



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



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



Univerza v Mariboru
Fakulteta za naravoslovje in matematiko

PROJEKT: Razvoj naravoslovnih kompetenc

Didaktična gradiva/modeli (biološke vsebine)

B4

Maribor, 2010

1



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



Urednik

dr. Andrej Šorgo

Uredniški odbor

dr. Jana Ambrožič Dolinšek, dr. Barbara Bajd, Terezija Ciringler, mag. Bojana Mencinger Vračko, dr. Andrej Šorgo, dr. Andreja Špernjak, dr. Jelka Štrgar, dr. Iztok Tomažič, mag. Dušan Vrščaj, Eva Ferk, dr. Vladimir Grubelnik



A. OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

A.1. Naslov projekta:

RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC (št. 3311-08-986011)

A.2. Tip projekta:

Strateški razvojno - raziskovalni projekt

A.3. Naročnik:

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT, Masarykova 16, 1000 Ljubljana

A.4. Nosilec projekta:

A.4.1. Odgovorni nosilec in vodja projekta:

Nosilec: prof. dr. Ivan Rozman, rektor UM

Vodja: doc. dr. Vladimir Grubelnik, FNM in FERI

A.4.2. Pogodbena stranka za izvedbo projekta:

Univerza v Mariboru, Slomškov trg 15, 2000 Maribor

s članico

Fakulteto za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

A.5. Projektna skupina:

A.5.1. Vodstvo projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta), dr. Nataša Bukovec (koordinatorica zunanjih sodelavcev)

A.5.2. Programski svet projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), dr. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), dr. Milan Ambrožič (pomočnik koordinatorja za področje fizike), Kornelia Žarić (pomočnica koordinatorice za področje kemije), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), dr. Marjan Krašna in dr. Igor Pesek (računalniška podpora projekta, spletne strani projekta), Eva Ferk (administracija)

A.5.3. Programsko vodstvo projekta:



dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), dr. Jelka Strgar (sokoordinatorica področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Gorazd Planinšič (sokoordinator področja fizike), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Nataša Bukovec (sokoordinatorica področja kemije, koordinatorica zunanjih sodelavcev), dr. Margareta Vrtačnik (sokoordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), mag. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), Milena Pačnik (koordinatorica področja osnovnih šol s prilagojenim programom), dr. Marjan Krašna (računalniška podpora projekta)

A.5.2. Strokovni sodelavci:

dr. Jana Ambrožič Dolinšek, dr. Milan Ambrožič, dr. Jurij Bajc, dr. Barbara Bajd, Said Bešlagič, dr. Zlatko Bradač, mag. Tomaž Bratina, dr. Nataša Bukovec, Terezija Ciringer, Miroslav Cvahte, dr. Mojca Čepič, dr. Iztok Devetak, Franc Dretnik, Sergej Faletič, Eva Ferk, dr. Vesna Ferk Savec, Andrej Flogie, dr. Samo Fošnarič, dr. Ivan Gerlič, dr. Saša Aleksij Glažar, dr. Andrej Godec, dr. Nikolaja Golob, dr. Ana Gostinčar Blagotinšek, dr. Vladimir Grubelnik, Manica Grčar, dr. Vlasta Hus, dr. Marjan Krašna, dr. Dušan Krnel, dr. Brigita Kruder, dr. Bojan Kuzma, dr. Alenka Lipovec, mag. Janja Majer, dr. Marko Marhl, Maja Martinšek, dr. Dragan Marušič, Bojana Mencinger Vračko, Andreja Nekrep, Andrej Nemec, dr. Amand Papotnik, Jerneja Pavlin, dr. Igor Pesek, dr. Darija Petek, dr. Gorazd Planinšič, Sonja Plazar, Martina Rajšp, mag. Robert Repnik, mag. Samo Repolusk, dr. Darinka Sikošek, dr. Jelka Strgar, dr. Andrej Šorgo, mag. Andreja Špernjak, Matejka Tomazin, Iztok Tomažič, dr. Nataša Vaupotič, Jernej Vičič, dr. Janez Vogrinc, mag. Dušan Vrščaj, dr. Margareta Vrtačnik, dr. Katarina Senta Wisiak Grm, dr. Blaž Zmazek, Kornelia Žarić, dr. Janez Žerovnik

A.5.2. Učitelji:

Jelka Avguštin, Daniel Bernad, Romana Bezjak, Jožica Brecl, Darko Briški,



Sanja Cvar, Silva Čepin, Irena Česnik-Vončina, Martina Črešnik, Romana Čuješ, Robert Dimec, Mojca Dobnik Repnik, Ines Fišer, Matej Forjan, Neda Golmajer, Lidija Grubelnik, Zdravka Hajdinjak, Katja Holnthaner Zorec, Jasmina Jančič, Senka Jauk, Zdenka Keuc, Marjeta Križaj, Magdalena Kunc, Andreja Kuhar, Samo Lipovnik, Andrej Marl, Alenka Mozer, Jasna Novak, Damjan Osrajnik, Milena Pačnik, Marjanca Poljanšek, Hedvika Popič, Davorka Pregl, Peter Sekolonik, Milenko Stiplovšek, Tanja Štefl, Maja Štukl, Katja Stopar, Mladen Tancer, Diana Tavčar Ročenovič, Simon Ülen, Karmen Vidmar, Samo Zanjkovič, Felicita Hromc, Jasna Žic, Marko Žigart

A.6. Raziskovalno polje

A.6.1. Predmetna področja:

1. Biologija
2. Fizika
3. Kemija
4. Skupni predmeti – Matematika, Tehnika, Računalništvo, Razredni pouk, Osnovna šola s prilagojenim programom

A.6.2. Stopnja:

Vrtci, osnovne šole (razredna in predmetna stopnja), osnovne šole s prilagojenim programom in srednje šole.



KAZALO

Avtor: dr. Vladimir Grubelnik	7
Uvodnik vodje projekta	7
Avtor: dr. Andrej Šorgo	10
Poročilo koordinatorja biologije za obdobje od 1.4.2010 do 30.6.2010	10
Avtor(ja) gradiva: Jana Ambrožič-Dolinšek, Terezija Ciringer.....	11
Dihanje kalčkov	11
Avtorja gradiva: Jelka Strgar in Dušan Vrščaj	49
Genetika za začetnike.....	49
Avtorja gradiva: Miro Puhek in dr. Andrej Šorgo.....	54
Simulacija dihanje mokaarjev	54
Avtorja gradiva: Miro Puhek in dr. Andrej Šorgo.....	63
Simulacija učinek tople grede	63
Avtor gradiva: asist. dr. Andreja Špernjak.....	72
Prebava hrane pri človeku.....	72
Avtorja gradiva: Iztok Tomažič in Gorazd Planinšič	85
Žile v mrežnici - slika, ki jo lahko vidi ena sama oseba na vsem svetu.....	85
Avtorja gradiva: Iztok Tomažič in Gorazd Planinšič	99
BIODIVERZITETA - Raziskujemo vodne drsalce- površinska napetost vode in organizmi..	100
Avtorji gradiva: Gordana Hojnik, doc. dr Andrej Šorgo, doc. dr. Jana Ambrožič-Dolinšek.	117
Poznavanje in stališča dijakov in študentov do genetskega zdravljenja (diplomsko delo)	117



Avtor: dr. Vladimir Grubelnik

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru



Uvodnik vodje projekta

V uvodniku povzemamo prikaz dela v okviru projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc«¹ za obdobje od 1. 4. 2010 do 30. 6. 2010. V tem obdobju nadaljujemo delo vsebinskega sklopa, katerega osnovni cilj je postavljanje in preverjanje didaktičnih gradiv oziroma modelov v šolski praksi. Enako kot do sedaj, so tudi v tem obdobju gradiva razdeljena na področja posameznih naravoslovnih strok (biologije, fizike, kemije) in tako imenovano skupno področje, ki zajema naravoslovne vsebine na predšolski vzgoji, razredni stopnji izobraževanja ter šolah za učence s posebnimi potrebami. Sem prištevamo tudi za naravoslovje pomembne korelativne predmete kot so matematika, tehnika in računalništvo.

V nadaljevanju bomo, glede na posamezna področja, predstavili lastnosti gradiv, medtem ko lahko potek dela v osnovi delimo na dva dela:

- Preverjanje didaktičnih gradiv/modelov v šolski praksi ter sprotna evalvacija rezultatov preverjanja (aktivnosti: **S2.07, S2.08 in S2.09**) in
- priprava naslednjega sklopa didaktičnih gradiv/modelov za preverjanje v šolski praksi (**S1.16, S1.17 in S1.18**).

Prvi del poročila začnimo s prikazom rezultatov **preverjanja didaktičnih gradiv/modelov v šolski praksi** po posameznih področjih.

Biologi v obsežnem sklopu gradiv ugotavljajo, da postajajo evalvacije v primerjavi s prejšnjimi vse bolj kompleksne, zastavljeno delo pa poleg prispevka h kakovosti znanja, prispeva tudi k priljubljenosti biologije kot predmeta. Iz poročila lahko povzamemo tudi, da postavljajo v ospredje aktivne metode dela, za katere ugotavljajo, da bistveno prispevajo h kakovosti znanja. Ob tem poudarjajo, da še tako dobra gradiva izgubijo smisel, če niso uporabljena na način, ki vzpodbuja kreativnost in samostojno razmišljanje učenca. Pri vključevanju kompetenc v pouk pa kot eno ključnih ovir izpostavljajo klasičen pouk, kjer učenci sledijo razlagi učitelja.

Fiziki podajajo poročilo za 7 različnih sklopov gradiv in ob tem ugotavljajo, da je med učenci in dijaki eksperimentalno delo zelo priljubljeno, vendar se v smislu doslednosti izvajanja, natančnosti meritev in vztrajnosti pojavljajo

¹ Spletna predstavitev projekta: <http://kompetence.uni-mb.si/default.htm>



problemi. Ugotavljajo, da bi morali učitelji poleg podajanja znanja, v smislu kompetenc za uspešno življenje, učence navajati tudi na sistematično delo, kjer bi si privzgojili potrebne značajske poteze, kot so delavnost, natančnost in vztrajnost. Ugotavljajo tudi, da so računske naloge v primerjavi z eksperimentalnim delom precej manj priljubljene, čeprav so testiranja pokazala, da so lahko nenavadni matematično – fizikalni problemi vsaj pri dijaki izziv. Pri razvoju uporabe **matematičnih idej in tehnik** pri fiziki je lahko dijakom v pomoč digitalna kompetenca, saj se je izkazalo, da so dijaki dobro digitalno pismeni.

Na področju kemije poročajo o evalvaciji dela gradiv, pri čemer se zaradi daljšega časa preizkušanja nekatere poročila gradiv še pričakuje. Nekatera gradiva namreč predstavljajo nadaljevanje preverjanja v daljšem časovnem obdobju, preverjanje v okviru druge testne skupine ter preverjanje na drugi stopnji izobraževanja. Kljub nekaterim prilagoditvam zmožnostim izvedbe, zaradi realnosti znotraj šolske prakse, je iz poročil razvidno, da so gradiva na podlagi aktivnega sodelovanja učencev uspešna pri razvijanju naravoslovnih kompetenc. Poudarja se razvoj logičnega mišljenja in sklepanja na osnovi znanih dejstev ter rezultatov kemijskih eksperimentov.

Področje skupnih predmetov poroča o evalvaciji desetih precej raznolikih gradiv, ki posegajo tako v vrtce kot celotno osnovnošolsko vertikalno izobraževanja. Evalvacija gradiv je potekala tudi na šolah za učence s posebnimi potrebami. Podobno kot v prejšnjih obdobjih, so tudi v tem obdobju gradiva namenjena predvsem eksperimentalnemu delu v različnih oblikah, kjer se eksperimentalno delo v smislu neposrednega stika z dogajanjem odraža v boljšem razvijanju nekaterih kompetenc. Poleg poudarka na eksperimentalnem delu so gradiva zasnovana tudi na različnih konceptih oziroma pristopih. Poudarja se konstruktivistični model poučevanja, v okviru projektno učnega dela zasledimo transmissijski, učnociljni in procesni pristop, posebej pa velja izpostaviti tudi strategijo vnaprejšnjega načrtovanja, ki jo lahko zasledimo pri družabni igri na področju matematike. V gradivih se poudarja tudi pomen medpredmetnega povezovanja, ter v okviru tega pomen generičnih kompetenc.

Drugi del poročila predstavlja **pripravo sklopa didaktičnih gradiv/modelov za preverjanje v šolski praksi** za naslednje obdobje.

Nekatera nova gradiva, ki so jih pripravili avtorji posameznih skupin, predstavljajo nadgradnjo gradiv v prejšnjih obdobjih projekta. Seveda pa je tudi tokrat mogoče zaslediti nova gradiva, ki temeljijo predvsem na aktivnih oblikah dela.

Biologi so pripravili sklop novih gradiv, ki vse bolj temeljijo na usmerjenih dejavnostih in uporabi usmerjenih učnih strategij, ki omogočajo razvoj



kompetenc. Poudarjajo, da bi del pozornosti morali posvetiti razvoju učnih strategij in metod, ki niso skupne le naravoslovju, temveč poučevanju v celoti. V smislu razvoja naravoslovnih kompetenc so ponovno v ospredju aktivne metode dela oziroma eksperimentalno delo, v katero je vključena tudi sodobna tehnologija. V pripravljenem sklopu gradiv je posebej poudarjen tudi pomen medpredmetnega povezovanja, ki se na področju naravoslovja še posebej odraža.

Na področju fizike so pripravili sklop sedmih novih gradiv, ki posegajo na različne fizikalne vsebine. Pri gradivih je mogoče opaziti napredek v smislu evalvacijskih delov, kjer je omogočeno bolj sistematično spremljanje razvoja kompetenc. Pri gradivih je velik poudarek na digitalni kompetenci, kjer se ta ne poudarja sama po sebi, temveč je poudarjen njen pomen v smislu prepletenosti z drugimi naravoslovnimi kompetencami. Seveda pa tudi tokrat gradiva vključujejo precej poskusov, ki so pomemben del pouka fizike.

Na področju kemije lahko zasledimo devet novih gradiv z aktivnimi metodami učenja za uspešno razvijanje naravoslovnih kompetenc v šolski praksi. Poudarja se vodeno in samostojno eksperimentalno delo.

Na področju skupnih predmetov, ki zajema poleg naravoslovja tudi tehniko, matematiko, računalništvo in spoznavanje okolja, so v tem obdobju pripravili sklop šestih gradiv, ki pokrivajo tako predšolsko obdobje, kot tudi celotno vertikalno izobraževanja v osnovni šoli. Podobno kot do sedaj, je tudi pri gradivih pripravljenih v tem obdobju, poudarek na eksperimentalnem delu. Kompetence, ki se preverjajo v okviru omenjenih gradiv, se zaradi medpredmetnega povezovanja skupnih predmetov nanašajo predvsem na generične kompetence. Med njimi je najpogosteje mogoče zaslediti sposobnost zbiranja informacij, sposobnost interpretacije in sposobnost sinteze zaključkov. V ospredje je postavljena tudi sposobnost učenja in reševanja problemov ter prenos teorije v prakso. Na področju tehnike in matematike pa so izpostavljene še nekatere predmetno specifične kompetence oziroma specifična znanja.

V sklopu projekta je v tem obdobju potekalo tudi izobraževanje v okviru **metodološke delavnice**, ki je bila izvedena 10. 5. 2010 na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Namen delavnice je bil seznaniti se s vsebinskimi in metodološkimi značilnostmi evalvacije, strukturo evalvacijskega poročila ter uporabo statističnega paketa za računalniško obdelavo podatkov. Prav tako je potekala predstavitev dela na projektu na mnogih **mednarodnih konferencah** (npr. INTE 2010 na Cipru, IOSTE 2010 na Bledu, MIPRO 2010 v Opatiji, EISTA 2010 v Ameriki, DIT2010 v Zadarju, IAPB 2010 v Ameriki,...).



Avtor: dr. Andrej Šorgo

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Poročilo koordinatorja biologije za obdobje od 1.4.2010 do 30.6.2010

GRADIVA SKLOPA S1.16

**Priprava didaktičnih gradiv/modelov (biologija) za preverjanje v šolski praksi
za drugo četletje leta 2011 (1.1. 2011-31.3. 2011)**

Rezultat: Didaktična gradiva/modeli (biološke vsebine) B4

Kazalnik: didaktična gradiva za poučevanja v naravoslovju - gradivo B4

Povzetek opravljenega dela

Ugotavljam, da avtorji gradiv vse bolj upoštevajo dejstvo, da kompetenc ni mogoče razviti z enim samim posegom (gradivom), temveč jih je moč le razvijati s sklopi usmerjenih dejavnosti in uporabo v razvoj kompetenc usmerjenih učnih strategij. Navdušujoča novost so gradiva, ki sta jih skupaj pripravila dr. Planinšič in dr. Tomažič, ki povezujeta fiziko in biologijo na nivoju bioloških fenomenov. Medpredmetno je tudi sodelovanje med Jano Ambrožič Dolinšek in Andrejem Šorgo na področju družbeno znanstvenih tem, to je tistih, kjer je osnova sicer naravoslovna, odgovori na vprašanja pa so izven domene naravoslovja. Raziskava pa je bila izpeljana kot diplomatska naloga. Dr. Bajd nadaljuje z delom na področju uvajanja evolucije. Andreja Špernjak in Miro Puhek razvijata računalniško laboratorijsko delo. Terezija Ciringer in Jana Ambrožič Dolinšek proučujeta fiziologijo rastlin ob uporabi sodobne tehnologije. Z delom na področju celice, genetike nadaljujeta Jelka Strgar in Dušan Vrščaj, medtem ko Bojana Mencinger Vračko nadaljuje delo z živimi organizmi.

Iz zapisanega bi lahko povzeli, da so se v projektu sodelujoči biologi posvetili iskanju razvoja naravoslovnih kompetenc predvsem s aktivnih metod dela. Ponavlja se opozorilo, da bi vsaj del pozornosti morali posvetiti razvoju učnih strategij in metod, ki pa niso skupne le naravoslovju, temveč poučevanju v celoti, da bi razvijali kompetence prav vsako uro pouka v šoli. V mislih imam predvsem problemsko in proučevalno zastavljen pouk, katerega posledica bi bilo razvijanje kritičnega razmišljanja, razvoj naravoslovne in znanstvene pismenosti ter sposobnost razreševanja problemov in posedovanja znanja nad nivojem pomnenja.



Avtor(ja) gradiva: Jana Ambrožič-Dolinšek, Terezija Ciringer

Institucija:

¹Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Oddelek za razredni pouk in Fakulteta za naravoslovje in matematiko

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Dihanje kalčkov

DIHANJE ORGANIZMOV

Dihanje pri rastlinah-kalčkih

Strategija (metoda): LABORATORIJSKO - EKSPERIMENTALO DELO

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): 7 do 9 r. OŠ; 1 do 2r.GIMNAZIJA;
ŽIVILSKA ŠOLA

NAVODILA UČITELJU

Kaljenje kalčkov pri različnih pogojih

DIHANJE PRI RASTLINAH- KALČKIH

Vodilna metoda dela: EKSPERIMENTALO DELO – problemski pouk, praktično delo

Starostna skupina, razred : od 7 do 9 OŠ; 1 do 2r.GIMNAZIJA; ŽIVILSKA ŠOLA

Z nalogo razvijamo naslednje kompetence:

a) generične:

- Sposobnost zbiranja informacij
- Sposobnost analize literature in organizacija informacij
- Sposobnost interpretacije
- Sposobnost sinteze zaključkov
- Sposobnost učenja in reševanja problemov
- Prenos teorije v prakso
- Uporaba matematičnih idej in tehnik
- Prilagajanje novim situacijam
- Skrb za kakovost
- Sposobnost samostojnega in timskega dela
- Organiziranje in načrtovanje dela
- Verbalna in pisna komunikacija
- Medosebna interakcija
- Varnost



b) predmetno-specifične:

- Pri eksperimentiranju izkustveno povezujejo pojave.
- Pojave izrazijo s časovnimi spremenljivkami.
- Z matematičnimi zapisi, grafi, izjavami izražajo razmerja med pojavi.
- V kombinaciji teoretičnega in izkustvenega iskanja povezav med pojavi napovedujejo in preverjajo napovedi.
- Pri postavljanju hipotez med seboj povezujejo množice pojavov.

Povezava z drugimi temami učnega načrta:

- Primerjalna fizilogija živali (pomen izmenjave plinov in transportnih sistemov za živali)
- Zgradba in delovanje celice (celično dihanje)

Medpredmetne povezave:

- Kemija (kinetika reakcij)
- Fizika (tlak, parcialni tlak, difuzija)
- Matematika (grafični prikaz rezultatov meritev)

PRIPOROČILA UČITELJU EVALVATORU:

Naslov eksperimenta: Dihanje kalčkov

CILJI:

- Učenci bodo osvežili, utrdili že pridobljena praktična in teoretična znanja o osnovnih življenjskih procesih.
- Učenci poglobijo znanje o izmenjavi plinov med organizmi in okoljem.
- Ponovili in utrdili bodo dokazne praktične preizkuse za vstopne in izstopne snovi pri izmenjavi plinov med organizmi in okoljem.
- Sami bodo na osnovi predhodnega znanja in vodenega razgovora in etapnega preizkušanja izbrali material za izvedbo preizkusa; torej od ideje do izvedbe.
- Resnično spoznajo, da tudi rastline dihajo in utrdijo razliko med procesom dihanja in procesom fotosinteze.
- Spoznajo da rastline dihajo skozi vse površinske dele (lubje, korenine, steblo, tudi plodovi dihajo) predvsem pa da izmenjava plinov poteka preko zelenih listov, natančneje preko listnih rež.
- Spoznajo in utrdijo da se v procesu dihanja, kot pri vseh živih organizmih, tudi pri d rastlinah izloča ogljikov dioksid.
- Spoznajo, da se preko nekaterih snovi (pokazateljev-indikatorjev) lahko ugotavlja prisotnost, ogljikovega dioksida.
- Učenci ugotovijo, da so pristopi za izpeljavo eksperimenta, lahko različni oziroma specifični glede na opazovani organizem.

DEJAVNOSTI :



- Motivacija preko sproščene pogovora, opazovanja različnih didaktičnih gradiv slik posnetkov, izvedba preliminarnega motivacijskega eksperimenta in napoved naloge za doseg učnega cilja.
- Naloga –načrt za doseg učnega cilja, obsega izbor potrebnega opazovanega objekta-rastline, izbor potrebnega materiala in skrbno načrtovanje dokaznega eksperimenta
- Načrtujejo način spremljanja in beleženja podatkov ter njihove obdelave (tehtanje rastlinskega materiala, beleženje časa, beleženje opaženih sprememb barvila).
- Poročanje - postopno prehajajo od vodene oblike k samostojnemu beleženju in poročanju, opažanju in rezultatov in preverjanju hipotez; spodbujamo jih k rabi IKT kjer učenci lahko spoznajo njeno smiselno namembnost pri konkretnem primeru

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA:

- Za uvodno motivacijo si naj učenci s pomočjo razgovora, reševanja učnega lista s pomočjo različnih virov v okviru vsebin in ciljev učnega procesa utrjujejo in poglobljajo ustrezna teoretična in praktična znanja, ki naj bo vodena do te mere, da si bodo postavili jasen cilj za doseg novega spoznanja. Morda že za motivacijo naredite kakšen praktični preizkus za potrditev že usvojenega znanja, kar lahko pripomore k samozavestnejšemu pristopu, za doseg zastavljenega cilja.
- Predlagam, da za zastavljeni cilj naredite nabor potrebnega materiale, to je opazovanega objekta – rastline (uporabite kalčke; z učenci opazovali njihov **razvoj rastlin od kalitve naprej**, to je na primer fižol, kreša, kuzuza) in potrebnega pribora (čaše ali epruvete najlonska mrežica, lahko nogavica v katero ujamete kaljene rastline nad barvilom, ki ga porabite za testiranje, predlagam ekstrakt rdečega zelja, ki ga lahko učenci pripravijo sami ali iz šolskega laboratorija vzamete bromtimolmodro, apnico...).
- Predlagamo tudi, da učencem predstavite Vernier-jeve vmesnike in predstavite katere meritve omogočajo. Učence spodbudite k razmišljanju, kako bi s tema instrumentoma lahko izmerili dihanje rastlin.
- Učenci naj samostojno načrtujejo eksperiment; seveda najprej idejno in nato tudi praktično.
- Posebno pozornost velja nameniti sestavi naloge oziroma učnega lista za preverjanje predznanja in pridobljenega znanja preko praktičnega eksperimentalnega dela, ki ima v tem predmetnem, področju pomembno in nenadomestljivo mesto. Pri tem naj bo glavno vodilo učni načrt posameznega predmeta z minimalnimi in temeljnimi standardi znanj. Te naloge oziroma učni listi za preverjanje znanja so pomoč, kot poglobljena in kvalitetna povratna informacija o različnih



vidikih učenčevega znanja. Učencu pa omogočajo «avtorefleksijo, samopreverjanje in avtokorekcijo» (Rutar Ilc, 2003)

Kaj dosežemo z vključevanjem zgoraj omenjenih kompetenc?

Definicija kompetence je zmožnost učinkovitega uporabljanja znanja v različnih situacijah in je sinteza, preplet znanj, sposobnosti, spretnosti in ima tudi svojo čustveno – motivacijsko komponento. Z upoštevanjem čim več kompetenc dosežemo čim večjo aktivnost učencev, ki iščejo probleme in rešujejo eksperimente, in pri tem uporabljajo vse možne naravoslovne postopke. Če učitelj poskuša vključiti v pouk čim več generičnih kompetenc, bo pravzaprav naredil pouk izkustven - dosegel bo, da ne bo poučevanja ampak samo še učenje (da se bodo učenci pravzaprav sami učili). Če pogledata kompetence vidita da gre za neka pravila oziroma obveznosti, ki vodijo k takemu modernemu konstruktivističnemu pouku (izkustvenemu) ki vključuje načrtovanja, eksperimentiranja iskanja virov informacij, računanje, vrednotenje.....

Zato predlagamo, da aktivnosti potekajo v več fazah (kar lahko učitelj poljubno spreminja):

Nekaj iztočnic za vodenje razprave in izvedbo ure s kompetenčnim pristopom:

Faza 1:

Učitelji ugotavljajo koliko učenci že vedo o dihanju; morda s testi znanja s vprašanji odprtega in zaprtega tipa in tako dobijo vpogled v poznavanje dihanja.

V tej fazi se predstavijo teoretske osnove - Vernierjevi vmesniki in meritve, ki jih omogočajo. Morda predstavite katero od vaj, predstavljeno v naših gradivih. V tej fazi naj se izbere en problem ali vprašanje povezano z dihanjem. Ta problem bodo dijaki reševali v uri ki sledi .

Prilagajam idejni osnutek za trditve. Učitelj lahko pomaga pri iskanju problema za eksperiment.

Zakaj je potrebno da bi to vedeli?	
Kaj vem o temi?	
Kaj bi rad izvedel o izbrani temi?	
Kaj se mi je zdelo zanimivo?	
Pozitivne strani	
Negativne strani	
Uporabnost	
Varnost - tveganje	



Sprejemljivost	
Porajanje novih vprašanj	
Predvidevanje kakšni bodo rezultati.	
Kaj mi je všeč? Česa ne maram ali mi ni všeč?	
Ali se vam zdi da je na vaše mnenje kdo vplival?	
Kaj sem se naučil?	

1. Učenci vsak zase, v dvojicah ali v skupinah poskušajo najti neko temo ali znanstven problem, ki bi ga želeli raziskati in ga predstavi drugim.
2. Sledi soočenje izbira reševanja enega problema. Učitelj skupaj z učenci izbere tisto temo, problem, pojav, ki bi ga raziskali. Tema naj bo čim bolj življenjska in čim bližje življenjskim situacijam, ki so jim izpostavljeni. Dijake torej povabimo da najdejo takšen problem, ki bo sprožal nova vprašanja! Pri tem lahko probleme razdelijo na več manjših in zanje poiščejo rešitve. Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo. Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.
3. Dijaki se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih.
4. Srednješolci na podlagi svojih poizvedovanje oblikujejo svoja vprašanja. Vsak naj pripravi vsaj dva vprašanja za diskusijo.

Faza 2:

Izvedba eksperimenta pri čemer je potrebno vključiti generične kompetence. Nekaj iztočnic za diskusijo rezultatov s kompetenčnim pristopom:

1. Zakaj se je nekaj zgodilo na določen način in ne drugače.
2. Zakaj se je nekaj zgodilo na določen način in ne drugače.
3. Naredijo načrt s katerim bodo poskušali najti odgovor na to vprašanje.
4. Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo.
5. Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.
6. Dijaki se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih.
7. Oblikujejo majhne skupine, zberejo podatke, jih uredijo, o njih razpravljajo, ugotovijo kaj so odkrili in o vsem poročajo drug drugemu.
8. Na podlagi svojih zamisli in izkušenj poskušajo odgovoriti na ta vprašanja – vse skrbno dokumentirajo.
9. Cel proces dokumentirajo na papirju in ga zaključijo s poročilom.
10. Ves proces se nato ovrednoti.

Faza 3:

Preverjanje znanja - čas trajanja 20 min:



Evalvacijski list:

1. Označite v kateri meri bi (so) po vašem mnenju z navedeno dejavnostjo razvijali navedene generične kompetence:

	Generične kompetence	Vodilna	Pomembna	Vključena	Obrobna	Ni vključena
1	zbiranje informacij;					
2	analiza in organiziranje informacij;					
3	interpretacija					
4	sinteza zaključkov					
5	učenje in reševanje problemov;					
6	prenos teorije v prakso;					
7	uporaba matematičnih idej in tehnik;					
8	prilagajanje novim situacijam;					
9	skrb za kakovost;					
10	samostojno in timsko delo					
11	organiziranje in načrtovanje dela;					
12	verbalna in pisna komunikacija;					
13	medsebojna interakcija					
14	varnost					



2. Kako bi bilo mogoče dejavnost izboljšali, dopolnili ali popravili?
3. Kako bi bilo mogoče principe, na katerih je zasnovano laboratorijsko eksperimentalna vaja (dejavnost) prenesti v druge učne situacije?

TEORETSKE OSNOVE



Dihanje je v širokem pomenu besede izmenjava (dihalnih) plinov med organizmom in okoljem. Pri evkariotih je glavni pomen izmenjave dihalnih plinov med organizmom in okoljem učinkovita oskrba vseh celic z zadostno količino kisika za celično dihanje in odnašanje produktov celičnega dihanja (CO_2). Skoraj vse celice večceličnih evkariotov namreč vsebujejo mitohondrije, v katerih poteka celično dihanje.

Obstajajo različne metode s katerimi posredno merimo dihanje:

[1] Dihanje rastlin lahko spremljamo tako, da ugotavljamo, kaj pri tem nastaja in kaj se pri tem porablja. Pri dihanju dokazujemo ali merimo sproščeni CO_2 , oziroma porabljeni O_2 .

Ena od možnih metod merjenja dihanja rastlin je respirometrija. MANOMETER je naprava za merjenje spremembe tlaka ali spremembe volumna plinov, ki nastajajo ali se porabljajo. Z njim merimo izmenjavo O_2 in CO_2 med organizmom in okoljem in za merjenje respiracijskega kvocienta. Sestavlja ga posoda pritrjena na manometer, ki se nahaja v vodi z natančno regulirano temperaturo. Mešanje omogoča izmenjavo plinov med plinasto in tekočo fazo. Warburgov manometer ima stalen volumen in meri razlike v tlakih, Gilsonov diferencialni manometer pa meri spremembe volumna v sistemu.

[2] Novejša metoda s katero lahko merimo dihanja rastlin pa je uporaba Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinov, ki so vključeni v dihanje, plinastega CO_2 in O_2 (Priloga 1).



Vernierjev merilnik plinastega CO₂ meri plinasti CO₂ v območju 0-10000 ppm ali 0-100000 ppm CO₂. Pri tem meri količino IR sevanja, ki ga absorbirajo molekule CO₂. Merilnik uporablja LED svetilko kot vir proizvodnje IR sevanja. Le ta je nameščena na eni strani v notranjosti cevastega vratu z luknjicami. Na drugi strani je nameščen IR detektor, ki meri, koliko sevanja prodre skozi vzorec, brez da ga absorbirajo molekule CO₂. IR detektor meri IR sevanje valovne dolžine 4260 nm. Večja je koncentracija vzorčenega CO₂, manj sevanja bo prispelo od LED svetilke do IR detektorja.

Merilnik O₂ meri koncentracijo kisika od 0 % do 27% in pri tem uporablja elektrolitsko celico. Celica sestoji iz svinčene anode in zlate katode, ki sta potopljeni v elektrolit. Kisik, ki pride v celico se na zlati katodi reducira. Ta reakcija poganja električni tok, ki je sorazmeren s koncentracijo kisika.

Predstavili vam bomo več možnih eksperimentov, s katerimi lahko merimo **dihanja rastlin z uporabo Vernierjev-ih merilnikov:**



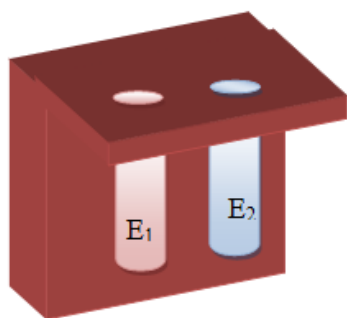
RAZLIČNO STARI KALČKI

NALOGA

S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida glede **na čas kalitve (2, 3, 4, dni)**.

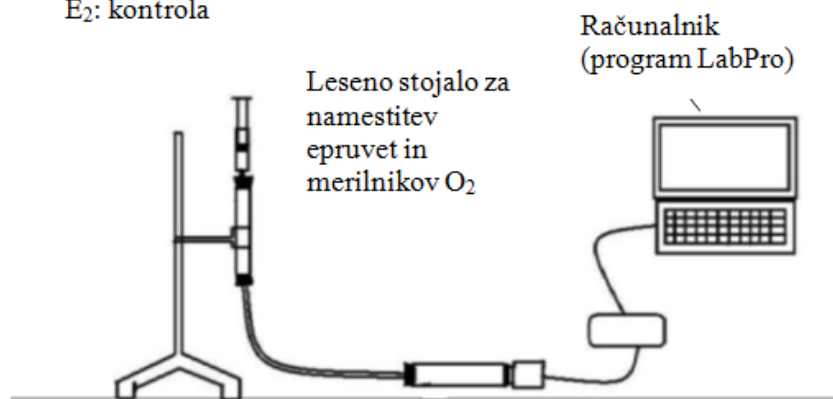
PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena (2, 3, 4 dni stara) , 4 epruvete, 2 mreži iz nerjavečega jekla za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehtnica,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodro



Slika 1: Leseno stojalo za namestitve epruвет in merilnikov O₂

E₁: poskusna epruveta
E₂: kontrola



Slika 1: Leseno stojalo



Slika 2: Fotografija - namestitvev kalečih semen, indikatorja in senzorjev za CO₂ in O₂
NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Vernierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Vernierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazujeta sliki 1 in 2. Meriti začnemo kalčke stare 2 dni.

1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

- A. Epruveto dopolnimo z raztopino rdečega zelja ali bromtimolmodro do oznake.
- B. Vanjo vstavimo mrežico.
- C. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Vernierjevega merilnika).
- D. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.
- E. Vstavimo Vernierjev merilnik za merjenje O₂ v epruveto navpično navzdol- slika
- F. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika(epruveta- razt. KOH, merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

- A. Plastenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno natehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Vernierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO₂ in O₂ enaki)



- B. Plastenko vpnemo s prižemo v stojalo .
 - C. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO₂ v epruveto navpično navzdol- slika
 - D. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml plastenka, merilnikCO₂)- vpnemo v prižemo na stojalo
- 3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM (merilnik O₂ 1 in 2, merilnik CO₂ 1 in 2)
 - 4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK
 - 5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O₂ in ne O₂ raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko 1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.

- 6.) POSTOPEK PONOVIJE PRI KALČKIH STARIH 3 IN 4 DNI

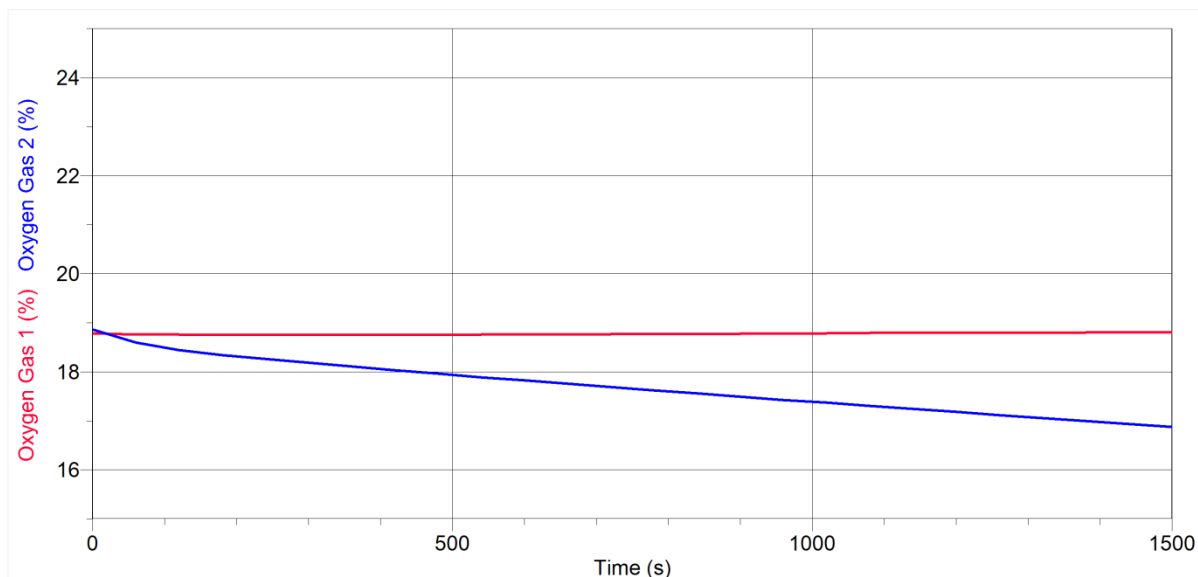


PREDVIDENI REZULTATI

KALČKI 2 DNI

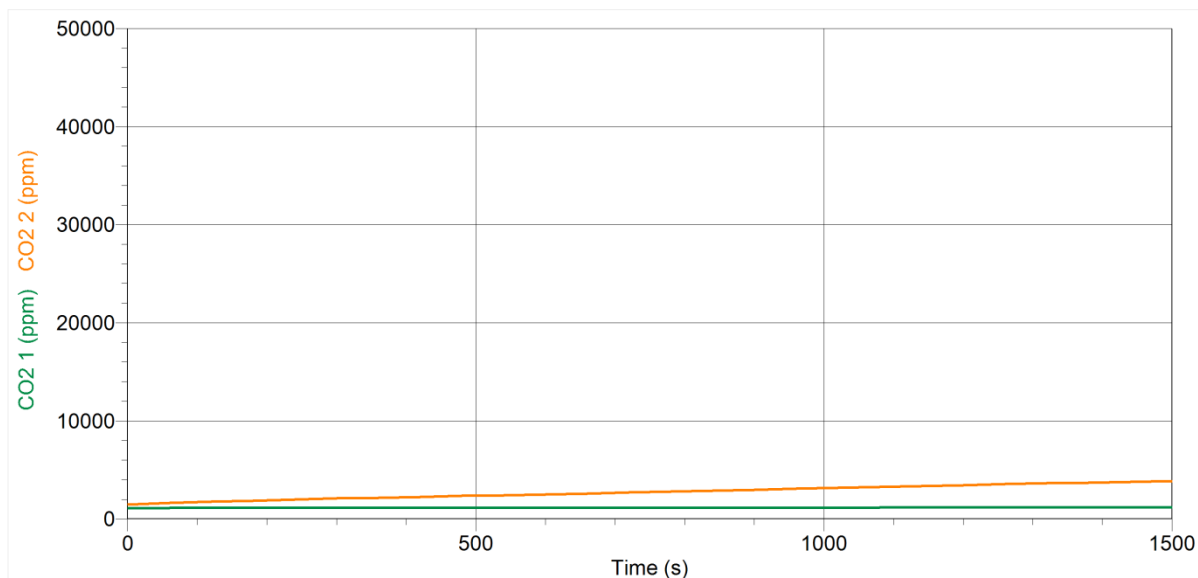
1 KONTROLA O₂

2 O₂



3 KONTROLA CO₂

4 CO₂

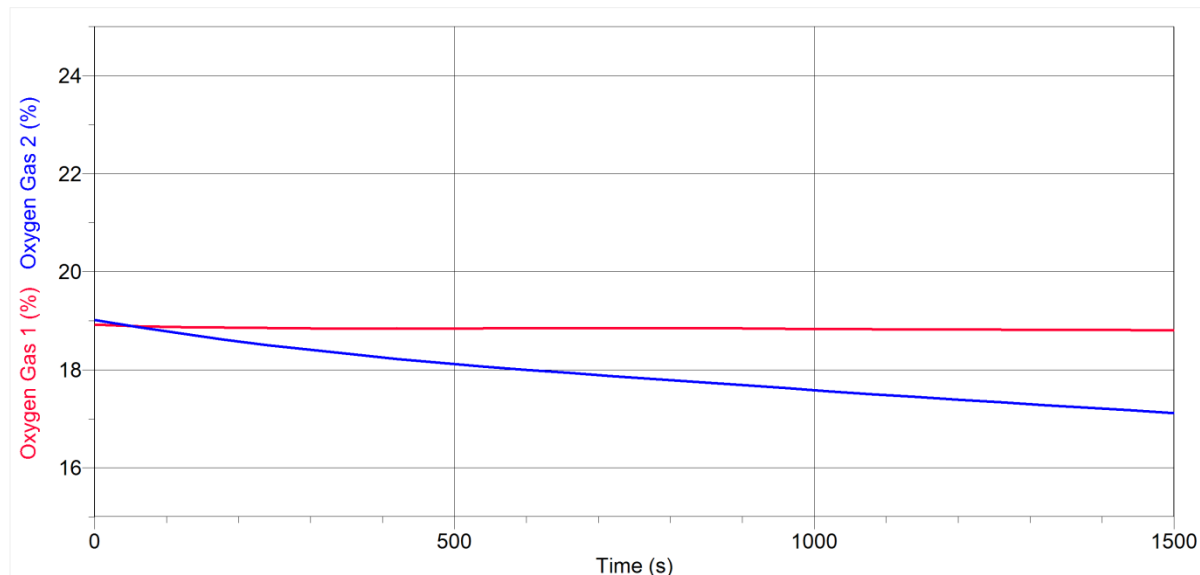




KALČKI 3 DNI

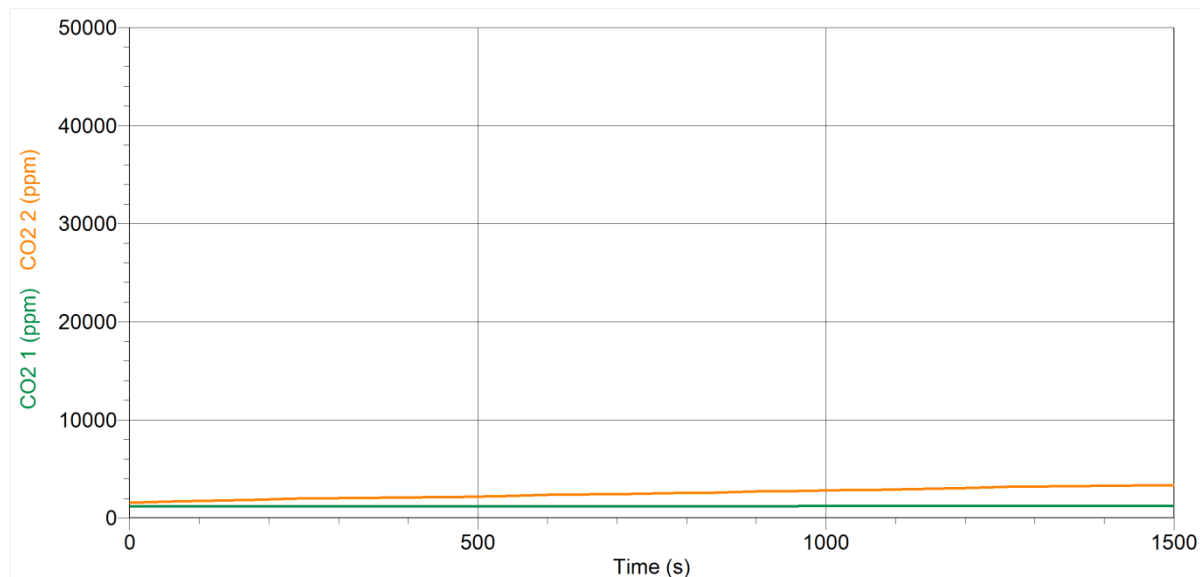
1 KONTROLA O₂

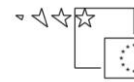
2 O₂



3 KONTROLA CO₂

4 CO₂

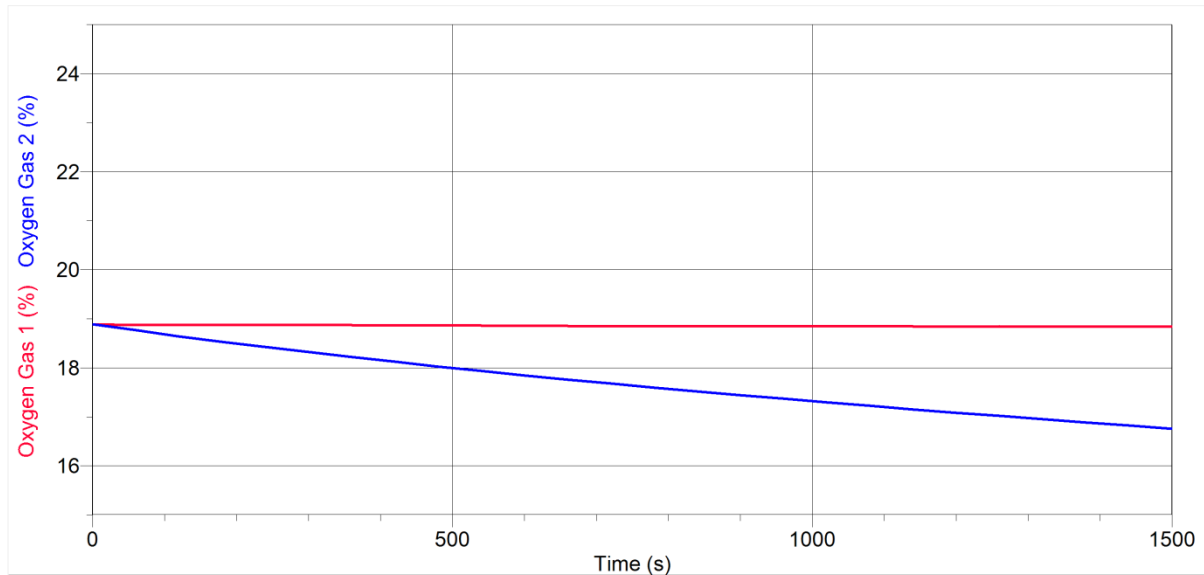




KALČKI 4 DNI

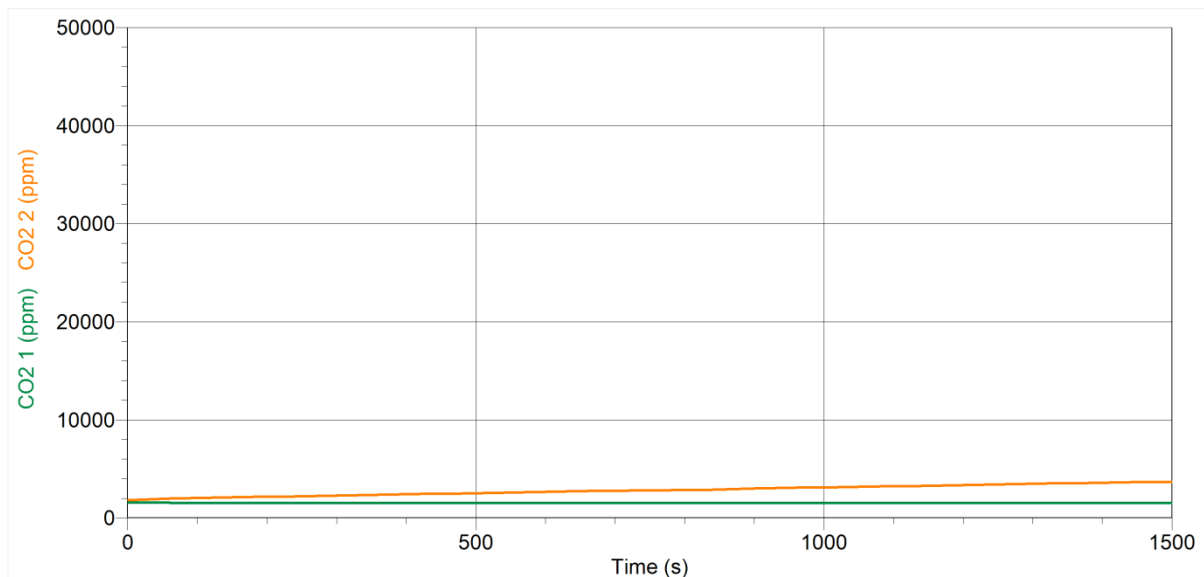
1 KONTROLA O₂

2 O₂



3 KONTROLA CO₂

4 CO₂





RAZLIČNE VRSTE KALČKOV

NALOGA

- S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida pri različnih **vrstah kalčkov**

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena (npr: kreša, fižol, koruza...), 4 epruvete, 2 nerjaveči mrežici za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehtnica,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodro



Slika 3: Fotografija - namestitvev kalečih semen, indikatorja in senzorjev za CO₂ in O₂

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Vernierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Vernierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazujeta sliki 1 in 2.

Meritve opravljamo na različnih vrstah kalčkov.



1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

- G. Epruveto dopolnimo z raztopinaordečega zelja ali bromtimolmodregao do oznake.
- H. Vanjo vstavimo mrežico.
- I. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami (ali cvetovi), ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika).
- J. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.
- K. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje O_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- L. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika(epruveta- razt. raztopinaordečega zelja ali bromtimolmodregao)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

- E. Plastenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami (ali cvetovi), ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika, masi raslinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO_2 in O_2 i enaki)
- F. Plastenko vpnemo s prižemo v stojalo .
- G. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- H. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml plastenka, merilnik CO_2)- vpnemo v prižemo na stojalo

3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM(merilnik O_2 1 in 2, merilnik CO_2 1 in 2)

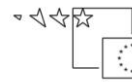
4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK

5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

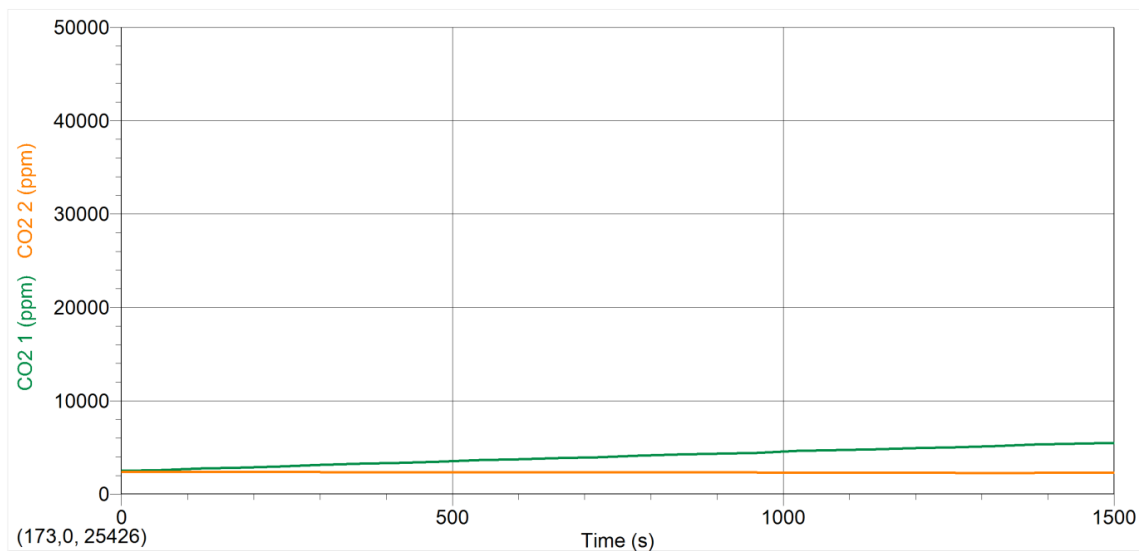
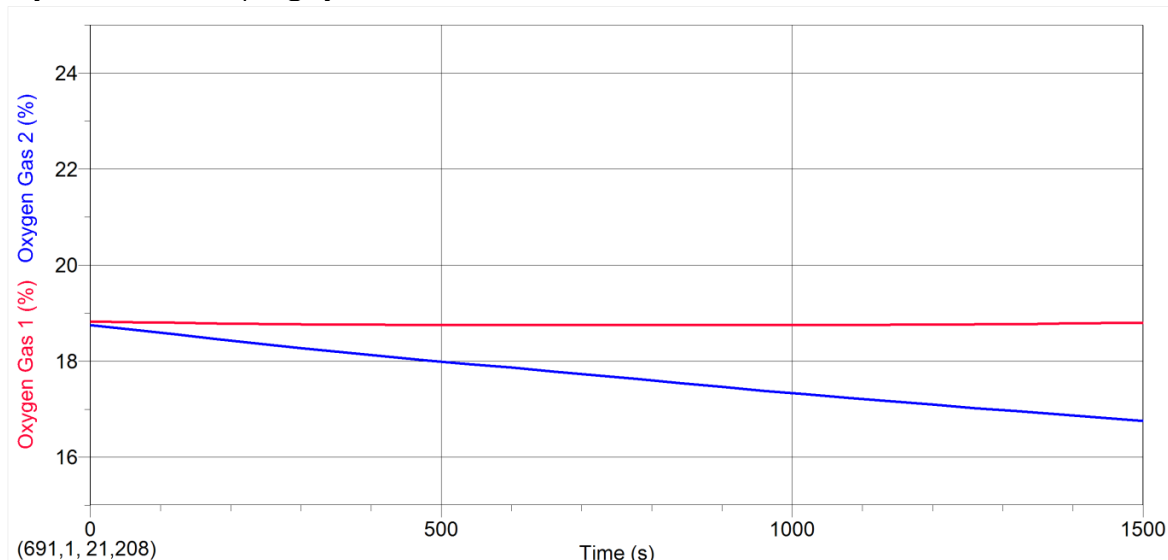
Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O_2 in ne O_2 raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko 1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.

6.) POSTOPEK PONOVI PRI različnih vrstah KALČKOV



PREDVIDENI REZULTATI

Soja – normalni pogoji



Manjkajo meritve



KALČKI, KI KALIJO BREZ SVETLOBE - V TEMI

NAVODILO

S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida pri **kalčkih kaljenih v temi**.

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena, 4 epruvete, nerjaveči mrežici za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehničar,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja, bromtimolmodro



Slika 4 : Fotografija - namestitev kalečih semen, indikatorja in senzorjev za CO₂ in O₂

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Vernierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Vernierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazujeta sliki 1 in 2.



1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

- M. Epruveto dopolnimo z raztopino raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega do oznake. Vanjo vstavimo mrežico.
- N. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika).
- O. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.
- P. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje O_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- Q. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika(epruveta- raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega , merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

- I. Platenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami , ki smo jih predhodno stehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO_2 in O_2 enaki)
- J. Platenko vpnemo s prižemo v stojalo .
- K. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- L. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml platenka, merilnik CO_2)- vpnemo v prižemo na stojalo

3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM(merilnik O_2 1 in 2, merilnik CO_2 1 in 2)

4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK

5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O_2 in ne O_2 raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko 1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.

PREDVIDENI REZULTATI



KALČKI KALJENI NA SVETLOBI

NALOGA

S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida **kalčkom kaljenim na svetlobi**.

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena , 4 epruvete, 2 nerjavečii mrežii za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehcnica,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja, bromtimolmodro



Slika 6: merilnik O₂



Slika 5: merilnik CO₂

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Varnirjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Varnierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazujeta sliki 1 in 2.

1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

- R. Epruveto dopolnimo z raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega do oznake.
- S. Vanjo vstavimo mrežico.
- T. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika).
- U. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.



- V. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje O_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- W. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika(epruveta- raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega, merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

- M. Platenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami , ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO_2 in O_2 i enaki)
- N. Platenko vpneemo s prižemo v stojalo .
- O. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- P. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml platenka, merilnik CO_2)- vpneemo v prižemo na stojalo.

3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM(merilnik O_2 1 in 2, merilnik CO_2 1 in 2)

4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK

5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O_2 in ne O_2 raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.

PREDVIDENI REZULTATI



KALČKI KALJENI PRI RAZLIČNIH TEMPERATURAH

S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida **kalčkom kaljenim na različnih temperaturah.**

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena, 4 epruvete, 2 nerjaveči mrežci za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehtnica,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja, bromtimolmodro



Slika 7: Fotografija - namestitev kalečih semen, indikatorja in senzorjev za CO₂ in O₂ v vodno kopel z določeno temperaturo

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Vernierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Vernierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazujeta sliki 1 in 2.

Meriti začnemo s kalčki kaljenimi na temperaturi 4°C.

1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

Epruveto dopolnimo z raztopino rdečega zelja ali bromtimolmodrega do oznake.



- X. Vanjo vstavimo mrežico.
- Y. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika).
- Z. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.
- AA. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje O_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- BB.V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika(epruveta- raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega, merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

- Q. Platenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO_2 in O_2 enaki)
- R. Platenko vpnemo s prižemo v stojalo .
- S. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- T. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml platenka, merilnik CO_2)- vpnemo v prižemo na stojalo

3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM(merilnik O_2 1 in 2, merilnik CO_2 1 in 2)

4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK

5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O_2 in ne O_2 raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.

6.) POSTOPEK PONOVIJE PRI KALČKIH KALJENIH NA TEMPERATURI $15^{\circ}C$ IN $25^{\circ}C$.

PREDVIDENI REZULTATI



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21





PRILOGA

CO₂ merilnik

Namen

- Merjenje koncentracije plinastega

Pomembne informacije

- Pred prvim merjenjem merilnik potrebuje približno 90 sekund, da se segreje.
- Merilnik vzorči koncentracijo CO₂ 4 sekunde. Plin mora difundirati skozi luknjice v cev merilnika, kjer merilnik odčita vsebnost CO₂ v mediju. Zaradi tega, ker je difuzija počasen proces, je lahko odčitavanje zakasnjeno.
- Merilnik lahko nastavimo na 10000 ppm CO₂ in 100000 ppm CO₂ merilno območje. Če je merilnik nastavljen na merilno območje 10000 ppm CO₂, merjenje koncentracije CO₂ nad 10000 ppm ni mogoče. Kadar hočemo meriti višje koncentracije CO₂ od 10000 ppm je treba merilnik nastaviti na merilno območje 100000 ppm.
- Za nadzorovano merjenje koncentracije CO₂ lahko uporabimo plastenko, s prostornino 250 ml, ki jo dobite zraven CO₂ merilnika.
- Merilnik deluje na osnovi odčitavanja IR sevanja. Pomembno je, da merilnika ne uporabljamo na direktni sončni svetlobi, saj lahko pride do nepravilnega odčitavanja koncentracije CO₂.
- **Zelo pomembno:** Merilnik se uporablja za merjenje plinastega CO₂ in ne CO₂ raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino.

CO₂.

vsake

Princip delovanja

Vernierjev merilnik plinastega CO₂ meri plinasti CO₂ v območju 0-10000 ppm ali 0-100000 ppm CO₂. Pri tem meri količino IR sevanja, ki ga absorbirajo molekule CO₂. Merilnik uporablja LED svetilko kot vir proizvodnje IR sevanja. Le ta je nameščena na eni strani v notranjosti cevastega vratu z luknjicami. Na drugi strani je nameščen IR detektor, ki meri, koliko sevanja prodre skozi vzorec, brez da ga absorbirajo molekule CO₂. IR detektor meri IR sevanje valovne dolžine 4260 nm. Večja je koncentracija vzorčenega CO₂, manj sevanja bo prispelo od LED svetilke do IR detektorja.

Uporaba

- 1.) Poveži CO₂ merilnik z LabPro vmesnikom.
- 2.) Odpri program Logger pro.



3.) Program samodejno prepozna merilnik. Po približno 90 sekundah je merilnik pripravljen za meritve.

O₂ merilnik



Slika 8: O₂ merilnik

Namen

- Merjenje koncentracije plinastega kisika.

Pomembne informacije

- **Zelo pomembno:** Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O₂ in ne O₂ raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen pokonci (glej sliko). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.
- Čeprav merilnik zazna spremembo v koncentraciji kisika dokaj hitro, je včasih treba računati na zakasnitev odčitavanja vrednosti koncentracije kisika. Spremembe v koncentraciji kisika se odčitavajo v elektrolitski celici na vrhu merilnika. Do tja morajo molekule kisika priti, da se lahko odčita vrednost.
- Za nadzorovano merjenje koncentracije O₂ lahko uporabimo plastenko, s prostornino 250 ml, ki jo dobite zraven O₂ merilnika.

Princip delovanja

Merilnik O₂ meri koncentracijo kisika od 0% do 27% in pri tem uporablja elektrolitsko celico. Celica sestoji iz svinčene anode in zlate katode, ki sta



potopljeni v elektrolit. Kisik, ki pride v celico se na zlati katodi reducira. Ta reakcija poganja električni tok, ki je sorazmeren s koncentracijo kisika.

Uporaba

- 1.) Poveži O₂ merilnik z LabPro vmesnikom.
- 2.) Odpri program Logger pro in počakaj, da program samodejno prepozna merilnik.
- 3.) Začni meritev.



NAVODILA ZA UČENCE

TEORETSKE OSNOVE

Dihanje je v širokem pomenu besede izmenjava (dihalnih) plinov med organizmom in okoljem. Pri evkariotih je glavni pomen izmenjave dihalnih plinov med organizmom in okoljem učinkovita oskrba vseh celic z zadostno količino kisika za celično dihanje in odnašanje produktov celičnega dihanja (CO_2).

Dihanje rastlin lahko spremljamo tako, da ugotavljamo, kaj pri tem nastaja in kaj se pri tem porablja. Pri dihanju dokazujemo ali merimo sproščeni CO_2 , oziroma porabljeni O_2 .

Ena od možnih metod merjenja dihanja rastlin je respirometrija. MANOMETER je naprava za merjenje spremembe tlaka ali spremembe volumna plinov, ki nastajajo ali se porabljajo. Z njim merimo izmenjavo O_2 in CO_2 med organizmom in okoljem in za merjenje respiracijskega kvocienta. Sestavlja ga posoda pritrjena na manometer, ki se nahaja v vodi z natančno regulirano temperaturo. Mešanje omogoča izmenjavo plinov med plinasto in tekočo fazo. Warburgov manometer ima stalen volumen in meri razlike v tlakih, Gilsonov diferencialni manometer pa meri spremembe volumna v sistemu. [2] Novejša metoda kontrole dihanja rastlin pa je uporaba Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO_2 in O_2 . (priloga1)

Vernierjev merilnik plinastega CO_2 meri plinasti CO_2 v območju 0-10000 ppm ali 0-100000 ppm CO_2 . Pri tem meri količino IR sevanja, ki ga absorbirajo molekule CO_2 . Merilnik uporablja LED svetilko kot vir proizvodnje IR sevanja. Le ta je nameščena na eni strani v notranjosti cevastega vratu z luknjicami. Na drugi strani je nameščen IR detektor, ki meri, koliko sevanja prodre skozi vzorec, brez da ga absorbirajo molekule CO_2 . IR detektor meri IR sevanje valovne dolžine 4260 nm. Večja je koncentracija vzorčenega CO_2 , manj sevanja bo prispelo od LED svetilke do IR detektorja.

Merilnik O_2 meri koncentracijo kisika od 0% do 27% in pri tem uporablja elektrolitsko celico. Celica sestoji iz svinčene anode in zlate katode, ki sta potopljeni v elektrolit. Kisik, ki pride v celico se na zlati katodi reducira. Ta reakcija poganja električni tok, ki je sorazmeren s koncentracijo kisika. [3]



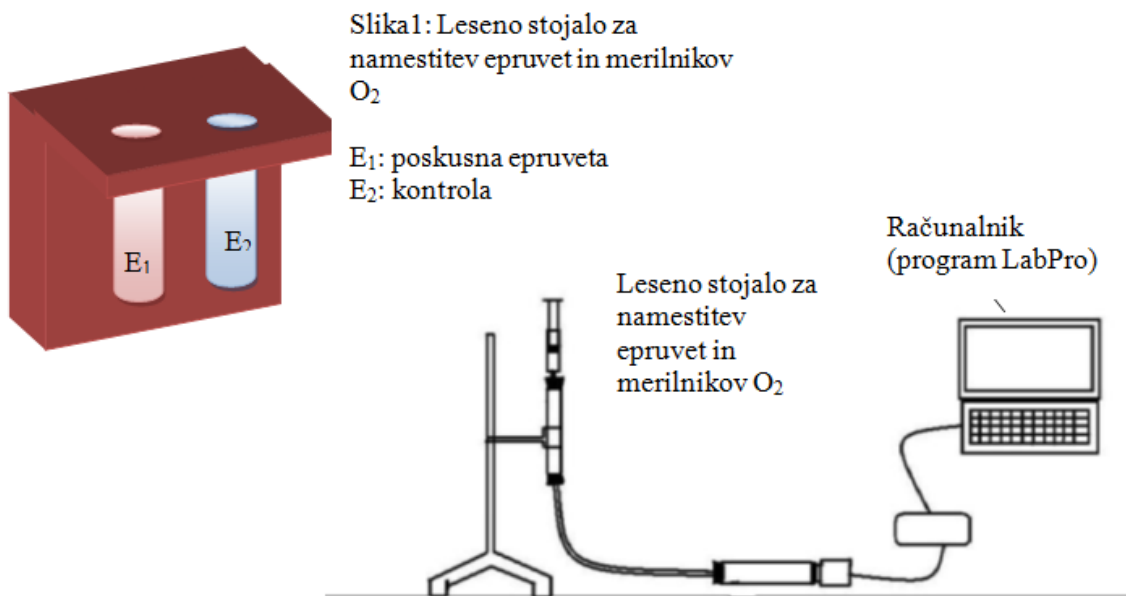
ČAS KALITVE

NALOGA

S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida glede **na čas kalitve (2, 3, 4, dni)**.

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena (2,3,4 dni stara) , 4 epruvete, 2 nerjaveči mrežici za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehtnica,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja, bromtimolmodro



Slika 9: Leseno stojalo

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Vernierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Vernierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazuje slika 9. Meriti začnemo s kalčki starimi 2 dni.

1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:



- CC. Epruveto dopolnimo z raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega do oznake.
- DD. Vanjo vstavimo mrežico.
- EE. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika).
- FF. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.
- GG. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje O_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- HH. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika(epruveta- raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega, merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

- U. Platenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami, ki smo jih predhodno natehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO_2 in O_2 enaki)
- V. Platenko vpnemo s prižemo v stojalo .
- W. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO_2 v epruveto navpično navzdol- slika
- X. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml platenka, merilnik CO_2)- vpnemo v prižemo na stojalo

3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM(merilnik O_2 1 in 2, merilnik CO_2 1 in 2)

4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK

5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O_2 in ne O_2 raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko 9). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.

6.) POSTOPEK PONOVIJE PRI KALČKIH STARIH 3 IN 4 DNI



RAZLIČNE VRSTE KALČKOV

NALOGA

- S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida glede **na vrsto kalčkov**

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena (kreša, alfa-alfa, redkvica) , 4 epruvete, 2 nerjaveči mrežici za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehtnica,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja, bromtimolmodro

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Varnierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Varnierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazuje slika 1 in 2.

Meritve opravljamo na različnih vrstah kalčkov.

1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

II. Epruveto dopolnimo z r raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega do oznake.

JJ. Vanjo vstavimo mrežico.

KK. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika).

LL. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.

MM. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje O₂ v epruveto navpično navzdol- slika

NN. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika(epruveta- raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega, merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

Y. Plastenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO₂ in O₂ enaki)

Z. Plastenko vpnemo s prižemo v stojalo .



AA. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO₂ v epruveto navpično navzdol- slika

BB.Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml plastenka, merilnikCO₂)- vpnemo v prižemo na stojalo

3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM(merilnik O₂ 1 in 2, merilnik CO₂ 1 in 2)

4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK

5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O₂ in ne O₂ raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.

6.) POSTOPEK PONOVI TE PRI različnih vrstah KALČKOV



KALČKI KALJENI V TEMI

NAVODILO

S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida **kalčkom kaljenim v temi**.

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena, 4 epruvete, 2 nerjaveči mrežici za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehničar,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja, bromtimolmodro

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Vernierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Vernierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazuje slika 1 in 2.

1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

OO. Epruveto dopolnimo z raztopino rdečega zelja ali bromtimolmodrega do oznake.

PP. Vanjo vstavimo mrežico.

QQ. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Vernierjevega merilnika).

RR. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeta na stojalo.

SS. Vstavimo Vernierjev merilnik za merjenje O₂ v epruveto navpično navzdol- slika

TT. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika (epruveta- raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega, merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

CC. Platenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Vernierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO₂ in O₂ i enaki)



DD. Plastenko vpnemo s prižemo v stojalo .

EE. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO₂ v epruveto navpično navzdol- slika

FF. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml plastenka, merilnikCO₂)- vpnemo v prižemo na stojalo

3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM(merilnik O₂ 1 in 2, merilnik CO₂ 1 in 2)

4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK

5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O₂ in ne O₂ raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko 1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.



KALČKI KALJENI NA SVETLOBI

NALOGA

S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida **kalčkom kaljenim na svetlobi**.

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena, 4 epruvete, 2 nerjaveči mrežici za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehtnica,
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja, bromtimolmodro



Slika 11: merilnik O₂



Slika 10: merilnik CO₂

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Vernierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Vernierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazujeta sliki 1 in 2.

1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

UU. Epruveto dopolnimo z raztopino rdečega zelja ali bromtimolmodregado oznake.

VV. Vanjo vstavimo mrežico.

WW. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Vernierjevega merilnika).

XX. Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.



YY. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje O_2 v epruveto navpično navzdol- slika

ZZ. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika (epruveta- raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega, merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

GG. Plastenka, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO_2 in O_2 enaki)

HH. Plastenka vpnemo s prižemo v stojalo .

II. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO_2 v epruveto navpično navzdol- slika

JJ. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml plastenka, merilnik CO_2)- vpnemo v prižemo na stojalo

3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM(merilnik O_2 1 in 2, merilnik CO_2 1 in 2)

4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK

5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O_2 in ne O_2 raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.



KALČKI KALJENI PRI RAZLIČNIH TEMPERATURAH

S pomočjo Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinastega CO₂ in O₂, IZMERI spreminjanje koncentracije kisika in ogljikovega dioksida **kalčkom kaljenim na različnih temperaturah.**

PRIPOMOČKI

- MATERIAL: kaleča semena , 4 epruvete, 2nerlaveči mrežici za podlogo v epruveti, stojalo, prižema vpeta v stojalo, Vernierjev merilnik za merjenje plinastega CO₂ in O₂, vmesnik, računalnik, programska oprema LabPro, tehcnica, led
- KEMIKALIJE: pripravljena raztopina rdečega zelja, bromtimolmodro

NAVODILO

Koncentracijo plinastega kisika in ogljikovega dioksida bomo izmerili s pomočjo Varnierjevega merilnika za merjenje koncentracije plinastega CO₂ in O₂, ki je povezan z Varnierjevim vmesnikom. Rezultate bomo spremljali s pomočjo programske opreme LabPro.

Aparaturo sestavimo tako, kot prikazujeza sliki 1 in 2.

Meriti začnemo s kalčki kaljenimi na temperaturi 4°C.

1.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA KISIKA:

Epruveto dopolnimo z raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega do oznake.

AAA. Vanjo vstavimo mrežico.

BBB. Epruveto dopolnimo s kalečimi rastlinami oz. cvetovi, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika).

Epruveto vstavimo v leseno stojalo vpeto na stojalo.

CCC. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje O₂ v epruveto navpično navzdol- slika

DDD. V prostor lesenega stojala vstavimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega kisika(epruveta- raztopina rdečega zelja ali bromtimolmodrega, merilnik)

2.) MERJENJE KONCENTRACIJE PLINASTEGA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA:

KK.Plastenko, s prostornino 250 ml dopolnimo s kalečimi rastlinami, ki smo jih predhodno zatehtali (količina rastlinskega materiala se ne sme direktno dotikati Varnierjevega merilnika, masi rastlinskega materiala morata biti v obeh primerih-merjenje CO₂ in O₂ enaki)

LL. Plastenko vpnemo s prižemo v stojalo .



- MM. Vstavimo Varnierjev merilnik za merjenje CO₂ v epruveto navpično navzdol- slika
- NN. Pripravimo kontrolni poskus za merjenje koncentracije plinastega ogljikovega dioksida (250 ml plastenka, merilnikCO₂)- vpnemo v prižemo na stojalo
- 3.) POVEŽITE MERILNIKE Z VMESNIKOM (merilnik O₂ 1 in 2, merilnik CO₂ 1 in 2)
- 4.) ODPRITE PROGRAM **LOGGER PRO** IN POČAKAJTE, DA PROGRAM SAMODEJNO PREPOZNA MERILNIK
- 5.) ZAČNITE MERITEV.

Med posameznimi meritvami epruvete temeljito prezračite (5-10 min).

Zelo pomembno: Merilnik se uporablja za merjenje plinastega O₂ in ne O₂ raztopljenega v tekočini, zato ga ne potapljati v katerokoli tekočino. Medtem ko se merilnik ne uporablja mora biti nameščen navpično (glej sliko1). To je pomembno za vzdrževanje merilnika.

- 6.) POSTOPEK PONOVIJE PRI KALČKIH KALJENIH NA TEMPERATURI 15°C IN 25°C.



Avtorja gradiva: Jelka Strgar in Dušan Vrščaj

Institucija: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Genetika za začetnike

Uvod

Raziskave pri nas in v tujini kažejo, da je genetika za učence zahtevna. Pomemben razlog je dejstvo, da imajo učenci neustrezno temeljno znanje, torej slabo podlago. Zato smo pripravili nekaj dejavnosti, ki naj bi dale učencem že na samem začetku spoznavanja genetike trdno konceptualno podlago.

Čemu je potrebna DNA?

Vir: Assinder, S. (1995). Discovering DNA. »The Recipe for Life«. Biotechnology and biological sciences research council.

Cilj: Z uporabo analogij učencem približamo vlogo DNA.

Učna enota: Učenci pripravljajo hrano, npr. preproste pijače (mlečne, sadne ipd.) ali preproste namaze (sladke, začinjene ipd.).

Material: za vsako skupino učencev potrebujemo:

»kuharsko knjigo« z recepti za pijače (ali namaze). Učitelj lahko izdela svoj izbor pijač ali namazov, za katerih pripravo je mogoče uporabiti sestavine, ki jih pakirane kupimo v običajnih prehrabnih trgovinah; sestavine za pripravo pijač (ali namazov), ki jih zahtevajo recepti v »kuharski knjigici«; večji pladenj ali škatlo.

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	Obdobje			
	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij		+	+	
Sposobnost analize in organizacije informacij		+	+	
Sposobnost interpretacije		+	+	
Sposobnost sinteze zaključkov		+	+	
Sposobnost učenja in reševanja problemov		+	+	
Prenos teorije v prakso		+	+	
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam		+	+	
Skrb za kakovost		+	+	



Sposobnost samostojnega in timskega dela		+	+	
Organiziranje in načrtovanje dela		+	+	
Verbalna in pisna komunikacija		+	+	
Medosebna interakcija		+	+	
Varnost		+	+	

Potek dela:

1. Učence razporedimo v skupine, tako da sta v vsaki po dva do trije učenci.
2. Vsak učenec dobi en kozarec s pijačo, na primer bananinim mlekom. Učitelj se z učenci pogovori o tem, kako se pripravi pijača, ki so jo dobili. Cilj pogovora je učence pripeljati do tega, da se zavejo, da je bil za pripravo bananinega mleka potreben recept. Kuhar je torej moral vedeti, katere sestavine naj uporabi, koliko vsake sestavine potrebuje in kaj mora s sestavinami narediti.
3. V nadaljevanju vsaka skupina učencev dobi knjižico, v kateri je recept za pijačo, ki so jo dobili učenci, na primer za bananino mleko. Knjižica vsebuje tudi več drugih receptov za preproste pijače (ali namaze). Vsaka skupina si iz kuharske knjige izbere po eno pijačo, ki jo bo v nadaljevanju ure pripravila. Učitelj naj učence usmerja, tako da bodo izbrali čimveč različnih pijač.
4. Vsaka skupina dobi škatlo, v kateri je vse, kar potrebujejo za pripravo pijač. Učenci izberejo material, ki ga zahteva recept za pijačo, ki so si jo izbrali.
5. Učenci pripravijo pijače.
6. Učenci ugotavljajo, v čem se pijače, ki so jih pripravili, razlikujejo med seboj in v čem so si podobne.
7. Učitelj v pogovoru učence pripelje do tega, da razumejo, da:
 - je bil za pripravo vsake pijače potreben recept, torej niz navodil oziroma informacij;
 - jih je recept vodil pri delu;
 - so pripravili različne pijače, ker so uporabljali različne recepte, kar pomeni, da so za vsako pijačo uporabili točno določena recept (navodila).
8. Učitelj vodi pogovor tako, da uvede povezavo med lastnostmi pripravljenih pijač in lastnostmi učencev. Učenci naj na treh sošolcih poiščejo vidne razlike, pozorni naj bodo na primer na barvo las, barvo oči ali obliko ušesne mečice.
9. Učenci se naučijo, da ima vsak od nas »recept«, ki odloča o tem, kakšni smo videti, to je »recept za življenje«. Ljudje se med seboj razlikujemo, ker ima vsak nekoliko drugačen recept.



10. Sledi pogovor o tem, kje v ljudeh bi bil ta recept lahko shranjen in v kakšni obliki je zapisan. Odgovori učencev se bodo razlikovali glede na njihovo predznanje oziroma stopnjo izobraževanja. Učitelj sprašuje in pogovor usmerja tako, da učenci izvedo, da je recept zapisan v posebni (kemijski) snovi, ki se nahaja v vseh delih našega telesa.

Spoznavanje celice

Vir: Assinder, S. (1995). Discovering DNA. »The Recipe for Life«. Biotechnology and biological sciences research council.

Cilj: Z uporabo analogij učencem približamo celico.

Učna enota: Učenci iz kock (lesenih, lego ipd.) gradijo različne izdelke.

Material: za vsako skupino učencev potrebujemo:

škaflo kock. Vse skupine naj imajo isti tip kock (na primer vsi lego kocke), saj s tem zmanjšamo število spremenljivk;

navodilo za izdelavo enega preprosta izdelka iz kock (na primer ograje, mostu, hiše).

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	Obdobje			
	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij		+	+	
Sposobnost analize in organizacije informacij		+	+	
Sposobnost interpretacije		+	+	
Sposobnost sinteze zaključkov		+	+	
Sposobnost učenja in reševanja problemov		+	+	
Prenos teorije v prakso		+	+	
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam		+	+	
Skrb za kakovost		+	+	
Sposobnost samostojnega in timskega dela		+	+	
Organiziranje in načrtovanje dela		+	+	
Verbalna in pisna komunikacija		+	+	
Medosebna interakcija		+	+	
Varnost				

Potek dela:

1. Učence razporedimo v skupine, tako da sta v vsaki po dva do trije učenci.



2. Vsaka skupina dobi svojo škatlo s kockami in navodilom za izdelek. Učenci nato po navodilu sestavljajo kocke.
3. Učitelj nato vodi pogovor, v katerem uporabi analogijo s kockami. Cilj pogovora je učence pripeljati do tega, da se zavejo, da so vsa živa bitja zgrajena iz celic, podobno kot so zid, most ali hiša zgrajeni iz kock.
4. Učitelj nato s pomočjo plakata in preprostih modelov razloži, da je v vsaki celici poseben del (jedro), kjer je shranjen »recept«, torej posebna kemijska snov, ki jo imenujemo DNA (navezava na dejavnost Čemu je potrebna DNA).

Zgradba DNA

Vir: Assinder, S. (1995). Discovering DNA. »The Recipe for Life«. Biotechnology and biological sciences research council.

Cilj: Učenci spoznajo temeljno zgradbo DNA.

Učna enota: Učenci izdelajo preprost model DNA.

Material:

- 2 velika modela, ki prikazujeta temeljno zgradbo DNA (baze). Modela naj se razlikujeta v zaporedju baz;
- vrvice (2-3 m za vsako skupino);
- škarje (za vsako skupino);
- modeli štirih baz (A, T, C, G), izrezani iz tršega papirja (več kompletov za vsako skupino);

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	Obdobje			
	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij		+	+	
Sposobnost analize in organizacije informacij		+	+	
Sposobnost interpretacije		+	+	
Sposobnost sinteze zaključkov		+	+	
Sposobnost učenja in reševanja problemov		+	+	
Prenos teorije v prakso		+	+	
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam		+	+	
Skrb za kakovost		+	+	
Sposobnost samostojnega in timskega dela		+	+	
Organiziranje in načrtovanje dela		+	+	
Verbalna in pisna komunikacija		+	+	



Medosebna interakcija		+	+	
Varnost		+	+	

Potek dela:

1. Učitelj predstavi učencem temeljno zgradbo DNA. Delo poteka ob velikem modelu DNA, ki ga učitelj izdelava pred tem.
2. Učenci naj si ogledajo model in ga s skupnimi močmi opišejo. Učitelj pogovor usmerja tako, da učenci »opazijo«, da vedno nastopajo isti bazni pari. Ob tem vpelje tudi imena baz (A, T, C, G).
3. Učenci naj zatem opazujejo drugi model DNA. Učitelj jih usmerja, tako da opazijo, da so bazni pari enaki, kot so bili pri prvem modelu DNA, vendar pa je zaporedje baz drugačno.
4. S pomočjo te ugotovitve učitelj v nadaljevanju razloži, da DNA deluje kot recept (navezava na dejavnost Čemu je potrebna DNA), ker je zaporedje baz poseben način zapisa podatkov (posebna koda). Učenci se med seboj razlikujejo, ker je v njihovi DNA nekoliko različno zaporedje baz, kar pomeni, da so zapisani nekoliko različni podatki oziroma recept.
5. Učenci nato v skupinah po 2-3 izdelujejo svoj model DNA, s čimer utrdijo svoje razumevanje temeljne zgradbe DNA.



Avtorja gradiva: Miro Puhek in dr. Andrej Šorgo

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru.

Simulacija dihanje molarjev

1. **Strategija (metoda):** uvajanje v novo učno snov uro ali utrjevanje po njej.
2. **Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole):** učenci 6.-9. razreda osnovne šole ali tudi za srednješolce poklicne šole ali gimnazijce.
3. **Kompetence, ki se razvijajo:** naravoslovno matematične.

a) generične:

Generične kompetence naravoslovnih predmetov.:	Obdobje			
	1-3	5-6	7-9	SŠ
spodobnost zbiranja informacij,				
spodobnost analize in organizacija informacij,		x	x	x
spodobnost interpretacije		x	x	x
spodobnost sinteze zaključkov,		x	x	x
spodobnost učenja in reševanja problemov,		x	x	x
prenos teorije v prakso,		x	x	x
uporaba matematičnih idej in tehnik,				
prilagajanje novim situacijam,		x	x	x
skrb za kakovost,				
spodobnost samostojnega in timskega dela,				
organiziranje in načrtovanje dela,				
verbalna in pisna komunikacija,		x	x	x
medosebna interakcija		x	x	x
varnost		x	x	x

b) predmetno-specifične: opazovanje kot temeljna spoznavna metoda.

c) dodatne: delo z računalnikom.

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Simulacija Dihanje molarjev je v prvi meri razvita kot sredstvo za pripravo na novo učno uro ali za ponavljanje že utrjene snovi. V računalniški učilnici bi jo lahko uporabili tudi kot samostojno vajo, vendar le v primeru, ko klasične laboratorijske vaje zaradi različnih razlogov ne moremo izvesti. Po učnih načrtih za osnovno šolo bi jo lahko izvajali:

- pri predmetu Biologija v 8. razredu pri učni temi »Temelji ekologije«, kjer se učenci seznanijo s procesom dihanja in spoznajo njegov pomen.

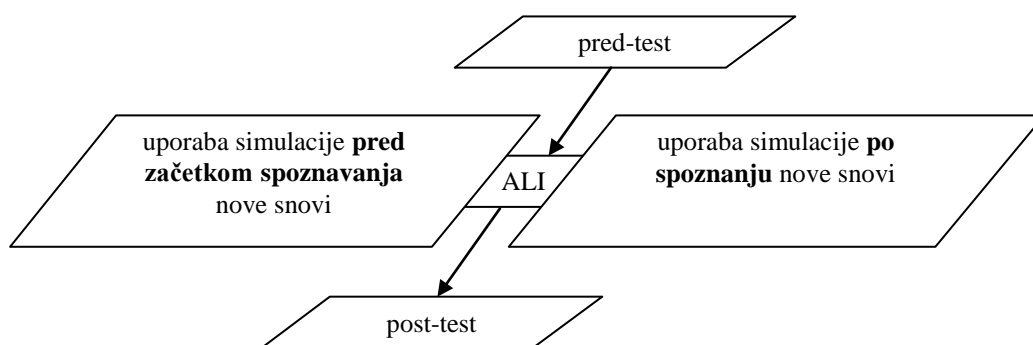


- pri predmetu Biologija v 8. razredu bi jo lahko prav tako uporabili pri učni temi »Sistematika in evolucija«, kjer učenci spoznajo bistvene značilnosti členonožcev.

Evalvacija: pred-test in post-test. Pred in post-test sta enaka, pri čemer je potrebno v naslovu obkrožiti za katerega od njiju gre. Učenci najprej pred uporabo simulacije rešijo pred-test in po uporabi še enkrat post-test. Za smotrnost rezultatov učinkovitosti simulacij, jim učitelj naj ne pomaga. Učitelj naj tudi pazi, da sta pred in post-test posameznega učenca ločena od drugih (najbolje ju je speti).

Učiteljeva navodila:

Simulacija je namenjena pripravi na spoznavanje nove učne snovi ali kot utrjevanje pravkar pridobljene snovi. Učna ura naj zato poteka po spodnji shemi (Slika spodaj). Učitelj naj simulacijo enkrat uporabi pred začetkom predavanja, v drugem razredu pa kot utrjevanje pravkar spoznane snovi, torej po teoretičnem delu.



Slika: potek ure in preverjanje učinkovitosti simulacije Dihanje mokaarjev s pred in post testom.

Če je na voljo več računalnikov (npr. ura v računalniški učilnici), naj učenci simulacije uporabljajo samostojno ob pomoči navodil in učitelja. V nasprotnem primeru simulacije izvede učitelj in jih projicira na platno. Učenci v obeh primerih že med delom rešujejo naloge na delovnih listih.

Tip učne enote:

- uvod v učno snov (začetek ure),
- utrjevanje učne snovi (pred koncem ure).

Vodilna učna metoda:

- metoda praktičnih del in metoda dela s tekstom.

Spremljevalne metode:



- metoda ponavljanja,
- metoda demonstracije,
- metoda razgovora,
- metoda razlage.

Vzgojno-izobraževalne oblike:

- frontalni pouk,
- samostojno delo.

Cilji:

- pokazati vpliv temperature na hitrost dihanja pri ličinkah molarjev,
- utrditi/pridobiti zmožnost odčitavanja rezultatov iz grafa.

Učni in tehnični pripomočki:

- računalnik (1 ali 15),
- LCD projektor,
- platno,
- simulacija Dihanje molarjev,
- delovni list.

Viri:

- Campbell, N.A., Reece, J.B. 2005. Biology, Seventh Edition. Pearson Education.
- Drašler, J. 1999. Navodila za laboratorijsko delo. DZS, Ljubljana.
- Randall, D., Burggen, W., French, K. 1997. Eckert animal physiology: mechanisms and adaptations. 4th edition. W. H. Freeman and Company, New York.
- Stušek, P., Gogala, N. 2002. Funkcionalna anatomija s fiziologijo. DZS, Ljubljana.

Korelacija:

- fizika.

Navodila za delo – Simulacija Dihanje molarjev

Uvod

Malo okoljskih spremenljivk vpliva na organizme tako močno kot temperatura. Pri metabolizmu (presnovi) govorimo o vrsti kemičnih in fizikalnih procesov, ki sodelujejo pri pretvarjanju in razgrajevanju snovi v organizmu, pri čemer imajo glavno vlogo encimi (Campbell in Reece, 2005). Encimi katalizirajo kemične reakcije, imajo pa različne temperaturne optimume, torej različni procesi potekajo najbolje pri različnih temperaturah. V biologiji ta pojav pojasnjuje temperaturni koeficient (Q_{10}), ki izraža spremembe hitrosti reakcij v organizmu kot posledico dviga temperature za 10 °C (Randall et. al, 1997).



Pri večini živali s spremenljivo telesno temperaturo velja pravilo, da se metabolizem ob dvigu temperature za 10 °C poveča za dva do tri krat (Randall et. al, 1997). Kljub temu pa obstaja nekaj izjem med organizmi (npr. nekateri morski nevretenčarji iz pasu plimovanja), na katere temperaturne spremembe, ki lahko nihajo tudi do 20 °C, ne vplivajo tako močno (Randall et. al, 1997). Ti organizmi imajo posebne fiziološke in vedenjske prilagoditve (encimi z zelo širokim temperaturnim optimumom, spremembe v obnašanju, kožne tvorbe).

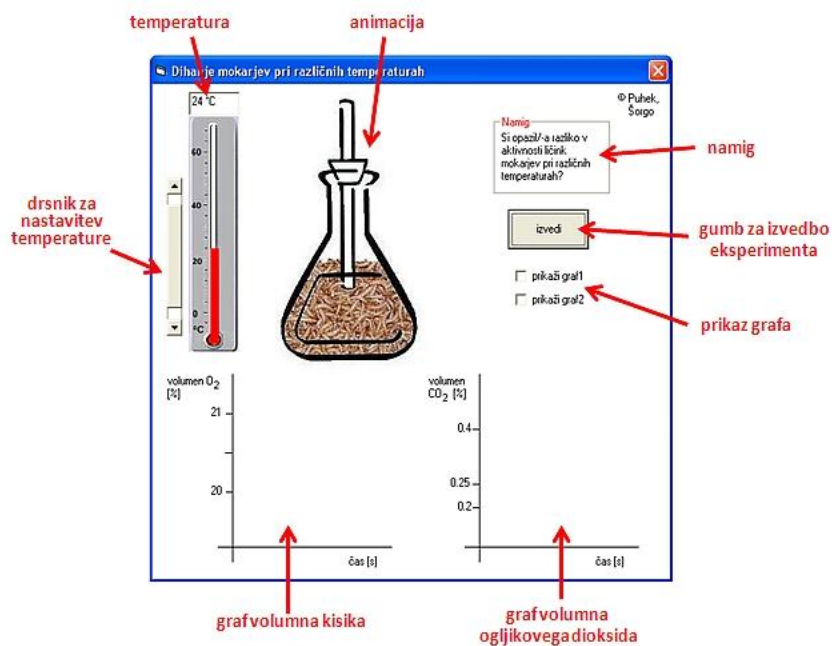
Mokarji spadajo v razred žuželk (*Insecta*), torej med organizme, ki so odvisni od temperature okolja (eksotermni organizmi). Njihovo telo je zgrajeno iz hitina. Hitin predstavlja zaščito pred zunanjim okoljem. Dihajo s pomočjo vzdušnic ali trahej, ki so lahko zgrajene iz številnih cevk, lističev ali vrečk (Štušek, 2002: 111–113). Vzdušnice torej zagotavljajo telesnim celicam kisik, ki se po njih prenaša s pomočjo difuzije.

S pomočjo simulacije bomo raziskovali vpliv temperature na dihanje pri ličinkah mokaarjev. Ugotovili bomo ali se pri zvišanju temperature poveča tudi hitrost dihanja. Prav tako nam bodo simulacije prikazale stanje ob nižjih temperaturah.

Razlaga simulacije:

Pri delu s simulacijo ti naj bo v pomoč slika 12.

1. S pomočjo drsnika zraven termometra nastavite temperaturo na 24 °C. Nastavljeno temperaturo lahko odčitate iz skale termometra ali polja nad njim.
2. Opazujte hitrost gibanja ličink mokaarjev v čaši.
3. Temperaturo nastavite še na 5 °C in nato 37 °C. Tudi tokrat opazujte hitrost gibanja mokaarjev in ugotovitve zapišite na delovni list (naloga 1).
4. Temperaturo nastavite nazaj na 24 °C in odkljukajte »prikaži graf 1«.
5. Izvedete eksperiment s klikom na gumb »izvedi«, ter ugotovitve vpišite na delovni list (naloga 2).
6. Odkljukajte »prikaži graf 2« in izvedite eksperiment še za ogljikov dioksid.
7. Eksperiment izvedite še za temperaturi 5 °C in 37 °C, vendar tokrat pustite oba prikaza grafa odkljukana.
8. Ugotovitve zapišite na delovni list.



Slika 12: osnovna stran simulacije Dihanje mokařev z razlago delovanja.



Dihanje ličink mokařjev (delovni list)

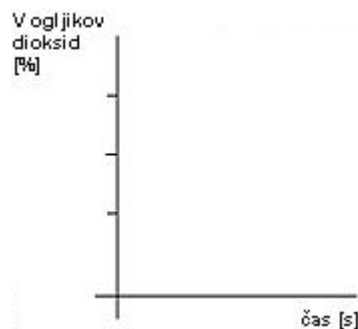


Učenec:

Razred:

1. Ali si opazil/-a razliko med gibanjem mokařjev pri različnih temperaturah? Pri kateri temperaturi so bili najmanj aktivni in pri kateri najbolj? Odgovor pojasni.

2. Ogleдали ste si graf volumna kisika v odvisnosti od temperature. Predpostavi kako bo izgledal graf volumna ogljikovega dioksida (CO_2) in nariši njegovo skico.





3. Kaj je presnova (metabolizem)?

4. Zakaj so ličinke mokařjev pri višji temperaturi porabile več kisika?

5. Kaj bi se zgodilo, če bi temperaturo povišali na $50\text{ }^\circ\text{C}$?

6. Eksperiment smo izvedli na primeru ličink mokařjev. Primerjaj izvedbo enakega eksperimenta s pomočjo miši in izpolni primerjalno tabelo spodaj.



	LIČINKE MOKARJA	MIŠI
		
Razred v živalskem drevesu		
Izolacija pred zunanjo okolico (perje, dlaka, maščoba...)		
Lastno vzdrževanje telesne temperature		

7. Bi lahko izvedli podoben eksperiment z mišmi? Odgovor pojasni.

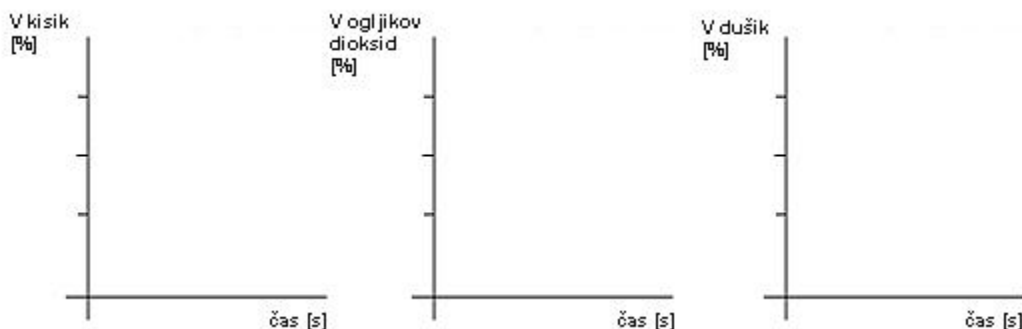


Simulacija uporabljena kot (obkroži učitelj):

- priprava na novo snov (pred uro),
- ponavljanje že naučene snovi (po uri).

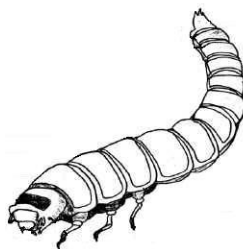
Pred-test ali post-test

1. Zrak je zmes plinov, ki ga sestavljajo dušik (78 %), kisik (21 %), ogljikov dioksid (0,3 %) in drugi plini ter delci. Pri dihanju porabljamo kisik in proizvajamo ogljikov dioksid, volumen dušika pa ostaja enak. Nariši približne skice grafov za volumen kisika, ogljikovega dioksida in dušika ob izdihu.



2. Temperatura je eden izmed dejavnikov, ki ima zelo velik vpliv na žuželke. Si kdaj že opazoval/-a muho ob hladnejših temperaturah (pod 10 °C)? Kako aktivna je bila? Si imel/-a težave z lovljenjem?

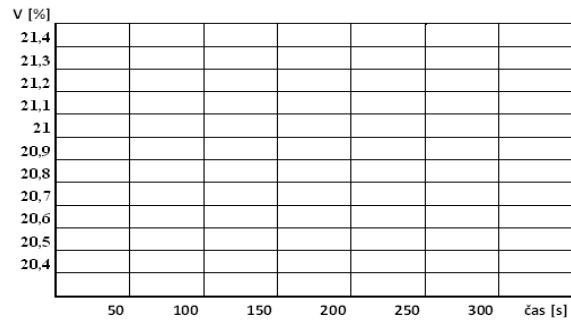
3. Mocarji spadajo med živali, ki ne morejo same **vzdrževati telesne temperature (eksotermni organizmi)**. Sliko ličinke mocarja dopolni tako, da bo temperatura okolice nanjo imela manjši vpliv. Pomagaj si z izgledom drugih živali.





4. Prikazano imaš tabelo meritev volumna kisika pri ličinkah molarjev pri temperaturi 37 °C. S pomočjo tabele izdelaj graf volumna kisika v odvisnosti od temperature.

čas [s]	volumen kisika [%]
0	21,4
50	20,9
100	20,7
150	20,6
200	20,5
250	20,45
300	20,4





Avtorja gradiva: Miro Puhek in dr. Andrej Šorgo

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru.

Simulacija učinek tople grede

1. **Strategija (metoda):** uvajanje v novo učno snov uro ali utrjevanje po njej.
2. **Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole):** učenci 6.-9. razreda osnovne šole, ali tudi za srednješolce poklicne šole ali gimnazijce.
3. **Kompetence, ki se razvijajo:** naravoslovno matematične

a) generične:

Generične kompetence naravoslovnih predmetov.:	Obdobje			
	1-3	5-6	7-9	SŠ
sposobnost zbiranja informacij,				
sposobnost analize in organizacija informacij,		X	X	X
sposobnost interpretacije		X	X	X
sposobnost sinteze zaključkov,		X	X	X
sposobnost učenja in reševanja problemov,		X	X	X
prenos teorije v prakso,		X	X	X
uporaba matematičnih idej in tehnik,				
prilagajanje novim situacijam,		X	X	X
skrb za kakovost,				
sposobnost samostojnega in timskega dela,				
organiziranje in načrtovanje dela,				
verbalna in pisna komunikacija,		X	X	X
medosebna interakcija		X	X	X
varnost		X	X	X

b) predmetno-specifične: opazovanje kot temeljna spoznavna metoda

c) dodatne: delo z računalnikom.

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Simulacija Učinek tople grede je v prvi meri razvita kot sredstvo za pripravo na novo učno uro ali za ponavljanje že utrjene snovi. V računalniški učilnici bi jo lahko uporabili tudi kot samostojno vajo, vendar le v primeru, ko klasične laboratorijske vaje zaradi različnih razlogov ne moremo izvesti. Po učnih načrtih za osnovno šolo bi jo lahko izvajali:

- Pri predmetu Naravoslovje 7 pri učni temi »Zrak«, kjer učenci opredelijo probleme onesnaženosti zraka zaradi gorenja fosilnih goriv in prometa.

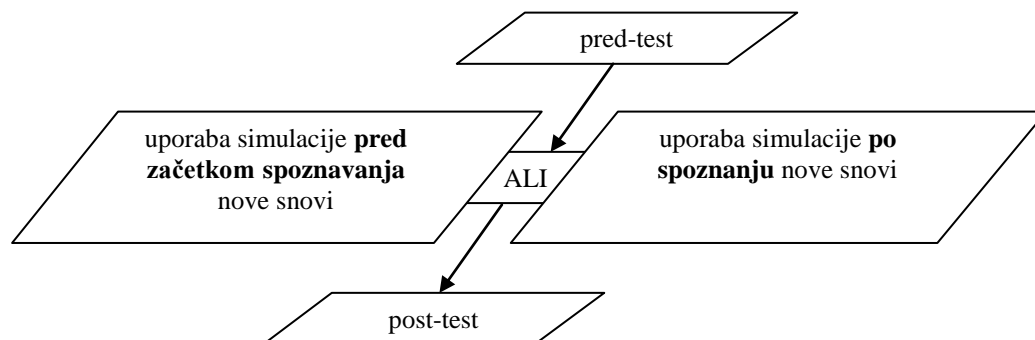


- Pri izbirnem predmetu Okoljska vzgoja v sklopu »Zrak«,
- Pri izbirnem predmetu Projekti iz fizike in ekologije pri vaji »Učinek tople grede v oblačni noči.

Evalvacija: pred-test in post-test. Pred in post-test sta enaka, pri čemer je potrebno v naslovu obkrožiti za katerega od njiju gre. Učenci najprej pred uporabo simulacije rešijo pred-test in po uporabi še enkrat post-test. Za smotrnost rezultatov učinkovitosti simulacij, jim učitelj naj ne pomaga. Učitelj naj tudi pazi, da sta pred in post-test posameznega učenca ločena od drugih (najbolje ju je speti).

Učiteljeva navodila:

Simulacija je namenjena pripravi na spoznavanje nove učne snovi ali kot utrjevanje pravkar pridobljene snovi. Učna ura naj zato poteka po spodnji shemi (Slika spodaj). Učitelj naj simulacijo enkrat uporabi pred začetkom predavanja, v drugem razredu pa kot utrjevanje pravkar spoznane snovi, torej po teoretičnem delu.



Slika: potek ure in preverjanje učinkovitosti simulacije Učinek tople grede s pred in post testom.

Če je na voljo več računalnikov (npr. ura v računalniški učilnici), naj učenci simulacije uporabljajo samostojno ob pomoči navodil in učitelja. V nasprotnem primeru simulacije izvede učitelj in jih projicira na platno. Učenci v obeh primerih že med delom rešujejo naloge na delovnih listih.

Tip učne enote:

- utrjevanje pred učno snovjo (začetek ure)
- utrjevanje stare učne snovi (pred koncem ure).

Vodilna učna metoda:

- metoda praktičnih del
- metoda dela s tekstom.



Spremljevalne metode:

- metoda ponavljanja,
- metoda demonstracije,
- metoda razgovora,
- metoda razlage.

Vzgojno-izobraževalne oblike:

- frontalni pouk,
- samostojno delo.

Cilji:

- spoznati učinek tople grede,
- opredeliti probleme onesnaženosti zraka,
- ustvariti stališča za soočanje s problemi onesnaževanja,
- utrditi zmožnost odčitavanja rezultatov iz grafa.

Učni in tehnični pripomočki:

- računalnik (1 ali 15),
- LCD projektor, platno,
- simulacija Učinek tople grede,
- delovni list.

Viri:

- Campbell, N.A., Reece, J.B. 2005. Biology, Seventh Edition. Pearson Education.
- Global warming! <http://mail.colonial.net/~hkaiter/glaciericeage.html> (8.6.2010).
- Randall, D., Burggen, W., French, K. 1997. Eckert animal physiology: mechanisms and adaptations. 4th edition. W. H. Freeman and Company, New York.
- Stop Global Warming. Part I.: Global warming explained. [4. 6. 2010]. Retrieved from http://www.stopglobalwarming.com.au/global_warming_scientific_evidence.html

Korelacija:

- ekologija,
- geografija,
- kemija,
- fizika.



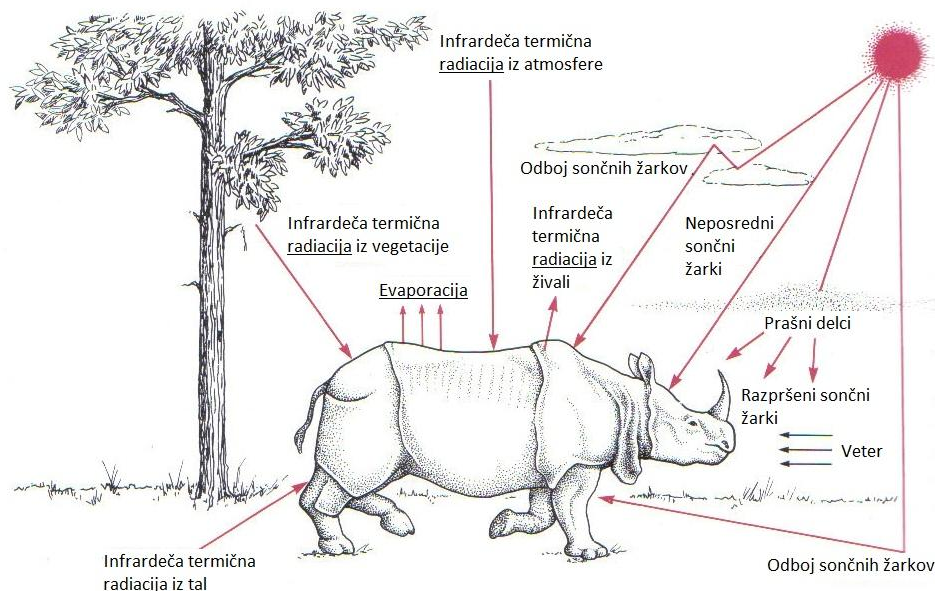
Navodila za delo – Simulacije Učinek tople grede

Uvod

Temperatura je eden od najpomembnejših zunanjih dejavnikov tako za živali kot za rastline. V veliki meri je odvisna od sončnega sevanja, ki za ekosisteme na Zemlji predstavlja glavni vir energije. Pri preprečevanju prevelikih temperaturnih razlik (tudi zaščite pred UV sevanjem) ima ključen pomen atmosfera oziroma ozračje, ki jo tvori plast plinov okrog Zemlje. Atmosfera zadržuje toploto, ki jo zagotavljajo sončni žarki s pomočjo radiacije. Toploto sprejemajo vsa telesa na Zemlji (slika 13), pri čemer je pomembno, da temnejša telesa sprejemajo in oddajajo več toplote kot svetlejša.

Učinek tople grede je izraz za segrevanje ozračja zaradi toplogrednih plinov in drugih emisij, ki nastajajo predvsem pri uporabi fosilnih goriv in zaradi drugih škodljivih človekovih dejavnosti (npr. krčenje gozdov). Najpogostejši toplogredni plini so ogljikov dioksid, vodna para, metan in nekateri oksidi. Posledica toplogrednih plinov je segrevanje ozračja in zemeljske površine, saj odbijajo velik del žarkov nazaj, s tem pa povzročajo klimatske spremembe (Lawrence, 2005: 273).

S simulacijo bomo ponazorili učinek tople grede in raziskovali vpliv toplogrednih plinov na dvig temperature na Zemlji.



Slika 13: Načini izmenjave toplote med organizmi in okoljem (Randall et. al, 1997).

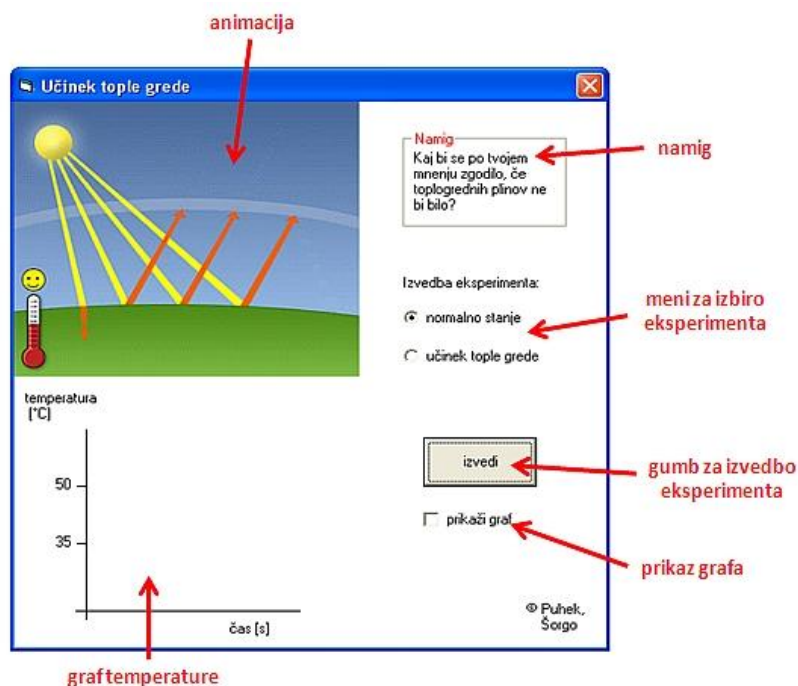
Uporaba simulacije:

Pri delu s simulacijo ti naj bo v pomoč slika 14.

1. V meniju izvedbe eksperimenta izberi »normalno stanje«.
2. Oglej si potek sončnih žarkov na animaciji. Opažanja pojasni v nalogi 1 na delovnem listu.



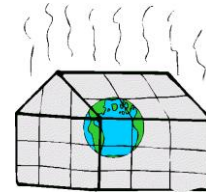
3. Omogoči »prikaži graf« in klikni na gumb »izvedi«.
4. V meniju izberi še »učinek tople grede«. Primerjaj sončne žarke s tistimi iz »normalnega stanja«.
5. Za prikaz grafa ponovi eksperiment s klikom na gumb.



Slika 14: navodilo za simulacijo Učinek tople grede.



Učinek tople grede (delovni list)



Učenec:
 Razred:

1. Večina sončnih žarkov prehaja skozi atmosfero in se odbije nazaj v vesolje. Kaj se zgodi s tistimi, ki se ne odbijejo? Kakšen vpliv ima to na Zemljo?

2. Prikazane so slike različnih debelin atmosfere. Pobarvaj termometre zraven slike, tako da bo vsak kazal ustrezno temperaturo (nizko, srednjo ali visoko temperaturo).



a) brez atmosfere b) atmosfera + toplogredni plini c) atmosfera

3. Človek ima pri segrevanju ozračja ključno vlogo. Katere dejavnosti so glavni onesnaževalci ozračja? Katere onesnaževalce zraka poznaš iz svojega ali bližnjega kraja?

4. Prečrtaj pline, ki **ne** povzročajo učinka tople grede na Zemlji.

vodna para (H ₂ O)	ogljikov dioksid (CO ₂)
metan (CH ₄)	kisik (O ₂)
dušik (N ₂)	dušikov oksid (N ₂ O)

5. Kaj bi lahko storil/-a, da bi pripomogel/-a k zmanjševanju segrevanja ozračja?



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



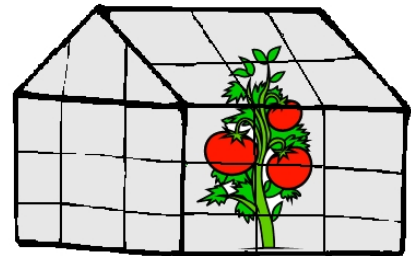
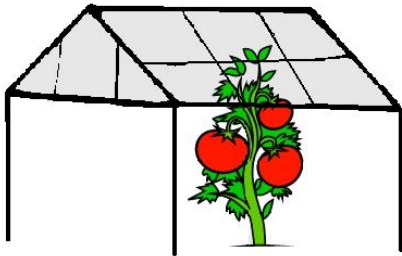


Simulacija uporabljena kot (obkroži učitelj):

- priprava na novo snov (pred uro),
- ponavljanje že naučene snovi (po uri).

Pred-test ali post-test

1. V vrtnariji so se odločili, da bodo to leto pridelali kar se da veliko paradiznika. Predelali so nekaj gred, vendar ne vedo katera je najtoplejša. Pod vsako sliko vpiši številko, tako da bo 1 pomenila najtoplejši vrt, 3 pa tistega z najnižjo temperaturo.



a) _____

b) _____

c) _____

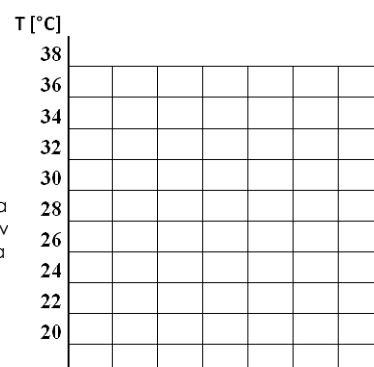
2. Na segrevanje snovi vplivajo tudi drugi faktorji. Eden takšnih je na primer barva. Kakšne barve posodo bi svetovali vrtnarju, ki bi želel s pomočjo sonca zastonj segreti vodo? Svoj odgovor pojasni.

3. Za širjenje vrtnarije in izdelavo novih gred, bi bilo potrebno posekati velik del gozda. S katerimi argumenti bi prepričal/-a lastnika vrtnarije, da je bolje drevesa pustiti?

4. Prikazana je tabela meritev temperature ob osvetlitvi rastlinjaka. S pomočjo tabele izdelaj graf temperature v odvisnosti od časa.

čas [s]	temperatura [°C]
20	22

70





REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



40	27
60	32
80	34
100	35
120	36



Avtor gradiva: asist. dr. Andreja Špernjak

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru

Avtorja video posnetka: Barbara Miler in Aljaž Kavšak

Prebava hrane pri človeku

Strategija (metoda): Samostojno učenje z video metodo

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): 9. razred osnovne šole, alternativno tudi srednje poklicne šole in gimnazije

Kompetence, ki jih učenci razvijajo:

a) generične:

- sposobnost zbiranja informacij s pomočjo digitalnega medija,
- sposobnost analize in organizacija informacij,
- sposobnost interpretacije dobljenih podatkov,
- prenos teorije v prakso,
- prilagajanje novim situacijam,
- uporaba matematičnih idej in tehnik,
- skrb za kakovost,

b) predmetno-specifične:

- poznavanje temeljnih dejstev in zakonitosti živega sveta,
- poznavanje in razumevanje principov zgradbe in delovanja živih bitij

c) ključne:

- matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji,
- učenje učenja.

Samostojno učenje s pomočjo video posnetka z naslovom Prebava hrane pri človeku (Slika 15) lahko učenci uporabijo po obstoječih učnih načrtih za osnovno šolo v (Biologija, 2000):

- razredu pri predmetu Biologija, pri učni temi Prebavila, kot uvod v učno temo ali kot ponovitev in utrditev učne snovi.



Slika 15: Slika iz video posnetka Prebava hrane pri človeku

Učenci se s prebavo v telesu srečujejo o rojstva, a negativne konotacije učencev o nastanku človeškega blata in nerabnih produktov telesa so prisotna na vseh starostnih stopnjah, posebej, če učenci nimajo slikovite predstave zakaj in kakšni procesi pri prebavi v našem telesu se vršijo.

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Učenci devetega razreda pri učni temi prebavila iz lastnih izkušenj poznajo delovanje začetka (usta, požiralnik do želodca) in konca prebavnega trakta (analna odprtina z izločanjem odpadnih snovi) vmesna zgradba in fiziologija prebavil, pa jim je tuja, čeprav se vsakodnevno dogaja v njihovih telesih. Cilj samostojnega učenja s pomočjo video posnetka je, da učenci na zelo slikovit način spoznajo razgradnjo hrane v človeškem telesu od ust (Slika 16) do analne odprtine (Slika 17).



Slika 16: Prikaz razgradnje hrane v ustih



Slika 17: Prikaz izločanja blata pri človeku

Način evalvacije: s vprašalnikom in testom znanja.

Razlogi za vključitev dejavnosti v kurikulum:

Bistven problem, s katerimi se v današnjem času srečujejo učitelji v šoli, je pomanjkanje motivacije pri učencih za učenje naravoslovnih predmetov. Vzrokov za takšno stanje je dejstvo, da so programi naravoslovnih predmetov premalo povezani z učenčevimi življenjskimi izkušnjami, učitelji pa v poučevanje le redko vključujejo uporabne vidike naravoslovnih znanj (Osborne in Collins, 2001). Zato učenci menijo, da je učenje naravoslovja nepotrebno breme, saj niso sposobni prepoznati povezav med abstraktnimi naravoslovnimi pojmi in lastnimi življenjskimi izkušnjami (Bennet in Holman, 2002, Osborne in Collins, 2001). Nekateri učitelji so to težavo že zaznali in v svoje delo vključujejo več praktičnega in laboratorijskega dela, a določeni procesi v biologiji so prezahtevni ali predragi, da bi jih lahko učenci izvedli samostojno. V takih primerih je prav, da za večjo nazornost in predstavo učencev, učitelj uporabi video metodo, ki posreduje tako avdio kot video informacije. Posredovanje slednjih je pri pouku zelo pomembno, saj ljudje s čutilom za vid in skupaj za sluh zaznamo največ posredovanih informacij.

Cilji vključitve gradiva Prebava hrane pri človeku

Namen vključitve gradiva je samostojno učenje z video metodo, ob tem pa učenci usvojijo osnovno znanje o:

- anatomiji prebavil pri človeku,
- fiziologiji človeških prebavil,
- samostojnem učenju,
- sprejemanju realnega življenja.

Navodila za učitelje

Oblike dela: samostojno / individualno delo

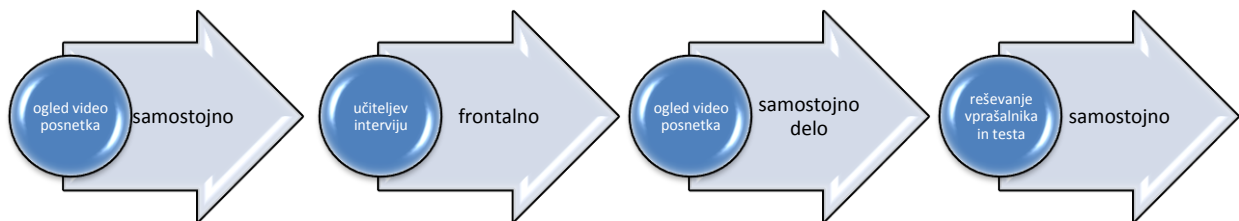
Metode dela: metoda dela z video posnetkom

**OBVEZNA PRILOGA:** pripravljen video posnetek

Pripomočki: računalnik, Media Player ali kak drug računalniški program za prepoznavanje in predvajanje video posnetka s končnico .mpg.

Koraki v pridobivanju raziskovalnih podatkov

Delo naj poteka po načrtovanih korakih (slika 18).



Slika 18: Potek preverjanja gradiva

Ogled video posnetka

Učenci v razredu SAMOSTOJNO, brez komentarjev učiteljev, pogledajo video posnetek. Po predhodnih izkušnjah vemo, da je pri učencih veliko zgražanja in negotovanja, zato je prvoten ogled manj uspešen.

Učiteljevo opozorilo

Po prvem ogledu video posnetka učitelj z učenci razvije diskusijo o videnem. Iz njih skuša pridobiti čustva, ki so se jim porajala tekom ogleda, *a sam ničesar ne komentira*, le zapiše - še bolje, da na diktafon posname, njihove opazke o video posnetku.

Po krajših učenčevih komentarjih, učitelj učence opozori, da bodo posnetek pogledali še enkrat, a naj bodo tokrat bolj pazljivi pri vsebini, ker bodo po ogledu rešili delovni list, čigar naloge se bodo (ali pa tudi ne) navezovale na posnetek.

Drugi ogled video posnetka

Učenci še enkrat samostojno in brez komentarjev pogledajo video posnetek.

Reševanje vprašalnika in testa pridobljenega znanja

Učitelj učencev razdeli vprašalnik in test znanja, ki ga učenci samostojno rešijo.

**Vprašalnik o video posnetku "Prebava hrane pri človeku"**

Ime in priimek: _____

Spol (obkroži): 1 Moški 2 Ženski

Starost: ____ let

Šola: _____

Zaključna ocena prejšnjega leta pri biologiji: _____

Po poklicu želim biti: _____

Pred nadaljevanjem skrbno preberite ta navodila:

Razmislite o odgovorih na spodnja vprašanja in čim bolj točno odgovorite – pri vsaki trditvi obkrožite tisto številko, pri kateri odgovor za vas najbolj velja. Pomagajte si s spodnjo razpredelnico: če odgovor za vas popolnoma velja, obkrožite številko 5, če pa odgovor za vas v nobenem primeru ne velja ali se z njim ne strinjate, obkrožite številko 1.

	1 zame zagotovo ne velja	2 bolj ne velja kot velja	3 včasih velja, včasih ne velja	4 bolj velja kot ne velja	5 zame zagotovo velja			
1	Od bioloških vsebin me najbolj zanima človek.			1	2	3	4	5
2	Pri biologiji obravnavano veliko stvari, ki jih lahko preverim ali uporabim v vsakdanjem življenju.			1	2	3	4	5
3	Biologija me zelo zanima.			1	2	3	4	5
4	Pri biologiji se moram učiti več kot pri kemiji ali fiziki.			1	2	3	4	5
5	Pri biologiji si želim več samostojnega – laboratorijskega dela.			1	2	3	4	5
6	Prav bi bilo, da bi imeli več ur biologije, kemije in fizike (naravoslovnih predmetov).			1	2	3	4	5



Trditve o ugledanem video posnetku:

	1 zame zagotovo ne velja	2 bolj ne velja kot velja	3 včasih velja, včasih ne velja	4 bolj velja kot ne velja	5 zame zagotovo velja			
1	Zaradi ogleda video posnetka imam boljše predstavo o dogajanju v mojem prebavnem traktu.			1	2	3	4	5
2	Po koncu video posnetka je manjkal komentar (pojasnilo) učitelj-ice.			1	2	3	4	5
3	Točno tako predstavitev prebave bi želel-a narediti kot laboratorijsko vajo.			1	2	3	4	5
4	Glasba pri posnetku je moteča.			1	2	3	4	5
5	Video posnetke za boljše predstavo procesov bi lahko posneli tudi mi sami (pri naravoslovnem dnevu, interesnih dejavnostih)			1	2	3	4	5
6	Video posnetek mi NI všeč, ker ni profesionalno posnet.			1	2	3	4	5
7	Video posnetek mi je vzbudil zanimanje za obravnavano snov (Prebavila).			1	2	3	4	5
8	Video posnetek je bil predolg.			1	2	3	4	5
9	Več bi se naučil-a, če bi to isto stvar predstavil-a učitelj-ica.			1	2	3	4	5
10	Tako samostojno učenje mi je zelo všeč.			1	2	3	4	5
11	Taki posnetki so dober uvod v obravnavano temo in me motivirajo za delo.			1	2	3	4	5



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



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



12	Procesi, ki se dogajajo v nas in jih ne vidimo, za nas niso pomembni in nas s tem pri urah po nepotrebnem obremenjujejo.	1	2	3	4	5
-----------	--	----------	----------	----------	----------	----------



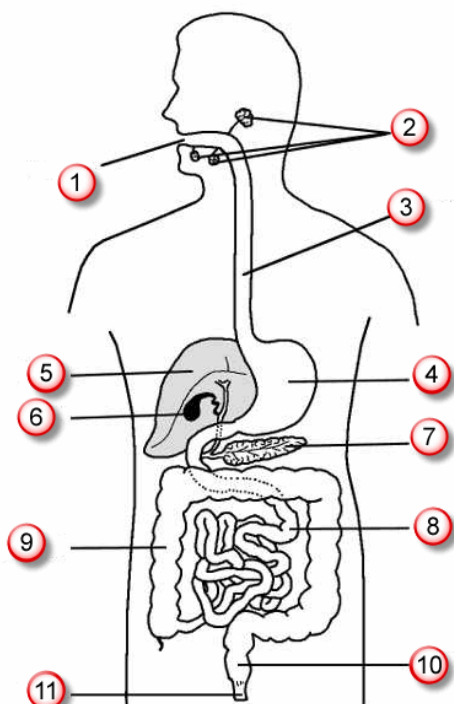
Test pridobljenega znanja

Ogledal-a si si video posnetek o prebavi hrani. V času ogleda si se samostojno učil-a, zato nas uspešnost tvojega samostojnega učenja.

Skrbno preberi navodila za naloge in jih čim bolje reši.

1. NALOGA

Na sliki je obris človeka in deli prebavne poti. Ob številkah na črte poimenuj označene dele.



- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) _____
- 8) _____
- 9) _____
- 10) _____
- 11) _____

2. NALOGA

Med seboj poveži izraze iz prvega stolpca v urejene pare v drugem stolpcu. Pravilne dvojice zapiši pod: UREJENI PARI.

- 1) encim
- 2) danka
- 3) mehanska prebava
- 4) beljakovine
- 5) trebušna slinavka
- 6) klorovodikova kislina
- 7) tanko črevo

- a) gnetenje in mešanje
- b) črevesne resice
- c) pepsin
- d) pH= 2
- e) blato
- f) encimi
- g) peptid

Urejeni pari:

1 _____, 2 _____, 3 _____, 4 _____, 5 _____, 6 _____, 7 _____

3. NALOGA



Na video posnetku je bila prikazana prebava kuhanega fižola, kruha, posebne salame in kave. Katere vrste živil s tako zaužito hrano naše telo ne bi pridobilo? Obkroži črko pred pravilnim odgovorom

- a) ogljikovih hidratov, vitaminov, maščob,
- b) beljakovin, mineralov in maščob,
- c) ogljikove hidrati in beljakovine,
- d) vitaminov, mineralov in maščob,
- e) beljakovin in maščob.



4. NALOGA

Odgovori na vprašanje: zakaj je na vseh slikah, fotografijah in shemah želodec na desni strani, človek pa ga ima na levi strani?

Odgovor:

5. NALOGA

Štaveke postavi v pravilni vrstni red, tako da za vsakim napišeš zaporedno številko.

Poklopec prepreči, da hrana ne bi padla v sapnik. _____
 Krožna mišica zapiralnica- ustje popusti in spusti grizljaj, da pade v želodec. _____
 Hrana se mehansko obdela ter prepoji z slino. _____
 Hrana se mehansko obdela z gnetenjem. _____
 Pot se nadaljuje preko požiralnika, ki s peristaltičnimi gibi potiska hrano navzdol po prebavni cevi. _____
 Hrana zdrсне v žrelo, ki je križišče poti med sapnikom in požiralnikom. _____
 Iz žlez v sluznici se izloči pepsin, HCl, sluz in voda. _____
 Delno prebavljena hrana se preko vratarja izloči v naslednji del prebavne cevi. _____

6. NALOGA

S pomočjo prehranske piramide sestavi jedilnik za cel dan. Vsebuje naj vse sestavine, ki jih potrebujemo za normalno delovanje.

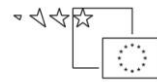
	ZAJTRK:
	MALICA:
	KOSILO:



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



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



	MALICA:
	VEČERJA:

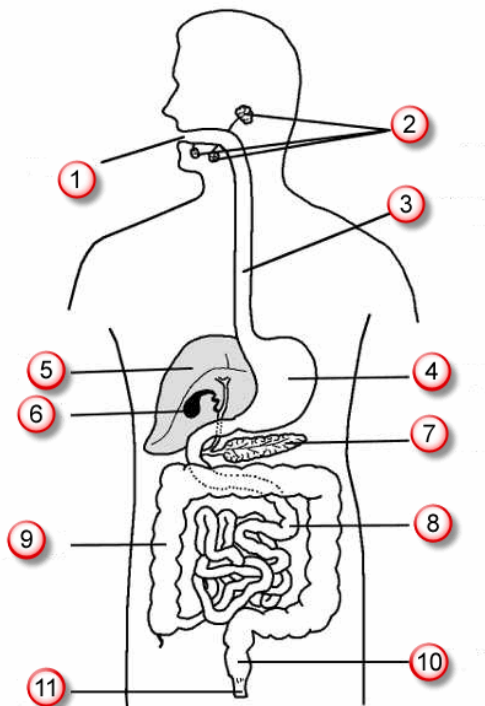


REŠITVE - Test pridobljenega znanja

Ogledal-a si si video posnetek o prebavi hrani. V času ogleda si se samostojno učil-a, zato nas uspešnost tvojega samostojnega učenja. Skrbno preberi navodila za naloge in jih čim bolje reši.

1. NALOGA

Na sliki je obris človeka in deli prebavne poti. Ob številkah na črte poimenuj označene dele.



- 1) USTNA VOTLINA - USTA
- 2) ŽLEZE SLINAVKE
- 3) POŽIRALNIK
- 4) ŽELODEC
- 5) JETRA
- 6) ŽOLČNIK
- 7) TREBUŠNA SLINAVKA
- 8) TANKO ČREVO
- 9) DEBELO ČREVO
- 10) DANKA
- 11) ANALNA ODPRTINA

2. NALOGA

Med seboj poveži izraze iz prvega stolpca v urejene pare v drugem stolpcu. Pravilne dvojice zapiši pod: UREJENI PARI.

- 1) želodec
- 2) danka
- 3) mehanska prebava
- 4) beljakovine
- 5) trebušna slinavka
- 6) klorovodikova kislina
- 7) tanko črevo

- a) gnetenje in mešanje
- b) črevesne resice
- c) sluznica
- d) pH = 2
- e) blato
- f) encimi
- g) peptid

Urejeni pari:

1_ c __, 2_ e __, 3_ a __, 4_ g __, 5_ f __, 6_ d __, 7_ b __

3. NALOGA



Na video posnetku je bila prikazana prebava kuhanega fižola, kruha, posebne salame in kave. Katere vrste živil s tako zaužito hrano naše telo ne bi pridobilo? Obkroži črko pred pravilnim odgovorom

- f) ogljikovih hidratov, vitaminov, maščob,
- g) beljakovin, mineralov in maščob,
- h) ogljikove hidrati in beljakovine,
- i) vitaminov, mineralov in maščob,**
- j) beljakovin in maščob.



4. NALOGA

Odgovori na vprašanje: zakaj je na vseh slikah, fotografijah in shemah želodec na desni strani, človek pa ga ima na levi strani?

Odgovor:

Ker so vse slike, fotografije in sheme naša zrcalna slika.

5. NALOGA

Stavke postavi v pravilni vrstni red, tako da za vsakim napišeš zaporedno številko od 1 do 7.

- Poklopec prepreči, da hrana ne bi padla v sapnik. 3
- Krožna mišica zapiralka - ustje popusti in spusti gržljaj, da pade v želodec. 5
- Hrana se mehansko obdela z gnetenjem ter prepoji z slino. 1
- Pot se nadaljuje preko požiralnika, ki s peristaltičnimi gibi potiska hrano navzdol po prebavni cevi. 4
- Hrana zdrсне v žrelo, ki je križišče poti med sapnikom in požiralnikom. 2
- Iz žlez v sluznici se izloči pepsin, HCl, sluz in voda. 6
- Delno prebavljena hrana se preko vratarja izloči v naslednji del prebavne cevi. 7

6. NALOGA

S pomočjo prehranske piramide sestavi jedilnik za cel dan. Vsebuje naj vse sestavine, ki jih potrebujemo za normalno delovanje.

	ZAJTRK:	VEČ MOŽNIH ODGOVOROV.
	MALICA:	
	KOSILO:	
	MALICA:	



	VEČERJA:	
--	-----------------	--

Literatura:

1. Bennett, J. in Holman, J. 2002 Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? In J. K. Gilbert in sod. (ur.), Chemical Education: Towards Research-based practice. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Press.
2. Korodiš, T. 2002. Moje telo, Biologija za 9. razred devetletne osnovne šole. Modrijan, Ljubljana.
3. Osborne, J., in Collins, J. 2001. Pupils' Views of the Role and Value of the Science Curriculum: a Focus group Study. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 441–467.



Avtorja gradiva: Iztok Tomažič in Gorazd Planinšič

Institucija: UL Biotehniška fakulteta, UL Fakulteta za matematiko in fiziko

Žile v mrežnici - slika, ki jo lahko vidi ena sama oseba na vsem svetu

Strategija (metoda): izkustveno učenje, eksperimentalno delo (HANDS-ON)
Starostna skupina, razred: od 7. razreda OŠ do 3. letnika GIMNAZIJE

Kompetence, ki se razvijajo:

a) generične:

- **Gk1.** sposobnost zbiranja informacij,
- **Gk2.** sposobnost analize in organizacija informacij,
- **Gk3.** sposobnost interpretacije,
- **Gk4.** sposobnost sinteze zaključkov,
- **Gk5.** sposobnost učenja in reševanja problemov,
- **Gk6.** prenos teorije v prakso,
- **Gk7.** uporaba matematičnih idej in tehnik (delno),
- **Gk8.** prilagajanje novim situacijam,
- **Gk9.** skrb za kakovost,
- **Gk10.** sposobnost samostojnega in timskega dela,
- **Gk11.** organiziranje in načrtovanje dela,
- **Gk12.** verbalna in pisna komunikacija,
- **Gk13.** medosebna interakcija,
- **Gk14.** varnost.

b) predmetno-specifične: **seciranje, eksperimentalno delo, skrb za zdravje.**

c) dodatne:

Umestitev v učni načrt/**Nova vsebina:**

Biologija

- **ekosistemi** (6. in 7. razred; čutila pri organizmih);
- **anatomija človeka** (9. razred);
- **primerjava strukture in funkcije ter ekologija in biodiverzitet**
- **biologija človeka (GIM)**

Ta tema se običajno obravnava v sklopu biologije človeka (čutila in živčni sistem).

Fizika

- **Svetloba (gimnazija):** Pojasnijo uporabo leč pri korekciji vida.



[Medpredmetna povezava z biologijo – delovanje očesa, vloga optičnih naprav pri napakah očesa.]

Način evalvacije: pred/po-test; mnenje učencev/dijakov, anketa učitelji

Utemeljitev vaje

Vaja je namenjena tako za učence v osnovni šoli kot za dijake srednjih šol. Vaja oziroma eksperiment lahko predstavlja motivacijo oziroma spodbudo za pričetek raziskovanja zgradbe in delovanja očesa. Poznavanje osnovne zgradbe čutil, delovanja čutil (pri človeku) je ključno za uspešno varovanje lastnega zdravja in zdravja drugih. Oko je sicer učna vsebina, ki se obravnava predvsem pri pouku biologije, vendar se močno navezuje tudi na vsebine drugih področij naravoslovja, fizike in kemije.

Vsebine, ki se navezujejo na fiziko:

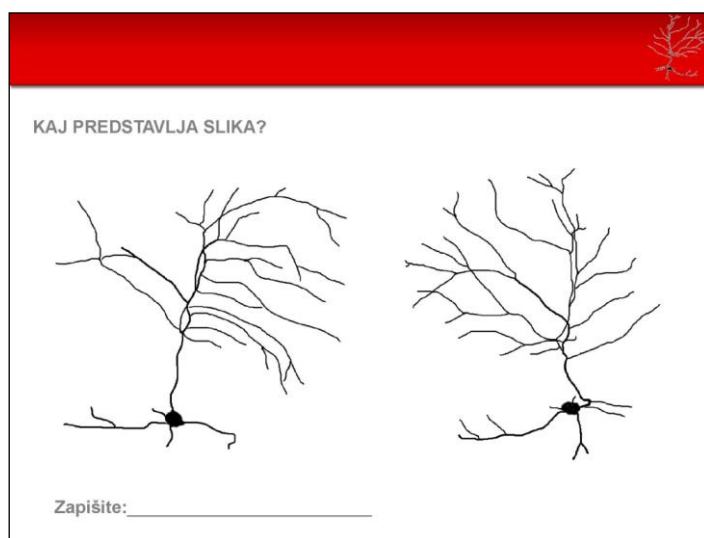
- potovanje svetlobe,
- lom in odboj svetlobe,
- svetlobni spekter,
- uporaba leč.

Vsebine, ki se navezujejo na kemijo:

- cis/trans izomerija (retinala v rodopsinu),
- difuzija ionov preko membrane.

Uvod v učno uro

I. NAREDI IN OPAZUJ



Slika 19: Razmišljanje o sliki



Učenci naj poskusijo najprej ugotoviti, kaj predstavlja slika (Slika 19). To naj tudi zapišejo. Predvideni odgovori so lahko struga reke, veje dreves, abstraktna slika. Ne podajte odgovora temveč preidite na vajo. Učencem podajte navodila, glede žarnic in baterij (Slika 20).

" Za poskus potrebujete majhno žarnico (najbolj primerne so drobne žarnice za svetilke Maglite), ki jo priključite na baterijo in kos črnega papirja."

Najbolje je, da imate pripravljenih več kompletov žarnic in baterij. Biologi si jih lahko izposodijo pri učiteljih fizike, ali pa jih naredijo sami. Učenci naj delajo v manjših skupinah. Sledijo navodila o izvedbi poskusa (Slika 21).

" Pojdite v temno sobo, postavite kos črnega papirja pred seboj in se zazrite v namišljeno točko na njem. Počasi nihajte s prižganim svetilom kak centimeter od očesa (pazite, da se ne sunete v oko!) tako, da je svetilo ob strani očesa."

Slika 22 prikazuje razlago tistega, kar naj bi učenci opazili. Metodološka izvedba lahko poteka tudi na drugačen način. Učence lahko pred tem vprašate, kaj so opazili in to naj tudi skicirajo ter zapišejo ugotovitve (Slika 23). Nato lahko sledi slika 22, ki je že delna razlaga tistega, kar bi morali ugotoviti sami.

"Ne glejte v svetilo, glejte v namišljeno točko na črnem papirju. Čez nekaj časa (10 – 20 sekund) boste opazili medlo mrežo, ki bo nastala pred vami, kot da bi pred seboj držali sliko na prosojnici. Mreža bo spominjala na gole veje drevesa ali na razvejan sistem reke in njenih pritokov."



Slika 20: Navodila za izvedbo poskusa 1 (Avtor: Gorazd Planinšič)

**Naredi in opazuj!**

Pojdite v temno sobo, postavite kos črnega papirja pred seboj in se zazrite v namišljeno točko na njem. Počasi nihajte s prižganim svetilom kak centimeter od očesa (pazite, da se ne sunete v oko!) tako, da je svetilo ob strani očesa.

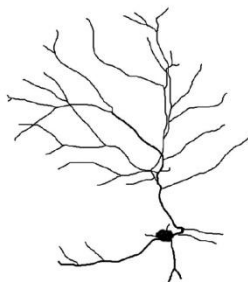


Izvedba poskusa.

Slika 21: Navodila za izvedbo poskusa 2 (Avtor: Gorazd Planinšič)

Naredi in opazuj!

Ne glejte v svetilo, glejte v namišljeno točko na črnem papirju. Čez nekaj časa (10 – 20 sekund) boste opazili medlo mrežo, ki bo nastala pred vami, kot da bi pred seboj držali sliko na prosojnici. Mreža bo spominjala na gole veje drevesa ali na razvejan sistem reke in njenih pritokov.



Skica slike, ki jo vidi opazovalec.

Slika 22: Navodila za izvedbo poskusa 3 (Avtor: Gorazd Planinšič)



Slika 23: Opažanja (Avtor: Gorazd Planinšič)



Kaj menite, da ste videli?

To so bile žile, ki se nahajajo pred mrežnico. Tudi mrežnica potrebuje za delovanje stalno preskrbo s krvjo. Kri po žilah prinaša hranila in raztopljene pline ter odnaša nerabne snovi in pline. Svetloba, ki pade v naše oko, mora najprej skozi te žilice, preden pade na svetlobne čutilnice v mrežnici. Kako to, da mreže žil ne vidimo? Naš vid deluje tako, da zazna le tiste dele slike, ki se spreminjajo. Za dele, ki so dalj časa na miru pa 'izključi' iz slike. Svetloba, ki prihaja iz svetilke se v žilah delno absorbira. Zato nastanejo za žilami senčna področja z manjšo osvetlitvijo. Ko s svetilko nihamo pred očesom, se sence žil, ki jih svetloba ustvarja na mrežnici tudi premikajo, zato jih naš vid zazna.



Notranjost zadnjega dela očesa.

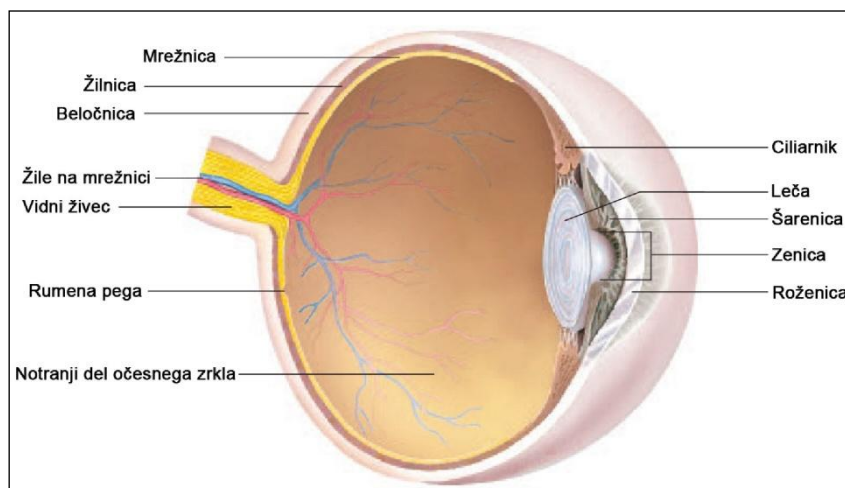
Mrežnica

Slika 24: Razlaga (Avtorja: Gorazd Planinšič in Iztok Tomažič)



" Kaj menite, kaj ste videli?"

To so bile žile, ki se nahajajo pred mrežnico (slika 25). Tudi mrežnica potrebuje za delovanje stalno preskrbo s krvjo. Kri po žilah prinaša hranila in raztopljene pline ter odnaša nerabne snovi in pline. Svetloba, ki pade v naše oko, mora najprej skozi te žilice, preden pade na svetlobne čutnice v mrežnici. Kako to, da mreže žil ne vidimo? Naš vid deluje tako, da zazna le tiste dele slike, ki se spreminjajo. Za dele, ki so dalj časa na miru pa 'izključi' iz slike. Svetloba, ki prihaja iz svetilke se v žilah delno absorbira. Zato nastanejo za žilami senčna področja z manjšo osvetlitvijo. Ko s svetilko nihamo pred očesom, se sence žil, ki jih svetloba ustvarja na mrežnici tudi premikajo, zato jih naš vid zazna."



Slika 25: Zgradba očesa; Vir: Understanding Human Anatomy & Physiology, 5e, Mader (2004)

Razlago lahko uporabite za dokončanje vaje ali pa nadaljujete z naslednjo aktivnostjo, saj bodo učenci želeli ugotoviti, kaj so videli.

To lahko izvedete na štiri načine, ki bi jih bilo smiselno primerjati v sklopu evalvacije aktivnosti.

- Prvi način je predavanje o zgradbi očesa.
- Drugi način je učenje iz modela očesa.
- Tretji način je uporaba IKT - samostojno delo učencev
- Četrty način je sekcija očesa.

Predlogi za aktivnosti (fizika):

Dijaki (učenci) raziščejo kako vplivajo različni parametri na senčne slike, ki jih točkasto svetilo (npr svetla LED z odrezano lečo) ustvarja na zaslonu. Delo usmerjamo z naslednjimi vprašanji:

Kako vpliva na sliko

- Kako vpliva na sliko razdalja od svetila do predmeta?
- Kako vpliva na sliko razdalja od predmeta do zaslona?



- Kako vpliva na sliko lega svetila v ravnini, ki je vzporedna z zaslonom?
- Kako vpliva na sliko velikost svetila? (Točkasto svetilo nadomestimo z razsežnim svetilom, npr. z motno žarnico; ob tem poskusu dijaki spoznajo, zakaj smo potrebovali pri opazovanju žil na mrežnici točkasto svetilo).

Teorijo o načinih poučevanja učitelji dobijo pri avtorjih gradiva.

Osnovna izvedba poskusa je opisana na spletnih straneh Exploratorija : http://www.exploratorium.edu/snacks/seeing_retina/index.html (19.5.2010)

II. SECIRANJE OČESA

Učence najprej pripravite na seciranje očesa (Slike 26, 27 in 28).



Slika 26: Predstavitev seciranja 1

Razložite jim katere materiale potrebujejo za delo in jim opišite ter demonstrirajte rokovanje z materiali. Nujno jih opozorite na nevarnosti in jim sporočite, da boste dosledno nadzirali njihovo delo. Pri seciranju morajo biti spoštljivi do materialov seciranja.

Sekcijo lahko izvede učitelj sam ali pa omogoči delo učencem. Najbolje je, če to delajo učenci. Ker večinoma ni na voljo dovolj materialov, lahko vsak učenec opravi del sekcije. Tako vsi pridobivajo spretnosti seciranja in ob neposredni izkušnji oblikujejo primeren odnos do takega dela. Upoštevati je



potrebno prepričanje učencev glede seciranja, vendar jih kljub temu spodbujati, da tudi sami poskusijo izvajati aktivnosti.

Čustvo, ki se pogosto izrazi pri takem delu je gnus. Vpliva občutljivosti gnusa pri biološkem izobraževanju nikakor ne moremo zanemariti (Bixler & Floyd, 1999). Seciranje je v nekaterih državah popolnoma izginilo iz biološkega izobraževanja, v nekaterih pa je obvezno.

Tako na primer NSTA (2005) priporoča uporabo seciranja v šoli (sekcija tkiv in organov, ne živih živali oz. vivisekcija). Hkrati pa izražajo potrebo po raziskavah na tem področju, da bi ugotovili resnične prednosti in slabosti takega načina poučevanja.

Pri seciranju očesa učenci razvijajo procesna znanja - spretnosti (seciranje) in vsebinska znanja (razumevanje povezav med strukturo in funkcijo organov). Seciranje pomaga učencem pri razvijanju spretnosti opazovanja, primerjanja in odkrivanja podobnosti ter razlik med strukturami različnih skupin organizmov. Na tak način učenci v večji meri cenijo kompleksnost življenja.

NABT (2008) pa je mnenja, da imajo alternative seciranju omejitve, zaradi katerih naj ne bi v celoti nadomestile sekcij in uporabe konkretnih organizmov pri pouku.

Ker seciranje ne privede vedno do zelenih učinkov (večinoma v povezavi z negativnimi čustvi kot je na primer gnus), je potrebno dejavnosti zasnovati tako, da upoštevamo te omejitve in temu primerno načrtujemo dejavnosti. Holstermannova in sod. (2009) na primeru seciranja prašičjega srca predlagajo, da:

- učitelji pred sekcijo odstranijo čim več potencialnih dražljajev, ki spodbudijo izražanje gnusa (z vodo operejo srce, da odstranijo kri in strdke, ter zmanjšajo potencialno neprijeten vonj tkiv).
- učitelji naj pred sekcijo s pomočjo slikovnega materiala prikažejo učencem postopek sekcije (vendar ne razlagajo vsebine). Na ta način znižajo učinek novosti, ki bi lahko negativno vplivala na motivacijo in zanimanje učencev (Falk, 1983).

Holstermannova in sod. so ugotovili, da se učencem, ki so bolj občutljivi (se jim materiali gnusijo) zniža prepričanje o njihovi učinkovitosti in intrinzična motivacija. To lahko privede do nižje kvalitete učenja. Zato avtorji predlagajo, da naj bi učitelji pred seciranjem učence spodbujali za delo na nevsiljiv način in naj jih ne bi silili v seciranje za vsako ceno. Nelagodje nekaterih učencev naj ne bi bil razlog za ukinjanje seciranja, saj so učenci, ki se jim seciranje ni gnusilo bili močno motivirani za tako delo in tudi bolj prepričani v lastno učinkovitost.

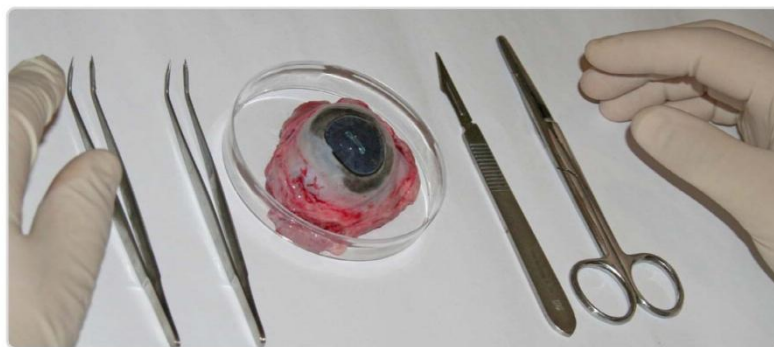


POGLED V OKO

Seciranje očesa



Kaj potrebujemo?



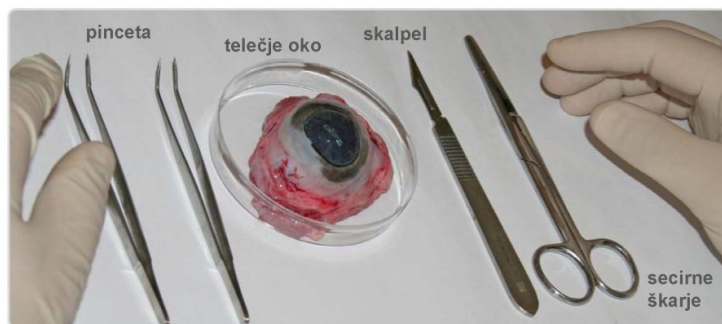
Slika 27: Predstavitev seciranja 2 (Avtor: Izток Tomažič)

POGLED V OKO

Seciranje očesa



Kaj potrebujemo?

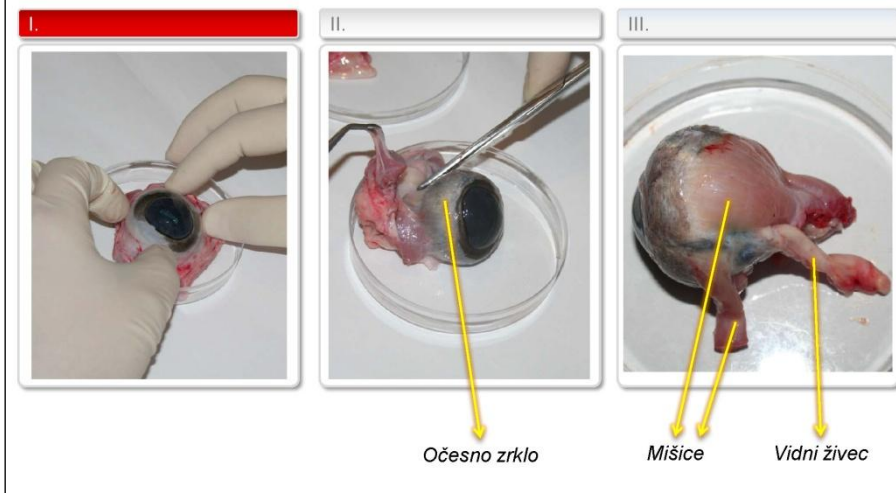


Slika 28: Predstavitev seciranja 3 (Avtor: Izток Tomažič)



POGLED V OKO

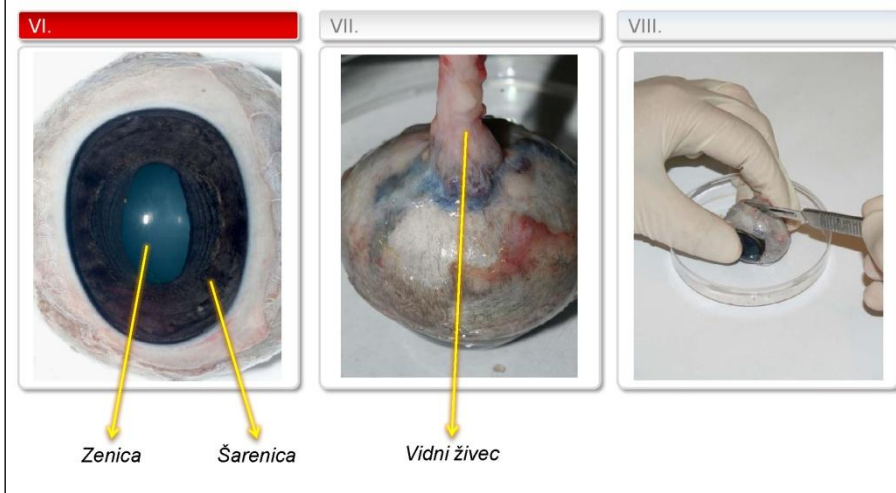
Seciranje očesa



Slika 29: Mišice in očesno zrklo (Avtor: Iztok Tomažič)

POGLED V OKO

Seciranje očesa

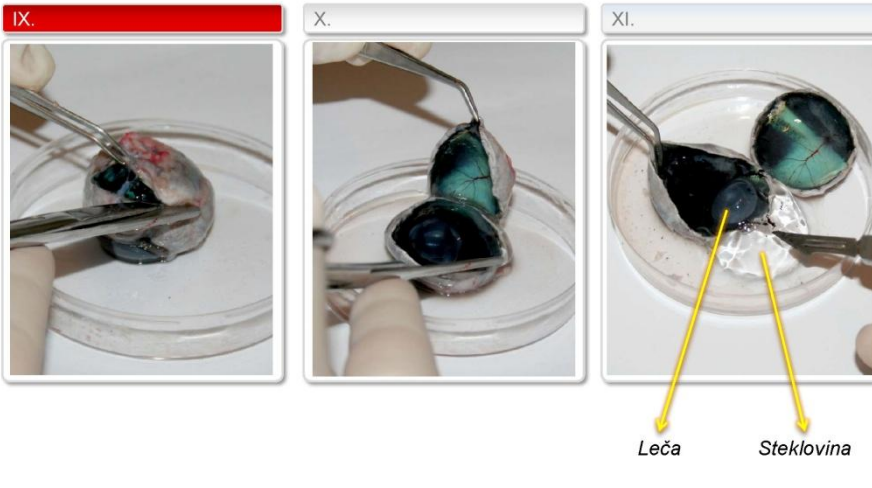


Slika 30: Zunanja zgradba očesnega zrkla (Avtor: Iztok Tomažič)



POGLED V OKO

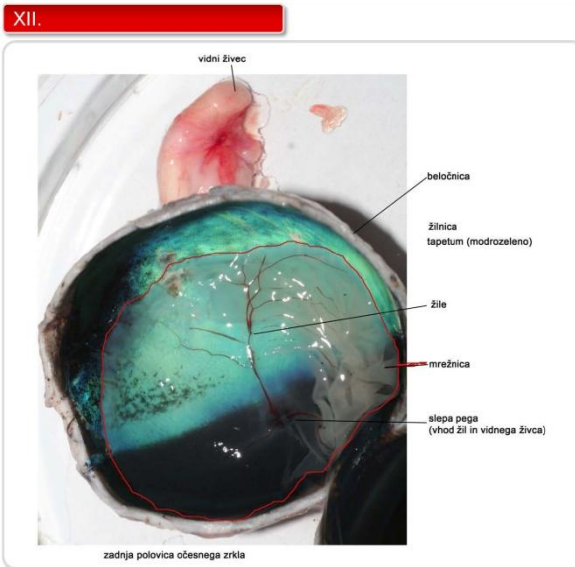
Seciranje očesa



Slika 31: Postopek sekcije očesnega zrkla (Avtor: Iztok Tomažič)

POGLED V OKO

Seciranje očesa



Slika 32: Zgradba očesa 1 (Avtor: Iztok Tomažič)



POGLED V OKO



Seciranje očesa

XIII.



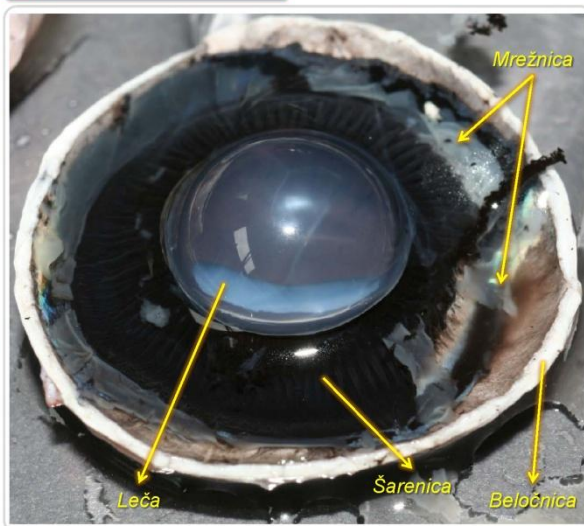
Slika 33: Zgradba očesa 2 (Avtor: Iztok Tomažič)

POGLED V OKO



Seciranje očesa

XIV.



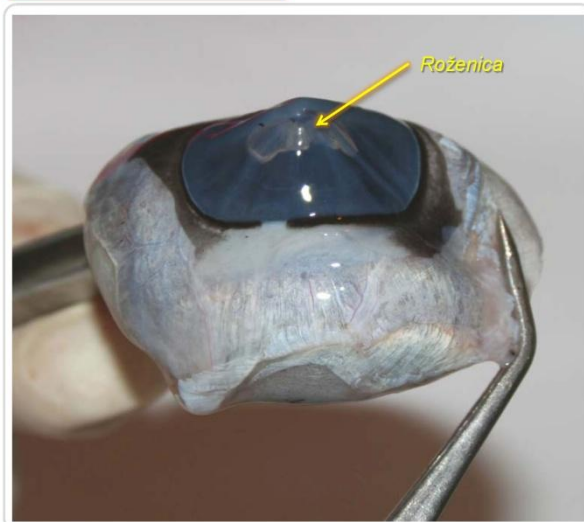
Slika 34: Zgradba očesa 3 (Avtor: Iztok Tomažič)



POGLED V OKO

Seciranje očesa

XV.

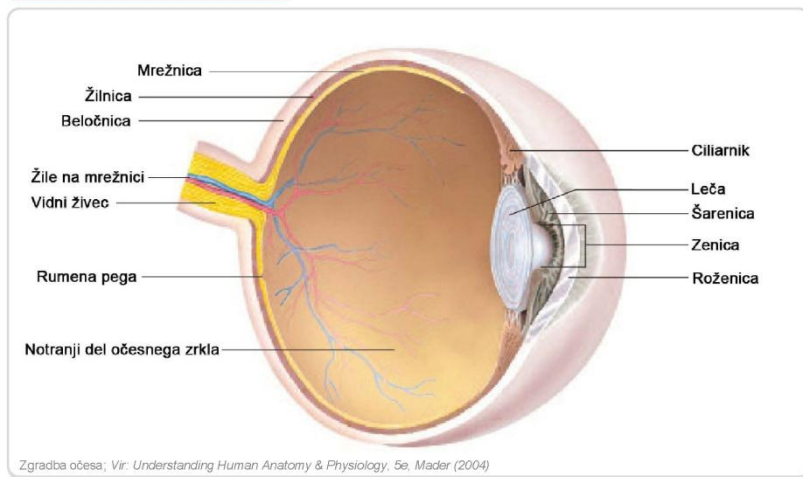


Slika 35: Zgradba očesa 4 (Avtor: Iztok Tomažič)

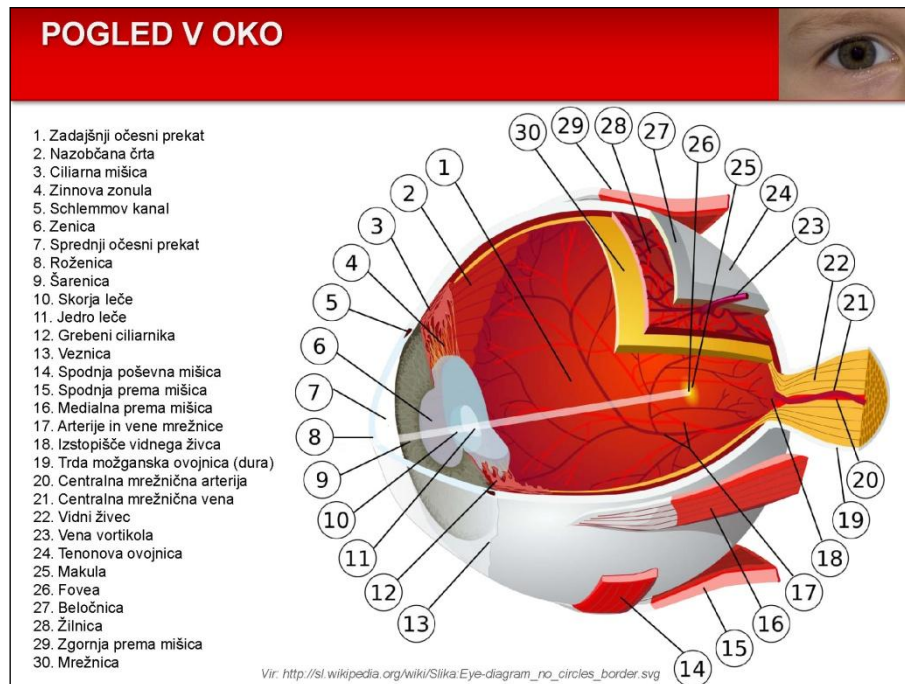
POGLED V OKO

Seciranje očesa

XVI.



Slika 36: Zgradba očesa - shema 1 (Avtor: Iztok Tomažič)



Slika 37: Zgradba očesa - shema 2 (Avtor: Izток Tomažič)

Viri

- 1) Bixler, R. D., & Floyd, M. F. (1999). Hands On or Hands Off? Disgust Sensitivity and Preference for Environmental Education Activities. *Journal of Environmental Education*, 30(3), 4-11.
- 2) Falk, J. H. (1983). Field trips - a look at environmental-effects on learning. *Journal of Biological Education*, 17(2), 137-142.
- 3) National Association of Biology Teachers [NABT] (2008). The use of animals in biology education. NABT Position Statements. Dostopno: junij, 2010; <http://www.nabt.org/websites/institution/index.php?p=97>.
- 4) National Science Teachers Association [NSTA] (2005). Responsible use of live animals and dissection in the science classroom. NSTA Position Statement. Dostopno: junij, 2010; <http://www.nsta.org/about/positions/animals.aspx>.
- 5) Holstermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2009). The influence of emotion on students' performance in dissection exercises. *Journal of Biological Education*, 43(4), 164-168.
- 6) Diagram očesa: http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Eye-diagram_no_circles_border.svg
- 7) Sadava, D. (2007). *Life: the Science of Biology*, 8. izdaja. Sunderland: Sinauer Associates, Gordonsville: W.H. Freeman and Company (učbenik)



Dodatni viri

- 1) Adkins J., Lock R. 1994. Using animals in secondary education - a pilot survey. *Journal of Biological Education*, 28, 1: 48-52
- 2) Darwin C. (1872/1998). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. 3. izdaja, definitive edition. London, HarperCollins Publishers: 473 str.
- 3) Davey G. C. L., McDonald A. S., Hirisave U., Prabhu G. G., Iwawaki S., Jim C. I., Merckelbach H., de Jong P. J., Leung P. W. L., Reimann B. C. 1998. A cross-cultural study of animal fears. *Behaviour Research and Therapy*, 36, 7-8: 735-750
- 4) Ekman, P. (1992). Are there basic emotions. *Psychological Review*, 99(3), 550-553.
- 5) Izard, C. E., Libero, D. Z., Putnam, P., & Haynes, O. M. (1993). Stability of emotion experiences and their relations to traits of personality. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64(5), 847-860.
- 6) Kraus, S. J. (1995) Attitudes and the prediction of behaviour: a meta-analysis of the empirical literature. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21(1), 58-75.
- 7) Strgar J. 2007. Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42, 1: 19-23.
- 8) Schiefele U., Csikszentmihalyi M. 1994. Interest and the quality of experience in classrooms. *European Journal of Psychology of Education*, 9, 3: 251-270
- 9) Rozin P., Haidt J., McCauley C. R. 1999. Disgust: The Body and Soul Emotion. *Handbook of Cognition and Emotion*. Dalglish T. (ur.), Power M. J. (ur.). Sussex: UK, John Wiley & Sons: 429-445
- 10) Woody S. R., Teachman B. A. 2000. Intersection of disgust and fear: Normative and pathological views. *Clinical Psychology-Science and Practice*, 7, 3: 291-311
- 11) Woody S. R., Tolin D. F. 2002. The relationship between disgust sensitivity and avoidant behavior:: Studies of clinical and nonclinical samples. *Journal of Anxiety Disorders*, 16, 5: 543-559.

Avtorja gradiva: Iztok Tomažič in Gorazd Planinšič



Institucija: UL Biotehniška fakulteta, UL FMF

Evalvator(ji) gradiva: dr. Tatjana Vidic, Vilma Cunk (OŠ Simona Jenka Kranj)

BIODIVERZITETA - Raziskujemo vodne drsalce- površinska napetost vode in organizmi

Strategija (metoda): KLASIČEN POUK IN IZKUSTVENO UČENJE (EXPERIENTIAL LEARNING HANDS-ON), RAZISKOVALNO UČENJE

Starostna skupina, razred: od 6. razreda OŠ do 3. letnika GIMNAZIJE

Kompetence, ki se razvijajo:

a) generične:

- **Gk1.** sposobnost zbiranja informacij,
- **Gk2.** sposobnost analize in organizacija informacij,
- **Gk3.** sposobnost interpretacije,
- **Gk4.** sposobnost sinteze zaključkov,
- **Gk5.** sposobnost učenja in reševanja problemov,
- **Gk6.** prenos teorije v prakso,
- **Gk7.** uporaba matematičnih idej in tehnik,
- **Gk8.** prilagajanje novim situacijam,
- **Gk9.** skrb za kakovost,
- **Gk10.** sposobnost samostojnega in timskega dela,
- **Gk11.** organiziranje in načrtovanje dela,
- **Gk12.** verbalna in pisna komunikacija,
- **Gk13.** medosebna interakcija,
- **Gk14.** varnost.

b) predmetno-specifične: **opazovanje, eksperimentalno delo, odnos do organizmov, okoljske vrednote, pro-okoljsko delovanje**

c) dodatne:

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Biologija

- **ekosistemi** (6. in 7. razred);
- **sistematika in ekologija** (8. razred);
- **primerjava strukture in funkcije ter ekologija in biodiverziteta (gimnazija)**

Fizika

- **tekočine - izbirno poglavje** (Poznajo površinsko napetost in razložijo nekatere zanimive naravne pojave.)

Kemija

- **zgradba in lastnosti organskih kisikovih spojin (OŠ, GIM); LIPIDI:** poznajo delovanje površinsko aktivnih snovi in pomen dodatkov; razumejo vplive



molekulske zgradbe detergentov na biorazgradljivost; proučujejo probleme onesnaževanja z detergentsi.

Način evalvacije: pred/po-test; čustva/odnos/znanje, mnenje učencev/dijakov, evalvacija učiteljev

Zakaj se lahko vodni drsalci premikajo po vodni gladini?

Ste kdaj ob vodnem viru na vodni gladini opazili "roj" približno 2 cm velikih živali? Če so izgledale tako kot žival na fotografiji, so to bili vodni drsalci. Namreč, nekatere žuželke, pajki in mnogi manjši organizmi se lahko brez težav premikajo po vodni gladini.

Površina telesa vodnih drsalcev močno odbija vodo. Dlačice, ki jih imajo na nogah, so nameščene so pod določenim kotom. Med te dlavice se ujame zrak. Tudi noge postavljajo vodni drsalci na vodno gladino pod določenim kotom, kar jim omogoča premikanje po vodni gladini.

Človek s svojim poseganjem v okolja močno vpliva na življenje in preživetje živali, ki živijo v njih. Učenci lahko ugotavljajo, kako različne koncentracije detergentov v vodi vplivajo na premikanje vodnih drsalcev.



Slika 38: Vodni drsalec - Gerris sp.

V živem svetu najdemo mnogo primerov, pri katerih organizmi »izkoristijo«
fizikalne zakone za svoje preživetje. Površinska napetost vode je tema, ki jo je mogoče učinkovito povezati tako z biološkega, kemijskega kot tudi fizikalnega stališča.

Kako na primeru vodnih drsalcev povezati vsebine biologije, kemije in fizike? Učenci z opazovanjem živali podrobno spoznajo njihovo zunanjo zgradbo, jih poskusijo uvrstiti v sistem in opazujejo, kako se premikajo. Ugotavljajo, kako različne koncentracije čistil (detergentov) v vodi vplivajo na življenje in preživetje vodnih drsalcev. V povezavi s tem spoznajo tudi pomen površinske napetosti vode za živali ter kemijsko zgradbo in lastnosti detergentov.

Izvedba in preverjanje gradiva

- Ne glede na način pouka:** učenci naj si najprej dobro ogledajo živali. Ker so živali dokaj majhne, potrebujejo lupe. Nekaj časa naj jih opazujejo. Zabeležijo naj svoja opažanja in skicirajo živali. Nato naj se osredotočijo na živali, ki "hodijo" po vodni gladini.
- Poskusijo naj, ali se vodni drsalci potopijo, če jih poškopijo z vodo?



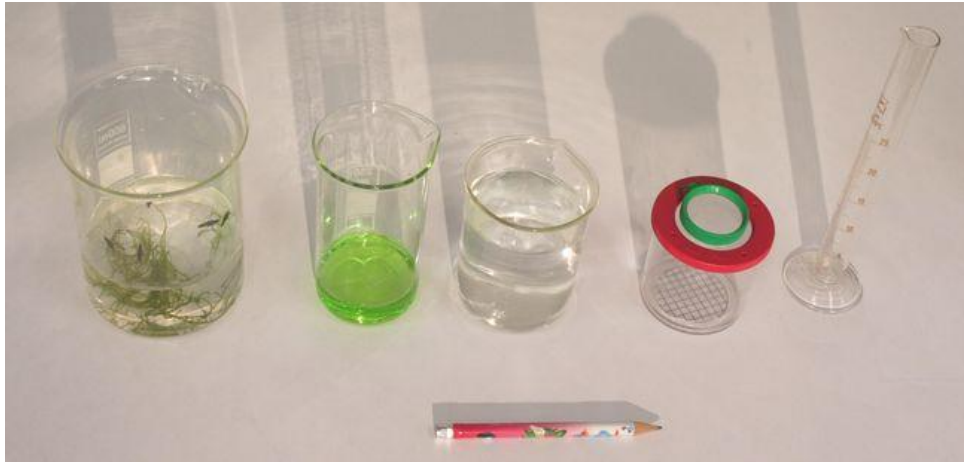
- c) Razmislijo naj in zapišejo, zakaj se lahko živali gibljejo po vodni gladini.
- d) Pri **strukturiranem raziskovanju** naj izvedejo poskus po priloženih navodilih.
- e) Pri **prostem raziskovanju** naj poskusijo samostojno rešiti "Ali vnašanje detergentov v vodne sisteme vpliva na gibanje vodnih drsalcev?" Zastavijo si raziskovalno vprašanje, oblikujejo hipoteze, načrtujejo poskus, ga izvedejo, zapišejo rezultate, oblikujejo zaključke in jih predstavijo kolegom. Poskus naj izvedejo pri obeh načinih raziskovanja učitelji, saj je za delo z živalmi potrebno imeti dovolj izkušenj, da živali niso v prevelikem stresu. Pri prostem raziskovanju naj učenci skupaj z učiteljem izberejo najbolje načrtovan poskus le od ene skupine v razredu.
- f) Podoben poskus pa je lahko izveden z drugimi materiali in ne le z živalmi. Tudi tak poskus se lahko vključi v načrtovanje poskusa (učenci se odločijo za ptičje pero - puh, sponko, ...). To je eden od načinov s katerim je mogoče preveriti ali bodo učenci z nadomestnim materialom (neživim) prav tako povezali rezultate z učinkom detergentov na organizme in tudi spremenili odnos do živali kot v primeru, ko bomo detergentu izpostavili prve.
- g) Ker preverjamo poleg znanja o površinski napetosti in vodnih drsalcih tudi razvoj generičnih kompetenc, bomo v ta namen pripravili intervju v katerem bomo preverili: (1) kako učenci razumejo pomen biološkega znanja za pravilno odločanje glede okoljskih problemov, (2) njihovo razumevanje eksperimentalnega dela, (3) njihov odnos do okoljskih problemov in skrb za živali, (4) zanimanje za naravoslovno znanost in pouk naravoslovja.
- h) Učne ure bomo posneli (zvočni zapis).

Vpliv detergentov na gibanje vodnih drsalcev (sponka v vodi, pero,...)

STRUKTURIRANO RAZISKOVANJE

Kaj potrebujete?

- vodne drsalce
- detergent (za pomivanje posode)
- destilirano vodo
- 5 prozornih posodic za raztopine ($h=10\text{cm}$)
- merilni valj
- papir in svinčnik



Slika 39: Materiali poskusa.

Potek eksperimenta

- Pripravite raztopine različnih koncentracij (%) in kontrolo.
- Posodice napolnite do 1/3 z različnimi raztopinami detergenta.
- V posodico z najnižjo koncentracijo detergenta dajte prvega vodnega drsalca. Učenci naj zabeležijo lego živali.
- Vodnega drsalca dajte čim prej iz raztopine in ga sperite z destilirano vodo. Za nekaj časa ga dajte v ločeno posodo s papirnato brisačo.
- Če bi ga vrnili med druge drsalce, bi ga ti lahko smatrali za plen.
- Postopek ponovite še z drugimi drsalci in koncentracijami raztopine.
- Učenci naj vsakič zabeležijo položaj drsalcev.
- Učenci naj narišejo graf potopitve vodnega drsalca v odvisnosti od koncentracije detergenta.
- Z učenci se pogovorite o rezultatih.

Varnost

Zakaj učiteljeva izvedba in ne samostojno delo učencev pri izvajanju poskusa?

Živali so pri takem delu v stresni situaciji. Zato je primerneje, da tak poskus izvede učitelj. Vodni drsalci so nežne živali in za rokovanje z njimi potrebujemo kar nekaj spretnosti.

UČNI LIST – površinska napetost in organizmi. (skupno vsem: skupina po največ 5 učencev)

1. Oglej si živali v kozarcu in jih nariši. Pomagaš si lahko z lupo.

a _____ b _____ c _____

d _____ e _____ f _____



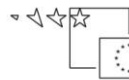
2. Koliko različnih vrst je v kozarcu? _____
3. Na kratko opiši podobnosti in razlike med njimi!
4. Zakaj nekateri organizmi prihajajo na površje?
5. Zakaj lahko nekatere živali »tekajo« po gladini?

Člani skupine:

PROSTO RAZISKOVANJE

V skupini se pogovorite in načrtujte poskus, s katerim boste ugotovili, kako detergenti vplivajo na gibanje vodnih drsalcev.

NAČRTOVANJE POSKUSA	SKUPINA _____	SKUPNA IZBIRA
Oblikujte raziskovalno vprašanje.		
Oblikujte hipotezo.		
Določite odvisno spremenljivko. (kaj merimo?)		
Določite neodvisne spremenljivke. (kaj smo določili?)		
Oblikujte kontrolo.		



Oblikujte ponovljivost.	
Določite konstante.	
Kako ste zagotovili veljavnost in zanesljivost poskusa?	

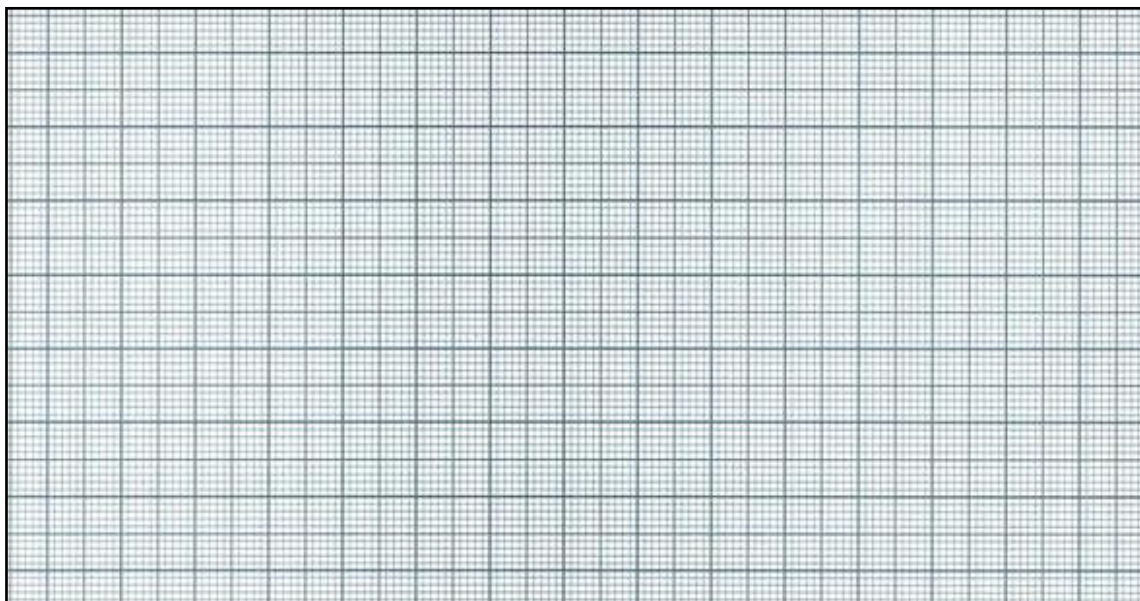
Vsaka skupina naj poroča o načrtovanem poskusu. Skupaj se odločite za najprimernejšo izvedbo. Učitelj naj nato izvede poskus, s katerim boste ugotovili, kaj se bo dogajalo z živalmi po dodatku detergenta. Poskus naj izvaja učitelj, saj je potrebno primerno poskrbeti za živali. Učitelj je za tako delo z živalmi usposobljen. Tvoja naloga pa je, da natančno opazuješ, kaj se bo z njimi dogajalo.

6. V tabelo sproti zapisuj svoja opažanja.

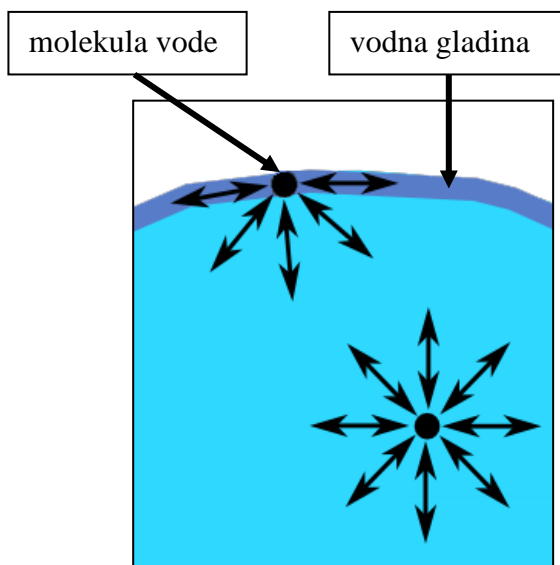
N		
1		
2		
3		
4		
5		
6		



Graf:



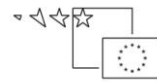
7. V skupini se pogovorite in napišite, zakaj se je to zgodilo. V pomoč vam je lahko slika na tej strani.



Na naslednji strani si lahko prebereš nekaj stavkov o tem pojavu in preveriš ali se tvoje ugotovitve skladajo s spodaj zapisanim.

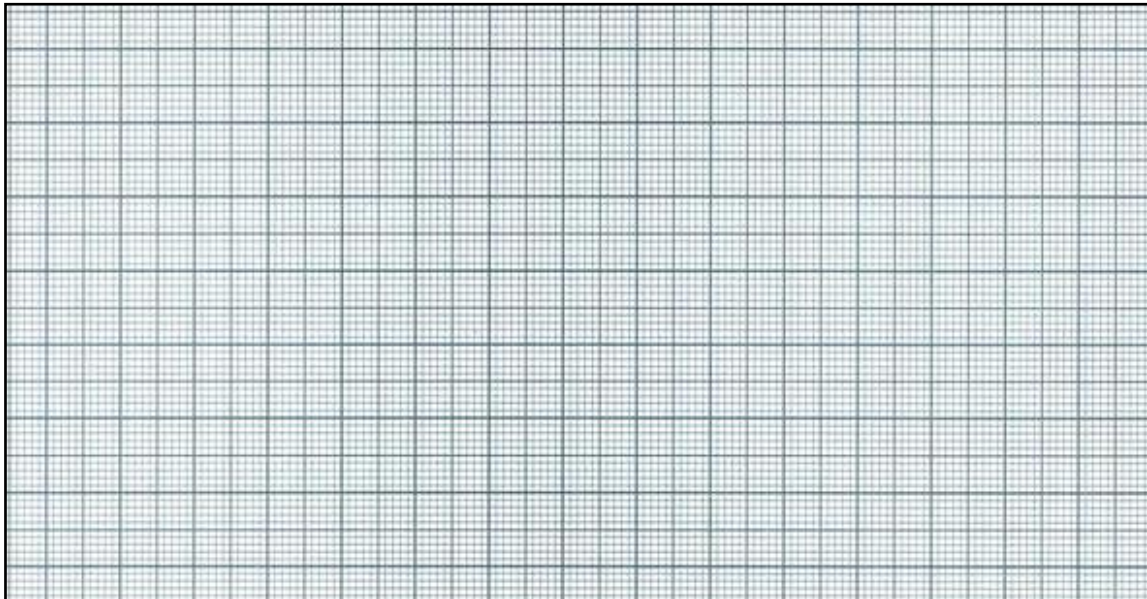
8. V tabelo sproti zapišuj svoja opažanja.

N		
1		
2		



3		
4		
5		
6		

Graf:



9. V skupini se pogovorite in napišite, zakaj se je to zgodilo.

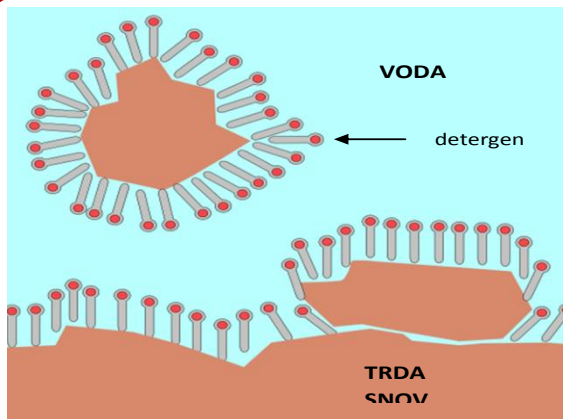
Na naslednji strani si lahko prebereš nekaj stavkov o tem pojavu in preveriš ali se tvoje ugotovitve skladajo s spodaj zapisanim.



Nekatere živali "hodijo" po vodni gladini (v pripravi)

Ste kdaj ob vodnem viru na vodni gladini opazili roj približno 2 cm velikih živali? To bi lahko bila kakšna izmed vrst žuželk, ki se lahko premikajo (»hodijo«) po vodni gladini. Namreč, nekatere žuželke, pajki in mnogi manjši organizmi izkoriščajo površinsko napetost vode za premikanje. Te živali imajo na nogah ogromno število drobnih, močno hidrofobnih dlačic, ki so nameščene pod določenim kotom. Med te dlačice je ujet zrak. Živali postavljajo noge na vodno gladino pod določenim kotom, kar jim omogoča učinkovito uporabo površinske napetosti vode za premikanje po vodni gladini.

Kaj pomeni hidrofobno? Hidro pomeni voda, fobno pa ne imeti rad. Te dlačice imajo torej tako strukturo, ki prepreči, da bi voda posamezno dlačico popolnoma oblila. Molekule detergenta imajo posebno zgradbo, hidrofилno (filno pomeni imeti rad) glavo in hidrofoben rep. Molekule s hidrofobnimi repi obdajo dlačice. Hidrofilni deli pa so obrnjeni proti molekulam vode. Voda tako obda (omoti) dlačice na nogah živali. Ker se s tem zniža površinska napetost, se živali ne morejo več obdržati na vodni gladini in potonejo. Če ne pridejo pravočasno do zraka, lahko celo utonejo.



Čistila

Slika 40: čistila (Avtor: Iztok Tomazič)

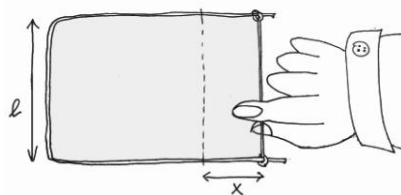
Površinska napetost



Površina tekočin² se v nekaterih pogledih obnaša kot napeta opna, npr. kot stena gumijastega balončka. Takšno obnašanje lahko razložimo z mikroskopsko sliko. Na molekulo, ki se nahaja nekje znotraj tekočine, delujejo kohezijske sile med sosednjimi molekulami. Narava teh sil je elektromagnetna. Medmolekulski potencial ima pri določeni razdalji minimum; če približamo molekuli pod to razdaljo, deluje odbojna sila, če ju oddaljimo, pa privlačna sila. Nekje pod gladino delujejo na izbrano molekulo kohezijske sile v vseh smereh, rezultanta je torej 0.

Molekula nekje na površini tekočine pa doživlja le kohezijsko silo molekul pod njo, zato je rezultanta kohezijskih sil usmerjena navzdol (pravokotno na gladino). Ker molekula v povprečju miruje, je vsota sil nanjo zopet enaka 0: rezultanto kohezijskih sil uravnoveša odbojna sila med molekulami. Molekule tik ob površini so v povprečju rahlo bližje sosedam pod njimi kot molekule globlje v tekočini. Tekočina je tik ob površini rahlo stisnjena. Molekule na površini pritiskajo na tekočino in tako skušajo zmanjšati celotno površino tekočine (zato se npr. kapljice tekočine v breztežnem prostoru oblikujejo v pravilne kroglice).

Če povečujemo površino tekočine (npr. tako, da premikamo stene posode), dosežemo, da nekatere molekule iz notranjosti postanejo "površinske" molekule. Molekule na površini moramo zato razmakniti s silo v smeri premika, da naredijo prostor za nove molekule. Opravljeno delo gre za povečanje površine tekočine. Podobnost s prožno opno se tukaj neha! Če raztegujemo prožno opno, sila praviloma narašča z raztežkom (če je zveza linearna, govorimo o Hookovem zakonu). Površina tekočine se obnaša drugače. Sila, ki je potrebna za premik izbrane meje površine, je sorazmerna z dolžino meje l (nasproti prečki, ki jo vlečemo) in je neodvisna od premika x (glej sliko 41). Sile na vodoravne dele okvirja na sliki ne vplivajo na silo, s katero vlečemo prečko, saj so nanjo pravokotne.



Slika 41: Ko enakomerno vlečemo gibljivo stranico žičnega okvirja, na katerem je napeta milnična opna, je sila ves čas enaka $l\gamma$.

² Ves čas bomo obravnavali kapljevine in jim rekli kar tekočine.



Razmerje med silo in dolžino meje je odvisno le od izbrane tekočine, zato je smiselno definirati količnik, ki pove, kolikšna sila deluje na enoto dolžine meje površine

$$\gamma = \frac{F}{l}$$

Količnik imenujemo *površinska napetost* tekočine (enota N/m), silo pa sila površinske napetosti.

V definiciji lahko vidimo tudi razmerje med vloženim delom Fx in na novo nastalo površino lx . Ko povečamo površino tekočine, opravimo delo. Pri tem prenesemo nekaj molekul iz notranjosti, kjer imajo več sosedov in so vezane močnejše, na površino, kjer imajo manj sosedov in so manj vezane. Vpeljemo *površinsko energijo*, ki je enaka

$$W_s = \gamma S.$$

Tekočina z veliko površinsko napetostjo se obnaša kot močno napeta opna, ki jo je težko predreti. Voda je tekočina z razmeroma veliko površinsko napetostjo (glej tabelo 1). Kar koli dodamo vodi, praviloma le zmanjša njeno površinsko napetost. Mila zmanjšajo površinsko napetost vode, tako da ta lahko prodre v majhne pore na rokah ali v tkanini in omoči snov. Snovem, ki zmanjšujejo površinsko napetost, pravimo *surfaktanti*.

Tabela 1: Površinska napetost nekaterih tekočin

snov	površinska napetost (N/m)
živo srebro (20°C)	0,44
etilni alkohol (20°C)	0,023
voda (20°C)	0,072
benzen (20°C)	0,029
milnica (20°C)	≈0,025

Kot smo omenili v uvodu, skuša sila površinske napetosti površino oblikovati tako, da bi bila ta najmanjša. Težnjo po čim manjši površini lahko razumemo tudi kot težnjo po čim manjši energiji. To spoznanje je primer splošnega načela o minimalni prosti energiji, ki pravi, da je prosta energija (običajno jo označimo s F) katerega koli sistema v termodinamičnem ravnovesju minimalna.

**PRIMER IZ VELJAVNEGA UČNEGA NAČRTA ZA BIOLOGIJO - GIMNAZIJA****G Ekologija**

G2 Organizmi v okolju živijo v populacijah in izkoriščajo žive in nežive danosti okolja, ki jih s skupnim izrazom imenujemo ekološka niša vrste.

3 spoznajo, da na organizme v različnih ekosistemih vplivajo abiotiski dejavniki (svetloba, UV sevanje, toplota, anorganske snovi, pH, osredje oziroma medij, ki obdaja organizem) in razumejo funkcionalno povezavo biocenoz z biotopom 4 spoznajo in uporabijo nekatere metode za preučevanje biotskih in abiotiskih dejavnikov v ekosistemih.

Podrobnejša navodila in vsa gradiva učitelji dobijo pred preizkušanjem gradiv

Vprašalnik OKOLJSKE DEJAVNOSTI, POVRŠINSKA NAPETOST VODE IN VODNI DRŠALCI

Ime in priimek _____

Spol: moški ženski **Starost** _____ ; **Razred:** _____, **Ocena naravoslovja:** _____

V naravo hodim

a) enkrat dnevno. b) enkrat tedensko. c) enkrat na mesec. d) le izjemoma.

Živim v: a) mestu b) v predmestju c) na podeželju

Vodnega drsalca sem že držal/a v rokah.	DA	NE
Vodnega drsalca sem v naravi že opazoval/a.	DA	NE
Žuželk se bojim.	DA	NE
Luže (mlake) polne nitastih alg so nagravžne (nagnusne).		DA
NE		
Raje bi raziskoval/a lužo, katere voda je bistra, kot lužo z motno vodo.		DA
NE		

Oceni, kako neprijetno bi ti bilo, če bi nekdo želel, da

Trditev	Vrednosti
nabereš vzorce blata z dna mlake, ribnika ali reke ter jih primerjaš med seboj (barva, vonj, velikost delcev).	0 1 2 3 4
nabereš vzorce blata z dna mlake, ribnika ali reke ter primerjaš organizme, ki so v njih.	0 1 2 3 4
nabereš vzorce vode iz onesnaženega jezera in testiraš prisotnost različnih raztopljenih snovi	0 1 2 3 4
uloviš 30 vodnih žuželk v mlaki in jih določiš.	0 1 2 3 4

1 = sploh ne bi bilo neprijetno; 2 = ne bi bilo neprijetno; 3 = ne bi bilo niti prijetno niti neprijetno; 4 = bilo bi neprijetno; 5 = bilo bi zelo neprijetno



Kako nagnusni se ti zdijo spodaj omenjeni dogodki?

0 = ni nagnusna; 1 = rahlo nagnusna; 2 = nagnusna; 3 = zelo nagnusna; 4 = tako nagnusna, da bi bruhal

Trditev	Vrednosti				
Na lasišču najdeš pritrjenega klopa.	0	1	2	3	4
Začutiš ščurka, ki ti hodi po roki.	0	1	2	3	4
Pomotoma stopiš na živalski iztrebek.	0	1	2	3	4
Vidiš klopa, ki ti pleza po telesu.	0	1	2	3	4
Pomotoma primeš polža.	0	1	2	3	4
V močvirju moraš z golo roko pobrskat po vodi.	0	1	2	3	4
Muha pristane v tvojih laseh.	0	1	2	3	4
Imaš od prahu in potu umazano kožo.	0	1	2	3	4
Imaš od žuželk popokano kožo.	0	1	2	3	4
Moraš sedeti na mokri travi.	0	1	2	3	4
Popikajo te komarji.	0	1	2	3	4
Srbi te zaradi hoje po visoki travi.	0	1	2	3	4
Stopiš v blato ob robu ribnika.	0	1	2	3	4
Sediš na starem deblu drevesa v gozdu.	0	1	2	3	4
Sediš na tleh v gozdu.	0	1	2	3	4

VPRAŠALNIK O ODNOSU UČENCEV DO VODNIH DRŠALCEV (DELOVNA VERZIJA)

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, s katerim boš ocenjeval tvoje mnenje do posameznih trditev v vprašalniku. Želimo izvedeti, kakšen je tvoj odnos do živali. Podatki o anketirancu so tajni. Rešitve ne bodo vplivale na tvojo oceno pri tem predmetu.



Pomen vrednosti: 1= se nikakor ne strinjam; 2= se ne strinjam; 3= nimam posebnega mnenja; 4= se strinjam, 5= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Vodni drsalci niso nič posebnega.	1	2	3	4	5
Vodnih drsalcev se bojim.	1	2	3	4	5
Vodne drsalce bi z veseljem proučeval v naravi.	1	2	3	4	5
Raje bi bral o vodnih drsalcih, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
Ne moti me, če okoli mene plavajo vodni drsalci.	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so nagravžni (nagnusni).	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so v naravi zelo pomembni.	1	2	3	4	5
Vodne drsalce bi bilo najbolje kar pobiti.	1	2	3	4	5
Ubijanje vodnih drsalcev za zabavo je kruto.	1	2	3	4	5



Raje bi si ogledal model vodnega drsalca kot živega.	1	2	3	4	5
Če bi mi kdo pripovedoval o vodnih drsalcih bi se dolgočasil.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal oddajo o vodnih drsalcih, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
Želim izvedeti, kako živijo vodni drsalci.	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so koristni, ker lovijo mrčes.	1	2	3	4	5
Rad bi bral o vodnih drsalcih.	1	2	3	4	5
Rad bi spoznaval različne vrste vodnih drsalcev.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako se vodni drsalci premikajo, kako vidijo in slišijo.	1	2	3	4	5
Tudi vodni drsalci imajo pravico živeti.	1	2	3	4	5
Vodne drsalce lahko pobijamo, dokler posamezne vrste teh živali niso ogrožene.	1	2	3	4	5
Želim izvedeti, kako se vodni drsalci razmnožujejo.	1	2	3	4	5
Vodne drsalce bi lahko opazoval dolgo časa.	1	2	3	4	5
Nobene škode ne bi bilo, če bi izsušili mlake kjer živijo vodni drsalci.	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so premajhni, da bi bili pomembni.	1	2	3	4	5
Zaradi izpuščanja čistil v vode neupravičeno ubijamo živali, ki tam živijo.	1	2	3	4	5
Menim, da so vodni drsalci grdi.	1	2	3	4	5
Ne bi se šel kopati v jezero, če bi vedel, da tam živijo vodni drsalci.	1	2	3	4	5
Mrčes, kot so vodni drsalci je potrebno uničiti z insekticidi.	1	2	3	4	5

Ime in priimek _____
Natančno preberi spodnje trditve in se opredeli glede njihove pravilnosti.

Trditve	Odgovor (obkroži)
Večina žuželk je strupenih.	drži / ne drži / ne vem
Odrasle žuželke imajo 4 pare nog.	drži / ne drži / ne vem
Ličinke komarjev morajo priti po zrak na vodno gladino, ličinke kačjih pastirjev pa ne, ker dihajo s "škrkami".	drži / ne drži / ne vem
Vodni drsalci so plenilci.	drži / ne drži / ne vem
Vodni drsalci plavajo po vodni gladini, ker so tako lahki.	drži / ne drži / ne vem
Vodni drsalci so vrsta komarjev.	drži / ne drži / ne vem
Če se površinska napetost vode zniža, žuželke lažje "hodijo" po vodni gladini.	drži / ne drži / ne vem
Ličinke vodnih drsalcev živijo pod vodno gladino.	drži / ne drži / ne vem
V vodi raztopljena čistila povečajo površinsko napetost vode.	drži / ne drži / ne



	vem
Vodni drsalci se ne levijo.	drži / ne drži / ne vem
Zaradi raztopljenih čistil v vodi bi vodni drsalci potonili.	drži / ne drži / ne vem
Žuželke imajo telo zgrajeno iz glave, oprsja in zadka.	drži / ne drži / ne vem
Vodni drsalci imajo krila.	drži / ne drži / ne vem
Žuželke imajo zunanje ogrodje.	drži / ne drži / ne vem
Čistilo v vodi povzroči, da voda prodre med dlačice na telesu vodnih drsalcev.	drži / ne drži / ne vem
Čistilo povzroči, da se pomešata olje in voda.	drži / ne drži / ne vem

Viri

1. Braund M. 1991. Children's Ideas in Classifying Animals. *Journal of Biological Education*, 25, 2: 103-110
2. Bixler R. D., Floyd M. F. 1999. Hands On or Hands Off? Disgust Sensitivity and Preference for Environmental Education Activities. *Journal of Environmental Education*, 30, 3: 4-11
3. Davey G. C. L., McDonald A. S., Hirisave U., Prabhu G. G., Iwawaki S., Jim C. I., Merckelbach H., de Jong P. J., Leung P. W. L., Reimann B. C. 1998. A cross-cultural study of animal fears. *Behaviour Research and Therapy*, 36, 7-8: 735-750
4. Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V. 1994. *Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas*. New York, Routledge: 210 str.
5. Kellert S. R. 1996. *The value of life: biological diversity and human society*. Washington: DC, Island Press: 263 str.
6. Leeming F. C., Dwyer W. O., Bracken, B. A. 1995. Children's Environmental Attitude and Knowledge Scale: Construction and Validation. *Journal of Environmental Education*, 26, 3: 22-31
7. Leeming F. C., Porter B. E., Dwyer W. O., Cobern, M. K., Oliver, D. P. 1997. Effects of Participation in Class Activities on Children's Environmental Attitudes and Knowledge. *Journal of Environmental Education*, 28, 2: 33-42
8. Lindemann-Matthies P. 2002. The Influence of an Educational Program on Children's Perception of Biodiversity. *Journal of Environmental Education*, 33, 2: 22-31
9. Lindemann-Matthies P. 2005. 'Loveable' mammals and 'lifeless' plants: how children's interest in common local organisms can be enhanced through



- observation of nature. *International Journal of Science Education*, 27, 6: 655 - 677
10. Lindemann-Matthies P. 2006. Investigating Nature on the Way to School: Responses to an educational programme by teachers and their pupils. *International Journal of Science Education*, 28, 8: 895-918
 11. Lock R. 1994. Biology - the study of living things. *Journal of Biological Education*, 28, 2: 79-80
 12. Lock R., Alderman P. 1996. Using animals in secondary school science lessons: Teacher experience and attitude. *Journal of Biological Education*, 30, 2: 112-118
 13. Morgan J. M. 1992. A theoretical basis for evaluating wildlife-related education-programs. *American Biology Teacher*, 54, 3: 153-157
 14. Orlans F. B. 1991. Use of animals in education - policy and practice in the united-states. *Journal of Biological Education*, 25, 1: 27-32
 15. Paul E. S., Serpell J. A. 1993. Childhood pet keeping and humane attitudes in young adulthood. *Animal Welfare*, 2, 4: 321-337
 16. Prokop P., Prokop M., Tunnicliffe, S. D. 2008. Effects of keeping animals as pets on children's concepts of vertebrates and invertebrates. *International Journal of Science Education*, 30, 4: 431-449
 17. Rachman S. 2004. Fear of contamination. *Behaviour Research and Therapy*, 42, 11: 1227-1255
 18. Rozin P., Haidt J., McCauley C. R. 1999. Disgust: The Body and Soul Emotion. *Handbook of Cognition and Emotion*. Dalglish T. (ur.), Power M. J. (ur.). Sussex: UK, John Wiley & Sons: 429-445
 19. Silberstein, M., & Tamir, P. (1981). Factors Which Affect Students' Attitudes towards the Use of Living Animals in Learning Biology. *Science Education*, 65(2), 119-130.
 20. Strgar J. 2007. Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42, 1: 19-23
 21. Tamir P., Sever E. 1980. Students-attitudes toward the use of animals in biology teaching. *American Biology Teacher*, 42, 2: 100-103
 22. Tamir P., Shcurr Y. 1997. Back to living animals: an extracurricular course for fifth-grade pupils. *Journal of Biological Education*, 31, 4: 300-304
 23. Tamir P., Stavy R., Ratner N. 1998. Teaching science by inquiry: assessment and learning. *Journal of Biological Education*, 33, 1: 27-32
 24. Tilling S. 2004. Fieldwork in UK secondary schools: influences and provision. *Journal of Biological Education*, 38, 2: 54-58
 25. Tomažič I., Urbančič M., Glažar S.A. 2007. Dolgotrajni poskusi in učenje z raziskovanjem - energija v olupku banane. Med-predmetno povezovanje v naravoslovju. Bukovec N. (ur.). Ljubljana, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 162-172



26. Tomkins S. 2000. A review of the use of the brine shrimp, *Artemia* spp, for teaching practical biology in schools and colleges. *Journal of Biological Education*, 34, 3: 117-122
27. Tomkins S. P., Tunnicliffe S. D. 2001. Looking for ideas: observation, interpretation and hypothesis-making by 12-year-old pupils undertaking science investigations. *International Journal of Science Education*, 23, 8: 791-813
28. Verčkovnik T. 1993a. Kompleksni in hipotetični pojmi pri pouku biologije. *Biologija v šoli*, 2: 32-38
29. Verčkovnik T. 1993b. Pedagoška praksa malo drugače – učenje z izkušnjo za učence in bodoče učitelje. *Biologija v šoli*, 2: 27-31
30. Verčkovnik T. 1995: Odnos do živali-predsodki. Mednarodni simpozij: Raziskovalni dosežki v vzgoji in izobraževanju. Maribor, Univerza v Mariboru: 266-276
31. Verčkovnik T. 2000. Biologija v prenovljeni šoli (Biology in the redeveloped school). *Acta biologica Slovenica*, 43: 21-32
32. Vevar B. 2004. Gojitve organizmov in njihov vpliv na oblikovanje odnosa osnovnošolcev do živali: diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 80 str.
33. Volkman M. J., Abell S. K. 2003. Rethinking Laboratories. *The Science Teacher*, 70, 6: 38-41
34. Vrščaj D. 1990: Vivaristika v vzgojno-varstvenih ustanovah: magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 196 str.
35. Wandersee J. H. 1986. Plants or animals - which do junior-high-school students prefer to study. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 5: 415-426
36. Yen C.-F., Yao T.-W., Chiu Y.-C. 2004. Alternative Conceptions in Animal Classification Focusing on Amphibians and Reptiles: A Cross-Age Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 2: 159-174
37. Yore L. B., Boyer S. 1997. College students' attitudes towards living organisms: The influence of experience & knowledge. *American Biology Teacher*, 59, 9: 558-563



Avtorji gradiva: Gordana Hojnik, doc. dr. Andrej Šorgo, doc. dr. Jana Ambrožič-Dolinšek

Institucija: FNM

Poznavanje in stališča dijakov in študentov do genetskega zdravljenja (diplomsko delo)

ZAHVALA

Predstavljeno delo je nastalo v okviru projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc. Projekt poteka na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru ob finančni podpori Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije ter Evropskih socialnih skladov.

1. UVOD

Živimo v času velikega znanstvenega, tehnološkega in duhovnega napredka, ki odpira nove razsežnosti v razumevanju našega obstoja in prihodnosti. Posebno hitro se znanost razvija na področju moderne biotehnologije, kjer se odpirajo številni novi obeti za prihodnost. Eden od takih je genetsko zdravljenje, ki postaja vedno bolj aktualno.

To področje je še vedno v razvoju, zato smo se odločili, da diplomsko nalogo posvetimo tej zanimivi in aktualni temi, kjer je še veliko stvari neznanih, nejasnih in z etičnega vidika odpirajo številne pomisleke. V diplomski nalogi bi radi ugotovili, kaj dijaki oz. študentje vedo o genetskem zdravljenju, kakšno je njihovo znanje o genetiki in genetskem zdravljenju, kako bi oni sprejeli odločitve o takem zdravljenju, koliko so o tem že slišali in koliko jih takšna tema sploh zanima. Predvsem pa nas zanimajo njihova razmišljanja in stališča glede genetskega zdravljenja. Poimenovali in opisali smo nekatere postopke, procese in termine, ki imajo specifičen pomen in jih težje razumemo, npr. gen, genom, somatske celice, zarodne celice.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 KLASIČNA GENETIKA

Da bi lažje razumeli raziskovanja genetike v sedanosti, se moramo vrniti v preteklost, na začetek razvoja genetike. Izraz genetika je leta 1909 skoval britanski biolog William Bateson, čeprav so se odkrivanja na tem področju začela že prej (Watson in Berry, 2007).

Genetika je veda, ki preučuje dedovanje lastnosti organizmov (Komel, 2006). Začetki poskusov v genetiki segajo v obdobje 19. stoletja, ko je pater Gregor Mendel (1822-1884) z opraševanjem rastlin spoznaval osnovne zakonitosti genov. Prišel je do zaključka, da se genetska informacija, ki jo je imenoval



gen, prenaša s staršev na potomce, in da se vsak gen nahaja v obliki dveh alelov (očetovega in materinega zapisa), ki jih podedujejo potomci (Doljak, 2005). V času Mendelove smrti, leta 1902, so znanstveniki z zmogljivejšimi mikroskopi raziskovali zgradbo celic in v njihovih jedrih odkrili dolga nitasta telesa, ki so jih poimenovali »kromosomi« (Watson in Berry, 2007).

Nekaj let kasneje, leta 1909 so ugotovili, da se geni nahajajo na kromosomih. Thomas Hunt Morgan, ki v to teorijo ni najbolj verjel, je na poskusih z vinskimi mušicami ugotovil, da pri razvoju jajčec in semenčec posamezni kromosomi razpadejo na več delov in se nato ponovno sestavijo. Dandanes temu pravimo rekombinacija genov, ali tudi premeščanje genov na posameznih kromosomskih parih. Prav rekombinacija genov je Morganu in njegovim sodelavcem omogočila, da določijo položaj posameznih genov na kromosomu (Watson in Berry, 2007).

Leta 1953 sta James Watson in Francis Crick odkrila tridimenzionalno strukturo DNA, tako da sta analizirala rentgenski fotografiji oblike A in B DNA, ki sta jih naredila Maurice Wilkins in Rosalind Franklin. Ker je rentgenski uklonski vzorec imel obliko križa, je bil to dokaz, da je DNA vijačnica. Ugotovila sta, da DNA sestavljata dve verigi, ki ju skupaj povezujejo močne vodikove vezi med baznimi pari adenin-timin in gvanin-citozin. Leta 1958 sta Mathew Meselson in Frank Stahl opisala semikonzervativno replikacijo DNA (podvajanje DNA). Začne obdobje moderne genetike (Ridley, 2002).

2.2 MODERNA-MOLEKULARNA GENETIKA

V času od 1961 do 1966 sta Marshall Nirenberg in Har Gobind Khorana razvozlala genski zapis in tako ugotovila za vsakega od 64 kodonov, katero aminokislino predstavlja (Watson in Berry, 2007). Po letu 1970 je bilo možno nadzorovati in manipulirati izražanje (ekspresijo) genov s pomočjo genskega inženiringa. V zadnjih desetletjih 20. stoletja so se številni biologi osredotočili na obsežne projekte genetike (projekt Človeški genom).

2.2.1 MODERNA BIOTEHNOLOGIJA

Biotehnologijo v širšem smislu opredeljujemo kot integrirano uporabo molekularno-bioloških in inženirskih znanj za gospodarsko uporabo organizmov, njihovih delov in proizvodov. Biotehnologija je strokovno obsežna in poslovno razgibana gospodarska dejavnost, ki trži vrhunsko znanje v obliki patentov in proizvodov. Za biotehnologijo so značilni tesna povezava z znanostjo, hiter razvoj inovacij, multidisciplinarnost in možnost razvoja tudi v majhnem podjetniškem okolju.

Moderna biotehnologija je interdisciplinarna veda, ki ponuja nove možnosti za doseg ravnovesja med raziskovanjem, razvojem, proizvodnjo in trajnostnim razvojem okolja. Potencialne koristi in posledice napredka moderne biotehnologije za posameznika, družbo in okolje so vzpodbudile



široko javno razpravo. Razlika med klasično in moderno biotehnologijo je, da klasična biotehnologija vključuje že dolgo znane tehnologije npr. v pivovarstvu, pri hitrem razmnoževanju rastlin, pri biološkemu nadzorovanju škodljivcev, pri konvencionalnem pridobivanju serumov itd. Moderna biotehnologija, npr. gensko inženirstvo, pa vključuje predvsem tehnologije, ki temeljijo na uporabi tehnologije rekombinantne DNA, monoklonskih protiteles in novih procesnih tehnik. Če želimo razumeti procese bolj podrobno, je potrebno, da se najprej seznanimo s pojmi, ki so neposredno povezani z biotehnologijo.

Glede na projekt Človeškega genoma, je gen temeljna fizikalna in funkcionalna enota dedovanja v celici, dedna osnova. Gen je urejeno zaporedje nukleotidov, ki se nahajajo v določenem položaju kromosoma, ki kodira funkcionalno enoto (tj. beljakovino ali RNA molekulo) (Smith, 2010). Gen je genomsko zaporedje (DNA ali RNK), ki neposredno kodira molekule, ki nastanejo z izražanjem genov, bodisi **RNK** ali **proteini** in jih imenujemo **genski produkti**.

Človeški genom ali človeška dednina je celotna dedna zasnova posameznika, ki vsebuje vse podatke, ki so potrebni za sintezo vseh beljakovin v človeškem organizmu. Pravzaprav večina celic vsebuje dva genoma, izmed katerih smo enega dobili od matere in drugega od očeta. Ker imamo ljudje po dva izvoda vsakega kromosoma, imamo po dva izvoda vsakega gena in torej tudi dva genoma (Watson, 2007). Genomi različnih organizmov se razlikujejo po velikosti in številu genov (Komel, 2006). Zato popolna določitev zaporedja baz v genomu predstavlja podlago za raziskovanje dednih bolezni ter spoznavanje novih načinov zdravljenja teh bolezni. Človeški genom sicer zajema 23 parov kromosomov ter mitohondrijsko DNK, namen tega projekta pa je določitev zaporedja nukleotidov po enega od vseh različnih kromosomov in vsebuje 3,1 milijarde baznih parov³ (Watson, 2007). 22 parov je oštevilčenih po približni velikosti od največjega (številka 1) do najmanjšega (številka 22), medtem ko preostali par sestavljata spolna kromosoma: dva velika kromosoma X pri ženskah in en X ter en majhen Y pri moških (Ridley, 2002).

Vse telesne celice imajo enak genom. Ločimo *jedrni genom* (vsi geni v jedru) in *mitohondrijski genom* (vsi geni v mitohondrijih) (Brajkovič, 2006). Leta 1989 so pričeli z največjim projektom v zgodovini človeštva, ki so ga poimenovali Projekt Človeški genom, ki ga usklajuje Human Genome Organization (HUGO), v katerem sodeluje več kot 200 laboratorijev s celotnega sveta (Brajkovič, 2006).

³ Pravzaprav 6,2 milijard, kajti kromosomi oziroma molekule DNA so sestavljene iz dveh vijačno zavrtih verig (Watson, 2007).



Junija, leta 2000, so znanstveniki razglasili dokončanje prvega grobega nukleotidnega zaporedja. Februarja 2001, so začeli objavljati prve natančnejše analize v revijah Nature in Science. Projekt je bil dokončan aprila 2003, ravno ob 50. obletnici Watsonovega in Crickovega odkritja, s katero sta pričela obdobje molekulske biologije (Doljak, 2005). Nadaljnji izziv, s katerim naj bi se znanstveniki ukvarjali, pa je ugotoviti izražanje in uravnavanje genov ter določiti beljakovine, ki jih kodirajo določeni geni (Črne – Hladnik, 2004).

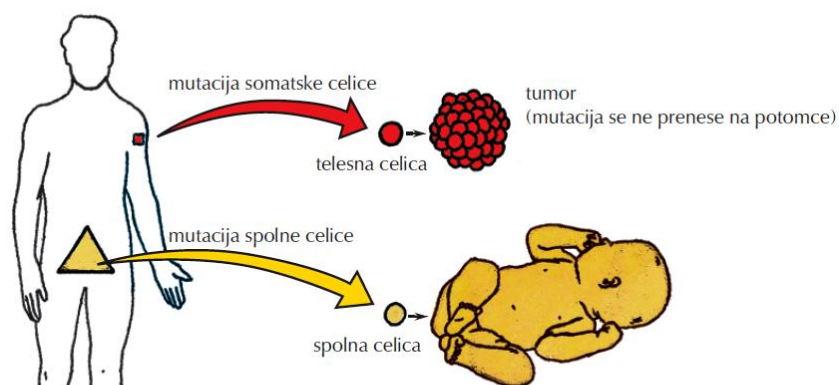
2.2.2 GENETSKE BOLEZNI

Genetske spremembe so spremembe v strukturi DNA. Njihove posledice se kažejo v strukturi beljakovin in s tem v zgradbi in delovanju celice oziroma organizma. Spremembe v genih so lahko posledica zunanjih dejavnikov, ki so lahko:

- fizikalni (npr. toplota, ultravijolična ali ionizirajoča sevanja),
- kemijski (npr. razne škodljive kemikalije, ki neposredno ali posredno reagirajo z DNA)
- biološki (npr. virusi),

lahko pa nastanejo tudi zaradi notranjih vzrokov (npr. zaradi motenj v delovanju encimov, ki popravljajo napake pri podvojevanju DNA) (Komel, 1998a).

Za genetske bolezni so lahko vzrok tudi mutacije DNA. Mutacija je vsaka sprememba v strukturi DNA (razen tistih, ki nastanejo zaradi normalne rekombinacije med mejozo), ki je celični popravljalni mehanizmi ne odstranijo, in tako postane stalna ter se prenaša na potomce. Kadar mutacija spremeni strukturo in število kromosomov, govorimo o *kromosomskih mutacijah*. Če pa pride do spremembe v številu celega kompleta kromosomov, govorimo o *genomski mutaciji*. Do mutacij lahko pride tudi v različnih genih, ne da bi s tem bili porušeni struktura in organizacija kromosomov. V takšnem primeru govorimo o *genskih mutacijah*, pri katerih je lahko navzoča kakršnakoli sprememba v zaporedju nukleotidov določenega gena (Komel, 1998a).





Če pride do mutacije v telesni (somatski) celici, se ta prenese na hčerinske telesne celice in jo poimenujemo *somatska mutacija*. Do mutacije pa lahko pride tudi v spolnih celicah in se mutacija prenese v vse celice bodočega organizma pa takšno mutacijo poimenujemo *zarodna mutacija* (Peterlin in Writzl, 2003).

Prokariotske in evkariotske celice so v evoluciji razvile sisteme za popravljanje napak v DNA, s posebnimi encimi. To storijo tako, da poiščejo nepravilnost in jo popravijo, ali pa spremenjeno nukleotidno zaporedje izrežejo in nato sintetizirajo novo DNA. Seveda se lahko zgodi, da popravljalni sistemi ne delujejo dobro ali da so tudi sami poškodovani. V takšnih primerih se napake v DNA prenesejo na hčerinske celice. Nastane mutacija – trajna sprememba števila in vrste nukleotidov, ki se prenaša iz ene celične generacije v drugo oziroma iz roda v rod (Komel, 2006).

Poznamo štiri skupine genetskih bolezni (Komel, 1998a):

Enogenske (monogenske) bolezni so posledica mutacije v posameznem genu. Spremenjena ali okvarjena je ena vrsta beljakovine, ki je del celične zgradbe oziroma njene biokemijske aktivnosti. Primeri takšnih bolezni so anemija srpastih celic, cistična fibroza in hemofilija.

Večgenske (poligenske) in večfaktorske (polifaktorske) bolezni so posledica sprememb v več različnih genih. Na potek in obliko bolezni pogosto vplivajo dejavniki iz okolja. Takšne bolezni so bolezni srca in ožilja, visok krvni tlak, sladkorna bolezen in Alzheimerjeva bolezen.

Somatske motnje so posledica v življenju pridobljenih mutacij v telesnih (somatskih) celicah. Številne oblike raka izvirajo iz v življenju pridobljenih poškodb genetskega materiala posameznih telesnih celic. Za nastanek raka so odgovorne mutacije v številnih vitalnih genih. Bolezen izbruhne hitreje, če nekaj mutiranih genov podedujemo, nekaj pa se nam jih okvari tekom življenja.

Kromosomske nepravilnosti (aberacije) so spremembe v številu kromosomov ali v njihovi strukturi. Najbolj pogoste so izguba dela kromosoma, podvojitve segmenta DNA, zamenjava smeri segmenta DNA ter premestitev segmenta DNA na kak drug položaj v genomu. Spremembe v številu kromosomov povzročajo aneuploidnost. Pri aneuploidnosti pride do izgube oziroma



dodatka enega ali več kromosomov k običajnemu številu kromosomov. Primer takšne nepravilnosti je trisomija kromosoma 21 ali Downov sindrom.

Obstajajo bolezni, ki nastanejo zaradi poškodb, staranja in infekcij. Nekatere pa nastanejo zaradi genetskih vzrokov, takim pravim genetske bolezni. Genetske bolezni se dedujejo. Glede na to, kje leži gen oz. alel, ki je odgovoren za nastanek bolezni, ločimo tri osnovne načine dedovanja (Roberts in sod., 1993):

- avtosomno dedovanje (način dedovanja, pri katerem se prenašajo geni, ki se nahajajo v avtosomnih (nespolnih) kromosomih),
- spolno vezano dedovanje (dedovanje genov, ki se nahajajo na spolnih kromosomih),
- mitohondrijsko dedovanje (mitohondrij se prenese preko citoplazme jajčne celice, zato otrok podeduje mitohondrijski genom le od matere. Med številnimi molekulami mitohondrijske DNA, je lahko pri nekaterih prisotna mutacija).

2.2.3 GENETSKA PREISKAVA

Genetska preiskava je analiza humane DNA, RNA in kromosomov, s katero odkrijemo genetsko spremembo (mutacijo, polimorfizem, spremembo v strukturi ali količini kromosomov) zato, da bi pojasnili prisotno klinično sliko, oz. simptome pri bolniku (Marc, 2005).

Genetske preiskave v laboratorijski diagnostiki izvajamo zaradi različnih vzrokov (Marc, 2005):

- potrjevanje prisotnosti bolezni,
- napovedovanje razvoja bolezni,
- odkrivanje prenašalcev bolezni,
- predrojstvena (prenatalna) diagnostika,
- preimplantacijska diagnostika,
- presejalno testiranje novorojencev,
- izboljšanje preventive,
- napovedovanje uspešnosti zdravljenja,
- individualizacija terapij in učinkovitejše zdravljenje,
- izhodišče za genetsko zdravljenje.

Uvedba metod genetske preiskave je močno izboljšala možnosti prepoznavanja genetskih bolezni (klinična diagnostika), v številnih primerih tudi več let pred pojavom bolezenskih znakov (pedsimptomatična diagnostika) ali celo pred rojstvom (prenatalna diagnostika) (Komel, 1998a). Temeljna metoda genetske diagnostike v naših laboratorijih je elektroforeza, saj omogoča ločevanje različno velikih molekul DNA. Rastopino molekul DNA nanese na trden nosilec (gel iz polisaharida agaroze ali gel iz



polimeriziranega akrilamida) in nosilec nato postavimo v električno polje. Molekule DNA, ki imajo zaradi fosfatov v hrbtenici DNA negativen naboj, bodo potovale proti pozitivnemu polu. Manjše molekule oziroma delci DNA potujejo hitreje od večjih. Ko po določenem času elektroforezo ustavimo bodo ti ločeni po velikosti (Komel, 2006).

2.2.3.1 Neposredna diagnostika

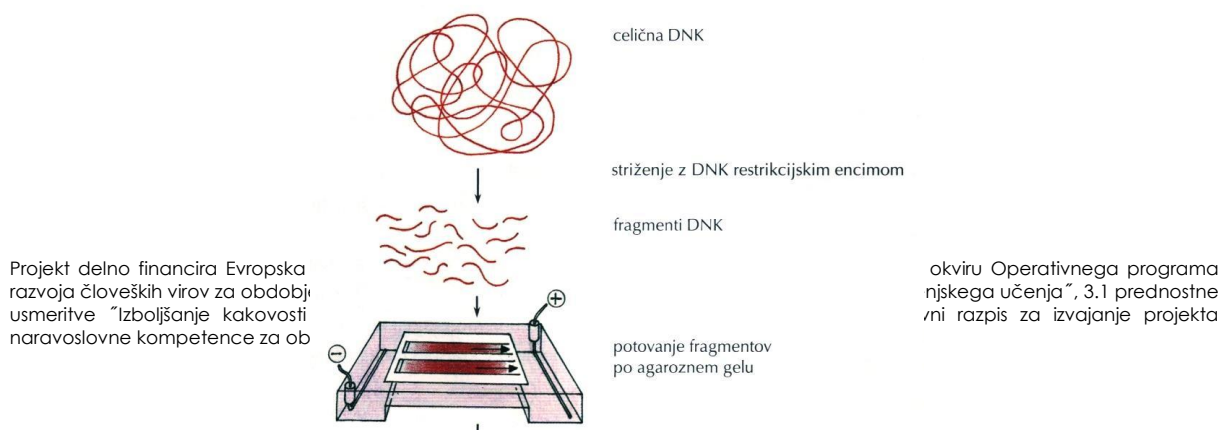
Tovrstna diagnostika je omejena na monogeneske bolezni, za katere je mutiran gen že poznan. Najbolj običajni genetski testi so osnovani na uporabi kratkih odsekov enoverižne molekule DNA (DNA-sonde), ki skušajo med približno tremi milijardami nukleotidov nekega genoma najti svojo zrcalno podobo v obliki mutiranega gena, se nanj vežejo in s tem označijo mutacijo (Črne-Hladnik, 2004). Ta način uporabljajo za potrditev diagnoze, usmeritev k ustreznemu zdravljenju, za predrojstveno diagnostiko, po drugi strani pa omogoča v družinah z visokim tveganjem ugotoviti prenašalce, ki so sami običajno zdravi, vendar obstaja pri njih večja verjetnost, da imajo prizadete otroke.

Dve tehniki, ki omogočata neposredno preiskavo molekule DNA sta:

- tehnika Southernovega prenosa;
- tehnika verižne polimerazne reakcije – PCR.

Tehnika Southernovega prenosa

Izolirano DNA razstrižemo in tako ustvarimo 500.000 do milijon različno dolgih fragmentov DNA. Fragmente ločimo z elektroforezo na gelu agaroze. Fragmenti bodo po gelu potovali v smeri od – proti + polu, in sicer krajši hitreje, daljši počasneje. Po končani elektroforezi fragmente DNA z natrijevim hidroksidom še v samem gelu denaturiramo v enoverižne in jih prenesemo na posebno nitrocelulozno ali najlonsko folijo, kamor se trdno vežejo. Folijo nato potopimo v raztopino, v kateri je z radioaktivnim izotopom označena DNA-sonda, ki se bo povezala s komplementarnim fragmentom DNA, in se nanj vezala. Folijo nato speremo, osušimo, v temnici prekrijemo s fotografskim rentgenskim filmom in tega po določenem času razvijemo. Na mestu vezave DNA-sonde bomo na filmu opazili značilne počrnitve – proge, katerih število in položaj predstavljata genotip preiskanega vzorca DNA (Komel, 1998a). Temna proga kaže prisotnost mutiranega gena, ki povzroča določeno genetsko bolezen (Črne – Hladnik, 2004).





Tehnika verižne polimerazne reakcije – PCR

Za to metodo potrebujemo bistveno manj DNA, kot za Southernovo analizo. Izognemo se radioaktivnim kemikalijam in pot do rezultata je bistveno preprostejša in hitrejša. Tudi pri tej tehniki je potrebno DNA izolirati, nato pa uporabimo specifične oligonukleotidne začetnike za označitev "bolezenskih" genov, ki jih v nadaljevanju pomnožimo. Tehnika omogoča, da v pogojih "in vitro" pridobimo ogromno število kopij določenega odseka DNA z namenom, da izvedemo različna genetska testiranja (Črne – Hladnik, 2004).

2.2.3.2 Posredna diagnostika

V številnih primerih, ko ne poznamo niti okvarjene beljakovine niti gena, pa lahko uporabimo posredno diagnostiko, z iskanjem genskih označevalcev (markerjev) med člani neke družine, pri katerih se pojavlja dedna nepravilnost. Genski markerji so segmenti DNA, ki se zaradi bližine dedujejo skupaj z bolezenskimi geni. Iz razpoznanega vzorca njihovega dedovanja lahko, na podlagi povezovanja tega vzorca (najdenih posebnosti v preiskovalnem delu DNA) s fenotipom posameznika sklepamo, ali je potomec bolezni podedoval ali ne.

2.2.3.3 Uporaba neposredne in posredne diagnostike



Prediktivni testi (presimptomatsko testiranje odraslih s tveganjem za bolezen)

Pri nekaterih ljudeh obstaja veliko tveganje, da bodo zboleli, še preden se pojavijo kakršnikoli simptomi. Prediktivni testi vključujejo preiskavo družinskih članov in neposredno sledijo morebitnim genskim nepravilnostim. Pojav genetske bolezni je lahko odvisen tudi od izpostavitve določenim pogojem v okolju, enako bolezen pa lahko povzroči tudi kakšna druga mutacija, ki je z rutinskimi genskimi testi ni možno izslediti. Tako na primer pri testiranju za cistično fibrozo ugotavljajo 10 do 20 najpogostejših mutacij, čeprav so jih odkrili že več kot tisoč. Gensko testiranje vseh mutacij bi bilo predrago in bi trajalo predolgo časa, zato taki testi niso povsem zanesljivi (Črne – Hladnik, 2004).

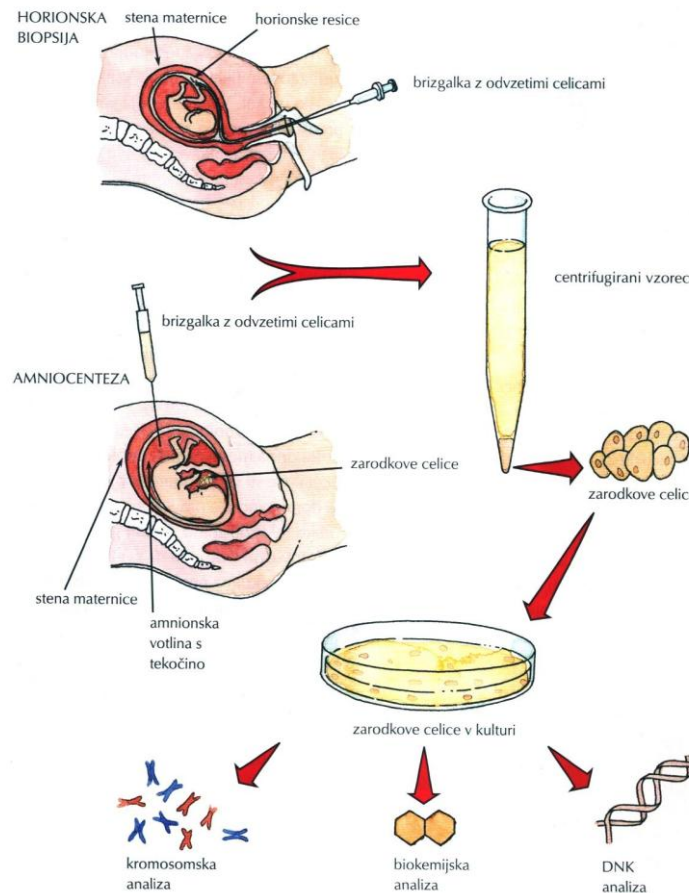
Genetski testi za določanje prenašalcev

Omenjeni testi se izvajajo za avtosomno recesivne bolezni, kot so cistična fibroza, anemija srpastih celic in Tay-Sachsova bolezen. V družinah z visokim tveganjem skušajo identificirati prenašalce, ki so sami navadno zdravi, vendar obstaja pri njih verjetnost, da imajo bolne otroke (Črne-Hladnik, 2004).

Predrojstvena (prenatalna) diagnostika

Predrojstvena diagnostika se izvaja na plodu v prvem trimesečju nosečnosti, če obstaja pri paru povečano tveganje za kromosomske ali genske nepravilnosti.

Tveganje je povečano, če je mati starejša od 35 let in so v družini enega ali obeh staršev prisotne kromosomske nepravilnosti (npr. že kakšen otrok z Downovim sindromom). Enako velja, če je v družini prisotna kakšna genska nepravilnost (hemofilija, cistična fibroza...), ali če je ženska že imela več spontanih splavov in če je ženska že rodila živega ali mrtvega otroka s telesnimi nepravilnostmi (Epstein, 2003).

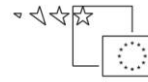


Slika 44: Prenatalna diagnostika; odvzem tkiva za amniocentezo ali horionsko biopsijo in analiza plodovega genoma (povzeto po Brajkovič, 2006).

Klasični tehniki za predhodno preiskavo plodu sta amniocenteza in horionska biopsija. Prva se izvaja v 16. tednu nosečnosti, pri čemer odvzamejo za predporodne preiskave plodovnico iz amnijske votline. V tej tekočini so celice, ki se odluščijo od ploda, npr. njegove kože (Kreft in Krapež, 2006). V času od 8. do 12. tedna nosečnosti pa lahko izvedejo horionsko biopsijo, s katero odvzamejo nekaj tkiva horionskih resic – posteljice. Pridobljene plodove celice uporabijo za kromosomske analize in genetsko testiranje (Črne – Hladnik, 2004).

Predimplantacijska diagnostika

V postopkih umetne oploditve se začne razvoj zarodka "v epruveti", in se po 3-5 dnevih prenese v maternico (Marc, 2005). Postopek poteka tako, da iz osemceličnega zarodka odstranijo dve celici in analizirajo njun DNA. Namen testiranja je odkriti genetsko napako pred samim prenosom v maternico. Ta



tehnika se rutinsko še ne uporablja, saj je zelo draga, s tem pa sproža številna etična vprašanja, saj na nek način odpira vrata izbiri zarodkov na osnovi povsem subjektivnih kriterijev, kot so velikost, spol, barva las, značaj itd. (Črne – Hladnik, 2004).

2.3 GENETSKO ZDRAVLJENJE

Z genetskim zdravljenjem označujemo vse postopke, s katerimi vnesemo v bolnika gene ali gensko spremenjene celice z namenom zdravljenja ali preprečevanja bolezni. Gensko informacijo vnašamo v telo s prenašalci genske informacije. Vnos je mogoč na dva načina. S prvim postopkom odvezamo oboleli osebi celice in vanje v laboratoriju, s postopki podobnimi tistim, ki se uporabljajo za transformacije bakterij, vnesemo nove gene, celice z novimi geni pa nato prenesemo nazaj v obolelo osebo. Drugi način je vnos novih genov naravnost v tkivo in telesne organe obolele osebe, brez odvzema telesnih celic. Tak vnos poteka največkrat s pomočjo virusov, lahko pa tudi z liposomi (Žiberna, 2007).

Danes so rezultati projekta človeški genom že uporabni pri diagnosticiranju in napovedovanju številnih dednih in pridobljenih bolezni. Na podlagi novih informacij o našem genomu genska tehnologija razvija tudi nove načine zdravljenja, kot je na primer genetsko zdravljenje. Obeta se tudi izdelava učinkovitejših zdravil, ki bodo prilagojena posameznikovemu genetskemu profilu in bodo preprečevala stranske učinke (Črne – Hladnik, 2004).

V primeru genetskega zdravljenja odrasle osebe govorimo o *somatskem genetskem zdravljenju*, ki je zdravljenje telesnih celic. Za razliko od tega je genetsko zdravljenje zarodnih celic tisto, pri katerem terapevtski gen vnesemo v oplojeno jajčece, oziroma še v nediferencirane celice zgodnjega zarodka (Komel, 2006). Eno poglobitnih vprašanj je kako čimbolj natančno usmeriti terapevtske gene v natančno določeno območje genoma. Gen se lahko vgradi bolj naključno, v različnih celicah na različna mesta v genomu, kar lahko povzroči vpliv na podvajanje DNA pri delitvi celic ali na izražanje bližnjih genov, samo območje pa lahko postane tudi bolj dovzetno za mutacije. Ker ni njuno, da bi bile omenjene posledice takoj opazne, saj lahko do njih pride šele čez nekaj generacij, zarodno genetsko zdravljenje za zdaj še ni varno. Številni so tudi etični pomisleki, saj takšno zdravljenje na široko odpira vrata popravljanju človekovega genoma in krojenju željenih lastnosti, pri katerem potomci nimajo možnosti soodločanja in soglašanja (Komel, 1997). Med približno 5000 z genskimi spremembami povezanimi boleznimi je le malo takšnih, ki jih že danes lahko uspešno zdravijo s kirurškim posegom ali s presaditvijo prizadetega organa. Za večino genetskih bolezni je zdravljenje simptomatično, to pomeni, da uspešno odpravljajo oziroma blažijo posledice, ne da bi s tem odpravili vzrok bolezni. Dolgoročno si medicina mnogo obeta



od genetskega zdravljenja, s katerim bo mogoče popravljati napake v genih oziroma okvarjene gene nadomeščati z nepoškodovanimi.

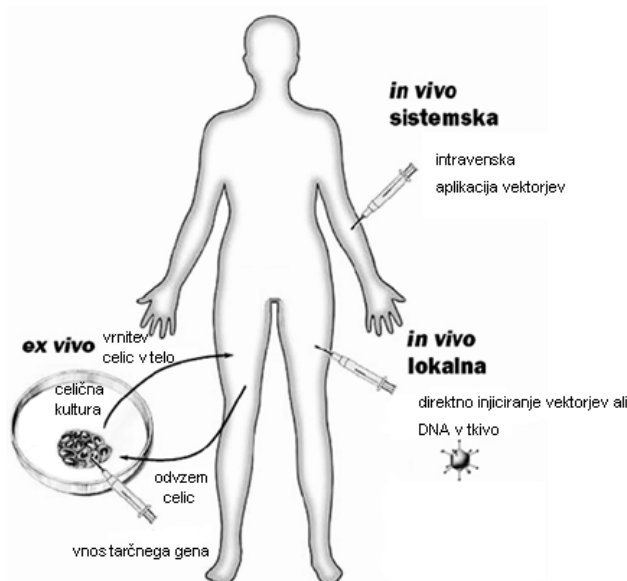
Prvi poskus uporabe genetskega zdravljenja na človeškem bitju so izvedli leta 1990 na dveh otrokih s prirojeno imunsko pomanjkljivostjo, do katere pride zaradi napake v genu, ki nosi navodilo za sintezo encima adenozin-deaminaza, s katero sta bila nagnjena k resnim, ponavljajočim se okužbam. Klinični poskus genetskega zdravljenja je v tem primeru potekal tako, da so bolnikove imunske celice (limfocite) vzeli iz krvi, vanje s pomočjo prenašalcev (virusov) vnesli gen za sintezo encima adenozin-deaminaza in tako spremenjene celice vbrizgali nazaj v bolnikovo kri. Virusom, ki se uporabljajo kot prenašalci, so spremenili genom tako, da so odstranili patogene gene (gene, ki lahko povzročijo virusno bolezen) in namesto njih vstavili terapevtski gen. Virus ima sposobnost vključevanja svojega dednega materiala v celično DNA in s tem prenos terapevtskih genov vanjo. V naslednjih dveh do treh letih so morali postopek še večkrat ponoviti, dokler testi niso potrdili, da so njihove gensko spremenjene imunske celice preživele in da proizvajajo življenjsko potreben encim (Epstein, 2003). Sledili so poskusi zdravljenja še nekaterih drugih recesivnih monogenih bolezni, kot sta družinska hiperholesterolemija in cistična fibroza (Komel, 1998c).

Poznamo dva načina vnosa genov v telesne celice, in sicer *ex vivo*⁴ ter *in vivo*⁵. Pri načinu *ex vivo* bolniku odvzamejo določeno količino celic oziroma del prizadetega tkiva, jih gojijo in namnožijo v *in vitro*⁶ razmerah, vanje vnesejo terapevtski gen in jih nato vrnejo v pacienta. Pri načinu *in vivo* pa funkcionalni terapevtski gen z izbrano metodo vnesejo neposredno v bolnika (Komel, 1998b). Poznamo lokalno *in vivo* tehniko, kjer terapevtski gen vnesejo z direktno injekcijo DNA v tkivo ali pa z uporabo virusnega vektorja. Za prenos genetskega materiala v celice uporabljajo virusne in nevirusne vektorje (Tabela 1). Zanje velja, da morajo biti varni, netoksični, neimunogeni, omogočiti morejo zaščito genetskega materiala, prenos do tarčnih celic ter vstop v celice in sprostitvev genetskega materiala (Kristl, 2005). Prednost nevirusnih vektorjev je v lažji pripravi, manjši toksičnosti kot tudi v imunogenosti, vendar njihovo uporabnost omejujeta predhodna ekspresija in manj uspešen prenos DNA v celice (Žiberna, 2007).

⁴ V (poskusnih) razmerah zunaj živega organizma.

⁵ V živem organizmu

⁶ V epruveti, v poskusnih razmerah zunaj organizma.



Slika 45: Shematični prikaz različnih možnosti vnosa umetnega gena v telo
(povzeto po

http://www.sfd.si/modules/catalog/products/prodfile/fv4_2007.pdf)

Virusni vektorji predstavljajo le ogrodje virusnega genoma, saj se v procesu priprave odstranijo nekateri geni. Z odstranitvijo teh genov se ustvari prostor za vnos tarčnega zapisa za želeni gen v virusni genom.

Tabela 2: Vektorji, ki se uporabljajo za prenos genetskega materiala v celice in njihova uporaba
(povzeto po Žiberna, 2007).

Genski prenos	Vektor	Lastnosti
Virusni	Adenovirusi	- transfekcija mitotičnih in postmitotičnih celic - majhna citotoksičnost - pogost imunski odziv - velika kapaciteta za genski vložek (do 35 kb)
	Adeno-asociacijski virusi	- majhna toksičnost - majhna imunogenost - visoka perzistenca vstavljenega gena - majhna kapaciteta za genski vložek (<4,5 kb)
	Retrovirusi	- majhna toksičnost - majhna imunogenost - večinoma okuži samo mitotično aktivne celice (izjema rod <i>Lentivirus</i> , ki lahko ostane v citoplazmi mitotično mirujočih celic kot linearni episom in se vgradi kasneje) - majhna kapaciteta za genski vložek (<8 kb)
	Herpes simplex virusi	- okuži mitotične in postmitotične celice - visoka kapaciteta - pogost imunski odziv - perzistira v celicah v ČZS
Nevirusni	Liposomi Z DNA pokriti zlati delci DNA proteinski kompleksi Gola DNA	- manj uspešna transdukcija - prehodna ekspresija - majhna imunogenost - lažja priprava



2.4 GENSKI DOPING

Hiter razvoj molekularne biologije in spodbudni rezultati raziskav sta pritegnila tudi ljudi iz področja športne medicine, ki so zaznali številne koristi, ki bi jih genetska manipulacija lahko prinesla za povečevanje določenih telesnih zmogljivosti in seveda za doseganje boljših rezultatov v različnih športnih panogah (Malovrh, 2005).

Genski ali celični doping je definiran kot neterapevtska uporaba genov, genskih elementov in celic, ki imajo sposobnost vplivanja na boljši rezultat športnika. Strokovnjaki so prepričani, da se bo genski doping že v bližnji prihodnosti začel uporabljati za povečanje koncentracije hemoglobina v krvi, s pomočjo hitrejše sinteze eritropoetina⁷ s katerim se bo izboljšal transport kisika do mišičnih tkiv. Vse kaže tudi na to, da bo možno hitrejše povečanje mišične mase, hkrati pa zmanjšati količino mišičevja s pomočjo rastnih dejavnikov (npr. IGF-1⁸) in z inhibicijo zaviralcev rasti (npr. miostatin⁹) (Žiberna, 2007). Genski doping je najnovejša metoda dopinga s pomočjo genetske terapije, ki omogoča direkten vnos genov v tarčna tkiva, s tem pa se izogne sistemskemu krvnemu obtoku. Detekcija genskih vektorjev s sedanjimi metodami testiranja za doping je praktično nemogoča. Možen način detekcije uporabe genskega dopinga je iskanje morebitnih ostankov kemijskih snovi ali ostankov virusnih vektorjev na mestu aplikacije, kar pa je mogoče le z mišično biopsijo¹⁰.

Dokazov o genskem dopingu pri človeku še ni, vendar je zanimanje zanj v športu precej veliko. Predstavlja neetičen poseg v organizem športnika, ki pa mu zaradi neustreznih detekcijskih tehnik trenutno še ni mogoče izslediti (Žiberna, 2007).

2.5 ETIČNA VPRAŠANJA

O etiki genetske znanosti je ogromno polemik (Rudolph in McIntire, 1996; Peterlin in Witzl, 2003; Komel, 1997; Mali, 2007). Pretežno zato, ker ima opravka z živimi organizmi. Mnogi čutijo, da je ustvarjanje novega življenja stvar vere in ne znanosti. Mnoge skrbi, da bi živali in morda tudi ljudje v genetskih poskusih trpeli. Drugi menijo, da je genetsko raziskovanje etično sprejemljivo ne glede na omenjene skrbi, če bo to izboljšalo kakovost življenja (Claybourne, 2004). Etične dileme se pojavijo, kadar izvajamo genetsko testiranje pred rojstvom ali

⁷ Eritropoetin je hormon, ki se nahaja v krvi. Njegova povišana koncentracija vodi do povečanja števila eritrocitov v krvi in koncentracije hemoglobina v krvi.

⁸ IGF-1 je inzulinu podoben rastni dejavnik z anaboličnim učinkom. Pospešuje sintezo miofilamentov, ter na tak način poteče regeneracija mišičnega tkiva.

⁹ Miostatin deluje kot negativni regulator mišične mase, saj omejuje rast mišične mase.

¹⁰ Biopsija je odvzem vzorca tkiva iz živega organizma za mikroskopsko preiskavo.



pri genetskem testiranju ljudi, pri katerih se bolezen še ni razvila (Kreft in Krapež, 2006). V 98% preiskav prenatalne diagnostike je izvid normalen, kar pomeni, da se bo otrok rodil zdrav. Pozitiven prenatalni genetski test pa pred starše postavlja težko odločitev: sprejetje drugačnega otroka ali medicinsko prekinitev nosečnosti. Na odločitev staršev zagotovo pomembno vplivajo moralna in etična načela staršev (Peterlin in Writzl, 2003).

Šola in sredstva javnega obveščanja lahko igrajo pri tem zelo pomembno vlogo s tem, da sledijo znanstvenim spoznanjem in da kritično, vendar nepristransko obveščajo javnost tako, da bodo ljudje razumeli genetiko in evolucijo ter na tej osnovi realno ocenjevali nove perspektive – brez pretiranega optimizma in tudi brez neutemeljenega strahu (Komel, 1997). Znanstveniki, ki raziskujejo na področju genske tehnologije in analize genomov, se omenjenih vprašanj in dilem globoko zavedajo. Razprave v okviru reševanja etičnih in družbenih problemov zahtevajo sodelovanje različnih strok in znanosti kot so naravoslovne vede, medicina, pravo, varstvo narave, sociologija in javna politika, filozofija in teologija (Komel, 1997). Temeljna etična načela v medicinski genetiki so načelo avtonomnosti, načelo delati dobro, načelo ne škodovati in načelo pravičnosti. Poseben poudarek je na načelu avtonomnosti, saj je treba spoštovati vsakega posameznika in njegove odločitve (Peterlin in Writzl, 2003).

Zaradi hitrega razvoja znanosti bodo v prihodnosti lahko starši vplivali na otrokove lastnosti kot so npr. spol, velikost, stopnja inteligence, barva oči in las. Velika večina napoveduje, da bo genetsko zdravljenje nekoč postala rutina. Vendar pa tukaj ostaja še veliko etičnih in moralnih vprašanj, ki zaenkrat nimajo točno definirane odgovora.

2.6 ZASTOPANOST GENETSKEGA ZDRAVLJENJA V UČNIH NAČRTIH

V učnem načrtu predmeta biologija za gimnazije (210 ur) (Vilhar in sod., 2008) obsega obvezni program 26 ur snovi z naslovom Geni in dedovanje. V to število ur je zajeta tudi snov biotehnologije (genski inženiring) pri katerem dijaki analizirajo osnovne razlike med križanjem in umetnim spreminjanjem genotipa z genskim inženirstvom ter ovrednotijo možne prednosti in slabosti uporabe gensko spremenjenih organizmov. Na osnovi poznavanja genske tehnologije razumejo pomen biološkega znanja za aktivno državljanstvo.

Dijaki imajo možnost izbirnega programa (sklop po 35 ur) pri katerem z dodatnimi znanji omogočajo poglobitev razumevanja in uporabo bistvenih konceptov biologije. Celoten sklop se nanaša na biotehnologijo in mikrobiologijo. Podrobneje se seznanijo z genskim inženirstvom, razumejo nekatere možnosti za gensko terapijo in možna tveganja pri njeni uporabi (Vilhar in sod., 2008).

V srednje strokovno in srednje poklicno tehniško izobraževanje, ki obsega 68 ur je zajet obvezni del, ki zajema minimalno splošno znanje biologije, ki ga



dijaki/-nje ne glede na vrsto izobraževalnega programa potrebujejo za življenje, odločanje o sebi in svoje aktivno udejstvovanje v bodočem poklicu in družbi. Dodatno je ponujenih 10 izbirnih modulov znanj, ki zajemajo med drugim tudi module Genetika in evolucija (68 ur), Mikrobiologija (34 ur) ter Biotehnologija (34 ur) (Zupančič in sod., 2007).

V sklopu Biotehnologija se soočijo z razumevanjem razlik med naravnimi vrstami in gensko spremenjenimi organizmi ter predvidevajo o možnih posledicah sproščanja gensko spremenjenih organizmov v okolje (gensko onesnaževanje) za ohranjanje biodiverzitete in naravnega ravnotežja v življenjskih združbah ter z primerjavo gensko spremenjene hrane s tradicionalno pridelano hrano, kjer presodijo, kakšne so prednosti in zadržki v zvezi z njeno uporabo (Zupančič, 2007).

Zanimivo je, da je genetsko zdravljenje še dokaj nova tema in opažamo, da še ni povsem vključena v učne načrte, kljub temu, da se po učbenikih za gimnazije (npr. Kreft in Krapež, 2006; Brajkovič, 2006; Komel, 2006) že pojavlja nekaj strani, napisanih prav na to temo.

3 EMPIRIČNI DEL

Genetsko zdravljenje je oblika tehnologije rekombinatne DNA, ki združuje dogajanja molekularne biologije in medicinskih znanosti za zdravljenje obolenj pri človeku (Raspor, 1996). Ker predstavlja popolnoma nov pristop zdravljenja, smo izvedli anketni vprašalnik in dobili rezultate, ki smo jih ovrednotili in diskutirali.

2.7 NAMEN

Namen tega diplomskega dela je ugotoviti kakšno je znanje, vedenje, sprejemanje, zanimanje in odnos dijakov srednjih šol in študentov do moderne biotehnologije in genetskega zdravljenja.

2.8 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Za uresničitev namena diplomske naloge smo si zastavili raziskovalna vprašanja:

1. Kateri so viri informacij o genetskem zdravljenju?
2. Kakšno je znanje dijakov in študentov o genetiki in genetskem zdravljenju?
3. Kako sprejemajo odločitev o zdravljenju z genskimi posegi?
4. Kakšno je mnenje dijakov in študentov o genskem dopingu?
5. Kakšno je vedenje in zanimanje dijakov in študentov o genetskem zdravljenju v Sloveniji?
6. Ali bi takšno zdravljenje priporočali sorodnikom?
7. Kakšno je mnenje dijakov in študentov o genetskem zdravljenju zarodkov in vplivu na lastnosti otroka?
8. Kakšno je etično stališče dijakov in študentov do genetskega zdravljenja?



2.9 CILJI

Cilji diplomske naloge so najti odgovore na raziskovalna vprašanja. Z odgovori dijakov in študentov v anketah bomo dobili odgovore na vprašanja, iz katerih bomo lahko sklepali na splošno:

- kako dijaki in študentje poznajo genetsko zdravljenje (vpr. 1, vpr. 6);
- kolikšno je zanimanje in sprejemanje genskih posegov, genskega dopinga (vpr. 2, vpr. 3, vpr. 4, vpr. 7);
- kakšno je njihovo mnenje o poseganju v človeški zarodek (vpr. 8, vpr. 12, vpr. 13, vpr. 14);
- kakšno je znanje dijakov in študentov o genetiki in genetskem zdravljenju (vpr. 9) in
- kakšna so njihova stališča do genetskega zdravljenja (vpr. 5, vpr. 10, vpr. 11).

2.10 METODOLOGIJA

V podpoglavjih bomo opisali raziskovalne metode, raziskovalni vzorec, postopke zbiranja in obdelave podatkov ter nekatere krajšave.

2.10.1 Raziskovalne metode

Raziskovalne metode, ki smo jih uporabili, so:

- deskriptivna, kjer smo iskali odgovore na vprašanja, torej brez vzorčnega razlaganja;
- induktivno-deduktivna, kjer smo iz posameznih primerov sklepali v splošno in obratno iz splošnega v posamezni primer;
- statistična metoda, metoda zbiranja in obdelovanja podatkov.

2.10.2 Raziskovalni vzorec

Raziskovalni vzorec zajema dijake dveh srednjih šol, Srednje strojne šole Maribor in Srednje lesarske šole Maribor, ter študente biologije Fakultete za naravoslovje in matematiko, Univerze v Mariboru in Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Anketo smo izvedli med 80 dijaki tretjih in četrth letnikov dveh srednjih šol in 41 študenti biologije četrth letnikov in absolventov, tako da je skupno število anketirancev 121.

2.10.3 Postopki zbiranja podatkov

S pomočjo literature (Črne – Hladnik, 2004; Komel, 1998 a, b, c; Kreft in Krapež, 2006; Kristl, 2005; Malovrh, 2005; Marc, 2005; Peterlin in Writzl, 2003; Rabino, 2003; Rifkin, 2001; Rudolph in McIntire, 1996; Žiberna in sod., 2007) smo poiskali



podatke, ki se nanašajo na raziskovalni problem in oblikovali anketni vprašalnik (Priloga A) za dijake in študente.

Organizacija in izvedba zbiranja podatkov

Anketiranje smo izvedli v mesecu februarju in marcu leta 2010. Anketiranje dijakov je potekalo skupinsko po posameznih razredih in anonimno. Anketiranje študentov je potekalo preko elektronske pošte, tako da so študenti izpolnjene ankete vrnili na moj elektronski naslov.

Anketni vprašalnik

Vsebinsko-metodološke značilnosti anketnega vprašalnika

Anketni vprašalnik je vseboval štirinajst sklopov vprašanj in obsegal vprašanja zaprtega tipa z večstransko izbiro in vprašanja odprtega tipa.

V začetnem delu vprašalnika smo zapisali uvodni sestavek o genetskem zdravljenju, v katerem smo opisali, kaj je genetsko zdravljenje, kako poteka in kateri tip celic smemo z njim zdraviti.

S prvim vprašanjem smo želeli ugotoviti lastnosti vzorca, ki smo ga anketirali. Anketiranci so izpolnili obrazec o svojih osebnih podatkih in podatkih, ki se nanašajo na njihovo srednješolsko in študijsko izobraževanje.

S prvim vprašanjem smo preverjali, kateri je napomembnejši vir informacij dijakov in študentov o genetskem zdravljenju.

Drugi sklop vprašanj se nanaša na genetske bolezni in stanja, ki jih lahko zdravimo z genetskim zdravljenjem. Stališča anketirancev smo preverjali s stopenjsko lestvico po Likertu (Lestvica: 1 – povsem sprejemljivo, 2- sprejemljivo 3 - mi je vseeno / nevtrarno, 4 – nesprejemljivo, 5- povsem nesprejemljivo).

S tretjim vprašanjem smo preverjali, kakšno je mnenje anketirancev o tem, če je genetsko zdravljenje v Sloveniji mogoče. Zaželjeno je bilo, da zapišejo razlog za izbor odgovora, saj je bilo tretje vprašanje odprtega tipa.

Četrto vprašanje se nanaša na genski dopnig, pri katerem nas je zanimalo stališče anketirancev do te teme in ali je genski doping etično sprejemljiv. Zaželjeno je bilo, da zapišejo razlog za izbor odgovora, saj je bilo četrto vprašanje odprtega tipa.

S petim sklopom vprašanj smo preverjali stališča dijakov in študentov o trditvah, povezanih z genetskim zdravljenjem, ki smo jih preverjali s stopenjsko lestvico po Likertu (Lestvica: 1 – povsem sprejemljivo, 2- sprejemljivo 3 - mi je vseeno / nevtrarno, 4 – nesprejemljivo, 5- povsem nesprejemljivo).

S šestim in sedmim vprašanjem smo opisali primer gentskega zdravljenja in preverjali mnenje anketirancev glede prisotnosti bolečin pri genetskem zdravljenju ter, ali bi genetsko zdravljenje priporočali svojim sorodnikom



(babici). Zaželjeno je bilo, da zapišejo razlog za izbor odgovora, saj je bilo šesto in sedmo vprašanje odprtega tipa.

Z osmim vprašanjem smo preverjali, kaj menijo anketiranci o genetskem zdravljenju pri zarodkih. Anketiranci so se morali odločiti za eno od petih trditev in opisati razlog za izbor odgovora.

Z devetim sklopom vprašanj smo preverjali znanje dijakov in študentov o genetiki s trditvami, v vprašanjih zaprtega tipa.

Z desetim in enajstim vprašanjem smo preverjali etično stališče anketirancev do genetskega zdravljenja zarodnih celic, pri katerem so anketiranci obkrožili črko/-e pred trditvijo/-ami s katero/-imi se strinjajo.

Z dvanajstim vprašanjem zaprtega tipa, smo želeli ugotoviti ali bi anketiranci, če bi imeli možnost, vplivali na lastnosti svojega otroka in katere bi to bile. V naslednjem, trinajstem vprašanju smo želeli izvedeti kako moralno sprejemljiva je uporaba genetskih tehnik za izboljšanje človekovih lastnosti. Zaželjeno je bilo, da zapišejo razlog za izbor odgovora, saj je bilo trinajsto vprašanje odprtega tipa.

S štirinajstim vprašanjem smo opisali primer kromosomske nepravilnosti pri zarodku ali Downov sindrom. Anketiranci so v vprašanju zaprtega tipa opredelili svoje stališče o strinjanju in nestrinjanju, ter v odprtem delu sklopa opisali razloge za njihovo odločitev.

Merske karakteristike

Veljavnost anketnega vprašalnika zagotavlja posvet z mentorjem in somentorico.

2.10.4 Postopki obdelave podatkov

Podatke smo obdelali z računalniškim programom SPSS Statistic 17.0. Zveze med spremenljivkami v petem vprašanju smo ugotavljali z enosmerno analizo variance (One-Way ANOVA). Podatke iz drugega vprašanja smo obdelali z Mann-Whitney U preizkusom. Veliko število spremenljivk, med katerimi obstaja odvisnost smo izrazili z manjšim številom faktorjev s pomočjo faktorjske analize. Primernost podatkov za izvedbo faktorjske analize smo preverili s KMO and Bartlettovim testom sferičnosti. Pri analizi nekaterih odgovorov smo rezultate pridobili z navzkrižnimi analizami (Crosstabs) in χ^2 preizkusom.

Proste odgovore pri 3., 4., 6., 7., 8., 13. in 14. vprašanju smo združili po sorodnosti v omejeno število nadpojmov.

Vprašanja odprtega tipa smo obdelali tako, da smo izvedli kategorizacijo. Vsebinsko podobne odgovore smo uvrstili v isto kategorijo in ugotavljali pogostost določene kategorizacije (Mesec, 1998).

2.10.5 Krajšave

f Frekvenca



f%	Frekvenčni odstotek
n	Vsota
ar	Aritmetična sredina
sd	Standardni odklon
sn	Standardna napaka
z	Razmerje med kvadratoma aritmetične sredine
p	Koeficient pomembnosti; statistično pomembna razlika (označeno s kurzivno pisavo)

2.11 REZULTATI IN INTERPRETACIJA

Zbrani in predstavljeni so rezultati anket o znanju, vedenju, sprejemanju, zanimanju in odnosu dijakov srednjih šol in študentov do moderne biotehnologije in genetskega zdravljenja.

2.11.1 Opis vzorca

V anketi je sodelovalo 80 dijakov tretjih in četrth letnikov dveh srednjih strokovnih šol in 41 študentov biologije četrth letnikov in absolventov, torej je skupno število anketiranih oseb 121. Opis anketiranega vzorca podajamo v tabeli 4.

Tabela 3: Sestava anketirane populacije dijakov in študentov

Kategorije	f	f%	
	Študenti	41	33,9
	Dijaki	80	66,1
Fakulteta	Biotehniška fakulteta	15	12,4
	Fakulteta za naravoslovje in matematiko	23	19,0
	Filozofska fakulteta	3	2,5
Smer študija in program	bi-ang	2	4,9
	bi-fil	1	2,4
	bi-geo	2	4,9
	bi-ke	19	46,3
	bi-slo	1	2,4
	bi-soc	1	2,4
	bio	15	36,7
Srednja šola	Gimnazija	41	33,9
	Srednja strokovna šola	80	66,1
	Poklicna šola	0	0,0
Letnik šolanja/študija	1	0	0,0



	2	0	0,0
	3	20	16,5
	4	73	60,3
	5	0	0,0
	Absolvent	28	23,1
Spol	Moški	84	69,4
	Ženski	37	30,6
Skupno število anketirancev		121	100

Naš vzorec (Tabela 4) je sestavljen iz 33,9 odstotkov študentov in 66,1 odstotkov dijakov. Enak odstotek določa srednješolsko izobrazbo, saj so vsi študentje obiskovali gimnazije, kar pomeni da je 33,9 odstotkov študentov bilo gimnazijcev, 66,1 odstotkov pa dijakov iz srednjih strokovnih šol. Odstotek študentov je razdeljen na tri fakultete, ki ga sestavlja naš vzorec, od tega je 19 odstotkov študentov Fakultete za naravoslovje in matematiko v Mariboru, 12,4 odstotkov študentov iz Biotehniške fakultete v Ljubljani in 2,5 odstotkov študentov Filozofske fakultete v Mariboru. Vzorec zajema dijake tretjega in četrtega letnika, ter študente biologije četrtega letnika in absolvente. Večji delež anketirancev je moškega spola ($f\% = 69,4$), medtem ko je anketirank ženskega spola le 30,6 odstotka.

2.11.2 Analiza odgovorov o viru informacij

Tabela 4 Izpis statističnih podatkov o viru informacij o genetskem zdravljenju.

Vir informacij o genetskih spremembah in genetskem zdravljenju	Dijaki		Študenti	
	f	f%	f	f%
Dnevno časopisje	8	3,7	3	1,4
Internet	45	21,0	12	5,6
Oddaje na radiu	4	1,9	0	0,0
Oddaje na TV	47	22,0	7	3,3
Predavanja na šoli / na fakulteti	16	7,5	24	11,2
Seminarji in strokovna predavanja	2	0,9	3	1,4
Splošne in poljudne revije	7	3,3	5	2,3
Strokovne knjige in revije	8	3,7	9	4,2
Razgovori s prijatelji in znanci	11	5,1	3	1,4
Drugo	0	0,0	0	0,0
Skupno število odgovorov	214			

* Število odgovorov je večje, saj so nekateri anketiranci obkrožili dva ali več odgovorov.



Dijaki (Tabela 5) so informacijo o genetskem zdravljenju dobili ob spremljanju oddaj na TV ($f\% = 22,0$), z uporabo interneta ($f\% = 21,0$), ter predavanj v šoli ($f\% = 7,5$), medtem ko so študenti ($f\% = 11,2$) informacijo o genetskem zdravljenju pridobil pri predavanjih na fakulteti. Informacije o genetskem zdravljenju so dijaki in študentje pridobili tudi iz dnevnega časopisja, splošnih in poljudnih revij, strokovnih knjig in revij, z razgovori s prijatelji in znanci ter oddaj na radiu.

Opazili smo, da je že v srednjih šolah kar nekaj zanimanja na tem področju, pri študentih pa je to zanimanje še večje, saj imajo več znanja in so o tem že slišali.

2.11.3 Analiza sprejemljivosti genskih posegov

* Lestvica: 1-povsem sprejemljivo, 2-sprejemljivo, 3-mi je vseeno / nevtralnno, 4-nesprejemljivo, 5-povsem nesprejemljivo

Tabela 5: Izpis statističnih podatkov o sprejemljivosti genskih posegov v primeru naštetih stanj.

Obstajajo obeti, da bomo lahko nekega dne spodaj naštetja stanja in bolezni, od katerih so nekatera posledica genske napake, zdravili z genetskim zdravljenjem. Kako sprejemljivi bi bili za vas genetski posegi v primeru naštetih stanj in bolezni?	n	ar	sd	sn	z	p	
a) Imeti močnejše in zmogljivejše mišice	Študenti Dijaki Skupaj	41 80 121	2,98 2,30 2,53	1,387 1,163 1,279	0,217 0,130 0,116	-2,586	0,003
$\chi^2=16,403$, $df=4$, $p=0,003$							
b) Izboljšati inteligenco (IQ)	Študenti Dijaki Skupaj	41 80 121	3,41 2,08 2,53	1,500 1,111 1,403	0,234 0,124 0,128	-4,605	0,000
$\chi^2=33,061$, $df=4$, $p=0,000$							
c) Odpraviti dovzetnost za debelost	Študenti Dijaki Skupaj	41 80 121	2,83 2,19 2,40	1,160 1,057 1,130	0,181 0,118 0,103	-2,857	0,030
$\chi^2=10,712$, $df=4$, $p=0,030$							
d) Odpraviti duševno motnjo	Študenti Dijaki Skupaj	41 80 121	1,93 2,35 2,21	1,253 4,529 3,750	0,196 0,506 0,341	-0,194	0,495
$\chi^2=3,386$, $df=4$, $p=0,495$							



e) Odpraviti motnje učenja	Študenti	41	2,34	1,217	0,190	-1,843	0,123
	Dijaki	80	1,93	1,028	0,115		
	Skupaj	121	2,07	1,109	0,101		
	$\chi^2=7,249$, df=4, p=0,123						
		n	ar	sd	sn	z	p
f) Odpraviti nagnjenje za plešavost	Študenti	41	2,93	1,253	0,196	-1,592	0,093
	Dijaki	80	2,54	1,222	0,137		
	Skupaj	121	2,67	1,241	0,113		
	$\chi^2=7,956$, df=4, p=0,093						
g) Odpraviti nespečnost	Študenti	41	2,61	1,202	0,188	-2,270	0,101
	Dijaki	80	2,09	1,021	0,114		
	Skupaj	121	2,26	1,109	0,101		
	$\chi^2=7,748$, df=4, p=0,101						
h) Ozdraviti barvno slepoto	Študenti	41	1,95	1,161	0,181	-0,251	0,963
	Dijaki	80	2,00	1,158	0,130		
	Skupaj	121	1,98	1,155	0,105		
	$\chi^2=0,601$, df=4, p=0,963						
i) Ozdraviti Downov sindrom	Študenti	41	1,63	1,199	0,187	-2,248	0,085
	Dijaki	80	2,00	1,180	0,132		
	Skupaj	121	1,88	1,194	0,109		
	$\chi^2=8,199$, df=4, p=0,085						
j) Ozdraviti hemofilijo	Študenti	41	1,73	1,205	0,188	-0,368	0,846
	Dijaki	80	1,74	1,076	0,120		
	Skupaj	121	1,74	1,116	0,101		
	$\chi^2=1,391$, df=4, p=0,846						
k) Ozdraviti mišično distrofijo	Študenti	41	1,61	1,046	0,163	-0,697	0,524
	Dijaki	80	1,69	1,014	0,113		
	Skupaj	121	1,66	1,021	0,093		
	$\chi^2=3,203$, df=4, p=0,524						
l) Ozdraviti raka	Študenti	41	1,73	1,361	0,212	-0,153	0,103
	Dijaki	80	1,59	1,087	0,122		
	Skupaj	121	1,64	1,183	0,108		



$\chi^2=7,696$, $df=4$, $p=0,103$							
m) Ozdraviti sladkorno bolezen	Študenti	41	1,80	1,346	0,210		
	Dijaki	80	1,83	1,111	0,124		
	Skupaj	121	1,82	1,190	0,108	-0,927	0,181
$\chi^2=6,255$, $df=4$, $p=0,181$							

		n	ar	sd	sn	z	p
n) Podaljšati mladost	Študenti	41	3,49	1,325	0,207		
	Dijaki	80	2,68	1,439	0,161		
	Skupaj	121	2,95	1,448	0,132	-2,951	0,023
$\chi^2=11,315$, $df=4$, $p=0,023$							
o) Pospešiti rast las	Študenti	41	3,02	1,214	0,190		
	Dijaki	80	2,58	1,251	0,140		
	Skupaj	121	2,73	1,252	0,114	-1,941	0,025
$\chi^2=4,491$, $df=4$, $p=0,025$							
p) Zaustaviti staranje	Študenti	41	3,51	1,416	0,221		
	Dijaki	80	2,73	1,423	0,159		
	Skupaj	121	2,99	1,463	0,133	-2,862	0,025
$\chi^2=11,115$, $df=4$, $p=0,025$							
r) Zmanjšati dovzetnost za agresijo	Študenti	41	2,68	1,213	0,189		
	Dijaki	80	2,54	1,282	0,143		
	Skupaj	121	2,59	1,256	0,114	-0,716	0,811
$\chi^2=1,585$, $df=4$, $p=0,811$							

Iz χ^2 preizkusa je razvidno, da obstaja statistično pomembna razlika ($p \leq 0,05$) med dijaki in študenti v trditvah *a*, *b*, *c*, *n*, *o* in *p* (Tabela 4). Pri analiziranju smo opazili razliko v aritmetični sredini (*ar*) odgovorov dijakov in študentov o vplivu na izboljšanje inteligence (*IQ*), kjer se je študentom zdelo to manj sprejemljivo (*ar* = 3,41), medtem ko je bil dijakom vpliv na inteligenco bolj pomemben, saj je vrednost aritmetične sredine njihovih odgovorov bila 2,08. Študentom se je zdelo manj pomembno vplivati na močnejše in zmogljivejše mišice (*ar* = 2,98), kot dijakom (*ar* = 2,30). Študentom se ni zdelo pomembno vplivati na dovzetnost za debelost (*ar* = 2,83), medtem ko se je dijakom zdelo bolj sprejemljivo (*ar* = 2,19). Podobno razliko smo opazili v odgovorih študentov in dijakov pri trditvi *n* in *p*, kjer so študenti slabše sprejemali vplive na podaljšanje



mladosti ($ar = 3,49$) in zaustavitev staranja ($ar = 3,51$), medtem ko se je dijakom zdelo sprejemljivo vplivati na podaljšanje starosti ($ar = 2,68$) in zaustavitev staranja ($ar = 2,73$). Pri trditvi o, se je študentom zdelo manj sprejemljivo vplivati na pospešitev rasti las, medtem ko se je dijakom zdelo ta trditev bolj sprejemljiva. Študenti in dijaki so se strinjali z genskimi posegi pri zdravljenju Downovega sindroma, hemofilije, mišične distrofije ter raka.

2.11.4 Analiza odgovorov o prisotnosti genetskega zdravljenja v Sloveniji

Tabela 6: Prisotnost genetskega zdravljenja v Sloveniji.

	Ali menite, da je genetsko zdravljenje v Sloveniji že možno?			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	4 (9,8%)	18 (43,9%)	19 (46,3%)	41
Dijaki	7 (8,8%)	12 (15,0%)	61 (76,3%)	80
Skupaj	11 (9,1%)	30 (24,8%)	80 (66,1%)	121

$$\chi^2 = 12,434, df=2, p=0,002$$

Večinoma je genetsko zdravljenje v svetu, tudi v Sloveniji, še v stanju raziskav oziroma kliničnih testiranj. Do sedaj je bilo nekaj primerov zdravljenj, vendar ne v splošni uporabi. V Sloveniji potekajo genska testiranja o tveganju za razvoj bolezni. Študenti ($f\% = 46,3$) in dijaki ($f\% = 76,3$) niso vedeli, ali je genetsko zdravljenje v Sloveniji možno (Tabela 5), vendar je kljub temu 43,9 odstotkov študentov prepričanih, da genetsko zdravljenje v Sloveniji ni mogoče. Nekaj študentov ($f\% = 9,8$) in dijakov ($f\% = 8,8$) je označilo, da je genetsko zdravljenje v Sloveniji že možno. Dijaki ($f\% = 36,3$) in študenti ($f\% = 36,6$) so bili mnenja, da o genetskem zdravljenju v Sloveniji ni informacij (Tabela 6). Prav tako je 19,5 odstotkov študentov navedlo, da je za to krivo pomanjkanje tehnologije in finančnih sredstev, 14,6 odstotkov je zapisalo, da naša medicina še ni tako razvita. Anketiranci so med drugim tudi navedli, da je Slovenija premajhna država (ima premalo denarja), da bi si lahko privoščila takšno vrsto zdravljenja. Če bi genetsko zdravljenje v Sloveniji že obstajalo, bi o tem mediji več poročali.

Poročilo k predlogu zakona o uporabi genske tehnologije pravi, da je področje človeškega genoma v Sloveniji sorazmerno slabo razvito in večje razprave ni doživelo niti znotraj slovenske znanosti. Za to področje tudi ni ustrezne zakonodaje EU. Na spletni strani Univerzitetnega kliničnega centra v Mariboru smo dobili podatke, da v Sloveniji potekajo genetska svetovanja in



testiranja za prenatalno diagnozo in za nekatere bolezni, kot so levkemija, celiakija, globoka venska tromboza, moška neplodnost, cistična fibroza, mišična distrofija in nekatere druge.

Tabela 7: Razlogi, ki so vplivali na izbor odgovora, ali je genetsko zdravljenje v Sloveniji že možno?

Razlog	Dijaki		Študenti		Skupaj	
	f	f%	f	f%	f	f%
Ne poznam nobenega primera	0	0,0	1	2,4	1	0,8
Mislím, da naša medicina še ni tako razvita	9	11,2	6	14,6	15	12,4
Pomanjkanje tehnologije in finančnih sredstev	4	5,0	8	19,5	12	9,9
V tujini verjetno že, v Sloveniji pa še ne	1	1,2	2	4,9	3	2,5
Dobro razvita znanost in tehnologija	2	2,5	3	7,3	5	4,1
Nisem zainteresiran/-a	6	7,5	2	4,9	8	6,6
Genetsko zdravljenje še ni odobreno	0	0,0	2	4,9	2	1,7
Ni informacij (mediji)	29	36,3	15	36,6	44	36,4
Ni odgovora	29	36,3	2	4,9	31	25,6

2.11.5 Analiza odgovorov o etični sprejemljivosti genskega dopinga

Tabela 8: Izpis statističnih podatkov o etični sprejemljivosti genskega dopinga.

	Ali se vam zdi genski doping etično sprejemljiv?			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	2 (4,9%)	37 (90,2%)	2 (4,9%)	41
Dijaki	18 (22,5%)	49 (61,3%)	13 (16,3%)	80
Skupaj	20 (16,5%)	86 (71,1%)	15 (12,4%)	121

$$\chi^2=12,619, df=2, p=0,002$$

Iz χ^2 preizkusa je razvidno, da obstaja statistično pomembna razlika dijakov in študentov v etičnih stališčih genskega diopinga, saj 90,2 odstotkov študentov in 61,3 odstotkov dijakov ne sprejema genskega dopinga (Tabela 7). Zanimiv je podatek, da 16,3 odstotkov dijakov ni opredeljenih glede etičnosti genskega dopinga. Le 4,9 odstotkov študentov in 22,5 odstotkov dijakov pa genski doping sprejema in podpira.

**Tabela 9: Razlogi, ki so vplivali na izbor odgovora o etični sprejemljivosti genskega dopinga.**

Razlog	Dijaki		Študenti		Skupaj	
	f	f%	f	f%	f	f%
Ni pošteno	15	18,8	2	4,9	17	14,0
Šport ne bo več, kar je bil	3	3,8	3	7,3	6	5,0
Gre za zlorabo	0	0,0	3	7,3	3	2,5
Ne vidim potrebe	3	3,8	9	22,0	12	9,9
Finančna omejitev	0	0,0	1	2,4	1	0,8
Ni etično	1	1,2	3	7,3	4	3,3
Ni bi smelo biti dovoljeno	0	0,0	3	7,3	3	2,5
Neprimerljivost telesne pripravljenosti	8	10,0	9	22,0	17	14,0
Odločitev vsakega posameznika	4	5,0	2	4,9	6	5,0
Ni naravno	4	5,0	4	9,8	8	6,6
Ni zdravo	1	1,2	1	2,4	2	1,7
Povečanje moči in manj poškodb	4	5,0	0	0,0	4	3,3
Nevarni stranski učinki	2	2,5	0	0,0	2	1,7
Ne spoznam se na to	1	1,2	0	0,0	1	0,8
Bolj zdrav od drugih oblik dopinga	4	5,0	0	0,0	4	3,3
Ni odgovora	30	37,5	1	2,4	31	25,6

Dijaki (f% = 18,8) so mnenja (Tabela 8), da genski doping ni sprejemljiv, ker ni pošteno do drugih sotekmovalcev, medtem ko 22,0 odstotkov študentov meni, da ne vidijo potrebe po uporabi le tega. Enak odstotek (f% = 22,0) se izrazi tudi pri razlogu, da študenti genski doping ne odobravajo saj gre v tem primeru za neprimerljivost telesne pripravljenosti. 25,6 odstotkov anketirancev ni zapisalo razloga za svojo odločitev. To lahko pripisujemo visokemu številu odgovorov *ne vem*. Med drugim anketiranci navajajo, da naj športniki in vsi ostali, ki želijo biti sposobnejši in vzdržljivejši to dosejajo s treningi, ne pa z genskim dopingom in naj se razvoj genetskega zdravljenja raje usmeri v pomoč potrebnim bolnikom, kot v nedovoljen genski doping.

Menimo, da je vzrok za takšno razliko v odgovorih v razmišljanju, saj študentje bolj odraslo sprejemajo odločitve in se odločajo na podlagi izkušenj, ki jih imajo več kot dijaki. Dijaki vidijo v genskem dopingju le boljši rezultat, ne zavedajo pa se še posledic, ki jih genski doping lahko prinese.

2.11.6 Analiza odgovorov o stališčih do genetskega zdravljenja



Med trditvami 2, 4, 6, 9 in 10 obstaja statistično pomembna razlika ($p \leq 0,05$) v odgovorih dijakov in študentov (Tabela 11), kar pomeni, da se je mnenje študentov razlikovalo od mnenja dijakov. Razliko odgovorov smo opazili v različnih vrednostih aritmetične sredine, iz katere smo ugotovili kakšno je sprejemanje in strinjanje s trditvami med dijaki in študenti. Študentje ($ar = 3,59$) so bolj podpirali genetsko zdravljenje odraslih oseb, kot zarodkov, medtem ko so se dijaki ($ar = 2,58$) delno strinjali z zdravljenjem zarodkov. Dijaki so se bolj strinjali s četrto, šesto, deveto in deseto trditvijo, kot študentje. Razlika pri deveti in deseti trditvi se pojavi pri stopnji strinjanja, saj je nižja kot pri ostalih trditvah, iz česa lahko sklepamo, da genetski testi o otrokovi nagnjenosti k boleznim in podpovprečni inteligenci odsevajo ne strinjanje anketirancev.

Tabela 10: Izpis statističnih podatkov, povezanih z genetskim zdravljenjem.

		n	ar	sd	sn	p
1. Če bi bila moja bolezen posledica okvare genov, bi se odločil/a za genetsko zdravljenje.	Študenti	41	1,90	1,091	0,170	0,0416
	Dijaki	80	1,75	0,907	0,101	
	Skupaj	121	1,80	0,971	0,088	
2. Genetsko zdravljenje zarodkov je bolj sprejemljivo, kakor genetsko zdravljenje odraslih oseb.	Študenti	41	3,59	1,204	0,188	0,000
	Dijaki	80	2,58	1,016	0,114	
	Skupaj	121	2,92	1,180	0,107	
		n	ar	sd	sn	p
3. Raziskave genetskega zdravljenja bi morali dodatno spodbujati.	Študenti	41	2,17	1,116	0,174	0,352
	Dijaki	80	1,98	1,079	0,121	
	Skupaj	121	2,04	1,091	0,099	
4. Raziskovanje genetskega zdravljenja bi morali ustaviti, dokler ne bi bilo dokazano, da je povsem neškodljivo.	Študenti	41	2,78	1,370	0,214	0,012
	Dijaki	80	2,16	1,195	0,134	
	Skupaj	121	2,37	1,285	0,117	
5. Skrbi me, da bi se pri genetskem zdravljenju, ki se nanaša na genetsko spremembo zarodne celice, vsaka sprememba odrazila v genom naslednje generacije.	Študenti	41	2,05	1,161	0,181	0,854
	Dijaki	80	2,01	0,948	0,106	
	Skupaj	121	2,02	1,020	0,093	
6. Znanstveniki nam skrivajo podatke o škodljivih vplivih genetskega zdravljenja.	Študenti	41	2,61	1,137	0,178	0,000
	Dijaki	80	1,85	0,943	0,105	
	Skupaj	121	2,11	1,071	0,097	
7. Strah me je razvoja tehnik genetskega zdravljenja, saj ne vemo kaj nam takšno zdravljenje prinaša.	Študenti	41	2,80	1,364	0,213	0,057
	Dijaki	80	2,36	1,105	0,124	
	Skupaj	121	2,51	1,212	0,110	
8. Dobro je, da se starši lahko odločijo za splav, če z genetskimi testi	Študenti	41	2,17	1,531	0,239	0,746
	Dijaki	80	2,26	1,439	0,161	



ugotovijo, da bo otrok imel genetsko napako (npr. Downov sindrom).	Skupaj	121	2,23	1,465	0,133	
9. Starši bi se smeli odločiti za splav, če z genetskimi testi ugotovijo, da bo otrok nagnjen k razvoju raka na debelem črevesu.	Študenti	41	3,41	1,483	0,232	
	Dijaki	80	2,61	1,326	0,148	
	Skupaj	121	2,88	1,427	0,130	0,003
10. Starši bi se smeli odločiti za splav, če bi z genetskimi testi ugotovili, da bo otrok sicer zdrav, a podpoprečno inteligenten.	Študenti	41	4,22	1,194	0,186	
	Dijaki	80	3,60	1,374	0,154	
	Skupaj	121	3,81	1,344	0,122	0,016

*Lestvica: 1-se povsem strinjam, 2-se delno strinjam, 3-nisem opredeljen/a, 4-se ne strinjam, 5-se povsem ne strinjam

2.11.7 Analiza odgovorov o prisotnosti bolečin in priporočanju genetskega zdravljenja

Iz χ^2 preizkusa je razvidno, da obstaja statistično pomembna razlika ($p \leq 0,05$) v odgovorih dijakov in študentov (Tabela 12), saj je 41,5 odstotkov študentov odgovorilo, da genetsko zdravljenje ne povzroča bolečin, medtem ko je le 17,5 odstotkov dijakov zanikalo anketno vprašanje. Kar 56,1 odstotkov študentov in 76,3 odstotkov dijakov je odgovorilo, da ne vedo ali so bolečine prisotne.

Tabela 11: Izpis statističnih podatkov o bolečinah pri genetskem zdravljenju.

	Ali opisano genetsko zdravljenje ljudem povzroča bolečine?			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	1 (2,4%)	17 (41,5%)	23 (56,1%)	41
Dijaki	5 (6,3%)	14 (17,5%)	61 (76,3%)	80
Skupaj	6 (5,0%)	31 (25,6%)	84 (69,4%)	121

$$\chi^2=8,235 \text{ df}=2, p=0,016$$

Tabela 12: Razlogi, ki so vplivali na izbor odgovora, ali genetsko zdravljenje povzroča ljudem bolečine.

Razlog	Dijaki		Študenti		Skupaj	
	F	F%	F	F%	F	F%
Le bolečina vboda igle	2	2,5	8	19,5	10	8,3
Ne poznam postopka	15	18,8	14	34,1	29	24,0
Ne povzroča nobenih bolečin	0	0,0	4	9,8	4	3,3



Povzroča psihične bolečine	0	0,0	1	2,4	1	0,8
Terapija povzroča stranske (boleče) učinke	0	0,0	1	2,4	1	0,8
Vsako zdravljenje povzroča bolečine	7	8,7	1	2,4	8	6,6
Nisem vedel/-a, da takšno zdravljenje obstaja	2	2,5	0	0,0	2	1,7
Ni odgovora	54	67,5	12	29,4	66	54,5

34,1 odstotkov študentov in 18,8 odstotkov dijakov ni poznalo postopka genetskega zdravljenja (Tabela 13), zato niso vedeli, ali takšno zdravljenje povzroča bolečine. Anketiranci ($f\% = 8,3$) so zapisali, da je boleč le odvzem krvi, drugih bolečin pa ni prisotnih. Zanimiv je delež (6,6%) anketirancev, ki so zapisali, da vsako zdravljenje povzroča bolečine in ni nujno, da so te fizične narave. 54,5 odstotkov vprašanih ni zapisalo razloga za izbor odgovora, kar pripisujemo visokemu odstotku ($f\% = 69,4$) ne vem odgovorov.

Tabela 13: Izpis statističnih podatkov o priporočanju genetskega zdravljenja.

	Ali bi vaši babici priporočali genetsko zdravljenje?			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	18 (43,9%)	8 (19,5%)	15 (36,6%)	41
Dijaki	33 (41,3%)	28 (35,0%)	19 (23,8%)	80
Skupaj	51 (42,1%)	36 (29,8%)	34 (28,1%)	121

$$\chi^2=3,920, df=2, p=0,141$$

Iz χ^2 preizkusa je razvidno, da ne obstaja statistično pomembna razlika v priporočanju genetskega zdravljenja med dijaki in študenti. Kar 43,9 odstotkov vprašanih študentov in 41,3 odstotkov dijakov bi priporočali babici genetsko zdravljenje, medtem ko 19,5 odstotkov študentov in 35,0 odstotkov dijakov ne bi priporočali takšnega zdravljenja. 28,1 odstotkov vseh anketirancev ni bilo odločenih o odgovoru (Tabela 15), saj so obkrožili odgovor *ne vem*. Vzrok za takšne odgovore je lahko v tem, da se s takšnim problemom še niso srečali in niso vedeli kako bi nanj odreagirali.

Tabela 14: Razlogi, ki so vplivali na izbor odgovora o priporočanju genetskega zdravljenja.

Razlog	Dijaki		Študenti		Skupaj	
	f	f%	f	f%	f	f%
Upošteval/-a bi njeno željo	3	3,8	6	14,6	9	7,3
Premalo sem seznanjen/-a o takšnem zdravljenju	1	1,2	5	12,3	6	5,0
Ker stranskih učinkov ni veliko	0	0,0	1	2,4	1	0,8



Najprej bi rad/-a sam/-a poskusil/-a	0	0,0	1	2,4	1	0,8
Ima večje možnosti za okrevanje in nima kaj izgubiti	9	11,2	11	26,8	20	16,5
Visok delež uspešnih zdravljenj	3	3,8	3	7,3	6	5,0
Gre za preizkušanje	9	11,2	5	12,3	14	11,6
Prevelika psihična obremenitev	1	1,2	1	2,4	2	1,7
Zdravniki bi me morali prepričati	1	1,2	2	4,9	3	2,5
Upanje na izboljšanje stanja	5	6,3	1	2,4	6	5,0
Odvisno od odstotka tveganja	3	3,8	1	2,4	4	3,2
Lahko pripomore k razvoju zdravljenja	6	7,5	0	0,0	6	5,0
Stanje bi se babici lahko še poslabšalo	3	3,8	0	0,0	3	2,5
Razlog	Dijaki		Študenti		Skupaj	
	f	f%	f	f%	f	f%
Ni pozitivnega učinka	2	2,5	0	0,0	2	1,7
Ni odgovora	34	42,5	4	9,8	38	31,4

Študenti (f% = 26,8) in dijaki (f% = 11,2) bi babici priporočali zdravljenje (Tabela 13), saj ima s tem večje možnosti za okrevanje in nima kaj izgubiti. Nekateri študenti (f% = 14,6) bi pri odločitvi upoštevali babičino željo. 11,6 odstotkov vprašanih je mnenja, da gre za preizkušanje in takim odločitvam ne zaupajo. V odgovorih so zapisali, da je z zdravljenjem potrebno vsaj poskusiti, saj se zdravje lahko samo izboljša ali ostane enako. Nekateri so bili skeptični in so zapisali, da premalo vedo o takšnih zdravljenjih, ampak če bi bilo zanesljivo in brez stranskih učinkov bi tudi takšno zdravljenje priporočali.

2.11.8 Analiza odgovorov o uničenju ali obstoju zarodkov

Tabela 15: Izpis statističnih podatkov o uničenju ali obstoju zarodkov.

Metode prenatalne diagnoze ne vsebujejo veliko poskusov zdravljenja zarodkov, ampak dovoljujejo obstanek samo zdravim zarodkom. S katero trditvijo se najbolj strinjate?					
Nadaljevanje teh metod, ki so manj tvegane in cenejše	Ne podpiram takšnega zdravljenja, ker ni niti manj tvegano, niti ceneje	Razvoj genetskega zdravljenja, s katerim bi ustavili uničenje neustreznih zarodkov.	Ne strinjam se z nobeno od teh metod.	Nisem prepričan/-a.	Skupaj



Študenti	11 (26,8%)	3 (7,3%)	4 (9,8%)	10 (24,4%)	13 (31,7%)	41
Dijaki	17 (21,3%)	7 (8,8%)	16 (20,0%)	8 (10,0%)	32 (40,0%)	80
Skupaj	28 (23,1%)	10 (8,3%)	20 (16,5%)	18 (14,9%)	45 (37,2%)	121

$$\chi^2=6,356, df=4, p=0,174$$

Iz χ^2 preizkusa je razvidno, da ne obstaja statistično pomembna razlika v poseganju v človeški zarodek, s tem so bili odgovori študentov in dijakov (Tabela 17) med seboj podobni, saj so se strinjali z nadaljevanjem teh metod, ki so manj tvegane in cenejše (f% = 23,1). Dijaki (f% = 20,0) in študenti (f% = 9,8) so se strinjali z razvojem genetskega zdravljenja, s katerim bi ustavili uničenje neustreznih zarodkov. Pojavil se je visok odstotek (f% = 37,2) odgovorov, kjer anketiranci niso bili prepričani o izboru odgovora.

Tabela 16: Razlogi, ki so vplivali na izbor odgovora o genetskem zdravljenju zarodkov.

Razlog	Dijaki		Študenti		Skupaj	
	f	f%	f	f%	f	f%
Cenejše in manj tvegane metode	6	7,5	2	4,9	8	6,6
Ne strinjam se z zdravljenjem zarodkov	1	1,3	1	2,4	2	1,7
Ne želim spreminjati evolucije	9	11,2	9	22,0	18	14,9
Podpiram selekcijo zarodkov	0	0,0	2	4,9	2	1,7
Spodbujam popravljanje napak zarodkov	3	3,7	4	9,8	7	5,8
Nisem dovolj informiran/-a	2	2,5	3	7,3	5	4,1
Zbuja etične pomisleke	6	7,5	3	7,3	9	7,4
Te metode se mi zdijo uspešne	0	0,0	2	4,9	2	1,7
Zarodki z nepravilnostmi nimajo možnosti razvoja	3	3,7	2	4,9	5	4,1
Bilo bi manj ljudi s telesno okvaro	1	1,3	0	0,0	1	0,8
Opraviti bi morali še več poskusov	3	3,7	0	0,0	3	2,5
Odpravili bi trpljenje bolnih ljudi in sorodnikov	5	6,3	0	0,0	5	4,1
Ni odgovora	41	51,3	13	31,6	54	44,6

22,0 odstotkov študentov in 11,2 odstotkov dijakov ni želelo spreminjati evolucije in s tem uničiti neprimerne zarodke (Tabela 15). Zanimivo je, da je 5,8 odstotkov vprašanih spodbujalo popravljanje napak zarodkov in ne uničenje le teh, medtem ko se 1,7 odstotkov anketirancev ni strinjalo z zdravljenjem zarodkov. Anketiranci (f% = 7,4) so bili mnenja, da takšno početje vzbuja etične pomisleke. Študenti so odgovarjali bolje, saj so si lažje predstavljali in se vživeli v vlogo staršev in tudi razmišljali poglobljeno, kot dijaki.



2.11.9 Analiza odgovorov o znanju genetike

Tabela 17: Izpis statističnih podatkov o znanju genetike.

1.	V vsaki človeški celici je enak dedni material-DNA, razen če ni v kateri od njih prišlo do mutacije.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	36 (87,8%)	5 (12,2%)	0 (0,0%)	41
Dijaki	55 (68,8%)	12 (15,0%)	13 (16,3%)	80
Skupaj	91 (75,2%)	17 (14,0%)	13 (10,7%)	121

$$\chi^2=12,191, df=2, p=0,002$$

2.	En gen lahko vpliva samo na eno lastnost organizma.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	15 (36,6%)	24 (58,5%)	2 (4,9%)	41
Dijaki	19 (23,8%)	25 (31,3%)	36 (45,0%)	80
Skupaj	34 (28,1%)	49 (40,5%)	38 (31,4%)	121

$$\chi^2=24,703, df=2, p=0,000$$

3.	Gene vsebujejo le gensko spremenjeni organizmi.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	0 (0,0%)	41 (100%)	0 (0,0%)	41
Dijaki	7 (8,8%)	49 (61,3%)	24 (30,0%)	80
Skupaj	7 (5,8%)	90 (74,4%)	24 (19,8%)	121

$$\chi^2=30,890, df=2, p=0,000$$

4.	Genom je ena garnitura kromosomov v celici.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	22 (53,7%)	16 (39,0%)	3 (7,3%)	41
Dijaki	40 (50,0%)	6 (7,5%)	34 (42,5%)	80
Skupaj	62 (51,2%)	22 (18,2%)	37 (30,6%)	121

$$\chi^2=27,690, df=2, p=0,000$$

5.	Ljudje imamo 46 kromosomov, ki jih razvrstimo v 23 parov.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	38 (92,7%)	2 (4,9%)	1 (2,4%)	41
Dijaki	42 (52,5%)	12 (15,0%)	26 (32,5%)	80
Skupaj	80 (66,1%)	14 (11,6%)	27 (22,3%)	121

$$\chi^2=24,203, df=2, p=0,000$$



6.	Mutacije telesnih (somatskih) celic se dedujejo na potomce.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	9 (22,0%)	26 (63,4%)	6 (14,6%)	41
Dijaki	34 (42,5%)	12 (15,0%)	34 (42,5%)	80
Skupaj	43 (35,5%)	38 (31,4%)	40 (33,1%)	121

$$\chi^2=29,609, df=2, p=0,000$$

7.	Okolje ne vpliva na izražanje lastnosti organizma, zapisanih v genih.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	8 (19,5%)	33 (80,5%)	0 (0,0%)	41
Dijaki	19 (23,8%)	37 (46,3%)	24 (30,0%)	80
Skupaj	27 (22,3%)	70 (57,9%)	24 (19,8%)	121

$$\chi^2=25,317, df=2, p=0,000$$

8.	RNK ni zvija v dvojno vijačnico, ampak se ovija okoli same sebe.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	20 (48,8%)	13 (31,7%)	8 (19,5%)	41
Dijaki	29 (36,3%)	15 (18,8%)	36 (45,0%)	80
Skupaj	49 (40,5%)	28 (23,1%)	44 (36,4%)	121

$$\chi^2=8,281, df=2, p=0,016$$

9.	Ženske imajo v svojih somatskih celicah dva kromosoma X, moški pa imajo v svojih somatskih celicah en kromosom X in en Y.			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	40 (97,6%)	1 (2,4%)	0 (0,0%)	41
Dijaki	45 (56,3%)	9 (11,3%)	26 (32,5%)	80
Skupaj	85 (70,2%)	10 (8,3%)	26 (21,5%)	121

$$\chi^2=30,902, df=2, p=0,000$$

Pri odgovorih smo opazili, da je več anketirancev odgovorilo pravilno na zastavljene trditve (Tabela 18) in s tem so dokazali, da jim genetika ni tuja. Trditve, da je v vsaki človeški celici enak dedni material-DNA, razen če ni v kateri od njih prišlo do mutacije, je pravilna in pojavil se je najvišji odstotek pravilnega odgovora ($f\% = 75,2$) vseh anketirancev. Pri trditvi, da en gen vpliva na eno lastnost organizma, je le 40,5 odstotkov vprašanih odgovorilo pravilno, medtem ko 31,4 odstotkov vseh vprašanih ni vedelo pravilnega odgovora. Tudi pri tretji trditvi se je pojavil visok odstotek pravilnega odgovora (74,4%). Pri nadaljnji trditvi je 51,2 odstotkov anketirancev odgovorilo pravilno,



30,6 odstotkov vprašanih pa ni vedelo odgovora. Pravilni odgovor pete trditve je vedelo 66,1 odstotkov vprašanih. Pri šesti trditvi, ki pravi, da se mutacije telesnih (somatskih) celic dedujejo na potomce, je večji del anketirancev ($f\% = 35,5$) odgovorilo narobe, 31,4 odstotkov je bilo pravilnih odgovorov, medtem ko je 33,1 odstotkov anketirancev označilo odgovor *ne vem*. Pri vseh ostalih trditvah so anketiranci pravilno označili odgovore, in sicer pri sedmi ($f\% = 57,9$), osmi ($f\% = 40,5$) in deveti ($f\% = 70,2$) trditvi.

Študentje so odgovarjali bolje. Vzrok za boljše poznavanje genetike študentov je, da so študentje biologije bolj zainteresirani in imajo več znanja, saj so takšna znanja pridobili tekom študija biologije.

2.11.10 Analiza trditev o etičnem vidiku genetskega zdravljenja

Tabela 18: Izpis statističnih podatkov etičnega vidika v korist genetskega zdravljenja zarodnih celic.

Zapisane so etične trditve predstavljene v korist genetskega zdravljenja zarodnih celic. Ob predpostavki, da poskusi na zarodnih celicah postanejo uspešni, označite katera trditev se vam zdi dovolj trden razlog za uporabo genetskega zdravljenja na zarodnih celicah.	Dijaki		Študenti	
	f	f%	f	f%
Je učinkovitejša/ekonomična od ponavljanja somatskega genetskega zdravljenja vsake generacije.	9	9,0	4	8,9
Ponuja znanstveno svobodo za raziskovanje novih metod zdravljenja /preprečuje bolezni.	30	30,0	9	20,0
Potrebni je manj zdravstvenih delavcev, preprečuje bolezni in krepi zdravje.	10	10,0	2	4,4
Varuje (ne kaznuje) posameznike, ki se soočajo z boleznijo.	12	12,0	8	17,8
Varuje potomce pred možnostjo prenosa bolezni med posameznimi geni.	20	20,0	8	17,8
Varuje otroke/vnuke pred somatsko gensko terapijo.	9	9,0	4	8,9
V skladu z znanostjo obstaja dolžnost in možnost za odpravo škode.	10	10,0	10	22,2
Posamezno število odgovorov	100	69,0	45	31,0
Skupno število odgovorov	145			

* Število odgovorov je večje, saj so nekateri anketiranci obkrožili dva ali več odgovorov.

Dijaki ($f\% = 30,0$) in študenti ($f\% = 20,0$) so bili mnenja (Tabela 17), da genetsko zdravljenje ponuja znanstveno svobodo za raziskovanje novih metod zdravljenja/preprečevanja bolezni. Dijaki ($f\% = 20,0$) in študenti ($f\% = 17,8$) so bili mnenja, da genetsko zdravljenje varuje potomce pred možnostjo prenosa bolezni med posameznimi geni. Odgovori dijakov in študentov so bili zelo podobni, kar smo opazili iz podobne odstotne vrednosti odgovorov. Največ študentov ($f\% = 22,2$) je kot najtrdnejši razlog za uporabo genetskega zdravljenja označilo, da v skladu z znanostjo obstaja dolžnost in možnost za odpravo škode. Vzrok za takšne rezultate leži v večji dojemljivosti študentov za to tematiko kot dijakov.

**Tabela 19: Izpis statističnih podatkov etičnega vidika proti genetskemu zdravljenju zarodnih celic.**

Zapisane so etične trditve, predstavljene proti genetskemu zdravljenju zarodnih celic. Katera trditev bi upravičila prepoved genetskega zdravljenja zarodnih celic?	Dijaki		Študenti	
	f	f%	f	f%
Alternativni način zdravljenja lahko prepreči prenos genskih bolezni.	3	13,2	1	1,7
Človeška evolucija/naravna selekcija - genom ne smemo spreminjati.	21	18,5	11	18,6
Otroška pravica, da ima otrok nespremenjen genom.	12	10,6	3	5,1
Predrago zdravljenje, da bi bilo na voljo večini parov.	12	10,6	1	1,7
Preko človeških meja/v nasprotju z verskim prepričanjem.	5	4,4	2	3,4
Pritiski za izboljšanje uporabe genetskega zdravljenja.	6	5,3	0	0,0
Možnost zlonamerne uporabe (ustvarjanje bitij »po meri«)	34	30,1	29	49,1
Nepredvideni negativni učinki se lahko prenesejo na potomce.	15	13,3	7	11,9
Manjšana diverziteta človeškega genoma.	5	4,4	5	8,5
Posamezno število odgovorov	113	65,7	59	34,3
Skupno število odgovorov	172			

* Število odgovorov je večje, saj so nekateri anketiranci obkrožili dva ali več odgovorov.

Med najvišje zastopane trditve študentov ($f\% = 49,1$) in dijakov ($f\% = 30,1$), proti genetskemu zdravljenju, se je pojavila možnost zlonamerne uporabe. Naslednja največkrat obkrožena trditev je bila (Tabela 18), da človeške evolucije/naravne selekcije in genoma ne smemo spreminjati, nato pa skrb, da se nepredvideni negativni učinki lahko prenesejo na potomce. Iz rezultatov smo sklepali, da strah in nezaupanje izhajata iz nepoznavanja genetskega zdravljenja in posledic po takšnem zdravljenju.

3.1.1 Analiza odgovorov o vplivu na lastnosti otroka

Odgovori med dijaki in študenti so zelo različni (Tabela 20), saj 40,0 odstotkov študentov ni želelo vplivati na lastnosti svojih otrok, medtem ko je bil odstotek pri dijakih veliko nižji ($f\% = 16,6$). Lastnost, na katero bi vplivali študenti je nagnjenost k boleznim ($f\% = 34,5$) in inteligenca ($f\% = 9,0$), medtem ko so ostale lastnosti zastopane vzelo nizkem odstotku. Odgovori dijakov so bili porazdeljeni med lastnosti iz tabel približno enakomerno, izstopala sta samo odgovora, da niso želeli vplivati na lastnosti svojih otrok ($f\% = 16,6$) in vpliv na inteligenco ($f\% = 16,6$). Dijaki bi raje vplivali na lastnosti videza otroka, kot študenti, saj je iz odstotnih vrednosti bilo opaziti, da bi vplivali na pozitivne osebne lastnosti, nagnjenost k boleznim, barva las in oči, spol ter nekatere druge. Ugotavljamo, da je dijakom bolj pomemben zunanji videz, kot notranje vrednote in zdravje človeka, katerih se študentje bolj zavedajo, kar smo opazili iz njihovih odgovorov.

Tabela 20: Izpis statističnih podatkov o vplivu na lastnosti otroka.

Če bo nekoč možno, da si kot starš izberete lastnosti za svojega otroka, na katere lastnosti bi vplivali?	Dijaki		Študenti	
	f	f%	f	f%
Višina	9	5,3	1	1,9



Moč	11	6,5	0	0,0
Teža	10	5,9	0	0,0
Barva kože	4	2,4	0	0,0
Barva las in oči	13	7,7	0	0,0
Spol	12	7,1	1	1,9
Inteligenca	28	16,6	5	9,0
Glasbeni ali umetniški talent	2	1,2	0	0,0
Negativne osebnostne lastnosti	10	5,9	2	3,6
Lepota	11	6,5	2	3,6
Pozitivne osebnostne lastnosti	16	9,5	3	5,5
Negativen odnos k boleznim	15	8,8	19	34,5
Ne želim vplivati na lastnosti svojih otrok	28	16,6	22	40,0
<i>Posamezno število odgovorov</i>	169	75,4	55	24,6
<i>Skupno število odgovorov</i>	224			

* Število odgovorov je večje, saj so nekateri anketiranci obkrožili dva ali več odgovorov.

2.11.11 Analiza odgovorov o posegu v zarodek

Dijaki (f% = 37,5) in študenti (f% = 41,9) so navedli (Tabela 21), da je genetsko zdravljenje, s katerim bi izboljšali človeške zmogljivosti in lastnosti delno sprejemljivo. 34,9 odstotkov dijakov ni bilo prepričanih o svojem odgovoru in 23,3 odstotkov študentov je mnenja, da je takšno zdravljenje povsem nesprejemljivo.

Tabela 21: Izpis statističnih podatkov o genetskem zdravljenju zarodnih celic.

Genetsko zdravljenje somatskih in zarodnih celic se bo nekega dne uporabljalo za izboljšanje človeških lastnosti. Kako moralno sprejemljiva je uporaba genskih tehnik za izboljšanje človeških zmogljivosti potomcev in kako sprejemljiva je za zdravljenje genetskih bolezni?	Dijaki		Študenti	
	f	f%	f	f%
povsem sprejemljiva	8	10,0	4	9,2
delno sprejemljiva	30	37,5	18	41,9
nisem prepričan/a	28	34,9	6	14,0
ni sprejemljiva	7	8,8	5	11,6
povsem nesprejemljiva	7	8,8	10	23,3
<i>Posamezno število odgovorov</i>	80	65,0	43	35,0
<i>Skupno število odgovorov</i>	123			

* Število odgovorov je večje, saj so nekateri anketiranci obkrožili dva ali več odgovorov.

Tabela 22: Razlogi, ki so vplivali na izbor odgovora, kako etično sprejemljivo je spreminjanje lastnosti zarodkov in genetsko zdravljenje bolezni.

Razlog	Dijaki		Študenti		Skupaj	
	f	f%	f	f%	f	f%
Strinjam se z genetskim zdravljenjem genskih bolezni	8	10,0	8	19,5	16	13,2
Podpiram naravni razvoj lastnosti	7	8,8	9	22,0	16	13,2
Nastale bi večje razlike med ljudmi, predvsem bogatimi in revnimi	7	8,8	4	9,8	11	9,1
Zdi se mi neetično	1	1,3	2	4,8	3	2,5
Ker v tem vidim boljšo prihodnost	9	11,3	3	7,3	12	9,9
Vsi ljudje bi bili enaki	0	0,0	3	7,3	3	2,5



Ker se lahko pojavi zlonamerna uporaba	1	1,3	4	9,8	5	4,1
Menim, da še ni dovolj raziskano in varno	6	7,5	5	12,2	11	9,1
S tem bi bilo manj bolezni	7	8,8	0	0,0	7	5,8
Ker ne poznamo posledic, ni vredno tvegati	11	13,7	0	0,0	11	9,1
Me ne zanima	1	1,3	0	0,0	1	0,8
Ni odgovora	22	27,5	3	7,3	25	20,7

13,2 odstotkov anketirancev se je strinjalo (Tabela 23) z genetskim zdravljenjem genskih bolezni in prav tako je enak odstotek ($f\% = 13,2$) anketirancev podpiralo naravni razvoj lastnosti in ne želijo vplivati na razvoj zarodka. Če posplošimo, se dijaki in študenti niso strinjali z genetskim zdravljenjem zarodkov. Dijaki so utemeljili ($f\% = 13,7$), da ne poznajo posledic in ni vredno tvegati, študenti pa so podpirali naravni razvoj lastnosti ($f\% = 22,0$). Študenti so navedli tudi, da takšno zdravljenje še ni dovolj raziskano in varno ($f\% = 12,2$) ter, da bi nastale še večje razlike med ljudmi, predvsem bogatimi in revnimi ($f\% = 9,8$). Dijaki vidijo v genetskem zdravljenju zarodkov boljšo prihodnost ($f\% = 11,3$) in menijo, da bi bilo s takšnim zdravljenjem manj bolezni ($f\% = 8,8$).

Tabela 23: Izpis statističnih podatkov o posegu v človeški zarodek.

	Ali se strinjate s posegom v človeški zarodek in odstranitev napake oz. Downovega sindroma?			Skupaj
	Da	Ne	Ne vem	
Študenti	32 (78,0%)	3 (7,3%)	6 (14,6%)	41
Dijaki	34 (42,5%)	18 (22,5%)	28 (35,0%)	80
Skupaj	66 (54,5%)	21 (17,4%)	34 (28,1%)	121

$$\chi^2=13,882, df=2, p=0,001$$

Iz χ^2 preizkusa je razvidno, da obstaja statistično pomembna razlika v strinjanju s posegom v človeški zarodek med dijaki in študenti. 54,5 odstotkov vprašanih se je strinjalo (Tabela 25) z genetskim zdravljenjem zarodkov v primeru Downovega sindroma in navedli so, da bi s tem otroku omogočili lepše življenje z manj trpljenja. Večji delež dijakov ($f\% = 22,5$) je bil v primerjavi s študenti ($f\% = 7,3$) mnenja, da se ne strinjajo z odstranitvijo napake in menijo, da se naj otrok razvije takšen, kot mu je usojeno. Razlog dijakovih odgovorov o nestrinjanju odstranitve napake oz. Downovega sindroma verjetno izhaja iz nezaupanja v genetsko zdravljenje, saj vsakršno poseganje v človeško telo pusti določene posledice, ki pri genetskem zdravljenju še niso točno opredeljene.

Tabela 24: Razlogi, ki so vplivali na odločitev o posegu v človeški zarodek.



Razlog	Dijaki		Študenti		Skupaj	
	f	f%	f	f%	f	f%
Sprejel/-a bi otroka z Downovim sindromom	12	15,0	3	7,3	15	12,4
Vsak si želi zdravega otroka	24	30,0	18	43,9	42	34,7
Nisem opredeljen/-a	0	0,0	2	4,9	2	1,7
Zdravljenje bi sprejel/-a, če ne bi bilo negativnih posledic	6	7,5	12	29,3	18	14,9
Vsak starš ima pravico, da se sam odloči	3	3,7	2	4,9	5	4,1
Zaradi etičnosti tega ne podpiram	2	2,5	1	2,4	3	2,5
Predrago zdravljenje	3	3,7	0	0,0	3	2,5
Zdravljenje povzroča bolečine	1	1,3	0	0,0	1	0,8
Lahko bi škodovali tudi materi	1	1,3	0	0,0	1	0,8
Otrok zaradi drugačnosti ne bi bil sprejet v družbo	1	1,3	0	0,0	1	0,8
Ni odgovora	27	33,7	3	7,3	30	24,8

V tabeli 25 so zapisani odstotni deleži posameznih odgovorov, kjer lahko opazimo da je bilo 34,7 odstotkov anketirancev mnenja, da si vsak želi zdravega otroka. 15 odstotkov dijakov bi sprejelo otroka z Downovim sindromom, medtem ko je odstotek odgovorov študentov nižji (f% = 7,3). Nekateri študentje (f% = 29,3) bi sprejeli zdravljenje, če ne bi bilo prisotnih negativnih posledic. Dijaki so kot razlog navedli tudi možnost, da ima vsak starš pravico odločitve, da zaradi etičnosti tega ne podpirajo in da je zdravljenje predrago.

Razlog za razliko v odgovorih izhaja iz starosti, saj so študentje starejši in nekateri se že postavljajo v vlogo staršev, zato se odgovori študentov razlikujejo od odgovorov dijakov, ki še niso dovolj zreli in se jim poseganje v zarodek ne zdi toliko sporen kot študentom.

4 DISKUSIJA

Z raziskavo smo želeli ugotoviti kateri so viri informacij o genetskem zdravljenju pri dijakih in študentih, kakšno je njihovo znanje o genetiki in genetskem zdravljenju, kako sprejemajo odločitve o zdravljenju z genskimi posegi, kakšno je mnenje dijakov in študentov o genskem doppingu, kakšno je vedenje in zanimanje dijakov in študentov o genetskem zdravljenju v Sloveniji, ali bi takšno zdravljenje priporočali sorodnikom, kakšno je mnenje dijakov in študentov o genetskem zdravljenju zarodkov in vplivu na lastnosti otroka, ter kakšno je etično stališče dijakov in študentov do genetskega zdravljenja.

V anketnem vzorcu so bili številčnejše zastopani dijaki srednjih šol, pri katerih so bili anketiranci pretežno moškega spola, medtem ko je bil ženski spol v večjem številu zastopan pri študentih.

Ugotovili smo, da je večina dijakov informacije o genetskem zdravljenju dobila ob spremljanju oddaj na TV, z uporabo interneta in predavanj v šoli, medtem ko so študentje največ informacij o genetskem zdravljenju dobili s predavanji na fakulteti, kar nakazuje na to, da dijaki o tej temi v šoli niso



velikokrat slišali in so informacije dobili na drugačen način, medtem ko so študentje biologije o genetskem zdravljenju govorili tudi na predavanjih, ki to snov obravnavajo.

Ugotovili smo, da se anketiranci strinjajo s posegi za odpravo duševne motnje, ozdravitev barvne slepote, ozdravitev Downovega sindroma, hemofilije, mišične distrofije, raka in sladkorne bolezni. Nesprejemljivo se jim zdi vplivati na zaustavitev staranja, podaljšanje mladosti, pospešitev rasti las, nagnjenje za plešavost, zmanjševanje dovzetnosti za agresijo, izboljšanje inteligence (IQ) ter močnejše in zmogljivejše mišice. Kot je bilo pričakovano so anketiranci življenjsko manj pomembna stanja in bolezni označili kot manj sprejemljive za genske posege, saj zanj ni nujno zdravljenje.

Ugotovili smo, da se anketiranci odločajo za vpliv na življenjsko pomembne bolezni in stanja, medtem ko ne vidijo potrebe po spreminjanju in vplivu na nekatere lastnosti, ki niso življenjskega pomena.

Večina študentov je prepričana, da v Sloveniji genetsko zdravljenje še ni mogoče, saj menijo, da medicina še ni tako razvita ter, da v Sloveniji primanjkuje tehnologije in finančnih sredstev. Dijaki so za razliko od študentov neopredeljeni in ne vedo, če takšno zdravljenje v Sloveniji obstaja, saj so zapisali, da o tem ni informacij in mediji o tem ne poročajo. Menimo, da je vzrok za dijakovo nepoznavanje genetskega zdravljenja v njihovem manjšem zanimanju, saj bi z večjim zanimanjem lahko te podatke poiskali tudi sami na spletu ali v revijah.

Večina anketiranih študentov in dijakov se ne strinja z genskim dopingom, saj menijo, da takšen način ni pošten do sotekmovalcev, pojavi se neprimerljivost telesne pripravljenosti, predvsem pa si anketiranci želijo, da športniki svoje rezultate dosegajo z rednimi treningi in ne genskim dopingom, za katerega še ne poznamo stranskih učinkov in tveganj. Ugotovili smo, da se več dijakov strinja z genskim dopingom in lahko sklepamo, da dijaki še niso dovolj seznanjeni z vplivom dopinga na telo in njegovimi stranskimi učinki, ampak vidijo v tem le boljši rezultat tekmovalca.

Raziskali smo sprejemanje in strinjanje oz. nestrinjanje s posameznimi trditvami, ki so povezane z genetskim zdravljenjem in ugotovili, da se anketiranci strinjajo z genetskim zdravljenjem v primeru, da bi sami zboleli. Prav tako se strinjajo s trditvijo, da nam znanstveniki skrivajo podatke o škodljivih vplivih genetskega zdravljenja, iz česa lahko zaključimo, da anketiranci ne zaupajo zdravstvenemu sistemu. Visoko je nestrinjanje študentov, da je genetsko zdravljenje zarodkov bolj sprejemljivo kot zdravljenje odraslih oseb, medtem ko se dijaki, o tem že skoraj strinjajo. Odgovori dijakov in študentov so bili enotni in oboji se strinjajo, da se starši lahko odločijo za splav, če z genetskimi testi ugotovijo, da bo otrok imel genetsko napako. Za razliko od naslednjih dveh trditvev o genetskih testih, s katerimi bi ugotovili nagnjenost k razvoju raka in podpovprečni inteligenci, se anketiranci ne strinjajo, saj nista življenjsko pomembni in nanj anketiranci ne želijo vplivati.



Pridobili smo podatke o mnenju anketirancev glede bolečin pri genetskem zdravljenju za katerega študentje menijo, da takšno zdravljenje ne povzroča bolečin, medtem ko se je le nekaj dijakov odločilo za enak odgovor. Dijaki ne vedo kakšne so bolečine in si ne predstavljajo kako takšno zdravljenje poteka, med drugim so nekateri tudi zapisali, da za takšno zdravljenje prvič slišijo.

Anketiranci bi priporočali genetsko zdravljenje babici, saj bi imela s tem večje možnosti za okrevanje. S takšnim zdravljenjem se dijaki bolj kot študenti ne strinjajo in ga babici ne bi priporočali. Menijo, da smo o tem premalo seznanjeni, da gre za preizkušanje, nekateri celo menijo, da bi se lahko babici zdravje poslabšalo. Ker nekateri anketiranci niso zapisali razloga za odločitev sklepamo, da o tem niso seznanjeni in nimajo ustvarjenega mnenja, ker si takšno zdravljenje težje predstavljajo.

Zanimalo nas je mnenje anketirancev o prenatalni diagnozi, ki ne vsebuje veliko poskusov zdravljenja zarodkov, pač pa dovoljuje obstanek samo zdravim zarodkom. Ugotovili smo, da bi anketiranci nadaljevali s temi metodami, ki so manj tvegane in cenejše, vendar se pojavi tudi strinjanje z odgovorom, ki podpira razvoj genetskega zdravljenja, s katerim bi ustavili uničenje neustreznih zarodkov. Visok odstotek odgovorov, kjer anketiranci niso prepričani o izboru odgovora si razlagamo, da se o takšnih stvareh težje odločajo in niso prepričani o svojih odločitvah, saj ne vedo kakšne bi bile posledice njihovih odločitev. Najpogostejši razlogi so, da ne želijo spreminjati evolucije, s tem zarodki z nepravilnostmi nimajo možnosti razvoja, vendar bi s takšnimi posegi odpravili trpljenje bolnih ljudi in sorodnikov. Ugotovili smo, da se anketirancem zdi moralno nesprejemljivo, da bodoči starši odločajo o usodi njihovega otroka in prav tako študentom se ne zdi sprejemljivo človeško vmešavanje v naravni razvoj, kar se sklada tudi z drugimi raziskavami (Črne – Hladnik in sod., 2009).

Pridobili smo podatke o znanju anketirancev iz genetike, iz katerih lahko povzamemo, da imajo anketiranci znanje o genetiki, saj so na skoraj vsa vprašanja odgovorili pravilno. Kljub pretkanim vprašanjem so vprašani pokazali znanje, vendar so študentje bolje odgovarjali na vprašanja, iz česa lahko sklepamo, da imajo študentje več znanja o genetiki. Ugotovili smo, da imajo dijaki in študentje podobno znanje genetike in biotehnologije, vendar je več pozitivnih stališč s strani študentov, iz česar lahko sklepamo, kar se sklada s tujimi ugotovitvami (Usak in sod., 2009), da imajo študentje, ki imajo več znanja tudi bolj pozitiven odnos do sprejemanja novih tehnologij in s tem genetskega zdravljenja. Zaradi hitrejšega razvoja biotehnologije, se je povečala tudi potreba po znanju, kajti znanje le klasične genetike ni dovolj za razumevanje novejših procesov prihodnosti, kot je genetsko zdravljenje, kar ugotavljajo tudi druge podobne študije (Erdogan in sod., 2009).

Predstavili smo etične trditve v korist genetskemu zdravljenju zarodnih celic in iz odgovorov dijakov ugotovili, da ponuja znanstveno svobodo za raziskovanje novih metod zdravljenja/preprečuje bolezni. Iz števila odgovorov



v korist in proti genetskemu zdravljenju zarodnih celic opazimo, da je večje število odgovorov proti genetskemu zdravljenju zarodnih celic, iz česa lahko sklepamo, da se naši anketiranci bolj nagibajo k neodobravanju genetskega zdravljenja zarodnih celic. Največ anketirancev se boji možnosti zlonamerne uporabe in se strinjajo s človeško evolucijo ter naravno selekcijo. Predstavljajo si negativne posledice in se bojijo, da z začetkom množične uporabe genetskega zdravljenja zarodkov, ne bi bilo več možnosti vrnitve, v stanje, ki ga poznamo danes.

Ugotovili smo, da se anketiranci delno strinjajo z genetskim zdravljenjem bolezni, saj vidijo v tem boljše in lažje možnosti okrevanja, življenja. Problem je nezaupanje znanstvenikom in etični pomisleki. Zanimalo nas je kako moralno sprejemljiva se zdi anketirancem uporaba genskih tehnik za izboljšanje zmožnosti/lastnosti njihovih otrok. Rezultati drugih raziskav (Rabino, 2003) opisujejo enake rezultate, saj večji del študentov tega ne podpira.

Študentje podpirajo naravni razvoj lastnosti in na lastnosti otrok ne želijo vplivati, medtem ko dijaki z navdušenjem sprejemajo možnost za določitev otrokovih lastnosti. Če posplošimo se dijaki in študenti ne strinjajo z genetskim zdravljenjem zarodkov, saj dijaki utemeljujejo, da ne poznamo posledic in ni vredno tvegati. Študenti navajajo, da takšno zdravljenje še ni dovolj raziskano in varno ter, da bi nastale še večje razlike med ljudmi, predvsem bogatimi in revnimi. Tudi manj kot en odstotek napake pri genetskem zdravljenju je preveč za nepotrebno spreminjanje in izboljšavanje lastnosti (Rabino, 2003). Dijaki vidijo v genetskem zdravljenju zarodkov boljšo prihodnost in menijo, da bi bilo s takšnim zdravljenjem manj bolezni.

Ne smemo zanemariti znanje in pripravljenost učiteljev biologije za poučevanje biotehnologije (Usak in sod., 2009), saj je velik potencial ravno na učiteljih, ki novo znanje podajajo mlajšim generacijam in od njihovega znanja in razumevanja so odvisna tudi stališča in odločitve, ki jih bodo storili v prihodnosti.

5 POVZETEK

Hiter razvoj znanosti na področju moderne biotehnologije, obeta številne možnosti zdravljenja genetskih bolezni, ki jih bodo najverjetneje deležne prihajajoče generacije, morda tudi naši anketiranci. Eden od takih je genetsko zdravljenje, ki postaja vedno bolj aktualno. Z genetskim zdravljenjem označujemo vse postopke, s katerimi vnesemo v bolnika gene ali gensko spremenjene celice z namenom zdravljenja ali preprečevanja bolezni. To področje je še vedno v razvoju, zato smo se odločili, da diplomsko nalogo posvetimo tej zanimivi in aktualni temi, kjer je še veliko stvari neznanih, nejasnih in z etičnega vidika odpirajo številni pomisleki. Opazili smo, da je že v srednjih šolah kar nekaj zanimanja na tem področju, pri študentih pa je to zanimanje še večje. S pomočjo ankete smo želeli ugotoviti, kakšno je znanje, vedenje, mišljenje, sprejemanje, zanimanje in odnos dijakov, tretjih in četrtyh



letnikov dveh srednjih šol in študentov, ki končujejo študij biologije dveh fakultet, do genetskega zdravljenja, ter kakšne so razlike med tema dvema skupinama. Ugotovili smo, da imajo anketirani študentje biologije več znanja o genetiki in bolj dodelano mnenje o genetskem zdravljenju, kot dijaki. Odgovori študentov natančneje opisujejo njihova stališča, medtem ko dijaki še niso povsem opredeljeni glede anketnih primerov, saj si ne znajo predstavljati postopka takšnega zdravljenja.

Ugotavljamo, da so dijaki manj zainteresirani za to temo, saj v srednji šoli ni veliko ur namenjenih genetiki in biotehnologiji. Raziskali smo, da so študentje bolj poučeni o genetskem zdravljenju in imajo boljše predstave, trdnejša mnenja in razloge ter jasne odločitve, saj so ne samo starejši, ampak imajo tudi več znanja na tem področju.

6 LITERATURA

- 1 Ambrožič, J., Šorgo, A. (2009) Odnos študentov razrednega pouka do gensko spremenjenih organizmov (GSO). *Acta Biologica Slovenica*. **52**(2): 21-31.
- 2 Brajkovič, B. (2006) *Genetika. Učbenik za gimnazije*. DZS, Ljubljana.
- 3 Črne-Hladnik, H., Peklaj, C., Košmelj, K., Hladnik, A., Javornik, B. (2009) Assessment of Slovene secondary school students' attitudes to biotechnology in terms of usefulness, moral acceptability and risk perception. *Public Understanding of Science*. **18**(6): 747-758.
- 4 Črne-Hladnik, H. (2004) Izbrana poglavja iz genskega inženirstva. Priročnik za učitelje biologije. Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana.
- 5 Doljak, B. (2005) DNA – Nosilka dednosti. Od gena do rekombinatnega zdravila. Podiplomsko izobraževanje. Fakulteta za farmacijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana. Stran 7-19.
- 6 Epstein, R.J. (2003) *Human Molecular Biology*. Cambridge university press, Cambridge.
- 7 Erdogan, M., Özel, M., Usak, M., Prokop, P. (2009) Development and Validation of an Instrument to Measure, University Students' Biotechnology Attitude, *Journal Science Education Technology*. **18**:255–264.
- 8 Komel, R. (2006) *Genetika. Od dvojne vijačnice do kloniranja. Učbenik za gimnazije in srednje tehniške šole*. Založba Rokus, Ljubljana.
- 9 Komel, R. (1998a) Genetske bolezni in genska preiskava. *Proteus*, **60**(8): 344-356
- 10 Komel, R. (1997) Gensko inženirstvo. Naravoslovni, etični in pravni vidiki. *Proteus*. **60**(1): 8-21.
- 11 Komel, R. (1998b) Gensko zdravljenje. *Proteus*. **61**(1): 14-23.
- 12 Komel, R. (1998c) Gensko zdravljenje (2). *Proteus*. **61**(2): 66-71.
- 13 Kreft, S., Krapež, S. (2006) *Genetika in evolucija. Biologija za gimnazije*. Modrijan, Ljubljana.



- 14 Kristl, J. (2005) Dostavni sistemi za vnos rekombinatnih proteinskih učinkovin in terapevtskih genov. Od gena do rekombinatnega zdravila. Podiplomsko izobraževanje. Fakulteta za farmacijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana. Stran 91-109.
- 15 Kumerdej, M. (2009) O matičnih celicah. Dragocena zrnca v naših telesih, Delo, 30.april.2009. Stran 21-24.
- 16 Mali, F. (2007) Etične dileme in tveganja privatizacije in komercializacije biogenetske znanosti na spletu: <http://www.zrss.si/bzid/geni/pdf/mali-clanek.pdf> (obiskano 10.4.2010).
- 17 Malovrh, T. (2005) Genski doping. Atletika 43-44, 2005 na spletu: <http://www.atletska-zveza.si/files/antidoping/lzobrazevanje/genski%20doping.pdf> (obiskano 3.3.2010).
- 18 Marc, J. (2005) Analize DNA v diagnostiki. Od gena do rekombinatnega zdravila. Podiplomsko izobraževanje. Fakulteta za farmacijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana. Stran 119-127.
- 19 Mesec, B. (1998) Uvod v knatitativno raziskovanje v socialnem delu. VŠSD, Ljubljana.
- 20 Peterlin, B., Witzl, K. (2003) Humana genetika. Cankarjeva založba, Ljubljana.
- 21 Rabino, I. (2003) Gene therapy: ethical issues, Theoretical Medicine. 24: 31-58, Kluwer Academic Publishers, Danska.
- 22 Ridley, M. (2002) Genom. Biografija človeške vrste. Učila, Tržič.
- 23 Rifkin, J. (2001) Stoletje biotehnologije. Kako bo trgovina z geni spremenila svet. Knjižna zbirka Krt 120, Ljubljana.
- 24 Roberts, M., Reiss, M., Monger, G. (1993) Biology: Principles and Process. Nelson and Sons, Ontario.
- 25 Rudolph, F. in McIntire, L. (1996) Biotechnology. Science, engineering and ethical challenges for the twenty-first century. Joseph Henry Press, Washington, D.C.
- 26 Smith, U. M., Adikson R.L. (2010) Updating the Model Definition of the Gene in the Modern Genomic Era with Implications for Instruction, Science & Education. 19: 1-20.
- 27 Usak, M., Erdogan, M., Prokop, P., Ozel, M. (2009) High School and University Students' Knowledge and Attitudes Regarding Biotechnology, Biochemistry and molecular biology education. **37**(2): 123–130.
- 28 Vilhar, B., Zupančič, G., Vičar, M., Sojar, A., Devetak, B., Gilčvert-Berdnik, D., Sobočan, V. (2008) Učni načrt. Biologija. Gimnazija; Splošna gimnazija na spletu: http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN_BIOLOGIJA_strok_gimn.pdf (obiskano 7.4.2010).
- 29 Watson, J.D. in Berry, A. (2007) DNK – Skrivnost življenja. Modrijan, Ljubljana.



- 30 Zupančič, G., Vilčar, M., Gobec, K., Mršič, H. (2007) SSI + PTI Katalog znanja. Biologija na spletu: http://www.zrss.si/pdf/PPSI_SSI_PTI%20Biologija.pdf (obiskano 7.4.2010).
- 31 Žiberna, L., Žiberna, K., Štrukelj B., Mlinarič-Raščan I. (2007) Možnosti uporabe genskega dopinga in problemi njegove detekcije. Farmacevtski vestnik. **58**(4): 139-144.



7 PRILOGE

ANKETA

Spoštovana anketiranka, spoštovani anketiranec!

V okviru svoje diplomske naloge izvajam raziskavo o znanju, vedenju, sprejemanju, zanimanju in odnosu učencev in dijakov srednjih šol do moderne biotehnologije in genetskega zdravljenja.

Naša želja je izboljšati izobraževanje o novostih, ki neposredno vplivajo tudi na naša življenja, zato moramo najprej ugotoviti, kaj dijaki o neki temi že vedo in kako poteka izobraževanje o tej temi. Razlog moje raziskave je želja, da ugotovimo, kakšni so temelji, na katerih lahko začnemo graditi spremembe, zato vas prosim za prijazno sodelovanje.

Gordana Hojnik

Z genetskim zdravljenjem označujemo vse postopke, s katerimi vnesemo v bolnika gene ali gensko spremenjene celice z namenom zdravljenja ali preprečevanja bolezni. Gensko informacijo vnašamo v telo s prenašalci genske informacije. Vnos je mogoč na dva načina. S prvim postopkom odvezamo oboleli osebi celice in vanje v laboratoriju, s postopki podobnimi tistim, ki se uporabljajo za transformacije bakterij vnesemo nove gene, celice z novimi geni pa nato prenesemo nazaj v obolelo osebo. Drugi način je vnos novih genov naravnost v tkivo in telesne organe obolele osebe, brez odvzema telesnih celic. Tak vnos poteka največkrat s pomočjo virusov, lahko pa tudi drugače.

Zaenkrat genetsko zdravimo le telesne (somatske, tkivne) celice, genetsko zdravljenje spolnih (zarodnih) celic pa ni dovoljeno. Zarodne celice so nespecializirane, nezrele celice, ki imajo sposobnost samoobnavljanja in se lahko diferencirajo v celice različnih tkiv.

Zanima me nekaj osnovnih podatkov o vas

1.	Fakulteta, smer študija in program (vpišite)						
2.	Srednja šola (obkrožite)	Gimnazija	Srednja strokovna šola			Poklicna šola	
3.	Letnik študija oz. šolanja (obkrožite)	1	2	3	4	5	abs.
4.	Spol (obkrožite)	M			Ž		



1. Vaš najpomembnejši vir informacij o genetskih spremembah in genetskem zdravljenju je bil: (Obkrožite črko pred odgovorom.)

- a) dnevno časopisje; b) internet;
 c) oddaje na radiu; d) oddaje na TV;
 e) predavanja v šoli/ na fakulteti; f) seminarji in strokovna predavanja;
 g) splošne in poljudne revije; i) razgovori s prijatelji in znanci;
 h) strokovne knjige in revije;
 j) drugo (zapišite) _____.

2. Obstajajo obeti, da bomo lahko nekega dne spodaj naštetja stanja in bolezni, od katerih so nekatera posledica genetske napake, zdravili z genetskim zdravljenjem. Če bi to postalo varno, učinkovito in cenovno ugodno.

Na petstopenjski lestvici obkrožite, kako sprejemljivi bi bili za vas genetski posegi v primeru naštetih stanj in bolezni.

Lestvica: 1 – povsem sprejemljivo, 2- sprejemljivo 3 - mi je vseeno / nevtrarno, 4 – nesprejemljivo, 5- povsem nesprejemljivo

a	Imeti močnejše in zmogljivejše mišice;	1	2	3	4	5
b	Izboljšati inteligenco (IQ);	1	2	3	4	5
c	Odpraviti dovzetnost za debelost;	1	2	3	4	5
d	Odpraviti duševno motnjo;	1	2	3	4	5
e	Odpraviti motnje učenja;	1	2	3	4	5
f	Odpraviti nagnjenje za plešavost;	1	2	3	4	5
g	Odpraviti nespečnost;	1	2	3	4	5
h	Ozdraviti barvno slepoto;	1	2	3	4	5
i	Ozdraviti Downov sindrom;	1	2	3	4	5
j	Ozdraviti hemofilijo (zmanjšana sposobnost telesa za nadzor strjevanja krvi);	1	2	3	4	5
k	Ozdraviti mišično distrofijo (oslabelost mišice, napake v mišičnih beljakovinah, smrt mišične celice in tkiva);	1	2	3	4	5
l	Ozdraviti raka;	1	2	3	4	5
m	Ozdraviti sladkorno bolezen;	1	2	3	4	5
n	Podaljšati mladost;	1	2	3	4	5
o	Pospešiti rast las – preprečitev plešavosti;	1	2	3	4	5
p	Zaustaviti staranje;	1	2	3	4	5
r	Zmanjšati dovzetnost za agresijo.	1	2	3	4	5

3. Ali menite, da je genetsko zdravljenje v Sloveniji že mogoče?



(Obkrožite črko pred odgovorom.)

- a) da;
b) ne;
c) ne vem/ nisem prepričan.

3.1. Pojasnite razlog za izbor odgovora. (Odgovor zapišite na črte.)

4. Genski doping je neterapevtska uporaba celic, genov, genskih elementov ali modulacija genske ekspresije, katere cilj je izboljšati sposobnosti športnika. Vnos genskega materiala v celice tarčnih tkiv izboljšajo aerobne sposobnosti, podaljšajo vzdržljivost in zvečajo mišično moč. Gre za enake metode dela kot pri genetskem zdravljenju, s posebnostjo, da se genski doping izvaja na zdravem človeku.

Ali se ti zdi ta metoda etično sprejemljiva? (Obkrožite črko pred odgovorom.)

- a) da;
b) ne;
c) ne vem/ nisem prepričan.

4.1. Pojasnite razlog za izbor odgovora. (Odgovor zapišite na črte.)

5. Zapisane so trditve, povezane z genetskim zdravljenjem.

(Odgovarjajte tako, da zabeležite križec v ustrezen stolpec s katerim izrazite svoje stališče do zapisane trditve.)

	1-se povsem strinjam	2-se delno strinjam	3-nisem opredeljen/a	4-se ne strinjam	5-se povsem ne strinjam				
TRDITEV					1	2	3	4	5
1.	Če bi bila moja bolezen posledica okvare genov, bi se odločil/a za gensko zdravljenje.								
2.	Gensko zdravljenje zarodkov je bolj sprejemljivo, kakor gensko zdravljenje odraslih oseb.								
3.	Raziskave genskega zdravljenja bi morali dodatno spodbujati.								
4.	Raziskovanje genskega zdravljenja bi morali ustaviti, dokler ne bi bilo dokazano, da je povsem neškodljivo.								
5.	Skrbi me, da bi se pri genetskem zdravljenju, ki se								



	nanaša na genetsko spremembo zarodne celice, vsaka sprememba odrazila v genom naslednje generacije.					
6.	Znanstveniki nam skrivajo podatke o škodljivih vplivih genskega zdravljenja.					
7.	Strah me je razvoja tehnik genskega zdravljenja, saj ne vemo kaj nam takšno zdravljenje prinaša.					
8.	Dobro je, da se starši lahko odločijo za splav, če z genetskimi testi ugotovijo, da bo otrok imel genetsko napako (npr. Downov sindrom).					
9.	Starši bi se smeli odločiti za splav, če z genetskimi testi ugotovijo, da bo otrok nagnjen k razvoju raka na debelem črevesu.					
10.	Starši bi se smeli odločiti za splav, če bi z genetskimi testi ugotovili, da bo otrok sicer zdrav, a podpovprečno inteligenten.					

6. Prvi klinični testi genskega zdravljenja pri človeku so bili namenjeni zdravljenju genetske bolezni imenovane ADA (adenozin deaminaza) z močno prizadetim imunskim sistemom. (Adenozin deaminaza (ADA) ureja koncentracijo adenozina, ki vpliva na sproščanje inzulina in glukagona in periferno presnovo glukoze). **Pri tem bolniku so izolirali bele krvničke in jih inficirali z MLV vektorjem, ki je nosil neokvarjen gen za ADA. Nato so tako spremenjene bele krvničke prenesli nazaj v bolnika, ki se mu je nato stanje izboljšalo.**

Ali takšno genetsko zdravljenje povzroča ljudem bolečine?

(Obkrožite črko pred odgovorom.)

- a) da;
- b) ne;
- c) ne vem/ nisem prepričan.

6.1. Pojasnite razlog za izbor odgovora. *(Odgovor zapišite na črte.)*

7. Vaši babici so zdravniki potrdili diagnozo parkinsonove bolezni. Ker se je genetsko zdravljenje izkazalo za povsem varno in zelo uspešno, so vaši babici predlagali takšno zdravljenje.



Potencialno možno zdravljenje, ki je trenutno v fazi preizkušanja, temelji na uporabi nenevarnega virusa, ki ga gen (poimenovali so ga GAD) prenese naravnost v nevrone možganov.

Ali bi babici priporočali, da postane testna oseba za poizkuse, ter sprejme takšno zdravljenje? (Obkrožite črko pred odgovorom.)

- a) da;
- b) ne;
- c) ne vem/ nisem prepričan.

7.1. Pojasnite razlog za izbor odgovora. (Odgovor zapišite na črte.)

8. Trenutna reproduktivna praksa je, da prenatalni diagnozi (način ugotavljanja dednih in genetskih bolezni pri zarodku, ki ga izvajajo v nosečnosti) **sledi splav, če ugotovijo nepravilnosti na zarodku. Presaditvi »in vitro«** (proces in poskusi, ki potekajo v nadzorovanem okolju zunaj živega organizma, v epruveti) **sledi testiranje in izbira/zavrnitev s tem pa zagotavlja manj tvegano in cenejšo metodo preprečevanja genetskih bolezni kot genetsko zdravljenje. Kakorkoli, te metode ne vsebujejo poskusov zdravljenja embrijev ali zarodkov, ampak dovoljujejo obstanek samo zdravih, da nadaljujejo razvoj. S katero trditvijo se najbolj strinjate? (Obkrožite črko pred odgovorom.)**

- a) nadaljevanje teh metod, ki so manj tvegane in cenejše;
- b) ne podpiram takšnega zdravljenja, ker ni niti manj tvegano, niti ceneje;
- c) razvoj genetskega zdravljenja, s katerim bi ustavili uničenje neustreznih zarodkov;
- d) ne strinjam se z nobeno od teh metod;
- e) nisem prepričan/a.

8.1. Pojasnite razlog za izbor odgovora. (Odgovor zapišite na črte.)

9. Zapisane so trditve povezane z genetiko.

*(Odgovarjajte tako, da obkrožite besedo **da**, če menite, da je trditev veljavna; **ne**, če menite, da je trditev neveljavna; ali možnost **ne vem**.)*

	TRDITEV	Da	Ne	Ne vem
1.	V vsaki človeški celici je enak dedni	Da	Ne	Ne vem



	material – DNK, razen če ni v kateri od njih prišlo do mutacije.			
2.	En gen lahko vpliva samo na eno lastnost organizma.	Da	Ne	Ne vem
3.	Gene vsebujejo le gensko spremenjeni organizmi.	Da	Ne	Ne vem
4.	Genom je ena garnitura kromosomov v celici.	Da	Ne	Ne vem
5.	Ljudje imamo 46 kromosomov ki jih razvrstimo v 23 parov.	Da	Ne	Ne vem
6.	Mutacije telesnih (somatskih) celic se dedujejo na potomce.	Da	Ne	Ne vem
TRDITEV		Da	Ne	Ne vem
7.	Okolje ne vpliva na izražanje lastnosti organizma, zapisanih v genih.	Da	Ne	Ne vem
8.	RNK ni zvita v dvojno vijačnico, ampak se ovija okoli same sebe.	Da	Ne	Ne vem
9.	Ženske imajo v svojih somatskih celicah dva kromosoma X, moški pa imajo v svojih somatskih celicah en kromosom X in en Y.	Da	Ne	Ne vem

10. Zapisane so etične trditve, predstavljene v korist genetskega zdravljenja zarodnih celic. Ob predpostavki, da poskusi na zarodnih celicah postanejo uspešni, označite katera trditev se vam zdi dovolj trden razlog za uporabo genske terapije na zarodnih celicah.

(Obkrožite črko pred izbrano trditvijo.)

- Je učinkovitejša/ekonomična od ponavljanja somatskega genetskega zdravljenja vsako generacijo;
- ponuja znanstveno svobodo za raziskovanje novih metod zdravljenja /preprečuje bolezni;
- potrebni je manj zdravstvenih delavcev, preprečuje bolezni in krepi zdravje;
- varuje (ne kaznuje) posameznike, ki se soočajo z boleznijo;
- varuje potomce pred možnostjo prenosa bolezni med posameznimi geni;
- varuje otroke/vnuke pred somatskim genetskim zdravljenjem;
- v skladu z znanostjo obstaja dolžnost in možnost za odpravo škode.

11. Zapisane so etične trditve, predstavljene proti genetskemu zdravljenju zarodnih celic. Katera trditev bi upravičila prepoved genetskega zdravljenja zarodnih celic?

(Obkrožite črko pred izbrano trditvijo.)



- a) Alternativni način zdravljenja lahko prepreči prenos genetskih bolezni;
- b) človeška evolucija/naravna selekcija - genom ne smemo spreminjati;
- c) otroška pravica, da ima otrok nespremenjen genom;
- d) predrago zdravljenje, da bi bilo na voljo večini parov;
- e) preko človeških meja/v nasprotju z verskim prepričanjem;
- f) pritiski za izboljšanje uporabe genetskega zdravljenja
- g) možnost zlonamerne uporabe (ustvarjanje bitij »po meri«);
- h) nepredvideni negativni učinki se lahko prenesejo na potomce;
- i) manjšana diverziteta človeškega genoma.

12. Če bo nekoč možno, da si kot starš izberete lastnosti za svojega otroka, na katere lastnosti bi vplivali?

(Obkrožite črko pred odgovorom.)

- a) Višina;
- b) moč;
- c) teža;
- d) barva kože;
- e) barva las in oči;
- f) spol;
- g) inteligenca;
- h) glasbeni ali umetniški talent;
- i) negativne osebnostne lastnosti, kot nasilje;
- k) pozitivne osebnostne lastnosti kot ljubeznivost;
- j) lepota;
- l) nagnjenost k boleznim;
- m) ne želim vplivati na lastnosti svojih otrok.

13. Genetsko zdravljenje somatskih in zarodnih celic se bo nekega dne uporabljalo za izboljšanje človeških lastnosti. Kako moralno sprejemljiva je uporaba genskih tehnik za izboljšanje človeških zmogljivosti potomcev in kako sprejemljiva je za zdravljenje genetskih bolezni?

(Obkrožite črko pred odgovorom.)

- a) povsem sprejemljiva
- b) delno sprejemljiva
- c) nisem prepričan/a
- d) ni sprejemljiva
- e) povsem nesprejemljiva

13.1. Pojasni razlog za izbor odgovora. (Odgovor zapišite na črte.)

14. Molekularna diagnostika omogoča zgodnje odkrivanje genskih poškodb zarodka. Tako lahko dokaj hitro s posebnim presejalnim testom (preiskave, s katerimi ugotavljamo, ali obstaja v nosečnosti povečano tveganje, da se rodi otrok z



Downovim sindromom) **odkrijejo, če se pri zarodku pojavi kromosomska nepravilnost, trisomija 21 ali Downov sindrom. Z genetskim zdravljenjem bi bilo mogoče to napako odstraniti, da bi se kasneje razvil normalen otrok. Ali se strinjate s takšnim posegom v človeški zarodek? (Obkrožite črko pred odgovorom.)**

- a) da;
- b) ne;
- c) ne vem/ nisem prepričan.

14.1. Pojasnite razlog za izbor odgovora. (Odgovor zapišite na črte.)
