

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Daniela Vlačić

RAZUMEVANJE FOTOSINTEZE MED GIMNAZIJC

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Daniela VLAČIĆ

RAZUMEVANJE FOTOSINTEZE MED GIMNAZIJC

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

THE UNDERSTANDING OF PHOTOSYNTHESIS IN HIGH SCHOOL

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo v Skupini za biološko izobraževanje Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za biologijo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Jelko Strgar.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Marjana REGVAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Mentorica: doc. dr. Jelka STRGAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Recenzentka: prof. dr. Alenka GABERŠČIK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora:

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Daniela Vlačić

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK 581.132:303.425(043.2)
AV VLAČIĆ, Daniela
SA STRGAR, Jelka (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI 2014
IN RAZUMEVANJE FOTOSINTEZE MED GIMNAZIJC
TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP X, 57 str., 1 pregl., 29 sl., 2 pril., 15 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Fotosinteza igra osrednjo vlogo pri razumevanju delovanja živih sistemov in velja za eno najtežjih tem za dijake. Težko jo je razumeti, spremlja pa jo tudi veliko napačnih predstav. Težave najpogosteje nastopijo pri razumevanju avtotrofnega prehranjevanja rastlin. Pogosto dijaki tudi zamenjujejo fotosintezo in dihanje. Cilj diplomske naloge je bil ugotoviti, kakšno stopnjo znanja o procesu fotosinteze imajo gimnazijci, kakšen je njihov odnos do omenjene teme ter ali imajo kakšne napačne predstave o procesu fotosinteze in izvoru hrane pri rastlinah. Raziskava je zajela 309 gimnazijcev. Vprašalnik je vseboval 34 vprašanj. 25 vprašanj je preverjalo znanje in razumevanje fotosinteze, preostalih 8 vprašanj pa je preverjalo odnos do fotosinteze in biologije. Gimnazijci v povprečju soglašajo, da je fotosinteza pomembna za življenje na Zemlji ter da je poznavanje fotosinteze pomembno za splošno izobrazbo. V splošnem so gimnazijci pokazali znanje o fotosintezi in respiraciji, ki je bilo predvsem faktografsko. Ugotovili smo, da je prisotnih tudi precej napačnih predstav, ki med drugim izhajajo iz nerazumevanja funkcije fotosinteze in poteka fotosinteze. Večina gimnazijcev sicer ve, da rastline same pridelajo vso hrano, vendar pa jih le polovica ve, s katerim procesom. Pokazalo se je tudi, da del gimnazijcev ne ve, kaj je glavna funkcija celičnega dihanja ter kje in kdaj to poteka.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC 581.132:303.425(043.2)
AU VLAČIĆ, Daniela
AA STRGAR, Jelka (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
PY 2014
TI THE UNDERSTANDING OF PHOTOSYNTHESIS IN HIGH SCHOOL
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 57 p., 1 tab., 29 fig., 2 ann., 15 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Even though it is a basis for understanding the function of living systems, photosynthesis is considered one of the most difficult subjects for students. Photosynthesis is hard to understand. The most common problems are related to the understanding of the autotrophic feeding of plants. Students often confuse photosynthesis with respiration. The goal of the survey was to determine the level of high school students knowledge on photosynthesis, their attitude towards it, and whether there were any misconceptions about photosynthesis. The survey was conducted among 309 students. The questionnaire consisted of 34 questions. 25 of them tested the knowledge and understanding of photosynthesis and the remaining 8 the attitude towards photosynthesis and biology. Overall, the students agreed that photosynthesis was important for life on Earth and that the knowledge of photosynthesis presents an important part of everyone's knowledge. The results showed the general knowledge on photosynthesis and respiration was mainly factual. We also discovered some misconceptions related to the misunderstanding of the function of photosynthesis and the process of photosynthesis. Most students knew that the plants produced all of their food, but only half of them knew the process of production. We also found that a part of the students did not know the main function of respiration, and where and when it actually took place.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
1. UVOD	1
1.1. OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2. CILJI NALOGE	1
1.3. DELOVNE HIPOTEZE	1
2. PREGLED OBJAV	2
2.1. FOTOSINTEZA	2
2.1.1 Fotosinteza, avtotrofnost in heterotrofnost ter vloga fotosinteze v biosferi	2
2.1.2 Fotosinteza kot kemijska reakcija	3
2.1.3. Fotosinteza kot ključni del fiziologije rastlin	3
2.1.4 Kaj potrebuje rastlina za preživetje in kaj za fotosintezo	4
2.2. RESPIRACIJA (CELIČNO DIHANJE)	5
2.3. NAPAČNE PREDSTAVE O FOTOSINTEZI	6
2.4. FOTOSINTEZA IN RESPIRACIJA (CELIČNO DIHANJE) V UČNEM NAČRTU	8
2.4.1 Fotosinteza in respiracija (celično dihanje) v učnem načrtu (stari program) za osnovne šole	8
2.4.2 Fotosinteza in respiracija (celično dihanje) v učnem načrtu (novi program) za osnovne šole	9
2.4.3 Fotosinteza in respiracija (celično dihanje) v učnem načrtu za gimnazije	12
3. METODE	14
3.1. VPRAŠALNIK	14
3.1.1. Viri, po katerih smo povzeli vprašanja v vprašalniku	15
3.1.2. Razdelitev vprašanj glede na zahtevnost in vsebino	16
3.1.2.1. Sklopi vprašanj glede na vsebino, po kateri sprašujejo:	16
3.1.2.2. Sklopi vprašanj glede na kognitivne (spoznavne) ravni (po Bloomovi taksonomiji kognitivnih ciljev)	16
3.2. STRUKTURA ANKETIRANCEV (VZOREC)	17
3.3. STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	18
4. REZULTATI	18
4.1. ODGOVORI NA VPRAŠANJA O ODNOSU DO FOTOSINTEZE	18
4.2. ODGOVORI NA VPRAŠANJE ODPRTEGA TIPA	21
4.3. SPLOŠNA ANALIZA ODGOVOROV NA VPRAŠANJA ZAPRTEGA TIPA O RAZUMEVANJU FOTOSINTEZE	22
4.4. ANALIZA ODGOVOROV NA POSAMEZNA VPRAŠANJA O RAZUMEVANJU FOTOSINTEZE	23
5. RAZPRAVA	46
6. SKLEPI	54
7. POVZETEK	55
8. VIRI	56

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Odgovori dijakov na vprašanje » Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana?«32
--

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz privzema hranil pri rastlini.	5
Slika 2: Porazdelitev dijakov v raziskavi glede na spol.....	17
Slika 3: Porazdelitev dijakov v raziskavi glede na letnik, ki so ga obiskovali.	18
Slika 4: Odgovori dijakov na vprašanja o odnosu do fotosinteze za celotni vzorec.....	20
Slika 5: Odgovori dijakov na vprašanja o odnosu do vprašalnika za celoten vzorec	21
Slika 6: Deleži pravilnih odgovorov dijakov na vprašanja o razumevanju fotosinteze, ki so imela samo en možen pravilni odgovor – primerjava celotnega vzorca	23
Slika 7: Porazdelitev odgovorov dijakov na 3. vprašanje: »Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?«	24
Slika 8: Porazdelitev odgovorov dijakov na 4. vprašanje: » Kaj je hrana za rastline?«	25
Slika 9: Porazdelitev odgovorov dijakov na 5. vprašanje: »Katera je glavna funkcija fotosinteze?«	26
Slika 10: Porazdelitev odgovorov dijakov na 5. vprašanje: »Katera je glavna funkcija fotosinteze?«	27
Slika 11: Porazdelitev odgovorov dijakov na 7. vprašanje: »V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?«.....	28
Slika 12: Porazdelitev odgovorov dijakov na 8. vprašanje: »Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:«.....	29
Slika 13: Porazdelitev odgovorov dijakov na 9. vprašanje: »Fotosinteza poteka v:«	30
Slika 14: Porazdelitev odgovorov dijakov na 10. vprašanje: »Fotosinteza je kemijska reakcija. Kateri par snovi sta reaktanta (vstopata v reakcijo)?«	31
Slika 15: Porazdelitev odgovorov dijakov na 11. vprašanje: »Katere snovi rastlina sprejema iz tal?« (možnih je več odgovorov).....	32
Slika 16: Porazdelitev odgovorov dijakov na 12. vprašanje: »V katerih delih rastline je klorofil?«.....	33
Slika 17: Porazdelitev odgovorov dijakov na 13. vprašanje: » Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?«.....	34
Slika 18: Porazdelitev odgovorov dijakov na 14. vprašanje: »Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?«.....	35
Slika 19: Porazdelitev odgovorov dijakov na 15. vprašanje: »Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?«.....	36

Slika 20: Porazdelitev odgovorov dijakov na 16. vprašanje: »Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?«	37
Slika 21: Porazdelitev odgovorov dijakov na 18. vprašanje: Na grafu je prikazan odnos med stopnjo fotosinteze in barvo svetlobe, ki so ji izpostavljene zelene rastline. Iz grafa sklepaj, kaj bi se lahko zgodilo, če bi bil svet izpostavljen samo zeleni svetlobi.«	38
Slika 22: Porazdelitev odgovorov dijakov na 19. vprašanje: »Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje klorofil?«	39
Slika 23: Porazdelitev odgovorov dijakov na 20. vprašanje: »Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«	40
Slika 24: Porazdelitev odgovorov dijakov na 21. vprašanje: »Katera trditev v zvezi s klorofilom je pravilna?«	41
Slika 25: Porazdelitev odgovorov dijakov na 22. vprašanje: »Od kod dobijo rastline hrano?«	42
Slika 26: Porazdelitev odgovorov dijakov na 23. vprašanje: »V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:«.....	43
Slika 27: Porazdelitev odgovorov dijakov na 25. vprašanje: »V katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija)?«	44
Slika 28: Porazdelitev odgovorov dijakov na 25. vprašanje: »Kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah?«	45
Slika 29: Porazdelitev odgovorov dijakov na 26. vprašanje: »Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?«	46

1 UVOD

1.1. OPREDELITEV PROBLEMA

Poznavanje in razumevanje procesa fotosinteze je ključno za razumevanje delovanja živih sistemov, hkrati pa je to eden zahtevnejših abstraktnih konceptov, ki jih dijaki srečajo tekom svojega izobraževanja. Fotosinteza je proces, pri katerem poteka sinteza organske snovi iz anorganskih virov z uporabo svetlobne energije. Energija vstopa v proces fotosinteze kot svetlobna energija, organizmi jo predelajo v kemijsko in skladiščijo v obliki ogljikovih hidratov v rastlinskih tkivih.

Razumevanje procesa fotosinteze in respiracije je predpogoj za razumevanje ekologije in delovanja ekosistemov, saj le-ta omogočata pretok hranil in energije med organizmi znotraj ekosistema. Fotosinteza je ocenjena kot ena najtežjih tem za dijake (Stavy in sod., 1987). Glavni problem pri razumevanju fotosinteze predstavlja kompleksnost te biološke teme, ki vsebuje številne konceptualne vidike (ekološki, fiziološki, biokemijski, energetski, avtotrofija), zato dijaki težko razumejo povezave med njimi (Waheed in Lucas, 1992). Obstaja tudi veliko nerazumevanja in napačnih predstav v povezavi s fotosintezo. Najpogostejša je težava pri razumevanju avtotrofnega prehranjevanja pri rastlinah – pogosta predstava je, da rastline dobijo hrano iz tal. Napačne predstave se pojavljajo tudi pri razumevanju procesa respiracije – dijaki pogosto zamenjujejo fotosintezo in respiracijo.

Glede na gimnazijski učni načrt za biologijo, dijaki spoznajo proces fotosinteze v okviru poglavja Zgradba in delovanje rastlin (podpoglavje Pridobivanje energije, izmenjava in transport snovi).

1.2. CILJI NALOGE

Cilj raziskave je ugotoviti, kakšno je znanje gimnazijcev o procesu fotosinteze in kakšen je njihov odnos do fotosinteze. Hkrati želimo preveriti, ali imajo gimnazijci kakšne napačne predstave o procesu fotosinteze.

1.3. DELOVNE HIPOTEZE

Postavili smo naslednje hipoteze:

- Pri dijakih je znanje o fotosintezi večinoma faktografsko.
- Večina dijakov ne razume natančno, od kod rastlinam hrana.
- Kakovost znanja je pri starejših dijakih višja kot pri mlajših.

2 PREGLED OBJAV

2.1 FOTOSINTEZA

Campbell in Reece (2008) definirata fotosintezo kot pretvorbo svetlobne energije v kemijsko, ki je shranjena v sladkorjih ali drugih organskih spojinah. Poteka v rastlinah, algah in nekaterih prokariotih.

2.1.1 Fotosinteza, avtotrofnost in heterotrofnost ter vloga fotosinteze v biosferi

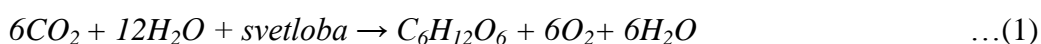
Fotosinteza neposredno ali posredno prehranjuje večino organizmov. Organizem lahko organske spojine pridobi na dva načina: z avtotrofijo ali heterotrofijo. Avtotrofi organske molekule proizvajajo iz ogljikovega dioksida in drugih surovih anorganskih snovi, ki jih dobijo v okolju. Avtotrofi so edini vir organskih spojin za vse neavtotrofne organizme in zato jih biologi imenujejo producenti biosfere. Skoraj vse rastline so izključno avtotrofi; edine snovi, ki jih potrebujejo so voda in minerali iz tal ter ogljikov dioksid iz zraka. Natančneje so rastline fotoavtotrofi – organizmi, ki uporabljajo svetlobo kot vir energije, da lahko sintetizirajo organske spojine. Fotosinteza poteka tudi pri algah, nekaterih drugih protistih in nekaterih drugih prokariotih (Campbell in Reece, 2008).

Heterotrofi dobijo organske snovi z drugačnim načinom prehranjevanja. Ker sami ne sintetizirajo organskih spojin iz anorganskih, uporabljajo tiste, ki jih proizvedejo drugi organizmi. Heterotrofi so torej v biosferi porabniki. Najbolj očitna oblika je prehranjevanje živali z rastlinami ali drugimi živalmi. Nekateri pa so razkrojevalci – prehranjujejo se s trupli, izločki in odpadlim listjem. To je značilno za večino gliv in mnoge tipe prokariotov. Skoraj vsi heterotrofi, vključno s človekom, so popolnoma odvisni (neposredno ali posredno) od avtotrofov glede hrane in tudi kisika, ki je stranski produkt fotosinteze (Campbell in Reece, 2008).

Fotosintetski aparat je edini znani biokemijski sistem, ki lahko oksidira vodo in tako proizvaja kisik, ki je v Zemljini atmosferi (Taiz in Zeiger, 2006).

2.1.2 Fotosinteza kot kemijska reakcija

Splošna enačba fotosinteze je znana od leta 1800: v prisotnosti svetlobe, zeleni deli rastline tvorijo organske spojine in kisik iz ogljikovega dioksida in vode. Z uporabo molekulske formule (1) lahko povzamemo kompleksno serijo kemijskih reakcij v fotosintezi s sledečo kemijsko reakcijo:



Pomembno je dejstvo, da kisik, ki ga oddajo rastline, izhaja iz vode in ne iz ogljikovega dioksida. V kloroplastu se voda namreč razcepi v kisik in vodik

V sklopu svetlobnih reakcij fotosinteze se na tilakoidnih membranah voda razcepi, tako da se sprosti kisik, tvori ATP in nastane NADPH (nikotinamid adenin dinukleotid fosfat).

V sklopu temotnih reakcij pa v Kalvinovem ciklu v stromi nastaja sladkor iz CO_2 z uporabo ATP kot vira energije ter NADPH za redukcijo (Campbell in Reece, 2008).

V procesu fotosinteze se dve preprosti anorganski spojini, voda in ogljikov dioksid, kombinirata tako, da nastaneta kisik in glukoza - kompleksna organska spojina. Glukoza se kombinira z anorganskimi minerali, tako da nastanejo škrob, celuloza, proteini in vse druge kompleksne organske spojine, ki tvorijo rastlino (Anderson in sod., 1990).

2.1.3 Fotosinteza kot ključni del fiziologije rastlin

Vsi zeleni deli rastline, vključno z zelenim stblom in nezrelimi plodovi vsebujejo kloroplaste, v katerih je pigment klorofil, ki jim daje zeleno barvo. Ovojnica iz dveh membran obdaja stromo, gosto tekočino znotraj kloroplasta. Zapleten sistem znotraj povezanih membranskih vrečk, imenovanih tilakoide, ločuje stromo od drugega dela – notranjosti tilakoid ali tilakoidnega prostora. Klorofil je lociran znotraj tilakoidnih membran. Svetlobna energija, ki jo absorbirajo kloroplasti, poganja sintezo organskih molekul v kloroplastu. Največ kloroplastov najdemo v celicah mezofila – tkiva v notranjosti lista. Ogljikov dioksid vstopa v list skozi mikroskopske pore, imenovane stome,

skozi katere prehajata tudi kisik in voda. Vodo rastlina absorbira skozi korenine in jo prek žil prenaša do listov in drugih organov. Po žilah poteka tudi transport sladkorjev v korenine in druge dele rastline, kjer fotosinteza ne poteka

Reakcije, ki potekajo v sklopu fotosinteze, delimo na svetlobne in temotne reakcije. Za svetlobne reakcije fotosinteze je potrebna sončna svetloba, saj rastline s kloroplasti 'ujamejo' sončno energijo in jo pretvorijo v kemijsko energijo. (povzeto po Campbell in Reece, 2008).

Sončno svetlobo absorbira antenski kompleks, ki je zgrajen iz klorofila, pomožnih pigmentov in proteinov ter se nahaja v tilakoidnih membranah kloroplastov. Fotosintetski antenski pigmenti prenesejo energijo do specializiranega klorofil-proteinskega kompleksa znanega kot reakcijski center, ki sproži kompleksno serijo kemijskih reakcij, ki vežejo energijo v obliki kemijskih vezi. Del energije fotonov je v začetku shranjen v obliki kemijske potencialne energije, največ v obliki razlike v vrednosti pH na tilakoidni membrani. Encimski kompleks - ATP sintaza v procesu tvorbe ATP to energijo pretvori v kemijsko (Taiz in Zeiger, 2006).

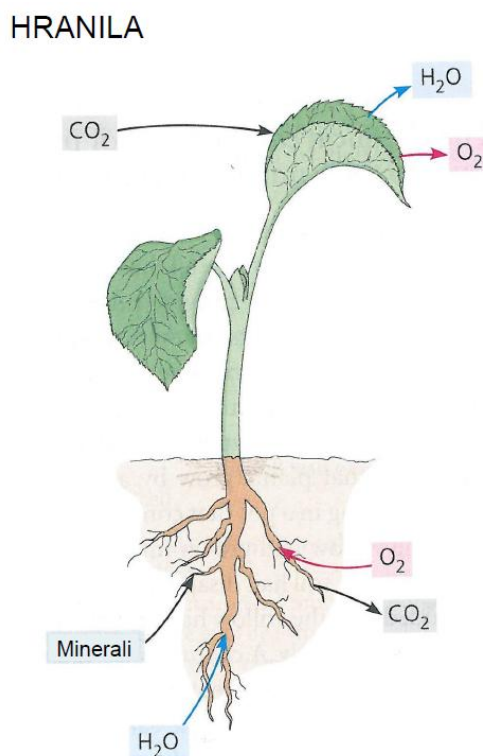
Temotne reakcije fotosinteze potekajo v matriksu kloroplastov. V Kalvinovem ciklu poteka fiksacija CO₂, ob porabi NADPH in molekul ATP, tako da nastajajo ogljikovi hidrati, ki se shranjujejo v obliki saharoze in škroba. Saharoza nastaja v citosolu in je v večini rastlin primerna za transport. Škrob pa nastaja v kloroplastu (Taiz in Zeiger, 2006).

2.1.4 Kaj potrebuje rastlina za preživetje in kaj za fotosintezo

Vsak organizem predstavlja odprt sistem, ki s svojim okoljem stalno izmenjuje energijo in snovi. Rastline in drugi avtotrofni organizmi predstavljajo ključen korak pri kroženju snovi in pretoku energije, ki omogoča delovanje ekosistema, saj pretvarjajo anorganske spojine v organske. Avtotrofni pa ne pomeni avtonomni. Kot vir energije za fotosintezo, potrebujejo rastline sončno svetlobo. Da bi sintetizirale organsko snov, potrebujejo anorganske snovi: ogljikov dioksid, vodo in različne minerale, ki so prisotni v tleh (Campbell in Reece, 2002).

Mineralna hranila so ključni kemijski elementi, ki jih rastlina absorbira iz tal v obliki anorganskih ionov. Vodo lahko smatramo kot hranilo, ker oskrbuje rastlino z vodikovimi

atomi in kisikovimi atomi, ki jih vključi v organske spojine v procesu fotosinteze. Na splošno se več kot 90 % vode, ki jo rastlina absorbira, izgubi z transpiracijo in večina vode, ki jo rastlina obdrži, deluje kot topilo in priskrbi večino mase za celično elongacijo in pomaga pri vzdrževanju oblike mehkih tkiv, tako da vzdržuje turgor v celicah (Campbell in Reece, 2002).



Slika 1: Prikaz privzema hranil pri rastlini. Rastlina privzema vodo in minerale iz tal, preko korenin z mikorizo ali koreninskimi dlačicami in tako poveča površino za absorpcijo. Ogljikov dioksid, ki je predstavlja vir ogljika pri fotosintezi, difundira v liste preko stom iz okoliškega zraka. Iz teh anorganskih hranil rastlina lahko tvori vse svoje organske snovi. Rastline prav tako potrebujejo O₂ za respiracijo (celično dihanje) (povzeto po Campbell in Reece, 2002).

2.2 RESPIRACIJA (CELIČNO DIHANJE)

Fotosinteza je primarni proces, v katerem v našem svetu nastaja organska snov, respiracija (celično dihanje) pa je primarni proces, v katerem se ta organska snov porablja (Anderson in sod., 1990). Respiracija ali celično dihanje poteka v rastlinskih celicah. Za razliko od

fotosinteze, ki poteka v rastlini samo v zelenih tkivih, respiracija poteka v vseh tkivih, torej lahko tudi sočasno s potekom fotosinteze.

S kemijskega vidika lahko izrazimo respiracijo kot oksidacijo molekule saharoze in redukcijo dvanajstih molekul O_2 , kar predstavimo kot celokupno reakcijo.



Med respiracijo se sprošča energija, ki se začasno shranjuje v spojini adenzin trifosfat (ATP). Respiracija obsega tri stopnje: glikolizo, Krebsov cikel in oksidativno fosforilacijo.

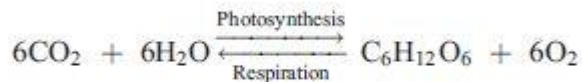
Reakcija poteka v prisotnosti kisika. Najpogosteje omenjeni substrat za respiracijo je glukoza. Pri delujoči rastlinski celici reducirani ogljik izhaja predvsem iz disaharida saharoze, tiozafosfatov iz fotosinteze in drugih sladkorjev, pa tudi lipidov, organskih kislin in včasih tudi proteinov (Taiz in Zeigler, 2006).

2.3 NAPAČNE PREDSTAVE O FOTOSINTEZI

Fotosinteza je ena izmed glavnih tem pri pouku biologije in je vključena v skoraj vsak srednješolski učni načrt predvsem zaradi pomena za osnovno razumevanje, kako svet deluje kot ekosistem (Eisen in Stavy, 1988; Stavy, Eisen, in Yaakobi, 1987 cit. po Domingos-Grilo in sod., 2012) in kot most med neživim in živim svetom (Waheed in Lucas, 1992 cit. po Domingos-Grilo in sod., 2012).

V povezavi z razumevanjem fotosinteze se pojavlja veliko napačnih predstav in nejasnosti. Domingos-Grilo in sod. (2012) so preverjali predstave dijakov (starost 15–16 let) o fotosintezi, še preden so jih poučevali o tem. Veliko dijakov je menilo, da minerali niso pomembni za fotosintezo, da je dovolj prisotnost vode, ogljikovega dioksida in svetlobe. Ravno tako so menili, da fotosinteza poteka le podnevi v prisotnosti svetlobe. Pogosta je bila predstava, da je glavni namen fotosinteze produkcija kisika, in da je izvor sproščenega kisika molekula ogljikovega dioksida. Možno je, da so te predstave posledica antropocentričnega pogleda na svet, saj rastline tvorijo kisik, ki ga ljudje nujno potrebujemo. Mnogo dijakov je dojemalo fotosintezo kot proces, ki je nasproten respiraciji (Cañal, 1999). To alternativno predstavo še utrjuje dejstvo, da se v šolah učijo o fotosintezi

in respiraciji kot o procesih, ki sta nasprotna fenomena. Pogosto sta procesa predstavljena s sledečo formulo (3):



...(3)

Takšna formulacija vodi do alternativne predstave, da rastline podnevi izvajajo fotosintezo, ponoči pa respiracijo. Pri predhodnem preverjanju se je izkazalo, da dijaki menijo, da fotosinteza poteka samo pri rastlinah. To je verjetno posledica dejstva, da učitelji in učbeniki vedno predstavljajo rastline kot primer za fotosintezo (Domingos-Grilo in sod., 2012).

Marmaroti in Galanopoulou (2006) sta ugotovila, da dijaki ne dojemajo fotosinteze kot kemijske reakcije in ne razumejo vloge klorofila. Imajo tudi napačne predstave glede energetskih konceptov (v katerih oblikah sodeluje energija pri fotosintezi) kot tudi o izkoriščanju energije sonca. Nekateri dijaki imajo napačne predstave o tem, da rastline dobijo vsa hranila iz okolja in menijo, da respiracija (celično dihanje) poteka, ko ne poteka fotosinteza. Težave pri razumevanju fotosinteze izhajajo iz dejstva, da je to kompleksna biološka tema s številnimi konceptualnimi vidiki (ekološki, psihološki, biokemijski, energetski in avtotrofno prehranjevanje), dijaki pa imajo težave pri razumevanju povezav med temi vidiki (Waheed in Lucas, 1992). Ravno tako imajo težave pri razumevanju izkoriščanja sončeve energije med fotosintezo, saj jih le malo zna opisati proces prenosa energije med fotosintezo (Eisen in Stavy, 1987) in prav tako malo jih razume energetske pretvorbe (Waheed in Lucas, 1992).

Energija je izraz, ki ima znanstveno definicijo in širšo definicijo, ki je uporabna v vsakdanjem življenju. Težave so pri razlikovanju med oblikami energije in drugimi koncepti, ki niso oblike energije. Študenti označujejo kot energijo različne snovi (npr. hrano, elektrone, vroč zrak), pretvorbe energije (npr. fotosintezo) in druge abstraktne koncepte (npr. sila, temperatura, napetost). Takšno široko in nejasno pojmovanje energije ima resne posledice pri biološkem razumevanju. Zato študenti težko razumejo pretvorbo energije in shranjevanje energije pri bioloških procesih ali cenijo edinstvenost in pomen

pretvorbe energije v procesih kot sta respiracija (celično dihanje) in fotosinteza (Anderson in sod., 1990).

Študija, ki sta jo izvedla Haslan in Treagust (1987), kaže da dijaki ne razumejo pomena respiracije pri rastlinah, ne razumejo, da gre v procesu respiracije pri rastlinah za energetsko pretvorbo, ter imajo le malo predstav o tem, kakšen je odnos med respiracijo in fotosintezo pri rastlinah.

Najpogosteje pa dijaki napačno razumejo avtotrofno prehranjevanje rastlin – pogosto je prisotna predstava, da rastline dobijo vsa hranila iz tal (Barker in Carr, 1989; Bell, 1985; Eisen in Stavy, 1988; Roth, Smith, in Anderson, 1983; Wandersee, 1983; Wood-Robinson, 1991).

Po biološki teoriji rastline pridobivajo presnovno energijo samo iz enega vira – sončeve svetlobe. Živali pridobijo presnovno energijo le kot kemijsko potencialno energijo v hrani. Hrana je izraz, ki ima v biološkem kontekstu drugačen pomen kot v vsakdanjem življenju. Izraz lahko definiramo v kemijskem smislu kot razred snovi, ki vsebujejo uporabne organske komponente ali funkcionalno kot razred snovi, ki jih lahko organizmi uporabijo kot vir energije za metabolizem ali snovi za rast. Te kemijske in funkcionalne lastnosti ima hrana pri vseh organizmih, čeprav obstaja velika variabilnost pri snoveh, ki jih organizmi lahko uporabijo kot hrano. Takšna biološka definicija hrane je potrebna v biološki uporabi izraza, kadar gre za prehranjevalne verige in prehranjevalne mreže, in v trditvi, da rastline tvorijo hrano. To nakazuje da voda, ogljikov dioksid in anorganske snovi niso hrana (Anderson in sod., 1990).

2.4 FOTOSINTEZA IN RESPIRACIJA (CELIČNO DIHANJE) V UČNEM NAČRTU

2.4.1 Fotosinteza in respiracija (celično dihanje) v učnem načrtu (stari program) za osnovne šole

V Učnem načrtu (2000) za 6. razred so v učni temi "Tokovi in energija" naslednji cilji, ki se navezujejo na fotosintezo:

Učenci:

- Zvedo, da rastline potrebujejo svetlobo za izdelavo hrane

V Učnem načrtu (2003) za 8. razred so v učni temi "Temelji ekologije" naslednji cilji, ki se navezujejo na fotosintezo in respiracijo (celično dihanje):

Učenci:

- se seznanijo s procesom fotosinteze in spoznajo njen pomen;
- se seznanijo s procesom dihanja in spoznajo njegov pomen.

2.4.2 Fotosinteza in respiracija (celično dihanje) v učnem načrtu (novi program) za osnovne šole

V Učnem načrtu (2011) za 6. razred so v vsebinskem sklopu "Energija" v poglavju "Sonce - osnovni vir energije na Zemlji", naslednji operativni cilji, ki se navezujejo na fotosintezo:

Učenci:

- spoznajo, "da je v biomasi in fosilnih gorivih nakopičena sončna energija, ki se je v snovi vezala pri fotosintezi".

V Učnem načrtu (2011) za 6. razred so v vsebinskem sklopu "Živa narava" v poglavju "Fotosinteza in celično dihanje", naslednji operativni cilji, ki se navezujejo na fotosintezo in respiracijo (celično dihanje):

Učenci:

- spoznajo, da se v rastlinskih in živalskih celicah v proces celičnega dihanja sprošča energija za poganjanje življenjskih procesov, ter vedo, katere snovi se pri tem porabljajo in katere nastajajo
- razumejo, da posamezni deli rastlinske in živalske celice (celični organeli) opravljajo posebne naloge (mitohondriji - celično dihanje ; kloroplast - fotosinteza)
- razumejo, da v vseh rastlinskih in živalskih celicah ves čas poteka celično dihanje, v tistih rastlinskih celicah, ki vsebujejo kloroplaste, pa poteka tudi fotosinteza.,

- spoznajo, da se med fotosintezo svetlobna energija s pomočjo klorofila pretvori v energijo, ki je vezana v organskih snoveh (sladkor); rastline organske snovi uporabljajo kot vir energije in surovino za izgradnjo lastnega telesa (na primer celuloza, škrob),
- spoznajo, da sta fotosinteza in celično dihanje zapletena procesa, ki lahko potekata samo v živi celici.

V Učnem načrtu (2011) za 6. razred so v vsebinskem sklopu "Živa narava" v poglavju "Zgradba in delovanje rastlin", naslednji operativni cilji, ki se navezujejo na fotosintezo:

Učenci:

- razumejo pomen fotosinteze, celičnega dihanja, izmenjave snovi z okoljem, transporta snovi in preprečevanja izgube vode za preživetje posamezne celice in rastline kot celote
- spoznajo, da rastlina potrebuje mineralne snovi, ki jih prevzema iz okolja, kot surovine za proizvodnjo nekaterih sebi lastnih snovi
- spoznajo, zakaj imajo rastline dva transportna sistema; enega za prenos vode in mineralnih snovi in drugega za prenos do celic, ki ne opravljajo fotosinteze
- spoznajo, da rastlina del sladkorjev, ki jih proizvede pri fotosintezi, ne porabi takoj za pridobivanje energije in kot vir snovi za rast, ampak jih shrani v založnih tkivih, kjer jih predela v založne snovi (škrob, olja)
- spoznajo, da v rastlinskih celicah, ki ne opravljajo fotosinteze, kloroplast ne vsebuje klorofila, ampak kopiči založne snovi (na primer škrobna zrna v gomolju krompirja),

V Učnem načrtu (2011) za 6. razred so v vsebinskem sklopu "Živa narava" v poglavju "Razmnoževanje, rast in razvoj rastlin", naslednji operativni cilji, ki se navezujejo na fotosintezo:

Učenci:

- spoznajo, da seme vsebuje zarodek (mlado rastlino) in da semena vsebujejo veliko založnih snovi, ker mlada rastlina ne opravlja fotosinteze, dokler se ne razvijejo zeleni listi,

V Učnem načrtu (2011) za 7. razred so v vsebinskem sklopu "Živa narava" v poglavju "Celica", naslednji operativni cilji, ki se navezujejo na fotosintezo in respiracijo (celično dihanje):

Učenci:

- spoznajo, da v rastlinskih, živalskih in glivnih celicah poteka celično dihanje (v mitohondrijih); samo v rastlinskih celicah pa poteka fotosinteza (v kloroplastih),
- spoznajo, da so zgornje lastnosti celice povezane z vlogo organizma v ekosistemu kot proizvajalca (rastline) oziroma potrošnika in razkrojevalca (živali, glive),

V Učnem načrtu (2011) so v vsebinskem sklopu "Živa narava" v poglavju "Zgradba in delovanje živali", naslednji operativni cilji, ki se navezujejo na respiracijo (celično dihanje):

Učenci:

- razumejo, da živali večinoma sproščajo energijo iz hrane s celičnim dihanjem za kar sta potrebna dostava prebavljene hrane in kisika do vsake celice in odstranjevanje ogljikovega dioksida, odvečnih nerabnih in potencialno strupenih snovi, ki nastajajo pri presnovi

V Učnem načrtu (2011) so v vsebinskem sklopu "Živa narava" v poglavju "Zgradba in delovanje ekosistemov", naslednji operativni cilji, ki se navezujejo na respiracijo (celično dihanje):

Učenci:

- spoznajo, da proizvajalci (rastline in fotosintezni mikroorganizmi kot temelj prehranjevalnega spleta) energijo, ki vstopa v ekosistem kot sončna energija, med fotosintezo pretvorijo v kemično vezano energijo in da se ta energija nato prenaša

od organizma do organizma skozi prehranjevalni splet (potrošniki – prehranjevanje z drugimi organizmi)

- spoznajo, da se del ogljika vrača v neživo okolje kot ogljikov dioksid, ki nastaja med celičnim dihanjem organizmov,

V Učnem načrtu (2011) za 8. razred so v poglavju "Celica in dedovanje", naslednji učni cilji, ki se navezujejo na fotosintezo in respiracijo (celično dihanje):

Učenci:

- 4 razumejo vlogo celičnih organelov (jedro, membrana, kloroplast, mitohondrij) in primerjajo njihovo delovanje v različnih tkivih in v različnih organizmih,

2.4.3 Fotosinteza in respiracija (celično dihanje) v učnem načrtu za gimnazije

Glede na učni načrt za predmet biologija za gimnazije, dijaki spoznajo proces fotosinteze in tudi respiracije (celično dihanje) pri poglavju Zgradba in delovanje rastlin (podpoglavje pridobivanje energije, izmenjava in transport snovi) in pri poglavju Zgradba in delovanje celice.

V Učnem načrtu (2008) so v podpoglavju Pridobivanje energije, izmenjava in transport snovi, naslednji učni cilji, ki se navezujejo na fotosintezo in respiracijo (celično dihanje):

Dijakinje/dijaki:

- 15 razumejo, da fotosinteza poteka samo v nekaterih rastlinskih celicah in da rastlina z organskimi snovmi, ki nastanejo med fotosintezo, oskrbuje vse druge celice;
- 16 razumejo, da v vseh živih rastlinskih celicah ves čas poteka celično dihanje;
- 17 razumejo, da se ogljikovi hidrati, ki nastanejo med fotosintezo, porabijo za pridobivanje energije za poganjanje življenjskih procesov (celično dihanje) in za izgradnjo lastnih organskih snovi ter da se del snovi, ki so nastale med fotosintezo, začasno uskladišči (založne snovi);

- 18 razumejo, zakaj rastline poleg svetlobne energije, vode in ogljikovega dioksida za vzdrževanje življenjskih procesov potrebujejo tudi mineralne snovi (npr. kot surovine za izgradnjo nekaterih organskih snovi, za aktiviranje encimov, za vzdrževanje notranjega okolja v celici);
- 19 razumejo, da kopenske rastline sprejemajo ogljikov dioksid za fotosintezo skozi reže in zato s transpiracijo izgubijo velike količine vode;
- 20 razumejo pomen in način transporta vode, mineralnih in organskih snovi po rastlini;
- 21 povežejo zunanjo in notranjo zgradbo lista, stebela in korenine z nalogami, ki jih ti organi opravljajo;

V Učnem načrtu (2008) so v poglavju Zgradba in delovanje celice naslednji učni cilji, ki se navezujejo na fotosintezo in respiracijo (celično dihanje):

- 7 Spoznajo, da je ATP v vseh živih bitjih neposredni vir energije za poganjanje bioloških procesov in razumejo, da celice obnavljajo ATP ob razgradnji organskih molekul (glikoliza, celično dihanje, alkoholno in mlečnokislinsko vrenje);
- 8 razumejo, da med celičnim dihanjem glukoza v citoplazmi razpade med procesom glikolize v manjše organske molekule, pri tem se obnovi majhna količina ATP; pri celičnih vrenjih anaerobno iz piruvata nastaneta mlečna kislina ali etanol;
- 9 razumejo, da med aerobnim celičnim dihanjem piruvat v mitohondrijih razpade v ogljikov dioksid in vodik, ki se končno veže s kisikom v vodo; pri tem se na membrani mitohondrija obnovi večja količina ATP;
- 10 razumejo, da v avtotrofnih organizmih druge oblike energije (svetloba) omogočajo obnavljanje ATP za sintezo organskih snovi;
- 11 fotosintezo razložijo kot niz reakcij, v katerih najprej fotosintezna barvila sprejmejo svetlobno energijo, ki se nato pretvori v kemijsko energijo energijsko bogatih molekul, te pa omogočijo vezavo ogljikovega dioksida v organske molekule; pri tem se kot stranski produkt iz vode sprošča kisik;

- 12 na primerih notranjih membran mitohondrijev in kloroplastov spoznajo, da membrana omogoča strukturno organizacijo encimskih kompleksov, koncentriranje reaktantov in ločevanje produktov in reaktantov, in razumejo, da struktura omogoča večjo učinkovitost delovanja celice;
- 13 na podlagi primerov povežejo energijske in snovne spremembe v presnovi celic z zgradbo in delovanjem organizma.

Dijaki spoznajo respiracijo (celično dihanje) pri poglavju Zgradba in delovanje človeka in drugih živali (podpoglavje Pridobivanje energije, izmenjava in transport snovi).

V Učnem načrtu (2008) so v podpoglavju Pridobivanje energije, izmenjava in transport snovi, naslednji učni cilji, ki se navezujejo na respiracijo (celično dihanje):

Dijakinje/dijaki:

- 37 razumejo, da živali v nasprotju z rastlinami niso sposobne same izdelati organskih snovi (sladkorjev, maščob in aminokislin) iz anorganskih, da pa ravno tako kot rastline potrebujejo vodo in mineralne snovi pa tudi nekatere druge organske snovi (vitamine); te snovi privzemajo s hrano;
- 38 razumejo, da se hranilne snovi porabijo za pridobivanje energije za poganjanje življenjskih procesov (celično dihanje) in za izgradnjo lastnih organskih snovi, ki jih celica potrebuje (biomaso) ter da se neporabljene hranilne snovi začasno uskladiščijo (glikogen, maščoba);

3 METODE

V raziskavi smo uporabili metodo testiranja znanja. Testirali smo dijake prvih, drugih in tretjih letnikov dveh gimnazij. Vsak dijak je moral na začetku napisati svojo starost in spol. Testiranje je bilo anonimno.

3.1. VPRAŠALNIK

Vprašalnik je vseboval 34 vprašanj. 25 vprašanj je preverjalo znanje in razumevanje fotosinteze. Vsa vprašanja, razen enega, so bila zaprtega tipa in dijaki so nanje odgovorili tako, da so izbrali najbolj pravilen odgovor med predlaganimi. Eno vprašanje je bilo odprtega tipa in nanj so odgovorili s kratkim odgovorom. Preostalih 8 vprašanj je preverjalo odnos do fotosinteze in biologije. Dijaki so odgovarjali tako, da so na lestvici od 1 do 5 (1 – nikakor se ne strinjam, 5 – povsem se strinjam) izbrali, v kolikšni meri se strinjajo z danimi trditvami. Vprašanja smo povzeli po že izvedenih raziskavah. Vprašalnik je v prilogi 1, kjer so navedeni tudi viri, po katerih smo prevedli oz. povzeli posamezna vprašanja. Pravilni odgovori na vprašanja so prikazani v krepkem tisku.

3.1.1. Viri, po katerih smo povzeli vprašanja v vprašalniku

- Vprašanja 7. in 18., smo povzeli po Çepni S., Taş E., Köse S. 2006. The effects of computer-assisted material on students cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education*, 46: 192 - 205
- Vprašanja 10., 12, 16., 19., 20., 21., 22., 24., 25. in 26., smo povzeli po Marmaroti P., Galanopoulou D. 2006. Pupils' Understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28, 4: 383 - 403
- Vprašanja 3., 5., 6., 9., 23., smo povzeli po Domingos-Grilo P., Reis-Grilo C., Ruiz C., Mellado V. 2012. An action research programme with secondary education teachers on teaching and learning photosynthesis. *Journal of Biological Education*, 46, 2: 72 - 80
- Vprašanje 11., smo povzeli po Eisen Y., Stavy R. 1988. Students' Understanding of Photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 50, 4: 208 - 212
- Vprašanja 2., 4., 13, 14., 15., smo povzeli po Anderson C. W., Sheldon T. H., Dubay J. 1990. The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of research in science teaching*, 27, 8: 761 – 776

3.1.2. Razdelitev vprašanj glede na zahtevnost in vsebino

Vprašanja, ki se navezujejo na znanje in razumevanje fotosinteze, lahko razdelimo v različne sklope.

3.1.2.1 Sklopi vprašanj glede na vsebino, po kateri sprašujejo:

- Splošno o fotosintezi - vprašanja 3, 5, 6 in 9,
- Fotosinteza kot proces - vprašanja 7, 8, 10, 16, 20 in 23,
- Fotosinteza kot ključni del fiziologije rastlin – vprašanja 11, 12, 18, 19 in 21.,
- Hrana, hranila in njihova vloga pri fotosintezi - vprašanja 2, 3, 4, 13, 14, 15, 22.
- Respiracija (celično dihanje) - vprašanja 24, 25 in 26.

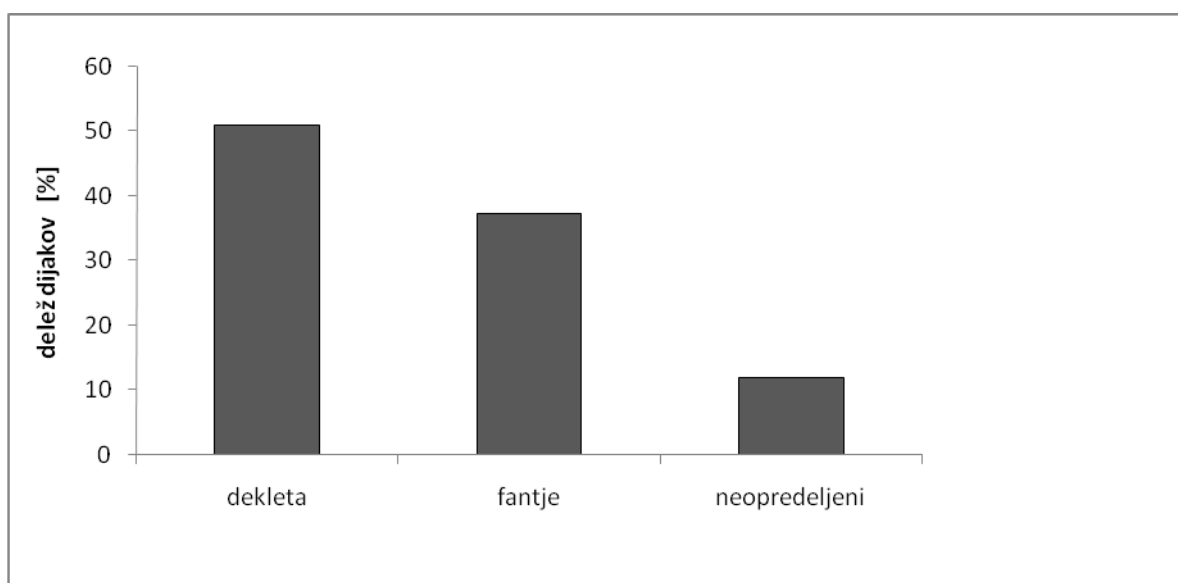
3.1.2.2 Sklopi vprašanj glede na kognitivne (spoznavne) ravni (po Bloomovi taksonomiji kognitivnih ciljev)

- 1. kognitivna stopnja (poznavanje) se po Rutar Ilc (2004) »kaže kot prepoznavanje ali obnova (priklic) dejstev, podatkov oz. informacij, terminov in simbolov, pravil in postopkov...«. Bloom (1970) pa poznavanje definira kot »priklic ali prepoznavanje vrste specifičnih elementov predmetnega področja, ki ne sledijo nujno eden iz drugega in brez nuje po razumevanju ali sistematiziranju«. Na tej stopnji za pravilni odgovor razumevanje ni potrebno, pomembno je le zapominjanje. Sem sodijo vprašanja 3, 6, 8, 9, 10, 11, 16, 20 in 21.
- 2. kognitivna stopnja (razumevanje) predpostavlja, da učenec dojame smisel, in se kaže kot povzemanje bistva sporočil s svojimi lastnimi besedami na osnovi lastnih miselnih predelav. Osnova za razumevanje so tri miselne operacije: prevajanje, interpretacija in ekstrapolacija. Dijaki so sposobni sklepati o principih in zakonitostih iz primerov, znajo navesti primere in razlage (Rutar Ilc, 2004). Sem sodijo vprašanja 2, 4, 7, 12, 14, 15, 19, 22, 23, 24, 25 in 26.

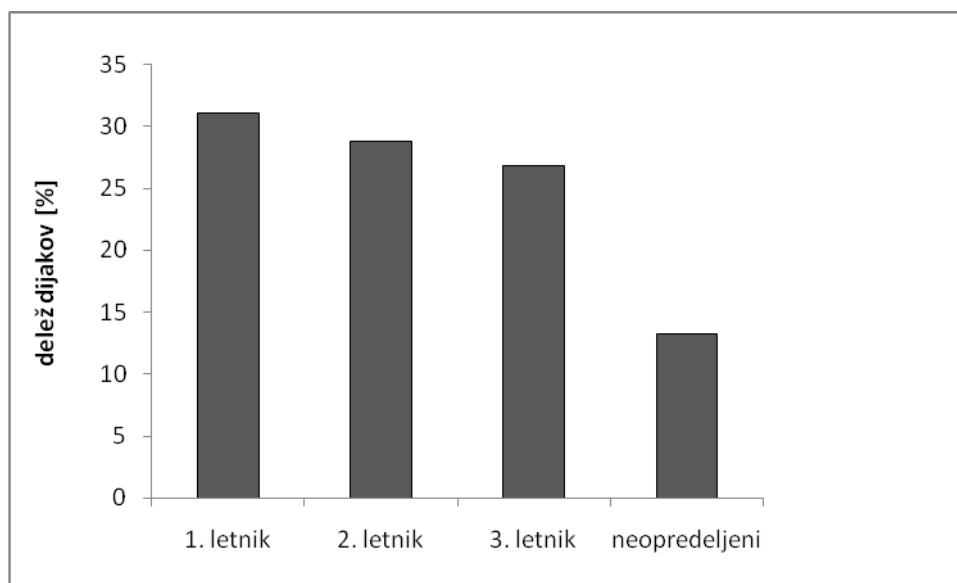
- 3. kognitivna stopnja (uporaba) se kaže v uporabi abstrakcij (splošnih idej, teorij, principov, zakonitosti, pravil, postopkov, metod) v konkretnih situacijah oz. na novih primerih. Dijaki so sposobni razlage novih situacije s pomočjo principov in zakonitosti, ki jih razumejo. Razlika med razumevanjem in uporabo je ravno v uporabi teh principov in zakonitosti pri reševanju novih situacij (Rutar Ilc, 2004). Sem sodijo vprašanja 13. in 18 .

3.2. STRUKTURA ANKETIRANCEV (VZOREC)

Vzorec, na katerem smo izvedli raziskavo, je zajel 309 gimnazijcev. Med temi je bilo 157 (50,8 %) deklet in 115 (37,2 %) fantov, 37 (12 %) pa ni navedlo spola (sl. 2). Testirali smo 96 (31,1 %) dijakov prvega letnika, 89 (28,8 %) dijakov drugega letnika in 83 (26,9 %) dijakov tretjega letnika, 41 (13,3 %) dijakov pa ni navedlo letnika (sl. 3).



Slika 2: Porazdelitev dijakov v raziskavi glede na spol.



Slika 3: Porazdelitev dijakov v raziskavi glede na letnik, ki so ga obiskovali.

3.3. STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Zbrane podatke smo obdelali s statističnim programom SPSS (21). Rezultati niso bili normalno porazdeljeni, zato smo uporabili neparametrične preizkuse: statistično pomembnost razlik med odgovori dijakov različnih letnikov smo ugotavljali s preizkusom Kruskal-Wallis, razliko med spoloma pa s preizkusom Mann-Whitney.

4 REZULTATI

4.1 ODGOVORI NA VPRAŠANJA O ODNOSU DO FOTOSINTEZE

Rezultate predstavljamo glede na celoten vzorec (sl. 4) ter glede na razlike med spoloma in na letnik, ki so ga dijaki obiskovali (tab. 1).

Povprečna ocena za prvo trditev (1.1) je 3,30 (SD = 1,155), kar kaže, da se dijaki v povprečju delno strinjajo s trditvijo, da jih biologija zanima. Med odgovori dijakov različnih letnikov je bila statistično pomembna razlika ($H(2) = 9,40$, $p = 0,009$). Med odgovori dijakov različnih spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

Povprečna ocena za drugo trditev (1.2) je 2,29 (SD = 1,148), kar kaže, da se dijaki delno strinjajo s trditvijo, da nameravajo opravljati maturo iz biologije. Med odgovori dijakov

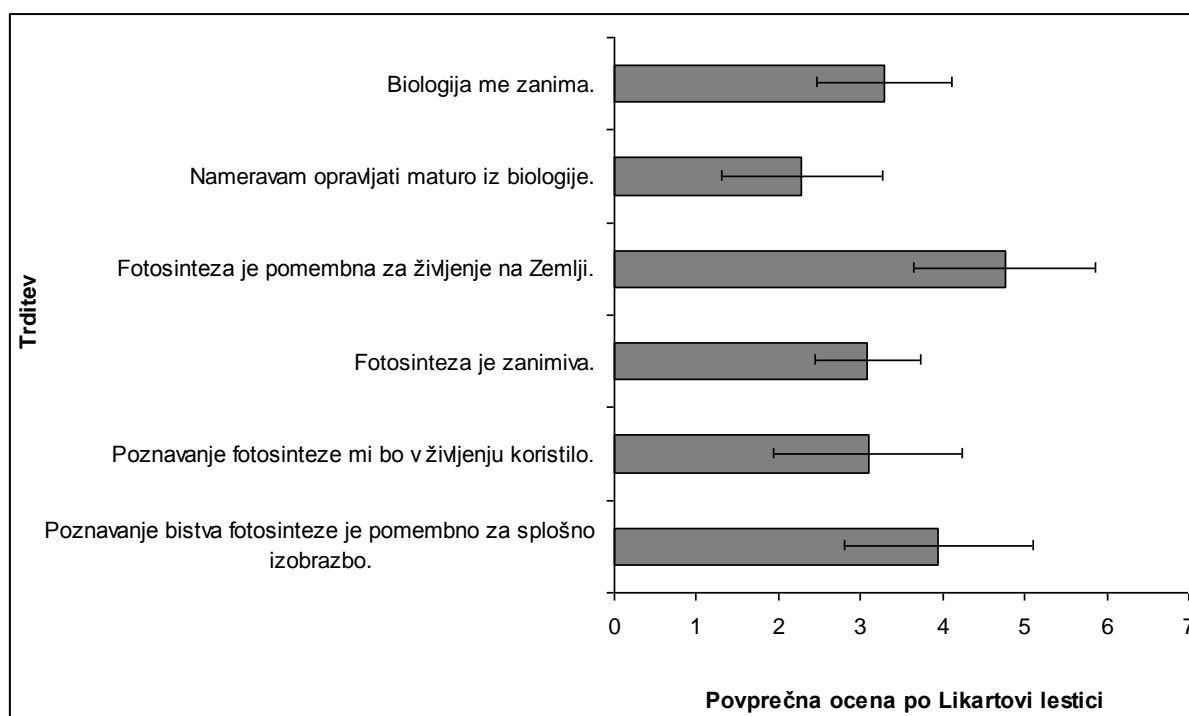
različnih letnikov je bila statistično pomembna razlika ($H(2) = 14,83$, $p = 0,001$), z največjim strinjanjem dijakov 1. letnika (tab. 1). Med odgovori dijakov različnih spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

Povprečna ocena za tretjo trditev (1.3) je 4,76 ($SD = 0,644$), kar kaže, da se dijaki v povprečju močno strinjajo s trditvijo, da je fotosinteza pomembna za življenje na Zemlji. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

Povprečna ocena za četrto trditev (1.4.) je 3,08 ($SD = 1,104$), kar kaže, da je fotosinteza za dijake v povprečju srednje zanimiva tematika. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

Povprečna ocena za peto trditev (1.5.) je 3,09 ($SD = 0,984$), kar kaže, da se dijaki delno strinjajo s trditvijo, da jim bo poznavanje fotosinteze v življenju koristilo. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

Povprečna ocena za šesto trditev (1.6) je 3,95 ($SD = 0,822$), kar kaže, da se dijaki strinjajo s trditvijo, da je poznavanje bistva fotosinteze pomembno za splošno izobrazbo. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

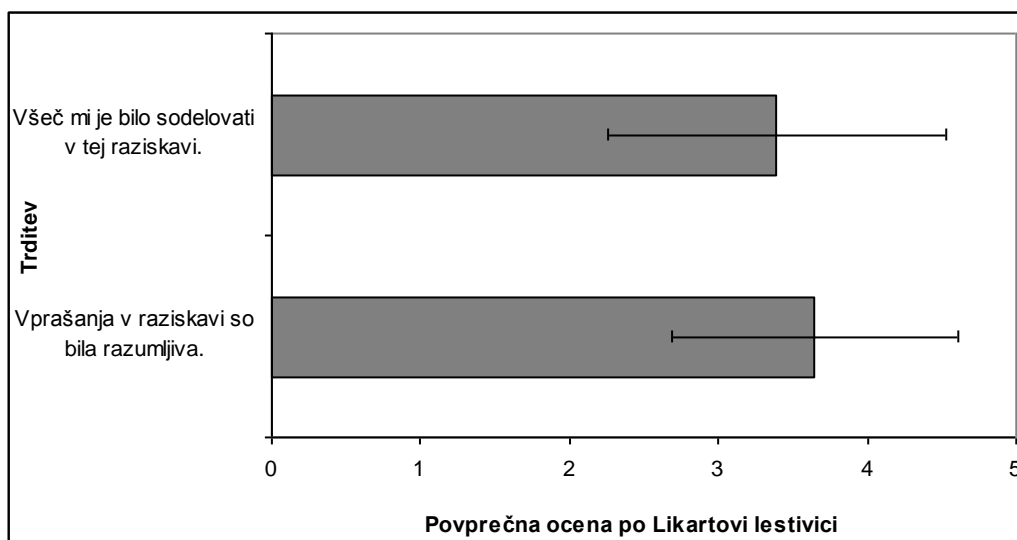


Slika 4: Odgovori dijakov na vprašanja o odnosu do fotosinteze za celotni vzorec (N = 303 do 309, povprečne vrednosti \pm S.D).

Zadnji dve vprašanji (28.1 in 28.2) smo zastavili, da pri preverili odnos dijakov do vprašalnika, ki so ga morali izpolniti. Metoda, ki smo jo pri tem uporabili, je ocenjevanje odnosa po Likertovi lestvici. Rezultati so predstavljeni glede na celoten vzorec (sl. 5) ter glede na spol in letnik, ki so ga dijaki obiskovali (tab. 3).

Povprečna ocena za prvo trditvev (28.1) je 3,64 (SD = 0,962), kar kaže, da se dijaki strinjajo s trditvijo, da so bila vprašanja v raziskavi razumljiva. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembnih razlik ($p > 0,05$).

Povprečna ocena za drugo trditvev (28.2) je 3,39 (SD = 1,136), kar kaže, da se dijaki v povprečju delno strinjajo s trditvijo, da jim je bilo všeč sodelovati v tej raziskavi. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



Slika 5: Odgovori dijakov na vprašanja o odnosu do vprašalnika za celoten vzorec (N= 303 do 305, povprečne vrednosti ocene po Likertovi lestvici ± S.D.).

4.2 ODGOVORI NA VPRAŠANJE ODPRTEGA TIPA

Vprašanje številka 2 smo zastavili tako, da bi dobili odgovor, kaj si dijaki predstavljajo kot hrano, zato je bilo vprašanje odprtega tipa.

Odgovore dijakov smo razvrstili v pet kategorij, ki so prikazane v preglednici. 1. Največ dijakov (36,2 %) je odgovorilo tako, da smo lahko odgovor umestili v kategorijo, kjer dojemajo hrano kot vir energije. 31,2 % odgovorov dijakov pa smo uvrstili v kategorijo, kjer dojemajo hrano kot življenjsko pomembno in nujno za preživetje. Majhen delež dijakov ni odgovoril na vprašanje (6,1%) ali pa vprašanja ni vzel resno (8,7%).

Preglednica 1: Odgovori dijakov na vprašanje » Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana?«

Skupina	% odgovorov	Opis kategorije	Primer
1. skupina	6,1	Niso odgovorili na vprašanje	/
2. skupina	8,7	Niso resno odgovorili na vprašanje	<ul style="list-style-type: none"> • nom nom nom, • sendvič s salamo in sirom, obložen s prekrasnimi kislimi kumaricami =) • to kar te nasiti, za zabavo jo tudi jemo

3 .skupina	17,5	Hrana je nekaj za pojest, hranilna snov	<ul style="list-style-type: none">• je surovina, ki jo potrebujemo vsak dan za prehrano• OH, beljakovine, maščobe, vitamini• s čimer se prehranjujemo
4. skupina	31,4	Hrana je nujna za preživetje, življenjsko pomembna	<ul style="list-style-type: none">• snovi, ki jih organizmi potrebujemo za svoje delovanje• snovi, ki so potrebne za preživetje• so živila, ki jih nujno potrebujemo za preživetje
5 .skupina	36,2	Hrana je vir energije	<ul style="list-style-type: none">• vir energije za človeka• živila, ki nam dajejo energijo za življenje• vse, kar je užitno in nam daje energijo

4.3 SPLOŠNA ANALIZA ODGOVOROV NA VPRAŠANJA ZAPRTEGA TIPA O RAZUMEVANJU FOTOSINTEZE

Vprašanja (3., 4., 5., 7.–10., 12., 13. in 16.–27.) so bila zaprtega tipa s samo enim možnim pravilnim odgovorom. Z njimi smo preverjali razumevanje in znanje o fotosintezi in respiraciji.

Rezultate predstavljamo glede na celoten vzorec (sl. 6) ter glede na razlike med spoloma (tab. 5) in letniki, ki so jih dijaki obiskovali (tab. 6).

Rezultati na sliki 5 kažejo delež pravilnih odgovorov na zastavljena vprašanja. Pri štirih vprašanjih (vprašanja 8., 16., 20., 21.) je bil delež pravilnih odgovorov nad 80 %, pri šestih vprašanjih (vprašanje 7., 9., 10., 12., 13., 22.) pa nad 70 %, kar kaže na dobro razumevanje fotosinteze in respiracije. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



Slika 6: Deleži pravilnih odgovorov dijakov na vprašanja o razumevanju fotosinteze, ki so imela samo en možen pravilni odgovor – primerjava celotnega vzorca (N = 268 do 306).

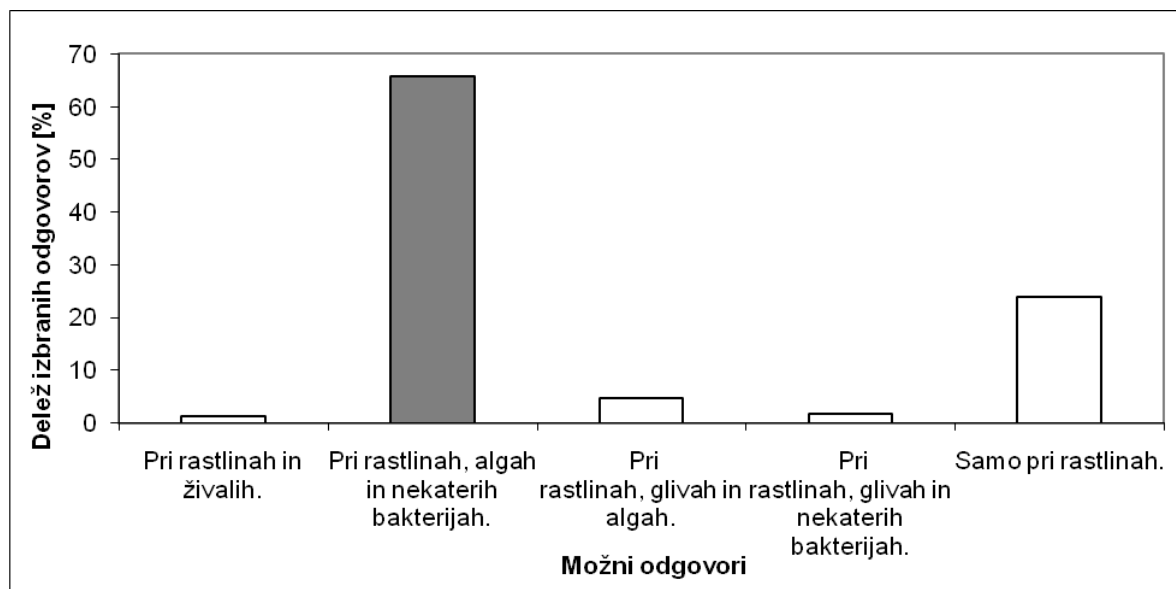
4.4 ANALIZA ODGOVOROV NA POSAMEZNA VPRAŠANJA O RAZUMEVANJU FOTOSINTEZE

V nadaljevanju predstavljamo odgovore na posamezna vprašanja. Pri vsakem vprašanju so predstavljeni možni odgovori in delež izbranih odgovorov pri celotnem vzorcu.

3. vprašanje: Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?

- a) Pri rastlinah in živalih.
- b) Pri rastlinah, algah in nekaterih bakterijah.**
- c) Pri rastlinah, glivah in algah.
- d) Pri rastlinah, glivah in nekaterih bakterijah.
- e) Samo pri rastlinah.

Rezultati na sliki 7 kažejo delež pravih odgovorov na 3. vprašanje. Pravilni odgovor, da fotosinteza poteka pri rastlinah, algah in nekaterih bakterijah, je izbralo 65,7 % dijakov, 23,9 % dijakov pa je menilo, da fotosinteza poteka samo pri rastlinah. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



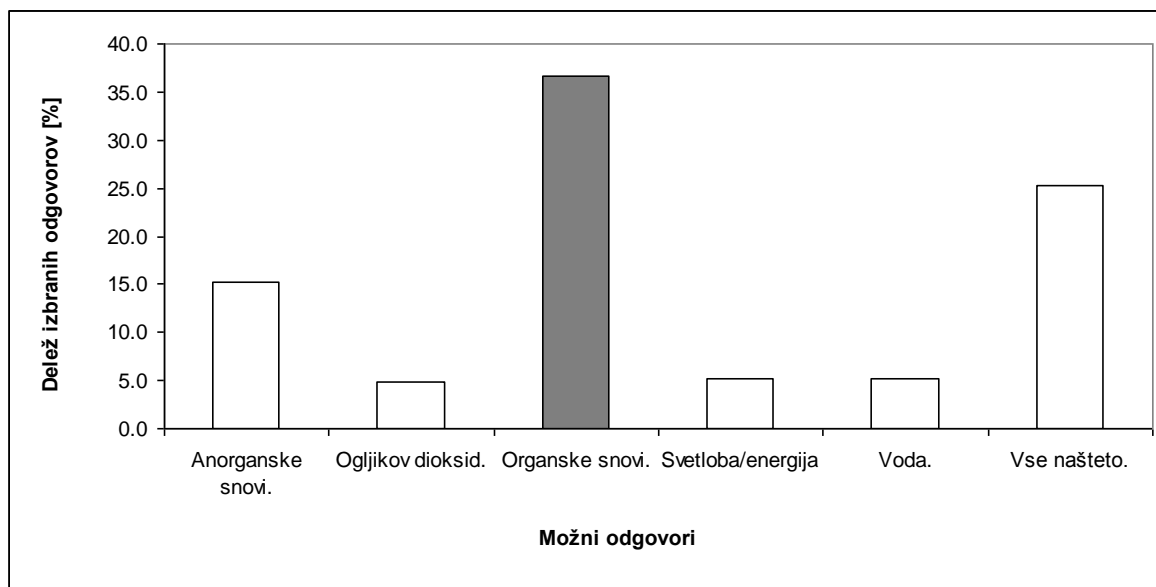
Slika 7: Porazdelitev odgovorov dijakov na 3. vprašanje: »Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?« (N = 302). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

4. Vprašanje: Kaj je hrana za rastline?

- a) Anorganske snovi
- b) Ogljikov dioksid
- c) Organske snovi**
- d) Svetloba/energija
- e) Voda
- f) Vse naštetu

Rezultati na sliki 8 kažejo delež pravih odgovorov na 4. vprašanje. Da so hrana za rastline organske snovi, je pravilno odgovorilo 36,6 % dijakov. 15,2 % dijakov je menilo, da so hrana za rastline anorganske snovi, 25,2 % pa jih je menilo, da so hrana za rastline

vse našete možnosti. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

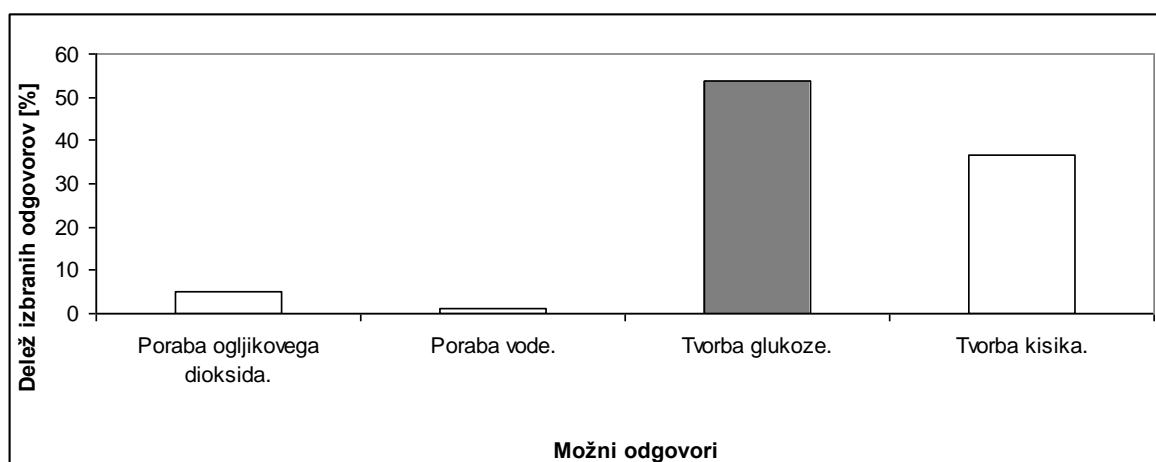


Slika 8: Porazdelitev odgovorov dijakov na 4. vprašanje: » Kaj je hrana za rastline?« (N = 285). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

5. vprašanje: Katera je glavna funkcija fotosinteze?

- a) Poraba ogljikovega dioksida.
- b) Poraba vode.
- c) Tvorba glukoze.**
- d) Tvorba kisika.

Rezultati na sliki 9 kažejo delež pravih odgovorov na 5. vprašanje. 53,7 % dijakov je pravilno odgovorilo, da je glavna funkcija fotosinteze tvorba glukoze, 36,6 % dijakov pa je odgovorilo, da je glavna funkcija fotosinteze tvorba kisika. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

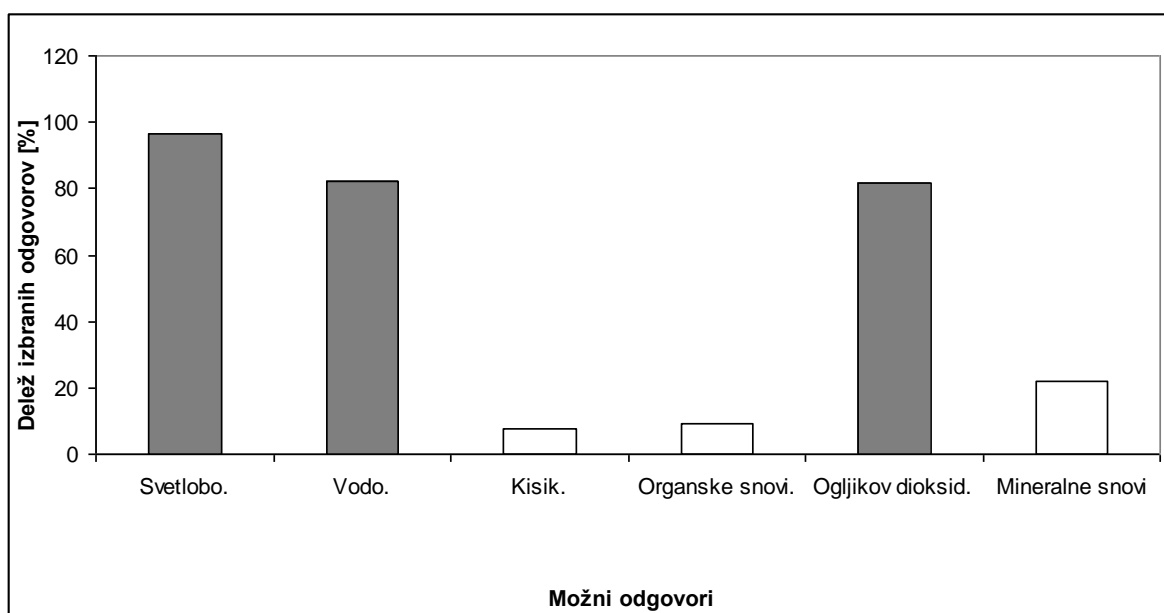


Slika 9: Porazdelitev odgovorov dijakov na 5. vprašanje: »Katera je glavna funkcija fotosinteze?« (N = 299).
Pravilni odgovor je sivo obarvan.

6. vprašanje: Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo?

- a) **Svetlobo.**
- b) **Vodo.**
- c) Kisik.
- d) Organske snovi.
- e) **Ogljikov dioksid.**
- f) Mineralne snovi.

Rezultati na sliki 10 kažejo delež pravih odgovorov na 6. vprašanje, pri katerem so bili možni trije pravilni odgovori. Na to vprašanje je pravilno odgovorilo: 96,4 % (svetloba), 82,2 % (voda) in 81,9 % (ogljikov dioksid). 22,0 % dijakov pa je menilo, da so za fotosintezo potrebne tudi mineralne snovi. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$). 50,8 % dijakov je odgovorilo popolnoma pravilno, s tem ko so hkrati izbrali odgovore svetloba, voda in ogljikov dioksid.

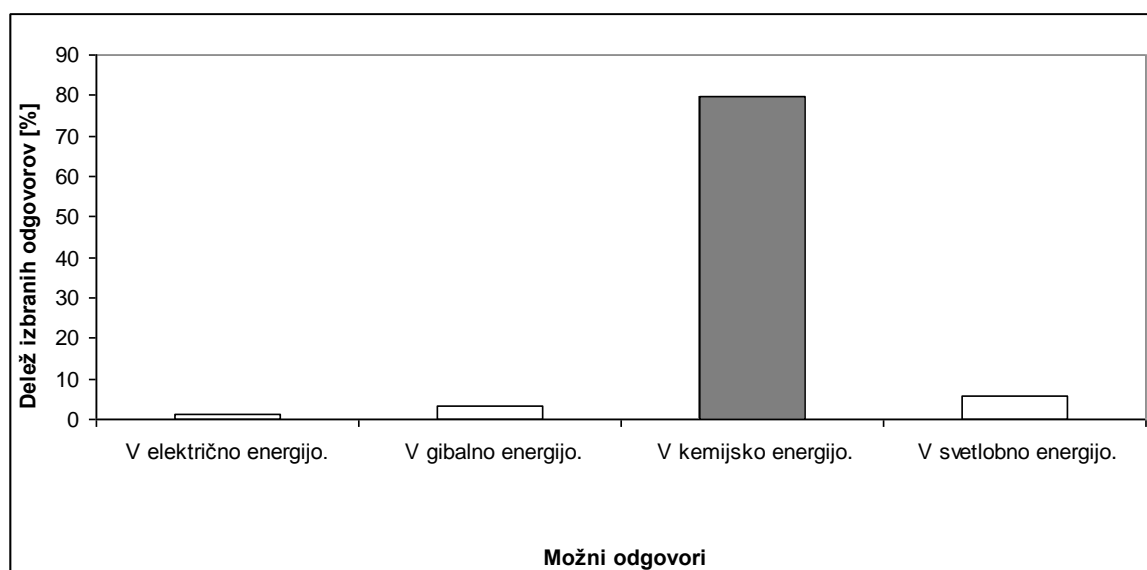


Slika 10: Porazdelitev odgovorov dijakov na 5. vprašanje: »Katera je glavna funkcija fotosinteze?« (N = 299). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

7. vprašanje: V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?

- a) V električno energijo.
- b) V gibalno energijo.
- c) **V kemijsko energijo.**
- d) V svetlobno energijo.
- e) V toploto.

Rezultati na sliki 11 kažejo delež pravih odgovorov na 7. vprašanje. Da rastline sončno energijo pretvorijo v kemijsko, je pravilno odgovorilo 79,9 % dijakov. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



Slika 11: Porazdelitev odgovorov dijakov na 7. vprašanje: »V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?« (N = 287). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

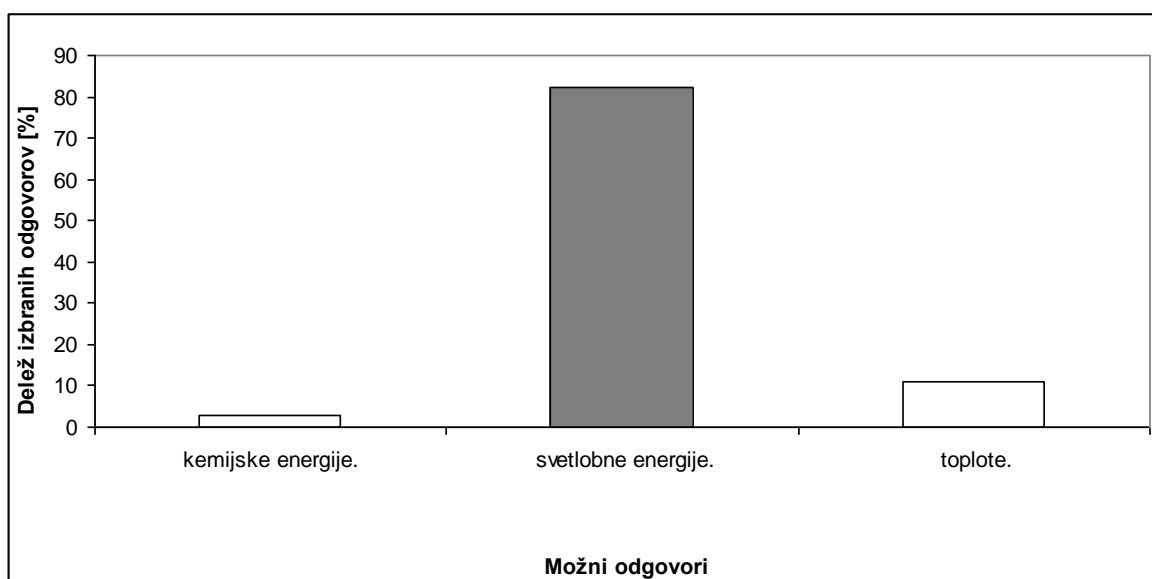
8. vprašanje: Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:

a) kemijske energije.

b) svetlobne energije.

c) toplote.

Rezultati na sliki 12 kažejo delež pravih odgovorov na 8. vprašanje. 82,2 % dijakov je pravilno odgovorilo, da je energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, v obliki svetlobe, 11,0 % pa jih je menilo, da je energija v obliki toplote. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

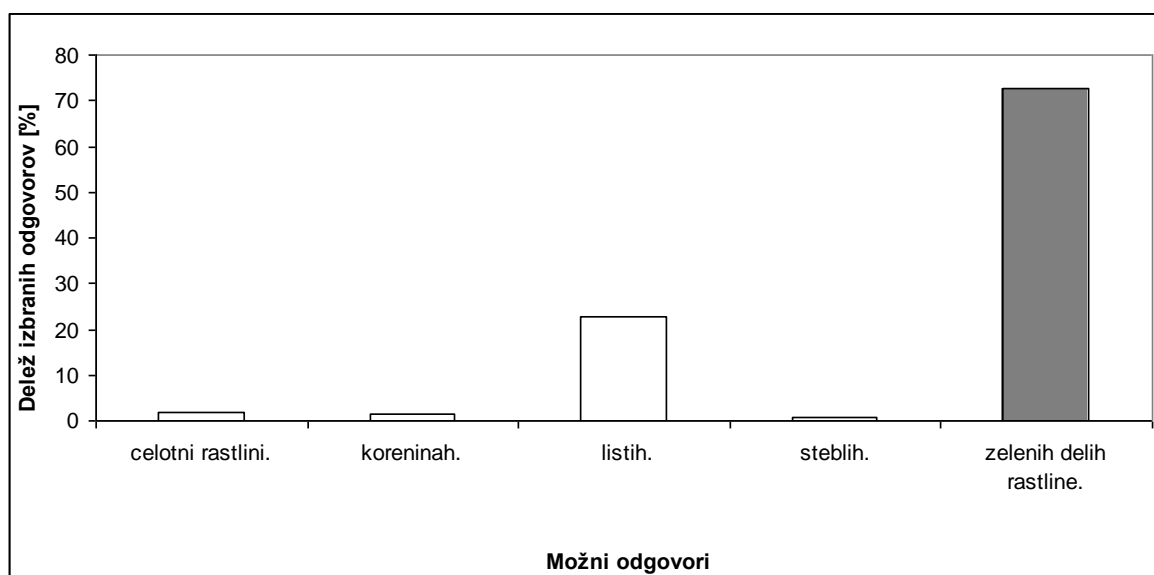


Slika 12: Porazdelitev odgovorov dijakov na 8. vprašanje: »Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:« (N = 297). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

9. vprašanje: Fotosinteza poteka v:

- a) celotni rastlini.
- b) koreninah.
- c) listih.
- d) steblih.
- e) **zelenih delih rastline.**

Rezultati na sliki 13 kažejo delež pravih odgovorov na 9. vprašanje. 72,5 % dijakov je pravilno odgovorilo, da fotosinteza poteka v zelenih delih rastlin, 22,7 % dijakov pa je odgovorilo, da fotosinteza poteka v listih. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

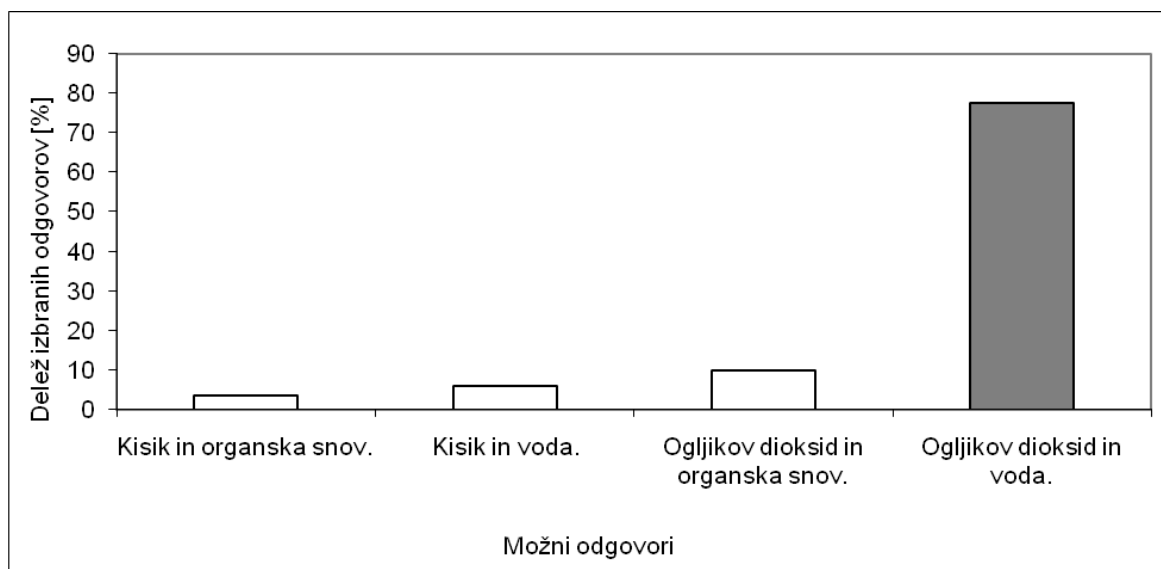


Slika 13: Porazdelitev odgovorov dijakov na 9. vprašanje: »Fotosinteza poteka v:« (N = 306). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

10. vprašanje: Fotosinteza je kemijska reakcija. Kateri par snovi sta reaktanta (vstopata v reakcijo)?

- a) Kisik in organska snov.
- b) Kisik in voda.
- c) Ogljikov dioksid in organska snov.
- d) Ogljikov dioksid in voda.**

Rezultati na sliki 14 kažejo delež pravih odgovorov na 10. vprašanje. Da sta reaktanta pri fotosintezi ogljikov dioksid in voda, je pravilno odgovorilo 77,7 % dijakov, 10 % dijakov pa je menilo, da v reakcijo fotosinteze vstopata ogljikov dioksid in organska snov. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



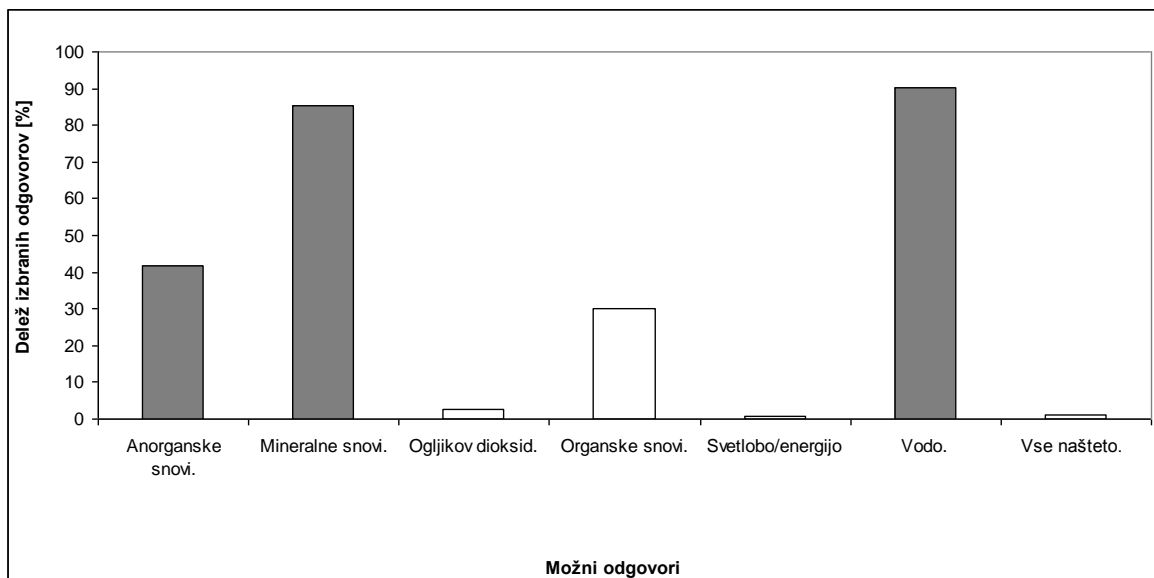
Slika 14: Porazdelitev odgovorov dijakov na 10. vprašanje: »Fotosinteza je kemijska reakcija. Kateri par snovi sta reaktanta (vstopata v reakcijo)?« (N = 300). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

11. vprašanje: Katere snovi rastlina sprejema iz tal? (možnih je več odgovorov)

- a) **Anorganske snovi.**
- b) **Mineralne snovi.**
- c) Ogljikov dioksid.
- d) Organske snovi.
- e) Svetlobo/energijo.
- f) **Vodo.**
- g) Vse naštetu.

Rezultati na sliki 15 kažejo delež pravih odgovorov na 11. vprašanje, pri katerem so bili možni trije pravi odgovori. Na to vprašanje je pravilno odgovorilo: 41,7 % (anorganske snovi), 85,4 % (mineralne snovi) in 90,3 % (vodo). 30,1 % dijakov je menilo, da rastlina sprejema iz tal tudi organske snovi. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni

bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$). 26,9 % dijakov je hkrati izbralo vse pravilne odgovore.



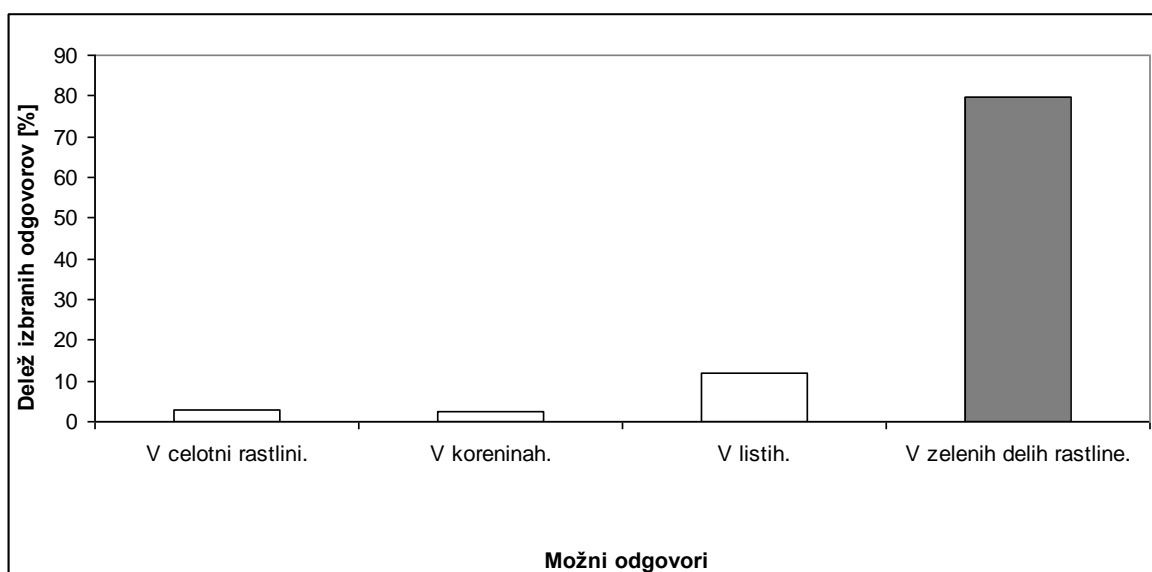
Slika 15: Porazdelitev odgovorov dijakov na 11. vprašanje: »Katere snovi rastlina sprejema iz tal?« (možnih je več odgovorov). (N = 272). Pravilni odgovori so sivo obarvani.

12. vprašanje: V katerih delih rastline je klorofil?

- a) V celotni rastlini.
- b) V koreninah.
- c) V listih.

d) V zelenih delih rastline.

Rezultati na sliki 16 kažejo delež pravilnih odgovorov na 12. vprašanje. Da je klorofil v zelenih delih rastline, je pravilno odgovorilo 78,6 % dijakov, 12 % pa jih je odgovorilo, da je klorofil v listih. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

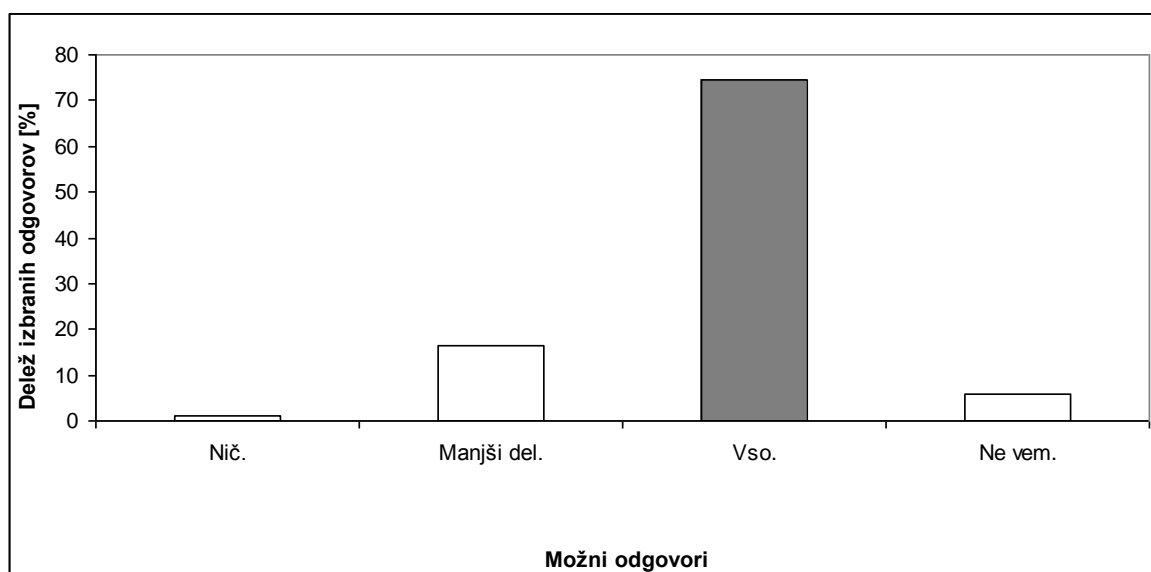


Slika 16: Porazdelitev odgovorov dijakov na 12. vprašanje: »V katerih delih rastline je klorofil?« (N = 299).
Pravilni odgovor je sivo obarvan.

13. vprašanje: Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?

- a) Nič.
- b) Manjši del.
- c) **Vso.**
- d) Ne vem.

Rezultati na sliki 17 kažejo delež pravih odgovorov na 13. vprašanje. 74,4 % dijakov je pravilno odgovorilo, da rastline vso hrano zase izdelajo same, 16,5 % pa jih je odgovorilo, da rastline proizvedejo manjši del svoje hrane. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

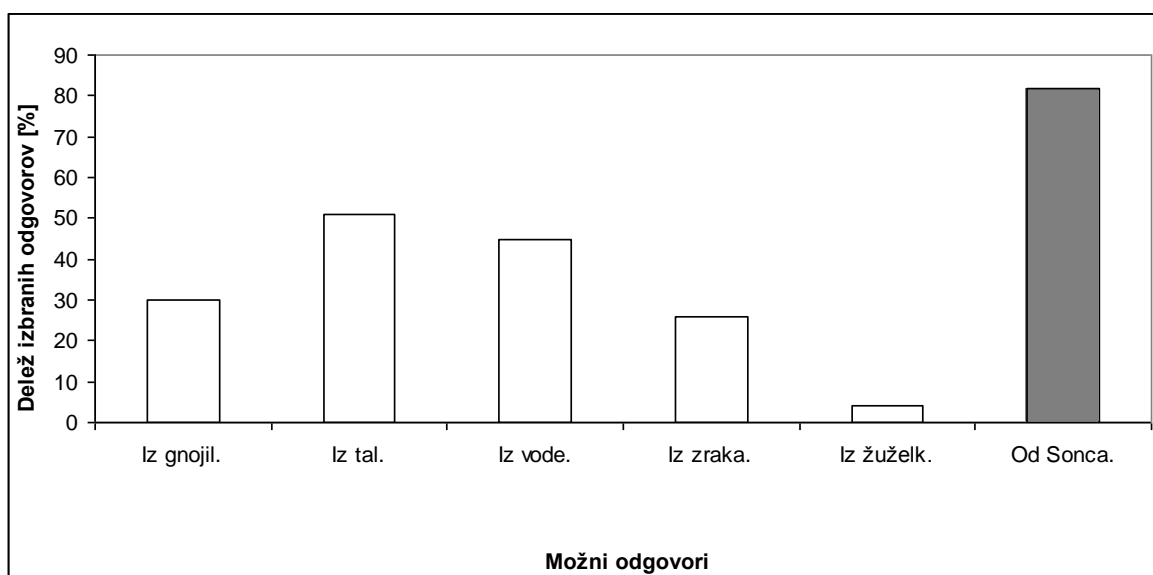


Slika 17: Porazdelitev odgovorov dijakov na 13. vprašanje: » Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?« (N = 302). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

14. vprašanje: Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?

- a) Iz gnojil.
- b) Iz tal.
- c) Iz vode.
- d) Iz zraka.
- e) Iz žuželk.
- f) Od Sonca.**

Rezultati na sliki 18 kažejo delež pravih odgovorov na 14. vprašanje. Pravilni odgovor, da rastlina energijo dobi od Sonca, je izbralo 81,5 % dijakov. 51,1 % dijakov je menilo, da dobijo rastline energijo iz tal, 44,7 % iz vode, 29,8 % iz gnojil in 25,9 % iz zraka. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

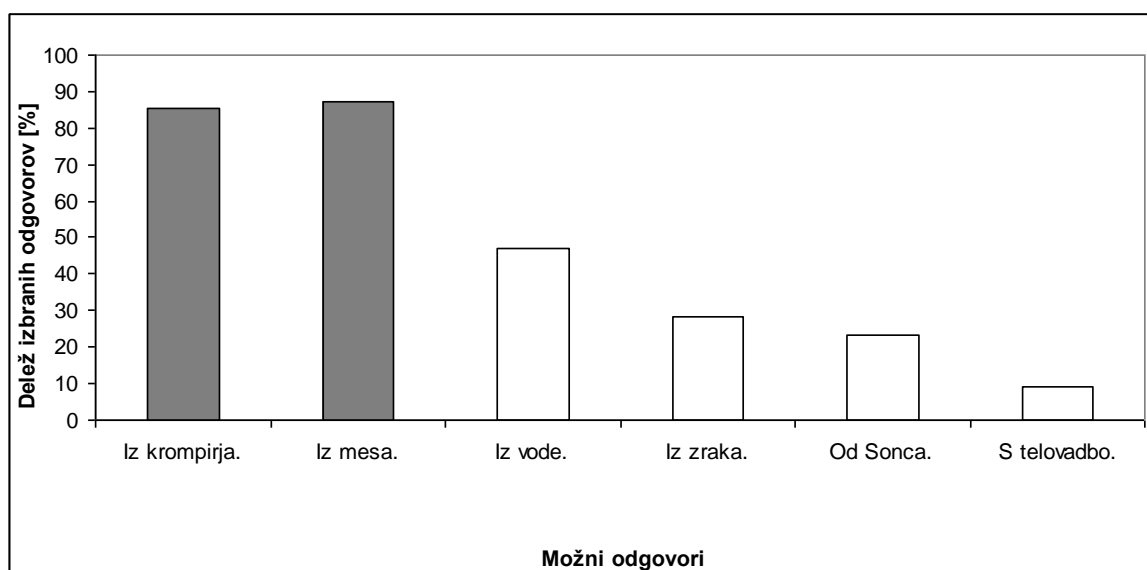


Slika 18: Porazdelitev odgovorov dijakov na 14. vprašanje: »Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?« (možnih je več odgovorov) (N = 272). Pravilni odgovori so sivo obarvani.

15. vprašanje: Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo? (možnih je več odgovorov)

- a) **Iz krompirja.**
- b) **Iz mesa.**
- c) Iz vode.
- d) Iz zraka.
- e) Od Sonca.
- f) S telovadbo.

Rezultati na sliki 19 kažejo delež pravih odgovorov na 15. vprašanje, kjer sta bila 2 pravilna odgovora. Na to vprašanje je pravilno odgovorilo: 85,4 % (iz krompirja) in 87,1 % (iz mesa). 47,2 % dijakov je menilo, da ljudje dobijo energijo iz vode, 28,2 % iz zraka, 23,3 % pa od Sonca. 31,4 % dijakov je izbralo oba pravilna odgovora hkrati. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

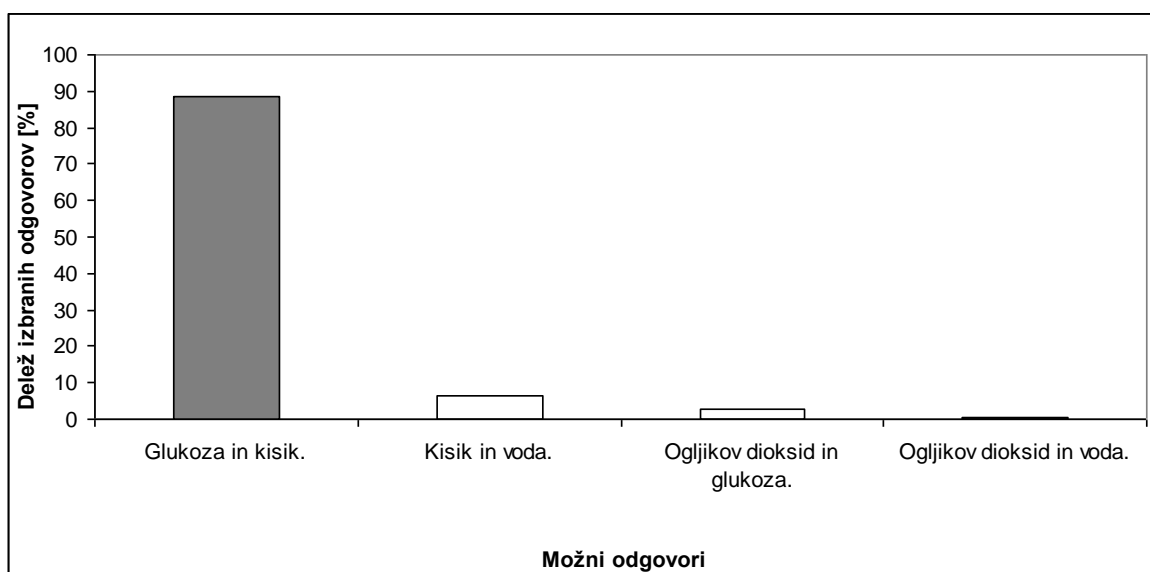


Slika 19: Porazdelitev odgovorov dijakov na 15. vprašanje: »Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?« (možnih je več odgovorov) (N = 272). Pravilna odgovora sta sivo obarvana.

16. vprašanje: Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?

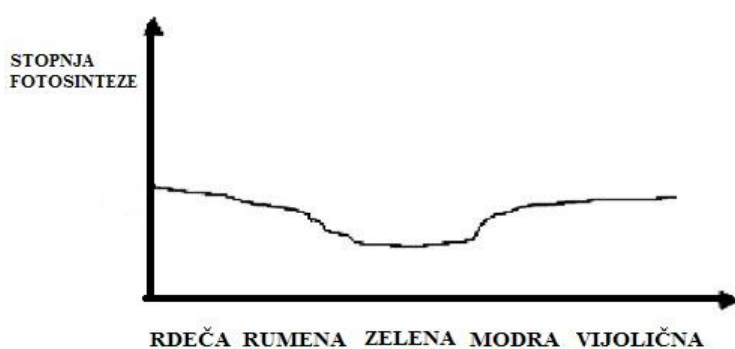
- a) **Glukoza in kisik.**
- b) Kisik in voda.
- c) Ogljikov dioksid in glukoza.
- d) Ogljikov dioksid in voda.

Rezultati na sliki 20 kažejo delež pravih odgovorov na 16. vprašanje. Da pri fotosintezi nastaneta glukoza in kisik, je pravilno odgovorilo 88,7 % dijakov. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



Slika 20: Porazdelitev odgovorov dijakov na 16. vprašanje: »Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?« (N = 305). Pravilni odgovori so sivo obarvani.

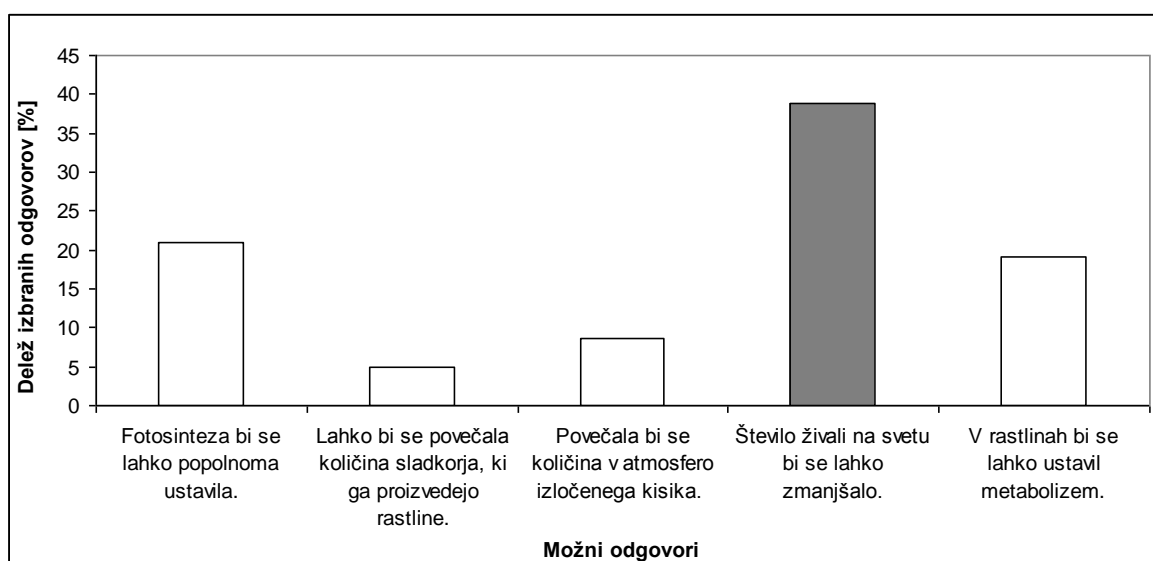
18. vprašanje: Na grafu je prikazan odnos med stopnjo fotosinteze in barvo svetlobe, ki so ji izpostavljene zelene rastline. Iz grafa sklepaj, kaj bi se lahko zgodilo, če bi bil svet izpostavljen samo zeleni svetlobi.



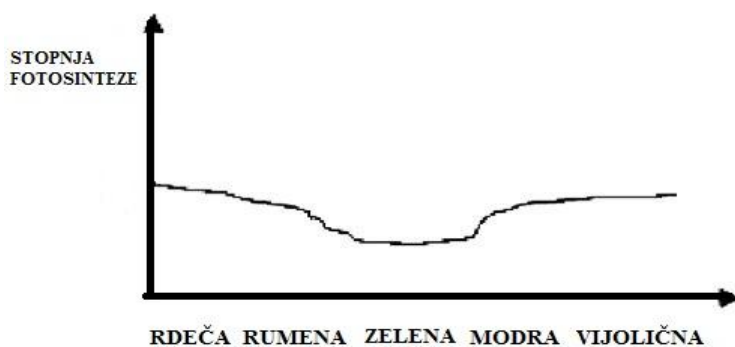
- Fotosinteza bi se lahko popolnoma ustavila.
- Lahko bi se povečala količina sladkorja, ki ga proizvedejo rastline.
- Povečala bi se količina v atmosfero izločenega kisika.
- Število živali na svetu bi se lahko zmanjšalo.**

e) V rastlinah bi se lahko ustavil metabolizem.

Rezultati na sliki 21 kažejo delež pravih odgovorov na 18. vprašanje. Pravilni odgovor, da bi se število živali na svetu lahko zmanjšalo, je izbralo 38,8 % dijakov. 21 % dijakov je menilo, da bi se lahko fotosinteza popolnoma ustavila, 19,1 % pa meni, da bi se lahko v rastlinah ustavil metabolizem. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



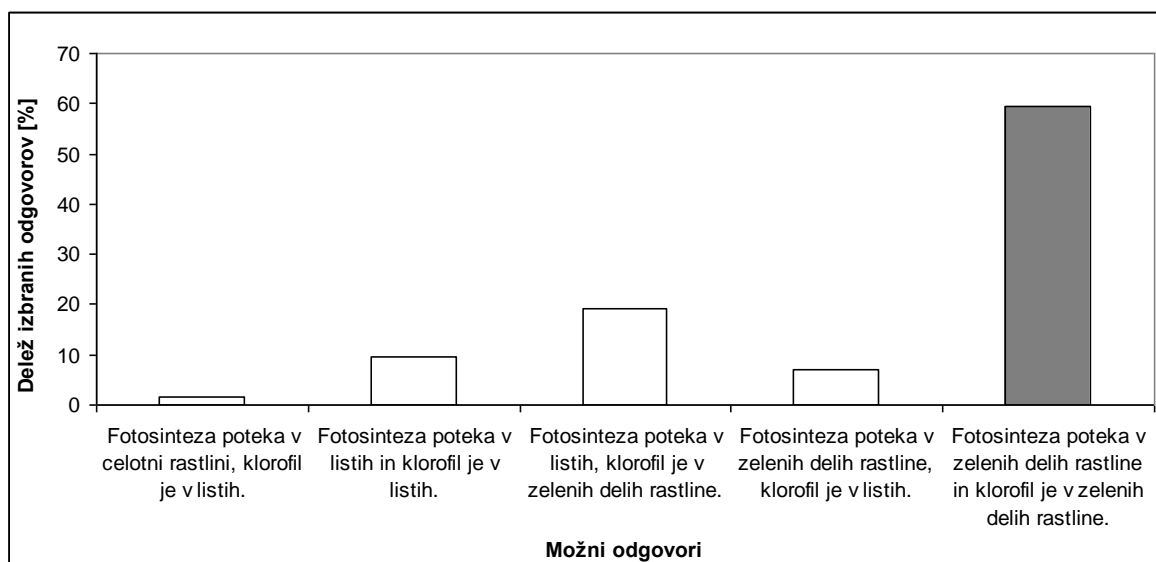
Slika 21: Porazdelitev odgovorov dijakov na 18. vprašanje: Na grafu je prikazan odnos med stopnjo fotosinteze in barvo svetlobe, ki so ji izpostavljene zelene rastline. Iz grafa sklepaj, kaj bi se lahko zgodilo, če bi bil svet izpostavljen samo zeleni svetlobi.« (N = 286). Pravilni odgovor je sivo obarvan.



19. vprašanje: Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: » V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje klorofil?«

- a) Fotosinteza poteka v celotni rastlini, klorofil je v listih.
- b) Fotosinteza poteka v listih in klorofil je v listih.
- c) Fotosinteza poteka v listih, klorofil je v zelenih delih rastline.
- d) Fotosinteza poteka v zelenih delih rastline, klorofil je v listih.
- e) Fotosinteza poteka v zelenih delih rastline in klorofil je v zelenih delih rastline.**

Rezultati na sliki 22 kažejo delež pravih odgovorov na 19. vprašanje. Pravilni odgovor, da fotosinteza poteka v zelenih delih rastlin in da je tudi klorofil v zelenih delih rastlin, je izbralo 59,5 % dijakov. 19,1 % dijakov meni, da fotosinteza poteka v listih, klorofil pa je v zelenih delih rastline. 9,7 % dijakov pa meni, da fotosinteza poteka v listih in da je klorofil v listih. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

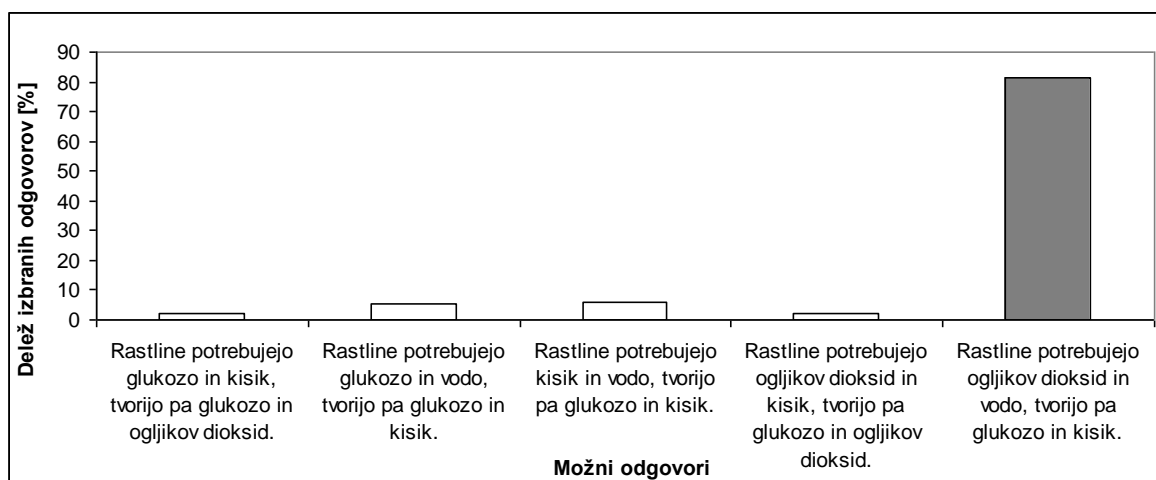


Slika 22: Porazdelitev odgovorov dijakov na 19. vprašanje: »Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje klorofil?« (N = 300). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

20. vprašanje: Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«

- a) Rastline potrebujejo glukozo in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid.
- b) Rastline potrebujejo glukozo in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
- c) Rastline potrebujejo kisik in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
- d) Rastline potrebujejo ogljikov dioksid in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid.
- e) Rastline potrebujejo ogljikov dioksid in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.**

Rezultati na sliki 23 kažejo delež pravih odgovorov na 20. vprašanje. 81,2 % dijakov je pravilno odgovorilo, da sta za fotosintezo potrebna ogljikov dioksid in voda, nastaneta pa nastaneta pa glukoz in kisik. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



Slika 23: Porazdelitev odgovorov dijakov na 20. vprašanje: »Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?« (N = 299). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

21. vprašanje: Katera trditev v zvezi s klorofilom je pravilna?

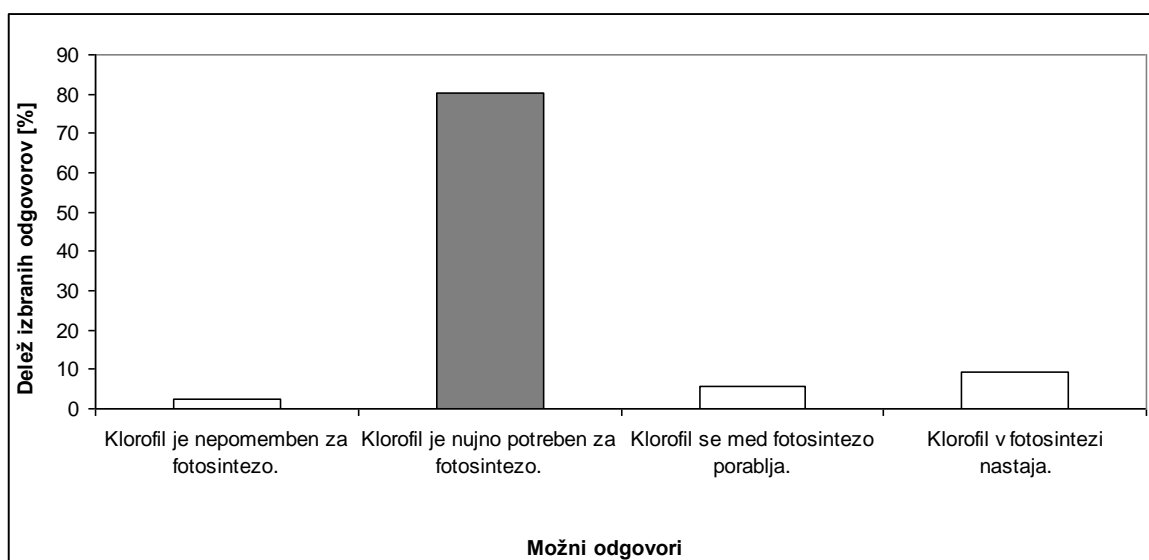
- a) Klorofil je nepomemben za fotosintezo.

b) Klorofil je nujno potreben za fotosintezo.

c) Klorofil se med fotosintezo porablja.

d) Klorofil v fotosintezi nastaja.

Rezultati na sliki 24 kažejo delež pravih odgovorov na 21. vprašanje. 80,3 % dijakov je pravilno odgovorilo, da je klorofil nujno potreben za fotosintezo. 9,4 dijakov je menilo, da klorofil med fotosintezo nastaja. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



Slika 24: Porazdelitev odgovorov dijakov na 21. vprašanje: »Katera trditev v zvezi s klorofilom je pravilna?« (N = 301). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

22. Vprašanje: Od kod dobijo rastline hrano?

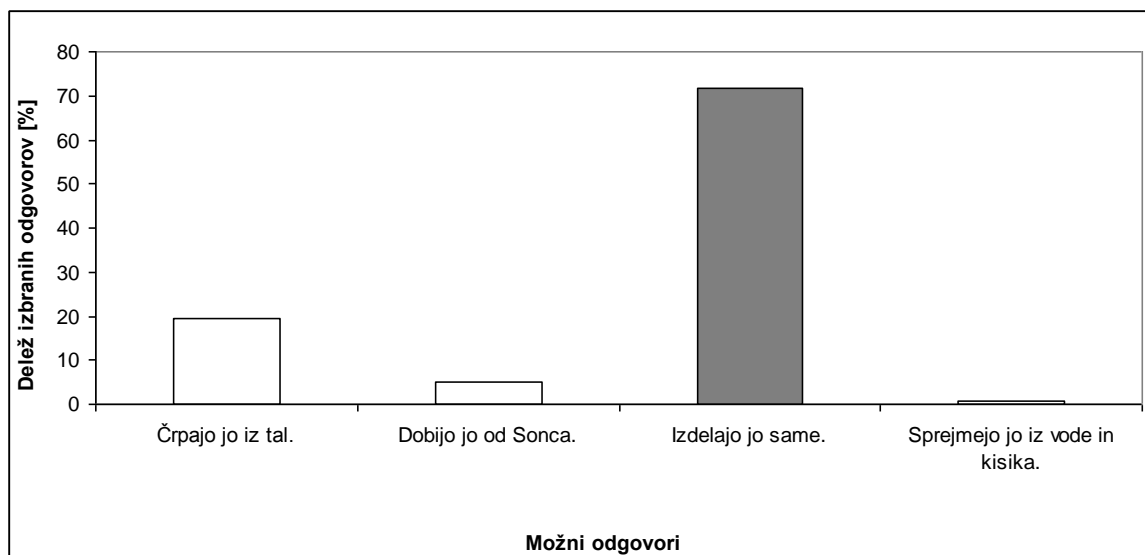
a) Črpajo jo iz tal.

b) Dobijo jo od Sonca.

c) Izdelajo jo same.

d) Sprejmejo jo iz vode in kisika.

Rezultati na sliki 25 kažejo delež pravih odgovorov na 22. vprašanje. Da rastline same izdelajo svojo hrano, je pravilno odgovorilo 71,8 % dijakov. 19,4 % dijakov meni, da rastline črpajo hrano iz tal. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

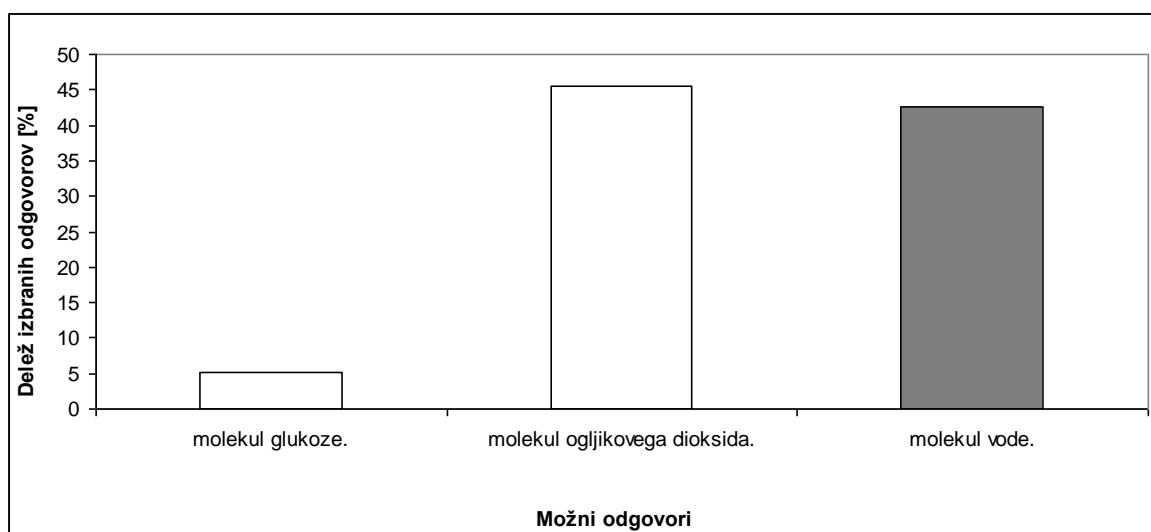


Slika 25: Porazdelitev odgovorov dijakov na 22. vprašanje: »Od kod dobijo rastline hrano?« (N = 299).
Pravilni odgovor je sivo obarvan.

23. vprašanje: V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:

- a) molekul glukoze.
- b) molekul ogljikovega dioksida.
- c) **molekul vode.**

Rezultati na sliki 26 kažejo delež pravih odgovorov na 23. vprašanje. 42,7 % dijakov je pravilno odgovorilo, da kisik, ki nastaja pri fotosintezi, izvira iz molekul vode. 45,6 % dijakov pa je menilo, da kisik pri fotosintezi izvira iz molekul ogljikovega dioksida. Med odgovori dijakov različnih letnikov je bila statistično pomembna razlika ($H(2) = 19,882$, $p < 0,001$). Največ pravih odgovorov je bilo pri dijakih iz 2. letnika (57,0 %), najmanj pa pri dijakih iz 1. letnika (24,4 %). Med odgovori dijakov različnih spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

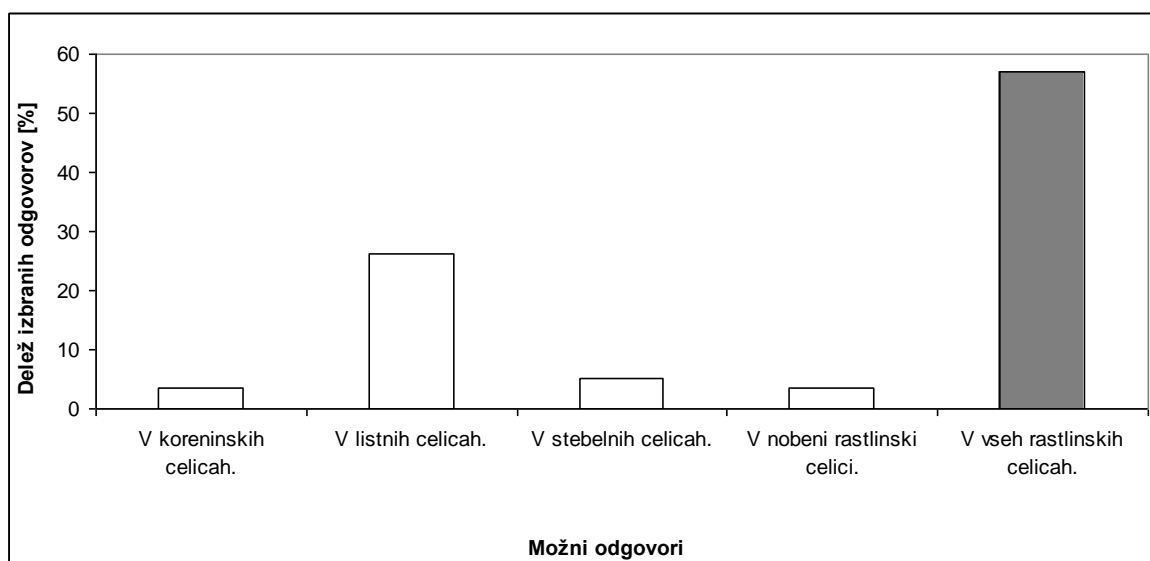


Slika 26: Porazdelitev odgovorov dijakov na 23. vprašanje: »V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:« (N = 289). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

24. vprašanje: V katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija)?

- a) V koreninskih celicah.
- b) V listnih celicah.
- c) V stebelnih celicah.
- d) V nobeni rastlinski celici.
- e) **V vseh rastlinskih celicah.**

Rezultati na sliki 27 kažejo delež pravih odgovorov na 24. vprašanje. Da celično dihanje (respiracija) poteka v vseh rastlinskih celicah, je pravilno odgovorilo 57 % dijakov. 26,6 % dijakov pa je menilo, da celično dihanje poteka v listnih celicah. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

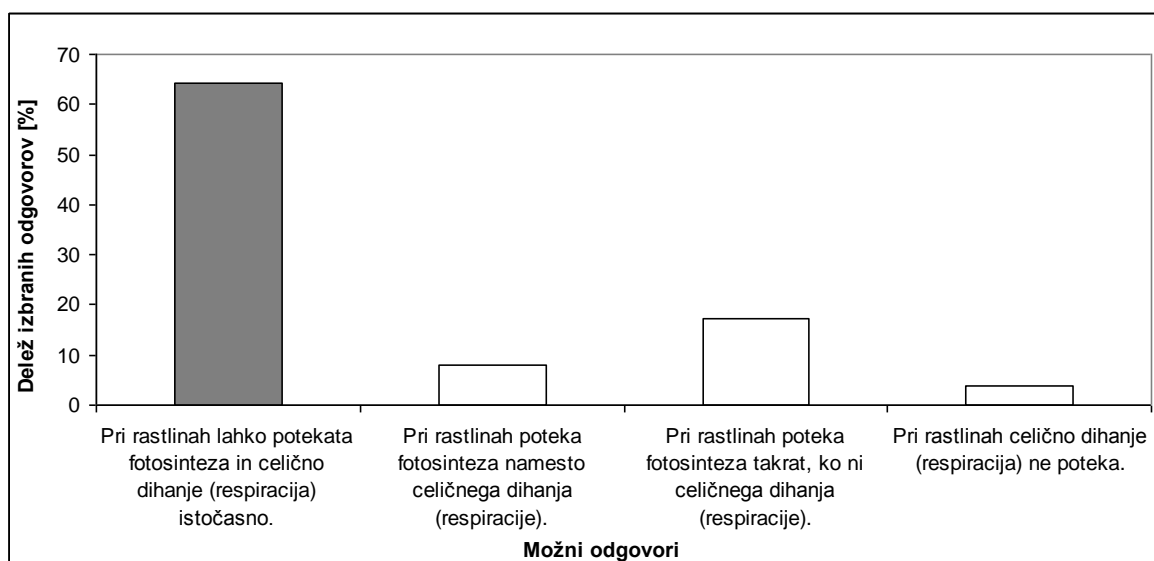


Slika 27: Porazdelitev odgovorov dijakov na 25. vprašanje: »V katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija)?« (N = 295). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

25. vprašanje: Kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah?

- Pri rastlinah lahko potekata fotosinteza in celično dihanje (respiracija) istočasno.**
- Pri rastlinah poteka fotosinteza namesto celičnega dihanja (respiracije).
- Pri rastlinah poteka fotosinteza takrat, ko ni celičnega dihanja (respiracije).
- Pri rastlinah celično dihanje (respiracija) ne poteka.

Rezultati na sliki 28 kažejo delež pravih odgovorov na 25. vprašanje. da pri rastlinah lahko potekata fotosinteza in celično dihanje istočasno, je pravilno odgovorilo 64,4 % dijakov. 17,2 % dijakov je menilo, da pri rastlinah poteka fotosinteza takrat, ko ni celičnega dihanja. Med odgovori dijakov različnih letnikov je bila statistično pomembna razlika ($H(2) = 23,148$, $p < 0,001$). Največ pravih odgovorov je bilo pri dijakih iz 1. letnika (78,3 %), najmanj pa pri dijakih iz 2. letnika (48,2 %). Med odgovori dijakov različnih spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).

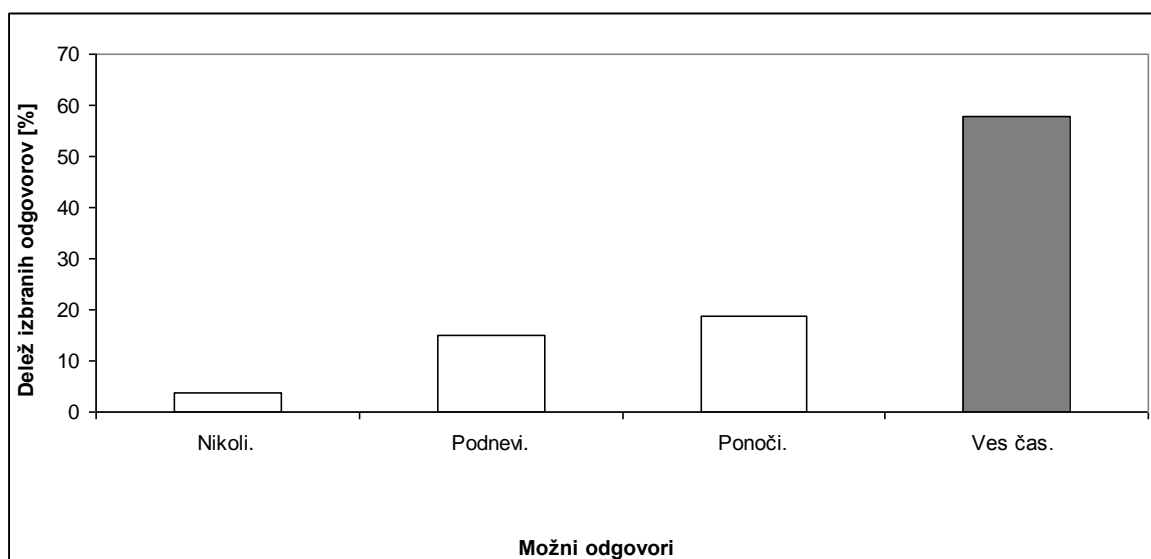


Slika 28: Porazdelitev odgovorov dijakov na 25. vprašanje: »Kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah?« (N = 289). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

26. vprašanje: Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?

- a) Nikoli.
- b) Podnevi.
- c) Ponoči.
- d) **Ves čas.**

Rezultati na sliki 29 kažejo delež pravih odgovorov na 26. vprašanje. 57,9 % dijakov je pravilno odgovorilo, da pri rastlinah celično dihanje poteka ves čas. 18,8 % dijakov je menilo, da poteka celično dihanje pri rastlinah ponoči, 14,9 % pa, da poteka podnevi. Med odgovori dijakov različnih letnikov in spolov ni bilo statistično pomembne razlike ($p > 0,05$).



Slika 29: Porazdelitev odgovorov dijakov na 26. vprašanje: »Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?« (N = 294). Pravilni odgovor je sivo obarvan.

5. RAZPRAVA

Rezultati naše raziskave, kjer smo testirali predstave povezane s fotosintezo, respiracijo in pojmovanjem hrane na vzorcu 309 dijakov, so pokazali, da se gimnazijci v povprečju strinjajo, da je fotosinteza pomembna za življenje na zemlji. Prav tako menijo, da je znanje fotosinteze pomembno za splošno izobrazbo, kar kaže na to, da menijo, da je pomembno poznavanje in razumevanje fotosinteze. Pri dveh trditvah je bila statistično pomembna razlika med letniki. Pri trditvi, da jih biologija zanima, se v povprečju strinjajo, vendar pa se dijaki 3. letnika z njo najmanj strinjajo. Pri trditvi, da bodo vzeli biologijo za maturo, se dijaki v povprečju le delno strinjajo, pokazalo se je, da se z njo najbolj strinjajo dijaki 1. letnika. V povprečju se dijaki strinjajo s trditvama, da so se jim zdela vprašanja v raziskavi razumljiva in da jim je bilo všeč sodelovati v raziskavi.

Drugi del vprašalnika je bil namenjen preverjanju znanja fotosinteze in celičnega dihanja (respiracije). Dijakom smo zastavili nekaj splošnih vprašanj o fotosintezi. Pri 5. vprašanju jih sprašujemo, kaj je glavna funkcija fotosinteze (tvorba glukoze), na kar je pravilno odgovorilo le 53,7 % dijakov. 36,6 % dijakov pa je odgovorilo, da je glavna funkcija fotosinteze tvorba kisika. Tolikšen delež napačnih odgovorov (kisik) kaže na napačno

predstavo, da je glavni namen fotosinteze proizvodnja kisika. Ta ideja lahko izhaja iz antropocentričnega pogleda na svet – da so rastline zato, da tvorijo kisik, ker ga mi potrebujemo, da lahko dihamo (Domingos-Grilo in sod., 2012). Tretje vprašanje smo postavili, da preverimo, pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza. Pravilno je odgovorilo 65,7 % dijakov, kar je dober rezultat. Kljub temu pa je kar 23,9 % dijakov menilo, da fotosinteza poteka samo pri rastlinah. Tudi v raziskavi, ki so jo opravili Domingos-Grilo in sod. (2012), so identificirali pogosto napačno predstavo, da fotosinteza poteka samo pri rastlinah. Ta napačna predstava lahko izhaja iz načina poučevanja, saj se dijakom kot model za fotosintezo predstavljajo rastline (Domingos-Grilo in sod., 2012), vprašanje pa je, če so omenjeni tudi drugi organizmi, pri katerih poteka fotosinteza.

Po lokaciji fotosinteze znotraj rastline smo spraševali z 9. vprašanjem. Enako vprašanje so zastavili tudi v raziskavi Marmaroti in Galanopoulou (2006), kjer je samo 35 % dijakov odgovorilo pravilno. Celokupni rezultati te raziskave kažejo, da je veliko številko dijakov (75 %) pravilno ugotovilo, kje poteka fotosinteza v rastlini, saj odgovor, da poteka v listih ni popolnoma napačen. V naši raziskavi je najbolj pravilen odgovor izbralo kar 72,5 % dijakov, ker lahko smatramo kot zelo dober rezultat. Manjši delež (22,7 %) dijakov pa je odgovoril, da fotosinteza poteka v listih, kar ni napačen odgovor. Vprašanje pa je, če razumejo, kaj vsebuje zeleni del rastline, ki omogoča fotosintezo. Iz ciljev v učnem načrtu za osnovno šolo (2011) in gimnazije (2008), je razvidno, da bi dijaki morali razumeti, da fotosinteza poteka samo v celicah, ki imajo kloroplaste. V nekaterih učbenikih je kot lokacija fotosinteze predstavljen list (Stušek in sod., 2003). V tem učbeniku je pri poglavju fotosinteza navedeno, da le-ta poteka v kloroplastih, vendar pa ne piše, v katerih delih rastline lahko poteka fotosinteza.

Na 6. vprašanje, kjer dijake sprašujemo, kaj rastline potrebujejo za fotosintezo, so pravilno izbrali naslednje odgovore: 96,4 % (svetloba), 82,2 % (voda) in 81,9 % (ogljikov dioksid). Popolnoma pravilno kombinacijo odgovorov je izbralo 50,8 % dijakov, 22,0 % dijakov pa meni, da so za fotosintezo potrebne tudi mineralne snovi. Pomembno je razlikovati, kaj rastline potrebujejo za fotosintezo, kaj pa za preživetje. Za fotosintezo potrebujejo od zgoraj navedenih snovi svetlobo, vodo in ogljikov dioksid. Za preživetje pa potrebujejo vse zgoraj navedene snovi, s tem da organske snovi in kisik pridelajo s fotosintezo, mineralne snovi pa potrebujejo za delovanje in rast.

Dijakom smo zastavili serijo vprašanj, ki zahtevajo bolj poglobljeno znanje fotosinteze ter preučujejo fotosintezo kot kemijski proces in kot ključni del fiziologije rastlin. Velik del dijakov zna locirati kraj v rastlini, kjer poteka fotosinteza, zato smo zastavili tudi 12. vprašanje: "V katerih delih rastline je klorofil?". Nanj je pravilno odgovorilo (zeleni deli rastline) 78,6 % dijakov, 12 % pa je odgovorilo, da je klorofil v listih. V raziskavi, ki sta jo izvedla Marmaroti in Galanopoulou (2006) je na to vprašanje pravilno odgovorilo le 45,2 % dijakov. S temi vprašanji smo poskusili ugotoviti, če dijaki razumejo vlogo klorofila v fotosintezi, ne da samo poznajo lokacijo klorofila in fotosinteze. Dijak razume to vlogo, če ve, da fotosinteza poteka tam, kjer je klorofil, ter razume, da je klorofil ključen za fotosintezo. Da bi raziskali to, smo postavili tudi 19. vprašanje, ki je zahtevalo, da dijaki prepoznajo trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje klorofil?«. Pravilno je odgovorilo 59,5 % dijakov. 19,1 % dijakov je menilo, da fotosinteza poteka v listih, klorofil pa je v zelenih delih rastline. Če ta rezultat primerjamo z rezultati dveh drugih vprašanj, vidimo, da je več dijakov pravilno odgovorilo na vprašanje, kje poteka fotosinteza (9. vprašanje; 72,5 % pravih odgovorov) in na vprašanje, kje je klorofil (12. vprašanje; 78,6 % pravih odgovorov). Iz rezultatov lahko sklepamo, da tudi če dijaki vedo, kje poteka fotosinteza ali se nahaja klorofil, to še ne pomeni, da razumejo povezavo med klorofilom in fotosintezo ali pa povezave med zeleno barvo in klorofilom.

Poznavanje te povezave smo preverjali z 18. vprašanjem (»Na grafu je prikazan odnos med stopnjo fotosinteze in barvo svetlobe, ki so ji izpostavljene zelene rastline. Iz grafa sklepaj, kaj bi se lahko zgodilo, če bi bil svet izpostavljen samo zeleni svetlobi.«), na katerega je pravilno odgovorilo 38,8 % dijakov. 21 % dijakov je menilo, da bi se lahko fotosinteza popolnoma ustavila, 19,1 % pa je menilo, da bi se lahko v rastlinah ustavil metabolizem. To vprašanje spada na 3. kognitivno raven, ki zahteva uporabo pridobljenega znanja iz določene tematike - povezava zelene svetlobe (sonce kot vir energije) s procesom fotosinteze. Carlsson (2002b) pravi, da imajo učenci težave pri razumevanju dejstva, da je sončeva svetloba osnova za energetska zalogo za vse organizme. Eisen in Stavy (1988) sta ugotovila, da ljudje ne cenijo vloge sončeve energije kot gibalne sile življenja.

Aspekt vira energije in energetske spremembe pri fotosintezi smo preverjali z dvema vprašanjema. Na 7. vprašanje (V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?)

je pravilno odgovorilo 79,9 % dijakov. Rezultat kaže, da poznajo koncept različnih oblik energije in pretvorbe, ki poteče med fotosintezo. To vprašanje je povezano z 8. vprašanjem, kjer smo vprašali, v kakšni obliki je energija, ki jo rastline dobijo od Sonca. Nanj je pravilno odgovorilo 82,2 % dijakov. 11,0 % pa jih je menilo, da je energija v obliki toplote.

Ali dijaki razumejo vlogo klorofila v reakciji fotosinteze, smo preverjali z 21. vprašanjem, kjer so morali izbrati pravilno trditev v zvezi s klorofilom. Pravilni odgovor, da je klorofil nujno potreben za fotosintezo, je izbralo kar 80,3 % dijakov, kar je zelo dober rezultat. 9,4 % dijakov je menilo, da klorofil med fotosintezo nastaja. Rezultati v raziskavi Marmaroti in Galanopoulou (2006) pa kažejo, da mnogo dijakov ne razume vloge klorofila v kemijski reakciji fotosinteze. V njihovi raziskavi je le 42,8 % dijakov odgovorilo pravilno, kar 20 % pa jih je menilo, da je klorofil nepomemben za fotosintezo, 35 % dijakov pa je odgovorilo, da klorofil sodeluje pri kemijski reakciji – da nastaja ali se porablja med fotosintezo. To lahko izhaja iz nerazumevanja vloge klorofila v reakciji fotosinteze ter fotosinteze kot kemijske reakcije.

Kako dobro poznajo dijaki ta vidik fotosinteze, smo preverili z dvema vprašanjema (10. in 16. vprašanje). Pri 10. vprašanju sprašujemo, katera reaktanta vstopata v fotosintezo. Marmaroti in Galanopoulou (2006) sta pri enakem vprašanju ugotovila, da kar 65% dijakov ne zna prepoznati reaktantov pri fotosintezi. Poleg tega pa je 30 % dijakov odgovorilo, da rastline potrebujejo kisik za fotosintezo, kar kaže na to, da dijaki zamenjujejo fotosintezo z respiracijo. V primerjavi z navedeno raziskavo (Marmaroti in Galanopoulou, 2006), so naši dijaki na to vprašanje odgovorili zelo dobro (77,7 % pravilnih odgovorov), čeprav to vprašanje preverja samo faktografsko znanje, saj si morajo dijaki samo zapomniti enačbo. 10 % dijakov je menilo, da v reakcijo vstopa organska snov, kar lahko izhaja iz nerazumevanja, kaj je funkcija fotosinteze. Pri 16. vprašanju smo spraševali po produktih fotosinteze. Pravilno je odgovorilo 88,7 % dijakov, kar je zelo dober rezultat, čeprav gre za faktografsko znanje (1. kognitivna raven), ki izhaja iz poznavanja formule in ne zahteva razumevanje. V raziskavi Marmaroti in Galanopoulou (2006) se je izkazalo, da dijaki bolje prepoznavajo produkte fotosinteze kot reaktante, saj je pravilno odgovorilo 62,3 % dijakov.

Poznavanje fotosinteze kot kemijske reakcije smo preverjali z vprašanjem št. 20, kjer so morali dijaki obkrožiti trditev, ki je vsebovala pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«. Pravilni odgovor zahteva poznavanje enačbe fotosinteze, in ga je izbralo kar 81,2 % dijakov. V primerjavi s tem vprašanjem je na posamezno vprašanje o reaktantih pri fotosintezi pravilno odgovorilo manj dijakov (77,7 % pravih odgovorov), medtem ko je na vprašanje o produktih fotosinteze pravilno odgovorilo več dijakov (88,7 % pravih odgovorov).

Pri odgovoru na 23. vprašanje, kjer smo spraševali po izvoru kisika, ki nastane pri fotosintezi, samo ugotovili, da so mnenja močno deljena. Pravilno je odgovorilo 42,7 % dijakov, medtem ko je kar 45,6 % dijakov menilo, da kisik pri fotosintezi izvira iz molekul ogljikovega dioksida. Za pravilni odgovor na to vprašanje ni potrebno samo poznavanje enačbe fotosinteze temveč tudi razumevanje poteka reakcije. Med odgovori dijakov različnih letnikov je bila statistično pomembna razlika. Največ pravih odgovorov je bilo pri dijakih iz 2. letnika, najmanj pa pri dijakih iz 1. letnika.

Andersen je v svoji raziskavi (1990) ugotovil, da veliko dijakov napačno definira fotosintezo, respiracijo in hrano. Te napačne definicije je povezal z bolj temeljnim nerazumevanjem delovanja rastlin in živali. Večina dijakov ni znala razložiti kako rastline in živali uporabljajo kisik in hrano. Menili so, da so rastline analogne živalim in da privzemajo hrano preko korenin namesto preko ust.

Mnogo raziskovalcev je preučevalo razumevanje koncepta hrane (Bell 1985; Simpson & Arnold 1982a; Smith & Anderson 1984). Koncept hrane ima drugačen pomen v vsakdanjem življenju in v znanosti. V vsakdanjem življenju je hrana to, kar jemo, torej snovi, ki jih vnašamo v naše telo in so bistvene za preživetje. V šoli se učimo o hrani in prehrani predvsem v povezavi s človeškim telesom in prebavnim sistemom. Pri odraslih je dojetje hrane in prehrane predvsem v smislu prehranjevanja in diete in tako hrana pomeni kalorije. Eisen (1988) je odgovore na vprašanje »Kaj tebi pomeni hrana?« razdelil na 4 kategorije, in sicer nujne snovi (24 %, 29 %), vir energije (40 %, 27 %), snovi za gradnjo telesa (14 %) ter energijo in gradbene snovi (11 %, 6 %). V naši raziskavi 17,5 % dijakov hrano dojema kot hranilno snov ali nekaj kar pojemo, 31,4 % dijakov meni, da je hrana nujna za preživetje ali življenjsko pomembna, največ 36,2 % pa meni, da je hrana vir

energije. Vprašanje smo zastavili v obliki odprtega tipa, tako da bi videli, kakšne so njihove predstave o hrani.

Koncept hrane in kaj je hrana za rastlino smo preverili z vprašanjem št. 4. Da je hrana za rastline organska snov, je pravilno odgovorilo 36,6 % dijakov. 15,2 % dijakov je menilo, da so hrana za rastline anorganske snovi, 25,2 % pa jih je menilo, da je hrana za rastline vse naštetih možnosti. Le majhen delež dijakov torej ve, kaj je za rastlino hrana. To vprašanje lahko povežemo z vprašanjem 22, kjer jih sprašujemo od kod rastlinam hrana. Na to vprašanje je pravilno odgovorilo kar 71,8 % dijakov, kar je dober rezultat. Vendar pa je kar 19,4 % dijakov menilo, da rastline črpajo hrano iz tal. Marmaroti in Galanopoulou (2006) sta v svoji raziskavi ugotovila, da imajo nekateri dijaki (stari so bili 13 let) napačno predstavo o izvoru hranil pri rastlinah, in sicer menijo, da rastline dobijo vsa svoja hranila iz okolja. Pri 11. vprašanju jih sprašujemo, če vedo, katere snovi rastlina sprejema iz tal. Na to vprašanje so dijaki odgovorili v naslednjih deležih: 41,7 % (anorganske snovi), 85,4 % (mineralne snovi) in 90,3 % (vodo). 26,9 % dijakov je hkrati izbralo vse pravilne odgovore, kar kaže na to, da večina ne ve, katere vse snovi rastlina sprejema iz tal. Napačni odgovor »organske snovi«, ki ga je izbralo kar 30,1 % dijakov, pa kaže, da ne vedo, da te snovi rastlina sama proizvaja in jih ne privzema iz okolja. To izhaja iz nerazumevanja, kaj je funkcija fotosinteze.

Napačno predstavo o tem, da se rastline hranijo tako kot živali in ljudje (Barker in Carr, 1989; Bell, 1985; Eisen in Stavy, 1988; Roth in sod., 1983; Wandersee, 1983; Wood-Robinson, 1991, cit. po Marmaroti in Galanopoulou, 2006) je imelo 25 % dijakov v šolah, ki jih je zajela raziskava, ki sta jo izvedla Marmaroti in Galanopoulou (2006). Po mnenju teh avtorjev dijaki resnično razumejo, da se rastline ne hranijo na isti način kot ljudje in živali, če so sposobni pravilno navesti frazo "rastline same tvorijo svojo hrano" in če se obenem tudi zavedajo, da rastline ne dobijo vseh svojih hranil iz okolja. Da bi preverili, če vedo, kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same, smo zastavili 13. vprašanje. Nanj je pravilno odgovorilo 74,4 % dijakov, 16,5 % pa jih je odgovorilo, da rastline proizvedejo manjši del hrane. V raziskavi, ki so jo izvedli Anderson in sod. (1990) je samo 17 % vprašanih odgovorilo, da rastline proizvedejo vso svojo hrano. Pri tem odgovoru je pomembno razumevanje, kaj je hrana za rastline in kako jo proizvedejo, torej kaj je funkcija fotosinteze.

Fotosinteza in respiracija sta pomembni zaradi ključne vloge, ki jo imata pri pridobivanju in uporabi energije za metabolizem in rast organizma. Sta tudi osnovna procesa v ogljikovem ciklu, v katerem poteka pretvorba anorganske snovi v organsko in obratno (Anderson in sod., 1990). Razumevanje sprememb snovi in energije, lastnosti energije in kemijskih pretvorb pri rastlinah in živalih smo preverjali z vprašanji 14. in 15. Pri 14. vprašanju sprašujemo, od kod dobi rastlina energijo, da preživi. Pravilno je odgovorilo 81,5 % dijakov. 51,1 % dijakov meni, da dobijo rastline energijo iz tal, 44,7 % iz vode, 29,8 % iz gnojil in 25,9 % iz zraka. Glede na biološko teorijo rastline dobijo metabolno energijo samo iz sončeve energije (Anderson in sod., 1990). V raziskavi, ki so jo izvedli Anderson in sod. (1990), je na takšno vprašanje 90 % vprašanih odgovorilo, da rastline dobijo energijo od sonca, vendar pa jih je le 10 % odgovorilo, da le od sonca. Nepravilni odgovori (iz tal, iz gnojil in iz zraka) v naši raziskavi kažejo na napačno predstavo, da rastline dobijo energijo iz vode, zraka, tal, gnojil, črvov in insektov, kar so ugotovili v svoji raziskavi Čepni in sod. (2004). Pri tem vprašanju je pomemben koncept energije. Sprašujemo po viru energije, ki žene reakcije v rastlini in omogoča izvajanje fotosinteze, rastlina tako pridobiva hrano.

Hoteli smo preveriti, če dijaki vedo, od kod dobi človek energijo za preživetje (15 vprašanje). Na to vprašanje je pravilno odgovorilo 31,4 % dijakov. Pravilna odgovora je izbralo 85,4 % (iz krompirja) in 87,1 % (iz mesa). V raziskavi, ki jo je izvedel Anderson s sod. (1990), je pravilna odgovora izbralo 94 % vprašanih, vendar pa je samo pravilna odgovora obkrožilo le 8 % vprašanih. 47,2 % dijakov v naši raziskavi meni, da ljudje dobijo energijo iz vode, 28,2 % da jo dobijo iz zraka, 23,3 % pa, da jo dobijo od Sonca. Živali dobijo metabolično energijo samo kot kemijsko potencialno energijo v hrani (Anderson in sod., 1990). Raziskava Čepnija in sod. (2004) je pokazala prisotnost napačne predstave, da so viri energije za ljudi zrak, voda, sonce in telovadba.

Fotosinteza in respiracija (celično dihanje) igrata ključno vlogo pri pretoku energije v ekosistemu. Z njima lahko ujamejo sončeva energijo in jo naredijo dostopno, tako da podpira metabolne procese v živih organizmih (Anderson in sod., 1990). Zato smo želeli v raziskavi preveriti tudi znanje dijakov o respiraciji in poiskati morebitne napačne predstave. Z vprašanjem številka 24 smo hoteli izvedeti, ali dijaki vedo, v katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija). Pravilno je odgovorilo 57 %

dijakov, 26,6 % dijakov pa je menilo, da respiracija (celično dihanje) poteka v listnih celicah. Velik delež dijakov, ki meni, da respiracija poteka v listih celicah, kaže, da ne razumejo, zakaj je pomembna respiracija za vsako celico. V raziskavi Marmaroti in Galanopoulou (2006) je le 25 % dijakov odgovorilo pravilno, medtem ko je 65 % dijakov zamenjalo respiracijo z fotosintezo. To je podoben delež dijakov, ki je odgovoril, da je fotosinteza tip respiracije v študiji, ki so jo izvedli Stavy in sod. (1987). Na to vprašanje se navezuje 26. vprašanje, s katerim smo želeli izvedeti, če dijaki vedo, kdaj poteka respiracija (celično dihanje). Pravilno je odgovorilo 57,9 % dijakov. 18,8 % dijakov meni, da poteka celično dihanje pri rastlinah ponoči, 14,9 % pa da poteka podnevi. V študiji, ki sta jo izvedla Marmaroti in Galanopoulou (2006) je pravilno odgovorilo 65 % dijakov. Dodatnih 20 % dijakov v isti raziskavi pa verjetno zamenjuje respiracijo s fotosintezo, saj so odgovorili, da poteka pri rastlinah respiracija podnevi in drugih 15 %, ki so odgovorili, da respiracija poteka ponoči. Ti dijaki imajo verjetno napačno predstavo in sicer da respiracija pri rastlinah poteka ponoči, ko ni fotosinteze (Haslam & Treagust, 1987; Stavy in sod., 1987, cit. po Marmaroti in Galanopoulou, 2006).

S 25. vprašanjem smo hoteli izvedeti, kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah. Pravilno je odgovorilo 64,4 % dijakov. 17,2 % dijakov meni, da pri rastlinah poteka fotosinteza takrat, ko ni celičnega dihanja (respiracija). Med odgovori dijakov različnih letnikov je bila statistično pomembna razlika. Največ pravilnih odgovorov je bilo pri dijakih iz 1. letnika, najmanj pa pri dijakih iz 2. letnika. V raziskavi Marmaroti in Galanopoulou (2006) so ugotovili, da 20 % dijakov meni, da je fotosinteza način, kako rastline dihajo (da tako poteka respiracija). Takšen način dojemanja fotosinteze (da je to tip respiracije) so ugotovili tudi Stavy in sod. (1987, cit. po Domingos-Grilo in sod., 2012), ki so to smatrali za eno glavnih napačnih predstav v biologiji. Cañal (1999, cit. po Domingos-Grilo in sod., 2012) je ugotovil, da dijaki vidijo fotosintezo kot proces, ki je nasproten respiraciji. Ta alternativna ideja je lahko podprta z načinom učenja, če je fotosinteza predstavljena kot nasprotni proces v primerjavi s celičnim dihanjem. Pogosto sta procesa predstavljena v razmerju, kot je prikazano v enačbi (3). To vodi do alternativnega koncepta, po katerem poteka pri rastlinah fotosinteza podnevi, ponoči pa respiracija (Domingos-Grilo in sod., 2012).

6. SKLEPI

V sklopu raziskave smo postavili 3 delovne hipoteze. Prva pravi, da je pri dijakih znanje o fotosintezi večinoma faktografsko. Dijaki so pri vprašanjih prve kognitivne stopnje po Bloomu dosegli povprečni dosežek 63,7 % (SD = 26,3), pri vprašanjih druge stopnje so dosegli povprečni dosežek 59,6 % (SD = 22,5), pri vprašanjih tretje stopnje pa 38,1 % (SD = 23,9). Te razlike v uspešnosti reševanja, so bile statistično pomembne ($\chi^2 = 168,03$, $df = 2$, $p < 0,001$).

Druga hipoteza pravi, da večina dijakov ne razume natančno, od kod rastlinam hrana. Če pogledamo vprašanja 4 in 13, kjer sprašujemo, kaj je hrana za rastline in kolikšen del hrane rastline pridelajo same, vidimo da le 36,6 % dijakov ve, kaj je hrana za rastline, in da kar 74,4 % dijakov ve, da rastline same pridelajo vso svojo hrano. Ko smo dijake vprašali po funkciji fotosinteze, je pravilno dogovorilo le 53,7 %. To hipotezo lahko delno sprejmemo, saj večina dijakov ve, da rastline same pridelajo vso hrano, vendar pa le polovica ve, s katerim procesom, in manj kot polovica ve, kaj dejansko je hrana za rastline.

Tretja hipoteza pravi, da je kakovost znanja pri starejših dijakih višja kot pri mlajših. Samo pri dveh vprašanjih je bila statistično pomembna razlika pri različnih letnih dijakov. Pri 23. vprašanju (»V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:«) je bilo največ pravilnih odgovorov pri dijakih iz 2. letnika (57,0 %), najmanj pa pri dijakih iz 1. letnika (24,4 %). Pri 5. vprašanju (»Katera je glavna funkcija fotosinteze?«) je bilo največ pravilnih odgovorov pri dijakih iz 1. letnika (78,3 %), najmanj pa pri dijakih iz 2. letnika (48,2 %). To hipotezo zato lahko le delno sprejmemo.

7. POVZETEK

Razumevanje procesa fotosinteze in respiracije je predpogoj za razumevanje ekologije in delovanja ekosistemov, saj le-ta omogočata pretok hranil in energije med organizmi znotraj ekosistema. Fotosinteza je ocenjena kot ena najtežjih tem za dijake. Obstaja veliko nerazumevanja in napačnih predstav o fotosintezi - najbolj pogosta je težava pri razumevanju avtotrofnega prehranjevanja rastlin. Napačne predstave so prisotne tudi pri razumevanju procesa respiracije, zlasti v povezavi s fotosintezo, saj pogosto zamenjujejo ta dva pojma. Cilj raziskave je bil ugotoviti, kakšna sta odnos in znanje dijakov o procesu fotosinteze in respiracije v gimnaziji ter preveriti, če imajo kakšne napačne predstave o procesu fotosinteze in izvoru hrane pri rastlinah. Raziskava je zajela 309 gimnazijcev. Vprašalnik je vseboval 34 vprašanj. 25 vprašanj je preverjalo znanje in razumevanje fotosinteze, preostalih 8 vprašanj je preverjalo odnos do fotosinteze in biologije. Gimnazijci se v povprečju strinjajo, da je fotosinteza pomembna za življenje na zemlji ter da je znanje fotosinteze pomembno za splošno izobrazbo. V splošnem so pokazali znanje o fotosintezi in respiraciji, ki je bilo predvsem faktografsko. Ugotovili smo, da je prisotnih kar nekaj napačnih predstav, ki izhajajo tudi iz nerazumevanja funkcije (glavna funkcija fotosinteze je proizvodnja hrane in ne kisika, kot je menil del dijakov) in poteka fotosinteze. Večina gimnazijcev sicer ve, da rastline same pridelajo vso hrano, vendar pa le polovica ve, s katerim procesom, in manj kot polovica, kaj dejansko je hrana za rastline. To je povezano tudi z napačno predstavo, da rastline črpajo hrano iz tal, kar spet kaže na nerazumevanje samega procesa in funkcije fotosinteze. Pokazalo se je, da del gimnazijcev ne ve, v katerih celicah poteka respiracija, kar kaže na to, da ne razumejo, zakaj je respiracija pomembna za vsako celico. Spraševali smo tudi, kakšna je povezava med respiracijo in fotosintezo. Pravilno je odgovorila več kot polovica gimnazijcev, nekaj pa jih meni, da respiracija poteka takrat, ko ni fotosinteze. Delež gimnazijcev meni, da respiracija poteka le ponoči ali le podnevi, kar lahko kaže na prisotnost alternativnega koncepta, po katerem poteka pri rastlinah fotosinteza podnevi, ponoči pa respiracija.

8. VIRI

- Anderson C. W., Sheldon T. H., Dubay J. 1990. The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of research in science teaching*, 27, 8: 761 – 776
- Bloom B. 1970. Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva. Kognitivno područje. Beograd, Jugoslovenski zavod za proučavanje školskih i prosvetnih pitanja: 150 str.
- Çepni S., Taş E., Köse S. 2006. The effects of computer-assisted material on students cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education*, 46: 192 - 205
- Domingos-Grilo P., Reis-Grilo C., Ruiz C., Mellado V. 2012. An action research programme with secondary education teachers on teaching and learning photosynthesis. *Journal of Biological Education*, 46, 2: 72 - 80
- Eisen Y., Stavy R. 1988. Students' Understanding of Photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 50, 4: 208 - 212
- Eisen Y., Stavy R., Yaakobi D. 1978. How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9, 1: 105 - 115
- Haslam F., Treagust D. F. 1987. Diagnosing secondary students misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of biological education*, 21, 3: 203 - 211
- Lincoln T., Zeiger E. 2006. *Plant Physiology*. Fourth Edition. Sunderland (Mass.), Sinauer Associates: 764 str.
- Marmaroti P., Galanopoulou D. 2006. Pupils' Understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28, 4: 383 - 403

- Rutar Ilc Z. 2004. Pristopi k poučevanju preverjanju in ocenjevanju znanja. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 193 str.
- Purkat N. 2008. UČNI načrt. Biologija gimnazija: splošna gimnazija: obvezni predmet. Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.
http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN_BIOLOGIJA_gimn.pdf (19. dec. 2013)
- Stušek P., Podobnik A., Gogala N. 2003. Biologija: učbenik za splošne gimnazije. Celica. Ljubljana, DZS: 124 str.
- Verčkovnik T., Zupan A., Glažar S., Pufič T., Kregar M., Ferbar J., Harej V., Hostnik I. 2000. UČNI načrt: program osnovnošolskega izobraževanje. Naravoslovje 6. 1. Natis. Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport: Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 40 str.
- Verčkovnik T., Zupan A., Mršič H., Novak T., Novak B., Škornik M. 2003. UČNI načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Biologija. 2. Natis. Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport: Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 40 str.
- Vilhar B. 2011. UČNI načrt. Program osnovna šola. Biologija. El. knjiga. – Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.
http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Biologija_obvezni.pdf (19. dec. 2013)

9. PRILOGE

9.1. VPRAŠALNIK

VPRAŠALNIK

Letnik: 1 2 3

Spol: Ž M

Pri večini vprašanj obkroži samo en, najbolj pravilen odgovor. Pri nekaj vprašanjih je možnih več odgovorov, na kar te posebej opozarja besedilo ob vprašanju.

1. V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami:

	Zelo se ne strinjam .	Se ne strinjam .	Ne morem se odločiti.	Se strinjam .	Zelo se strinjam .
1.1 Biologija me zanima.					
1.2 Nameravam opravljati maturo iz biologije.					
1.3 Fotosinteza je pomembna za življenje na Zemlji.					
1.4 Fotosinteza je zanimiva.					
1.5 Poznavanje fotosinteze mi bo v življenju koristilo.					
1.6 Poznavanje bistva fotosinteze je pomembno za splošno izobrazbo.					

2. Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana?

3. Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?

- a) Pri rastlinah in živalih.
- b) Pri rastlinah, algah in nekaterih bakterijah.
- c) Pri rastlinah, glivah in algah.
- d) Pri rastlinah, glivah in nekaterih bakterijah.
- e) Samo pri rastlinah.

4. Kaj je hrana za rastline?

- a) Anorganske snovi.
- b) Ogljikov dioksid.
- c) Organske snovi.
- d) Svetloba/energija.
- e) Voda.
- f) Vse naštetu.

5. Katera je glavna funkcija fotosinteze?

- a) Poraba ogljikovega dioksida.
- b) Poraba vode.
- c) Tvorba glukoze.
- d) Tvorba kisika.

6. Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo? (možnih je več odgovorov)

- a) Svetlobo.
- b) Vodo.
- c) Kisik.
- d) Organske snovi.
- e) Ogljikov dioksid.
- f) Mineralne snovi.

7. V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?

- a) V električno energijo.
- b) V gibalno energijo.
- c) V kemijsko energijo.
- d) V svetlobno energijo.
- e) V toploto.

8. Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:

- a) kemijske energije.
- b) svetlobne energije.
- c) toplote.

9. Fotosinteza poteka v:

- a) celotni rastlini.
- b) koreninah.

- c) listih.
 - d) steblih.
 - e) zelenih delih rastline.
10. Fotosinteza je kemijska reakcija. Kateri par snovi sta reaktanta (vstopata v reakcijo)?
- a) Kisik in organska snov.
 - b) Kisik in voda.
 - c) Ogljikov dioksid in organska snov.
 - d) Ogljikov dioksid in voda.
11. Katere snovi rastlina sprejema iz tal? (možnih je več odgovorov)
- a) Anorganske snovi.
 - b) Mineralne snovi.
 - c) Ogljikov dioksid.
 - d) Organske snovi.
 - e) Svetlobo/energijo.
 - f) Vodo.
 - g) Vse naštetu.
12. V katerih delih rastline je klorofil?
- a) V celotni rastlini.
 - b) V koreninah.

- c) V listih.
- d) V zelenih delih rastline.

13. Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?

- a) Nič.
- b) Manjši del.
- c) Vso.
- d) Ne vem.

14. Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo? (možnih je več odgovorov)

- e) Iz gnojil.
- a) Iz tal.
- b) Iz vode.
- c) Iz zraka.
- d) Iz žuželk.
- e) Od Sonca.

15. Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo? (možnih je več odgovorov)

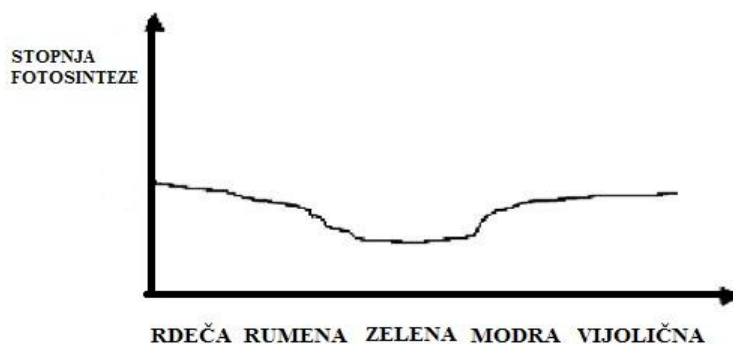
- a) Iz krompirja.
- b) Iz mesa.
- c) Iz vode.
- d) Iz zraka.

- e) Od Sonca.
- f) S telovadbo.

16. Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?

- a) Glukoza in kisik.
- b) Kisik in voda.
- c) Ogljikov dioksid in glukoza.
- d) Ogljikov dioksid in voda.

18. Na grafu je prikazan odnos med stopnjo fotosinteze in barvo svetlobe, ki so ji izpostavljene zelene rastline. Iz grafa sklepaj, kaj bi se lahko zgodilo, če bi bil svet izpostavljen samo zeleni svetlobi.



- a) Fotosinteza bi se lahko popolnoma ustavila.
- b) Lahko bi se povečala količina sladkorja, ki ga proizvedejo rastline.
- c) Povečala bi se količina v atmosfero izločenega kisika.
- d) Število živali na svetu bi se lahko zmanjšalo.
- e) V rastlinah bi se lahko ustavil metabolizem.

19. Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje klorofil?«
- a) Fotosinteza poteka v celotni rastlini, klorofil je v listih.
 - b) Fotosinteza poteka v listih in klorofil je v listih.
 - c) Fotosinteza poteka v listih, klorofil je v zelenih delih rastline.
 - d) Fotosinteza poteka v zelenih delih rastline, klorofil je v listih.
 - e) Fotosinteza poteka v zelenih delih rastline in klorofil je v zelenih delih rastline.
20. Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«
- a) Rastline potrebujejo glukozo in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid.
 - b) Rastline potrebujejo glukozo in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
 - c) Rastline potrebujejo kisik in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
 - d) Rastline potrebujejo ogljikov dioksid in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid.
 - e) Rastline potrebujejo ogljikov dioksid in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
21. Katera trditev v zvezi s klorofilom je pravilna?
- a) Klorofil je nepomemben za fotosintezo.
 - b) Klorofil je nujno potreben za fotosintezo.
 - c) Klorofil se med fotosintezo porablja.
 - d) Klorofil v fotosintezi nastaja.
22. Od kod dobijo rastline hrano?

- a) Črpajo jo iz tal.
- b) Dobijo jo od Sonca.
- c) Izdelajo jo same.
- d) Sprejmejo jo iz vode in kisika.

23. V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:

- a) molekul glukoze.
- b) molekul ogljikovega dioksida.
- c) molekul vode.

24. V katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija)?

- a) V koreninskih celicah.
- b) V listnih celicah.
- c) V stebelnih celicah.
- d) V nobeni rastlinski celici.
- e) V vseh rastlinskih celicah.

25. Kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah?

- a) Pri rastlinah lahko potekata fotosinteza in celično dihanje (respiracija) istočasno.
- b) Pri rastlinah poteka fotosinteza namesto celičnega dihanja (respiracije).
- c) Pri rastlinah poteka fotosinteza takrat, ko ni celičnega dihanja (respiracije).
- d) Pri rastlinah celično dihanje (respiracija) ne poteka.

26. Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?

- a) Nikoli.
- b) Podnevi.
- c) Ponoči.
- d) Ves čas.

28. V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami:

	Zelo se ne strinjam.	Se ne strinjam.	Ne morem se odločiti.	Se strinjam.	Zelo se strinjam
28.1 Vprašanja v raziskavi so bila razumljiva.					
28.2 Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.					

Hvala za sodelovanje!

9.2. PREGLEDNICE

Preglednica 2: Odgovori dijakov na vprašanja o odnosu do fotosinteze – primerjava glede na spol in letnik (N = 303 do 309, povprečne vrednosti ocene po Likertovi lestvici \pm S.D.)

Trditev	Celoten vzorec	Ženske	Moški	1. letnik	2. letnik	3. letnik
1.1 Biologija me zanima.	3,30 \pm 1,155	3,26 \pm 0,093	3,32 \pm 0,102	3,51 \pm 0,104	3,38 \pm 0,109	2,95 \pm 0,143
1.2 Nameravam opravljati maturo iz biologije.	2,29 \pm 1,148	2,24 \pm 0,097	2,27 \pm 0,089	2,25 \pm 0,086	2,15 \pm 0,110	2,15 \pm 0,155
1.3 Fotosinteza je pomembna za življenje na Zemlji.	4,76 \pm 0,644	4,73 \pm 0,054	4,82 \pm 0,054	4,76 \pm 0,064	4,82 \pm 0,060	4,70 \pm 0,080
1.4 Fotosinteza je zanimiva.	3,08 \pm 1,104	2,98 \pm 0,085	3,19 \pm 0,105	3,14 \pm 0,109	3,07 \pm 0,107	3,01 \pm 0,135
1.5 Poznavanje fotosinteze mi bo v življenju koristilo.	3,09 \pm 0,984	3,19 \pm 0,076	3,04 \pm 0,094	3,11 \pm 0,102	3,15 \pm 0,102	3,12 \pm 0,109
1.6 Poznavanje bistva fotosinteze je pomembno za splošno izobrazbo.	3,95 \pm 0,822	3,97 \pm 0,065	0,91 \pm 0,078	3,98 \pm 0,089	3,91 \pm 0,069	3,94 \pm 0,100

Preglednica 3: Odgovori dijakov na vprašanja o odnosu do vprašalnika – primerjava glede na spol in letnik spol (N = 303 do 305, povprečne vrednosti ocene po Likertovi lestvici \pm S.D.).

Trditvev	Celoten vzorec	Ženske	Moški	1. letnik	2. letnik	3. letnik
28.1 Vprašanja v raziskavi so bila razumljiva.	3,64 \pm 0,962	3,68 \pm 0,068	3,59 \pm 0,103	3,64 \pm 0,102	3,65 \pm 0,104	3,66 \pm 0,102
28.2 Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.	3,39 \pm 1,136	3,35 \pm 0,088	3,47 \pm 0,112	3,38 \pm 0,119	3,61 \pm 0,118	3,27 \pm 0,124

Preglednica 4: Deleži pravih odgovorov dijakov na vprašanja, ki so imela samo en možen pravih odgovor, o razumevanju fotosinteze – primerjava glede na spol.

Vprašanje	N	Delež pravih odgovorov (%)	
		Ženske	Moški
3.	266	61,4	72,6
4.	252	41,1	37,7
5.	263	53,3	61,3
7.	263	80,9	83,8
8.	262	86,7	83,9
9.	270	75,0	68,4
10.	264	77,8	82,0
12.	263	83,3	79,6
13.	266	77,0	78,1
16.	269	88,3	92,2
18.	252	39,4	50,0
19.	266	63,9	58,6
20.	264	86,8	79,6
21.	267	83,8	79,6
22.	264	72,7	79,8
23.	259	43,3	48,6
24.	261	60,8	59,3
25.	255	69,9	67,0
26.	262	58,7	62,5

Preglednica 5: Deleži pravilnih odgovorov dijakov na vprašanja o razumevanju fotosinteze, ki so imela samo en možen pravi odgovor – primerjava celotnega vzorca in letnika, ki so ga gimnazijci obiskovali.

Vprašanje	N	Delež pravilnih odgovorov (%)			
		Celotni vzorec	1. letnik	2. letnik	3. letnik
3.	302	67,2	59,1	62,9	77,5
4.	285	39,6	42,4	33,7	41,3
5.	299	55,5	56,6	55,8	57,7
7.	297	83,2	79,8	84,1	83,5
8.	298	85,2	83,0	84,9	88,6
9.	306	73,2	68,4	73,0	74,4
10.	300	80,0	73,1	86,4	78,5
12.	299	82,3	74,7	80,7	90,0
13.	302	76,2	74,7	80,5	77,5
16.	305	89,8	82,2	94,4	91,5
18.	286	42,0	38,9	44,0	50,7
19.	300	61,3	63,2	60,9	61,7
20.	299	83,9	80,9	85,1	83,8
21.	302	82,1	70,2	88,6	86,6
22.	299	74,2	75,5	73,3	76,5
23.	292	45,2	24,4	57,0	55,0
24.	295	59,7	58,1	63,5	58,8
25.	289	68,9	78,3	48,2	79,2
26.	295	60,7	64,9	48,8	65,8

Preglednica 8: Porazdelitev odgovorov dijakov na 5. vprašanje: »Katera je glavna funkcija fotosinteze?« Legenda: F = frekvenca izbranega odgovora .

Odgovor	Celoten vzorec		Ženske		Moški		1. letnik		2. letnik		3. letnik	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Poraba ogljikovega dioksida.	16	5,2	6	3,9	9	8,1	7	7,4	5	5,8	3	3,8
Poraba vode.	4	1,3	1	0,7	3	2,7	3	3,2	0	0	1	1,3
Tvorba glukoze.	166	53,7	81	53,3	68	61,3	54	56,8	48	55,8	45	57,7
Tvorba kisika.	113	36,6	64	42,1	31	27,9	31	32,6	33	38,4	29	37,2
Skupaj	299	96,8										
Neodgovorjeni	10	3,2										
Vsi skupaj	309	100,0										

Preglednica 9: Porazdelitev odgovorov dijakov na 6. vprašanje: »Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo?« (možnih je več odgovorov). Legenda: F = frekvenca izbranega odgovora.

Odgovor	Celoten vzorec		Ženske		Moški		1. letnik		2. letnik		3. letnik	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Svetlobo.	298	96,4	151	96,2	111	96,5	91	94,8	86	96,6	81	97,6
Vodo.	254	82,2	133	84,7	97	84,3	81	84,4	76	85,4	70	84,3
Kisik.	24	7,8	11	7,0	8	7,0	10	10,4	5	5,6	3	3,6
Organske snovi.	28	9,1	14	8,9	11	9,6	6	6,3	10	11,2	9	10,8
Ogljikov dioksid.	253	81,9	122	77,7	103	89,6	80	83,3	76	85,4	67	80,7
Mineralne snovi	69	22,0	36	23,1	25	21,7	21	22,1	17	19,1	24	28,9

Preglednica 16: Porazdelitev odgovorov dijakov na 13. vprašanje: »Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?«. Legenda: F = frekvenca izbranega odgovora.

Odgovor	Celoten vzorec		Ženske		Moški		1. letnik		2. letnik		3. letnik	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Nič.	3	1,0	0	0	1	0,9	0	0	0	0	1	1,3
Manjši del.	51	16,5	26	17,1	17	14,9	19	20,0	14	16,1	9	11,3
Vso.	230	74,4	117	77,0	89	78,1	71	74,7	70	80,5	62	77,5
Ne vem.	18	5,8	9	5,9	7	6,1	5	5,3	3	3,4	8	10,0
Skupaj	302	97,7										
Neodgovorjeni	7	2,3										
Vsi skupaj	309	100,0										

Preglednica 17: Porazdelitev odgovorov dijakov na 14. vprašanje: »Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?« (možnih je več odgovorov). Legenda: F = frekvenca izbranega odgovora.

Odgovor	Celoten vzorec		Ženske		Moški		1. letnik		2. letnik		3. letnik	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Iz gnojil.	92	29,8	42	27,1	38	33,3	26	27,4	30	33,7	23	28,4
Iz tal.	158	51,1	72	46,5	68	59,6	51	53,7	50	56,2	37	45,7
Iz vode.	138	44,7	70	45,2	49	43,0	40	42,1	39	42,8	38	46,9
Iz zraka.	80	25,9	40	25,8	30	26,3	30	31,6	22	24,7	18	22,2
Iz žuželk.	13	4,2	6	3,9	6	5,3	3	3,2	4	4,5	4	4,9
Od Sonca.	252	81,6	122	78,7	101	88,6	79	83,2	75	84,3	66	81,5

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Daniela Vlačić

RAZUMEVANJE FOTOSINTEZE MED GIMNAZIJC

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2014