

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
PEDAGOŠKA FAKULTETA  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO  
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA**

# **DIPLOMSKO DELO**

**NIKOLINA BRKOVIĆ**

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
PEDAGOŠKA FAKULTETA  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO  
TEHNOLOGIJO  
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA  
Študijski program: Kemija in biologija**

**RAZUMEVANJE FOTOSINTEZE PRI DIJAKIH  
POKLICNEGA IN STROKOVNEGA SREDNJEGA  
IZOBRAŽEVANJA**

**DIPLOMSKO DELO**

Mentorica: doc. dr. Jelka Strgar

Kandidatka: Nikolina Brković

Ljubljana, maj 2014

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija na Pedagoški fakulteti, smer biologija in kemija. Opravljeno je bilo v skupini za biološko izobraževanje Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za diplomski 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

Recenzentka: prof. dr. Alenka Gaberščik

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Mentorica: doc. dr. Jelka Strgar

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.

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela.

Nikolina Brković

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD Dn

UDK 581.132:303.425(043.2)

KG fotosinteza / napačne predstave / biologija / naravoslovje / srednja šola / celično dihanje

AV BRKOVIĆ, Nikolina

SA STRGAR, Jelka (mentorica)

KZ SI- 1000 Ljubljana, Kardeljeva ploščad 16

ZA Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

LI 2014

IN RAZUMEVANJE FOTOSINTEZE PRI DIJAKIH POKLICNEGA IN STROKOVNEGA  
SREDNJEGA IZOBRAŽEVANJA

TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)

OP XII, 50 str., 4 pregl., 31 gr., 4 pril., 19 vir.

IJ sl.

JI sl./an.

AI Fotosinteza je, predvsem zaradi svoje abstraktnosti ena izmed težjih snovi, ki se jih morajo učenci naučiti. Prav zaradi tega smo se odločili, da preverimo, kakšno je znanje fotosinteze pri dijakih strokovnih in poklicnih srednješolskih programov ter ali imajo dijaki napačne predstave o fotosintezi, ki so jih doslej opravljene raziskave v tujini našle pri populacijah različne starosti in izobrazbe. V vzorec smo zajeli 287 dijakov. Po opravljeni analizi podatkov smo prišli do zaključka, da je znanje dijakov o fotosintezi slabo, da imajo testirani dijaki splošno znane napačne predstave o fotosintezi in celičnem dihanju. V učnih načrtih strokovnih in poklicnih srednješolskih programov je fotosinteza slabo zastopana ali pa se je dijaki sploh ne učijo. Menimo, da bi znanje na tem področju lahko izboljšali z večjim številom empiričnih vaj iz strukture in funkcije rastlin, ter z uporabo sodobnih multimedijskih pripomočkov. Izboljšati pa se mora tudi poučevanje bodočih učiteljev. Če bi učitelje vnaprej opozorili na obstoječe napačne predstave o fotosintezi in jih podučili, kako jih odpraviti, bi se delež učencev in dijakov, ki imajo takšno pomanjkljivo znanje, bistveno zmanjšal.

## KEY WORD DOCUMENTATION

DN

UDC 581.132:303.425(043.2)

CX photosynthesis / misconceptions / biology / science / secondary school / respiration

AU BRKOVIĆ, Nikolina

AA STRGAR, Jelka (mentor)

SI PP- 1000- Ljubljana, Kardeljeva ploščad 16

PB University of Ljubljana, Faculty of Education, Biotechnical faculty, Department of biology.

PY 2014

TI Understanding of photosynthesis among pupils in vocational and professional secondary education

DT Graduation Thesis (University studies)

NO XII, 50 p., 4 tab., 31 gr., 4 app., 19 ref.

LA sl.

AL sl./en.

AB Photosynthesis is one of the hardest topics that pupils have to learn. Mainly because this topic is so abstract. We decided to check pupils knowledge of photosynthesis in vocational and professional secondary education, if they have any misconceptions as it is recorded in different ages of population and different education level in population. The research involved 287 pupils. After the data was analysed, we came to the conclusion that the knowledge of photosynthesis is very low, surveyed pupils have the misconceptions about photosynthesis and cellular respiration. In curriculum of professional education is the topic photosynthesis very poorly represented or is not included. We see the possible improvement of knowledge in modern multimedia and in increasing number of empirical exercises in structure and function of plants. On the other side the education of future teachers must also be improved. If the future teachers were warned in advance of existing misconceptions in photosynthesis and were taught how to eliminate them, there would be much less pupils with lack of knowledge and misconceptions.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO TABEL .....	VII
KAZALO GRAFOV .....	VIII
PRILOGE .....	XII
1 UVOD .....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA .....	1
1.2 CILJI NALOGE .....	3
1.3 DELOVNE HIPOTEZE .....	4
2 PREGLED OBJAV .....	4
2.1 FOTOSINTEZA .....	4
2.2 RESPIRACIJA (CELIČNO DIHANJE).....	6
2.3 NAPAČNE PREDSTAVE O FOTOSINTEZI.....	7
2.4 FOTOSINTEZA IN RESPIRACIJA (CELIČNO DIHANJE) V UČNEM NAČRTU ....	8
3 MATERIAL IN METODE .....	14
3.1 VZOREC .....	14
3.2 VPRAŠALNIK.....	15
3.3 STATISTIČNA OBDELAVA .....	15
4 REZULTATI.....	15
5 RAZPRAVA .....	40

6	SKLEPI .....	46
7	POVZETEK .....	47
8	VIRI.....	49

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Učni načrt za naravoslovje za 6. in 7. razred Osnovne šole .....	8
Tabela 2: Učni načrt naravoslovje za srednje poklicno izobraževanje .....	11
Tabela 3: Učni načrt biologija za srednje strokovno izobraževanje .....	12
Tabela 4: Izbirni modul biologija celice .....	13



## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Struktura dijakov po letnikih.....	14
Graf 2: Struktura dijakov po programih; SSI = srednje strokovno izobraževanje, SPI = srednje poklicno izobraževanje.....	14
Graf 3: Porazdelitev odgovorov dijakov na 1. vprašanje: »V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami.«.....	16
Graf 4: Porazdelitev odgovorov dijakov na 2. vprašanje »Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana.«; 1 = nezadostna razlaga, 2 = zadostna razlaga, 3 = dobra razlaga, 4 = zmerno dobra razlaga, 5 = odlična razlaga .....	17
Graf 5: Porazdelitev odgovorov dijakov na 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 .....	18
Graf 6: Porazdelitev odgovorov dijakov na 4. vprašanje: » Kaj je hrana za rastline?«; a = anorganske snovi, b = ogljikov dioksid, c = organske snovi, d = svetloba/energija, e = voda, f = vse naštetu .....	19
Graf 7: Porazdelitev odgovorov dijakov na 5. vprašanje: »Katera je glavna funkcija fotosinteze?«; a = poraba ogljikovega dioksida, b = poraba vode, c = tvorba glukoze, d = tvorba kisika .....	20
Graf 8: Porazdelitev odgovorov dijakov na 6. vprašanje: »Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo? (možnih je več odgovorov)«; a = svetlobo, b = vodo, c = kisik, d = organske snovi, e = ogljikov dioksid, f = mineralne snovi .....	21
Graf 9: Delež dijakov, ki so pri 6. vprašanju izbrali popolnoma pravilno kombinacijo odgovorov.....	21
Graf 10: Porazdelitev odgovorov dijakov na 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.....	22

Graf 11: Porazdelitev odgovorov dijakov na 8. vprašanje: »Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:«; a = kemijske energije, b = svetlobne energije, c = toplote .....	23
Graf 12: Porazdelitev odgovorov dijakov na 9. vprašanje: »Fotosinteza poteka v:«; a = celotni rastlini, b = koreninah, c = listih, d = steblih, e = zelenih delih rastline .....	24
Graf 13: Porazdelitev odgovorov dijakov na 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 .....	25
Graf 14: Porazdelitev odgovorov dijakov na 11. vprašanje: »Katere snovi rastlina sprejema iz tal?«; a = anorganske snovi, b = mineralne snovi, c = ogljikov dioksid, d = organske snovi, e = svetlobo/energijo, f = vodo, g = vse naštetu .....	26
Graf 15: Delež dijakov, ki so na 11. vprašanje odgovorili popolnoma pravilno .....	26
Graf 16: Porazdelitev odgovorov dijakov na 12. vprašanje: »V katerih delih rastline je klorofil?«; a = v celotni rastlini, b = v koreninah, c = v listih, d = v zelenih delih rastline .....	27
Graf 17: Porazdelitev odgovorov dijakov na 13. vprašanje: »Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?«; a = nič, b = manjši del, c = vso, d = ne vem .....	28
Graf 18: Porazdelitev odgovorov dijakov na 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 .....	29
Graf 19: Porazdelitev odgovorov dijakov na 15. vprašanje: »Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?«; a = iz krompirja, b = iz mesa, c = iz vode, d = iz zraka, e = od Sonca, f = s telovadbo .....	30
Graf 20: Delež dijakov, ki je popolnoma pravilno odgovorilo na 15. vprašanje.....	30
Graf 21: Porazdelitev odgovorov dijakov na 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 .....	31
Graf 22: Porazdelitev odgovorov dijakov na 17. 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.«; 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 ..... 32

Graf 23: Porazdelitev odgovorov dijakov na 18. 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 ..... 33

Graf 24: Porazdelitev odgovorov dijakov na 19. 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 ..... 34

Graf 25: Porazdelitev odgovorov dijakov na 20. 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 ..... 35

Graf 26: Porazdelitev odgovorov dijakov na 21. 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 ..... 36

Graf 27: Porazdelitev odgovorov dijakov na 22. vprašanje: »V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:«; a = molekul glukoze, b = molekul ogljikovega dioksida, c = molekul vode ..... 36

Graf 28: Porazdelitev odgovorov dijakov na 23. 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 ..... 37

Graf 29: Porazdelitev odgovorov dijakov na 24. vprašanje: »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..... 38

Graf 30: Porazdelitev odgovorov dijakov na 25. vprašanje: »Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?«; a = nikoli, b = podnevi, c = ponoči, d = ves čas ..... 39

Graf 31: Porazdelitev odgovorov dijakov na 26. vprašanje: »V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami.«..... 40

## **PRILOGE**

**Priloga 1:** Vprašalnik o fotosintezi

**Priloga 2:** Statistična pomembnost razlik med odgovori deklet in fantov v vprašalniku o fotosintezi. (Statistično pomembne razlike so označene s krepkim tiskom.)

**Priloga 3:** Statistična pomembnost razlik med odgovori dijakov različnih letnikov v vprašalniku o fotosintezi. (Statistično pomembne razlike so označene s krepkim tiskom.)

**Priloga 4:** Statistična pomembnost razlik med odgovori dijakov različnih programov v vprašalniku o fotosintezi. (Statistično pomembne razlike so označene s krepkim tiskom.)

# 1 UVOD

Odločili smo se preveriti, kakšno je razumevanje fotosinteze med dijaki poklicnega in strokovnega srednjega izobraževanja. Ta tema je zanimiva predvsem zaradi tega, ker je fotosinteza ena težjih tem, ki jih učenci obravnavajo, in ena izmed tem, v zvezi s katerimi imajo dijaki po zaključku šolanja precej napačnih predstav. Prav zaradi tega je bilo zadnja tri desetletja narejenih že veliko raziskav na to temo (Marmaroti in Galanopoulou, 2007). Moč je opaziti, da napačne predstave, ki se jih učenci naučijo v osnovni šoli, ostanejo skozi celo srednjo šolo in celo na fakulteti. Tudi bodoči učitelji biologije imajo napačne predstave glede fotosinteze (Ahopelto, Mikkilä-Erdmann, Anto in Penttinen, 2011). Gre za temeljno pomanjkanje razumevanja osnovnih ekoloških konceptov, kot so pomembnost rastlin na Zemlji, pretok energije v ekosistemih, kot tudi pomembnost fotosinteze za življenje na Zemlji (Näs in Ottander, 2008). Lahko rečemo, da je fotosinteza ena najpomembnejših tem v učnem načrtu osnovne šole, saj je življenje na Zemlji odvisno od zmožnosti rastlin da proizvajajo kisik, hkrati pa pretvarjajo sončno energijo v kemijsko energijo, ki jo potem živali uporabijo kot vir energije (Ahopelto in sod., 2011). Želimo, da učenci razumejo temelje biologije, kar pa ni enostavno, in tu se pojavi dilema, s katero se soočamo.

## 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Odločili smo se, da preverimo, kakšno je razumevanje fotosinteze pri dijakih poklicnega in strokovnega srednjega izobraževanja. Zanimalo nas je predvsem, ali dijaki razumejo osnove fotosinteze in celičnega dihanja ter ali bomo naleteli na napačne predstave o fotosintezi in celičnem dihanju. Izkušnje iz šolske prakse kažejo, da se učenci sicer lahko zelo dobro naučijo posamezne elemente procesa fotosinteze, da pa mnogi kljub temu ne znajo odgovoriti na vprašanja, v katerih morajo znati uporabiti svoje znanje (Jagodnik, Sopčič, Strgar, Volčini in Zupan, 2009). V zvezi s fotosintezo imajo učenci tudi veliko napačnih predstav (Reiss, Boulter in Tunnicliffe, 2007). Napačne predstave je zelo težko nadomestiti s pravilnimi predstavami vsaj takrat, ko govorimo o tradicionalnem načinu poučevanja (Tekkaya, 2003). Ena takih predstav, ki je zelo razširjena je, da voda in hranilne snovi tvorijo maso rastline, pri čemer je spregledan pomen ogljikovega dioksida (Käpylä, Heikkinen in Asunta, 2009). Druga

napačna predstava pri učencih je, da rastline črpajo že "narejeno hrano" iz tal (Cañal, 1999). V nižjih razredih osnovne šole učenci menijo, da rastline ne dihanje oz. da je dihanje podobno kot pri človeku in drugih živalih (Cañal, 1999). Ta napačna predstava je bila dokumentirana tudi pri nas leta 2008/2009 pri nacionalnem preverjanju znanja. Z zelo nizkim indeksom težavnosti je izstopala naloga, s katero se je preverjalo, ali učenci vedo, da rastline dihanje in s tem izločajo ogljikov dioksid. Izkazalo se je, da je pri tej nalogi vladalo veliko zmede in neznanja, manj kot 10 % učencev je odgovorilo pravilno, kar kaže na to, da pri učencih vlada utrjeno prepričanje, da živali dihanje, rastline pa opravljajo fotosintezo. Ne samo osnovnošolci, ampak tudi bodoči učitelji biologije imajo napačne predstave o fotosintezi (Ahopletu in sod., 2011). Prav tako je pri učencih napačna predstava, da je voda za rastline enako, kot je hrana za živali (Ahopletu in sod., 2011). Razlog za to verjetno izvira iz vsakodnevnih izkušenj s tem pojavom, saj če rastline ne zalijemo, ta ovine in na koncu propade. Da pa bi to napačno predstavo odstranili in učencem zagotovili pravilno razlago fenomena, zakaj je voda pomembna za rastline in kaj rastlina naredi z vodo, potrebujemo učence z dobrim temeljnim znanjem, ki pa ni pogosto. Za uspešno premagovanje napačnih predstav je potrebna tudi visoka stopnja motivacije in prepričanost v uspeh. Če učenci nimajo dovolj predznanja ali pa so premalo naspani, jih učitelji težko motivirajo za delo. Prav tako na motivacijo vpliva samozavest učencev pri učenju in dejstvo, da jih predmet zanima. Za motivacijo je pomemben občutek, da lahko uspejo (Japelj Pavešić, Svetlik in Kozina, 2012). V raziskavi Japelj Pavešičeve in sod. (2012) se je pokazalo, da se samo 13 % slovenskih učencev rado uči biologijo. To je zelo alarmanten podatek v primerjavi z rezultati raziskave znanje matematike in naravoslovja med osnovnošolci v Sloveniji in po svetu leta 2007, kjer se je biologijo rado učilo 46 % slovenskih učencev (Japelj Pavešić in sod., 2012). Raziskave TIMMS prav tako kažejo, da učenci z bolj pozitivnim odnosom do naravoslovja dosegajo boljše rezultate (Japelj Pavešić in sod., 2012). Učenci so lahko bolj motivirani za učenje naravoslovnih vsebin, če doseženo naravoslovno znanje cenijo in ga prepoznajo kot koristno za njihovo nadaljnje šolanje in zaposlitev. Osmošolci v Sloveniji so za vse štiri naravoslovne predmete mnenja, da je znanje teh predmetov za njihovo nadaljnje šolanje in zaposlitev manj pomembno, kot se to zdi osnovnošolcem velike večine drugih držav. Le 13 % slovenskih učencev zelo ceni biologijo (Japelj Pavešić in sod., 2012). Po drugi strani pa ima velik vpliv na poučevanje stroka, ki določa učni načrt, in s tem določa tudi avtonomnost učitelja. Novi učni načrt za biologijo za osnovne šole je stopil v veljavo v šolskem letu 2011/2012. Nekatere vsebine so vključene prej, kot so bile v starem učnem načrtu, na primer celica se je premaknila iz 9. v 8.

razred. Kakšne bodo posledice tega, se bo izkazalo šele v prihodnjih letih. Spremembe na bolje se pojavijo v obdobju, ko ni velikih pretresov v šolskem sistemu (Japelj Pavešić in sod., 2012). Veliko odgovornost nosijo tudi učbeniki. Veliko učencev ne zna pravilno uporabljati učbenikov. Pogosto učbeniki ne podpirajo poglobljene razlage in se učenci učijo samo reproducirati tekst pri preverjanjih znanja, namesto da bi se naučili na bolj visoki kognitivni stopnji (Ahopelto in sod., 2011). Pri nas se učitelji v primerjavi s tujino v splošnem še vedno precej izobražujejo, obenem ima 72 % učencev učitelje, ki se čutijo zelo dobro pripravljene na poučevanje vsebin o živi naravi (Japelj Pavešić in sod., 2012). Glede samozavesti učiteljev v razredih ob odgovarjanju na vprašanja učencev v zvezi z naravoslovnimi vsebinami, pri razlagi naravoslovnih konceptov ali postopkov s poskusi, pri pripravah zahtevnejših nalog za sposobnejše učence, prilagajanju pouka z namenom motivacije učencev ter pri pomoči učencem, da se zavedo pomena znanja naravoslovja, lahko rečemo da smo v mednarodnem povprečju. Najmanj samozavestni so učitelji v večini držav pri pripravah zahtevnejših nalog za sposobnejše učence, tako je tudi v Sloveniji (Japelj Pavešić in sod., 2012). Glede na majhen delež naših učencev, ki na mednarodnih raziskavah znanja dosegajo najvišji mejnik naravoslovnega znanja pa lahko sklepamo, da samo samozavest še ne pomeni tudi, da to dejavnost zares izvedejo. Učenci, ki končajo splošno izobraževanje, bi morali s seboj v življenje odnesti temeljno znanje s tega področja, da bodo lahko kot naravoslovno pismeni državljani smiselno sodelovali pri pomembnih družbenih odločitvah. Pouk lahko učinkovito izboljšamo samo, če vemo, kakšno predznanje imajo učenci. Zato smo raziskavo izvedli med dijaki v poklicnih in strokovnih srednješolskih programih. Želeli smo ugotoviti, kakšen je njihov odnos do fotosinteze in ali imajo napačne predstave o fotosintezi. Zbrane ugotovitve bodo koristile institucijam, ki se ukvarjajo z izobraževanjem in načrtovanjem izobraževanja.

## 1.2 CILJI NALOGE

Cilj raziskave je bil ugotoviti, kakšno je znanje dijakov poklicnih in strokovnih srednješolskih programov o procesu fotosinteze in kakšen je njihov odnos do fotosinteze. Hkrati smo želeli preveriti, ali imajo dijaki kakšne napačne predstave o procesu fotosinteze.



### 1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Postavili smo naslednje hipoteze:

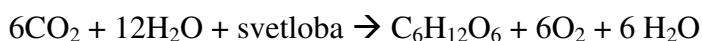
- Znanje dijakinj in dijakov poklicnega in strokovnega srednjega izobraževanja o fotosintezi ni zadovoljivo.
- Znanje dijakinj in dijakov o fotosintezi je večinoma faktografsko.
- Med dijakinjami in dijaki ni razlike v količini in kakovosti znanja.
- Dijakinje in dijaki višjih letnikov imajo boljše znanje o fotosintezi kot tisti v nižjih letnikih.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 FOTOSINTEZA

Fotosinteza je pomemben biokemijski proces, pri katerem iz preprostih anorganskih molekul, ki jih najdemo v naravi, nastajajo energijsko bogate organske molekule za fotosintezne organizme in heterotrofne organizme (Marmaroti in Galanopoulou, 2006). Fotosinteza in celično dihanje sončno energijo zajameta in pretvorita v takšno obliko, da podpira metabolne procese vseh živih organizmov (Anderson, Sheldon in Dubay, 1990). Skoraj vsi heterotrofni organizmi med njimi tudi človek, so popolnoma odvisni posredno ali neposredno od avtotrofov za hrano in kisik, ki je stranski produkt fotosinteze (Reece in sod., 2009). Skoraj vse rastline so avtotrofi, hranila ki jih potrebujejo, so voda in mineralne snovi iz tal ter ogljikov dioksid iz zraka (Reece in sod., 2009). Organizmi, ki uporabljajo svetlobo kot vir energije za sintetiziranje organskih spojin imenujemo fotoavtotrofni organizmi. Avtotrofni organizmi so samozadostni, kar pomeni, da za svoj obstoj ne potrebujejo produktov drugih organizmov. Vse, kar potrebujejo, izdelajo sami (Reece in sod., 2009). Avtotrofi izdelajo organske molekule iz ogljikovega dioksida in drugih anorganskih snovi, ki jih pridobijo iz okolja (Reece in sod., 2009). Energija, potrebna za fotosintezo, prihaja na Zemljo v obliki fotonov. Za fotosintezo so pomembni predvsem fotoni rdeče in modre svetlobe. Rastline energijo shranijo v energetsko bogatih snoveh adenozintrifosfat (v nadaljevanju ATP). Za razumevanje, kako rastline pretvorijo svetlobo energijo v kemijsko, si moramo bolj podrobno

ogledati strukturo in organizacijo rastlinske celice. Fotosinteza poteka v vseh zelenih delih rastline, vendar pa pretežno poteka v listih. Pol milijona kloroplastov je v kosu lista z površino povrhnjice  $1\text{mm}^2$ . Klorofil se nahaja v kloroplastih. Največ kloroplasta se nahaja v mezofilu lista. Klorofil je zeleni pigment, ki daje listom barvo in se nahaja na tilakoidnih membranah organela kloroplasta. Ogljikov dioksid (plin), ki je nujen za fotosintezo, vstopi v list skozi listne reže oz. stome, pri tem pa kisik, ki je stranski proizvod fotosinteze, izstopi skozi listne reže. Rastlina črpa skozi koreninski sistem vodo in ta se po žilah prevaja do listov in drugih delov rastline. Splošna formula fotosinteze je znana že od leta 1800. V prisotnosti svetlobe zeleni deli rastline proizvajajo organske spojine in kisik iz ogljikovega dioksida in vode. Če zapišemo s kemijsko formulo:

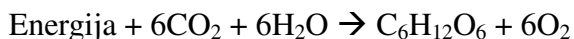


Voda se nahaja na obeh straneh enačbe, 12 molekul vode se porabi in 6 molekul vode nastane. Enačbo lahko poenostavimo tako, da prikažemo samo neto porabo vode (Reece in sod., 2009).



Tako zapisana enačba nam pokaže, da sta procesa fotosinteze in celičnega dihanja ravno nasprotna. Reaktanti pri fotosintezi so produkti pri celičnem dihanju in nasprotno. Enačba fotosinteze je zavajajoče preprosta, za njo pa se skriva zelo kompleksen proces (Reece in sod., 2009). Proces fotosinteze je sestavljen iz dveh kompleksnih procesov, ki jih imenujemo svetlobne reakcije fotosinteze in Calvinov cikel. V svetlobnih reakcijah fotosinteze se v kloroplastu svetlobna energija pretvori v kemijsko. V reakcijo vstopa voda, ki se cepi in tako nastane vir protona  $\text{H}^+$  in vir elektrona  $2\text{e}^-$ , kot stranski produkt pa nastane kisik ( $\text{O}_2$ ). Svetloba, ki jo absorbira klorofil, poganja par elektronov in protone, ki so nastali pri cepitvi vode, do receptorja  $\text{NADP}^+$ , ki se reducira v  $\text{NADPH}$ . Prav tako pa svetlobne reakcije v procesu fotofosforilacije proizvedejo  $\text{ATP}$ . V procesu svetlobne reakcije ne nastanejo sladkorji, ti nastanejo v procesu ki sledi, to je Calvinov cikel. Calvinov cikel poteka v stromi kloroplasta. V temotni fazi fotosinteze se s pomočjo molekul  $\text{ATP}$  in  $\text{NADPH}$  ogljik iz ogljikovega dioksida porablja za sintezo ogljikovih hidratov. Ogljik vstopa v Calvinov cikel v obliki  $\text{CO}_2$  in ga zapušča kot sladkor.  $\text{ATP}$  se v ciklu porablja kot vir energije,  $\text{NADPH}$  pa se porablja kot močan reducent, ki zagotavlja elektrone, potrebne za sintezo sladkorja.

Formula:



Za sintezo ene molekule glukoze se v Calvinovem ciklu porabijo 3 molekule  $\text{CO}_2$ , 9 molekul ATP in 6 molekul NADPH. Približno 50 % organskega materiala, ki je bil proizveden v procesu fotosinteze, se porabi kot gorivo v celičnem dihanju v mitohondrijih. Velik delež sladkorjev v obliki glukoze se veže med seboj in tako tvori molekule polisaharida celuloze, ki jih najdemo predvsem v rastlinskih celicah, ki še vedno rastejo in dozorevajo (Reece in sod., 2009). Celuloza, primarna sestavina celične stene, je najštevilčnejše zastopana organska molekula v rastlini (Reece in sod., 2009). Rastline proizvedejo več organskega materiala, kot ga porabijo za respiracijo in prekursorje za biosintezo. Odvečni organski material se sintetizira v škrob, ki se kopiči v kloroplastih, koreninah, semenih in plodovih (Reece in sod., 2009). S stališča produkcije hrane je skupna produkcija miniaturnih kloroplastov ogromna. Po ocenah nastane v procesu fotosinteze 160 milijard kubičnih ton ogljikovih hidratov na leto. Noben drug proces ni bolj pomemben kot fotosinteza za dobrobit življenja na Zemlji (Reece in sod., 2009). Razumevanje fotosinteze in celičnega dihanja je predpogoj za vsakršno razumevanje ekologije (Anderson in sod., 1990).

## 2.2 RESPIRACIJA (CELIČNO DIHANJE)

Energija shranjena v organskih molekulah, izvira iz sonca (Reece in sod., 2009). V procesu fotosinteze nastajajo organske molekule in kisik, te pa se porabljajo v mitohondrijih evkariontov kot gorivo za celično dihanje (Reece in sod., 2009). Če si ogledamo pretok energije v ekosistemu opazimo, da energija v ekosistem prihaja iz Sonca, zapušča pa ga v obliki toplote. V procesu respiracije organske molekule in kisik razpadejo in s tem se proizvaja ATP. Stranska produkta sta ogljikov dioksid in voda, ki sta glavna reaktanta v procesu fotosinteze (Reece in sod., 2009). Reakciji fotosinteze in respiracije sta si nasprotni. Pri fotosintezi se porabljata sončna energija in ogljikov dioksid za nastajanje glukoze in kisika, medtem ko se pri celičnem dihanju glukoza in kisik porabljata za nastanek ogljikovega dioksida, vode in energije. Celično dihanje je skupno ime za metabolne reakcije, pri katerih se sprošča energija iz organskih molekul, te pa sodijo med katabolne reakcije. Katabolne reakcije dajejo energijo z oksidacijo organskih molekul (Reece in sod., 2009). Organske molekule vsebujejo potencialno energijo, ki je rezultat ureditve elektronov v vezeh med atomi

(Reece in sod., 2009). S pomočjo encimov celica sistematično vodi razpad energetsko bogatih kompleksnih molekul v preproste odpadne produkte z malo energije. Nekaj te energije se porabi za delo, ostala energija pa se odda kot toplota (Reece in sod., 2009). Ločimo anaerobno in aerobno respiracijo. Anaerobna respiracija – fermentacija poteka brez prisotnosti kisika in je nepopolna. Daleč najbolj učinkovita je aerobna respiracija, kjer je končni prejemnik elektronov kisik (Reece in sod., 2009). Energija, ki jo dobimo iz razpada glukoze in drugih organskih molekul, izvira iz prenosa elektronov med reakcijo in se porabi za sintezo energetsko bogatih molekul ATP. Te prenose elektronov imenujemo redoks reakcije. Pri redoks reakciji izgubo elektronov pri eni snovi imenujemo oksidacija, medtem ko adicijo elektronov pri drugi snovi imenujemo redukcija (Reece in sod., 2009).

Enačba celičnega dihanja:



Glukoza oksidira do ogljikovega dioksida. Kisik reducira do vode. Glukoza je reducent, medtem ko je kisik oksidant. Na splošno lahko rečemo, da so organske molekule, ki imajo veliko vodikov, odlična goriva, ker so njihove vezi vir elektronov. Njihova energija se lahko sprostí, ko elektroni zapustijo glukozo in potujejo do kisika. S tem elektroni preidejo v nižje energijsko stanje, pri čemer se sprostí energija, ki postane na voljo za sintezo ATP (Reece in sod., 2009).

## 2.3 NAPAČNE PREDSTAVE O FOTOSINTEZI

Zadnji dve desetletji je bilo narejenih že veliko raziskav o prehrani zelenih rastlin, tako s stališča poučevanja, kot tudi s stališča učenja (Cañal, 2009). V raziskavah je mogoče opaziti tako pogostost pojavljanja napačnih predstav, kot tudi neverjetno obstojnost napačnih predstav o celičnem dihanju in fotosintezi pri učencih v osnovni šoli, srednji šoli ter celo pri študentih na fakulteti. Glede na tako veliko število opravljenih raziskav na to temo lahko izluščimo, katere so najpomembnejše napačne predstave. Dokumentirane so naslednje napačne predstave o fotosintezi. Učenci ne vedo, kaj je hrana za rastline in kaj je hrana za živali. Prav tako pogosto ne vedo, da rastline izdelajo vso lastno hrano (Käpylä in sod., 2009). Cañal (1999) navaja v svojem članku pojav napačne predstave o celičnem dihanju pri

rastlinah. Tako osnovnošolci v nižjih razredih menijo, da rastline ne dihanje oz. da je dihanje podobno kot pri človeku in drugih živalih. Avtor se sprašuje, kako je mogoče, da je taka napačna predstava, ki je v nasprotju z vsemi znanstvenimi dognanji, zastopana pri učencih vseh starosti in v različnih državah, kot so na primer Avstralija, Španija, Francija, Velika Britanija, Izrael, ZDA, Nova Zelandija. Avtor ugotavlja, da so praktične vaje, med katerimi bi si učenci ogledali funkcionalne karakteristike rastlin, zelo redke. Učencem osnovnih in srednjih šol manjka empiričnih vaj iz strukture in funkcije rastlin. Celoten pogled na strukturo in funkcijo rastlin in drugih živih bitij ni predstavljen (Cañal, 1999). Pri pouku je celično dihanje predstavljeno kot eden ključnih procesov vseh živih bitij (Cañal, 1999). Ravno zaradi tega osnovnošolci posvojijo idejo, da rastline dihanje in da to počnejo tako kot živali, čeprav ni moč opaziti premikanja pri dihanju pri rastlinah, tako kot pri živalih. Raziskava Ahopelta in sod. (2011) je pokazala, da imajo tudi bodoči učitelji biologije napačne predstave glede fotosinteze. Mladi bodoči učitelji so mnenja, da rastlina črpa že pripravljeno hrano iz tal. Tudi odrasli se ne zavedajo, da rastline sprejemajo ogljikov dioksid in vodo za produkcijo organskih molekul, ki se uporabijo v procesu respiracije (Eisen in Stavy, 1988). Prav tako se učenci ne zavedajo pomembnosti ogljikovega dioksida pri tvorbi mase rastline. Menijo, da voda in hranila tvorijo maso rastline (Käpplä in sod., 2009).

## 2.4 FOTOSINTEZA IN RESPIRACIJA (CELIČNO DIHANJE) V UČNEM NAČRTU

Podrobno smo pregledali učni načrt, da bi ugotovili, ali ima razpored snovi v učnem načrtu kakšen vpliv na znanje fotosinteze in celičnega dihanja pri učencih. Ali je snov premalo zastopana v učnem načrtu ali pa mogoče narobe zastavljena. Oglejmo si najprej učni načrt za naravoslovje (tabela 1), ki zajema 6. in 7. razred s skupaj 175 urami.

Tabela 1: Učni načrt za naravoslovje za 6. in 7. razred Osnovne šole

<p>Vsebinski sklop: ENERGIJA</p> <p>Operativni cilji za 6. razred</p> <p>Učenci:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spoznajo, da je v biomasi in fosilnih gorivih nakopičena sončna energija, ki se</li> </ul>	
--	--



<b>Zgradba in delovanje rastlin</b>	<b>Zgradba in delovanje ekosistemov</b>
<p>Učenci:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razumejo pomen fotosinteze, celičnega dihanja, izmenjave snovi z okoljem, transporta snovi in preprečevanje izgube vode za preživetje posamezne celice in rastline kot celote,</li> <li>• Spoznajo, da rastlina potrebuje mineralne snovi, ki jih privzema iz okolja, kot surovine za proizvodnjo nekaterih sebi lastnih snovi,</li> <li>• Spoznajo, da v rastlinskih celicah, ki ne opravljajo fotosinteze, kloroplast ne vsebuje klorofila, ampak kopiči založne snovi (na primer škrobna zrna v gomolju krompirja).</li> </ul> <p><b>Pomen rastlin v ekosistemu in pomen za človeka</b></p> <p>Učenci:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razumejo, da je sončna energija glavni vir energije za ekosisteme,</li> <li>• Razumejo vlogo rastlin kot proizvajalcev hranilnih snovi in kisika; te snovi lahko porabljajo tudi drugi organizmi na Zemlji (potrošniki),</li> <li>• Razumejo, da rastlina proizvedene hranilne snovi in kisik tudi sama porablja in da je potrošnikom na voljo samo tisti del snovi, ki ga rastlina uporabi za gradnjo telesa,</li> <li>• Spoznajo vpliv rastlin na sestavo ozračja in podnebne razmere na Zemlji,</li> <li>• Spoznajo pomen rastlin in izdelkov iz rastlin za človeka kot vir hrane, surovin in tehnološke energije (goriva).</li> </ul>	<p>Učenci:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spoznajo, da proizvajalci (rastline in 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),</li> <li>• Spoznajo, da se snovi prenašajo od organizma do organizma v prehranjevalnem spletu in od organizmov do neživega okolja snovi neprestano krožijo,</li> <li>• Spoznajo, da se del ogljika vrača v neživo okolje kot ogljikov dioksid, ki nastaja med celičnim dihanjem organizmov.</li> </ul>

Ko preberemo, kaj vse naj otroci spoznajo in predvsem razumejo v 6. razredu, se nam poraja vprašanje, zakaj potemtako učenci, dijaki in študentje, niti tisti, ki so se biologijo učili večino šolskih let, ne znajo odgovoriti na preprosta vprašanja o fotosintezi, ki naj bi jih razumeli že enajst- in dvanajstletniki. Kje v izobraževalnem sistemu se zatakne? Ali je

otrokom snov res tako nezanimiva ali leži glavni krivec kje drugje? Morda pri samih učiteljih? Morda pri načinu posredovanja snovi? V učnem načrtu biologije za 8. in 9. razred osnovne šole snov fotosinteza ni zastopana. Dejansko je poudarek na fotosintezi in rastlinah v 6. razredu in nekoliko še v 7. razredu. Poglejmo še učna načrta za poklicno in strokovno srednje izobraževanje (tabela 2), saj smo našo raziskavo izvedli pri dijakih teh programov. Učni načrt za srednje poklicno izobraževanje (v nadaljevanju SPI) zajema vsebino kemije, biologije in fizike skupaj v predmetu naravoslovje, ki je zastopano z 132 urami. Predmet naravoslovje je v predmetniku za 1. in 2. letnik po dve uri na teden.

Tabela 2: Učni načrt naravoslovje za srednje poklicno izobraževanje

<p>Sklop: EKOLOGIJA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Na primeru prehranjevalne verige in spleta razložijo kroženje snovi in energije v ekosistemih ter akumulacijo strupenih snovi</li> </ul>	<p>Predlogi oz. primeri dejavnosti pri pouku</p> <p><b>Laboratorijsko delo:</b> dokazovanje produktov fotosinteze</p> <p><b>Eksperimentalno delo:</b> vpliv spremembe enega od izbranih dejavnikov na rastline.</p> <p><b>Terenska dela:</b></p> <p>Opazovanje, doživljanje in raziskovanje naravnega in antropogenega ekosistema; prilagojenosti živih bitij na dejavnike okolja ter vplive živih bitij na okolje</p> <p><b>Vaja:</b> prehranjevalni spleti</p> <p><b>Terensko delo:</b> Raziskovanje in primerjanje kroženja energije v naravnem in antropogenem ekosistemu</p>
---	---

V učnem načrtu naravoslovja srednjega poklicnega izobraževanja je fotosinteza zelo skromno zastopana. Pri laboratorijskem delu se morda pri dokazovanju produktov fotosinteze preveč osredotočamo na produkcijo kisika, premalo pa na produkcijo glukoze. Morda prav zaradi tega prevladuje mnenje, da je glavna funkcija fotosinteze produkcija kisika. Da bi razumeli fotosintezo in njeno delovanje je prav tako pomembno znanje kemije. Ob pogledu na snov kemije, ki jo zajema učni načrt, opazimo, da ne zajema ogljikovodikov prav tako tudi pomen ali razlaga sladkorjev ni zajeta. Zato je tudi nemogoče pričakovati, da bi dijaki vedeli, kaj je



glukoza ter zakaj je pri fotosintezi tako pomembna, kakšen pomen ima za energijo in za rast rastlin.

Učni načrt za biologijo srednjega strokovnega izobraževanja (SSI) zajema obvezni del (68 ur) in dodatni del (tabela 3). Obvezni del zajema minimalno splošno znanje biologije, ki ga dijaki ne glede na vrsto izobraževalnega programa potrebujejo za življenje, odločanje o sebi in za svoje aktivno udejstvovanje v bodočem poklicu in družbi. V dodatnem delu je ponujeno 10 izbirnih modulov splošnega znanja biologije (tabela 4). Ti moduli so genetika in evolucija (68 ur), primerjava strukture in funkcije živih bitij (68 ur), biologija celice (34 ur), biološko laboratorijsko in terensko delo (34 ur), biologija človeka (68 ur), ekologija tal (34 ur), mikrobiologija (34 ur), biotehnologija (34 ur), čebelarstvo (34 ur), varstvena biologija in sonaravno vzdrževanje antropogenih ekosistemov (68 ur).

Tabela 3: Učni načrt biologija za srednje strokovno izobraževanje

<p>Razumevanje osnovnih konceptov delovanja življenjskih in ekoloških procesov</p> <p>Učni cilji</p> <p><b>Osnovni koncepti delovanja življenja in ravni organizacije v živi naravi</b></p> <p>Dijaki so zmožni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razumeti, da je osnovna funkcionalna in gradbena enota živega celica, v kateri potekajo življenjski procesi (kot npr. dihanje, fotosinteza, dedovanje, razmnoževanje, rast, evolucijski razvoj, staranje in procesi, ki vodijo v boleznih okvare);</li> <li>• Razložiti osnovne koncepte delovanja življenjskih procesov (npr. dihanje, fotosinteza, dedovanje, razmnoževanje, rast, evolucijski in ontogenetski razvoj) in razumeti sistemske posledice različnih vplivov na njih (vplivi okolja, učinki strupov, posegov v dedno snov in življenjske procese...);</li> <li>• Prepoznati osnovne skupne značilnosti in razumeti razlike v zgradbi in delovanju heterotrofnih in avtotrofnih organizmov;</li> <li>• Razumeti pomen avtotrofnih organizmov in medsebojno povezanost avtotrofnih in</li> </ul>	<p><b>Eksperimentalno raziskovanje, ki v postopkih in ravnanju vključuje tudi odgovoren odnos do živega</b></p> <p>Preučevanje dihanja (dokazovanje ogljikovega dioksida v odvisnosti od aktivnosti organizma)</p> <p>Delo z internetom:</p> <p>Simulacija procesa sproščanja energije iz organskih snovi</p> <p>Preučevanje fotosinteze (vplivi na potek, produkti)</p> <p>Preučevanje produktov fotosinteze v rastlinskih celicah</p>
--	---

heterotrofnih organizmov v biosferi; • Razumeti pomen klorofila pri sprejemanju in pretvorbi svetlobne energije	
--	--

Tabela 4: Izbirni modul biologija celice

Izbirni modul BIOLOGIJA CELICE (35ur)  Učni cilji  Dijaki so zmožni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razumeti osnovni potek in vlogo celičnega dihanja (aerobno dihanje) ter primerjati z osnovnim procesom fotosinteze;</li> <li>• Razumeti osnovni princip transporta snovi in celičnih organelov znotraj različnih vrst celic ( heterotrofnih in avtotrofnih)</li> </ul>	Eksperimentalno raziskovanje, ki v postopkih in ravnanju vključuje tudi odgovoren odnos do živega  Laboratorijsko delo: Raziskovanje celičnega dihanja
--	--

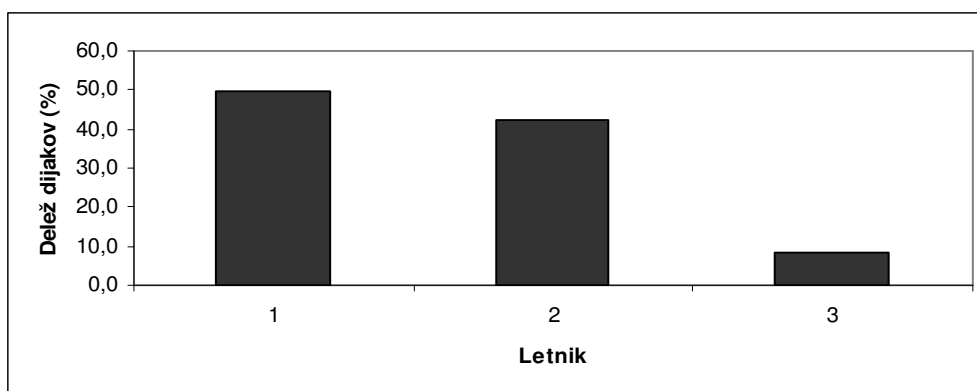
Podrobni pregled učnih ciljev v obveznem delu programa je pokazal, da je fotosinteza omenjena predvsem na submikroskopski ravni celice. Dijaki se srečajo s fotosintezo in celičnim dihanjem, ko se učijo o celici ki je osnovna funkcionalna in gradbena enota živega, v kateri potekajo življenjski procesi (kot npr. dihanje, fotosinteza, dedovanje, razmnoževanje, rast, evlucijski razvoj, staranje in procesi, ki vodijo v bolezn okvar). Poleg tega so v učnih ciljih osnovne skupne značilnosti in razlike v zgradbi in delovanju heterotrofnih in avtotrofnih organizmov. Na eksperimentalni ravni preučujejo produkte fotosinteze v rastlinskih celicah. Preučujejo dihanje (dokazovanje ogljikovega dioksida v odvisnosti od aktivnosti organizma). Pri delu z internetom pa si ogledajo simulacijo procesa sproščanja energije iz organskih snovi. Prav tako jim je razložena pomembnost avtotrofnih organizmov in medsebojna povezanost avtotrofnih in heterotrofnih organizmov v biosferi. V članku Russella in sod. (2004), je poudarjeno, da sta v učnem načrtu fotosinteza in celično dihanje omejena na nivo submikroskopske ravni celice. Fotosintezo lahko obravnavamo na zelo različnih ravneh, od ravni gozda pa vse do ravni kloroplasta (Russell in sod., 2004). V dodatnem modulu biologija celice, ki zajema 35 ur, se dijaki še dodatno seznanijo s fotosintezo in dihanjem, kjer je poudarek bolj na celičnem dihanju, saj se poučijo o osnovnem poteku in vlogi celičnega dihanja (aerobno in anaerobno) ter ju primerjajo z osnovnim procesom fotosinteze. Pri tem

modulu tudi opazimo, da med seboj primerjajo oba procesa - fotosintezo in celično dihanje. Prav tako pa obdelajo še osnovni princip transporta snovi in celičnih organelov znotraj različnih vrst celic (heterotrofnih in avtotrofnih).

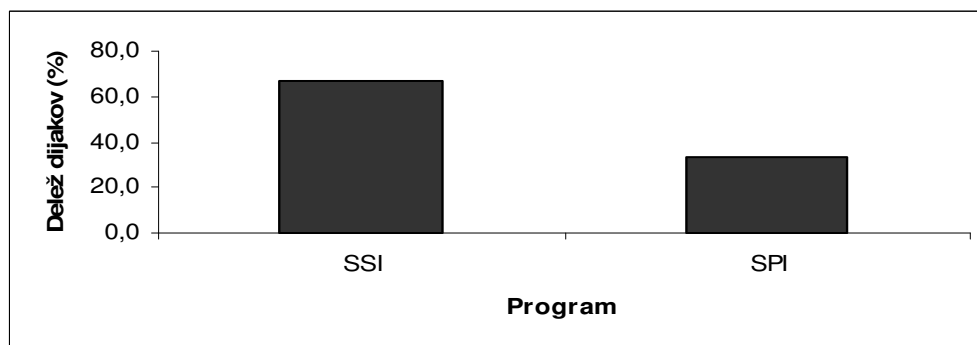
### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 VZOREC

V vzorec smo zajeli 287 dijakov. Od tega jih je 142 (49,5 %) obiskovalo prvi letnik, 121 (42,2 %) drugi letnik in 24 (8,4 %) tretji letnik (graf 1). 192 dijakov (66,9 %) je obiskovalo program gastronomija in turizem (v nadaljevanju SSI), 95 dijakov (33,1 %) je obiskovalo program gastronomske in hotelske storitve (v nadaljevanju SPI) (graf 2). Od 287 dijakov jih je bilo 58,5 % moškega spola in 41,2 % ženskega spola.



Graf 1: Struktura dijakov po letnikih



Graf 2: Struktura dijakov po programih; SSI = srednje strokovno izobraževanje, SPI = srednje poklicno izobraževanje

## 3.2 VPRAŠALNIK

Vprašalnik je sestavljen iz 26 vprašanj (priloga 1). Eno vprašanje je odprtega tipa, 25 vprašanj pa zaprtega tipa. Vprašalnik je razdeljen v štiri sklope. V prvem smo postavili osnovna vprašanja glede fotosinteze. V drugem sklopu so sledila bolj podrobna vprašanja glede fotosinteze. V tretjem sklopu smo postavili podobna vprašanja, kot v prvem in drugem sklopu, s tem smo preverili korelacije med odgovori ter preprečili naključno obkroževanje. V četrtem sklopu smo preverili še znanje respiracije. Vprašanja, ki smo jih zastavili, so vsebovala odgovore, s katerimi lahko potrdimo napačne predstave o fotosintezi, nekateri odgovori so bili postavljeni namerno za distrakcijo ( Marmaroti in Galanopoulou, 2006).

## 3.3 STATISTIČNA OBDELAVA

Zbrane podatke smo obdelali s statističnim programom SPSS (21). Ker razporeditev rezultatov ni bila normalna, smo uporabili neparametrične preizkuse. Statistično pomembnost razlik med odgovori deklet in fantov in statistično pomembnost razlik med odgovori dijakov različnih programov smo ugotavljali s preizkusom Mann-Whitney. S preizkusom Kruskal-Wallis smo ugotavljali statistično pomembnost razlik med odgovori dijakov treh različnih letnikov.

# 4 REZULTATI

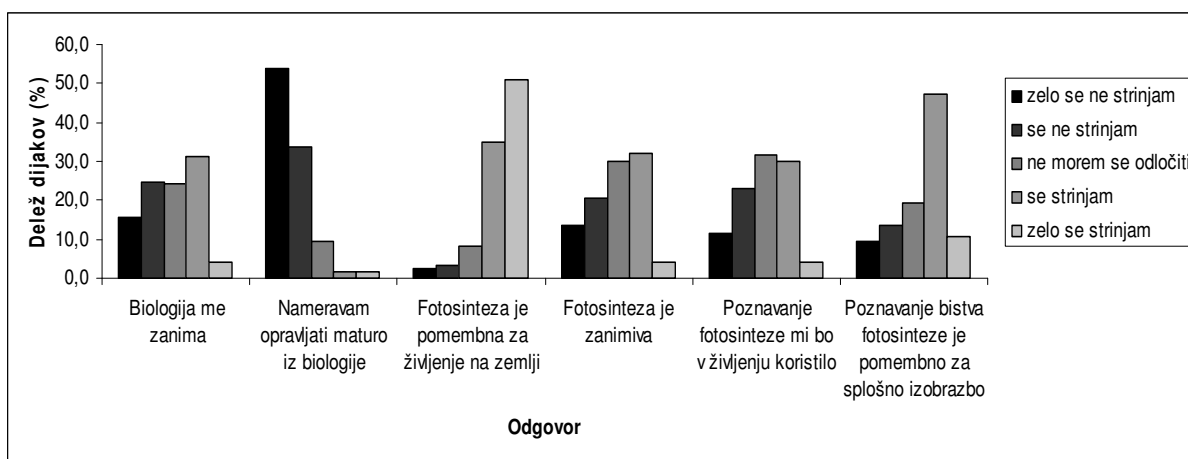
V nadaljevanju so predstavljeni rezultati reševanja vprašalnika.

### 1. Vprašanje

V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami (priloga 1).

S prvo trditvijo, »biologija me zanima«, se strinja 31,1 % dijakov. 24 % dijakov je obkrožilo, ne morem se odločiti ali se ne strinjam. Najmanj pogosto so obkrožili odgovor zelo se strinjam (4,2 %). S trditvijo »nameravam opravljati maturo iz biologije« se 53,8 % dijakov zelo se ne strinja. Temu sledi se ne strinjam s 33,6 %. Zelo malo jih je obkrožilo odgovora se

strinjam in zelo se strinjam (nekaj več kot 3 %). S trditvijo »fotosinteza je pomembna za življenje na zemlji« se največ dijakov zelo strinja (51,1 %) ali strinja (35,1 %). Najmanj dijakov je obkrožilo odgovor zelo se ne strinjam (2,5 %). S trditvijo »fotosinteza je zanimiva« se strinja 32,1 %, 30 % se ne more odločiti, medtem ko je 13,6 % dijakov obkrožilo odgovor zelo se ne strinjam. S trditvijo »poznavanje fotosinteze mi bo v življenju koristilo« se strinja 30,5 %. Največ dijakov (31,5 %) se ni moglo odločiti, najmanj (4 %) pa se jih je zelo strinjalo s to trditvijo. Z zadnjo trditvijo »poznavanje bistva fotosinteze je pomembno za splošno izobrazbo« se 9,3 % dijakov zelo ne strinja, 13,5 % pa se jih ne strinja. Največ dijakov (47,3 %) pa se strinja s to trditvijo (graf 3).



Graf 3: Porazdelitev odgovorov dijakov na 1. vprašanje: »V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami.«

Med odgovori deklet in fantov pri nobenem podvprašanju ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov pri nobenem podvprašanju ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov pri nobenem podvprašanju ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).

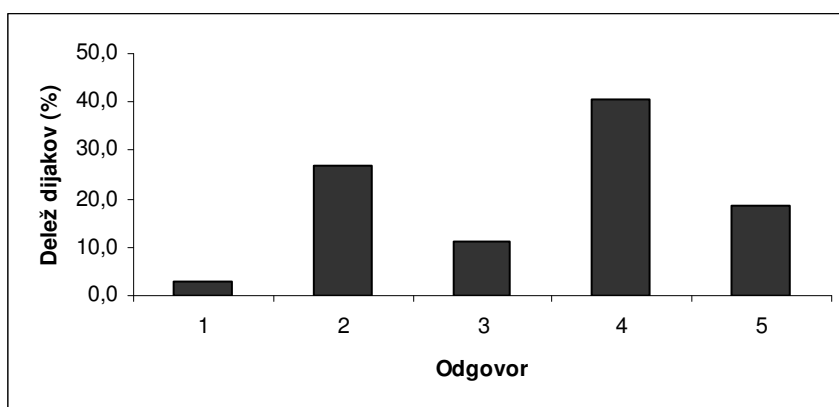
## 2. Vprašanje

Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana?

Učence smo vprašali, kaj razumejo pod izrazom hrana. Odgovore smo smiselno razvrstili v pet kategorij, tako da kategorija 1 pomeni najmanj pravilen odgovor, kategorija 5 pa najbolj pravilen odgovor (graf 4). 18,7 % dijakov je napisalo zelo dobro razlago (kategorija 5).

Primeri odgovorov v tej kategoriji sta: »je v telo vnašanje vseh pomembnih makro in mikro elementov« ter »živila, ki jih človek potrebuje za nemoten potek življenjskih procesov«. Največ dijakov 40,7 % je kar dobro opisalo, kaj razumejo pod izrazom hrana (kategorija 4). Primeri odgovorov sta: »pomembna stvar v življenju, saj brez nje ne moremo preživeti« in »vir življenja«. 11 % dijakov je napisalo odgovor, ki smo ga ovrednotili s srednjo oceno (kategorija 3). Primeri odgovorov sta: »izdelek za jest z odličnim okusom« in »hrano potrebujemo za življenje«. 26,8 % dijakov je napisalo odgovor, ki smo ga uvrstili v kategorijo 2, na primer »tisto kar jemo« in »vse kar se jí«. 2,8 % dijakov ni napisalo primerne razlage in njihove odgovore smo uvrstili v kategorijo 1. Primeri teh odgovorov sta: »me ne zanima« in »ne vem«.

Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



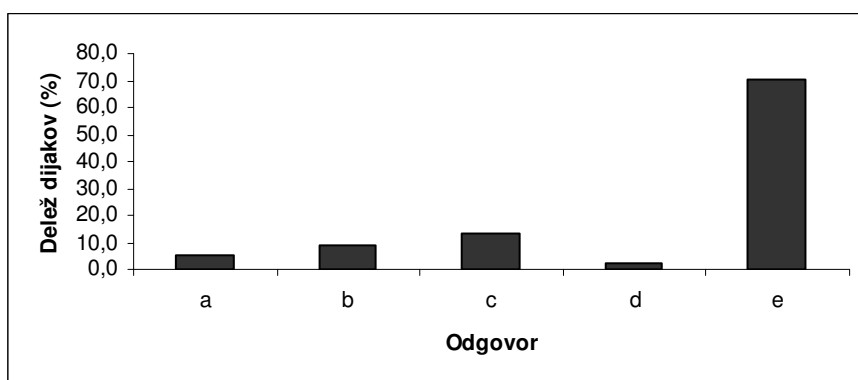
Graf 4: Porazdelitev odgovorov dijakov na 2. vprašanje »Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana.«; 1 = nezadostna razlaga, 2 = zadostna razlaga, 3 = dobra razlaga, 4 = zmerno dobra razlaga, 5 = odlična razlaga

### 3. Vprašanje

Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?

- Pri rastlinah in živalih.
- Pri rastlinah, algah in nekaterih bakterijah.**
- Pri rastlinah, glivah in algah.
- Pri rastlinah, glivah in nekaterih bakterijah.
- Samo pri rastlinah.

Za pravilni odgovor, da fotosinteza poteka pri rastlinah, algah in nekaterih bakterijah (odgovor b), se je odločilo samo 9 % dijakov. Večina dijakov 70,4 % je menila, da fotosinteza poteka samo pri rastlinah (graf 5). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



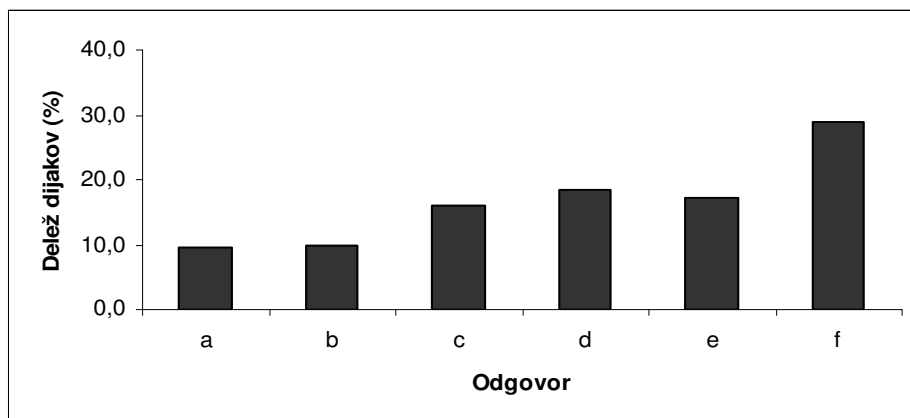
Graf 5: Porazdelitev odgovorov dijakov na 3. vprašanje: »Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?«; a = pri rastlinah in živalih, b = pri rastlinah, algah in nekaterih bakterijah, c = pri rastlinah, glivah in algah, d = pri rastlinah, glivah in nekaterih bakterijah, e = samo pri rastlinah

#### 4. Vprašanje

Kaj je hrana za rastline?

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

Za pravilni odgovor c (organske snovi) se je odločilo 15,9 % dijakov (graf 6). Največ dijakov 28,9 % je izbralo odgovor f (vse naštet). Druge štiri odgovore je izbralo 9,5-18,5 % dijakov. Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



Graf 6: Porazdelitev odgovorov dijakov na 4. vprašanje: » Kaj je hrana za rastline?«; a = anorganske snovi, b = ogljikov dioksid, c = organske snovi, d = svetloba/energija, e = voda, f = vse naštet

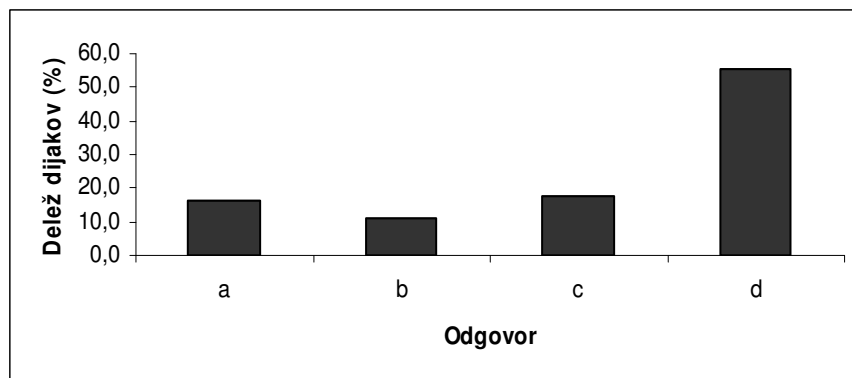
## 5. Vprašanje

Katera je glavna funkcija fotosinteze?

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

Večina učencev 55,4 % je izbrala napačni odgovor, da je glavna funkcija fotosinteze tvorba kisika. Za ostale tri ponujene odgovore, se je odločilo po 11,1-17,3 % dijakov, in sicer največkrat 17,3 % za pravilni odgovor c, da je njena glavna funkcija tvorba glukoze (graf 7). Med odgovori deklet in fantov je bila statistično pomembna razlika (priloga 2), in sicer so pravilno pogosteje odgovarjali fantje. Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).





Graf 7: Porazdelitev odgovorov dijakov na 5. vprašanje: »Katera je glavna funkcija fotosinteze?«; a = poraba ogljikovega dioksida, b = poraba vode, c = tvorba glukoze, d = tvorba kisika

## 6. Vprašanje

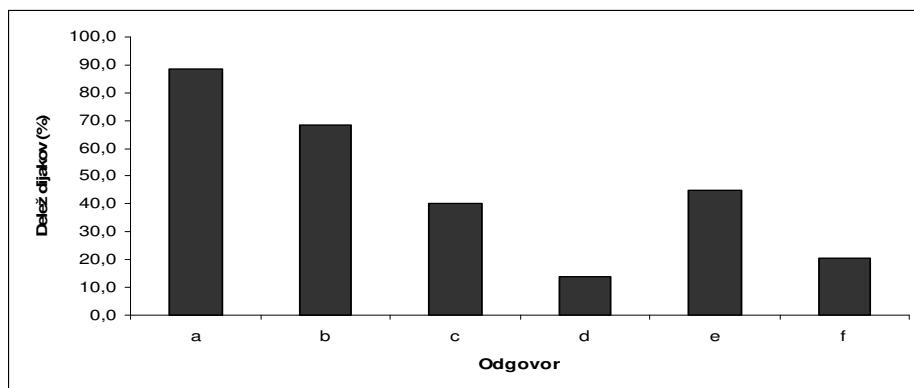
Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo? (možnih je več odgovorov)

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

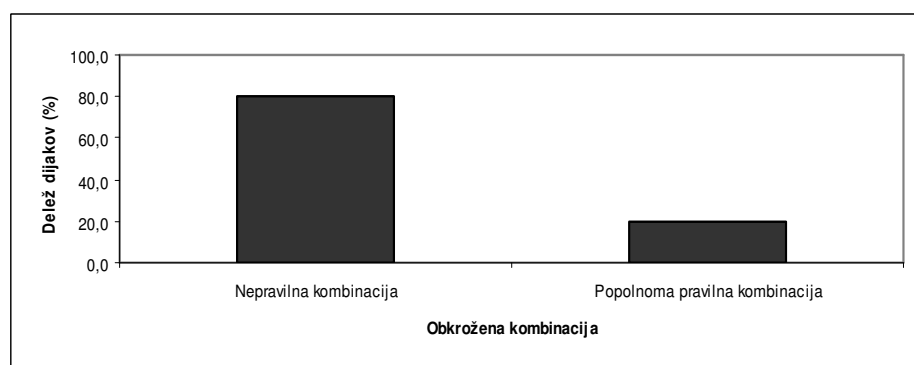
Večina učencev se je pravilno odločila za odgovora svetloba (88,7 %) in voda (68,3 %) medtem ko jih je ogljikov dioksid izbralo manj kot polovica (45,1 %) (graf 8).

Med odgovori deklet in fantov smo našli statistično pomembno razliko v odgovorih na podvprašanje 6.a (svetloba) (priloga 2), in sicer so ta odgovor pogosteje izbrali fantje kot dekleta. Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Statistično pomembna razlika je bila tudi pri podvprašanju 6.c (kisik) (priloga 4), ki so ga pogosteje izbrali dijaki strokovnega srednjega izobraževanja kot dijaki poklicnega srednjega izobraževanja.

Za popolnoma pravilni odgovor, bi morali dijaki hkrati izbrati odgovore a (svetloba), b (voda) in e (ogljikov dioksid). Vse tri pravilne odgovore hkrati je izbralo 19,6 % dijakov (graf 9).



Graf 8: Porazdelitev odgovorov dijakov na 6. vprašanje: »Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo? (možnih je več odgovorov)«; a = svetlobo, b = vodo, c = kisik, d = organske snovi, e = ogljikov dioksid, f = mineralne snovi



Graf 9: Delež dijakov, ki so pri 6. vprašanju izbrali popolnoma pravilno kombinacijo odgovorov

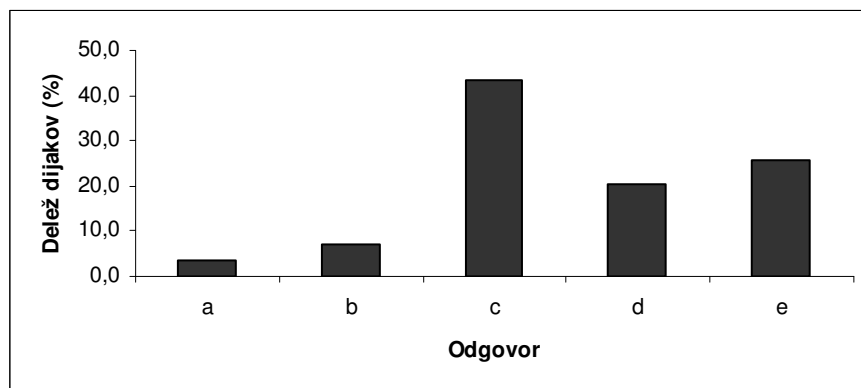
## 7. Vprašanje

V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?

- V električno energijo.
- V gibalno energijo.
- V kemijsko energijo.**
- V svetlobno energijo.
- V toploto.

Manj kot polovica dijakov (43,2 %) je izbrala pravilni odgovor c, in sicer, da rastline sončno energijo pretvorijo v kemijsko energijo (graf 10). Precej (20,5-25,8 %) dijakov je menilo, da jo pretvarjajo v svetlobno ali toplotno energijo. Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo

statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



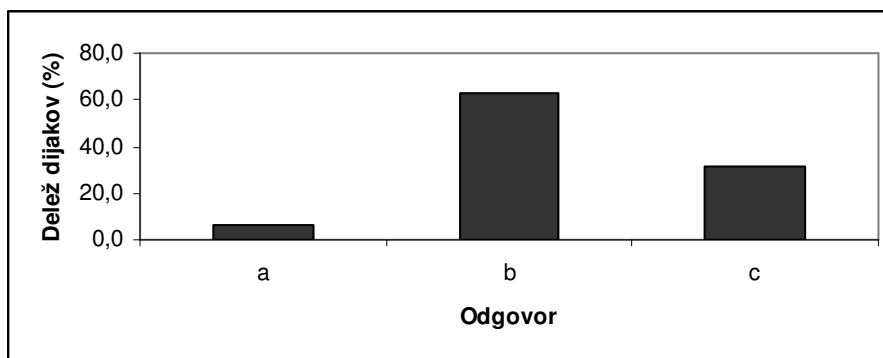
Graf 10: Porazdelitev odgovorov dijakov na 7. vprašanje: »V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?«; a = v električno energijo, b = v gibalno energijo, c = v kemijsko energijo, d = v svetlobno energijo, e = v toploto

## 8. Vprašanje

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

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

Več kot polovica dijakov (62,8 %) je izbrala pravilni odgovor b, ki pravi, da rastline od Sonca dobijo energijo v obliki svetlobne energije (graf 11). 31,0 % dijakov je menilo, da rastline od Sonca dobijo toploto. Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



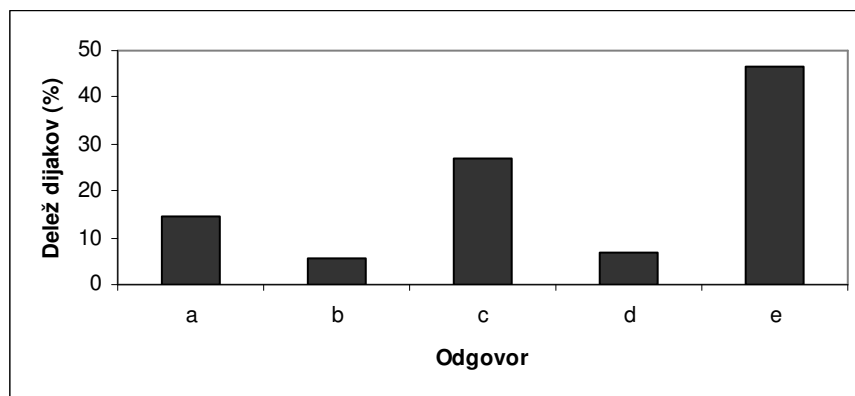
Graf 11: Porazdelitev odgovorov dijakov na 8. vprašanje: »Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:«; a = kemijske energije, b = svetlobne energije, c = toplote

## 9. Vprašanje

Fotosinteza poteka v:

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

Skoraj polovica dijakov (46,6 %) je odgovorila pravilno (odgovor e), da fotosinteza poteka v zelenih delih rastlin (graf 12). Razmeroma pogost je bil še odgovor c, da fotosinteza poteka v listih (26,7 %). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov je bila statistično pomembna razlika, in sicer so najpogosteje pravilno odgovarjali dijaki 2. letnika, manj pogosto dijaki 3. letnika, najmanj pogosto pa dijaku 1. letnika (priloga 4). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (tabela 7).



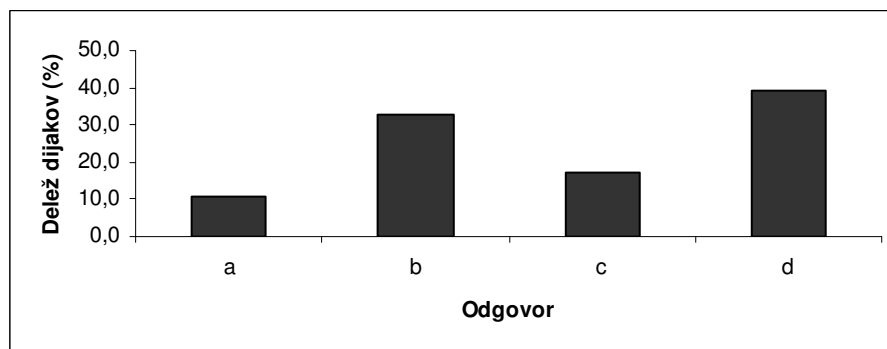
Graf 12: Porazdelitev odgovorov dijakov na 9. vprašanje: »Fotosinteza poteka v:«; a = celotni rastlini, b = koreninah, c = listih, d = steblih, e = zelenih delih rastline

#### 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.**

Največ dijakov (39,3 %) se je odločilo za odgovor d, da v reakcijo fotosinteze vstopata ogljikov dioksid in voda, ki je tudi pravilen (graf 13). Vendar ne gre zanemariti dejstva, da jih je 32,6 % odgovorilo, da v reakcijo vstopata kisik in voda (odgovor b). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov je bila statistično pomembna razlika (priloga 4), in sicer so pravilni odgovor pogosteje izbrali dijaki strokovnega srednjega izobraževanja kot dijaki poklicnega srednjega izobraževanja.



Graf 13: Porazdelitev odgovorov dijakov na 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

### 11. Vprašanje

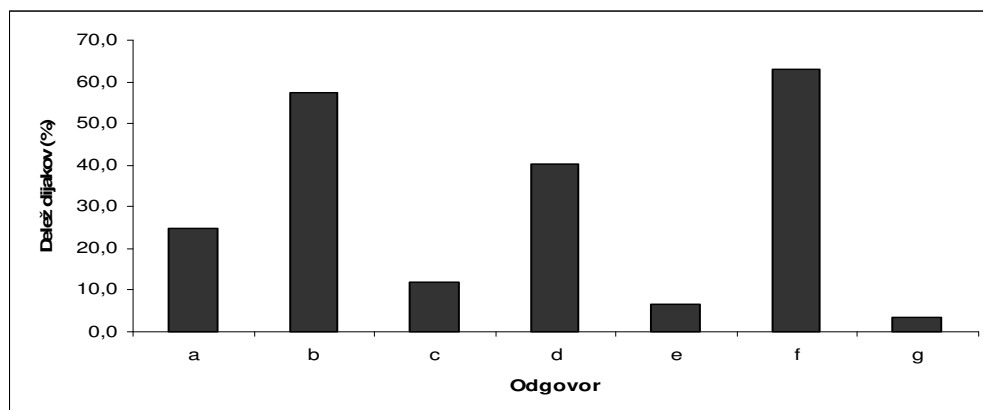
Katere snovi rastlina sprejema iz tal?

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

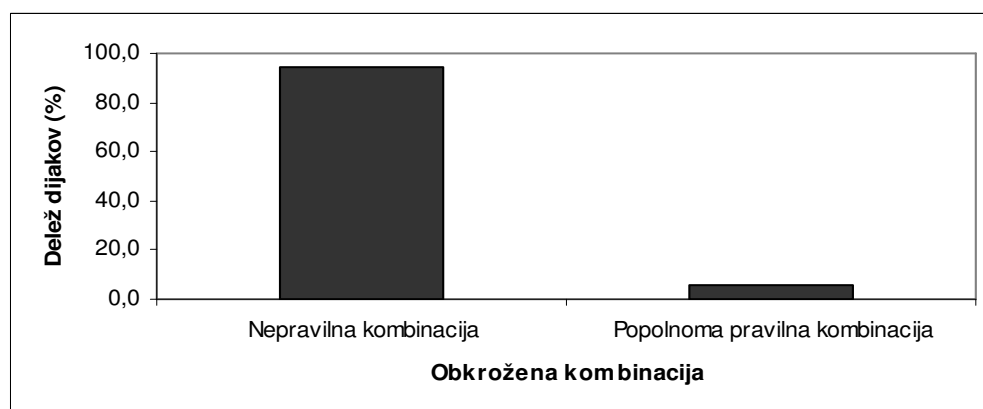
Anorganske snovi je izbralo 25,0 % dijakov, mineralne snovi 57,3 %, vodo pa 63,1 % dijakov. Kar 40,1 % dijakov je izbralo odgovor organske snovi, kar je napačno (graf 14).

Med odgovori deklet in fantov nismo našli statistično pomembne razlike v odgovorih na posamezna podvprašanja (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Statistično pomembna razlika je bila tudi pri podvprašanju 11.b (mineralne snovi), ki so ga pogosteje izbirali dijaki srednjega poklicnega izobraževanja, in 11.e (svetlobo/energija) (priloga 4), ki so ga pogosteje izbrali dijaki srednjega strokovnega izobraževanja

Za popolnoma pravilni odgovor, bi morali dijaki hkrati izbrati odgovore a (anorganske snovi), odgovor b (mineralne snovi) in odgovor f (voda). Vse tri odgovore hkrati je izbralo 5,7 % dijakov (graf 15).



Graf 14: Porazdelitev odgovorov dijakov na 11. vprašanje: »Katere snovi rastlina sprejema iz tal?«; a = anorganske snovi, b = mineralne snovi, c = ogljikov dioksid, d = organske snovi, e = svetlobo/energijo, f = vodo, g = vse naštetu



Graf 15: Delež dijakov, ki so na 11. vprašanje odgovorili popolnoma pravilno

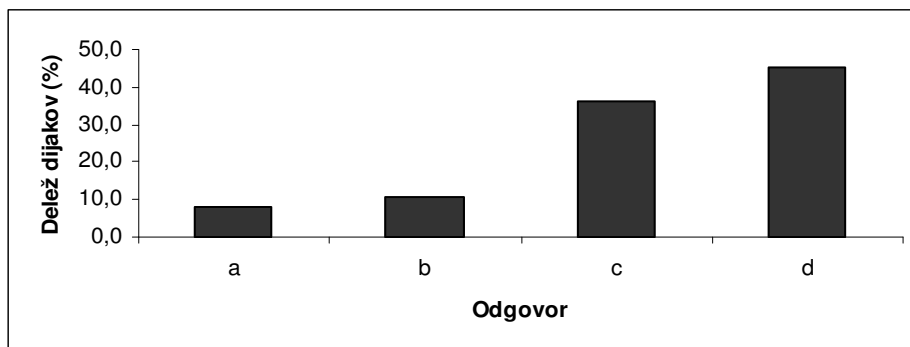
## 12. Vprašanje

V katerih delih rastline je klorofil?

- V celotni rastlini.
- V koreninah.
- V listih.
- V zelenih delih rastline.**

Pravilni odgovor d, da je klorofil v zelenih delih rastline, je izbralo 45,0 % dijakov (graf 16). Nekoliko manj jih je odgovorilo, da se klorofil nahaja v listih (36,2 %). Preostali dijaki (18,8 %) so menili, da je klorofil v celotni rastlini ali v koreninah. Med odgovori deklet in fantov se je pokazala statistično pomembna razlika (priloga 2), in sicer so pogosteje pravilno odgovarjali fantje. Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne

razlike (priloga 3). Statistično pomembno razliko pa smo ugotovili tudi med dijaki različnih programov (priloga 4), in sicer so dijaki srednjega strokovnega izobraževanja pogosteje odgovarjali pravilno kot dijaki srednjega poklicnega izobraževanja.



Graf 16: Porazdelitev odgovorov dijakov na 12. vprašanje: »V katerih delih rastline je klorofil?«; a = v celotni rastlini, b = v koreninah, c = v listih, d = v zelenih delih rastline

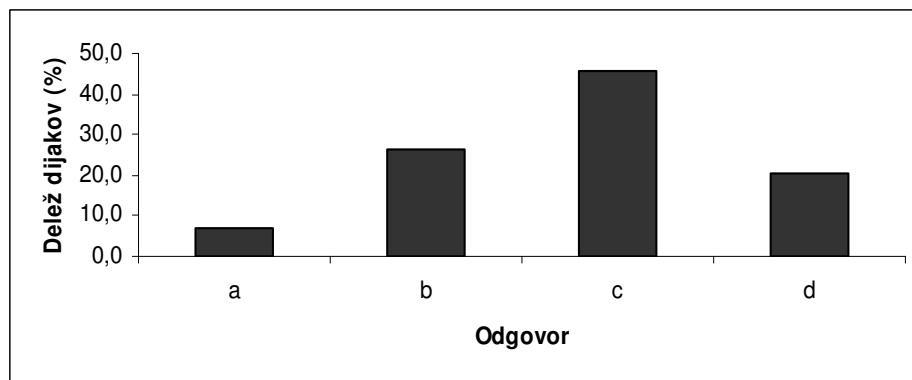
### 13. Vprašanje

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

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

Pravilni odgovor c, da rastline vso hrano, ki jo potrebujejo za preživetje, proizvedejo same, je izbralo 45,8 % dijakov, medtem ko jih je 26,4 % odgovorilo, da rastline proizvedejo manjši del lastne hrane (graf 17). 20,6 % dijakov je odgovorilo, da ne vedo. Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).





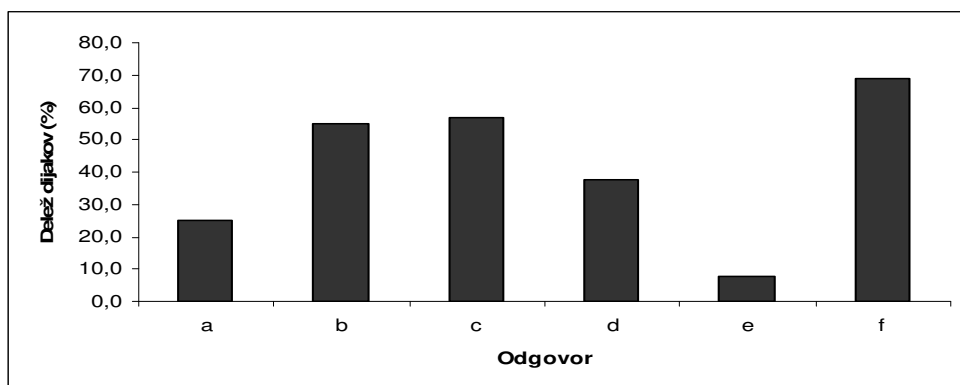
Graf 17: Porazdelitev odgovorov dijakov na 13. vprašanje: »Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?«; a = nič, b = manjši del, c = vso, d = ne vem

#### 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.**

Pravilni odgovor f, da rastlina dobi energijo za preživetje od Sonca, je izbralo 69,0 % dijakov (graf 18). Da rastline dobijo energijo iz vode (odgovor c), je menilo 56,9 % dijakov, da jo dobijo iz tal (odgovor b), 54,5 % dijakov in da jo dobijo iz gnojil (odgovor a), 24,9 % dijakov. Med odgovori deklet in fantov smo našli statistično pomembno razliko (priloga 2), in sicer so dekleta pogosteje izbrala pravilni odgovor kot fantje. Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



Graf 18: Porazdelitev odgovorov dijakov na 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

### 15. Vprašanje

Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?

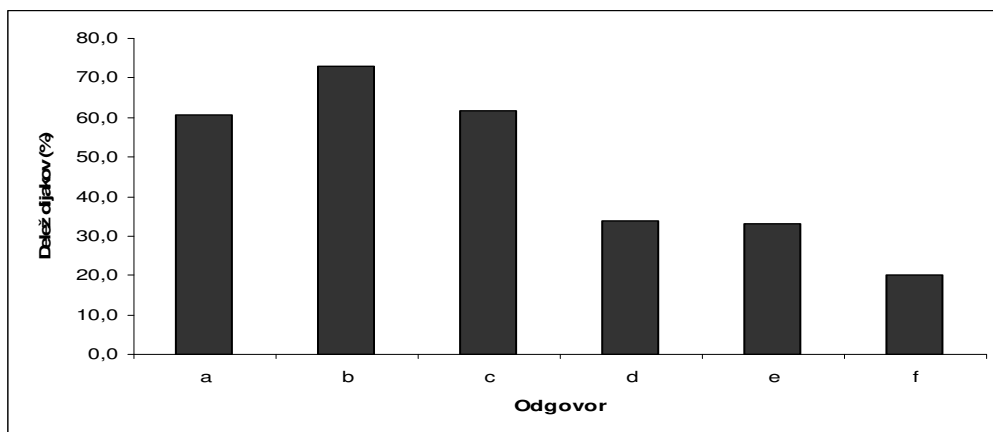
- a) **Iz krompirja.**
- b) **Iz mesa.**
- c) Iz vode.
- d) Iz zraka.
- e) Od Sonca.
- f) S telovadbo.

60,6 % dijakov je izbralo odgovor a, 73,1 % dijakov pa odgovor b. Med napačnimi odgovori, so bili pogosto izbrani odgovor c, da energijo dobimo iz vode (61,6 %) ter odgovora d in e (energijo dobimo iz zraka in od Sonca), ki ju je izbrala približno po tretjina dijakov (33,7 % in 33,0 %) (graf 19).

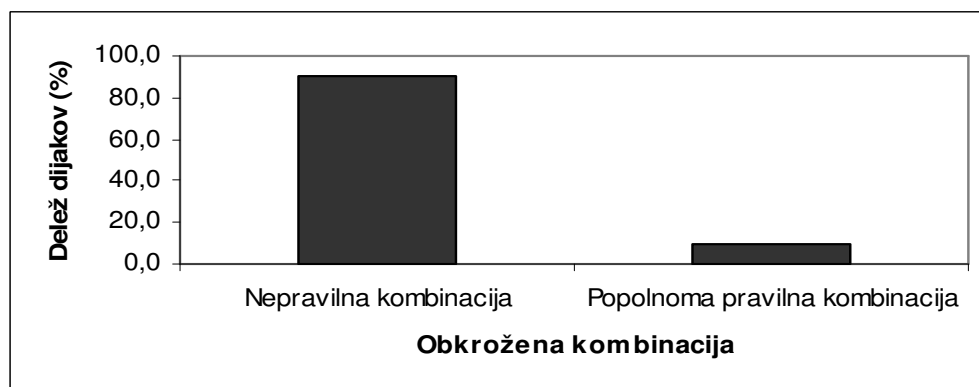
Med odgovori deklet in fantov se je pokazala statistično pomembna razlika v odgovorih na podvprašanje 15.e (od Sonca) (priloga 2), in sicer so ga pogosteje izbrala dekleta kot fantje. Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Statistično pomembna razlika je bila tudi pri podvprašanju 15.c (Iz vode) (priloga 4), ki so ga pogosteje izbrali dijaki srednjega poklicnega izobraževanja kot dijaki srednjega strokovnega izobraževanja.

Za popolnoma pravilno rešitev so morali dijaki izbrati odgovora a (iz krompirja) in b (iz mesa). Oba odgovora hkrati je izbralo 9,3 % dijakov (graf 20). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni

bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



Graf 19: Porazdelitev odgovorov dijakov na 15. vprašanje: »Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?«; a = iz krompirja, b = iz mesa, c = iz vode, d = iz zraka, e = od Sonca, f = s telovadbo



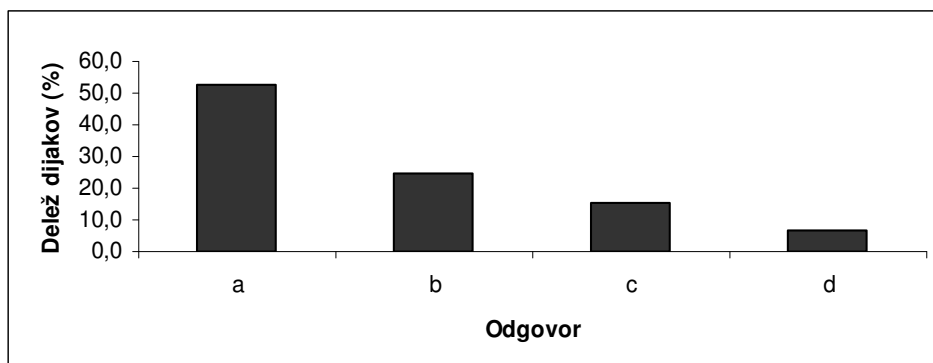
Graf 20: Delež dijakov, ki je popolnoma pravilno odgovorilo na 15. vprašanje

## 16. Vprašanje

Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?

- Glukoza in kisik.**
- Kisik in voda.
- Ogljikov dioksid in glukoza.
- Ogljikov dioksid in voda.

Večina dijakov (kar 52,9 %) je odgovorila pravilno (graf 21), da pri fotosintezi nastaneta glukoza in kisik (odgovor a). 25,0 % jih je menilo, da nastane kisik in voda (odgovor b). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



Graf 21: Porazdelitev odgovorov dijakov na 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

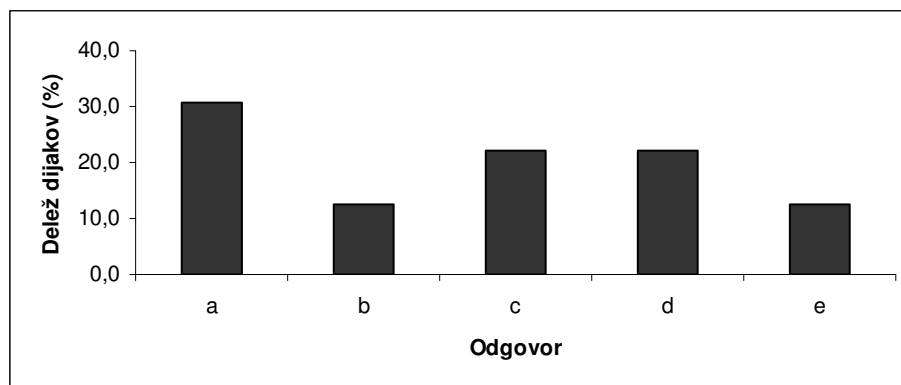
### 17. Vprašanje

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.**
- V rastlinah bi se lahko ustavil metabolizem.

Pravilni odgovor d, da bi se število živali na svetu lahko zmanjšalo, je izbralo 22,3 % dijakov (graf 22). Med napačnimi odgovori sta bila najpogostejša odgovor a (fotosinteza bi se popolnoma ustavila), ki ga je izbralo 30,7 % dijakov, in odgovor c (povečala bi se količina v atmosfero izločenega kisika; 22,3 %). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično

pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



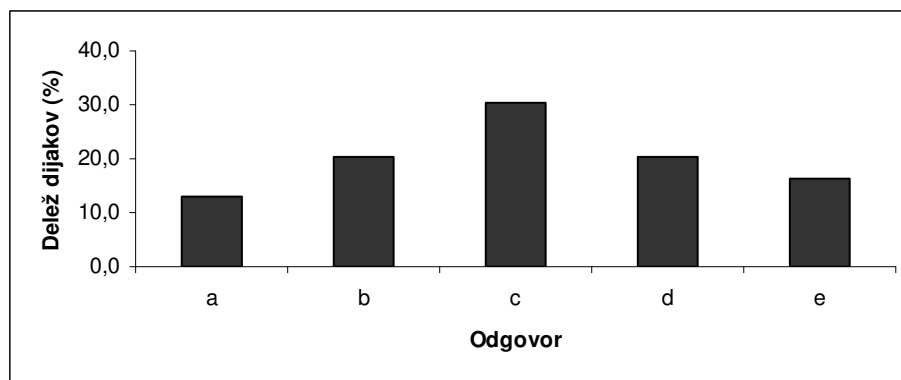
Graf 22: Porazdelitev odgovorov dijakov na 17. vprašanje: »Na grafu je prikazan odnos med stopnjo fotosinteze in barvo svetlobe, ki so ji izpostavljene zelene rastline. Iz grafa sklepaj, kaj bi se lahko zgodilo, če bi bil svet izpostavljen samo zeleni svetlobi.«; a = fotosinteza bi se lahko popolnoma 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

## 18. Vprašanje

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

- Fotosinteza poteka v celotni rastlini, klorofil je v listih.
- Fotosinteza poteka v listih in klorofil je v listih.
- Fotosinteza poteka v listih, klorofil je v zelenih delih rastline.
- Fotosinteza poteka v zelenih delih rastline, klorofil je v listih.
- Fotosinteza poteka v zelenih delih rastline in klorofil je v zelenih delih rastline.**

Pravilni odgovor e, ki pravi, da fotosinteza poteka v zelenih delih rastline in da je klorofil v zelenih delih rastline, je bil drugi najmanjkrat izbran odgovor (16,3 %). Med napačnimi odgovori so dijaki najpogosteje izbrali odgovore b, c in d (20,2-30,4 %) (graf 23). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



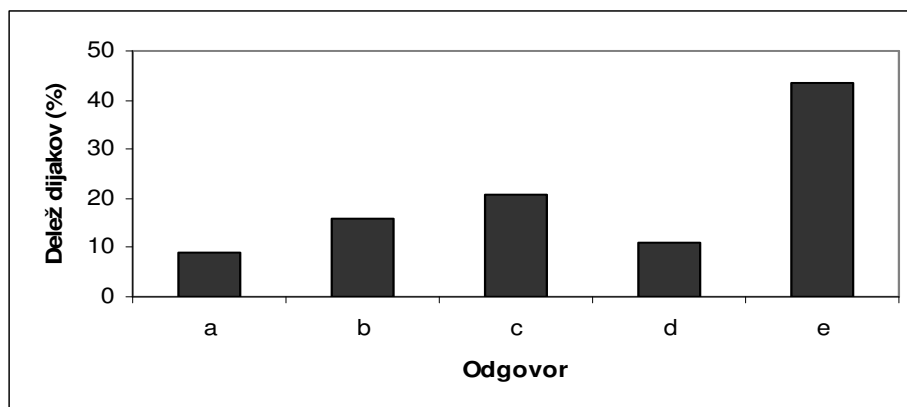
Graf 23: Porazdelitev odgovorov dijakov na 18. vprašanje: »Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« In »Kateri del rastline vsebuje klorofil?«; a = fotosinteza poteka v celotni rastlini, klorofil je v listih, b = fotosinteza poteka 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

#### 19. 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?«

- Rastline potrebujejo glukozo in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid.
- Rastline potrebujejo glukozo in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
- Rastline potrebujejo kisik in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
- Rastline potrebujejo ogljikov dioksid in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid.
- Rastline potrebujejo ogljikov dioksid in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.**

Pravilni odgovor e, ki pravi, da rastline za fotosintezo potrebujejo ogljikov dioksid in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik, je izbralo največ dijakov (43,4 %) (graf 24). Med nepravilnimi odgovori sta bila najpogostejša odgovora b in c (15,6-20,7 %). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



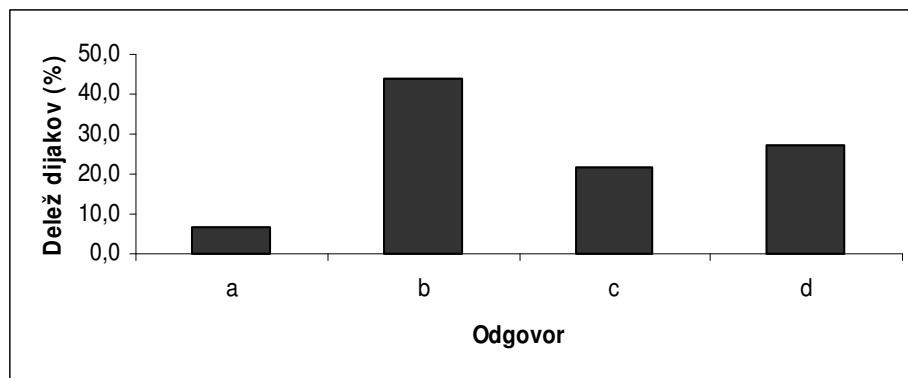
Graf 24: Porazdelitev odgovorov dijakov na 19. vprašanje: »Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« In »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«; a = rastline potrebujejo glukozo in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid, 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

## 20. 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.

Pravilni odgovor b, da je klorofil nujno potreben za fotosintezo, je izbralo največ dijakov (44,1 %) (graf 25). Dokaj pogosta sta bila še sicer napačna odgovora c in d (21,9-27,4 %), ki pravita, da se klorofil med fotosintezo porablja oziroma, da v fotosintezi nastaja. Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



Graf 25: Porazdelitev odgovorov dijakov na 20. 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

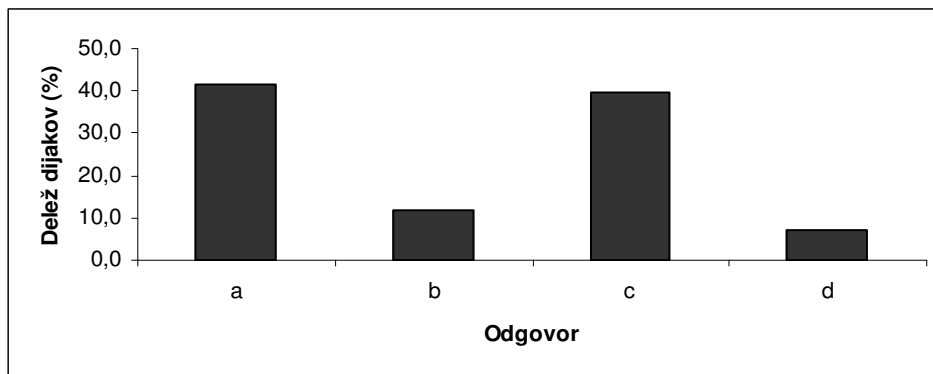
## 21. Vprašanje

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.

Pravilni odgovor c, da rastline dobijo hrano tako, da si jo same izdelajo, je bil drugi najpogosteje izbrani odgovor (39,5 %). Bolj pogosto so dijaki izbrali napačni odgovor a, ki pravi, da rastline hrano črpajo iz tal (41,4 %) (graf 26). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).





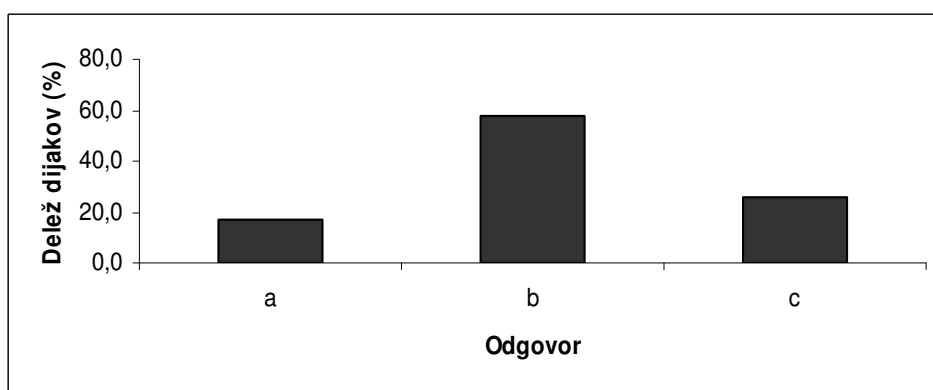
Graf 26: Porazdelitev odgovorov dijakov na 21. vprašanje: »Od kod dobijo rastline hrano?«; a = črpajo jo iz tal, b = dobijo jo od Sonca, c = izdelajo jo same, d = sprejmejo jo iz vode in kisika

## 22. Vprašanje

V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:

- molekul glukoze.
- molekul ogljikovega dioksida.
- molekul vode.**

Pravilni odgovor c, da kisik, ki nastaja pri fotosintezi izvira iz vode, je izbralo 25,4 % dijakov (graf 27). Najpogosteje so izbrali napačni odgovor b, da kisik izvira iz ogljikovega dioksida (58,1 %). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



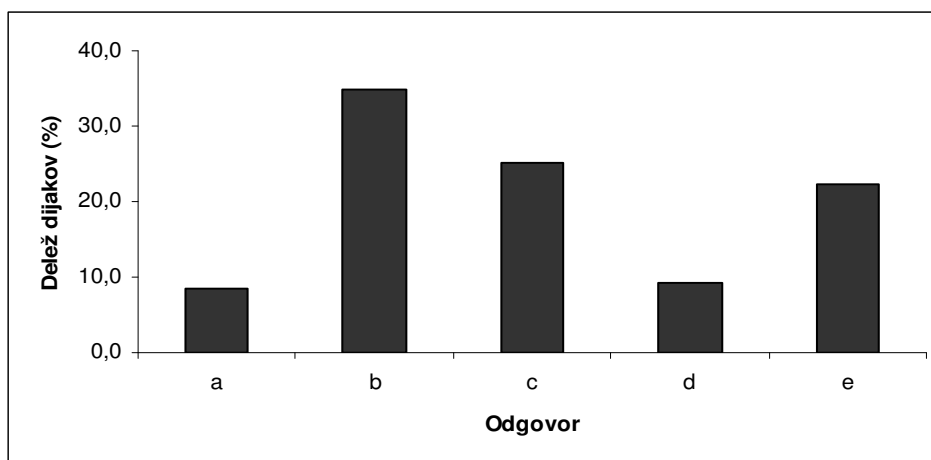
Graf 27: Porazdelitev odgovorov dijakov na 22. vprašanje: »V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:«; a = molekul glukoze, b = molekul ogljikovega dioksida, c = molekul vode

### 23. 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.**

Pravilni odgovor e, da celično dihanje poteka v vseh delih rastline, je bil tretji najpogosteje izbrani odgovor (22,4 %) (graf 28). Najpogosteje so izbrali odgovora b in c, da celično dihanje poteka v listih oziroma steblih (35,0 %; 25,1 %). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov smo našli statistično pomembno razliko (priloga 3), in sicer so dijaki 1. letnika mnogo manj pogosto izbrali pravilni odgovor kot dijaki 2. in 3. letnika. Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



Graf 28: Porazdelitev odgovorov dijakov na 23. 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

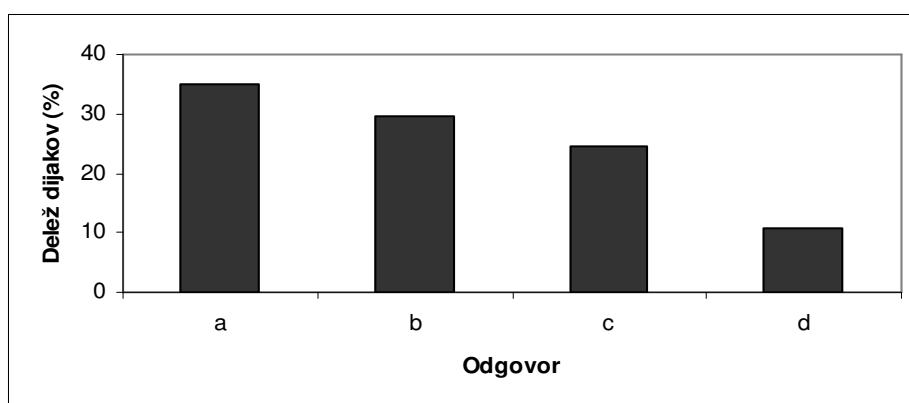
### 24. Vprašanje

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.

Največ dijakov (34,8 %) se je odločilo za pravilni odgovor a, da celično dihanje in fotosinteza pri rastlinah potekata istočasno. Vendar je visok tudi delež nepravilnih odgovorov b in c (29,6 %; 24,4 %), ki pravita, da fotosinteza poteka namesto celičnega dihanja oziroma, da fotosinteza poteka takrat, ko ni celičnega dihanja (graf 29). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



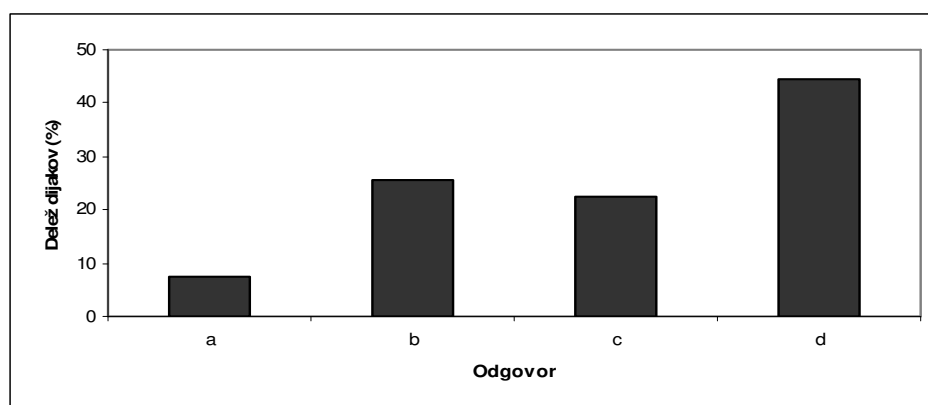
Graf 29: Porazdelitev odgovorov dijakov na 24. vprašanje: »Kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah?«; a = pri rastlinah lahko potekata fotosinteza in celično dihanje (respiracija) istočasno, b = pri rastlinah poteka fotosinteza namesto celičnega dihanja (respiracije), c = pri rastlinah poteka fotosinteza takrat, ko ni celičnega dihanja (respiracije), d = pri rastlinah celično dihanje (respiracija) ne poteka

## 25. Vprašanje

Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?

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

Največ dijakov (44,6 %) je izbralo pravilni odgovor d, ki pravi, da celično dihanje pri rastlinah poteka ves čas. Pogosta sta bila še napačna odgovora b in c (25,7 %; 22,3 %), ki pravita, da celično dihanje poteka podnevi oziroma ponoči (graf 30). Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 3). Med odgovori dijakov različnih programov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 4).



Graf 30: Porazdelitev odgovorov dijakov na 25. vprašanje: »Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?«; a = nikoli, b = podnevi, c = ponoči, d = ves čas

## 26. Vprašanje

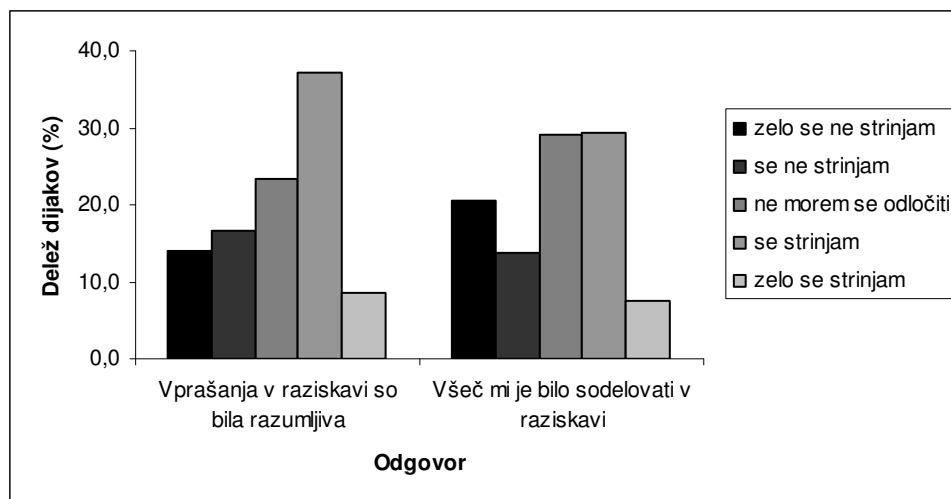
V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami (priloga 1).

S prvo trditvijo, da so bila vprašanja v raziskavi razumljiva, se strinja 37,2 % dijakov. 16,7 % se jih z dano trditvijo ne strinja, 23,4 % pa se jih ne more odločiti.

S trditvijo, vseč mi je bilo sodelovati v raziskavi, se največ 29,4 % dijakov strinja. 29 % se jih ne more odločiti, 20,4 % dijakov pa se z dano trditvijo zelo ne strinja (graf 31).

Med odgovori deklet in fantov ni bilo statistično pomembne razlike (priloga 2). Med odgovori dijakov različnih letnikov (priloga 3) smo našli statistično pomembne razlike pri prvem podvprašanju (Vprašanja v raziskavi so bila razumljiva.), in sicer so se vprašanja v raziskavi zdela najmanj razumljiva dijakom 3. letnika ( $M = 2,43$ ,  $SD = 0,26$ ), medtem ko so se dijakom 1. in 2. letnika zdela podobno razumljiva ( $M = 3,28$ ,  $SD = 0,11$ ;  $M = 3,32$ ,  $SD = 0,12$ ). Med odgovori dijakov različnih programov so se pokazale statistično pomembne razlike pri prvem (Vprašanja v raziskavi so bila razumljiva.) in pri drugem podvprašanju (Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.) (priloga 4). Dijakom srednjega poklicnega izobraževanja so se

vprišanja v raziskavi zdela bolj razumljiva ( $M = 3,51$ ,  $SD = 0,13$ ) kot dijakom srednjega strokovnega izobraževanja ( $M = 3,08$ ,  $SD = 0,09$ ). Prav tako so dijaki srednjega poklicnega izobraževanja so raje sodelovali v raziskavi ( $M = 3,40$ ,  $SD = 0,13$ ) kot dijaki srednjega strokovnega izobraževanja ( $M = 2,80$ ,  $SD = 0,10$ ).



Graf 31: Porazdelitev odgovorov dijakov na 26. vprašanje: »V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami.«

## 5 RAZPRAVA

Prvo vprašanje v vprašalniku je bilo sestavljeno iz več podvprašanj. Z njimi smo želeli izvedeti, kakšen je odnos dijakov do biologije in kakšna stališča imajo v zvezi s fotosintezo. Zanimalo nas je, ali se jim zdi fotosinteza zanimiva in pomembna za življenje na Zemlji, ali menijo, da jim bo poznavanje fotosinteze koristilo v življenju ter ali menijo, da je poznavanje bistva fotosinteze pomembno za splošno izobrazbo. Delež dijakov, ki jih biologija zanima, je nekoliko manjši od deleža dijakov, ki jih biologija ne zanima. Pri četrti (fotosinteza je zanimiva) in peti trditvi (poznavanje fotosinteze mi bo v življenju koristilo) so mnenja približno enakomerno porazdeljena na obe strani. Odnos dijakov do opravljanja mature iz biologije je zelo odklonilen, saj se jih več kot polovica zelo ne strinja z dano trditvijo. Zelo malo anketiranih dijakov (manj kot 4 %) bi se odločilo opravljati maturo iz biologije. Ne glede na to ali jih biologija zanima ali ne, pa se večina dijakov (86 %) zaveda pomena

fotosinteze za življenje na Zemlji. Več kot polovica dijakov (58 %) se strinja s trditvijo, da je poznavanje bistva fotosinteze pomembno za splošno izobrazbo.

V vprašalniku se nekaj vprašanj nanaša na temo hrana. Želeli smo preveriti, ali dijaki razumejo, kaj je hrana za heterotrofne organizme in avtotrofne organizme. Dijaki dobro razumejo pojem hrana za heterotrofne organizme, kar smo preverili z 2. vprašanjem »Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana?«. Mnogo manj pa razumejo, kaj je hrana za rastline, kar smo preverili z 4. vprašanjem. Nismo dobili jasnega odgovora, ampak so bili odgovori porazdeljeni med vse ponujene odgovore, še najbolj izstopa odgovor f (vse našteto), kar kaže na to, da dijaki niso poznali pravilnega odgovora. Pravilni odgovor je vedelo 16 % dijakov, kar je izredno malo. Ko smo vprašanje obrnili in pri 14. vprašanju vprašali od kod rastlinam energija, smo presenetljivo dobili zelo veliko pravih odgovorov - 69 % dijakov je obkrožilo pravilni odgovor f (od sonca). Kljub temu pa sta bila še vedno zelo pogosto izbrana tudi odgovora b (iz tal; 55 %) in c (iz vode; 57 %). Pri 15. vprašanju (Človek prav tako potrebuje energijo da preživi. Od kod dobi to energijo?), ki je bilo zastavljeno le nekoliko drugače kot drugo vprašanje, smo opazili, da je večina dijakov pravilno izbrala krompir (61 %) in meso (73 %), vendar je veliko dijakov obkrožilo tudi napačen odgovor »voda« (62 %). Če primerjamo odgovore na vprašanji 14. in 15., opazimo, da učenci mislijo, da tako heterotrofni kot avtotrofni organizmi potrebujemo vodo za pridobivanje energije. Preverili smo tudi, ali vedo, kaj so avtotrofni organizmi, torej organizmi, ki v celoti izdelajo lastno hrano. To smo preverili s 13. vprašanjem. Malo manj kot polovica dijakov je odgovorila pravilno, kar je presenetljivo malo glede na to, da so se o avtotrofnih organizmih učili že v 6. razredu. Morda pa je eden od razlogov za slabo znanje prav dejstvo, da je minilo že toliko časa, da so dijaki pozabili.

Z 21. vprašanjem smo preverili podobno znanje kot pri vprašanju 13. Glede na to, da je pri 13. vprašanju 46 % dijakov vedelo, da si rastline izdelajo vso hrano same, smo pričakovali, da bodo isti učenci odgovorili pravilno tudi na 21. vprašanje (Od kod dobijo rastline hrano?). Izkazalo se je, da je tu pravilno odgovorilo nekoliko manj dijakov (40 %). Kar lahko še izluščimo iz tega odgovora je dejstvo, da imajo dijaki napačno predstavo o tem, kaj je hrana za rastline in kako rastline hrano pridobivajo, o čemer smo govorili že v napačnih predstavah o fotosintezi. Tako lahko tudi v našem primeru potrdimo, da dijaki pogosto menijo, da rastline črpajo hrano iz tal.

Osredotočimo se na fotosintezo in si pogledjmo, kaj so dijaki odgovarjali na vprašanja glede fotosinteze. Najprej smo jih vprašali, pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza (3. vprašanje). Pričakovano smo najpogosteje (70 %) dobili delno pravilen odgovor, da fotosinteza poteka samo pri zelenih rastlinah, manj kot 10 % dijakov je vedelo, da fotosintezo opravljajo še alge in nekatere bakterije. Dijakom smo zastavili tudi vprašanje, kaj je glavna funkcija fotosinteze (5. vprašanje). Pričakovali smo več pravih odgovorov, pokazalo se je namreč, da velika večina dijakov (več kot 80 %) ne ve, kaj je glavna funkcija fotosinteze. Več kot polovica (55 %) jih zmotno misli, da je to proizvodnja kisika, 16 % pa celo, da je to poraba ogljikovega dioksida. Ko se učenci učijo o fotosintezi, jim to predstavijo na preveč submikroskopski ravni celice, kar si je težko predstavljati, poleg tega je preveč poudarka na dejstvu, da rastline proizvajajo kisik, ki je za nas tako pomemben. Tudi pri dokaznih reakcijah, se dokazuje samo produkcija kisika in poraba ogljikovega dioksida. Pri 6. vprašanju smo želeli preveriti, kaj vse po mnenju dijakov rastline potrebujejo za fotosintezo. Odgovori so bili razmeroma dobri, saj je večina vedela, da sta za fotosintezo potrebna svetloba (89 %) in voda (68 %). Opazno manj dijakov je vedelo, da je za fotosintezo potreben tudi ogljikov dioksid (45 %), še manj pa jih je vedelo, da so potrebne tudi mineralne snovi (21 %). Skoraj polovica jih je obkrožila tudi odgovor c (kisik), kar gre pripisati neznanju.

Ko smo dijake pri 9. vprašanju vprašali, kje poteka fotosinteza, smo pričakovali nekoliko slabše odgovore, glede na to, kaj so odgovarjali pri prejšnjih vprašanjih. Presenetljivo pa je skoraj polovica odgovorila pravilno, da fotosinteza poteka v zelenih delih rastline, četrtnina pa jih je menila, da poteka v listih. Če med seboj primerjamo 9. in 12. vprašanje, lahko pričakujemo podobne deleže posameznih odgovorov. Tisti, ki vedo, da se klorofil nahaja v zelenih delih rastline, naj bi vedeli tudi, da fotosinteza poteka v zelenih delih rastline. Ugotovili smo, da je približno enak delež dijakov odgovorilo, da se klorofil nahaja v zelenih delih rastlin in da fotosinteza poteka v zelenih delih rastline. Pokazalo pa se je tudi, da samo 8 % dijakov meni, da se klorofil nahaja v celotni rastlini, medtem ko 15 % dijakov meni, da fotosinteza poteka v celotni rastlini. Dodatno smo to znanje preverili še z 18. vprašanjem, kjer sta združena 9. in 12. vprašanje. Skladnosti ni bilo. Čeprav je slaba polovica dijakov vedela, kje poteka fotosinteza (9. vprašanje) in prav tako slaba polovica vedela, kje se nahaja klorofil (12. vprašanje), se to znanje ni potrdilo pri 18. vprašanju. Za pravilno kombinacijo odgovorov se je odločilo 16 % dijakov, skoraj tretjina je izbrala kombinacijo c (klorofil se nahaja v zelenih delih, fotosinteza pa poteka v listih). Izkušnje iz šolske prakse kažejo, da se učenci sicer lahko zelo dobro naučijo posamezne elemente fotosinteze, da pa mnogi kljub

temu ne znajo odgovoriti na vprašanja, v katerih morajo znati uporabiti svoje znanje (Jagodnik in sod., 2009).

Pri 20. vprašanju smo želeli izvedeti, ali dijaki poznajo pomen klorofila in ali vedo, kakšna je njegova temeljna naloga. Skoraj polovica dijakov se zaveda pomena klorofila za fotosintezo. Če seštejemo deleža odgovorov c in d opazimo, da več kot polovica dijakov meni, da klorofil med fotosintezo bodisi nastaja ali se porablja.

Preverili smo tudi, kakšno je znanje o kroženju snovi v naravi, ali dijaki vedo, v kakšni obliki rastlina sprejema energijo od sonca (8. vprašanje) in v kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo (7. vprašanje). Na obe vprašanji so dijaki odgovorili zelo dobro. Pri 8. vprašanju sta dobri dve tretjini dijakov odgovorili pravilno, kar je dober pokazatelj, da učenci razumejo, da rastline sprejmejo svetlobno energijo. Skoraj polovica dijakov pa razume tudi, da rastlina svetlobno energijo, ki jo sprejme od Sonca, pretvori v kemijsko energijo, kar smo preverili pri 7. vprašanju.

Če si ogledamo odgovore na 22. vprašanje, ki je bilo med težjimi, vidimo, da samo četrtnina dijakov ve, od kod izvira molekula kisika, ki nastane v procesu fotosinteze. Tak delež smo pričakovali, glede na to, da dijaki ne vedo, kaj je osnovna funkcija fotosinteze. 11. vprašanje smo zastavili zato, ker nas je zanimalo, ali dijaki vedo, kaj rastline sprejemajo iz tal? Za popolnoma pravilen odgovor bi morali dijaki hkrati izbrati odgovore a (anorganske snovi), b (mineralne snovi) in f (vodo). Tako je odgovorilo samo 6 % dijakov. Glede na posamezne odgovore lahko razberemo, da največ dijakov ve, da rastline iz tal sprejemajo vodo (63 %) in mineralne snovi (57 %), manj pa jih ve, da sprejemajo anorganske snovi (25 %), kar je samo drug izraz za mineralne snovi. Precej dijakov (40 %) meni, da rastline iz tal sprejemajo organske snovi, kar še potrjuje našo domnevo, da si napačno predstavljajo, da rastline iz tal sprejemajo že pripravljeno "hrano".

Pri 10. in 16. vprašanju smo preverili znanje o reaktantih in produktih pri fotosintezi. Iz odgovorov glede reaktantov pri fotosintezi lahko sklepamo, da dijaki ne poznajo osnovne formule fotosinteze, ki so se je učili že v osnovni šoli. Odgovori so bili porazdeljeni na odgovor b (kisik in voda) ter odgovor d (ogljikov dioksid in voda), ki je tudi pravilen odgovor. Tretjina učencev je odgovorila, da v reakcijo vstopata kisik in voda, kar se ne sklada z odgovori pri 5. vprašanju, kjer je večina odgovorila, da je glavna funkcija fotosinteze produkcija kisika. Zelo dobro pa so odgovorili na 16. vprašanje (kateri snovi nastaneta pri



fotosintezi), saj je kar polovica dijakov izbrala pravilni odgovor glukoza in kisik. 19. vprašanje pa smo postavili zato, da bi preverili, kako trdno je znanje, ki so ga dijaki pokazali pri 10. in 16. vprašanju. Ugotovili smo, da se delež pravilnih odgovorov dobro sklada, saj je tudi pri 19. vprašanju skoraj polovica dijakov odgovorila pravilno. Pri nacionalnem preverjanjem znanja 2008/2009 lahko prav tako opazimo, da je veliko težav učencem povzročalo vprašanje, kjer so učenci morali sklepati, kaj se zgodi z rastlino, če je posajena v zemljo, čeznjo pa je poveznjena steklena posoda. Učenci so bili mnenja, da rastlina ne more preživeti v nepredušni posodi, pa čeprav ima zagotovljene vse pogoje za preživetje. Ta naloga v NPZ je preverjala, ali učenci vedo, da rastline dihajo in s tem izločajo ogljikov dioksid. Iz prakse namreč vemo, da je pri učencih zelo utrjeno prepričanje, da »živali dihajo, rastline pa opravljajo fotosintezo« in torej ne dihajo (Jagodnik in sod., 2009). Verjetno se nekje na poti med izobraževanjem te napačne predstave o fotosintezi še podkrepijo in jih je potem težko oziroma nemogoče zamenjati s pravilnimi.

Poglejmo še kako so dijaki odgovarjali na vprašanja o celičnem dihanju. Celično dihanje smo zajeli v vprašanjih številka 23, 24 in 25. Najprej smo želeli ugotoviti, ali vedo, v katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje. Največ jih je odgovorilo, da celično dihanje poteka v listih. Ti odgovori so podobni odgovorom pri fotosintezi, za katero so dijaki prav tako odgovorili, da poteka v listih. Nadaljnje smo želeli preveriti, ali dijaki razumejo povezavo med celičnim dihanjem in fotosintezo ter kakšna je ta povezava. Kar tretjina jih je odgovorila pravilno, ne gre pa zanemariti dejstva, da 4 % manj dijakov meni, da pri rastlinah fotosinteza poteka namesto celičnega dihanja (respiracije). Lahko potrdimo, da imajo tudi naši dijaki napačno predstavo o celičnem dihanju. Kot sta zapisala Marmaroti in Galanopolou (2006), učenci razumejo respiracijo kot sinonim za dihanje in menijo, da je respiracija pri rastlinah nasproten proces izmenjave plinov v primerjavi z dihanjem pri živalih. Nazadnje smo preverili še, kdaj po mnenju dijakov pri rastlinah poteka celično dihanje. Skoraj polovica jih je odgovorila pravilno, da poteka ves čas. Pri 24. vprašanju je skoraj tretjina dijakov odgovorila, da pri rastlinah poteka fotosinteza namesto celičnega dihanja, zato smo pričakovali, da bo pri vprašanju, kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (25. vprašanje), več dijakov izbralo odgovor a (nikoli). Vendar je tako odgovorilo samo 7 % dijakov.

Pri 17. vprašanju smo preverili ali so dijaki sposobni branja podatkov iz grafa ter interpretiranja teh podatkov. Glede na dobljene odgovore sklepamo, da večina dijakov tega ni sposobna. Ker so vsi dijaki obiskovali osnovno šolo, si oglejmo, kakšno je bilo znanje

naravoslovja v četrtem in osmem razredu, ki so ga ugotovili z raziskavo TIMMS 2011. Poleg tega lahko primerjamo še znanje slovenskih četrtošolcev in osmošolcev z drugimi četrtošolci in osmošolci. Mednarodna primerjava znanja naravoslovja v obeh razredih kaže, da so azijske države v pomembni prednosti pred ostalimi sodelujočimi državami, predvsem v osmem razredu (Japelj Pavešič in sod., 2012). Na vrhu lestvice skupnih dosežkov sta južna Koreja in Singapur, nato Finska, sledijo ji Japonska, Ruska Federacija in Tajvan. Na dnu lestvice pa sta Jemen in Maroko. Slovenski četrtošolci so dosegli 20. mesto med sodelujočimi državami. Dosežek slovenskih učencev je 20 točk nad povprečjem, kar je zelo dober rezultat. Znanje znotraj Slovenije je dokaj homogeno. Med evropskimi državami, v katerih učenci izkazujejo slabše znanje od slovenskih četrtošolcev, lahko izpostavimo Španijo, Poljsko in Norveško. Dosežki sodelujočih držav za osmi razred kažejo, da ima najvišje povprečje v naravoslovju Singapur. Slovenija je dosegla 6. mesto med sodelujočimi državami. Od evropskih učencev so se pred slovenskimi učenci uvrstili samo finski učenci. Za Slovenijo so razveseljivi rezultati o trendih naravoslovja med letoma 1995 in 2011, saj se kaže v četrtem razredu naraščanje povprečnega naravoslovnega dosežka od leta 1995 dalje. Slovenija je ena redkih držav, ki od leta 1995 ni zabeležila nobenega statistično pomembnega padca. Slovenija kaže velik napredek in nadpovprečno znanje naravoslovja leta 2011 pri populacijah učencev (Japelj Pavešič in sod., 2012). Slovenija je na 9. mestu glede dosežkov iz znanja biologije. Od evropskih držav se je bolje odrezala le Finska. Če pogledamo kakšna je povprečna delovna doba učiteljev, ki poučujejo v osnovnih šolah, opazimo, da je nekoliko nad povprečjem. Največ učencev v Sloveniji (57 %) poučujejo učitelji z več kot 20 leti izkušenj. Tudi v osmem razredu imajo učenci v Sloveniji bolj izkušene učitelje, kot je mednarodno povprečje (15 let). Raziskava TIMMS 2011 kaže, da učenci z bolj pozitivnim odnosom do naravoslovja dosegajo boljše rezultate. Pomembno pa je tudi okolje v učilnici, ustrezna tehnologija za poučevanje, domače naloge (v osmem razredu) in redno ocenjevanje napredka učencev. Precej študij se je ukvarjalo tudi s kompleksnim pojavom – motivacijo učencev. Na motivacijo vpliva samozavest učencev pri učenju in dejstvo, da se jim predmet zdi zanimiv. Za motivacijo je pomemben občutek, da lahko uspejo. Prav tako bi način poučevanja lahko bil drugačen. Näs in Ottander (2008) sta predstavila primer, kako si učenci, ki dobijo v roke rastlinski material in možnost, da razpravljajo v skupinah, o fotosintezi tudi več zapomnijo kot učenci, ki so bili deležni tradicionalnega predavanja. Taka pasivnost učenca pogostokrat zdolgočasi, predvsem pri tako abstraktni temi, kot je fotosinteza. Učence je treba soočiti z vprašanji, da se počutijo bolj vključene v tematiko. Prav tako bi moral pouk naravoslovja temeljiti na diskusiji,

raziskovanju in laboratorijskem delu, da bi dvignili raven zanimanja za naravoslovje (Näs in Ottander, 2008). Moramo se vprašati, zakaj se samo še 13 % slovenskih učencev rado uči biologijo. Zakaj je nivo zanimanja v 4 letih drastično padel s 46 % na 13 % (Japelj Pavešič, in sod., 2012). Upoštevati moramo tudi dejstvo, da so generacije, ki sedaj obiskujejo osnovno šolo, zrasle z računalniki, mobiteli, i-padi itd. Zato se moramo vprašati, kako prilagoditi pouk današnji mladini, ki se težko skoncentrirani za 45 min. Morda je rešitev uporaba sodobnih multimedijskih pripomočkov, ki v tej dobi dominira in bi morala biti v vsaki učilnici. Internet in različne aplikacije npr. youtube lahko pomagajo učencem prikazati biologijo na popolnoma drugačen in osupljiv način, ki ni več dvodimenzionalen ampak v 3D obliki. Russell in sod. (2004) navajajo, da se je pri študentih, ki so delali s pomočjo CD-ja izboljšala kakovost znanja in razumevanje fotosinteze. Morda ni toliko pomembno, kdaj in v kolikšni meri se snov uči, ampak bolj kako in v kakšnem okolju se jo uči. Začenši z bodočimi učitelji, ki jih je treba poučiti o napačnih predstavah, saj so ravno oni tisti, ki prevzemajo izobraževanje novih rodov. Če se bodo učitelji naučili, kako odstraniti napačne predstave pri učencih in na kaj morajo biti pozorni pri poučevanju kompleksne snovi, menim, da ne bo več takšnih napačnih predstav.

## 6 SKLEPI

Fotosinteza je ena izmed težjih tem, ki jih učenci obravnavajo. Eden od razlogov za to, je tudi dejstvo, da učenci med samo učno uro nimajo dovolj časa za razmislek in učenje. Raziskave nakazujejo, da potrebujejo učenci z danim konceptom vsaj štiri do šest izkušenj v različnih kontekstih, preden ga lahko osvojijo in torej zadovoljijo razumejo (Koba in Tweed, 2009). Prav zaradi tega prihaja do nastanka napačnih predstav, ki smo jih navedli. Glede na izvedeno testiranje znanja, lahko potrdimo, da tudi pri naših dijakih poklicnega in strokovnega srednjega izobraževanja obstajajo napačne predstave o fotosintezi in celičnem dihanju. Učenci so mnenja, da tako heterotrofni kot avtotrofni organizmi potrebujejo vodo za pridobivanje energije. Dijaki imajo napačno predstavo o tem, kaj je hrana za rastline in kako rastline hrano pridobivajo. Menijo, da rastline hrano črpajo iz tal. Prav tako smo prišli do zaključka, da imajo dijaki napačne predstave o celičnem dihanju. Kot sta zapisala Marmaroti in Galanopolou (2006), učenci razumejo respiracijo kot sinonim za dihanje pri živalih. Znanje dijakov o fotosintezi v našem vzorcu je dokaj slabo, čeprav ne gre zanemariti dejstva, da je

slabo znanje o fotosintezi zabeleženo tudi pri drugih učencih in dijakih. Tako lahko potrdimo prvo hipotezo, ki smo jo zastavili, da znanje dijakinj in dijakov poklicnega in srednjega strokovnega izobraževanja o fotosintezi ni zadovoljivo. Ne gre pa zanemariti dejstva, da je fotosinteza kompleksen proces, ki se ga učenci le s težavo naučijo. Druga hipoteza, ki govori, da je znanje dijakinj in dijakov o fotosintezi večinoma faktografsko, lahko potrdimo. Pri 17. vprašanju smo potrdili, da anketirani dijaki iz grafa niso znali razbrati informacije ter grafa pravilno interpretirati. Tudi pri vprašanjih, ki so bila sestavljena iz dveh vprašanj, se je pokazalo, da so dijaki na vsako posamezno posamično vprašanje sicer večinoma pravilno odgovorili, ko pa smo vprašanja združili, je delež pravilnih odgovorov močno upadel. Prav tako lahko potrdimo tudi tretjo hipotezo, ki pravi, da med dijakinjami in dijaki ni razlike v količini in kakovosti znanja. Statistično pomembne razlike med spoloma smo namreč našli samo pri petih vprašanjih. Četrto hipotezo, ki pravi, da je znanje fotosinteze boljše pri dijakih višjih kot pri dijakih nižjih letnikov, smo zavrnil, saj smo statistično pomembne razlike našli samo pri treh vprašanjih.

## **7 POVZETEK**

Fotosinteza je ena izmed težjih snovi, ki se jih morajo učenci naučiti prav zaradi abstraktnosti. Fotosintezo lahko razložimo na več nivojih, na nivoju kloroplasta, kot tudi na nivoju celotne rastline, gozda itd. Zadnji dve desetletji je bilo narejenih veliko raziskav na to temo (Cañal, 1999). Moč je opaziti, da napačne predstave, ki se jih učenci naučijo v osnovni šoli, ostanejo skozi celo srednjo šolo in celo na fakulteti. Tudi bodoči učitelji biologije imajo napačne predstave glede fotosinteze (Ahopelto in sod., 2011). Napačne predstave je zelo težko nadomestiti s pravilnimi predstavami vsaj takrat, ko govorimo o tradicionalnem načinu poučevanja (Tekkaya, 2003). Prav zaradi tega smo se odločili preveriti znanje fotosinteze pri dijakih poklicnega in strokovnega srednjega izobraževanja ter ali imajo dijaki napačne predstave o fotosintezi, ki so tako pogosto zabeležene pri različno starih in različno izobraženih populacijah. V vzorec smo zajeli 287 dijakov. Od tega jih je 142 (49,5 %) obiskovalo prvi letnik, 121 (42,2 %) drugi letnik in 24 (8,4 %) tretji letnik. 192 dijakov (66,9 %) je obiskovalo program gastronomija in turizem (v nadaljevanju SSI), 95 dijakov (33,1 %) pa je obiskovalo program gastronomske in hotelske storitve (v nadaljevanju SPI). Od 287 dijakov jih je bilo 58,5 % moškega spola in 41,2 % ženskega spola. Vprašalnik je bil

sestavljeno iz 26 vprašanj. Eno vprašanje je bilo odprtega tipa, 25 vprašanj pa zaprtega tipa. Vprašalnik je bil razdeljen v 4 sklope. Zbrane podatke smo obdelali s statističnim programom SPSS. Po opravljeni analizi podatkov smo prišli do zaključka, da je znanje dijakov o fotosintezi slabo ter da imajo testirani dijaki splošno znane napačne predstave o fotosintezi in celičnem dihanju. V učnih načrtih srednjega poklicnega in strokovnega izobraževanja je fotosinteza slabo zastopana oz. se je dijaki ne učijo. Menimo, da bi za izboljšanje znanja bilo treba izvajati več praktičnih vaj iz strukture in funkcije rastlin ter uporabljati sodobne multimedijske pripomočke. Izboljšati pa se mora tudi poučevanje bodočih učiteljev. Če bi učitelje vnaprej opozorili na obstoječe napačne predstave o fotosintezi in jih poučili, kako jih odpraviti, bi se delež učencev in dijakov, ki imajo takšno pomanjkljivo znanje, bistveno zmanjšal.

## 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

Ahopelto, I., Mikkilä-Erdmann, M., Anto, E., Penttinen, M. (2011) Future elementary school teachers' conceptual change concerning photosynthesis, *Scandinavian Journal of Education Research*, 55(5), 503-515

Cañal, P. (1999) Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: an inevitable misconception?, *International Journal of Science Education*, 21(4), 363-371

Eisen, Y., Stavy, R. (1988) Students' Understanding of photosynthesis, *University of California press*, 50 (4), 208-212

Erduran, S., Ardac, D., Yakmaci-Guzel, B. (2006) Learning to teach argumentation: case studies of pre-service secondary science teachers, *Eurasia journal of mathematics, Science and technology education*, 2(2), 1-14

Jagodnik, A., Sopčič, B., Strgar, J., Volčini, D., Zupan, A. (2009). In: Rigler Šilc K. et al (eds.). Nacionalno preverjanje znanja. Letno poročilo o izvedbi nacionalnega preverjanja znanja v šolskem letu 2008/2009. Ljubljana, Državni izpitni center, 179 – 191.

Japelj Pavešič, B., Svetlik, K., Kozina, A. (2012) Znanje matematike in naravoslovja med osnovnošolci v Sloveniji in po svetu: izsledki raziskave TIMMS 2011. Ljubljana, Pedagoški inštitut.

Käpylä, M., Heikkinen, J. P., Asunta, T. (2009) Influence of content knowledge on pedagogical content knowledge: the case of teaching photosynthesis and plant growth, *International journal of science education*, 31 (10), 1395-1415

Koba S., Tweed A. (2009) Hard-to-teach biology concepts: A framework to deepen student understanding. Virginia, National Science Teacher Association. 260str

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

Näs, H., Ottander C. (2008) Student reasoning while investigating plant material, *Nordina*, 4(2), 177-191

Reece, J. B. (2009) Concepts and connections. San Francisco: Pearson education.

Reiss, M., Boulter, C., and Tunnicliffe, S. D. (2007) Seeing the natural world: a tension between pupils' diverse conception as revealed by their visual representations and monolithic science lessons, *Visual communication*, 6(1), 99-114

Russell, A. W., Netherwood, G. M. A., and Robinsom, S. A. (2004) *Photosynthesis In Silico. Overcoming the challenges of Photosynthesis Education Using a Multimedia CD-ROM.* School of biological Sciences, University of Wollongong, Wollongong, NSW

Tekkaya, C. (2003) Remediating high school students' misconceptions concerning diffusion and osmosis through concept mapping and conceptual change text, *Research in science & technological education*, 21(1), 5-16

Učni načrt. Program osnovna šola. Biologija. (2011) Ministrstvo za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo. Ljubljana

Učni načrt. Program osnovna šola. Naravoslovje. (2011) Ministrstvo za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo. Ljubljana

Učni načrt. Srednje poklicno izobraževanje. Naravoslovje. (2007) Ministrstvo za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo. Ljubljana

Učni načrt. Srednje strokovno izobraževanje, poklicno-tehnično izobraževanje. Biologija. (2007) Ministrstvo za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo. Ljubljana

# Priloga 1

## VPRAŠALNIK O FOTOSINTEZI

Letnik: 1 2 3

Spol: Ž M

**Pri večini vprašanj obkroži samo en, najbolj pravi 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 <b>ne</b> strinjam.	Se <b>ne</b> 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 naštet.

5. Katera je glavna funkcija fotosinteze?

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

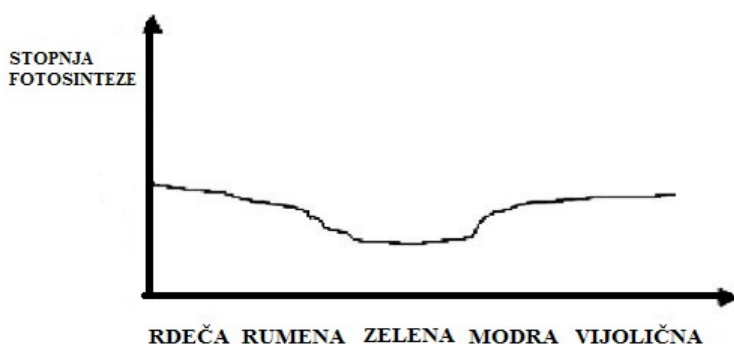
6. Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo? (možnih je več odgovorov)

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



7. V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?
- V električno energijo.
  - V gibalno energijo.
  - V kemijsko energijo.
  - V svetlobno energijo.
  - V toploto.
8. Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:
- kemijske energije.
  - svetlobne energije.
  - toplote.
9. Fotosinteza poteka v:
- celotni rastlini.
  - koreninah.
  - listih.
  - steblih.
  - zelenih delih rastline.
10. Fotosinteza je kemijska reakcija. Kateri par snovi sta reaktanta (vstopata v reakcijo)?
- Kisik in organska snov.
  - Kisik in voda.
  - Ogljikov dioksid in organska snov.
  - Ogljikov dioksid in voda.
11. Katere snovi rastlina sprejema iz tal? (možnih je več odgovorov)
- Anorganske snovi.
  - Mineralne snovi.
  - Ogljikov dioksid.
  - Organske snovi.
  - Svetlobo/energijo.
  - Vodo.
  - Vse naštetu.
12. V katerih delih rastline je klorofil?
- V celotni rastlini.
  - V koreninah.
  - V listih.
  - V zelenih delih rastline.
13. Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?
- Nič.
  - Manjši del.
  - Vso.
  - Ne vem.
14. Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?
- Iz gnojil.
  - Iz tal.
  - Iz vode.
  - Iz zraka.
  - Iz žuželk.
  - Od Sonca.

15. Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo? (možnih je več odgovorov)
- Iz krompirja.
  - Iz mesa.
  - Iz vode.
  - Iz zraka.
  - Od Sonca.
  - S telovadbo.
16. Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?
- Glukoza in kisik.
  - Kisik in voda.
  - Ogljikov dioksid in glukoza.
  - Ogljikov dioksid in voda.
17. 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.
  - V rastlinah bi se lahko ustavil metabolizem.
18. Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje klorofil?«
- Fotosinteza poteka v celotni rastlini, klorofil je v listih.
  - Fotosinteza poteka v listih in klorofil je v listih.
  - Fotosinteza poteka v listih, klorofil je v zelenih delih rastline.
  - Fotosinteza poteka v zelenih delih rastline, klorofil je v listih.
  - Fotosinteza poteka v zelenih delih rastline in klorofil je v zelenih delih rastline.
19. Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«
- Rastline potrebujejo glukozo in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid.
  - Rastline potrebujejo glukozo in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
  - Rastline potrebujejo kisik in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.
  - Rastline potrebujejo ogljikov dioksid in kisik, tvorijo pa glukozo in ogljikov dioksid.
  - Rastline potrebujejo ogljikov dioksid in vodo, tvorijo pa glukozo in kisik.

20. Katera trditev v zvezi s klorofilom je pravilna?
- Klorofil je nepomemben za fotosintezo.
  - Klorofil je nujno potreben za fotosintezo.
  - Klorofil se med fotosintezo porablja.
  - Klorofil v fotosintezi nastaja.
21. Od kod dobijo rastline hrano?
- Črpajo jo iz tal.
  - Dobijo jo od Sonca.
  - Izdelajo jo same.
  - Sprejmejo jo iz vode in kisika.
22. V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:
- molekul glukoze.
  - molekul ogljikovega dioksida.
  - molekul vode.
23. V katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija)?
- V koreninskih celicah.
  - V listnih celicah.
  - V stebelnih celicah.
  - V nobeni rastlinski celici.
  - V vseh rastlinskih celicah.
24. 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.
25. Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?
- Nikoli.
  - Podnevi.
  - Ponoči.
  - Ves čas.

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

	Zelo se <b>ne</b> strinjam.	Se <b>ne</b> strinjam.	Ne morem se odločiti.	Se strinjam.	Zelo se strinjam.
26.1 Vprašanja v raziskavi so bila razumljiva.					
26.2 Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.					

Hvala za sodelovanje!

## Priloga 2

Statistična pomembnost razlik med odgovori deklet in fantov v vprašalniku o fotosintezi.  
(Statistično pomembne razlike so označene s krepkim tiskom.)

	Vprašanje	Preizkus Mann-Whitney U		
		U	Z	P
1.	V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami:			
1.1	Biologija me zanima.	7786,500	-1,068	0,286
1.2	Nameravam opravljati maturo iz biologije.	7998,000	-0,293	0,770
1.3	Fotosinteza je pomembna za življenje na Zemlji	8123,000	-0,491	0,624
1.4	Fotosinteza je zanimiva.	7699,500	-1,097	0,273
1.5	Poznavanje fotosinteze mi bo v življenju koristilo.	7137,500	-1,533	0,125
1.6	Poznavanje bistva fotosinteze je pomembno za splošno izobrazbo.	7940,500	-0,624	0,532
2.	Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana?	5993,000	-1,172	0,241
3.	Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?	7660,500	-0,942	0,346
4.	Kaj je hrana za rastline?	5161,500	-1,248	0,212
5.	Katera je glavna funkcija fotosinteze?	7048,000	-2,003	<b>0,045</b>
6.	Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo? ( <u>možnih je več odgovorov</u> ) Popolnoma pravilen odgovor	8182,500	-0,810	0,418
6.a	Svetlobo	7604,500	-2,511	<b>0,012</b>
6.b	Vodo	7775,000	-1,360	0,174
6.c	Kisik	7966,000	-0,930	0,352
6.d	Organske snovi	7751,000	-1,896	0,058
6.e	Ogljikov dioksid	7933,500	-0,979	0,328
6.f	Mineralne snovi	7958,000	-1,139	0,255
7.	V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?	7104,000	-0,785	0,433
8.	Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:	7816,500	-0,223	0,823
9.	Fotosinteza poteka v:	7888,000	-0,432	0,666
10.	Fotosinteza je kemijska reakcija. Kateri par snovi sta reaktanta (vstopata v reakcijo)?	7086,500	-0,957	0,338

11.	Katere snovi rastlina sprejema iz tal? (možnih je več odgovorov) Popolnoma pravilen odgovor	8103,500	-1,363	0,173
11.a	Anorganske snovi	8093,000	-0,537	0,591
11.b	Mineralne snovi	8140,500	-0,236	0,813
11.c	Ogljikov dioksid	8239,500	-0,067	0,947
11.d	Organske snovi	7852,500	-0,801	0,423
11.e	Svetlobo/energijo	8127,000	-0,526	0,599
11.f	Vodo	7731,000	-1,068	0,285
11.g	Vse naštet	8014,500	-1,473	0,141
12.	V katerih delih rastline je klorofil?	6655,000	-2,518	<b>0,012</b>
13.	Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?	7354,000	-1,438	0,151
14.	Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?			
14.a	Iz gnojil	8012,500	-0,624	0,533
14.b	Iz tal	7797,000	-0,954	0,340
14.c	Iz vode	8250,000	-0,082	0,935
14.d	Iz zraka	7372,500	-1,821	0,069
14.e	Iz žuželk	8261,000	-0,116	0,907
14.f	Od sonca	6865,000	-2,938	<b>0,003</b>
15.	Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo? (možnih je več odgovorov) Popolnoma pravilen odgovor	8080,500	-0,679	0,497
15.a	Iz krompirja	8194,000	-0,194	0,846
15.b	Iz mesa	8054,000	-0,519	0,604
15.c	Iz vode	7551,500	-1,455	0,146
15.d	Iz zraka	7915,500	-0,769	0,442
15.e	Od Sonca	7284,500	-2,068	<b>0,039</b>
15.f	S telovadbo	7799,500	-1,184	0,237
16.	Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?	7774,500	-0,191	0,849
17.	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.	6200,500	-0,904	0,366
18.	Obkroži trditev, v kateri sta	6492,500	-0,947	0,344

	pravilna odgovora na obe vprašanji: » V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje klorofil?«			
19.	Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«	6725,000	-0,326	0,745
20.	Katera trditev v zvezi s klorofilom je pravilna?	7562,000	-0,281	0,778
21.	Od kod dobijo rastline hrano?	6601,000	-1,636	0,102
22.	V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:	7106,500	-0,249	0,803
23.	V katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija)?	6587,500	-1,792	0,073
24.	Kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah?	5675,000	-1,771	0,077
25.	Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?	7084,000	-0,880	0,379
26.	V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami:			
26.1	Vprašanja v raziskavi so bila razumljiva.	6861,500	-1,532	0,126
26.2	Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.	7143,000	-1,051	0,293

## Priloga 3

Statistična pomembnost razlik med odgovori dijakov različnih letnikov v vprašalniku o fotosintezi. (Statistično pomembne razlike so označene s krepkim tiskom.)

	Vprašanje	Preizkus Kruskal-Wallis		
		$\chi^2$	df	P
1.	V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami:			
1.1	Biologija me zanima.	0,830	2	0,660
1.2	Nameravam opravljati maturo iz biologije.	0,408	2	0,816
1.3	Fotosinteza je pomembna za življenje na Zemlji	1,299	2	0,522
1.4	Fotosinteza je zanimiva.	0,233	2	0,890
1.5	Poznavanje fotosinteze mi bo v življenju koristilo.	0,602	2	0,740
1.6	Poznavanje bistva fotosinteze je pomembno za splošno izobrazbo.	0,525	2	0,769
2.	Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana?	2,660	2	0,264
3.	Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?	1,174	2	0,556
4.	Kaj je hrana za rastline?	1,986	2	0,370
5.	Katera je glavna funkcija fotosinteze?	3,407	2	0,182
6.	Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo? ( <u>možnih je več odgovorov</u> ) Popolnoma pravilen odgovor	0,227	2	0,893
6.a	Svetlobo	1,332	2	0,514
6.b	Vodo	0,127	2	0,938
6.c	Kisik	3,170	2	0,205
6.d	Organske snovi	2,937	2	0,230
6.e	Ogljikov dioksid	0,255	2	0,880
6.f	Mineralne snovi	1,961	2	0,375
7.	V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?	1,038	2	0,595
8.	Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:	1,457	2	0,483
9.	Fotosinteza poteka v:	7,505	2	<b>0,023</b>
10.	Fotosinteza je kemijska reakcija. Kateri par snovi sta reaktanta (vstopata v reakcijo)?	0,253	2	0,881
11.	Katere snovi rastlina sprejema iz tal? ( <u>možnih je več</u> )	0,464	2	0,793

	odgovorov) Popolnoma pravilen odgovor			
11.a	Anorganske snovi	2,214	2	0,331
11.b	Mineralne snovi	2,529	2	0,282
11.c	Ogljikov dioksid	0,421	2	0,810
11.d	Organske snovi	3,617	2	0,164
11.e	Svetlobo/energijo	2,624	2	0,269
11.f	Vodo	0,244	2	0,885
11.g	Vse naštetu	2,025	2	0,363
12.	V katerih delih rastline je klorofil?	0,360	2	0,835
13.	Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?	0,156	2	0,925
14.	Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?			
14.a	Iz gnojil	5,355	2	0,069
14.b	Iz tal	0,046	2	0,977
14.c	Iz vode	1,589	2	0,452
14.d	Iz zraka	2,525	2	0,283
14.e	Iz žuželk	0,056	2	0,973
14.f	Od sonca	0,137	2	0,934
15.	Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo? ( <u>možnih je več odgovorov</u> ) Popolnoma pravilen odgovor	1,400	2	0,497
15.a	Iz krompirja	2,398	2	0,303
15.b	Iz mesa	3,444	2	0,179
15.c	Iz vode	0,653	2	0,722
15.d	Iz zraka	3,139	2	0,208
15.e	Od Sonca	1,720	2	0,423
15.f	S telovadbo	5,300	2	0,071
16.	Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?	3,612	2	0,164
17.	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.	0,412	2	0,814
18.	Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: » V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje	0,513	2	0,774



	klorofil?«			
19.	Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«	3,634	2	0,163
20.	Katera trditev v zvezi s klorofilom je pravilna?	0,748	2	0,688
21.	Od kod dobijo rastline hrano?	0,496	2	0,780
22.	V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:	1,418	2	0,492
23.	V katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija)?	6,391	2	<b>0,041</b>
24.	Kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah?	1,948	2	0,378
25.	Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?	0,399	2	0,819
26.	V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami:			
26.1	Vprašanja v raziskavi so bila razumljiva.	8,803	2	<b>0,012</b>
26.2	Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.	3,029	2	0,220

## Priloga 4

Statistična pomembnost razlik med odgovori dijakov različnih programov v vprašalniku o fotosintezi. (Statistično pomembne razlike so označene s krepkim tiskom.)

	Vprašanje	Preizkus Mann-Whitney U		
		U	Z	P
1.	V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami:			
1.1	Biologija me zanima.	7727,500	-1,696	0,090
1.2	Nameravam opravljati maturo iz biologije.	7634,00	-1,475	0,140
1.3	Fotosinteza je pomembna za življenje na Zemlji	8103,500	-1,093	0,274
1.4	Fotosinteza je zanimiva.	7840,500	-1,241	0,215
1.5	Poznavanje fotosinteze mi bo v življenju koristilo.	8223,000	-0,324	0,746
1.6	Poznavanje bistva fotosinteze je pomembno za splošno izobrazbo.	7683,500	-1,606	0,108
2.	Napiši, kaj razumeš pod izrazom hrana?	5528,500	-1,421	0,155
3.	Pri katerih živih bitjih poteka fotosinteza?	8047,000	-0,916	0,360
4.	Kaj je hrana za rastline?	5764,000	-0,176	0,860
5.	Katera je glavna funkcija fotosinteze?	7721,000	-0,716	0,474
6.	Kaj rastline potrebujejo za fotosintezo? ( <u>možnih je več odgovorov</u> ) Popolnoma pravilen odgovor	8176,500	-1,674	0,094
6.a	Svetlobo	8239,500	-1,805	0,071
6.b	Vodo	8814,500	-0,128	0,898
6.c	Kisik	7792,500	-1,975	<b>0,048</b>
6.d	Organske snovi	8867,500	-0,036	0,971
6.e	Ogljikov dioksid	8467,500	-0,740	0,460
6.f	Mineralne snovi	8694,000	-0,411	0,681
7	V kakšen tip energije rastline pretvorijo sončno energijo?	6769,500	-1,363	0,173
8.	Energija, ki jo rastline dobijo od Sonca, je v obliki:	7493,500	-1,326	0,185
9.	Fotosinteza poteka v:	8133,500	-0,609	0,543
10.	Fotosinteza je kemijska reakcija. Kateri par snovi sta reaktanta (vstopata v reakcijo)?	6897,000	-2,025	<b>0,043</b>
11.	Katere snovi rastlina sprejema iz tal? ( <u>možnih je več</u> )	8474,500	-1,207	0,227

	odgovorov) Popolnoma pravilen odgovor			
11.a	Anorganske snovi	8144,500	-0,956	0,339
11.b	Mineralne snovi	6606,000	-3,519	<b>0,000</b>
11.c	Ogljikov dioksid	8316,000	-0,536	0,592
11.d	Organske snovi	7789,500	-1,338	0,181
11.e	Svetlobo/energijo	7825,500	-2,472	<b>0,013</b>
11.f	Vodo	7839,000	-1,265	0,206
11.g	Vse naštetu	8257,500	-1,220	0,222
12.	V katerih delih rastline je klorofil?	6626,500	-2,654	<b>0,008</b>
13.	Kolikšen del hrane, ki jo potrebujejo za preživetje, rastline proizvedejo same?	7996,500	0,634	0,526
14.	Rastlina potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo?			
14.a	Iz gnojil	8177,000	-0,980	0,327
14.b	Iz tal	7679,500	-1,757	0,079
14.c	Iz vode	8610,000	-0,064	0,949
14.d	Iz zraka	7848,000	-1,489	0,136
14.e	Iz žuželk	8195,500	-1,548	0,122
14.f	Od sonca	8107,500	-1,053	0,292
15.	Človek prav tako potrebuje energijo, da preživi. Od kod dobi to energijo? ( <u>možnih je več odgovorov</u> ) Popolnoma pravilen odgovor	8137,500	-1,599	0,110
15.a	Iz krompirja	8556,000	-0,173	0,863
15.b	Iz mesa	8091,000	-1,144	0,253
15.c	Iz vode	7440,000	-2,260	<b>0,024</b>
15.d	Iz zraka	8463,000	-0,358	0,721
15.e	Od Sonca	8556,000	-0,180	0,857
15.f	S telovadbo	8556,000	-0,211	0,833
16.	Kateri snovi nastaneta pri fotosintezi?	7851,000	-0,356	0,722
17.	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.	6916,500	-0,024	0,981
18.	Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: » V katerem delu rastline poteka fotosinteza?« in »Kateri del rastline vsebuje	6901,500	-0,669	0,503

	klorofil?«			
19.	Obkroži trditev, v kateri sta pravilna odgovora na obe vprašanji: »Kateri par snovi je potreben za fotosintezo?« in »Kateri par snovi nastane pri fotosintezi?«	6534,000	-1,070	0,285
20.	Katera trditev v zvezi s klorofilom je pravilna?	7214,000	-1,620	0,105
21.	Od kod dobijo rastline hrano?	7312,000	-0,316	0,752
22.	V procesu fotosinteze nastaja kisik, ki izvira iz:	6585,500	-1,776	0,076
23.	V katerih rastlinskih celicah poteka celično dihanje (respiracija)?	7441,000	-0,407	0,684
24.	Kakšna je povezava med fotosintezo in respiracijo pri rastlinah?	6247,000	-1,253	0,210
25.	Kdaj poteka pri rastlinah celično dihanje (respiracija)?	7675,500	-0,436	0,663
26.	V vsaki vrstici s križcem označi, koliko se strinjaš z danimi trditvami:			
26.1	Vprašanja v raziskavi so bila razumljiva.	5996,500	-3,412	<b>0,001</b>
26.2	Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.	5408,000	-4,339	<b>0,000</b>