znižanje vnosa kalorij s spremembo prehrane in zvišanje porabe kalorij s telesno dejavnostjo) znižamo na normalno raven in preprečimo razvoj SB. Diagnostične vrednosti so bile določene na podlagi rezultata epidemioloških študij, ki so pokazale, da se pri vrednostih koncentracije glukoze v krvi, višjih od zgoraj opredeljenih, kot kroničen zaplet pojavi retinopatija (okvara mrežnice).



Slika 3: OGTT pri zdravem človeku in bolniku s sladkorno boleznijo. Pri oralnem glukoznem tolerančnem testu (OGTT) telo obremenimo s 75 g glukoze in izmerimo koncentracijo glukoze v krvi dve uri po obremenitvi. Pri zdravih ljudeh se koncentracija glukoze v krvi zniža pod 7,8 mmol/l, pri bolnikih s sladkorno boleznijo vrednosti ostanejo višje od 11,0 mmol/l. Če se koncentracije glukoze v krvi gibljejo med 7,8 mmol/l in 11,0 mmol/l, govorimo o moteni toleranci za glukozo. (Vir: Stožer, A., Križančič Bombek, L., Dolenšek, J., Skelin, M. (2012). Izbrana poglavja iz fiziologije za študente medicine: z navodili za vaje, 1. izd. Maribor: Medicinska fakulteta).

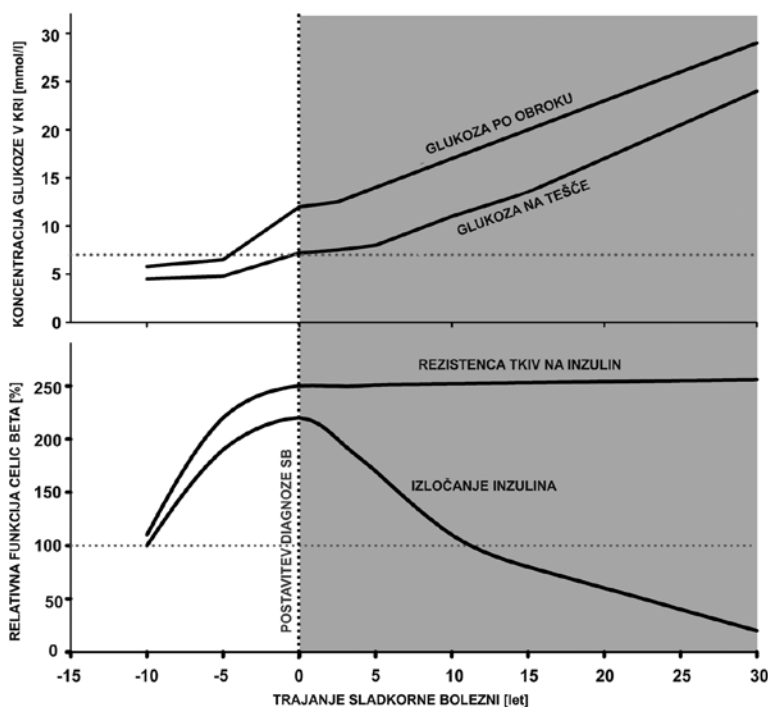
Sladkorna bolezen

Sladkorna bolezen (lat. diabetes mellitus; SB) je skupina kroničnih in progresivnih metaboličnih motenj različnih etiologij (= z različnimi razlogi za njihov nastanek), za katero je značilna kronično povišana koncentracija glukoze v krvi. S patofiziološkega vidika je vsem skupno pomanjkanje učinkov inzulina. Posledica je motena presnova ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin. Nezdrava prehrana in nezdrav življenjski slog (premalo telesne dejavnosti ali čezmeren vnos hrane) sta zlasti v razvitem svetu ključna vzroka za epidemijo debelosti in za strmo naraščanje števila sladkornih bolnikov. V razvitih državah ima kar 8 odstotkov mlajših od 44 let SB tipa 2, v nerazvitem svetu pa okrog 25 odstotkov. Po podatkih iz leta 2003 je bilo na svetu 196 milijonov ljudi obolenih za SB, do leta 2030 naj bi po takratnih napovedih številka narasla na več kot 360 milijonov. Z izjemno hitrim širjenjem SB smo to številko presegle že leta 2011. Po najnovejši napovedi bo število obolenih s SB do leta 2030 predvidoma naraslo na 552 milijonov. Mednarodna federacija za sladkorno bolezen (angl. *International Diabetes Federation, IDF*) predvideva, da je v Sloveniji približno 160.000 ljudi, starih od 20 do 79 let, s SB, 60.000 ljudi z nediagnosticirano SB in 140.000 ljudi z moteno toleranco na glukozo. Moteno homeostazo glukoze ima tako že skoraj vsak četrti prebivalec Republike Slovenije med 20. in 79. letom starosti.

Etiološka razdelitev SB obsega štiri osnovne in dve vmesni obliki. SB tipa 1 se praviloma pojavi pri otrocih ali odraslih do 30. leta starosti. Največkrat gre za imunsko povzročeno propadanje celic beta. Hiperglikemija se pojavi, ko propade več kot 75 odstotkov celic beta. Ta oblika SB je redka, saj jo ima manj kot 10 odstotkov sladkornih bolnikov. Ker celice beta, ki so edini vir inzulina, propadejo, je za te bolnike značilno absolutno pomanjkanje inzulina. Pri bolnikih s SB

tipa 1 je nadomeščanje inzulina zato nujno za uspešno obvladovanje bolezni. Posebna oblika SB tipa 1 je latentni avtoimunski diabetes odraslih (angl. *latent autoimmune diabetes of adulthood, LADA*), katerega razvoj traja od pet do šest let, je enake etiologije kot tip 1 sladkorne bolezni pri otrocih in se lahko pojavi pri kateri koli starosti. Raziskave v zadnjih letih so pokazale, da se ta oblika pojavlja vedno pogosteje.

Druga in najpogostejša oblika SB je sladkorna bolezen tipa 2. Je kompleksna bolezen, pri kateri se zaradi spremenjenega življenjskega sloga, centralne debelosti, telesne nedejavnosti in preveč energetsko bogate hrane zmanjša občutljivost tkiv na inzulin in končno se zaradi dolgoročno povečanega izločanja inzulina zmanjša tudi izločanje inzulina. Običajno se pojavi v srednjih letih, čeprav se vedno pogosteje diagnosticira tudi pri otrocih. V Sloveniji smo SB tipa 2 pri otrocih prvič diagnosticirali leta 2010. Večina bolnikov s SB tipa 2 ima povišano telesno maso. Več let, preden se bolniku postavi diagnoza SB tipa 2, se pojavi inzulinska rezistenca tarčnih tkiv (slika 4). Zmanjšana občutljivost tkiv na inzulin povzroča hiperglikemijo, ki poveša izločanje inzulina iz celic beta trebušne slinavke. Te so tako več let še sposobne vzdrževati koncentracijo glukoze v krvi znotraj fizioloških vrednosti. Ko celice beta niso več sposobne nadomeščati naraščajoče inzulinske rezistence, se pri bolniku koncentracija glukoze najprej zviša po obroku, pozneje pa tudi na tešče. Z leti funkcija celic beta peša, celice propadajo in koncentracija glukoze v krvi se viša.



Slika 4: Razvoj SB tipa 2. Za opis glej besedilo. (Vir: Stožer, A., Križančič Bombek, L., Dolensšek, J., Skelin, M. (2012). Izbrana poglavja iz fiziologije za študente medicine: z navodili za vaje, 1. izd. Maribor: Medicinska fakulteta).

Tretja oblika SB je nosečnostna SB (gestacijski diabetes). Epidemiološke raziskave kažejo, da prevalenca sladkorne bolezni tipa 2 po svetu narašča in zato narašča tudi število nosečnic, ki ima to bolezen. Nosečnostna SB je tista, ki se pojavi v nosečnosti in kjer vrednosti glikemije

na tešče ali po 75 g OGTT presegajo diagnostične vrednosti za nosečnostno sladkorno bolezen ($> 5,1$ mmol/l), ne dosegajo pa vrednosti, ki so merilo za postavitev diagnoze SB (> 7 mmol/l). Gestacijski diabetes izzveni po porodu ali najpozneje s prenehanjem dojenja. Zaradi nezadostne količine inzulina v nosečnosti se koncentracije glukoze v krvi zvišajo, kar ima lahko dolgoročne posledice tako za mater kot za plod. Za gestacijski diabetes je značilno, da ga prvič prepoznamo med nosečnostjo, vendar ni izključeno, da je bila homeostaza glukoze motena že pred nosečnostjo. Na prvem pregledu nosečnici določimo vrednosti glukoze na tešče ali v naključnem vzorcu. Če so vrednosti glukoze v krvi na tešče > 7 mmol/l ali v naključnem vzorcu > 11 mol/l, ima bolnica SB tipa 2. Vrednosti na tešče med 5,1 in 6,9 mmol/l kažejo na gestacijski diabetes. Slabo urejena glikemija ob zanositvi ali v prvem trimesečju pomeni večje tveganje za pojav zgodnjega splava in za malformacije pri plodu. Normalna toleranca na glukozo v začetku nosečnosti pa še ne pomeni, da se gestacijski diabetes ne more razviti pozneje. Pomanjkanje učinkov inzulina je v poznejših obdobjih nosečnosti deloma fiziološka in je odvisna od dejavnikov, ki so povezani s samo nosečnostjo. Pri nosečnicah z gestacijskim diabetesom gre največkrat za kombinacijo pridobljenega in kroničnega pomanjkanja učinkov inzulina ter za moteno delovanje celic beta iz različnih vzrokov. Verjetnost pojava gestacijskega diabetesa je zvišana pri ženskah, ki imajo SB v družini, pri tistih, ki so imele gestacijski diabetes že v kateri od prejšnjih nosečnosti, pri ženskah s povišano telesno maso ter pri ženskah, ki so v preteklosti splavile. Verjetnost pojava gestacijskega diabetesa se viša tudi s starostjo matere.

Za zgodnje odkrivanje gestacijskega diabetesa je tako pomembno, da pri ženskah med 24. in 28. tednom nosečnosti izvedemo 75 g OGTT in tako preprečimo morebitne dolgoročne posledice hiperglikemije pri materi in otroku. Nosečnostna SB je potrjena, če je presežena vsaj ena izmed naslednjih vrednosti: 5,1 mmol/l na tešče, 10,0 mmol/l 1 h po OGTT ali 8,5 mmol/l dve uri po OGTT. Pri ženskah z večjim tveganjem za razvoj gestacijskega diabetesa je zaželeno, da OGTT izvedemo že pred zanositvijo.

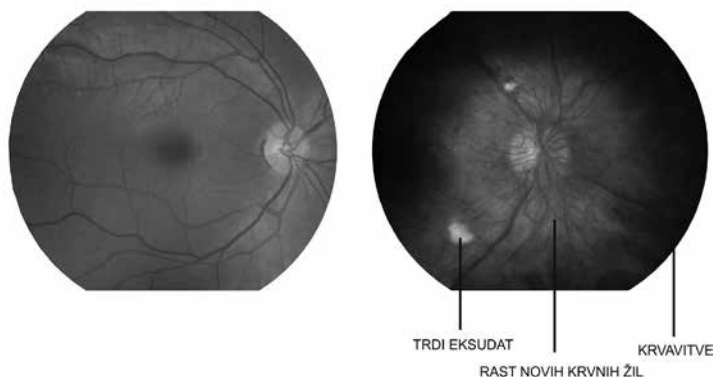
Med druge tipe sladkorne bolezni uvrščamo genetsko pogojeno obliko MODY (angl. *maturity-onset diabetes of the young*), kronično hiperglikemijo, ki se pojavlja zaradi obolenj trebušne slinavke (pankreatitis, trauma, infekcija, karcinom pankreasa, pankreatektomija ...) ali drugih obolenj, pri katerih je povišano izločanje antagonistov inzulina (adrenalina, kortizola, ravnega hormona).

Klinična slika SB je sestavljena iz simptomov in znakov motene presnove ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin ter akutnih in kroničnih zapletov. Pri hiperglikemiji nad 12 mmol/l je presežen ledvični prag za reabsorpcijo glukoze v ledvicah, zato se glukoza začne izločati z urinom (glukozurija). Skupaj z glukozo se izloča tudi voda (osmozna diureza), zato je za sladkorne bolnike značilna obilna količina urina podnevi (poliurija) in ponoči (nikturija). Če bolnik ne nadomešča izgubljene tekočine, sledijo dehidracija, žeja in motnje vida (slika 5). Zaradi neprestane razgradnje energetskih rezerv (katabolizem maščob in beljakovin) se pojavita utrujenost in hujšanje. V skrajnem primeru je pri SB tipa 1 zaradi odsotnosti inzulina katabolizem maščob lahko povišan do te stopnje, da se kaže celo s kopičenjem ketonskih teles v krvi in posledičnim zakisanim krvjo (ketoacidozo). Akutni zaplet pri SB tipa 2 navadno poteka brez ketoacidoze, se pa kaže kot visoka hiperglikemija z glukozurijo, osmozno diurezo in posledično hiperosmolarnostjo plazme. Temu stanju pravimo diabetični aketotični hiperosmolarni sindrom. Pogosto simptomi SB niso tako drastični, lahko jih celo ni, vendar pa kronična hiperglikemija povzroča patološke in funkcionalne spremembe v mnogih organih že več let, preden bolniku postavimo diagnozo SB.



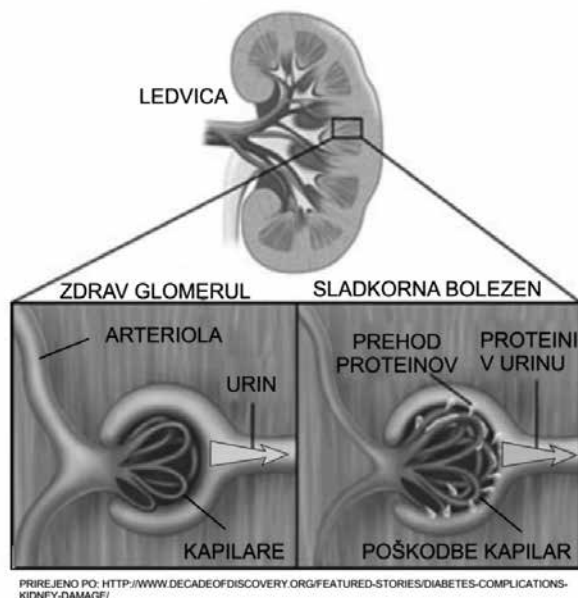
Slika 5: Znaki povišane koncentracije glukoze v krvi. Prirejeno po: <http://diabetesinchildren.org/type-1-diabetes-in-children/> (13. 2. 1010).

Posledice SB so dolgoročne poškodbe, disfunkcije ali odpovedi različnih organov. Okvare prizadenejo velike in male žile (makroangiopatije in mikroangiopatije) ter živčevje (nevropatije). Pri makroangiopatijah gre za hitro napredujočo aterosklerozo velikih žil, predvsem žil okončin. Najpogosteje so prizadete arterije pod kolenom. V nasprotju z makroangiopatijami so mikroangiopatije specifična diabetična motnja, ki je lahko izražena bistveno bolj kot makroangiopatije. Prizadete so predvsem majhne žile visokospecializiranih organov, tipično mrežnice in ledvic. V očesu povišan krvni sladkor z vezavo na beljakovine (glikacijo) povzroči zadebelitev stene majhnih žilic (predkapilarnih arteriol, kapilar, venul mrežnice) in kopičenje spremenjenih beljakovin v mrežnici. Pojavijo se mikroanevrizme, prepustnost kapilar se poveča, v okolici žil se kopiči eksudat (slika 6). To obliko diabetične retinopatije imenujemo neproliferativna retinopatija. Ob zamašitvi žil nastanejo majhna infarktna območja, kamor začnejo sčasoma vraščati nove žile, ki zlahka zakrvavijo. V tem primeru govorimo o proliferativni retinopatiji. Na razvoj diabetične retinopatije vpliva več dejavnikov, med drugim trajanje sladkorne bolezni, raven krvnega sladkorja, zvišan arterijski tlak (hipertenzija), zvišana raven lipidov v krvi (hiperlipidemija), debelost idr. Napredujoča diabetična retinopatija lahko vodi v odstop mrežnice in slepoto. Najpogostejši vzrok oslepitev v razvitem svetu je prav SB.



Slika 6: Razvoj diabetične retinopatije. Za opis glej besedilo. (vir: http://en.wikipedia.org/wiki/Fundus_%28eye%29 in http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fundus_Proliferative_retinopathy_EDA01.JPG (17. 6. 2013)).

V ledvicah kronična hiperglikemija povzroči nastanek diabetične nefropatije, imenovane tudi Kimmelstiel-Wilsonova bolezen ali diabetična glomeruloskleroza, ki je eden izmed vodilnih zapletov, ki spremljajo SB. Membrana glomerulov se zadebeli in hkrati postane prepustnejša za serumske albumine. V urinu zaznamo nizke koncentracije albuminov, kar imenujemo mikroalbuminurija (20–200 mg/l ali 30–300 mg/dan). Z napredovanjem diabetične nefropatije pride do napredovane nodularne glomeruloskleroze in do postopnega uničenja glomerulov, glomerularna filtracija se zmanjša, količina albuminov v urinu naraste (slika 7). Dolgoročna posledica takšnih okvar je kronična ledvična odpoved in prav SB je najpogostejši vzrok kronične ledvične odpovedi v zahodnem svetu.



Slika 7: Diabetična nefropatija. Za opis glej besedilo. (Prirejeno po: <http://www.decadeofdiscovery.org/featured-stories/diabetes-complications-kidney-damage/> (13. 2. 2010)).

Poškodbe živcev prizadenejo vse vrste perifernega živčevja, vendar predvsem senzorično in avtonomno živčevje. Zaradi kronične hiperglikemije se glukoza pretvarja v polivalentni alkohol sorbitol, ki se kopiči v živčnih vlaknih. To vodi v poškodbo membrane živčnih vlaken. Posledica je zmanjšana prevodnost živčnih vlaken in na koncu tudi propad živca. Dodatno k okvari živčnih vlaken prispevajo poškodbe majhnih žil, ki prehranjujejo živec.

Klinični znaki nevropatije so v začetku predvsem mravljinčenje in mraženje v spodnjih okončinah, zmanjšan občutek za temperaturo, nemirne noge in bolečine v mišicah. Bolniki pozneje ne zaznavajo dražljajev za dotik, zmanjša se občutek za bolečino. V tem primeru gre za okvaro senzoričnega živčevja. Pri bolnikih s SB se pogosto pojavi ulceracija na spodnjih okončinah. Kombinacija ulceracije, nevropatije in ishemije okončine poveča možnost nastanka gangrene, katere posledica je pogosto amputacija. Omenjeni skupek sindromov imenujemo diabetično stopalo (slika 8). Motorična nevropatija lahko povzroči atrofijo mišic in posledice so deformacije stopala. Zaradi okvare avtonomnega živčevja je znojenje zmanjšano ali celo odsotno, kar poveča možnost nastanka razpok na koži in posledičnih infekcij. Za več kot 50 odstotkov netravmatskih amputacij v razvitem svetu je vzrok SB.



DIABETIČNO STOPALO



Slika 8: Diabetična nevropatija in razvoj diabetičnega stopala. Za opis glej besedilo. (slika prirejena po http://kootation.com/why-does-diabetes-cause-foot-problems-two-reasons-first/diabetes.co.in*wp-content*uploads*2010*10*diabetes-foot-care.jpg/ in <http://footandanklefocus.com/diabetic-foot-care/> (17. 6. 2013)).

Sladkorna bolezen okvari poleg senzoričnega in motoričnega živčevja tudi avtonomno živčevje. Posledice okvare avtonomnega živčevja so motnje v delovanju sečil, prebavil in srca. To se kaže z zastajanjem seča, upočasnjenim praznjenjem želodca, motnjami srčnega ritma in nihanjem arterijskega pritiska.

Osnovni cilj zdravljenja SB je odpraviti simptome bolezni, preprečiti akutne in kronične zaplete, ki spremljajo SB, zmanjšati umrljivost in izboljšati kakovost življenja sladkornih bolnikov. Zdravljenje SB temelji na uravnavanju hiperglikemije. Sprememba načina življenja, ki vključuje izgubo telesne teže, zdravo prehrano in redno telesno dejavnost, je pri bolnikih s SB tipa 2 ključnega pomena. Prehranska priporočila sladkornim bolnikom so enaka priporočilom zdrave prehrane, izogibati se je treba živilom, ki hitro in močno zvišajo krvni sladkor – živilom z visokim glikemičnim indeksom. Koncept glikemičnega indeksa (GI) je leta 1980 – 1981 na Univerzi v Torontu razvil dr. David D. Jenkins. GI je število med 0 in 100, ki določa, kako zaužitje določenega živila vpliva na dvig krvnega sladkorja v primerjavi z referenčnim živilom (glukozo), ki ima glikemični indeks 100. Višji glikemični indeks pomeni večji dvig sladkorja v krvi. Zaželeno je, da z dieto znižamo telesno maso pri tistih bolnikih, katerih telesna masa je povišana, in vzdržujemo telesno maso blizu idealnih vrednosti. S kalorično omejitvijo lahko izboljšamo glukozno toleranco oziroma zmanjšamo inzulinsko rezistenco. Izrednega pomena je tudi redna zmerna telesna dejavnost vsaj trikrat na teden, ki zniža inzulinsko rezistenco in s tem izboljša glukozno toleranco. Poleg tega prispeva k zmanjšanju telesne teže in k odpravljanju centralne debelosti, ki igra pomembno vlogo pri razvoju zmanjšanih učinkov inzulina. Kadar sprememba načina življenja ne zadostuje, je potrebno zdravljenje s peroralnimi antidiabetiki ali celo z inzulinom. Peroralni antidiabetiki znižujejo koncentracijo glukoze v krvi na različne načine. Spodbujevalci izločanja inzulina spodbujajo izločanje inzulina ob glukozi (meglitinidi, inkretini) ali brez nje (sulfoniluree). Druga skupina zdravil ne spodbuja izločanja inzulina, temveč bodisi zmanjšuje inzulinsko rezistenco (bigvanidi, tiazolidindioni) bodisi zmanjšuje absorpcijo glukoze iz prebavil

in tako zmanjšuje koncentracijo glukoze v krvi. Zaradi progresivne narave SB pride pogosto do sekundarne odpovedi peroralnih hipoglikemikov. V tem primeru je treba uvesti zdravljenje z inzulinom. To je tudi edini za zdaj učinkovit način zdravljenja bolnikov s SB tipa 1. Drugi način zdravljenja sladkorne bolezni tipa 1, ki ga trenutno še razvijajo, je presajanje bodisi celotne trebušne slinavke bodisi zgolj Langerhansovih otočkov. Tudi v Sloveniji opravljajo presaditve trebušne slinavke, ki jo podari umrli darovalec. Največkrat take presaditve opravljajo pri diabetikih s kronično odpovedjo ledvic, kjer pacientu sočasno s presaditvijo trebušne slinavke presadijo tudi ledvico. V zadnjih letih se po svetu povečuje tudi število presaditev Langerhansovih otočkov. V tem primeru zdravniki ne presadijo celotnega organa, temveč otočke po izolaciji iz trebušne slinavke umrlega darovalca bolniku vbrizgajo v veno, ki skrbi za prekrvitev jeter. Težava pri presajanju Langerhansovih otočkov je predvsem njihova kratkoročna učinkovitost, saj se polovica bolnikov, pri katerih je bila opravljena transplantacija Langerhansovih otočkov, čez nekaj let vrne na zdravljenje z inzulinom.

Litearatura in viri

- 1 *Boron, W. F., Boulpaep, E. L. (2009). Medical physiology: a cellular and molecular approach, 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, cop.*
- 2 *Despopoulos, A., Silbernagl, S. Color atlas of physiology, 5th edition. Thieme.*
- 3 *Diabetes foot care. Advanced Foot and Ankle Centre of Weston. Dostopno na: <http://footandanklefocus.com/diabetic-foot-care/> (17. 6.2013).*
- 4 *Felton, A.-M., Hall, M. (2011). Diabetes, The Policy Puzzle: Is Europe Making Progress?, 3rd ed. Newcastle on Tyne, Brussels: Foundation of European Nurses in Diabetes, International Diabetes Federation; str. 159.*
- 5 *Hall, J. E. (2011). Guyton and Hall textbook of medical physiology, 12th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier.*
- 6 *Slovenske smernice za klinično obravnavo sladkorne bolezni tipa 2 pri odraslih osebah, junij 2011. Dostopno na: <http://www.endodiab.si/priporocila/sb/index.dot> (15. 2. 2013).*
- 7 *Stožer, A., Križančič Bombek, L., Dolenšek, J., Skelin, M. (2012). Izbrana poglavja iz fiziologije za študente medicine: z navodili za vaje, 1. izd. Maribor: Medicinska fakulteta.*
- 8 *Unwin, N., Whiting, D., Gan, D., Jacqmain, O., Ghyoot, G. (2012). IDF Diabetes Atlas, 5th ed. Brussels: International Diabetes Federation, str. 143.*
- 9 *Why does diabetes cause foot problems. Kootation.com. Dostopno na: <http://kootation.com/why-does-diabetes-cause-foot-problems-two-reasons-first/diabetes.co.in/wp-content/uploads/2010/10/diabetes-foot-care.jpg/> (17. 6.2013).*

Priloge



Naloga 1: Teoretični opis izvedbe oralnega glukoznega tolerančnega testa pri učencih v razredu

Naloga 2: Oralni glukozni tolerančni test pri zdravih ljudeh in tistih z okvarjenim uravnavanjem količine glukoze v krvi

Vprašanja za preverjanje znanja



Naloga 1

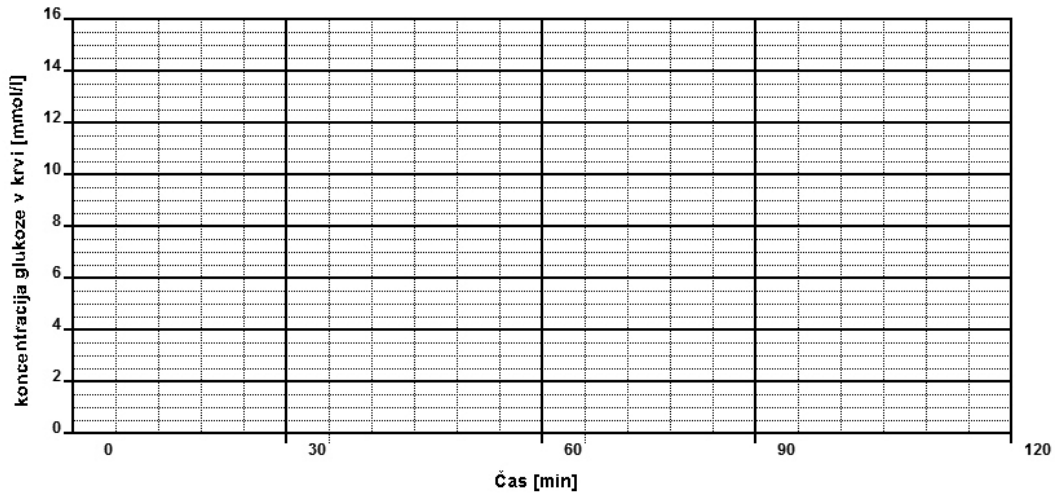
Teoretični opis izvedbe oralnega glukoznega tolerančnega testa pri učencih v razredu

Učenci so pri pouku biologije izvedli oralni glukozni tolerančni test (OGTT). Pri tem testu telo obremenimo z glukozo. Da je bil test zabavnejši in poučnejši, je učiteljica učence razdelila v tri skupine. V prvi skupini so učenci, ki ne bodo zaužili sladkorja, ampak 2–3 dl vode. V drugi skupini so učenci, ki bodo zaužili 75 g sladkorja, raztopljenega v 2–3 dl vode. V tretji skupini pa so učenci, ki bodo zaužili 0,5 l kokakole. Omenjena količina kokakole vsebuje 55 g ogljikovih hidratov. Na test so otroci prišli tešči. Pred začetkom testa so si izmerili koncentracijo glukoze v krvi in podatke zapisali v preglednico 1 pod čas 0. Nato so vsi učenci ob istem času zaužili svoj »napitek«. Vrednosti glukoze v krvi so si nato izmerili še 30, 60, 90 in 120 minut po zaužitju. Rezultate treh učencev smo zapisali v preglednico 1.

Preglednica 1: Vrednosti koncentracije glukoze v krvi po obremenitvi

		Koncentracija glukoze [mmol/l]		
		Kontrola	Sladkana voda	Coca-cola
Čas [min]	Ime testirane osebe	Miha	Mojca	Matej
	0		4,3	4,5
30		4,5	8,5	8,2
60		4,7	7,5	7,2
90		4,4	7,0	6,0
120		4,6	5,7	5,2

Učenci naj rezultate iz preglednice 1 vnesejo na graf 1 (na naslednji strani). Rezultate analizirajte. Ali so rezultati v skladu s pričakovanimi? Ali imajo vsi testirani učenci normalno uravnavanje glukoze? Odgovore utemeljite.



Legenda: kontrola
sladkana voda
Coca-cola

Graf 1: Koncentracija glukoze v krvi po obremenitvi





Naloga 2

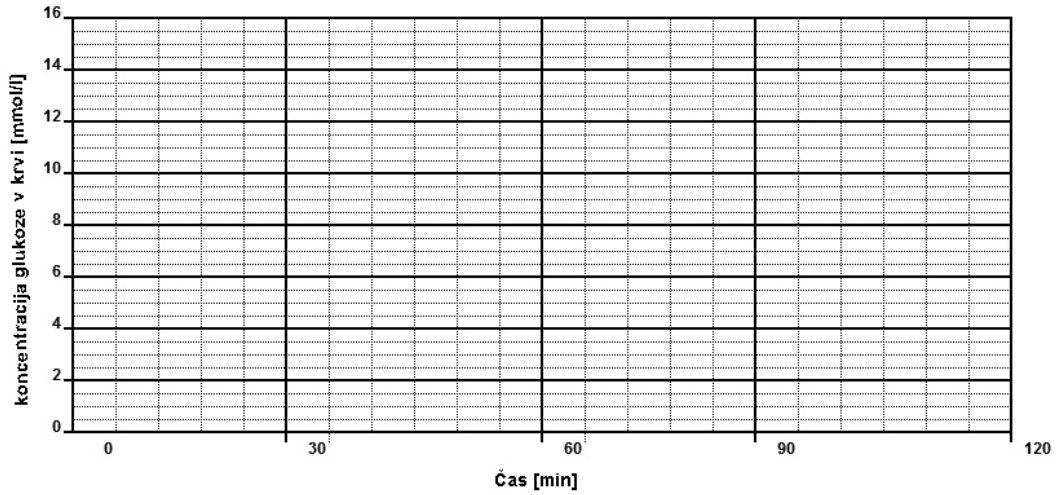
Oralni glukozni tolerančni test pri zdravih ljudeh in pri tistih z okvarjenim uravnavanjem količine glukoze v krvi

Oralni glukozni tolerančni test smo izvedli pri zdravi osebi, bolniku s SB in pri osebi z moteno toleranco na glukozo. Pri tem testu telo obremenimo s 75 g glukoze, raztopljene v 2–3 dl vode. Vse testirane osebe so bile pred izvedbo testa tešče (brez hrane) vsaj 12 ur. Pred začetkom testa smo vsem trem testiranim osebam izmerili koncentracijo glukoze v krvi in podatke zapisali v preglednico 2 pod čas 0. Nato so preiskovanci zaužili v vodi raztopljeno glukozo. Vrednosti glukoze v krvi smo jim nato izmerili še 30, 60, 90 in 120 minut po zaužitju. Rezultate smo zapisali v preglednico 2.

Preglednica 2: Vrednosti koncentracije glukoze v krvi po obremenitvi

		Koncentracija glukoze [mmol/l]		
		Janez	Ema	Bojan
Čas [min]	Ime testirane osebe			
	0	5,2	4,5	8,5
	30	10,5	9,2	15,2
	60	9,5	8,0	14,5
	90	8,7	7,5	13,5
	120	8,3	6,7	12,8

Učenci naj rezultate iz preglednice 2 vnesejo na graf 2 (na naslednji strani). Iz grafa določite, kdo od preiskovancev ima SB, kdo moteno toleranco na glukozo in kdo je tisti, ki ima normalno homeostazo glukoze. Svoj izbor smiselno argumentirajte.



- Legenda:** zdrava oseba
sladkorni bolnik
bolnik z moteno toleranco na glukozo

Graf 2: Koncentracija glukoze v krvi po obremenitvi



Vprašanja za preverjanje znanja

Sladkor v krvi in sladkorna bolezen

- Zakaj je uravnavanje koncentracije glukoze v krvi tako pomembno?
- Naštejte organe, ki za svoje delovanje nujno potrebujejo glukozo!
- Kateri organski sistem se v organizmu najhitreje odzove na pomanjkanje glukoze v krvi?
- Od kod se izloča inzulin in kaj je njegova vloga v telesu?
- Kako inzulin deluje na mišice?
- Kako inzulin deluje na jetra?
- Zapiši vrednosti glukoze v krvi pri zdravih in teščih ljudeh.
- Kako lahko naš CŽS normalno deluje, če že nekaj ur nismo zaužili ničesar?
- Kako adrenalin sodeluje pri homeostazi glukoze?
- Ali tudi kortizol in rastni hormon uravnavata koncentracijo glukoze v krvi?
- Naštejte znake previsokih koncentracij glukoze v telesu!
- Kakšni so znaki hipoglikemije?
- Na podlagi česa postavimo diagnozo SB?
- Kako imenujemo test homeostaze glukoze?
- Ali za razvoj SB obstajajo različni vzroki?
- Kakšna je razlika med SB tipa 1 in SB tipa 2?
- Kako debelost vpliva na razvoj SB?
- Ali lahko tudi nosečnica zbolí za SB? Kako imenujemo to obliko SB?
- Kako imenujemo akutni zaplet SB tipa 1?
- Kako imenujemo akutni zaplet SB tipa 2?
- Zakaj bolnik s SB lahko oslepi?
- Zakaj bolnikom s SB pogosteje kot ljudem z normalno homeostazo glukoze odpovedo ledvice?
- Kje tiči vzrok za pogosto amputacijo okončin pri sladkornih bolnikih?
- Ali lahko SB ozdravimo?
- Naštejte živila, ki se jim mora sladkorni bolnik odpovedati!
- Zakaj je pomembno, da so sladkorni bolniki telesno dejavni?
- Kako zdravimo SB tipa 1?
- Ali moramo bolnikom s SB tipa 2 zmeraj dodajati inzulin?

2.3 Evolucija

2.3.1 Kako deluje naravni izbor?

*Dr. Barbara Vilhar, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
Saša Kregar, Simona Slavič Kumer, Zavod RS za šolstvo*

Povzetek

Evolucija kot osrednji biološki koncept je ena izmed vsebin posodobljenega učnega načrta. Primer predstavlja naravni izbor v teku, ki približa učencem razumevanje procesa evolucije.

Učenci bodo na podlagi opisane dejavnosti na avtentičnem primeru spoznali, kako deluje naravni izbor. Gradivo obsega tudi vprašanja in naloge za preverjanje vsebinskih in procesnih znanj na vseh taksonomskih ravneh.

Trajanje: dve šolski uri.

Povezava z biološkimi koncepti

- Evolucija: koncept J1 – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16

Medpredmetne povezave

- zgodovina.
- matematika.

Uvodna vsebinska izhodišča

Populacije vseh vrst imajo sposobnost proizvesti veliko več potomcev, kot jih lahko v danem okolju preživi do odraslosti. Osebki v populaciji se med seboj razlikujejo po številnih dednih lastnostih. Osebki, katerih dedne lastnosti najbolj ustrezajo trenutnim razmeram v okolju, so na splošno uspešnejši pri preživetju in imajo tudi več potomcev kot osebki z manj ustreznimi lastnostmi. To različno uspešnost osebkov z različnimi dednimi lastnostmi pri razmnoževanju imenujemo **naravni izbor**. Posledica naravnega izbora je postopno spreminjanje pogostosti dednih lastnosti v populaciji.

Delovanje naravnega izbora so znanstveniki opazili v naravnih populacijah metulja brezovega pedica (*Biston betularia*). Odrasli osebki tega metulja imajo telo dveh barv: **svetli osebki** so skoraj beli s temnimi lisami, **temni osebki** pa imajo telo zelo temne, skoraj črne barve (slika 1). Svetli in temni osebki se med seboj lahko pariyo in imajo potomce, podobno kot bele in črne ovce. Znanstveniki so ugotovili, da je barva telesa brezovega pedica dedna lastnost.

Znanstveniki so primer brezovega pedica dobro preučili v Veliki Britaniji. Tam so bili do sredine 19. stoletja vsi osebki, ki so jih opazili naravoslovci in zbiratelji metuljev, svetli. Nato pa so leta

1848 na nekem vrtu v industrijskem mestu Manchester prvič našli temnega brezovega pedica. V naslednjih desetletjih so predvsem v okolici industrijskih mest postopno postajali temni osebki vse pogostejši, hkrati pa je bilo seveda svetlih osebkov vse manj. Konec 19. stoletja je bilo na primer v okolici Manchestra več kot 95 odstotkov brezovih pedicev temnih.

Znanstveniki so dokazali, da je spreminjanje pogostosti temnih in svetlih osebkov posledica naravnega izbora v spremenjenem okolju. Metulji podnevi počivajo (mirujejo) na podlagi – predvsem na deblih in vejah dreves, ponoči pa so dejavni – predvsem samci letajo naokrog in iščejo samice za parjenje. Svetli osebki so podnevi dobro skriti na svetlih podlagah, na primer na svetlem in z lišaji poraščenem lubju (slika 1). Dobro prikrite osebke ptiči, ki podnevi iščejo plen in se prehranjujejo tudi z brezovimi pedici, težko opazijo. Sredi 19. stoletja pa je bilo zaradi industrijske revolucije v Veliki Britaniji vse več tovarn, v katerih so kurili premog, posledica pa je bilo naraščajoče onesnaževanje okolja s sajami in izpušnimi plini (npr. SO_2). Saje so sedale na prej svetlo lubje dreves, lišaji so začeli zaradi onesnaženja odmirati. Tako so prej pretežno svetla počivališča brezovih pedicev postajala vse temnejša. Na temni podlagi pa so pred ptiči boljše skriti temni kot svetli osebki (slika 1).

Čisto okolje (svetla podlaga)



Onesnaženo okolje (temna podlaga)



Slika 1: Prikaz opaznosti svetlih in temnih osebkov brezovih pedicev (avtorica skice: Barbara Vilhar).

Predstavitev izvedbe

Pri tej vaji bomo uporabili primer brezovih pedicev za ponazoritev, kako deluje naravni izbor. Pri izvedbi vaje bomo procese, ki potekajo v naravi, prikazali na zelo poenostavljen način.

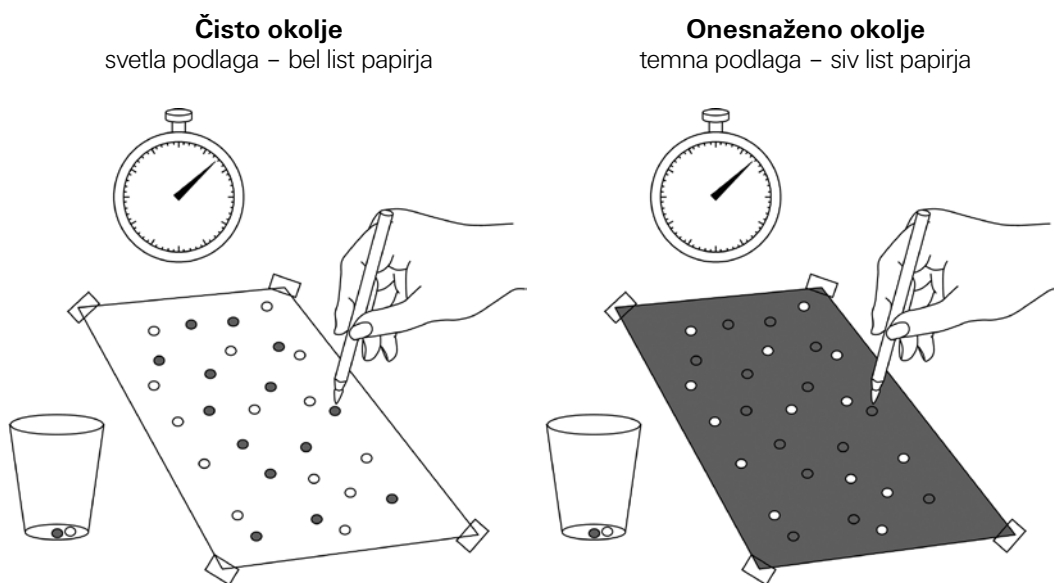
Potrebščine

Dogajanje v naravi bomo ponazorili s preprostimi potrebščinami (preglednica 1 in slika 2). Bel krogec papirja ponazarja svetlega brezovega pedica, siv pa temnega. Svetlo podlago, na kateri lahko brezovi pedici počivajo v čistem okolju, predstavlja bel list papirja, temnejšo podlago v onesnaženem okolju pa siv list papirja. Počivajoče metulje bomo ponazorili s polaganjem krogecev na list papirja.

Potrebujemo še model ptiča, ki pleni počivajoče metulje. Kljun ptiča predstavlja pinceta ali svinčnik, ki ima na konici pritrjen košček patafixa ali podobnega materiala. Želodec ptiča, v katerem se nabirajo »požrti« metulji, pa predstavlja plastičen kozarček.

Preglednica 1: Primerjava stanja v naravi in potrebščin, uporabljenih pri vaji

	Stanje v naravi	Model (potrebščina)
Podlaga, na kateri podnevi počivajo brezovi pedici	lubje v čistem okolju	bel list papirja
	lubje v onesnaženem okolju	siv list papirja
Brezov pedic (plen)	svetel brezov pedic	majhen krogec belega papirja
	temen brezov pedic	majhen krogec sivega papirja
Ptič (plenilec)	kljun plenilca	svinčnik s patafixom ali pinceta
	želodec plenilca	plastičen kozarček



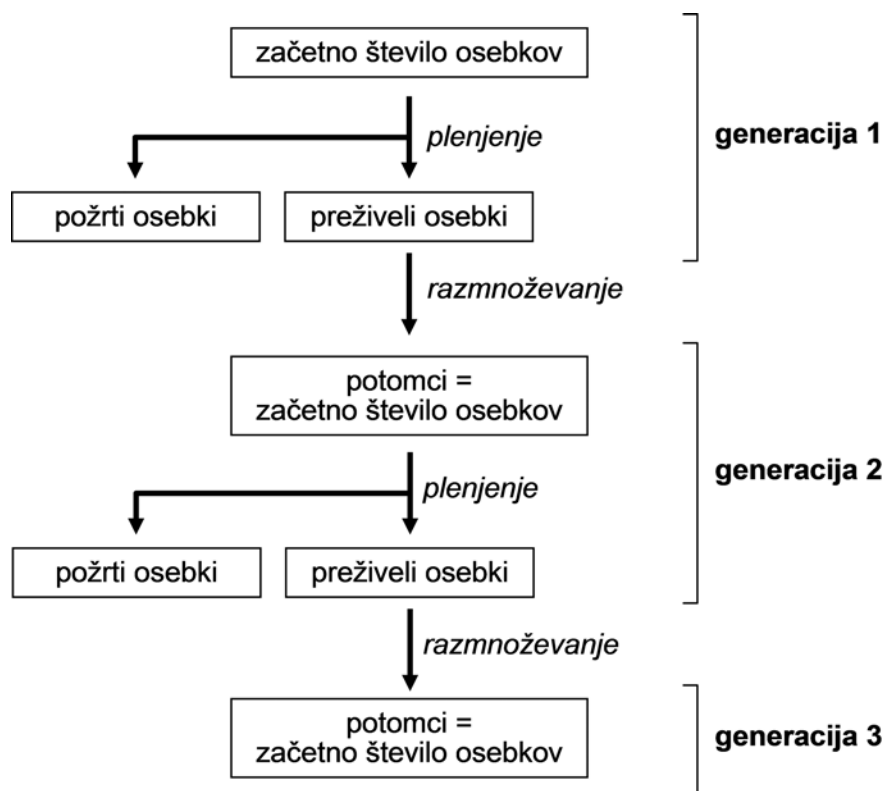
Slika 2: Priprava potrebščin za ponazoritev plenjenja metuljev v čistem in v onesnaženem okolju (avtorica slike: Barbara Vilhar).

Poleg že navedenih potrebščin potrebujemo pri izvedbi vaje še uro s sekundnim kazalcem, s katero bomo merili čas plenjenja, nekaj koščkov lepilnega traku za pritrditev listov papirja na klop in kalkulator.

Izvedba vaje

Potek vaje je prikazan na sliki 3. Uprizorili bomo plenjenje v zaporednih generacijah brezovih pedicev in pri tem spremljali število svetlih in temnih osebkov. V vsaki generaciji ptič požre

nekaj metuljev. Samo tisti metulji, ki preživijo, se razmnožijo in imajo torej potomce. Vajo bomo izvedli dvakrat. Najprej bomo kot podlago uporabili bel list papirja za ponazoritev čistega okolja, nato pa še siv list papirja za onesnaženo okolje.

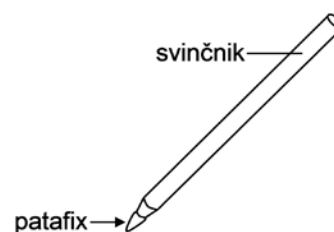


Slika 3: Prikaz korakov pri izvedbi vaje

Predpriprava

Vajo izvede par učencev. Eden od učencev je »ptič«, drugi pa je »opazovalec«.

1. Izberite učenca, ki bo ptič, in učenca, ki bo opazovalec. Imena učencev, ki ste jim dodelili vloge, vpišite v preglednico 2.
2. Izberite, ali boste najprej izvedli vajo za čisto ali za onesnaženo okolje. Glede na izbiro na klop z lepilnim trakom pritrдите bel ali siv list papirja.
3. Pripravite kljun tako, da na konico svinčnika ali pincete dobro pritrđite rahlo zašiljen košček patafixa (slika 4).



Slika 4: Priprava »kljuna«

Preglednica 2: Razdelitev vlog pri izvedbi vaje

Vloga	Izvedba 1: Čisto okolje svetla podlaga – bel list papirja	Izvedba 2: Onesnaženo okolje temna podlaga – siv list papirja
Opazovalec		
Ptič		

Sedanje metuljev na počivališča (polaganje krogcev na list papirja)

- Pripravite ustrezno število belih in sivih krogcev. V prvi generaciji je 15 belih in 15 sivih krogcev, za naslednje generacije pa odčitajte ustrezno število iz stolpcev z oznako *Začetno število metuljev (pred plenjenjem)* v preglednici 4. Skupno število krogcev v vsaki generaciji je vedno 30.
- Ptič se naj **obrne stran**.
- Opazovalec po listu papirja pomešano razporedi bele in sive krogce (glej sliko 2).

Plenjenje (pobiranje krogcev)

- Opazovalec pripravi uro in z znakom sporoči ptiču začetek in konec pobiranja krogcev. Čas pobiranja je **15 sekund**.
- Ptič se ob znaku za začetek pobiranja krogcev obrne proti listu in začne **stoje** s »kljunom« pobirati krogce z lista papirja. Vsak pobrani krogec vrže v plastičen kozarček in šele nato pobere naslednjega. Ptič mora v 15 sekundah pobrati *čim več* krogcev, torej mora krogce pobirati čim hitreje. Po 15 sekundah opazovalec z znakom prekine pobiranje krogcev.

Ugotavljanje števila požrtih in preživelih metuljev

- Po končanem pobiranju preštete število krogcev v kozarčku: število belih krogcev (požrti svetli metulji) in število sivih krogcev (požrti temni metulji). Število krogcev v kozarčku vpišite na ustrezno mesto v preglednici 4, v stolpce z oznako *Po plenjenju – Število požrtih metuljev*.
- Izračunajte ali preštete, koliko belih in sivih krogcev je ostalo nepobranih na listu papirja, in te podatke zapišite na ustrezno mesto v preglednici 4, v stolpce z oznako *Po plenjenju – Število preživelih metuljev*.

Razmnoževanje preživelih metuljev (izračun števila svetlih in temnih osebkov v naslednji generaciji)

Krogci, ki so ostali na listu papirja, predstavljajo preživele metulje po plenjenju. Preživeli metulji se razmnožijo, njihovi potomci pa predstavljajo naslednjo generacijo metuljev. Pri tem je začetno število metuljev v vsaki generaciji 30.

11. Število svetlih in temnih preživelih metuljev (nepobranih krogcev) v tej generaciji, ki ste ga vpisali v preglednico 4, uporabite za izračun začetnega števila svetlih in temnih metuljev v naslednji generaciji:

$$\text{začetno število svetlih metuljev v naslednji generaciji} = \frac{30 \times \text{število preživelih svetlih metuljev v tej generaciji}}{\text{število vseh preživelih metuljev v tej generaciji}}$$

$$\text{začetno število temnih metuljev v naslednji generaciji} = \frac{30 \times \text{število preživelih temnih metuljev v tej generaciji}}{\text{število vseh preživelih metuljev v tej generaciji}}$$

$$= 30 - \text{začetno število svetlih metuljev v naslednji generaciji}$$

12. Izračunano začetno število svetlih in temnih metuljev *zaokrožite* na celo število in vpišite na ustrezno mesto v preglednico 4.

Ponovitev izvedbe za naslednje generacije in za drugo podlago

13. Podatke v preglednici 4 uporabite za ponovitev ponazoritve plenjenja za *naslednjo generacijo* (generacijo 2) – ponovite korake od 4 do 12. Po izvedbi teh korakov lahko izračunate tudi začetno število svetlih in temnih osebkov v generaciji 3 in te podatke vnesete v preglednico 4.
14. Ponazoritev plenjenja ponovite še za *drugo podlago* (bel list papirja nadomestite s sivim ali obratno; glej sliko 2) ter rezultate plenjenja in izračunane podatke vpišite na ustrezna mesta v preglednici 4. Ob zamenjavi podlage lahko učenca zamenjata vlogi (ptič, opazovalec).

Izračun števila svetlih in temnih osebkov v naslednji generaciji

Pri izračunu števila svetlih in temnih osebkov v naslednji generaciji upoštevamo naslednji poenostavitvi:

- Začetno število metuljev (pred plenjenjem) je v vsaki generaciji 30.
- Barva telesa se deduje na takšen način, da je začetni delež svetlih in temnih metuljev v naslednji generaciji enak deležu preživelih svetlih in temnih metuljev v prejšnji generaciji.

Podrobnejša razlaga teh poenostavitev je v preglednici 3, postopek računanja pa je pojasnjen na primeru v nadaljevanju.

Preglednica 3: Razlaga poenostavitev pri računanju

	Poenostavitev pri računanju	Primerjava s stanjem v naravi
a.	Velikost populacije se skozi generacije ne spreminja. Skupno število potomcev vsake generacije, ki hkrati predstavlja začetno število metuljev (pred plenjenjem) v naslednji generaciji, je vedno 30.	V naravnih populacijah je število osebkov precej večje od 30. V naravi število osebkov (potomcev) v zaporednih generacijah ni povsem enako, temveč vsaj malo niha.
b.	Po plenjenju je v populaciji določen delež svetlih in temnih metuljev, ki se med seboj pari in imajo potomce. Barva telesa se deduje tako, da je delež svetlih in temnih osebkov v generaciji potomcev enak deležu svetlih in temnih osebkov med preživeli metulji v prejšnji generaciji (v generaciji staršev).	Na splošno sicer velja, da je, če je v generaciji staršev večji delež svetlih metuljev, tudi v generaciji potomcev več svetlih metuljev, in nasprotno. Vendar pa se dejansko barva telesa deduje na malo bolj zapleten način (dominantno-recesivno dedovanje).

Primer izračuna

Na primeru si oglejmo, kako lahko izračunamo začetno število svetlih in temnih metuljev v naslednji generaciji. Predpostavimo, da je po plenjenju preživelo osem svetlih in 14 temnih metuljev, skupaj torej 22. Za izračun lahko uporabimo sklepni (križni) račun.

Ta generacija (preživeli metulji kot starši): med skupaj 22 metulji 8 svetlih metuljev

Naslednja generacija (30 potomcev): med skupaj 30 metulji x svetlih metuljev

$$x = \frac{30 \times 8}{22} = 10,91$$

Izračunali smo, da bo med 30 potomci 10,91 svetlega metulja. Vendar pa mora biti število potomcev *celo število*, zato dobljeni rezultat *zaokrožimo*; v našem primeru bo med 30 potomci 11 svetlih metuljev.

Koliko pa bo med potomci temnih metuljev? Uporabimo lahko enak sklepni račun, kot je prikazan zgoraj za svetle metulje. Izračunamo:

$$y = \frac{30 \times 14}{22} = 19,09 \quad \text{zaokroženo na celo število: } 19$$

Še lažje pa je, da uporabimo izračunano število svetlih metuljev in upoštevamo, da je vseh potomcev 30:

$$\text{število temnih metuljev} = y = 30 - \text{število svetlih metuljev} = 30 - 11 = 19$$

Opisani način računanja pri vaji uporabimo za izračun števila svetlih in temnih osebkov v vsaki generaciji, kot je s posplošenimi formulami prikazano zgoraj, v opisu izvedbe vaje.

Obdelava podatkov in prikaz rezultatov





15. Slika 5 prikazuje *začetno* število svetlih in temnih metuljev v zaporednih generacijah. Za generacijo 1 so ti podatki že vrisani. Na temelju podatkov v preglednici 4 dopolni shemo

na sliki 5 še za generaciji 2 in 3 – s sivo barvo (z navadnim svinčnikom) pobarvaj ustrezno površino v ležečem stolpcu. Pri tem upoštevaj os z označenimi enotami na dnu slike 5.



16. V preglednici 4 je navedeno začetno *število* svetlih in temnih metuljev v vsaki generaciji. Po teh podatkih lahko izračunaš še *delež* (odstotek) svetlih in temnih metuljev v vsaki generaciji. Te deleže vnese v ustrezna polja v preglednici 5, nato pa ustrezno dopolni še sliko 6.


Podatek o *deležu* osebkov z določeno dedno lastnostjo v populaciji je splošnejši od podatka o *številu* osebkov z določeno lastnostjo, saj je delež neodvisen od velikosti populacije (števila osebkov v populaciji).

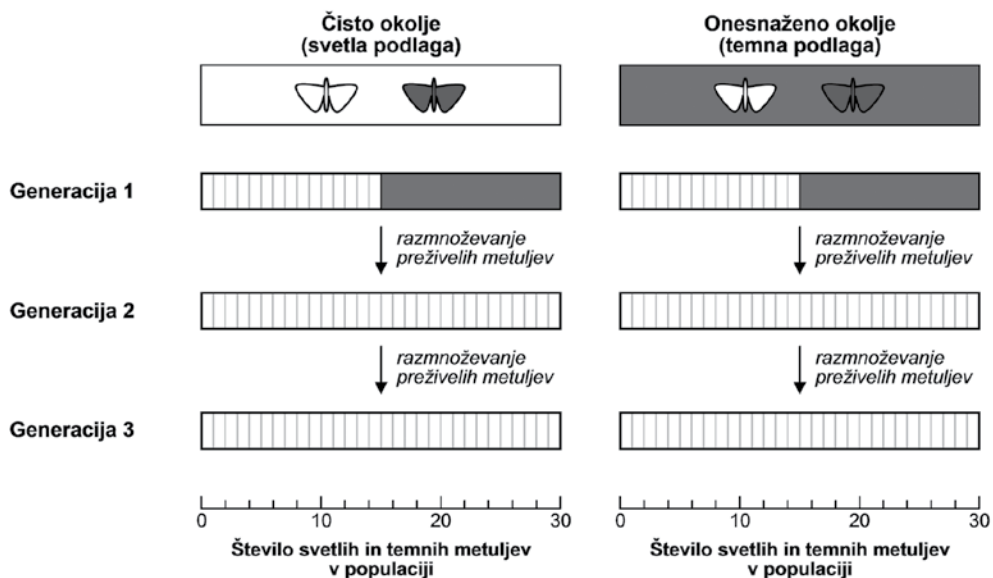
Preglednica 4: Število svetlih in temnih metuljev v zaporednih generacijah

Stanje okolja	Generacija	Pred plenjenjem			Po plenjenju					
		Začetno število metuljev			Število požrtih metuljev			Število preživelih metuljev		
		svetli	temni	skupaj	svetli	temni	skupaj	svetli	temni	skupaj
  Čisto okolje (svetla podlaga)	1	15	15	30						
	2			30						
	3			30	–	–	–	–	–	–
  Onesnaženo okolje (temna podlaga)	1	15	15	30						
	2			30						
	3			30	–	–	–	–	–	–

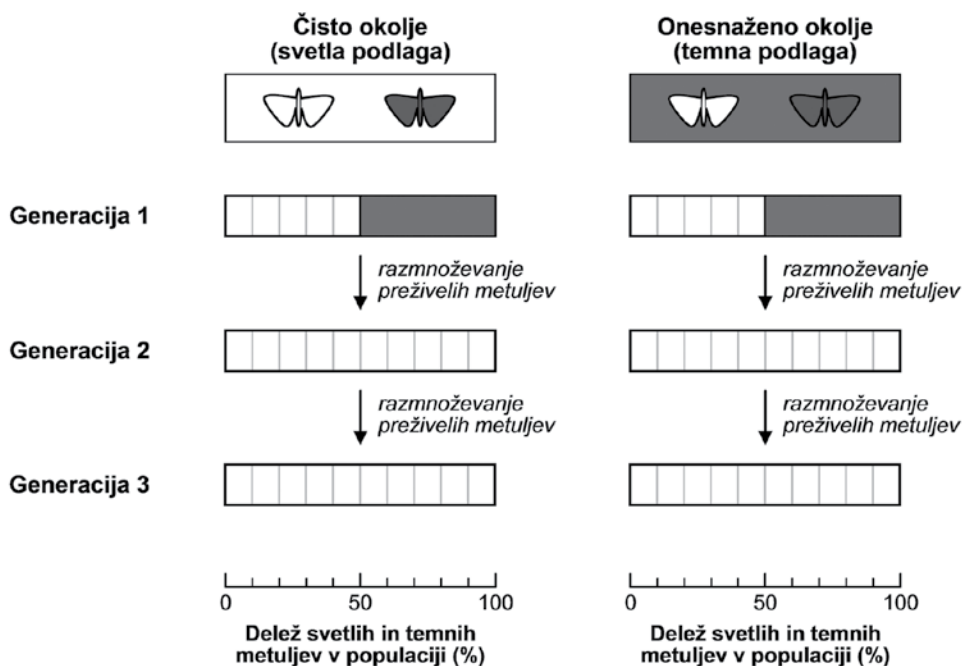
Preglednica 5: Delež svetlih in temnih metuljev v zaporednih generacijah

Stanje okolja	Generacija	Pred plenjenjem		
		Začetni delež metuljev (%)		
		svetli	temni	skupaj
  Čisto okolje (svetla podlaga)	1	50 %	50 %	100 %
	2			100 %
	3			100 %

	Onesnaženo okolje (temna podlaga)	1	50 %	50 %	100 %
		2			100 %
		3			100 %



Slika 5: Prikaz spreminjanja števila svetlih in temnih metuljev v zaporednih generacijah (podatki iz preglednice 4)



Slika 6: Prikaz spreminjanja deleža svetlih in temnih metuljev v zaporednih generacijah (podatki iz preglednice 5)



4. Z naraščanjem industrije in s tem povezanega onesnaževanja se je v Veliki Britaniji spremenila prevladujoča barva počivališč brezovega pedica. Katera izvedba vaje, s svetlo ali s temno podlago, ustreza stanju v močno onesnaženem okolju? Razloži, zaradi kakšnih sprememb v naravi, ki so bile posledica onesnaževanja, svetla/temna podlaga ustreza stanju v močno onesnaženem okolju.

5. Znanstveniki so ugotovili, da se je v Veliki Britaniji v obdobju naraščajočega onesnaževanja ozračja v naravnih populacijah brezovih pedicev povečeval delež temnih metuljev, svetlih metuljev pa je bilo vse manj. S poskusi in z opazovanji v naravi so dokazali, da ptiči lažje najdejo slabo prikrite brezove pedice (svetle osebke na temni podlagi ali temne osebke na svetli podlagi) kot dobro prikrite osebke (svetle osebke na svetli podlagi ali temne osebke na temni podlagi). Zato v okolju, v katerem prevladuje svetla podlaga, ptiči požrejo več temnih metuljev, v okolju z bolj temno podlago pa več svetlih metuljev. Znanstveniki so tudi ugotovili, da ptiči v naravi pojedjo toliko metuljev, da je plenjenje, ki ga izvajajo ptiči, za populacijo brezovih pedicev pomemben dejavnik naravnega izbora.

Razloži, ali so tvoji rezultati v skladu z ugotovitvami znanstvenikov ali jim nasprotujejo.

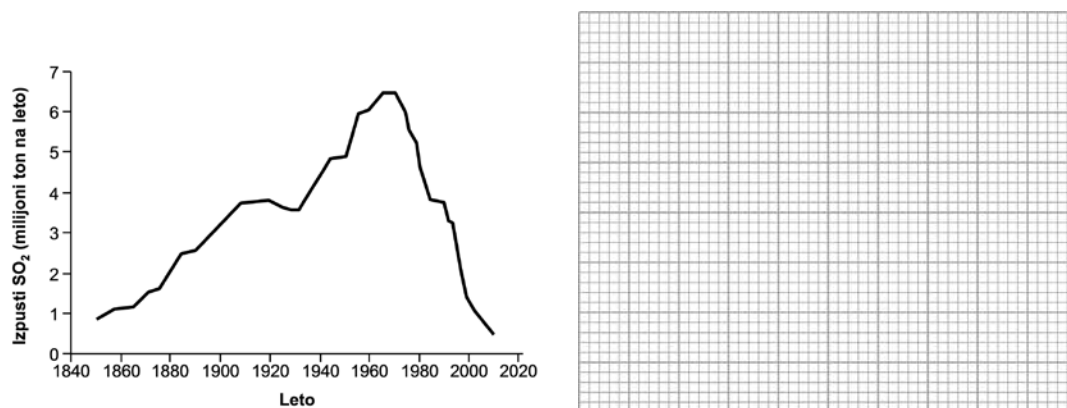


Naloga 1

Brezov pedic in onesnaževanje zraka

Na spodnjem grafu je prikazana ocena količine SO_2 , ki so jo v Veliki Britaniji v obdobju od 1850 do 2010 letno izpustili v zrak zaradi sežiga različnih goriv. Količino izpustov SO_2 lahko uporabimo kot splošno oceno za stopnjo onesnaževanja zraka.

- Opiši, kaj lahko iz grafa ugotoviš o stopnji onesnaževanja zraka v Veliki Britaniji v obdobju od leta 1850 do leta 2010.



- Okrog leta 1950, v obdobju hudega onesnaževanja, so bili v okolici industrijskih središč v Veliki Britaniji skoraj čisto vsi brezovi pedici temni. Kmalu potem so Britanci sprejeli strogo zakonodajo, ki je zahtevala zmanjšanje onesnaževanja zraka. Danes je zrak bistveno manj onesnažen kot tedaj. Napovej, kako se je najverjetneje spreminjala pogostost svetlih in temnih metuljev v okolici industrijskih mest v obdobju, ko se je onesnaževanje zraka zmanjševalo. Svojo napoved razloži.

Znanstveniki so v zadnjih 50 letih na več mestih v Veliki Britaniji spremljali pogostost svetlih in temnih brezovih pedicev v naravnih populacijah. V spodnji preglednici je prikazan del podatkov, ki so jih zbrali v gozdu v okolici nekdanjega močno onesnaženega industrijskega mesta Leeds. Vsako poletje so ponoči v svetlobne pasti lovili metulje. Med ujetimi metulji so odbrali brezove pedice in prešteli število ujetih svetlih in koliko temnih brezovih pedicev, kar je prikazano v spodnji preglednici. Skupno število brezovih pedicev, ki so jih ujeli v posameznih letih, je med drugim odvisno od trajanja lova, vremenskih razmer, števila postavljenih pasti in podobnih dejavnikov.

Seveda so znanstveniki v vsakem letu ujeli le *majhen del* od vseh brezovih pedicev, ki živijo v opazovanem gozdu. Pri tem pričakujemo, da je pogostost lastnosti pri ujetih osebkih podobna kot pogostost lastnosti v celotni populaciji. Če na primer v celotni populaciji, ki živi v gozdu, prevladujejo temni osebki, svetlih osebkov pa je malo, potem pričakujemo, da bo tudi med ujetimi osebki veliko temnih in malo svetlih osebkov.

Ker so znanstveniki v posameznih letih ujeli zelo različno skupno število brezovih pedicev, za primerjavo pogostosti svetlih in temnih osebkov med leti ne moremo uporabiti kar števila ujetih osebkov. Lahko pa med leti primerjamo *delež* svetlih in temnih osebkov med vsemi ujetimi osebki.

3. Izračunaj delež (odstotek) svetlih in temnih metuljev za posamezna leta in izračunane odstotke napiši na ustrezna mesta v spodnji preglednici.

Leto	Število ujetih metuljev			Delež metuljev (%)	
	svetli	temni	skupaj	svetli	temni
1970	1	75	76		
1980	2	49	51		
1987	1	12	13		
1991	16	34	50		
1999	13	9	22		
2000	18	6	24		
2003	15	1	16		

4. Na temelju podatkov v preglednici na mesto poleg grafa o izpustu SO_2 v Veliki Britaniji nariši graf, ki prikazuje delež svetlih in temnih brezovih pedicev v populaciji iz okolice Leedsa za obdobje od leta 1970 do leta 2003. Na os x nanesi čas (leta), na os y pa delež svetlih in temnih osebkov v odstotkih. Graf ustrezno označi.
5. Kako se je v obdobju od leta 1970 do leta 2003 delež temnih metuljev v populaciji pri Leedsu spreminjal? Kako lahko to razložimo? Pri razlagi upoštevaj podatke na obeh grafih.





6. Ali so spremembe v pogostosti svetlih in temnih brezovih pedicev pri Leedsu v skladu s tvojo napovedjo v odgovoru na vprašanje 2? Če si napovedal drugačne spremembe, pojasni, zakaj si narobe sklepal.

Naloga 2

Je to res evolucija?

Prijatelja Tomaž in Jure se pogovarjata o tem, kaj sta se o brezovih pedicah naučila v šoli.

Tomaž trdi, da so se v obdobju povečevanja in nato zmanjševanja onesnaževanja zraka v Veliki Britaniji populacije brezovih pedicev samo malo spremenile. Spreminjala se je samo pogostost svetle in temne barve v populacijah, ni pa iz brezovih pedicev nastala nova vrsta metuljev ali celo neka čisto drugačna vrsta, na primer nekakšen hrček. Brezovi pedici so še vedno brezovi pedici, to pa ni evolucija.

Jure pravi, da je v obdobju močnega onesnaževanja z naključno mutacijo nastala nova lastnost, ki je prej ni bilo, namreč temna barva telesa. Zaradi naravnega izbora je v onesnaženih območjih ta nova lastnost postajala vse pogostejša. Zaradi izjemno hitrega spreminjanja okolja ob naraščajočem onesnaževanju se je pogostost temnih brezovih pedicev zelo hitro spreminjala. Običajno se v naravi okolje spreminja počasneje, zato so tudi spremembe pogostosti lastnosti v naravnih populacijah počasne in jih težko opazimo v času enega človeškega življenja. Ena vrsta se spreminja v drugo vrsto postopno skozi številne generacije, torej skozi dolga časovna obdobja. Znanstveniki so pri brezovih pedicah opazovali le majhen del postopnega dolgoročnega spreminjanja mnogih lastnosti. Skozi dolga obdobja s takšnimi spremembami postopno nastajajo nove vrste. Pri tem je tudi spreminjanje ene lastnosti zaradi naravnega izbora, ki so jo opazovali znanstveniki, del tega dolgoročnega postopnega spreminjanja vrst. Torej to je evolucija.

1. Kdo ima prav? Razloži, kje se v razmišljanju moti tisti prijatelj, s katerim se ne strinjaš.





Naloga 3

Življenje brezovega pedica

1. Razloži, kakšen način osebnega razvoja pri žuželkah opisujemo z izrazoma nepopolna preobrazba in popolna preobrazba. Ali ima metulj brezov pedic popolno ali nepopolno preobrazbo?

2. Nariši shemo, ki prikazuje osebni razvoj (preobrazbo) metulja brezovega pedica. Na shemi uporabi naslednje izraze: odrasel osebek (metulj), jajčece, buba, gosenica (ličinka).

Shemo lahko dopolniš z risbami različnih stopenj osebnega razvoja brezovega pedica. Na medmrežju poišči fotografije odraslega osebka (metulja), jajčeca, bube in gosenice. Pri iskanju si lahko pomagaš z latinskim znanstvenim imenom vrste brezov pedic – *Biston betularia* ali z angleškim imenom vrste – *peppered moth*. Angleška beseda, ki ti utegne pomagati pri iskanju, je tudi *caterpillar* (gosenica).

Vse stopnje v osebem razvoju brezovega pedica lahko najdeš na medmrežju na tej sestavljeni fotografiji: <http://www.ukleps.org/geos/1931s.jpg>.



3. Razišči, kakšna je gosenica brezovega pedica. Opiši jo. Podatke in slike lahko poiščeš v knjižnici ali na ,medmrežju.

4. Pedici so v slovenščini in nekaterih drugih jezikih poimenovali po značilnem načinu gibanja njihovih gosenic. Ugotovi, kako se gosenice gibajo in kako imenujemo takšen način gibanja. Nariši risbo, ki prikazuje takšen način gibanja.

Način gibanja gosenic pedicev imenujemo _____.

5. Razišči, na katerih območjih na Zemlji živi vrsta brezov pedic. Na spodnjem seznamu obkroži celine, na katerih živi brezov pedic:

- A. Azija
- B. Evropa
- C. Afrika
- D. Severna Amerika
- E. Južna Amerika
- F. Antarktika

Ali ta vrsta živi v Sloveniji? V kakšnem življenjskem prostoru bi jo lahko našel? Odgovor lahko poiščeš v knjigah *Metulji Slovenije* (DZS), *Naše in srednjeevropske žuželke* (Založba Narava) ali *Živalstvo Slovenije* (Tehniška založba Slovenije).

6. Spodaj je v vsaki vrstici naštetih nekaj sistematskih skupin. Najširše skupine so v zgornji vrstici, najožje pa v spodnji vrstici. V vsaki vrstici obkroži tisto sistematsko skupino, v katero sodi brezov pedic.

bakterije	rastline	glive	živali				
ploskavci	mehkužci	gliste	iglokožci	členonožci	strunarji		
pajkovci	raki	stonoge	žuželke				
skakači	enodnevnice	kačji pastirji	kobilice	stenice	hrošči	metulji	dvokrilci
molji	vešče	dnevni metulji	prelci	pedici	veščeci		



Naloga 4

Dedovanje barve telesa pri brezovem pedicu

Znanstveniki so s poskusi križanja med svetlimi in temnimi osebki ugotovili, da se pri brezovem pedicu barva telesa deduje na dominantno-recesiven način (podobno kot barva cveta pri grahu). Temna barva telesa je dominantna, bela pa recesivna.

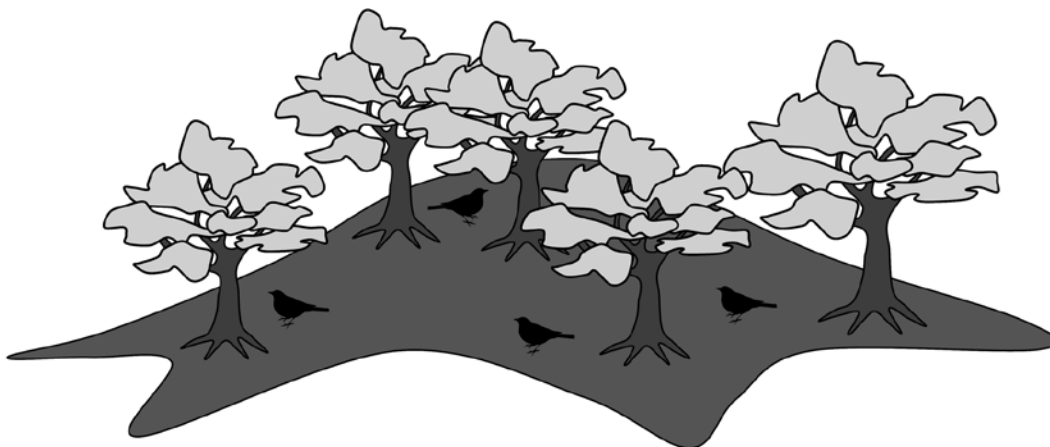
V nadaljevanju naloge označimo gen za barvo telesa s črko b , pri čemer predstavlja B dominantni alel, b pa recesivni alel.

1. V spodnji preglednici v vrstico *Opis genotipa* napiši ustrezen pojem: recesivni homozigot, dominantni homozigot ali heterozigot. V vrstico *Barva telesa* napiši, ali imajo osebki brezovega pedica z navedenimi genotipi telo svetle ali temne barve.

Genotip	BB	Bb	bb
Opis genotipa			
Barva telesa			

Naloga 5

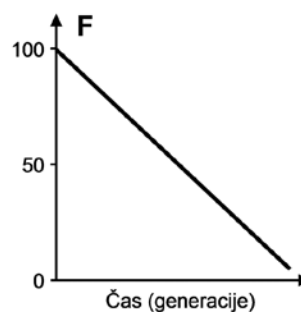
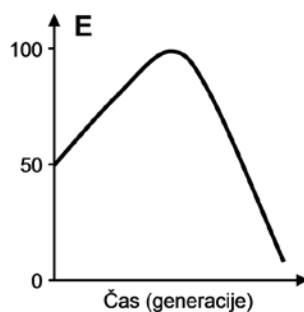
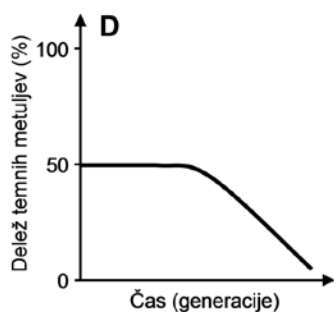
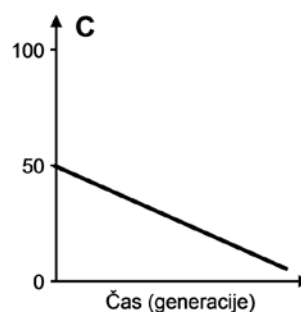
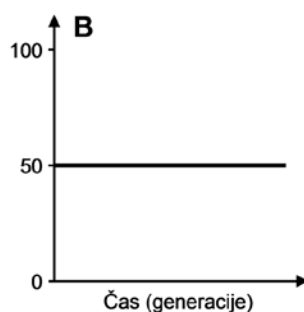
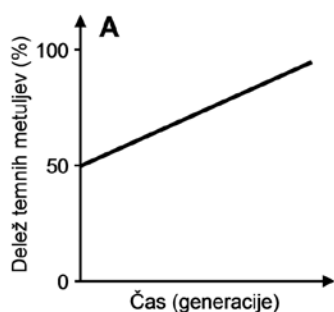
Naravni izbor na samotnem otoku



Predstavlja si samotni otok sredi oceana. Otok je vulkanskega izvora, zato so kamnine na njem zelo temnosive, skoraj črne. Otok je poraščen z drevesi, ki imajo zelo temno lubje. Poleg dreves na otoku živijo vsejedi ptiči. Lišajev na otoku ni.

Znanstveniki na ta otok neko pozno pomlad spustijo 500 svetlih in 500 temnih metuljev brezovega pedica, ki se lahko prehranjujejo z drevesi na otoku. Ptiči na otoku pa se lahko prehranjujejo tudi z brezovimi pedici.

1. Kako se bo v opisanih razmerah najverjetneje spreminjala pogostost svetlih in temnih brezovih pedic na otoku skozi generacije? Kateri od spodnjih grafov to najbolj prikazuje? Odgovor razloži.





Pričakovane spremembe najbolje prikazuje graf ____ .

Razlaga:

2. Predstavlja si, da na temnem vulkanskem otoku ni ptičev, sicer pa so razmere enake, kot smo jih opisali. Kateri od grafov najbolje prikazuje pričakovano spreminjanje pogostosti temnih metuljev v takšnih razmerah? Odgovor razloži.

Pričakovane spremembe najbolje prikazuje graf ____ .

Razlaga:

Predstavlja si, da znanstveniki spustijo 500 svetlih in 500 temnih brezovih pedicev na apnenčast samotni otok. Kamnine na otoku so zelo svetle, skoraj bele. Otok je poraščen z drevesi, ki imajo zelo svetlo lubje in s katerimi se brezovi pedici prehranjujejo. Na otoku živijo tudi vsejedi ptiči, ki plenijo brezove pedice.

3. Kateri od grafov najbolje prikazuje pričakovano spreminjanje pogostosti temnih metuljev v takšnih razmerah? Odgovor razloži.

Pričakovane spremembe najbolje prikazuje graf ____ .

Razlaga:

4. Predstavlja si, da na svetlem apnenčastem otoku ni ptičev, sicer pa so razmere enake, kot smo jih opisali. Kateri od grafov najbolje prikazuje pričakovano spreminjanje pogostosti temnih metuljev v takšnih razmerah? Odgovor razloži.

Pričakovane spremembe najbolje prikazuje graf ____ .

Razlaga:



Viri:

- 1 *Peppermoth paper. The Biology corner. Dostopno na: http://www.biologycorner.com/worksheets/peppermoth_paper.html (12. 2. 2012).*
- 2 *Clark, N. Pappermoth Simulation. Awsome Science Teacher Resources. Dostopno na: http://www.nclark.net/Peppered_moth_lab.doc (12. 2. 2012).*
- 3 *Pappermoth Fact file. Arkive. Dostopno na: <http://www.arkive.org/peppered-moth/biston-betularia/image-A7783.html> (15. 5. 2013).*

2.4 Biotska pestrost; Vpliv človeka na naravo in okolje

2.4.1 Biotska pestrost ptic na krmilnici

Petra Vrh Vrezec, DOPPS - BirdLife Slovenia, Ljubljana

Dr. Al Vrezec, Nacionalni inštitut za biologijo,

Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana

Kratek povzetek

Poznavanje biotske pestrosti ali biodiverzitete je danes ključno za razumevanje številnih tudi družbeno pomembnih tem, povezanih z varstvom okolja in ohranjanjem narave. V nalogi se učenci praktično seznanijo in uporabijo metodo za ocenjevanje vrstne pestrosti s štetjem ptic na krmilnicah in tako spoznajo, da se vrstna pestrost ptic v različnih okoljih razlikuje. S pomočjo preproste raziskave ob koncu naloge ovrednotijo rezultate, pri čemer pestrost življenjske združbe opišejo s številom, številčnostjo in pogostnostjo opazovanih vrst ptic.

Čas za izvedbo dejavnosti

- ena ura kabinetnega dela (priprava na terensko delo),
- ura in pol opazovanja (3-krat 30 minut),
- dve uri obdelave podatkov,
- dve uri razprave o zbranih rezultatih in priprava pisnega izdelka.

Povezava z učnim načrtom

- *8. razred:* A1_3, B1_1, B1_3, B1_5
- *9. razred:* F1_3, L1_1, L1_2

Medpredmetne povezave

- *matematika:* interpretacija rezultatov.
- *slovenski jezik:* izražanje v strokovnem jeziku.

Uvod

Poznavanje biotske pestrosti ali biodiverzitete in njenega pomena je danes ključno za razumevanje številnih tudi družbeno pomembnih tem, povezanih z varstvom okolja in ohranjanjem narave. Upadanje biotske pestrosti je danes svetovni problem, zaradi katerega so Združeni narodi leto 2010 razglasili za mednarodno leto biotske raznovrstnosti. Zaradi tega je po-

membno, da učenci spoznajo metode ocenjevanja biotske pestrosti in se na praktičen način prepričajo o tem, da se biotska pestrost med posameznimi ekosistemi lahko zelo razlikuje. Z nalogo lahko približamo pojem biotske pestrosti učencem in odpiramo izhodišča za razpravo o danes vse večjem vprašanju upadanja biotske pestrosti. Za naše razumevanje tega pojma je najpriročnejša vrstna pestrost, čeprav biotska pestrost vključuje še nekatere druge vidike pestrosti. Ugotavljanje vrstne pestrosti je najpogostejši in osnovni način ocenjevanja biotske pestrosti: to je, koliko vrst živi na nekem območju. Pri tem nas ne zanima le število vrst, ampak tudi njihova številčnost. Navadno so najpestrejše življenjske združbe tiste, ki imajo veliko vrst z maloštevilnimi osebki. Ob različnih posegih v prostor, ki jih povzroča človek, navadno veliko vrst iz združbe izgine, tiste, ki jim uspe v novem okolju preživeti, pa lahko razvijejo zelo številčne populacije. Biotska pestrost v tem primeru upade in dobimo združbo z malo vrstami, ki pa imajo navadno zelo veliko osebkov.

Za praktično izvedbo popisa biotske pestrosti z učenci je ključno, da izberemo takšno skupino vrst, pri kateri bodo lahko učenci popisali bolj ali manj vse vrste. Za to potrebujemo enostaven način popisovanja in dodelane principe določevanja, po možnosti na terenu. Takšnih skupin pa ni veliko, med možnostmi pa lahko omenimo drevesa, dnevne metulje (omejeno število vrst) in ptice. Ptice so ena najbolj preučevanih in poznanih skupin živih bitij in z raziskavami njihove vrstne pestrosti v različnih ekosistemih so obvarovali že marsikatero dragoceno območje. Namen te vaje je spodbuditi učitelje in učence k popisu vrstne pestrosti ptic tako rekoč na domačem pragu. Z lastnimi spoznanji ob takem popisu bomo lažje razumeli, kako se območja razlikujejo po biotski pestrosti. Naloga je primerna za skupinsko in individualno izvedbo.

Material

- krmilnica,
- sončnična semena, lojna pogača, jabolko,
- daljnogled,
- teleskop,
- popisni obrazec,
- pisalo,
- ključ za določanje ptic,
- računalnik.

Izvedba

V nalogi se bomo osredotočili na štetje ptic na krmilnicah. Nalogo je priporočljivo oblikovati tako, da učenci izvajajo popise individualno na različnih krajih, ki se med seboj razlikujejo glede na okolje, rezultate pa potem med seboj primerjajo. Čas za izvajanje naloge je zimsko obdobje. Opazovanje na krmilnicah bo najučinkovitejše ob snegu.

Kabinetno delo

Pred začetkom popisa ptic na krmilnici je priporočljivo, da se v priložniku za določanje ptic poučimo o vrstah, ki se pojavljajo na krmilnicah. Pri tem si pomagajte s seznamom vrst ptic (priloga 1), ki so bile opažene na krmilnicah po Sloveniji, čeprav so mogoča seveda tudi prese-

nečenja. Za pomoč pri določanju ptic lahko pripravimo tudi slikovno prilogo, ki jo bodo učenci uporabljali pri opazovanju.

S takim popisom lahko ugotovimo, koliko osebkov posamezne vrste obiskuje našo krmilnico. Da dobimo verodostojnejšo sliko o ptičji združbi, je popise bolje večkrat ponoviti. Učenci lahko popisujejo ptice na krmilnicah tudi doma in potem popise primerjajo med seboj in ugotavljajo, ali je vrstna pestrost ptic na primer v mestu drugačna kot na obrobju mesta ali celo v vasi in ob gozdnem robu. Število vrst je namreč eno izmed meril biotske pestrosti. Pomembno pa je, da je metoda popisa enaka pri učencih, ki rezultate primerjajo med seboj. Vrstno pestrost na krmilnicah je zanimivo primerjati tudi med različnimi obdobji leta ali pa v različnih vremenskih razmerah, na primer v nezasneženi in zasneženi krajini. Pri primerjavi različnih lokacij med seboj je nujno, da učenci opravijo štetje sočasno, da se tako izognemo razlikam zaradi vremenskih in sezonskih razmer.

Terensko delo

Ptice, ki obiskujejo krmilnico, so plašne, zato je najbolje, da so krmilnice postavljene pred oknom in ptice popisujemo od znotraj. Krmilnica mora biti postavljena najmanj dva tedna pred izvedbo popisa, kjer ptice redno hranimo. Ptice lahko krmimo na različne načine, na primer s semeni, lojnimi pogačami, lojem, jabolki ipd. Pomembno je, da je način krmljenja na vseh mestih popisa vsaj ob popisu podoben! Učenci naj ptice popisujejo individualno, najbolje pa je, da popis izvedejo sočasno, torej vsaj isti dan. Da pridobimo dovolj veliko količino podatkov, predlagamo večkratno izvedbo popisa. En popis naj traja 30 minut. V tem času preštejemo in v popisni obrazec vpišemo vse vrste ptic in število opaženih osebkov (priloga 2). Zaželeno je, da se ptice popisuje zjutraj, kajti tudi pozimi so najbolj dejavne v jutranjem času. Priporočamo, da se popis ponovi trikrat. Podatke vseh treh popisov za potrebe analize združimo.

Obdelava podatkov

Iz naših podatkov popisov lahko sklepamo o številu vrst, številčnosti vrst (torej številu osebkov posamezne vrste) in v sklopu te o deležu prevladujočih oziroma najpogostejših vrst v združbi.

1. **Število vrst** je preprosto seznam vrst, ki smo jih opazili.
2. **Številčnost vrst** kaže, katere vrste v združbi so prevladujoče in koliko jih je. V popisnem obrazcu preštejemo vse opažene osebkove vsake vrste posamezno in na koncu seštejemo tudi število osebkov vseh vrst skupaj (preglednica 1). Če želimo doseči vrednost, ki jo med vzorci lahko primerjamo, moramo preračunati še povprečno število opazovanih osebkov ptic v 30 minutah ali relativno gostoto. Na krmilnicah smo opazovali trikrat po 30 minut. Številčnost vrst lahko preračunamo na 30 minut in dobimo relativno gostoto. Rezultate vseh popisov lahko prikažemo v preglednici, ki jo imamo tudi za primerjavo (preglednica 1).

Preglednica 1: Primer skupne preglednice za primerjavo številčnosti ptic na krmilnici. Prikazana sta število prešteti osebki in relativna gostota (izračun glede na čas opazovanja je prikazan kot povprečno število opazovanih osebki v 30 minutah).

Slovensko ime vrste	Lokacija A	
	št. osebkov	rel. gostota
Skobec	1	0,3
Turška grlica	0	0,0
Veliki detel	3	1,0
Taščica	2	0,7
Kos	5	1,7
Velika sinica	14	4,7
Menišček	29	9,7
Plavček	0	0,0
Domači vrabec	0	0,0
Poljski vrabec	0	0,0
Ščinkavec	66	22,0
Pinoža	18	6,0
Zelenec	112	37,3
Dlesk	19	6,3
Skupaj	269	89,7
Število vrst	10	

Pri ugotavljanju številčnosti vrst izračunamo še **pogostnost vrste** oziroma **delež pojavljanja vrste v združbi**. To ugotovimo tako, da za vsako vrsto v združbi izračunamo njen delež osebki glede na vse osebke, ki smo jih prešteli:

$$X = \text{število osebki vrste } A * 100 \% / \text{število vseh osebki vseh vrst}$$

Pri tem opredelimo, katere vrste v združbi prevladujejo, so pogoste (vrste z več kot 5 odstotki vseh osebki) in katere vrste so v združbi maloštevilne oziroma redke (vrste z manj kot 5 odstotki vseh osebki). Zgradbo ekosistemov oziroma vrstni sestav združb lahko potem primerjamo med različnimi območji glede na to, katere so prevladujoče vrste in koliko je teh vrst v združbi. Rezultate popisov lahko primerjamo v preglednici (preglednica 2).

Preglednica 2: Primer preglednice za primerjavo deleža najpogostejših vrst eni lokaciji (podatki se nanašajo na preglednico 1). Rezultati so prikazani v %.

Slovensko ime vrste	Lokacija A	Status
Skobec	0,4	redak
Turška grlica	0,0	redka
Veliki detel	1,1	redak
Taščica	0,7	redka
Kos	1,9	redka
Velika sinica	5,2	pogost
Menišček	10,8	pogost
Plavček	0,0	redak
Domači vrabec	0,0	redak
Poljski vrabec	0,0	redak
Ščinkavec	24,5	pogost
Pinoža	6,7	pogost
Zelenec	41,6	pogost
Dlesk	7,1	pogost
SKUPAJ	100,0	

Podatke, ki smo jih obdelali, je mogoče prikazati tudi v obliki grafov.

Vprašanja za diskusijo

1. *Ali se lokacije oziroma združbe, ki smo jih preučevali, med seboj razlikujejo?*
2. *V kakšnih okoljih so bile združbe pestrejše? Zakaj?*
3. *Ali se ob popisu ptic na krmilnici pozna vpliv človeka na okolje?*
4. *Kakšno bi moralo biti ravnanje ljudi, da bi ohranili biotsko pestrost oziroma da ta ne bi več upadala?*

Priporočila

Na podoben način lahko vajo izvedemo tudi na primeru kakšne druge živalske ali rastlinske skupine, pri kateri lahko zagotovimo določitev bolj ali manj vseh opazovanih osebkov. Na primer: vrstna pestrost dreves v gozdu (popisujemo na ploskvi ali v liniji oziroma transektu določene dolžine) ali vrstna pestrost dnevnih metuljev na travniku (popisujemo v transektu ali liniji določene dolžine) ali na cvetočem grmu (točkovni popis podobno kot na krmilnici; metulje ali kakšne druge žuželke je mogoče privabiti tudi z osladkano vodo).

Gradiva za učence

Priloga 1: Seznam ptic na krmilnicah v Sloveniji

Priloga 2: Popisni obrazec za popis ptic na krmilnicah

Literatura in viri

- 1 *BirdLife International (2004). Birds in the European Union: a status assessment. Wageningen, The Netherlands: BirdLife International.*
- 2 *Devetak, B., Devetak, D., Tome, D., Vrezec, A., Belušič, G. & Žinko, B. (2011). Vede-
nje živali, Biotehnologija in mikrobiologija, Človek in naravni viri, Biološke osnove
zdravega življenja. Ljubljana: DZS.*
- 3 *Geister, I. (1977). Ptice okoli našega doma. Ljubljana: ČZP Kmečki glas.*
- 4 *Tome, D. (2006). Ekologija: organizmi v prostoru in času. Ljubljana: Tehniška za-
ložba.*
- 5 *Tome, D. & Vrezec, A. (2010). Evolucija, biotska pestrost in ekologija: Ekologija.
Ljubljana: DZS.*
- 6 *Vičar, M. (ed.) et al. (2011). Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Biologija. Ljub-
ljana: Zavod RS za šolstvo.*
- 7 *Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik, D., Vičar, M., Zupan, A., Sobočan, V.
(2009). Učni načrt. Biologija. Osnovna šola. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in
šport, Zavod RS za šolstvo.*

Priporočena literatura s podobno tematiko ali literatura za določanje ptic

- 1 *Mihelič, T. (2010). Detli. Svet ptic 16 (1): 23-25. Dostopno na: <http://www.ptice.si/projekti/svetptic/slike/Izobrazevanje/Detli/svet%20ptic%2001%202010%20detli.pdf>. (9. 5. 2013).*
- 2 *Müller, W. in Vrezec, A. (1998). Ptice Slovenije – mali priročnik. Ljubljana: DOPPS.*
- 3 *Singer, D. (2004). Kateri ptič je to? Ptiči Evrope. Kranj: Založba Narava.*
- 3 *Smole, J. (2011). Gosi. Svet ptic 17 (4): 27-29. Dostopno na: <http://www.ptice.si/projekti/svetptic/slike/Izobrazevanje/DolocevalniKljuci/splet%20Gosi.pdf>. Datum zadnjega dostopa (9. 5. 2013).*
- 5 *Svensson, L. (2010). Collins Bird Guide. London: HarperCollins Publisher.*
- 6 *Trilar, T. (2010). Sinice. – Svet ptic 16 (4): 21-23. Dostopno na: <http://www.ptice.si/projekti/svetptic/slike/Izobrazevanje/Sinice/svet%20ptic%2004%20december%20sinice%202010.pdf> (9. 5. 2013).*
- 7 *Vukelič, E. (2009). Opazovanje ptic ob krmilnici. Svet ptic 15 (4): 54-55. Dostop-
no na: <http://ptice.si/projekti/svetptic/index.php?idv=962> (9. 5. 2013).*



Priloga 1

Seznam ptic na krmilnicah v Sloveniji

Seznam pogostejših vrst ptic, ki obiskujejo krmilnice v Sloveniji. Priložnostno lahko krmilnice obiskujejo tudi nekatere druge vrste ptic, ki pa jih zaradi redkosti pojavljanja na krmilnicah ne navajamo na seznamu. Katere vrste se bodo pojavljale na krmilnici, je odvisno od okolja in od letnega časa opazovanja, zato na vsaki krmilnici ne moremo pričakovati vseh spodaj naštetih vrst.

Vrsta	Latinsko ime
Skobec	<i>Accipiter nisus</i>
Domači golob	<i>Columba livia domestica</i>
Turška grlica	<i>Streptopelia decaocto</i>
Pivka	<i>Picus canus</i>
Veliki detel	<i>Dendrocopos major</i>
Taščica	<i>Erithacus rubecula</i>
Kos	<i>Turdus merula</i>
Velika sinica	<i>Parus major</i>
Menišček	<i>Periparus ater</i>
Plavček	<i>Cyanistes caeruleus</i>
Močvirska sinica	<i>Poecile palustris</i>
Čopasta sinica	<i>Lophophanes cristatus</i>
Dolgorepka	<i>Aegithalos caudatus</i>
Brglez	<i>Sitta europaea</i>
Domači vrabec	<i>Passer domesticus</i>
Poljski vrabec	<i>Passer montanus</i>
Ščinkavec	<i>Fringilla coelebs</i>
Pinoža	<i>Fringilla montifringilla</i>
Grilček	<i>Serinus serinus</i>
Lišček	<i>Carduelis carduelis</i>
Zelenec	<i>Carduelis chloris</i>
Čížek	<i>Carduelis spinus</i>
Dlesk	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>
Kalin	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>
Krivokljun	<i>Loxia curvirostra</i>
Rumeni strnad	<i>Emberiza citrinella</i>

Priloga 2

Popis vrstne pestrosti ptic na krmilnici

Ime in priimek		Načini krmljenja (sončnična semena, loj, jabolko, ipd.)		
Kraj opazovanja		Habitat (naselje, mesto, gozdni rob ipd.)		
Datum		Ura (od - do)		
Vreme				
n	VRSTA PTICE	ŠTEVILO PTIC (s piko ali črtico zaznamujemo posamezen osebek)	ŠTEVILO PTIC SKUPAJ (seštejemo pike)	OPOMBE
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				





n	VRSTA PTICE	ŠTEVILO PTIC (s piko ali črtico zaznamujemo posamezen osebek)	ŠTEVILO PTIC SKUPAJ (seštejemo pike)	OPOMBE
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				

2.4.2 Ocenjevanje velikosti populacije molarjev

Dr. Al Vrezec, Nacionalni inštitut za biologijo,

Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana

Petra Vrh Vrezec, DOPPS - BirdLife Slovenia, Ljubljana

Osnovni podatek pri opisu populacije je njena velikost, torej število osebkov, ki populacijo tvori. Osebkovi pa so v prostoru navadno razpršeni, zato je ugotavljanje velikosti populacije navadno težavno. Pogosto vseh osebkov v populaciji zaradi različnih razlogov sploh ni mogoče opaziti. Naloga zato učencem omogoča spoznati metodo označevanja osebkov, ki je ena od široko uporabljenih metod v ekologiji. S preprosto metodo lova in ponovnega ulova lahko ugotavljajo velikosti populacij izbranih vrst tudi v laboratoriju.

Čas za izvedbo dejavnosti

- ena ura kabinetnega dela (priprava na praktično delo),
- dve uri vzorčenja,
- dve uri obdelave podatkov,
- dve uri razprave o zbranih rezultatih in priprava pisnega izdelka.

Povezava z učnim načrtom

- *6. razred:* Živa narava (Pomen rastlin (in živali) v ekosistemu in pomen za človeka)
- *8. razred:* A1_3, B1_1, B1_3, B1_5
- *9. razred:* F1, F2, F3

Medpredmetne povezave

- *matematika:* sklop statistika (interpretacija rezultatov).
- *slovenski jezik:* izražanje v strokovnem jeziku.

Uvod

Raziskovalci v naravi pogosto osebkove označujejo, da bi ugotovili podrobnosti iz njihovega življenja ali pa da bi lahko preučevali, kaj se s populacijo določene vrste v naravi dogaja. Najbolj znano označevanje osebkov v naravi je obročkanje ptic, s čimer so dognali zapletene selitvene poti številnih vrst ptic. Označujejo pa se tudi vrste, ki se ne selijo tako daleč, saj lahko z označevanjem osebkov ugotavljamo tudi marsikaj drugega. Denimo lahko preštejemo oziroma ocenimo število osebkov neke populacije. Velikost populacije je namreč zelo pomemben podatek v ekologiji, ki opiše populacijo izbrane vrste na izbranem prostoru. Tako lahko ugotovimo, na kakšnih območjih živi večja populacija izbranih osebkov, populacijo lahko ovrednotimo, ugotavljamo, ali gre za zdravo ali propadajočo populacijo, ali pa želimo iz populacije

odvzeti nekaj osebkov, pri čemer moramo pravzaprav vedeti, koliko jih sploh je. Ocenjevanje velikosti populacij izbranih vrst v naravi je zaradi navadno razpršene razporeditve osebkov po prostoru dokaj težavno. Obstaja več načinov, kako se te naloge lotiti. Ena takih je metoda lova in ponovnega ulova.

Metoda lova in ponovnega ulova je uporabna in enostavna metoda za ugotavljanje velikosti populacije, najpogosteje uporabljeni princip pa je Joly-Seberjeva metoda. Raziskovalca sta prišla do spoznanja: če na določnem območju ulovita in označita živali, jih spustita nazaj med neoznačene osebkove v naravi, čez nekaj časa pa ponovno ulovita osebkove iz iste populacije, tako označene kot neoznačene, lahko s pomočjo preproste matematične formule ugotovita, kolikšna je celotna velikost populacije živali. Pomembno pri tem je, da je populacija bolj ali manj zaprta, kar pomeni, da se njena številčnost med prvim in drugim lovom ne spreminja. Številčnost populacije se namreč lahko spreminja zaradi štirih populacijskih procesov: rodnosti, umrljivosti, priseljevanja in odseljevanja. Jasno je, da nobena populacija vsaj dolgoročno ni zaprta, a je lahko zaprta na kratki rok. To lahko zagotovimo, le če med prvim in drugim lovom ni preteklo preveč časa, da bi se število osebkov v populaciji bistveno spremenilo.

Cilj naloge je, da učenci na praktičen način spoznajo, kako je mogoče ocenjevati velikost populacije izbrane vrste, in se obenem seznanijo z metodo označevanja, ki je ena izmed široko uporabljenih metod v ekologiji. Z označevanjem osebkov učenci lahko spoznavajo organizem kot del populacije. Torej, ali zares vidimo vedno iste osebkove, ali se nam to zaradi podobnosti pravzaprav le zdi? Ali lahko zgolj iz števila opazovanih osebkov presodimo, ali je populacija velika ali ne? Koliko osebkov populacije nam je pravzaprav skritih? To je le nekaj vprašanj, ki jih bo naloga odprla pri učencih in ki so bistvena za razumevanje populacije kot enega ključnih ekoloških pojmov.

Material

Za izvedbo naloge potrebujemo naslednji material:

- gojišče hroščev mokaarjev,
- terarij,
- pinceta,
- škatla za izlovljene osebkove,
- lak za nohte,
- beležka (popisni obrazec),
- pisalo,
- računalnik.

Izvedba

Nalogo lahko izvajamo skupinsko ali individualno. V laboratoriju si lahko izberemo katero koli izmed gojenih vrst živali, ki jih gojimo v večjem številu, kot so na primer hrošči mokaarji, črički, kobilice, paličnjaki, polži ipd. V tej nalogi si bomo izbrali mokaarje (*Tenebrio molitor*), principe vzorčenja in ocenjevanja velikosti populacije pa lahko prenesemo tudi na druge vrste. V naši nalogi bomo uporabili le enkratni lov in ponovni ulov z enotno oznako za vse osebkove.

Kabinetno delo

Pred izvedbo naloge naj se učenci seznanijo s podrobnostmi o biologiji in ekologiji izbrane vrste, pri čemer lahko literaturo razdelimo med učence, ki naj svoje ugotovitve predstavijo v skupni diskusiji.

Pred začetkom praktičnega dela je treba poznati nekaj omejitev, ki jih ima metoda lova in ponovnega ulova:

- A. označeni in neoznačeni osebki se morajo loviti naključno z enako verjetnostjo,
- B. umrljivost označenih in neoznačenih osebkov mora biti enaka (torej, oznaka na preživetje osebkov ne sme imeti vpliva),
- C. označeni osebki se morajo razporediti enakomerno med neoznačene osebkov,
- D. oznake na osebkih se ne smejo izbrisati (trajnost oznake v obdobju našega poskusa).

Učence je treba seznaniti z načinom lova (vzorčenja) in označevanja ter vodenja evidence o označenih in ponovno ujetih osebkih. Končni cilj je seveda odgovor na vprašanje: Koliko osebkov izbrane vrste živi v dani populaciji oziroma na danem prostoru?

Vzorčenje

Preden začnemo označevati, si pripravimo preglednico (preglednica 1), ki jo uporabimo pri nadaljnjem izračunavanju.

Preglednica 1: Število ujetih in označenih osebkov pri dveh lovih. V prvem lovu vse ujete osebkov označimo in jih izpustimo, pri drugem pa preštejemo število ujetih označenih in neoznačenih osebkov.

Lov	Datum	Število vseh ujetih	Število ujetih neoznačenih osebkov	Število ujetih označenih osebkov
1				
2				

1. Vzorčenje laboratorijske populacije mokačev

Mokače navadno gojimo v terarijih z nasuto hrano, kosmiči, moko ipd. Večina živali živi zakopanih v substrat, nekaj pa jih vedno najdemo na površini. Za nalogo izberemo večjo posodo z dobro populacijo mokačev, v kateri ne manjka tako ličink kot hroščev. Označujemo le odrasle hrošče.

Vzorčenje mora biti čim bolj nepristransko, zato je najbolje, da lovimo le živali na površini in NE kopljemo v substrat! Eno obdobje lova naj traja 10 minut pri manjšem in 15 minut pri večjem gojišču. Pri tem s pinceto polovite vse opažene hrošče na površini in jih spravite v škatlo. V preglednico 1 zapišite, koliko osebkov odraslih hroščev ste ujeli prvi dan. Vsak ulovljeni osebek označite z lakom za nohte. Najbolje, da označujete kar s piko ali črtico. Vse

označene živali iz škatle spustite nazaj v gojišče. Naslednji dan ob istem času ponovite postopek lova. V škatlo boste nabrali tako označene kot neoznačene osebkke, ki jih preštejte in v preglednico 1 vpišite rezultate. Če ob drugem lovu ne boste ujeli nobenega označenega osebkka, potem vse ulovljene osebkke označite in jih prištejte k označenim osebkkom iz prejšnjega lova. Postopek lova ponovite zopet naslednji dan. To ponavljajte dokler ne boste ulovili tudi označenih osebkkov, vendar postopka ne smete ponavljati dlje od tedna dni, saj se lahko medtem velikost populacije zaradi populacijskih procesov spremeni. V tem primeru je najboljša rešitev ponovna nastavitev poskusa z daljšim časom vzorčenja, kar pomeni večje število ujetih osebkkov ob enem lovu.

Podobno se lahko lotimo tudi vzorčenja drugih vrst z laboratorijskimi populacijami, vendar moramo ravno tako zagotoviti čim bolj nepristransko vzorčenje. To pomeni, da je verjetnost ponovnega ulova vseh osebkkov enaka ne glede na označenost. Pri tem si lahko pomagamo tudi z različnimi pastmi z vabo ali brez nje. Označimo in preštejemo pri tem le osebkke, ki so se ujeli v pasti. Past je lahko, denimo, kozarec z vabo (hrano) ali brez nje, kar je lahko učinkovito na primer pri čričkih. Kozarec nastavimo tako, da osebkki vanj padejo naključno ali pa sami zlezejo vanj zaradi vabe. Pri vodnih polžih v akvariju pa lahko nepristranskost našega vzorčenja zagotovimo na primer tako, da pobereмо le polže s sprednje stene akvarija, drugih pa ne.

Obdelava podatkov

V splošnem smo opravili dve vzorčeni (vse ponovitve vzorčenja brez ulova označenega osebkka štejejo za prvo vzorčenje, drugo vzorčenje pa prvo z ulovljenim vsaj enim označenim osebkkom). Pri prvem vzorčenju smo osebkke ulovili, prešteli (A), jih označili in izpustili (preglednica 2). V drugem vzorčenju smo v ponoven lovu prešteli neoznačene (B) in označene osebkke (C).

Preglednica 2: Rezultat lova in ponovnega ulova

Lov	Število vseh ujetih	Število ujetih neoznačenih osebkkov	Število ujetih označenih osebkkov
1	a	A	
2	b + c	B	C

Velikost populacije mokaarjev je mogoče izračunati po tem postopku:

1. Delež označene populacije

Najprej ocenimo, kolikšen delež populacije (D) predstavljajo označeni osebkki po formuli:

$$\text{delež označene populacije} = \frac{\text{št. označenih osebkkov 2. lov}}{\text{št. vseh ulovljenih osebkkov 2. lov}}$$

$$\text{ozioroma (glej preglednico 2): } D = \frac{C}{B + C}$$

2. Ocena velikosti populacije

Zdaj vemo, koliko osebkov v populaciji je dejansko označenih (A) in koliki delež populacije ti predstavljajo (D). Ker sta si A in D v premem sorazmerju, lahko ocenimo velikost populacije po preprosti formuli, ki izhaja iz križnega računa:

$$\text{velikost populacije} = \frac{\text{št. označenih osebkov 1. lov}}{\text{delež označene populacije}}$$

ali
$$y = \frac{A}{D}$$

Če zapišemo celotno formulo skupaj glede na podatke, navedene v preglednici 2, to pomeni:

$$y = \frac{A \times (B+C)}{C}$$

Naša ocena je točnejša, tem višji je C (št. označenih osebkov 2. lova). Pri laboratorijskih populacijah lahko po končanih izračunih preverimo točnost naše ocene velikosti populacije s pregledom celotnega gojišča in s štetjem vseh osebkov v gojišču.

Vprašanja za diskusijo

1. *Razmisli, kako bi se lotil podobne raziskave v naravi in katere živalske skupine bi izbral za tak poskus?*
2. *Kaj vpliva na točnost ocen velikosti populacije po metodi lova in ponovnega ulova?*
3. *Si pričakoval takšno velikost populacije? V čem vidiš pomen preverjenih znanstvenih metod v primerjavi s sicer lažjimi in cenejšimi ocenami na oko?*
4. *Zakaj je populacija opazovanih živali navadno večja, kot pa bi sklepali iz števila opazovanih osebkov?*
5. *Kaj lahko ugotavljamo z označevanjem prosto živečih osebkov v naravi?*

Literatura in viri

- 1 *Bole, J. (1969). Mehkužci (Mollusca). Ključi za določevanje živali. Ljubljana: Društvo biologov Slovenije.*
- 2 *Chinery, M. (1989). 1000 idej za naravoslovce. Ljubljana: DZS.*
- 3 *Krebs, C. J. (1999). Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, Inc.*
- 4 *Mršič, N. (1997). Živali naših tal. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.*
- 5 *Skvarč, M., Glažar, A. S., Marhl, M., Skribe Dimec, D., Zupan, A., Cvahte, M., Gričnik, K., Volčini, D., Sabolič, G., Šorgo, A., Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik, D., Vičar, M. (2009). Učni načrt. Naravoslovje. Osnovna šola. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.*

- 6 *Tarman, K. (1992). Osnove ekologije in ekologija živali. Ljubljana: DZS.*
- 7 *Tome, D., in Vrezec, A. (2010). Evolucija, biotska pestrost in ekologija: Ekologija. Ljubljana: DZS.*
- 8 *Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik, D., Vičar, M., Zupan, A., Sobočan, V. (2009). Učni načrt. Biologija. Osnovna šola. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.*

2.4.3 Medvrstni odnosi in izbor semen med semenojedimi vrstami ptic

Petra Vrh Vrezec, DOPPS - BirdLife Slovenia, Ljubljana

Dr. Al Vrezec, Nacionalni inštitut za biologijo,

Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana

Povzetek

S spremljanjem hranjenja ptic s semeni na krmilnicah se lahko učenec seznanil z medvrstnimi odnosi med pticami, hkrati pa naredi preprosto raziskavo, v kateri ugotovi, katere ptice prihajajo na krmilnico in s čim se najraje hranijo. Nekatere vrste ptic imajo zelo podobne ali enake prehranske zahteve in takrat se med njimi pojavi tekmovanje za isto vrsto semena. S pomočjo pridobljenih podatkov pri opazovanju ptic na krmilnicah je mogoče primerjati semenski izbor različnih vrst ptic in narediti preproste grafe.

.....

Čas za izvedbo dejavnosti

- ena ura kabinetnega dela (priprava na terensko delo),
- ura in pol opazovanja,
- dve uri obdelave podatkov,
- ena ura razprave o zbranih rezultatih in priprava pisnega izdelka.

Povezava z učnim načrtom

- *7. razred:* Zgradba in delovanje ekosistemov
- *8. razred:* A1-3, B1-1, B1-3, B1-5
- *9. razred:* F1, F2, F4, L1-1, L1-2

Medpredmetne povezave

- *matematika:* interpretacija rezultatov.
- *slovenski jezik:* izražanje v strokovnem jeziku.

Uvod

Medvrstni odnosi so najmočnejši med vrstami, ki so si bolj podobne oziroma za preživetje izkoriščajo podobne vire, kot so hrana, prostor, mesto za zarod, počitek ipd. Torej bolj so si vrste podobne, bolj bodo med seboj tekmovale. Tekmovanje med vrstami je enostavno spremljati na ptičjih krmilnicah, na katerih se v hladnem delu leta pojavljajo različne vrste ptic. Če jim ponudimo različna semena, lahko opazimo, da imajo nekatere vrste ptic raje eno vrsto semena, druge drugo. Prehranske zahteve se med različnimi vrstami ptic torej razlikujejo, a so lahko do

te mere podobne, da ptice za nekatera semena med seboj tekmujejo, kar se pokaže tudi ob zastraševalnih grožnjah in preganjanju.

Naloga je namenjena predvsem opazovanju prehranjevanja ptic in s tem povezanih medvrstnih odnosov med njimi. Poleg tega je naloga zasnovana tako, da si učenci pridobijo izkušnje z raziskovalnim delom, torej z načrtovanjem raziskave, postavljanjem naravoslovnih konceptov in raziskovalnih vprašanj, zbiranjem, obdelavo in interpretacijo podatkov. Naloga je primernejša za skupinsko delo, lahko pa se izvaja tudi individualno.

Material

Za izvedbo naloge potrebujemo naslednji material:

- dve ptičji krmilnici,
- sončnično seme,
- proseno seme,
- daljnogled,
- popisni obrazec,
- pisalo,
- priročnik za določanje ptic (lahko pripravimo svoj določevalni list),
- računalnik.

Izvedba

V nalogi bomo opazovali hranjenje ptic na krmilnicah, da bi ugotovili njihov izbor semen. Opazujemo na dveh krmilnicah, postavljenih nedaleč narazen, vsako z drugim tipom semena. Krmilnici, napolnjeni s semeni, postavimo vsaj dva tedna pred začetkom izvedbe vaje. S tem zagotovimo, da se ptice navadijo na hranjenje na krmilnici vsaj en teden pred začetkom poskusa. Obe krmilnici naj bosta bolj ali manj enaki in predvsem pregledni za opazovalca.

Kabinetno delo

Z učenci pripravite seznam vrst ptic, ki obiskujejo krmilnico v vašem kraju v izbranem obdobju leta (najprimernejši je zimski čas). Pri tem se osredotočite le na semenojede ptice, ki so naš osrednji preučevani objekt. Pomagate si lahko tudi s pomočjo seznama semenojedih vrst ptic, ki jih je mogoče opazovati na krmilnicah po Sloveniji (priloga 1).

Terensko delo

1. Priprava učencev na terensko delo

Pred začetkom opazovanja krmilnic je treba učence pripraviti na terensko delo tako, da ne bodo imeli težav pri določanju ptic (za pomoč glej prilogo 1) in pri vpisovanju v popisni obrazec (priloga 2). Učenci naj se predtem v priročniku seznanijo z vsemi pticami, ki jih pričakujete. Poleg tega pripravite slikovno predlogo z vsemi pričakovanimi pticami, ki naj jo imajo učenci pri opazovanju krmilnic. Skupinski popis lahko izvedete tudi tako, da je vsak popisovalec pristojen za eno vrsto, kar lahko določanje bistveno olajša. Zato je treba prej vedeti, katere vrste ptic v vašem kraju prihajajo na krmilnico. Osredotočite se le na

pogostejše vrste! Za izvedbo poskusa uporabite popisni obrazec (priloga 2), na katerem zapišite vrsto prehranjujoče ptice in tip semena, ki ga ptica izbere med popisom. Skupaj z učenci preglejte popisni obrazec, preden začnete opazovati, in ga po razpravi, če se vam zdi potrebno, tudi dopolnite!

2. Priprava poskusa

Za izvedbo naloge uporabite dve krmilnici. Pomembno je, da ima vsaka krmilnica le en tip semena. S tem bodo lahko učenci določili, s katerim semenom se je ptica prehranjevala in koliko ga je zaužila. Pred poskusom krmilnice očistimo in odstranimo vsa semena, ki so ostala v krmilnici od prejšnjih hranjenj (po možnosti tudi s tal).

3. Zbiranje podatkov

Najugodnejši čas za izvajanje poskusa so jutranje ure, ko so ptice najdejavnejše. Priporočamo, da učenci opazujejo dogajanje na krmilnici trikrat po pol ure; to lahko opravijo v različnih dneh. Najugodnejše je, če vsako krmilnico spremlja po en ali dva učenca. Pri vsakem obisku krmilnice naj si učenci zapišejo vrsto ptice, ki je obiskala krmilnico, in kateri tip semena je izbrala ter koliko semen (glej obrazec v prilogi 2). Učenci naj opišejo tudi vedenje ptice na krmilnici, in sicer, ali je vrsta do iste vrste/druge agresivna (ji grozi z odprtim kljunom, jo preganja ipd.). Podatke se vpisuje v obrazec za vsak osebek posebej. Nekatere vrste ptic, denimo velike sinice, seme poberejo in odnesejo, druge, kot je zelenec, pa čepijo v krmilnici in jedo seme za semenom. Pri slednjih je potrebno hitro štetje in opazovanje, zato sta za takšne vrste potrebna vsaj dva opazovalca na tip semena, da je možno spremljati po več osebkih hkrati.

Obdelava podatkov

1. Izbor semen

Prvi korak pri obdelavi podatkov je pregled prehranjevalnih navad vseh vrst ptic, ki smo jih opazovali. Ugotoviti želimo, katera semena imajo posamezne vrste ptic najraje. Za boljši pregled pripravimo preprosto preglednico (preglednica 2), v katero vpišemo vrsto ptice, tip semena (veliko, majhno), vrsto semena (proso, sončnica), s katerim se je izbrana vrsta ptice prehranjevala, in koliko jih je pojedla. Višji razredi lahko pri pticah, ki jedo obe vrsti semena, s pomočjo križnega računa izračunajo deleže (%) požrtih semen za vsako vrsto ptice posebej (glej primer 1 in preglednico 1).

Preglednica 1: Primer prikaza izbora semen pri različnih vrstah ptic.

Vrsta ptice	Tip semena	Vrsta semena	Št. požrtih semen	% števila semen
Velika sinica	Veliko	Sončnično seme	93	44 %
Velika sinica	Majhno	Proseno seme	120	56 %
Plavček	Veliko	Sončnično seme	25	71 %
Plavček	Majhno	Proseno seme	10	29 %
Brglez	Veliko	Sončnično seme	46	100 %
Brglez	Majhno	Proseno seme	0	0 %

Primer 1: izračun deleža požrtih sončničnih semen (%) pri veliki sinici

$$93 \dots\dots\dots X \%$$

$$93+120 \dots\dots\dots 100 \%$$

$$X = \frac{93 \times 100\%}{93+120} = 44 \%$$

Zbrane podatke je mogoče prikazati tudi s histogramom, pri čemer se omejimo lahko le na primerjavo količine požrtih semen (glej diagram 1 za primer) ali pa primerjamo prehrano z obema vrstama semen (diagram 2).

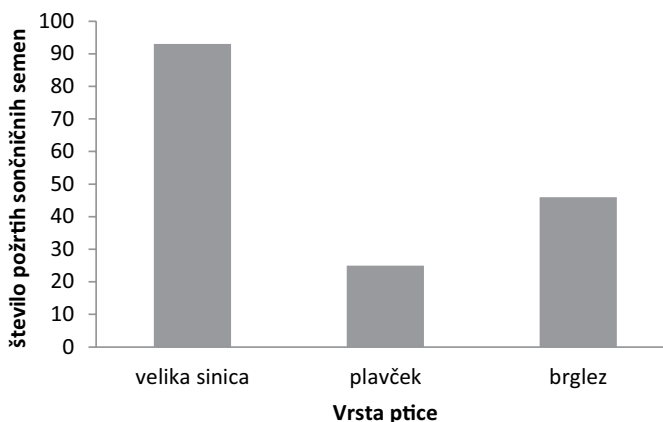


Diagram 1: Primer grafične primerjave deleža požrtih sončničnih semen glede na vsa semena med različnimi vrstami ptic s pomočjo histograma.

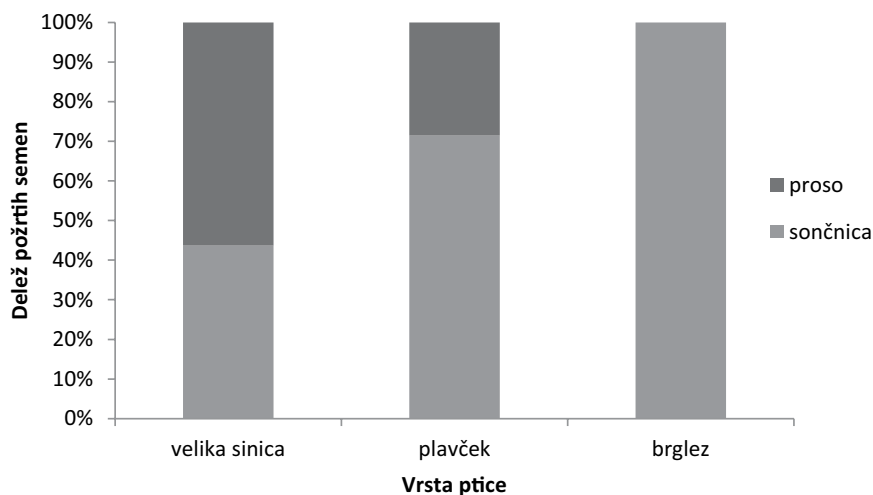


Diagram 2: Primer grafičnega prikaza prehrane različnih vrst ptic glede na hranjenje v krmilnici s pomočjo histograma.

2. Medvrstni odnosi

Vrsti, ki se prehranjeta z isto hrano, bosta tudi najbolj tekmovali, zato se bosta verjetno druga do druge vedli bolj agresivno. Preverite to s podatki o agresivnosti do drugih ptic (glejte vaš popisni obrazec). Preštejte število opazovanih agresivnih vedenj do posamezne vrste (število lahko primerjate tudi grafično; diagram 3).

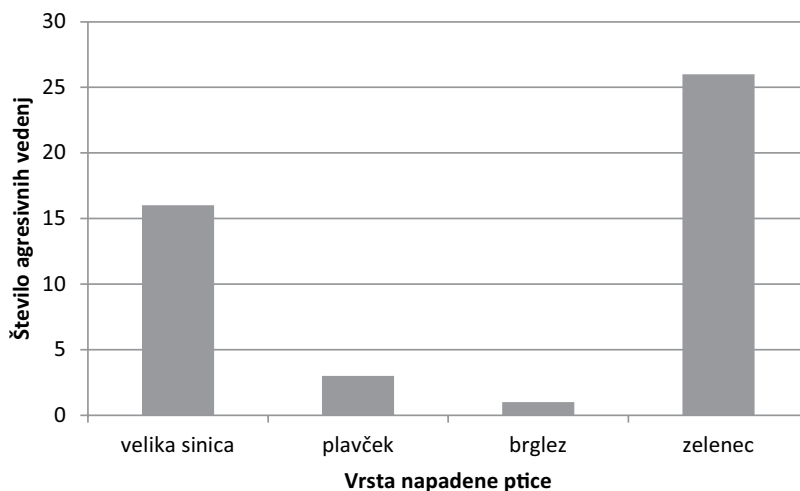


Diagram 3: Primer grafične primerjave agresivnosti zelenca do drugih vrst ptic, vključujoč agresijo do lastne vrste.

Vprašanja za diskusijo

1. Zakaj ptice med seboj tekmujejo?
2. Katere vrste ptic so druga do druge agresivnejše? Zakaj?
3. Zakaj misliš, da so ptice pogosto najbolj agresivne do osebkov lastne vrste?
4. katero vrsto semena imajo ptice najrajši? Skušaj svoj odgovor utemeljiti!

Predlog dopolnitve naloge

Vajo lahko tudi nadgradimo. Učenci lahko dogajanje na krmilnici tudi snemajo in pozneje analizirajo videoposnetke.

Gradiva za učence



Priloga 1: Seznam semenojedih vrst ptic na krmilnici

Priloga 2: Popis prehranjevanja ptic

Literatura in viri

- 1 *Devetak, B., Devetak, D., Tome, D., Vrezec, A., Belušič, G. & Žinko, B. (2011). Vede-
nje živali, Biotehnologija in mikrobiologija, Človek in naravni viri, Biološke osnove
zdravega življenja. Ljubljana: DZS.*
- 2 *Geister, I. (1977). Ptice okoli našega doma. Ljubljana: ČZP Kmečki glas.*
- 3 *Geister, I. (1980). Slovenske ptice. Ljubljana: Mladinska knjiga.*
- 4 *Müller, W. & Vrezec, A. (1998). Ptice Slovenije – mali priročnik. Ljubljana: DOPPS.*
- 5 *Ploger, J. B. & Yasukawa, K., ur. (2003). Exploring Animal Behaviour in Laboratory
and Field. Academic Press, USA.*
- 6 *Singer, D. (2004). Kateri ptič je to? Ptiči Evrope. Kranj: Založba Narava.*
- 7 *Skvarč, M., Glažar, A. S., Marhl, M., Skribe Dimec, D., Zupan, A., Cvahte, M., Grič-
nik, K., Volčini, D., Sabolič, G., Šorgo, A., Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik,
D., Vičar, M. (2009). Učni načrt. Naravoslovje. Osnovna šola. Ljubljana: Ministrst-
vo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.*
- 8 *Svensson, L. (2009). Collins Bird Guide. London: HarperCollins Publisher.*
- 9 *Tome, D. (2006). Ekologija: organizmi v prostoru in času. Ljubljana: Tehniška za-
ložba.*
- 10 *Tome, D., in Vrezec, A. (2010). Evolucija, biotska pestrost in ekologija: Ekologija.
Ljubljana: DZS.*
- 11 *Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik, D., Vičar, M., Zupan, A., Sobočan, V.
(2009). Učni načrt. Biologija. Osnovna šola. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in
šport, Zavod RS za šolstvo.*
- 12 *Vukelič, E. (2009). Opazovanje ptic ob krmilnici. – Svet ptic 15 (4): 54–55. Dosto-
pno na: <http://ptice.si/projekti/svetptic/index.php?idv=962> (9. 5. 2013).*



Priloga 1

Seznam semenojedih vrst ptic na krmilnici

Seznam izbora najpogostejših in najlažje določljivih semenojedih vrst ptic, ki obiskujejo krmilnice v Sloveniji. Označena je tudi pogostnost pojavljanja na krmilnicah. Krmilnice obiskujejo tudi nekatere druge vrste ptic, na primer kos in taščica, ki pa niso semenojede, zato so iz seznama izpuščene. Katere vrste se bodo pojavljale na krmilnici, je odvisno od okolja in od letnega časa opazovanja, zato na vsaki krmilnici ne moremo pričakovati vseh spodaj naštetih vrst.

Vrsta	Latinsko ime	Pogostnost na krmilnici
Domači golob	<i>Columba livia domestica</i>	pogost
Turška grlica	<i>Streptopelia decaocto</i>	pogost
Pivka	<i>Picus canus</i>	pogost
Veliki detel	<i>Dendrocopos major</i>	pogost
Velika sinica	<i>Parus major</i>	pogost
Menišček	<i>Periparus ater</i>	pogost
Plavček	<i>Cyanistes caeruleus</i>	pogost
Močvirska sinica	<i>Poecile palustris</i>	pogost
Čopasta sinica	<i>Lophophanes cristatus</i>	pogost
Dolgorepka	<i>Aegithalos caudatus</i>	pogost
Brglez	<i>Sitta europaea</i>	pogost
Domači vrabec	<i>Passer domesticus</i>	pogost
Poljski vrabec	<i>Passer montanus</i>	pogost
Ščinkavec	<i>Fringilla coelebs</i>	pogost
Pinoža	<i>Fringilla montifringilla</i>	pogost
Grilček	<i>Serinus serinus</i>	pogost
Lišček	<i>Carduelis carduelis</i>	pogost
Zelenec	<i>Carduelis chloris</i>	pogost
Čížek	<i>Carduelis spinus</i>	pogost
Dlesk	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	pogost
Kalin	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	redk
Krivokljun	<i>Loxia curvirostra</i>	redk



Priloga 2

Popis prehranjevanja ptic

Ime in priimek	
Kraj opazovanja	
Datum	
Čas opazovanja (od - do)	

n	VRSTA PTICE	TIP SEMENA (ki ga je ptica vzela)	ŠTEVILO SEMEN (ki jih je ptica vzela)	OSEBEK AGRESIVEN (do katere vrste)	OSEBEK NI AGRESIVEN (do katere vrste)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					



n	VRSTA PTICE	TIP SEMENA (ki ga je ptica vzela)	ŠTEVILO SEMEN (ki jih je ptica vzela)	OSEBEK AGRESIVEN (do katere vrste)	OSEBEK NI AGRESIVEN (do katere vrste)
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

2.4.4 Samopreskrba slovenske družbe in njen globalni vpliv na ekosisteme na Zemlji

Dr. Al Vrezec, Nacionalni inštitut za biologijo,

Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana

Petra Vrh Vrezec, DOPPS - BirdLife Slovenia, Ljubljana

Povzetek

Človeška vrsta danes učinkovito izkorišča in si prisvaja veliko naravnih virov in s tem spreminja ekosisteme. Nekoč smo bili ljudje odvisni le od domačih virov, s tehnološkim razvojem družbe pa smo začeli izkoriščati tudi vire iz bolj oddaljenih krajev. Posledice globalnega izkoriščanja ekosistemov se danes kažejo kot globalne podnebne spremembe in kot kriza biotske pestrosti na Zemlji. Namen naloge je, da se učenci s preprostim popisom virov, ki jih dobimo v najbližji trgovini, na praktičen način soočijo z vidiki globalnega izkoriščanja. Tako razvijajo kritično mišljenje, kako pomembna je samopreskrba s hrano, ki izhaja iz domačih ekosistemov, ter kakšne posledice prinašata današnje globalno povezovanje in preskrbovanje z naravnimi dobrinami z vseh koncev sveta.

Čas za izvedbo dejavnosti

- od ena do dve uri kabinetnega dela (uvodni pogovor in priprava na praktično delo),
- dve uri popisovanja v trgovini,
- dve uri obdelave podatkov,
- dve uri razprave o zbranih rezultatih in priprava pisnega izdelka.

Povezava z učnim načrtom

- *6. razred:* Vplivi človeka na okolje
- *7. razred:* Razvrščanje živali (in rastlin), Vplivi človeka na okolje, Človek onesnažuje zrak, vodo in tla
- *8. razred:* A1-3, B1-1, B1-3, B1-5
- *9. razred:* F, K1, M1, N1

Medpredmetne povezave

- *matematika:* interpretacija rezultatov.
- *slovenski jezik:* izražanje v strokovnem jeziku.
- *geografija.*

- *državljska vzgoja in etika*: vrednote – spoštovanje naravnega okolja.
- *vzgoja za zdravje*.

Uvod

Ljudje si danes prisvajamo veliko naravnih virov. Pri izkoriščanju naravnih virov, kar seveda ni samo hrana in voda, ampak tudi energija ter surovine, pa spreminjamo ekosisteme. Nekoč so bili ljudje odvisni predvsem od virov, ki jim jih je ponujalo okolje, v katerem so živeli. S tehnološkim razvojem človeške družbe pa so zlasti ljudje zahodne civilizacije spoznali, da si je mogoče več virov pridobiti tudi iz bolj oddaljenih krajev. Torej iz ekosistemov, ki z našo populacijo nimajo kaj dosti skupnega. In tako je družba začela izkoriščati poleg naših domačih ekosistemov tudi ekosisteme po celotni Zemlji. Ko je bil človek še odvisen od domačih ekosistemov, jih je izkoriščal pazljivo oziroma trajnostno in s tem omogočil, da so se viri v ekosistemih lahko obnovili. Z netrajnostnim načinom izrabe, pri katerem si ljudje iz narave vzamemo več, kot bi smeli, ostane premalo virov za druge vrste, ki pospešeno izumirajo. Pri pospešenem izginjanju vrst iz ekosistemov prihaja do propadanja ekosistemov, kar ima lahko za posledico izumrtje tudi danes najuspešnejše vrste – človeka! Navsezadnje je človeška družba še vedno v celoti odvisna od ekosistemov.

Namen naloge je, da se učenci na praktičen način seznanijo z vidiki globalnega izkoriščanja ekosistemov na primeru lastne družbe. Pri tem naj transportno povezanost sveta gledajo iz več zornih kotov, torej **izkoriščanja ekosistemov** po celotnem planetu, **povečanega onesnaževanja ozračja** zaradi transporta in **povečanega prenosa vrst med celinami** zaradi nenamernega prenosa organizmov, skritih med surovinami, hrano ipd. Tako lahko poleg prednosti spoznajo tudi slabosti globalnega izkoriščanja naravnih virov, kar je izhodišče za pogovor z učenci o problemih krize biotske pestrosti in trajnostnega razvoja ter o tem, kakšna je družbena vloga vsakega posameznika pri tem. Naloga tako povezuje biološke teme z družbenimi, s čimer je mogoče pokazati, da je človek del ekosistema in je z njim nerazdružljivo povezan. Cilj naloge je spodbuditi učence, da pričnejo kritično razmišljati, kako pomembna je samoposkrba s hrano, ki izhaja iz domačih ekosistemov, ter kakšne posledice prinašata današnje globalno povezovanje in preskrbovanje z naravnimi dobrinami z vseh koncev sveta. To lahko dosežemo s preprostim popisom virov, ki jih dobimo v najbližji trgovini, pri čemer ugotovljamo, koliko domače hrane je še v prodaji ter iz katerih držav, celin ali podnebnih pasov dobimo največ naravnih virov. Torej, na spreminjanje katerih ekosistemov imamo slovenski kupci zaradi izkoriščanja vpliv in ali je kriza biotske pestrosti res nam oddaljen svetovni problem?

Material

- beležka,
- pisalo,
- računalnik (uporabi prosto dostopno spletno aplikacijo Google Zemlja za merjenje razdalj med kraji),
- zemljevid s podnebnimi pasovi.

Izvedba

Kabinetno delo

Namen naloge je predvsem, da učenci dobijo predstave o globalni povezanosti svetovne trgovine in o njenih bioloških posledicah. Zato priporočamo, da učitelj izvede v razredu uvodni pogovor z učenci na teme, ki so predstavljene v uvodu. Ključno pri tem je, da skušajo učenci družbenoekonomske vsebine, povezane z globalizacijo svetovne trgovine, obravnavati v biološki luči s temami o netrajnostnem izkoriščanju naravnih virov, onesnaževanju ozračja z izpusti toplogrednih plinov pri prevozu (t. i. ogljični odtis) in z vnosi ter posledicami vnosov tujerodnih vrst. Pri tem lahko učenci že sami naštejejo naravne dobrine, ki jih uporabljajo v vsakdanjem gospodinjstvu in za katere ni dvoma, da ne izvirajo iz domačih ekosistemov (npr. banane, ananas, čokolada, kava, guma ipd.). Naloga temelji na popisu izvora različnih živil v trgovini, kjer nas bo zanimalo, od kod in od kako daleč živila prihajajo. Raziskovalno vprašanje naloge lahko oblikujemo kot: Ali slovenska družba izkorišča večinoma domače ekosisteme ali ekosisteme po svetu? Pri tem nas bo zanimalo: (1) katere ekosisteme slovenski kupec vsaj posredno izkorišča, (2) kakšno je onesnaževanje ozračja z izpusti toplogrednih plinov pri transportu vira, ki ga uporabljamo v prehrani (to lahko izrazimo v smislu, daljša je razdalja, večji je ogljični odtis) in (3) iz katerih delov sveta je vnos tujerodnih organizmov najbolj verjeten? Pri slednjem vprašanju je seveda potrebno biti previden. Razumljivo je, da je pri konzerviranih, zmrznjenih ali kako drugače obdelanih živilih možnost prenosov tujerodnih vrst manjša kot pri neobdelani in surovi hrani, denimo sadju, zelenjavi, žitih ipd. Ti prenosi so seveda nenamerni, saj se različni tujerodni organizmi (npr. žuželke, pajki, stonoge, tudi plazilci) lahko pretihotapijo skupaj s transportiranimi živilih. Tako je v Evropo namreč prišla cela kopica tujerodnih vrst, ki nam danes delajo tudi velike preglavice, na primer koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata*), ki so ga iz Severne Amerike v Evropo nenamerno zanesli s krompirjem.

V razredu naj se učenci razdelijo v več skupin, lahko pa nalogo izvajajo tudi individualno. Pri tem si skupine učencev oziroma posamezni učenci razdelijo tipe živil, ki jih bodo popisovali v najbližjem supermarketu. Popisujemo le živila v izvorni pridelani obliki, in ne predelanih živil, kot so kruh, mlevski izdelki, čokolada, bomboni ipd., saj proizvajalec, naveden na embalaži, navadno ni tudi pridelovalec. Predlagamo sledeče skupine živil (seznam lahko seveda skrajšate ali razširite):

- sveža zelenjava in sadje,
- konzervirana zelenjava in sadje,
- zmrznjena hrana (morska hrana, zelenjava, meso),
- žita, moka in sladkor,
- začimbe, olja in kis,
- mleko, mlečni izdelki in jajca,
- meso, izdelki iz mesa in ribe,
- hrana za male živali,
- pijača (predvsem vina, voda ipd.).

Pripravite si preprost obrazec, v katerega boste vpisovali (1) **ime živila** in (2) **njegov izvor**. Pri izvoru nas zanima, kje je bilo živilo pridelano, in ne kje je bilo proizvedeno, kar velja za predelana živila!

Zbiranje podatkov

Izberite supermarket, v katerem boste popisovali. Najlažje je, da je trgovina res velika, z veliko izbiro živil, da boste lahko zbrali dovolj podatkov za poznejšo obdelavo. Učenci naj sistematično pregledajo izvor izbranih živil in v obrazec vpisujejo podatke. Popisujemo sicer enaka živila različnih proizvajalcev, da bomo lahko kasneje ugotavljali, od kod vse dobimo neko živilo. Živila in izdelke, pri katerih ni nedvoumno jasno, kje so bila pridelana, izpustimo iz popisa.

Obdelava podatkov

Podatke uredite v preglednici, v katero vpisujete (1) **ime vira** (navedemo vrsto organizma, iz katerega je živilo; npr. koruzo (*Zea mays*) je mogoče kupiti kot svežo zelenjavo, kot konzervirana koruzna zrna, kot pokovko, kot koruzni zdrob, kot koruzno moko ali pa kot koruzna zrna za prehrano malih živali), (2) **ime živila**, (3) **ime države**, iz katere dobimo posamezno živilo, (4) **ime celine**, (5) **podnebni pas**, kjer je bila ta hrana pridelana (pas določite glede na pet podnebnih pasov na Zemlji: tropski, subtropski, zmerni, subpolarni in polarni pas), in (6) **razdaljo** med državo izvoznico in Slovenijo.

Razdaljo med državo izvoznico in Slovenijo najlažje ocenite s programom Google Zemlja, ki si ga lahko brezplačno naložite na računalnik. Izmerimo preprosto razdaljo med sredino države izvoznice in sredino Slovenije.

Nekaj navodil za merjenje v programu Google Zemlja:

1. V meniju izberite možnost »Izberi ravnilo«. Odpre se pogovorno okno »Ravnilo«.
2. V zavihku »Pot« izberite mersko enoto za dolžino, kilometri.
3. Z miško kliknite na sredino države izvoznice in nato kliknite še na sredino Slovenije.
4. Program vam samodejno izriše zračno pot in izračuna dolžino poti.

Če je hrana pridelana v Sloveniji, za razdaljo seveda napišemo število 0.

Zbrane podatke lahko obdelamo na različne načine, za nas najbolj bistveno pa je, da odgovorimo na v začetku zastavljena vprašanja. Ponovimo jih:

1. Ali slovenska družba izkorišča samo domače ekosisteme ali tudi ekosisteme po svetu in katere ekosisteme slovenski kupec vsaj posredno najbolj izkorišča?

Na odgovor lahko odgovorimo v dveh korakih. V prvem preprosto primerjamo delež hrane domačega slovenskega izvora in delež hrane tujega izvora. Če je naša družba samopreskrbovalna, bo delež hrane **slovenskega izvora** večji in družba bolj izkorišča domače ekosisteme. Ugotovimo lahko tudi, katero hrano sploh proizvajamo v Sloveniji.

Drugi korak je, da si ogledamo, kako so živila glede na deleže razporejena po celinah. Če slovenska družba izkorišča domače ali bližnje ekosisteme, bodo prevladovala živila **evropskega porekla** (>50 %).

V tretjem koraku pa si lahko ogledamo delež pridelave živil glede na **podnebne pasove**. V ta namen si lahko izdelate tudi karto sveta, na kateri označite države izvoznice hrane, ki jo lahko kupimo v Sloveniji.

2. Kakšno povprečno zračno razdaljo živila prepotujejo do slovenskega kupca in kakšna je s tem ocena ogljičnega odtisa zaradi transporta posameznih živil?

Iz podatkov urejenih glede na vir, npr. vrsto organizma, iz katerega pridobimo neko skupino živil, izračunamo povprečno razdaljo od države izvoznice do Slovenije za vsak vir. Na ta način lahko pripravimo lestvico živil, glede na razdaljo. Razdalja je tudi dobra posredna ocena za ogljični odtis živila zaradi transporta. V razpravi lahko ugotavljamo, katera živila v slovenskih trgovinah so glede ogljičnega odtisa najbolj problematična, saj največ prispevajo k učinku toplogrednega segrevanja in s tem pojavu globalnih podnebnih sprememb.

3. Iz katerih delov sveta je vnos tujerodnih organizmov v Slovenijo z živila najbolj verjeten?

S transportom živil se iz držav izvoznic v države uvoznice pretihotapijo tudi različni organizmi, ki v novem okolju postanejo tujerodne vrste. Seveda pa verjetnost nenamerne prenosa tovrstnih organizmov ni vedno enaka glede na tip živila. Na primer, verjetnost prenosa je pri zmrznjenih ali konzerviranih živilih minimalna ali je ni, pri svežih ali suhih pa je izjemno visoka. Iz vaših podatkov zato izberite le tista živila, pri katerih pričakujete, da je možnost prenosa živih tujerodnih organizmov visoka. Pozor! Vir tujerodnih organizmov so lahko tudi živila sama. Na primer živi potočni raki ali pa nekatera zelenjava (denimo topinambur) so lahko resna grožnja naši domorodni favni in flori. Iz tako urejenih podatkov izračunajte deleže živil glede na celine in podnebne pasove in s tem ocenite, s katerih območij na svetu (celin, podnebnih pasov) pričakujete največ vnosov tujerodnih vrst. V razpravi z učenci razmislite tudi o tem, s katerih območij na svetu pričakujete največ tujerodnih vrst, ki bi se pri nas utegnile ustaliti in širiti kot invazivne tujerodne vrste (gre torej za območja s podobnimi podnebnimi razmerami kot pri nas).

Vprašanja za diskusijo

1. *Kako je pomembna samopreskrba s hrano? Zakaj?*
2. *Kateri prehranski viri imajo najvišji ogljični odtis in kateri so lahko potencialni vir tujerodnih organizmov?*
3. *Zakaj se danes tako veliko govori o krizi biotske pestrosti in čemu je nastala?*
4. *Razmislite, kako tudi sami prispevamo k svetovnim problemom, kot so kriza biotske pestrosti, svetovne podnebne spremembe, izkoriščanje tropskih pragozdov ipd. in kaj lahko kot posamezniki storimo, da se bo to spremenilo?*

Priporočila

Obseg naloge lahko učitelj poljubno prilagaja učencem in programu, ki ga izvaja. Z določanjem vrst kot virov živil lahko učenci dopolnjujejo tudi znanja sistematike in razvrščanja organizmov. Naloga je usmerjena v popisovanje živil, kar pa lahko razširimo tudi na druge vire. Možnost je razširiti nalogo tudi na trgovine z malimi živalmi, kjer lahko učenci popišejo eksotične živali, ki

so na prodaj. Večinoma gre za tujerodne vrste, ki lahko potencialno postanejo tudi invazivne v našem okolju, kar se je na primer tudi zgodilo z želvo rdečevratko. Vsekakor pa je pri tem treba več razmisleka, saj morajo učenci oceniti možnosti pojavljanja in preživetja posameznih tujerodnih vrst v naravi.

Literatura in viri

- 1 *Devetak, B., Devetak, D., Tome, D., Vrezec, A., Belušič, G. & Žinko, B. (2011). Vede nje živali, Biotehnologija in mikrobiologija, Človek in naravni viri, Biološke osnove zdravega življenja. Ljubljana: DZS.*
- 2 *Gaberščik, A. (2008). Ohranjanje ekosistemskih storitev – temelj našega preži vetja. V: Strgulc Krajšek, S., in Vičar, M. (eds.), Ekosistemi – povezanost živih sis temov, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana, 2.–3. oktober 2008, str. 97–101. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.*
- 3 *Skvarč, M., Glažar, A. S., Marhl, M., Skribe Dimec, D., Zupan, A., Cvahte, M., Grič nik, K., Volčini, D., Sabolič, G., Šorgo, A., Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik, D., Vičar, M. (2009). Učni načrt. Naravoslovje. Osnovna šola. Ljubljana: Ministr stvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.*
- 4 *Tome, D. (2006). Ekologija: organizmi v prostoru in času. Ljubljana: Tehniška za ložba.*
- 5 *Tome, D. in Vrezec, A. (2010). Evolucija, biotska pestrost in ekologija: Ekologija. Ljubljana: DZS.*
- 6 *Vilhar, B., Zupančič, G., Gilčvert Berdnik, D., Vičar, M., Zupan, A., Sobočan, V. (2009). Učni načrt. Biologija. Osnovna šola. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.*
- 7 *Vrezec, A. (2011). Invazijski proces tujerodnih vrst s primeri iz Slovenije. V: Vičar, M. in Kregar, S. (eds.), Povezanost procesov, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta Biološka znanost in družba, Ljubljana, 6.–7. oktober 2011, str. 138–151. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.*

2.4.5 Vključevanje fenoloških opazovanj v terensko delo

Dr. Helena Črne Hladnik, Gimnazija Šiška

Povzetek

Fenologi preučujejo vpliv vremenskih razmer na periodične pojave oz. fenofaze v razvoju rastlin. Učenci se vživijo v vlogo fenologov in zapisujejo datume pojava določenih fenofaz v razvoju rastlin, kot je na primer olistanje, cvetenje in podobno. V prispevku je podan predlog izvajanja fenoloških opazovanj v neposrednem šolskem okolju. Opisana je tudi možnost predstavitve in obdelave tako vremenskih kot fenoloških podatkov z uporabo IKT-orodij.

Izvedba

Lahko izvajamo celoletna, samo jesenska ali samo spomladanska fenološka opazovanja.

Povezava z biološkimi koncepti in cilji iz učnega načrta za biologijo

- F – Raziskovanje in poskusi (F1-5)
- K – Razvrščanje organizmov (K2-4)
- N – Vpliv človeka na naravo in okolje (N1-6)

Medpredmetne povezave

Fenološko temo je mogoče osvetliti tudi z vidika drugih predmetov. Hkrati pa lahko predpostavimo, da je znanje, ki ga učenci pridobijo na način, ki predvideva njihovo dejavno vlogo v učnem procesu, uporabnejše in trajnejše. V nadaljevanju navajam nekaj možnih medpredmetnih povezav in skupnih ciljev:

- *geografija*: spremljanje vremenskih razmer in ugotavljanje vpliva vremenskih razmer na rast in razvoj rastlin oziroma pojavljanje določenih fenofaz.
- *matematika in informatika*: razvijanje digitalne in informacijske pismenosti (uporaba sodobnih informacijskih tehnologij, kot so digitalno fotografiranje, snemanje in urejanje spletnega mesta ob pomoči učitelja); urjenje v uporabi računalniškega programa za delo s preglednicami na zgledu obdelave meteoroloških in fenoloških podatkov.

Uvod

Rastlinska fenologija spremlja razvojne stopnje rastlin in vzroke njihovega pojavljanja ob upoštevanju številnih dejavnikov, med katerimi imajo vremenski odločilno vlogo. V praksi potekajo fenološka opazovanja tako, da opazujemo izbrano rastlino in zapišemo dan pojava določene opazovane fenološke stopnje, kot so brstenje, olistanje, cvetenje, rumenenje in odpadanje li-

stov ali zorenje plodov. Fenološki podatki so uporabni pri prepoznavanju posameznih območij za gojenje določene rastlinske vrste, spremljanju alergij, ki jih povzročajo rastline, načrtovanju agrotehničnih ukrepov, pripravi agrometeoroloških napovedi, modeliranju rasti in razvoja rastlin ter navsezadnje proučevanju vpliva podnebnih sprememb na rastline (Črepinšek, 2007).

Podnebne spremembe zadnjih nekaj desetletij sprožajo razprave tako v znanstveni kot laični javnosti. Medtem ko nekateri izpostavljajo vpliv civilizacije na podnebne spremembe predvsem zaradi uporabe fosilnih goriv, pa drugi tabor utemeljuje nasprotno, namreč, da je človeški vpliv na atmosfero še vedno veliko manjši, kot je vpliv nekaterih naravnih dejavnikov. Kakor koli že, fenologija nam ponuja pristne dokaze, da se spremembe podnebja dogajajo. Dolgoletni zgodovinski fenološki podatki nam omogočajo, da proučujemo smeri razvoja in na podlagi njih predvidevamo, kaj se lahko zgodi v prihodnosti.

V Sloveniji fenološka opazovanja uradno izvaja Agencija republike Slovenije za okolje (ARSO), ki hrani obsežen fenološki arhiv za obdobje od leta 1951 dalje. Trenutna fenološka mreža obsega 61 postaj, na katerih opazujejo pojavljanje fenoloških faz izbranih samoniklih (zelišča, trave, grmovnice, drevesa) in kmetijskih rastlin.

Dandanes so številni mladi vse bolj odtujeni od narave. S fenološkimi opazovanji lahko učence spodbudimo k neposrednemu opazovanju dogajanj v naravi skozi letne čase. Navsezadnje je to tudi priložnost, da nekatere biološke vsebine, ki se navezujejo na poznavanje zgradbe in delovanje rastlinskega sveta, obravnavamo na konkretnih rastlinskih primerkih zunaj učilnice, v neposredni okolici šole. Menim, da bi moralo biti opazovanje dogajanj v naravi tisto temeljno početje, ki nas ozemlja in kliče k prevzemanju odgovornosti za skrb do narave.

Predlogi za izvajanje fenoloških opazovanj

Učence moramo predtem seznaniti s tem, kaj preučuje rastlinska fenologija in kakšna je njena uporabnost. Za to lahko učitelj uporabi informativno spletno mesto Agencije za okolje (www.arso.gov.si/vreme/napovedi in [podatki/fenologija.pdf](http://www.arso.gov.si/podatki/fenologija.pdf)). Poleg tega učitelj učencem predstavi še konkretna navodila za potek fenoloških opazovanj (Delovni list 1: Navodila za spomladanska fenološka opazovanja).

Za fenološka opazovanja je časovno najbolj ekonomično, da izberemo drevesa v neposredni okolici šole, če to ni mogoče, pa izberemo najbližji park. Učence odpeljemo na teren, kjer si po dva skupaj lahko izbereta določeno drevo oziroma grm. S seboj vzamemo določevalne ključe in učence spodbudimo, da čim natančneje določijo izbrano drevo ali grm. Druga možnost je, da učencem damo seznam dreves, ki so primerna za fenološka opazovanja, in si dvojica izbere eno od naštetih. Nato učenci pripravijo predstavitev svojega drevesa oz. grma, ki lahko na primer vključuje naslednje podatke: znanstveno ime, družina, splošne značilnosti, življenjska oblika (drevo/grm), velikost rastline, listi, cvetovi/socvetje, plodovi/semena, geografska razširjenost, posebnosti in zanimivosti rastline. S pomočjo nekaterih slikovnih ključev lahko učenci napišejo tudi okvirni fenološki koledar, kar pomeni, da časovno približno opredelijo, kdaj se pojavijo posamezne fenofaze.

Delo na terenu

Fenološka opazovanja lahko izvajamo tako, da en razred spremlja jesenska, drugi pa spomladanska fenološka opazovanja. Učitelj naj bi spodbujal učence k čim bolj samostojnemu spre-

mljanju pojava posameznih fenofaz. Poleg tega pa je smiselno, da odpelje učence na teren, na primer spomladi, konec marca oziroma aprila, ko je večina dreves še v mirovanju, ali v fazi brstenja in kasneje, aprila in maja, ko so pri večini dreves vidne fenofaze olistanja in cvetenja. Zaradi lažjega dela je smiselno, da naenkrat peljemo na teren samo polovico razreda. S seboj vzamemo navodila za fenološka opazovanja in fotoaparati. Vsako drevo ali grm, pri katerem se kaže izoblikovana fenofaza, učenci fotografirajo od blizu in od daleč ter si zapišejo datum pojava fenofaze. Na primer: začetek cvetenja drevesa: 12. april 2011.

Delo z računalnikom

Če učenci izvajajo spomladanska fenološka opazovanja, si od druge polovice marca do začetka junija zapisujejo datume pojava posameznih fenofaz in jih fotografirajo. Sledi delo dvojic v računalniški učilnici. Učenci s pomočjo učitelja pripravijo elektronski dnevnik. Učitelj pregleda dnevnik vsake dvojice in preveri, ali sta učenca pravilno vstavila posnetke k določeni fenofazi. Vsaka dvojica učencev lahko predstavi drugim svoj e-fenološki dnevnik. Smiselno je, da učenci poleg svojega drevesa spoznajo tudi druga drevesa in njihove značilne fenološke faze. Učitelj lahko ob koncu predstavitve preko vprašanj preveri prepoznavanje posameznih fenoloških faz opazovanega drevesa ali pa na podlagi fotografije drugega drevesa preveri prepoznavanje fenofaz na novem primeru.

V okviru projekta Siit (www.siit.eu) obstaja tudi možnost izdelave interaktivnih ključev za določanje lesnatih rastlin v okolici šole. Učenci, ki imajo več veselja za delo z računalniki, lahko samostojno dograjujejo interaktivni ključ tako, da vnašajo vanj svoje fotografije dreves oz. posameznih fenofaz, fenološke podatke in splošne podatke o posameznih drevesnih vrstah.

Predlogi za medpredmetno povezovanje

Biologija – geografija

Glede na to, da se fenologija ukvarja s proučevanjem vpliva vremenskih razmer na periodične pojave v razvoju rastlin, je smiselno, da učenci poleg fenoloških opazovanj določen čas spremljajo tudi vremenske razmere, si podatke zapisujejo in jih nato statistično obdelajo. Idealno je, če imamo na šoli klasične ali digitalne vremenske postaje. Če pa tega nimamo, lahko izdelamo improvizirano vremensko hišico, kot je prikazana na sliki 1. Vanjo postavimo termometer za merjenje dnevne minimalne in maksimalne temperature, zračne vlage ter termometer za merjenje temperature tal. Učenci nato v določenem časovnem obdobju odčitavajo izmerjene vrednosti in jih vnašajo v razpredelnico na spletnem mestu pod rubriko vreme in podatki. Na skupni uri nato razpravljamo o vplivu vremenskih razmer na pojav fenofaze pri določenem drevesu. Če imamo podatke za celo leto, lahko učenci ugotavljajo za posamezne rastline dolžino rastne sezone. Učitelj geograf lahko sodeluje tudi tako, da vodi učence pri opisu rastišča za posamezno drevo (slika 2).



Slika 1: Improvizirana vremenska hišica (foto: Helena Črne Hladnik).

Opis opazovanega mesta: Češnja raste med 3m visokima učilnicama, v bližini vrbe. Vrba ji zakriva svetlobo in zato je češnja na V veliko bolj razvejana. Na V strani je drevo prosto osončeno, ovirajo jo le nižja drevesa.

Ime opazovanega mesta: Najbližji kraj:

Geografska širina: Geografska dolžina: Nadmorska višina:

pH tal jeseni: pH tal spomladi:

Vsebnost apnenca v tleh: Starost rastline:

Osenčenost: Raste na: Lega:

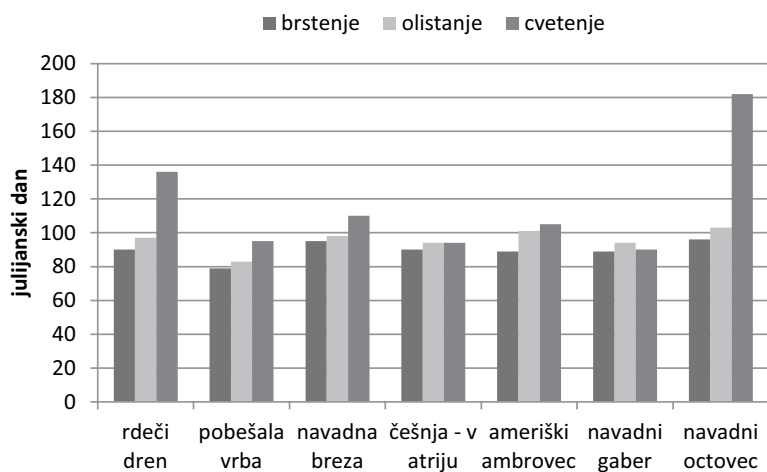
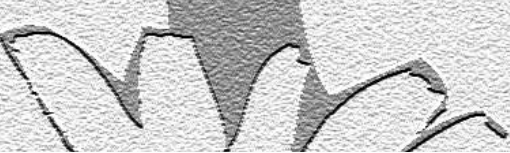
Komentar:

Slika 2: Opis rastišča češnje (avtorica Helena Črne Hladnik).

Biologija – matematika

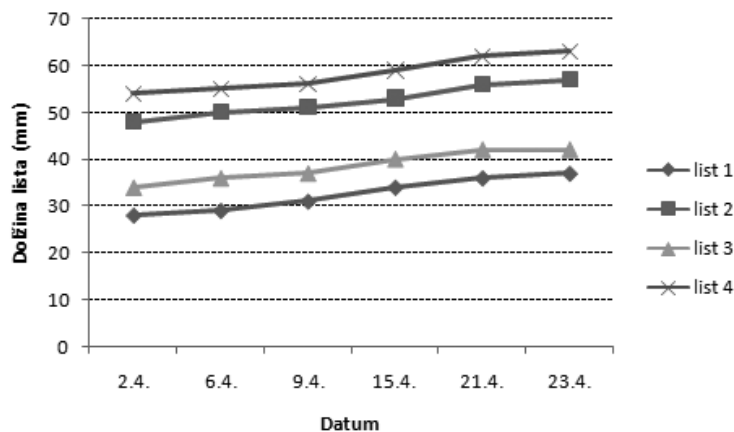
Smiselno je, da zbrane vremenske in fenološke podatke grafično prikažemo in jih interpretiramo. To lahko naredijo učenci pri matematiki. V ta namen je mogoče uporabiti tudi podatke iz arhiva Agencije republike Slovenije za okolje (<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/>). Iz arhiva omenjenega spletnega mesta je mogoče izbrati različne vremenske spreminljivke, kot je na primer minimalna dnevna temperatura, izmerjena na določeni vremenski postaji, za poljubno časovno obdobje.

Zanimivo je tudi grafično prikazati časovno zaporedje fenofaz oziroma fenološki koledar, iz katerega je razvidno, kdaj se pojavljajo posamezne fenofaze pri izbranih drevesih. Zato učenci na vodoravno os grafa nanesejo izbrana drevesa, na navpično pa zaporedne dneve v letu (julijanski dnevi), ko smo opazili določene fenofaze (slika 3).



Slika 3: Prikaz časovnega zaporedja spomladanskih fenofaz za nekatera drevesa in grme v šolskem letu 2010/11 (graf so izdelali dijaki Gimnazije Šiška).

V povezavi s fenološkimi opazovanji lahko na primer učenci pri svojih drevesih spremljajo njihovo olistanje in rast listov. Na rastlini, ki jo opazujejo, izberejo najprej vejo in jo označijo s trakom. Prav tako na veji označijo štiri listne popke. Po nastopu fenofaze olistanja učenci ob vsakem opazovanju z ravnilom izmerijo dolžino lista (brez listnega peclja). Slika 4 je primer grafičnega prikaza podatkov olistanja in rasti štirih listov na eni od češnjevih vej.



Slika 4: Spremljanje olistanja in rasti češnjevih listov (graf so izdelali dijaki Gimnazije Šiška).

Večletna fenološka opazovanja lahko uporabljamo tudi za preučevanje vpliva podnebnih sprememb. Na primer kot posledica povišanih temperatur zraka se lahko pri rastlinah pojavi zgodnejši fenološki razvoj spomladi ali pa zgodnejši začetek sezone alergij na cvetni prah. Ker je tema o podnebnih spremembah danes zelo aktualna, so lahko fenološka opazovanja izhodišče, da spodbudimo učence h kritičnemu vrednotenju informacij o segrevanju ozračja. Učitelj lahko z učenci načrtuje razpravo, v kateri se na primer soočita skupina okoljevarstvenikov in skupina podnebnih skeptikov. Vsaka skupina pripravi svoje argumente, ki jih pri soočenju tudi predstavi. Da bi se učenci čim bolj soočili z različnimi argumenti, jim lahko učitelj predvaja

odlomke iz dveh nasprotujočih si dokumentarnih filmov: *Neprijetna resnica* (Al Gore, B. West, 2006) in *Globalno segrevanje – velika prevara* (M. Durkin, 2007).

V sklopu debate lahko učenci poleg kritičnega mišljenja (sposobnost oblikovanja, analize in vrednotenja argumentov) razvijajo tudi veščine sodelovanja in komunikacije ter opazovanja in samorefleksije.

Refleksija učitelja

Priprava na fenološka opazovanja, načrtovanje in organizacija dela posameznih skupin učencev in priprava navodil za zbiranje ter interpretacijo rezultatov so za učitelja na začetku dokaj zahtevni. Namen je gotovo dosežen, če s pomočjo fenoloških opazovanj učence spodbudimo k večjemu spoznavanju dreves v šolskem okolju in zavedanju pomena zelenega šolskega okoliša za prijetno bivanjsko in življenjsko okolje drugih živih bitij. Učenci pogosto, potem ko okoliš dobro spoznajo, posredujejo tudi pobude za (pre)ureditev le-tega. Moja pozitivna izkušnja je tudi, da je učencem določanje dreves ali grmov veliko zanimivejše, če to izvajamo na terenu. Z omenjeno prakso lahko učence vodimo do spoznanja, da nam fenološka opazovanja različnih rastlin izbrane rastlinske vrste na različnih rastiščih lahko nazorno prikažejo vpliv mikroklimne rastišča na pojav fenoloških faz. Velika mesta predstavljajo izrazite »toplotne otoke«, saj so v primerjavi z nepozidano okolico toplejša za nekaj °C.

Prav tako pa lahko uvidijo, da je zbiranje podatkov (fenološki, meteorološki) začetna stopnja, ki ji sledijo nadaljnja obdelava in interpretacija rezultatov ter nadgradnja dobljenih rezultatov z novimi raziskavami, ki učencu približajo soodvisnost in povezanost dejavnikov okolja. Izkušnje kažejo, da učenci zelo radi fotografirajo in smiselno je, da med fenološkimi opazovanji v vitrini (ali na spletnem mestu) sproti razstavljamo najboljše fotografije.

Dodatni predlogi in ideje

Poleg fenoloških opazovanj ima učitelj z učenci še veliko drugih možnosti opazovanj. Tako lahko na primer posadijo na šolskem vrtu drevo ali grm in spremljajo njegovo rast in razvoj od samega začetka. Zanimivo je tudi, da izbrano drevo učenci fotografirajo vsako leto na točno določen datum in nato fotografije primerjajo med seboj. Učenci si lahko zapisujejo tudi vremenske pojave, kot so toča, prvi sneg, slana in podobno.

Učenci lahko izdelajo seminarsko ali pa raziskovalno nalogo, v kateri primerjajo fenološke podatke, ki so jih zbrali v več zaporednih letih.

Literatura in viri

- 1 Črepinšek, Z. (2010). *Fenologija – koledar narave: navodila za fenološka opazovanja v šolah*. Ljubljana: Prirodoslovno društvo Ljubljana.
- 2 Črepinšek, Z. (2007). *Fenologija – kazalec podnebja in posledic njegovega spreminjanja*. *Proteus*, let. 69, št. 8, str. 342–349.
- 3 Souter, N. in Lewthwaite, K. (2002). *Nature in a changing climate: Phenology uncovered*. *The Association for Science Education*.
- 4 *Nature's calendar*. Dostopno na: www.naturescalendar.org.uk (9. 5. 2013).

- 5 *PlantWatch. Dostopno na: naturewatch.ca/english/plantwatch/ (9. 5. 2013).*
- 6 *MetINFO – Phenological Observations. Dostopno na: www.metla.fi/metinfo/fenologia/index-en.htm (9. 5. 2013).*
- 7 *USA National Phenology Network. Dostopno na: www.usanpn.org/ (9. 5. 2013).*

Priloga



Delovni list: Navodila za spomladanska fenološka opazovanja



Delovni list

Navodila za spomladanska fenološka opazovanja

Opravili boste dve dejavnosti:

- fenološka opazovanja izbranih dreves v šolskem okolju in zbiranje fenoloških podatkov;
- fotografiranje dreves.

Fenološka opazovanja boste opravljali v spomladanskem času, in sicer tako, da boste napisali točen datum pojava določene fenološke faze (npr. začetek cvetenja: 12. april 2012) na izbranem drevesu ali grmu. Poleg tega boste drevo oz. grm še fotografirali, in sicer od blizu (npr. veja z lističi) in daleč (celotno drevo).

Fenološke faze, ki jih opazujete in zapisujete od pomladi do jeseni (od januarja do junija – spomladanska fenološka opazovanja) ter od julija do decembra (jesenska fenološka opazovanja) so:

Fenofaza	Okrajšava	Opis fenofaze
Brstenje	BRST	Začne se, ko opazimo prve brste.
Olistanje	OLIST	Zapišemo jo takoj, ko se na rastlini pojavijo prvi listi oz. pri iglavcih prvi poganjki.
Začetek cvetenja	ZCVET	Nastopi, ko se na rastlini pojavijo prvi cvetovi.
Splošno cvetenje	CVET	Se začne, ko je na opazovani rastlini zacvetela že več kot polovica cvetov.
Faza zrelih plodov	PLOD	Nastopi, ko opazimo prve zrele plodove.
Rumenenje listov	RUM	Nastopi jeseni, ko je jesensko porumenela več kot polovica listja na izbrani rastlini.*
Odpadanje listov	ODP	Nastopi jeseni, ko odpade več kot polovica listja na rastlini.

Opomba: *Paziti moramo, da te faze ne zamenjamo z rumenjenjem listja zaradi drugih vzrokov, na primer poletne suše ali bolezni.

Dvojica učencev si izbere eno drevo oz. grm iz šolskega okolja (v pomoč jim je lahko spodnji seznam) in s pomočjo literature izpiše njegove bistvene značilnosti. Učenci pripravijo predstavitev svojega drevesa oz. grma, ki lahko vključuje naslednje podatke: znanstveno ime, družina, splošne značilnosti, življenjska oblika (drevo/grm), velikost rastline, listi, cvetovi/socvetje, plodovi/semena, geografska razširjenost, posebnosti in zanimivosti rastline ter okvirni fenološki koledar. Primer seznama dreves:

RDEČI DREN (*Cornus sanguinea*); NAVADNI MACESEN (*Larix decidua*); GLICI NIJA (*Wisteria* sp.); POBEŠALA VRBA (*Salix x sepulcralis*); NAVADNA BREZA (*Betula pendula*); DIVJA ČEŠNJA (*Prunus avium*); NAVADNI OCTOVEC (*Rhus typhina*); AMERIŠKI AMBROVEC (*Liquidambar styraciflua*); NAVADNI GABER (*Carpinus betulus*).



Med fenološkim opazovanjem učenci zbirajo podatke o drevesu in njegovih fenoloških fazah na podlagi opazovanj. V pomoč je učencem spodnji obrazec.

OBRAZEC ZA FENOLOŠKO OPAZOVANJE⁵

Ime in priimek opazovalca: _____

E-mail: _____

Starost: _____

Opazovana rastlina: _____

Datum opazovane fenofaze (dan, mesec, leto) in fotografije: _____

Opis opazovanega mesta: _____

Geogr.širina/dolžina: _____

Nadmorska višina: _____

*pH tal (jeseni, spomladi): _____

*Vsebnost apnenca v tleh: _____

Dodatni podatki o opazovanem mestu:

Osončenost sončno rastišče polsenčno rastišče senčno rastišče

Rastlina raste na ravnih tleh rahlo nagnjenih tleh strmih pobočju

Lega (obkroži) S SV V JV J JZ Z SZ

*Opombe: _____

⁵ ***Določanje pH prsti:** V manjšo posodo damo žlico prsti, dodamo destilirano vodo in premešamo. S pH-indikatorji izmerimo pH-vrednost prsti.

***Določanje apnenca v prsti:** Majhno količino prsti damo na objektno stekelce in dokapljamo 10-odstotno klorovodikovo kislino. Trajanje šumenja in njegova intenzivnost omogočata, da ocenimo količino apnenca v prsti. Uporabimo naslednjo lestvico:

- šumenje komaj zaznavno < 1 %
- šumenje slabotno in kratkotrajno 1–3 %
- šumenje intenzivno in kratkotrajno 3–5 %
- šumenje intenzivno in dolgotrajno nad 5 %

***Opombe:** Pod to rubriko učenci zapišejo, če opazijo kaj posebnega na drevesu. Na primer, da so listi poškodovani zaradi škodljivcev ali posebnosti v zvezi z vremenom (spomladanska pozeba, dolgotrajna suša, toča in podobno).

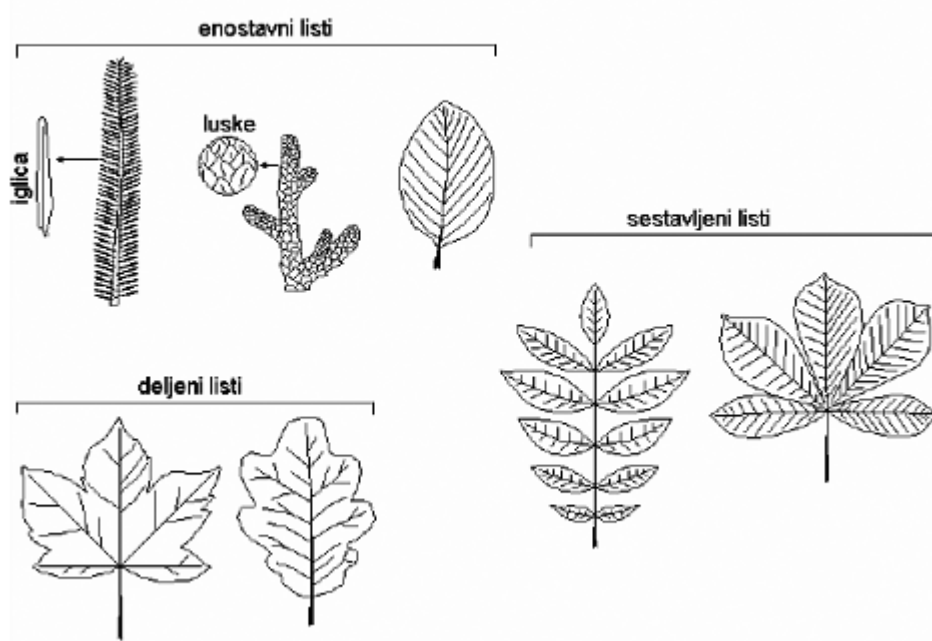
Vprašanja za preverjanje – sistematika, zgradba in delovanje rastlin

1. Za rastline kot tudi za druge organizme je značilno dvočlensko poimenovanje. S pomočjo literature pojasnite na primeru divje češnje (*Prunus avium*), kaj pomenita omenjeni dve besedi v slovenskem oz. latinskem jeziku.
2. Določite različne drevesne vrste v okolici šole. V ta namen uporabite **opisni določevalni ključ**, ki je grajen po **dvovejnatem sistemu**. Določanje poteka tako, da imamo vedno **na voljo dve trditvi**, med katerima se odločamo. V našem primeru se trditve nanašajo na **obliko listov**. Ko izberemo trditev, ki se ujema z našo neznano vrsto, je na koncu vrstice s trditvijo številka, ki nas vodi do naslednjih dveh trditvev ali pa do rešitve. **Opomba:** za izvedbo te naloge učitelj nabere ali nariše liste dreves, ki so omenjeni v ključu.

1	Listi igličasti	2
1*	Listi drugačni	5
2	Iglice izraščajo iz vejic posamič.....	3
2*	Iglice izraščajo iz vejic v šopih	4
3	Iglice sploščene, spodaj z dvema svetlima progama.....	JELKA
3*	Iglice štirirobe, brez svetlih prog, z ostro konico.....	NAVADNA SMREKA
4	V šopu 2 ali 5 iglic	RDEČI BOR
4*	V šopu več kot 10 iglic.....	NAVADNI MACESEN
5	Listna ploskev cela ali deljena na krpe (deljeni list).....	6
5*	Listna ploskev deljena na lističe (sestavljani list).....	11
6	List deljen na 3 ali 5 večjih krp	7
6*	List ni deljen ali je iz veliko plitvih krp	8
7	Listni rob nazobčan; številni, topi zobci.....	BELI JAVOR
7*	Robovi glavnih krp imajo več daljših zobcev	JAVOROLISTNA PLATANA
8	List nazobčan ali drobno krpast	9
8*	List brez krp ali zobcev.....	10
9	List z neenakomernimi krpami, rob valovit	HRAST (DOB)
9*	Listni rob drobno nazobčan	NAVADNI GABER
10	List suličast, približno 4-krat tako dolg kor širok	BELA VRBA
10*	List ovalen, približno 2-krat tako dolg kot širok	NAVADNA BUKEV
11	List sestavljen: lističi iz ene točke.....	12
11*	List sestavljen: lističi izhajajo iz listnega vretena	13
12	Lističi trije.....	NAVADNI NAGNOJ
12*	Lističev vsaj pet.....	DIVJI KOSTANJ
13	Lističi pernato deljenega lista z ravnim robom.....	NAVADNA ROBINIJA
13*	Lističi pernato deljenega lista z nazobčanim robom	NAVADNA JEREBIKA



Glede na obliko listne ploskve so listi lahko enostavni – celi, deljeni in sestavljeni.



Slika 1: Deljeni list ima lahko plitvejše krpe (npr. hrast) ali pa večje krpe (3–5), npr. javor ali platana. Sestavljeni list; lističi lahko izhajajo iz ene točke ali iz listnega vretena (Vir: Irena Leban, Drevo. Dostopno na: http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo_tapetnistvo/2-DREVO.pdf (15. 3. 2013)).

- Skicirajte češnjev cvet in na skici s puščico označite naslednje strukture: venčni in čašni listi, prašnik, pestič.
- Na skici pestiča s puščico označite brazdo, vrat, plodnico in semensko zasnovo.
- Na skici prašnika s puščico označite prašnično nit in prašnico.
- Glede na zgradbo, obliko in barvo češnjevih cvetov predvidevajte, ali divjo češnjo, glede na način prenosa peloda, uvrščamo med vetrocvetke ali žužkocvetke. Odgovor ustrezno utemeljite.
- Pojasnite način razširjanja plodov divje češnje.
- Naštejte tri drevesa, ki jih glede na razširjanje peloda uvrščamo med vetrocvetke.
- Spodnja fotografija prikazuje gabrovo vejico, na kateri so vidni skupki ženskih in moških cvetov (socvetja). Označite jih s puščico. Kako bi lahko ugotovili, ali gaber že cveti?
- Razširjanje peloda pri gabru omogoča veter. Navedite tri značilnosti cvetov, ki so značilne za vetrocvetke.



11. Grafično prikažite fenološke podatke za drevesa, navedena v spodnji preglednici. Julijanski dan pomeni zaporedni dan v letu.

drevesa	JULIJANSKI DNEVI 2010/11		
	brstenje	olistanje	cvetenje
rdeči dren	90	97	136
pobešala vrba	79	83	95
navadna breza	95	98	110
divja češnja	90	94	94
ameriški ambrovec	89	101	105
navadni gaber	89	94	90
navadni octovec	96	103	182

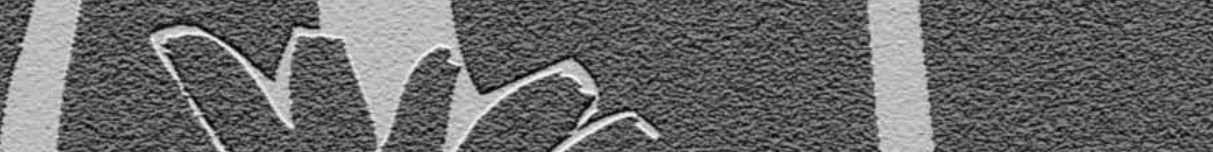
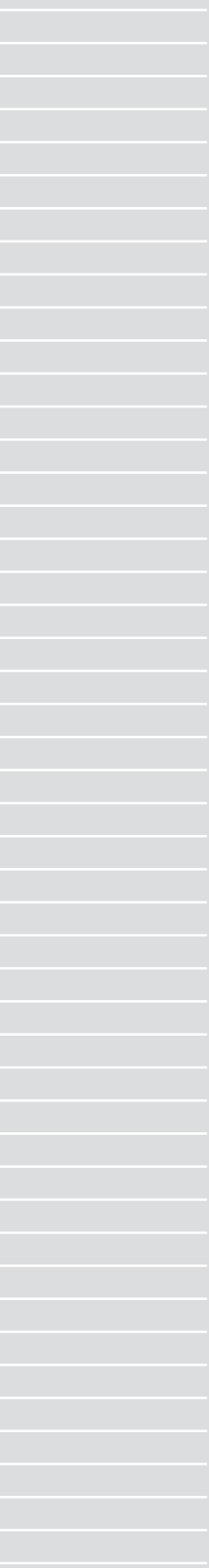
12. Predvidite, kateri klimatski dejavniki najbolj vplivajo na čas pojava fenofaz?



Lined writing area on the left side of the page, consisting of horizontal lines for text entry.

Main lined writing area on the right side of the page, consisting of horizontal lines for text entry.





ISBN 978-961-03-0176-9



9 789610 301769



