Hrvatsko biološko društvo
Societas biologorum croatica

Bioznalac

časopis učeničkih istraživanja iz biologije

Broj 2

2016.

Pokrovitelj:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
Biološki odsjek

ISSN 1849-837X

BIOZNALAC

časopis učeničkih istraživanja iz biologije

18. 6. 2016.

Izdavač

Hrvatsko biološko društvo

Rooseveltov trg 6 , 10000 Zagreb

URL: http://www.hbd-sbc.hr/

E-mail: info@hbd-sbc.hr

SOCIETAS BIOLOGORUM CROATICA

Hrvatsko biološko društvo

ISSN 1849-837X

Uredništvo časopisa Bioznalac

Glavni urednik

Ines Radanović, ines.radanovic@biol.pmf.hr

Operativni urednici

Žaklin Lukša, zaklinluksa@gmail.com

Mirela Sertić Perić, mirela.sertic.peric@biol.pmf.hr

Marina Ništ Marina.Nist@azoo.hr

Recenzenti i uredništvo

Snježana Đumlija, Marija Heffer, Eduard Kletečki, Goran Klobučar, Jasenka Krznarić Barić, Vlatka Kuhar, Irena Labak, Duje Lisičić, Martina Lovrak Ivanov, Anita Mustać, Mirjana Pavlica, Ines Radanović, Sandra Radić Brkanac, Mirko Ruščić, Zorana Sedlar, Mirela Sertić Perić, Mirjana Stanić

Web urednik

Renata Horvat, renata.horvat@biol.pmf.hr

Bioznalac je elektronički časopis na web stranici HBD-a
i izlazi najmanje jednom godišnje

SADRŽAJ

Članak	Autori	Naslov rada	Razred	Mentor	Naziv škole	Stranice
1	*Katja Bajs* *Katarina Đukes*	VRSTE PLIJESNI I NJIHOV RAZVITAK NA KUPOVNIM I DOMAĆIM NAMIRNICAMA	7	*Nataša Pongrac*	OŠ Strahoninec, Strahoninec	1 - 12
2	*Paola Joza*	UTJECAJ KAVE I FIS COLE NA RAST I RAZVOJ GRAHA	7	*Mirica Brekalo*	OŠ Petra Preradovića, Zadar	12 - 21
3	*Jakov Uzelac* *Ema Volar*	RASPROSTRANJENOST ŠIROKOLISNE VEPRINE *(RUSCUS HYPOGLOSSUM L..)* U PARK ŠUMI TEPEC - PALAČNIK - STRAŽNIK	7	*Nataša Kletečki*	OŠ Bogumila Tonija, Samobor	22 - 33
4	*Lucija Cvitak Paloma Pavan*	UTJECAJ BAVLJENJA SPORTOM NA RAST NOKTIJU NA RUKAMA	8	*Slađana Cvitičanin*	OŠ Grabrik, Karlovac	34 - 43
5	*Božičević Lovro* *Petrušić Loren*	UTJECAJ INDEKSA TJELESNE MASE NA OSJETE SLATKOGA I SLANOGA	8	*Marina Kirasić*	Prva osnovna škola, Ogulin	44 - 50
6	*Antonio Eršegović* *Filip Strmečki*	UTJECAJ VODE DOBIVENE SAKUPLJANJEM MAGLE NA KLIJANJE PŠENICE *(TRITICUM AESTIVUM L.)*	8	*Marko Šafran*	OŠ Ivana Kukuljevića Sakcinskog, Ivanec	51 - 64
7	*Valerija Ivšić* *Lea Lukšić*	SVE TAJNE KOPRIVE	8	*Maja Curić*	OŠ Vladimira Nazora, Pazin	65 - 78
8	*Mara Močibo* *Stela Pletenac*	U DRUŠTVU VIDEOIGRICA - NOVIH (NE)PRIJATELJA	8	*Maja Curić*	OŠ Vladimira Nazora, Pazin	79 - 92
9	*Katarina Goja Matea Kranjčić*	NAMETNICI NA DRVEĆU OKOLIŠA ŠKOLE	8	*Sandra Penco*	OŠ Augusta Šenoe, Zagreb	93 - 104
10	*Hana Volner*	PRIMJENA MIKORIZE KOD LIJEČENJA LAVANDE OD GLJIVIČNIH OBOLJENJA TE KOD UZGOJA SADNICA LAVANDE I UZGOJA LUCERNE	8	*Iva Katić*	OŠ Dragojle Jarnević, Karlovac	105 - 119
11	*Lucija Gotovac*	MASLINICI DIDE MOGA	**1**	*Vesna Dobronić*	III. gimnazija, Split	120 - 131
12	*Marković Lucija* *Perčić Eva*	MJERE ZA SUZBIJANJE ŠPANJOLSKIH PUŽEVA (ARION VULGAIS L.)	**1**	*Željka Kadi*	Ekonomska i trgovačka škola, Čakovec	132 - 139
13	*Josip Jaram*	UDIO ŽELJEZA U INDUSTRIJSKI PROIZVEDENIM I PRIRODNIM PREHRAMBENIM NAMIRNICAMA	**1**	*Romana Halapir Franković*	V. gimnazija, Zagreb	140 - 147
14	*Vedrana Barišić Ana Rusković,*	MIKROPLASTIKA U RIBAMA	**1**	*Vesna Dobronić*	III. gimnazija, Split	148 - 155
15	*Julia Jelena Toplak*	PRIRAST BUKVE (*FAGUS SYLVATICA* L.) NA IVANŠČICI I KALNIKU	**2**	*Mišo Rašan*	Srednja škola Prelog, Prelog	156 - 169
16	*Gabrijela Glavaš*	UTJECAJ SVOJSTAVA TALA NA KLIJAVOST I RAST ŽITARICA	**2**	*Sanja Lugarić*	Srednja škola Vrbovec, Vrbovec	170 - 180
17	*Viktorija Jakšić*	UTJECAJ PH VRIJEDNOSTI I ANTIBIOTIKA NA BAKTERIJE MLIJEČNOG VRENJA	**2**	*Iva Prgomet*	Klasična gimnazija, Zagreb	181 - 187
18	*Dina Cvitanović* *Veronika Ilić*	UTJECAJ NEODIMIJSKIH MAGNETA NA RAST I RAZVOJ BILJAKA	3	*Josipa Poduje*	SŠ Antun Matijašević Karamaneo, Vis	188 - 202
19	*Simona Brlić-Kukoleča* *Petra Šipura*	DOKAZIVANJE PLACEBO UČINKA POMOĆU KOFEINA IZ KAVE ROBUSTE (*COFFEA CANEPHORA*)	3	*Romana Halapir Franković*	V.gimnazija, Zagreb	203 - 214
20	*Kate Ivković* *Mario Jerčić*	ŽLJEZDASTI PAJASEN (*AILANTHUS ALTISSIMA* MILL.) SWINGLE (SIMAROUBACEAE) NA SPLITSKOM PODRUČJU	3	*Ines Alujević*	III. gimnazija, Split	215 - 230

Članak	Autori	Naslov rada	Razred	Mentor	Naziv škole	Stranice
21	*Natalija Bosnar* *Adrijana Strabić*	RAZLIKE U PRISUTNOSTI ČIMBENIKA IMUNOSTI KOD UČENIKA S OBZIROM NA UČESTALOST AKUTNIH RESPIRATORNIH INFEKCIJA	3	*Neala* *Čuljat Tomašić*	Srednja škola Pregrada, Pregrada	231 - 243
22	*Lovro Rašan*	SLATKOVODNE MEDUZE *(CRASPEDACUSTA SOWERBYI* LANKESTER 1880.) U VODENIM EKOSUSTAVIMA DONJEG MEĐIMURJA	3	*Mišo Rašan*	Srednja škola Prelog, Prelog	244 - 258
23	*Mia Čop*	UTJECAJ UPORABE ŽVAKAĆIH GUMA RAZLIČITIH OKUSA NA KRATKOROČNO I DUGOROČNO PAMĆENJE	3	*Željko Krstanac*	Prirodoslovna škola Vladimira Preloga, Zagreb	259 - 267
24	*Ana Marija Knez*	UTJECAJ MIKROVALOVA NA KONCENTRACIJU C VITAMINA U PAPRICI (*CAPSICUM ANNUUM* L.) I LIMUNU (*CITRUS LIMON* L.)	4	*Mihaela* *Marceljak Ilic*	XV.gimnazija, Zagreb	268 - 275
25	*Mihaela Mihaljević*	BESKRALJEŽNJACI - STANOVNICI PLODIŠTA GLJIVA	4	*Bojana* *Davda Sirovina*	II. Gimnazija, Zagreb	276 - 289
26	*Dević Dorian*	FAUNA PAUKA SKAKAČA OKOLICE MALOG POGANCA	4	*Ljerka Gazdek*	Gimnazija "Fran Galović", Koprivnica	290 - 303

Hrvatsko biološko društvo
Societas biologorum croatica

BIOZNALAC
časopis učeničkih istraživanja
iz biologije

21.4.2016.

VRSTE PLIJESNI I NJIHOV RAZVITAK NA KUPOVNIM I DOMAĆIM NAMIRNICAMA

Katja Bajs, 7. razred
Katarina Đukes, 7. razred

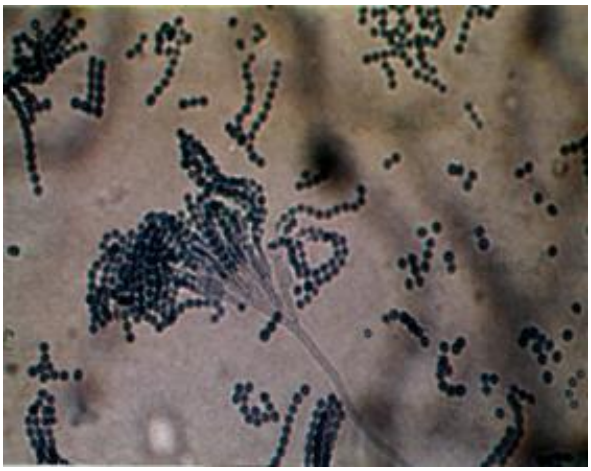
Osnovna škola Strahoninec, Strahoninec
Mentor: *Nataša Pongrac*

SAŽETAK
Svrha i cilj istraživačkog rada bio je odrediti vrste plijesni, pojavnost i brzinu njihovog razvitka na domaćim i kupljenim uzorcima voća, povrća i žitarica, s time da su korišteni neoštećeni uzorci (cijeli) i uzorci koji su bili prerezani. Uzorci su stavljeni u PVC prozirne vrećice na svjetlo i toplo mjesto (sobna temperatura). Korištena su po dva uzorka te kontrolni uzorci. Vremenski period u kojem su vršena promatranja i bilježeni rezultati bio je trideset dana. Istraživanjem su potvrđene pretpostavke o pojavnosti plijesni prvo na voću koje je sadržavalo veće količine vode i šećera nego na povrću. Također su se plijesni ranije i brže razvijale na domaćim nego kupljenim proizvodima, jer domaći proizvodi nisu bili tretirani nikakvim zaštitnim ni antifungicidnim sredstvima kao kupljeni uzorci, iz razloga da se produži njihova trajnost i uporaba. Promatranjem uzoraka plijesni može se zaključiti da crna i zelena plijesan najviše uzrokuju kvarenje voća, dok bijela, siva i crna plijesan uzrokuju u najvećoj mjeri kvarenje povrća. Na žitaricama se u zadanom periodu promatranja nisu razvile plijesni ni na jednom uzorku. To potvrđuje da su ti uzorci bili dobro osušeni i pravilno skladišteni te da je na njima manja vjerojatnost pojave plijesni. Mikroslopiranjem micelija pojedinih plijesni uspoređivan je njihov izgled i građa.

Ključne riječi*: pljesnivost, kvarenje voća i povrća, antifungicidna sredstva*

UVOD

Plijesni su organizmi koji pripadaju domeni eukariota i carstvu gljiva (Bendelja i sur, 2013). Zbog heterotrofnog načina ishrane većina plijesni uzima organske tvari apsorpcijom iz okoliša te se može razvijati na pekarskim proizvodima, voću, siru i drugoj hrani i tako uzrokovati njihovo kvarenje. Tijelo im je građeno od gustog sustava cjevastih stanica bez klorofila, obično bezbojnih. Te vlaknate stanice nazivaju se hifama. One su odgovorne za paučinast i pahuljast oblik plijesni. Hife rastu kao isprepletena mreža i nazivaju se micelijima. Micelij se kao prašnjava prevlaka rasprostire po podlozi (slika 1) i vidljiva je golim okom (Bačić i sur, 2003).



Slika 1 Plijesan iz roda Penicillium (http://e-skola.biol.pmf.unizg.hr/odgovori/odgovor433.htm)

Duraković (1991) ističe da micelij plijesni izlučuje enzime koji razlažu složene organske tvari u jednostavne šećere. Izlučene tvari pripremaju hranu za gljivu, koju onda hife jednostavno upijaju. Crna, zelena ili žuta boja plijesni potječe od njihovih spora, stanica kojima se razmnožavaju. Najveći je broj hifa vegetativan, one aktivno rastu i oblikuju tijelo plijesni u koloniju te prodiru u hranu. Zračne hife nose strukture za razmnožavanje i sudjeluju u tvorbi paučinastog oblika kolonije plijesni. Na strukturama za razmnožavanje, koje se nalaze na kraju zračne hife, izrastaju posebne stanice, spore. Svaka spora može stvoriti novu koloniju u povoljnim uvjetima. Značajke spora jesu da se proizvode u velikom broju, lagano se šire i otporne su na uvjete u kojima se uništavaju vegetativne stanice. Uloga svake spore je razmnožavanje, širenje i zaštita vrste od nepovoljnih uvjeta.

Pljesnivost je pojava kolonija plijesni na površini voća, povrća i žitarica. Rast plijesni manifestira se u vidu stvaranja bijele, sive, zelene te od blijedo narančaste do tamno narančaste prevlake na površini, a rjeđe i ispod površine namirnice. Mnoge plijesni, pa time i njima kontaminirane namirnice, odlikuju se specifičnim mirisom koji se ne može eliminirati. Najčešći uzročnici pljesnivosti spadaju u rod: Penicillium, Aspergillus, Cladosporium i Mucor.

Najpoznatije su zelene i sive (crne) plijesni. Među zelenim plijesnima nalaze se vrlo značajni organizmi, kao što je vrsta kistaca, Penicillium notatum, iz koje je izoliran antibiotik penicilin. Neke vrste roda Penicillium važne su u proizvodnji tzv. plemenitih sireva (npr. rokfor). Najpoznatiji su predstavnici sivih plijesni vrste roda Mucor, koje su česti uzročnici kvarenja hrane, dok su, s druge strane, mnogobrojne vrste roda Aspergillus iznimno otrovne za ljude (proizvode mikotoksine) ili su čak patogene. Do danas je izolirano i opisano oko tristo vrsta plijesni koje proizvode preko tisuću raznih mikotoksina i njihovih metabolita (Ožegović i Pepeljnjak, 1995).

Žitarice malog zrna (pšenica, zob, raž, ječam i riža) i velikog zrna (kukuruz), zatim uljarice (kikiriki), te voće i povrće, mogu biti podloge za rast plijesni tijekom uzgoja, prerade i skladištenja. Povišena vlaga i temperatura, ali i oštećenje biljke, pogoduju rastu plijesni.

Tema našega istraživačkog rada je odrediti vrste plijesni i njihov razvitak na kupovnim i domaćim namirnicama. Poticaj za istraživanje ove teme javio se na satu Biologije, kada smo trebali staviti razno voće, povrće i kruh u zatvorenu vrećicu na toplo mjesto kako bi se razvile plijesni. Razvijene smo plijesni mikroskopirali s ciljem promatranja njihove građe. Plijesni koje su se razvile tvorile su vrlo različite oblike, bile su zanimljivih boja, negdje ih je bilo više, a negdje manje, i nastala je ideja za istraživanje. Istraživanjem želimo dokazati postoje li razlike u pojavnosti, brzini razvitka i vrstama plijesni na namirnicama koje su iz domaćeg uzgoja i namirnicama koje su kupljene u trgovini.

Specifični ciljevi ovog rada jesu:

- Utvrditi pojavnost plijesni na domaćim i kupovnim namirnicama u određenim uvjetima. Koristile smo cijele i neoštećene uzorke voća i povrća, uzorke prerezane na polovice te kontrolne uzorke.
- Usporediti brzinu razvoja plijesni na uzorcima domaćih i kupljenih namirnicama.
- Odrediti koje su vrste plijesni najčešći uzročnici kvarenja kod pojedinih namirnica (voća, povrća i žitarica).

Pretpostavka je da će se pod istim uvjetima plijesni u većoj mjeri i brže razviti na namirnicama koje su domaćeg podrijetla jer nisu tretirane nikakvim zaštitnim sredstvima. Svježe voće i povrće, a pogotovo povrće, najčešće se razvija u tlu ili neposredno iznad tla. Pritom je tlo najveći izvor raznih mikroorganizama koji mogu inficirati povrće. Pretpostavljamo da su kupovne namirnice tretirane različitim kemijskim zaštitnim sredstvima i konzervansima, stoga očekujemo da će se plijesni na tim namirnicama razviti sporije i u manjoj mjeri.

S obzirom na dosad poznate literaturne podatke da razvoj plijesni ovisi o kemijskom sastavu podloge, očekujemo da će se plijesni brže razviti na voću jer sadrži više vode i šećera od povrća, što je dobra podloga za njihov razvitak, a da će se na žitaricama razviti najsporije i u najmanjoj mjeri jer sadrže najmanje vode i imaju čvrstu zaštitnu ovojnicu. Koje će se vrste plijesni razviti na pojedinim namirnicama, ne možemo pretpostaviti, ali se nadamo da ćemo nakon istraživanja saznati.

METODE RADA

Materijali i metode korištene u istraživanju su sljedeće:

Materijal

Podrijetlo namirnica

Materijali korišteni u istraživanju bili su uzeti iz dvaju različitih izvora:

- Namirnice koje su uzgojene u vrtovima, voćnjacima ili poljima na prirodan način i nisu bile tretirane nikakvim zaštitnim sredstvima ni konzervansima prilikom skladištenja. One su skladištene u podrumima ili dvorišnim objektima.
- Namirnice kupljene u trgovinama.

Sve namirnice korištene u istraživanju bile su izložene istim uvjetima i nisu imale oštećenu koru ili strukturu. Koristile smo cjelovite neoštećene namirnice i namirnice koje smo prerezale na polovice. Koristile smo po dva uzorka od svake namirnice i kontrolne uzorke.

Uzorci

Namirnice korištene u istraživanju podijeljene su na tri skupine:

- voće: mandarina, limun, jabuka, kruška, dunja
- povrće: mrkva, luk, češnjak, kupus, celer
- žitarice: kukuruz, pšenica, riža, ječam.

Metode

Priprema uzoraka

Prikupljeni uzorci namirnica stavljeni su u potpuno zatvorene prozirne PVC vrećice za zamrzavanje hrane. Držani su na sobnoj temperaturi (20 - 22 ^{o}C). Od svakog uzorka korištene su po dvije cjelovite namirnice, dvije polovice jednog uzorka i kontrolni uzorci. Uzorci su označeni oznakama VD1 - VD5 (označava voće iz domaćeg uzgoja); VK1 - VK5 (označava voće koje je kupljeno); PD1 - PD5 (označava povrće iz domaćeg uzgoja); PK1 - PK5 (označava kupljeno povrće); ŽD1 - ŽD4 (označava žitarice iz domaćeg uzgoja); ŽK1 - ŽK4 (označava žitarice koje su skladištene naveliko).

Promatranje pojavnosti plijesni

Svakodnevnim promatranjem „golim“ okom prikupljeni su podaci o pojavljivanju i razvitku plijesni. Datumi pojavljivanja plijesni na pojedinim uzorcima zapisivani su u tablicu. Rezultati su prikazani u

tablici 1 za uzorke voća i u tablici 2 za uzorke povrća. Zapisivane su prosječne vrijednosti oba uzorka i označene oznakom plus (+). Uzorci iz vrećica prilikom promatranja nisu vađeni, kako bi se održali što stalniji uvjeti.

Procjena pokrivenosti uzorka plijesnima

Provodi se svakodnevna vizualna procjena prekrivenosti uzoraka micelijem na svim uzorcima. Za procjenu je korištena sljedeća skala relativne pokrivenosti micelijem (djelomično preuzeto iz istraživačkog rada za natjecanje iz biologije 2014., Utjecaj sastava kruha na njegovu trajnost, autorice Klare Đukes):

0 - micelij se nije razvio
1 - micelij veličine do 2 mm
2 - micelij veličine do 5 mm
3 - pokrivenost micelijem 10 - 25%
4 - pokrivenost micelijem 25 - 50 %
5 - pokrivenost micelijem 50 - 75 %
6 - pokrivenost micelijem 75 - 100 %.

Određivanje vrste plijesni

Vrši se određivanje vrsta plijesni na pojedinim uzorcima metodom promatranja. Nisu određivani rodovi plijesni, već su samo razvrstane prema boji (siva, crna, bijela i zelena) metodom promatranja. Korištene oznake bile su sljedeće:

S - siva plijesan
C - crna plijesan
Ž - bijela plijesan (žuta plijesan)
Z - zelena plijesan
N - ostalo.

Mikroskopiranje micelija plijesni

Pojedini uzorci plijesni, odnosno njihovi miceliji, mikroskopirani su modelima Konus na ukupnom povećanju 100 x, a potom su i fotografirani fleks-kamerom tipa AverVision. Od uzoraka crne, sive, bijele i zelene plijesni pripremljeni su preparati za mikroskopiranje radi uočavanja građe micelija i oblika spora, te su fotografirani i prikazani slikama (slike 9 do 12). Mikroskopiranje svih uzoraka izvršeno je 27. veljače 2016. Preparati su izrađeni u kapljici vode na predmetnom stakalcu.

REZULTATI

Priprema uzoraka

Slika 2 pokazuje uzorke koji su pripremljeni za istraživanje.

Slika 2 Priprema uzoraka za istraživanje (31. 1. 2016.)

Promatranje pojavnosti plijesni

Uočeno je da se plijesni nisu pojavile ni na jednom od uzoraka žitarica, tako da te rezultate nismo iskazivale. Zanimljivo je da se plijesan najranije pojavila na mandarini i limunu, a najkasnije na dunji i jabuci, kada se radi o uzorcima voća iz domaćeg uzgoja. Što se tiče kupljenih uzoraka, uočeno je da se plijesan razvila nešto kasnije, a dunja kupljena u trgovini bila je najotpornija na razvoj plijesni (tablica 1). Što se tiče razvoja plijesni na uzorcima povrća, uočeno je da je korjenasto povrće iz domaćeg uzgoja podložnije stvaranju plijesni nego kupljeno korjenasto povrće. Češnjak i kupus bili su najotporniji prema razvoju plijesni.

Tablica 1 Pojavnost plijesni na uzorcima voća (domaćeg D i kupljenog K)

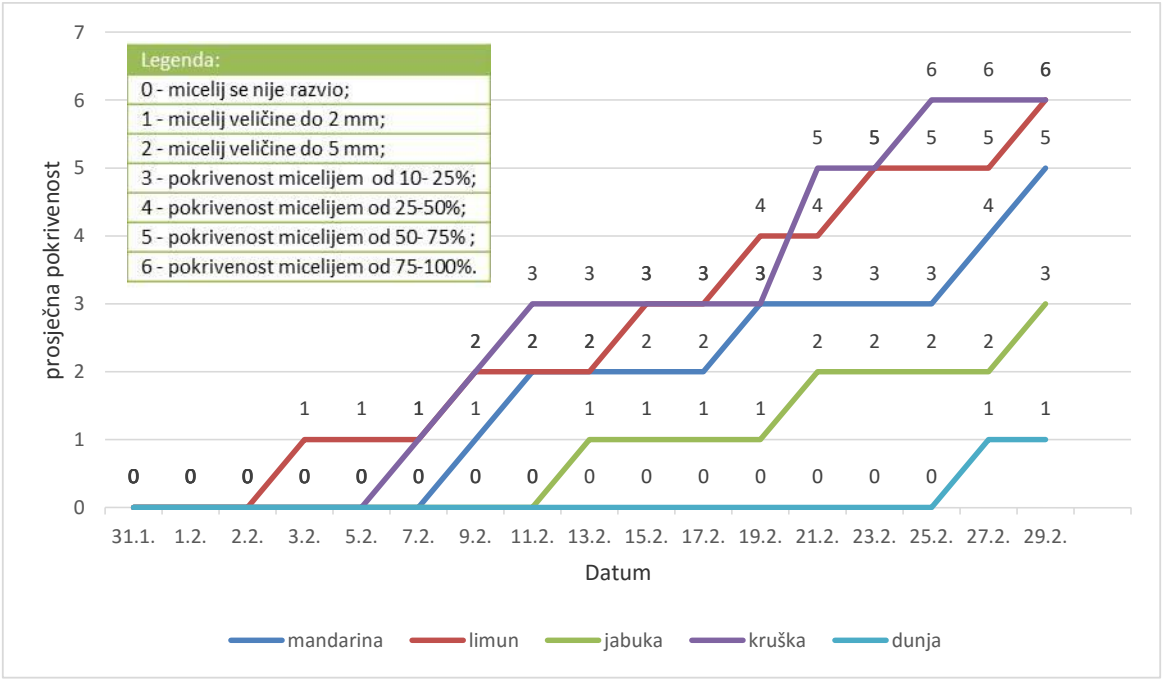
Datum promatranja																				
	cijelo		rezano		cijelo		rezano		cijelo		rezano		cijelo		rezano		cijelo		rezano	
	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K
31.1.																				
1.2.																				
2.2.																				
3.2.					+															
5.2.			+																	
7.2.				+			+						+							
9.2.	+							+								+	+			
11.2.											+									
13.2.									+											
15.2.						+						+								
17.2		+												+						
19.2																				
21.2.															+					
23.2.																			+	
25.2																		+		
27.2																				+

Tablica 2 Pojavnost plijesni na uzorcima povrća (domaćeg D i kupljenog K)

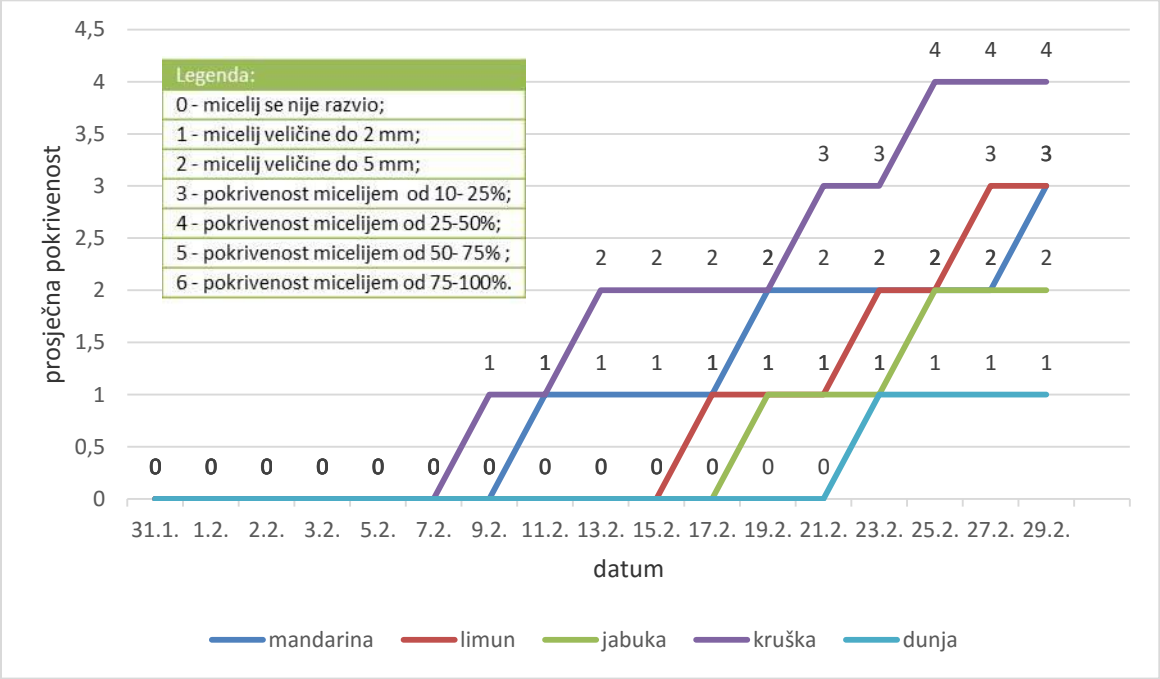
Datum promatranja																				
	cijelo		rezano		cijelo		rezano		cijelo		rezano		cijelo		rezano		cijelo		rezano	
	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K
31.1.																				
1.2.																				
2.2.																				
3.2.																				
5.2.																				
7.2.																		+		
9.2.	+																			
11.2.			+																	
13.2.				+															+	
15.2.																				
17.2		+															+			
19.2																				
21.2.							+				+									
23.2.								+												+
25.2									+						+					
27.2										+						+				

Procjena pokrivenosti uzoraka micelijem plijesni

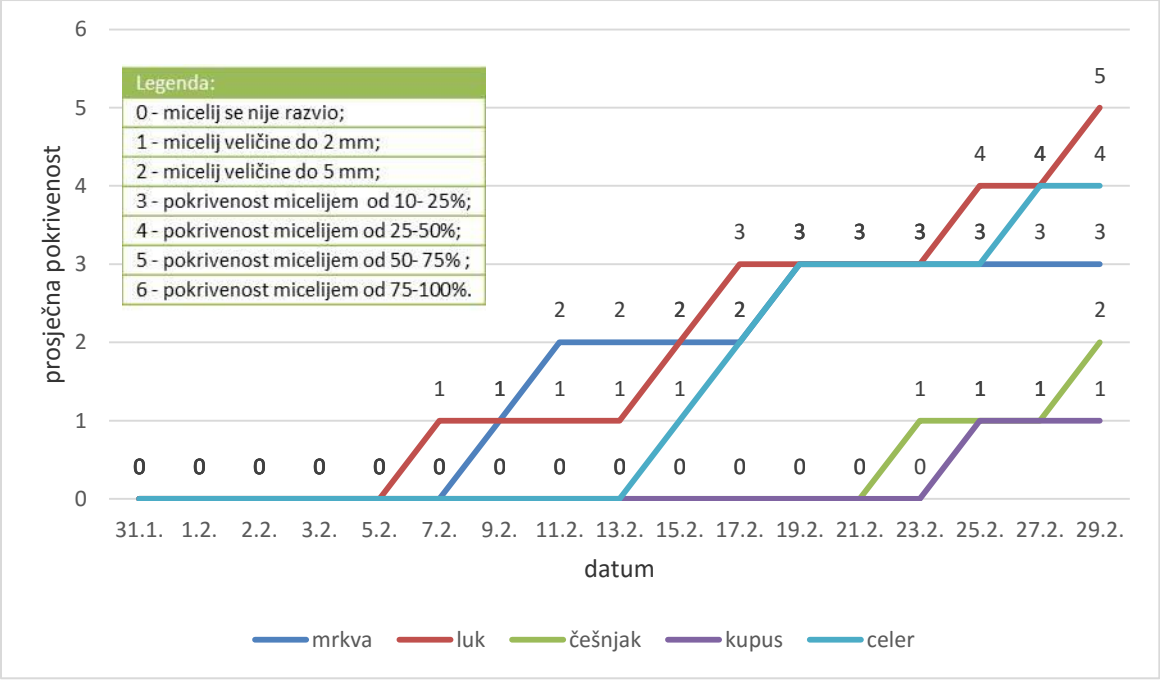
Opis promjena prekrivenosti vidljivim micelijem po danima na pojedinim uzorcima prikazan je slikom 3 za domaće voće, slikom 4 za kupljeno voće te slikom 5 za domaće i slikom 6 za kupljeno povrće. Iskazana je prosječna vrijednost oba uzorka. Plijesan se nije pojavila na žitaricama, tako da ti rezultati nisu prikazani tablično. Pokrivenost uzoraka micelijem plijesni označavana je brojevima od 0 do 6.



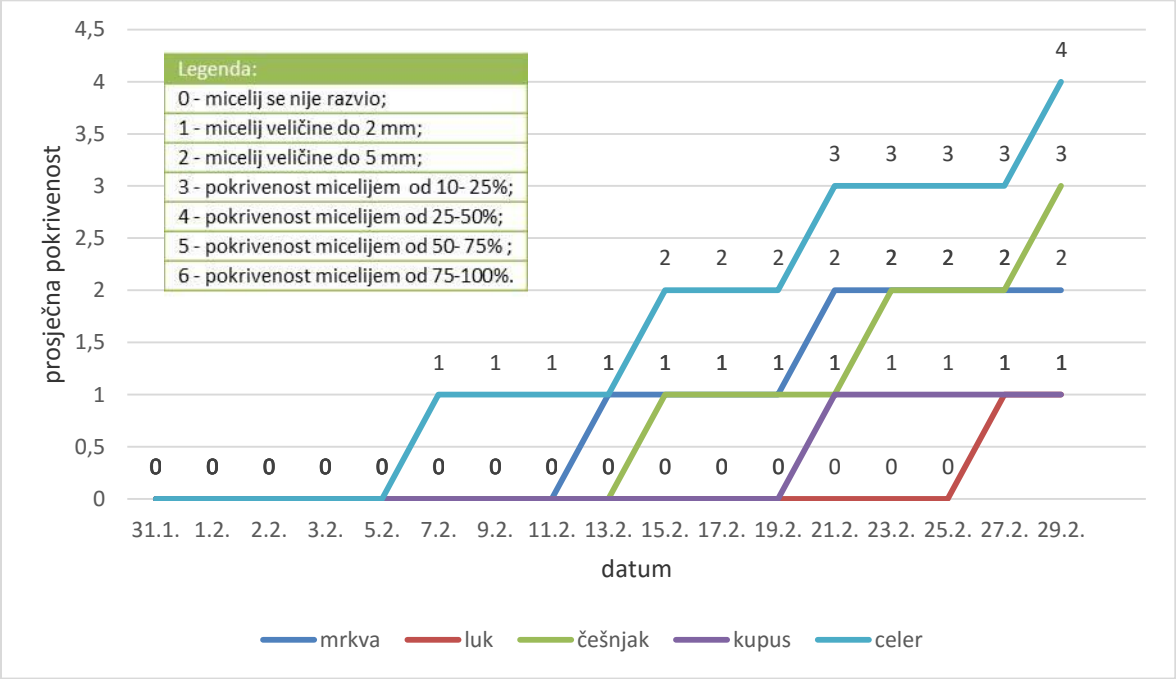
Slika 3 Procjena prosječne pokrivenosti micelijem na uzorcima voća (domaćeg)



Slika 4 Procjena prosječne pokrivenosti micelijem na uzorcima voća (kupljenog)



Slika 5 Procjena prosječne pokrivenosti micelijem na uzorcima povrća (domaćeg)

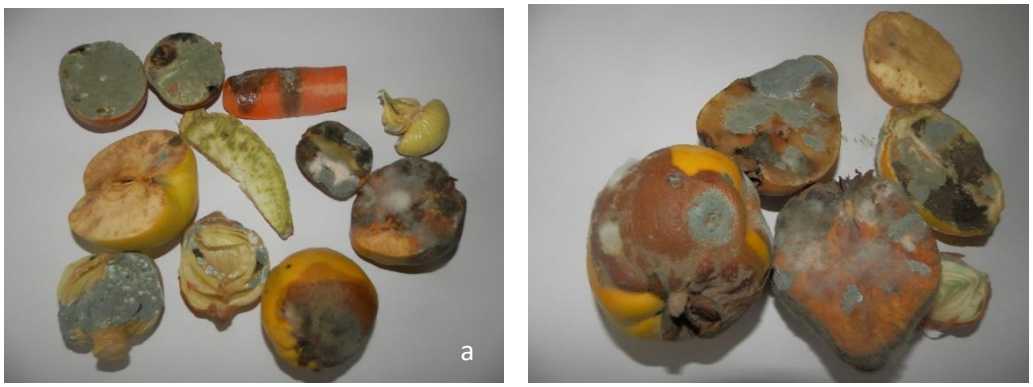


Slika 6 Procjena prosječne pokrivenosti micelijem na uzorcima povrća (kupljenog)

Određivanje vrsta plijesni

I na istraživanim i na kontrolnim uzorcima uočena je podjednaka pojavnost pojedinih plijesni, tako da su fotografirani uzorci odabrani slučajnim odabirom (uzorci sa slike 7 a i 7 b fotografirani su 13. veljače, dok su na slikama 8 a i 8 b pokazani uzorci fotografirani 27. veljače). Uočeno je da se na uzorcima voća u najvećoj mjeri pojavljuje crna i zelena plijesan, a na uzorcima povrća bijela, crna i siva plijesan, osim na celeru na kojem se pojavila u najvećoj mjeri zelena plijesan.

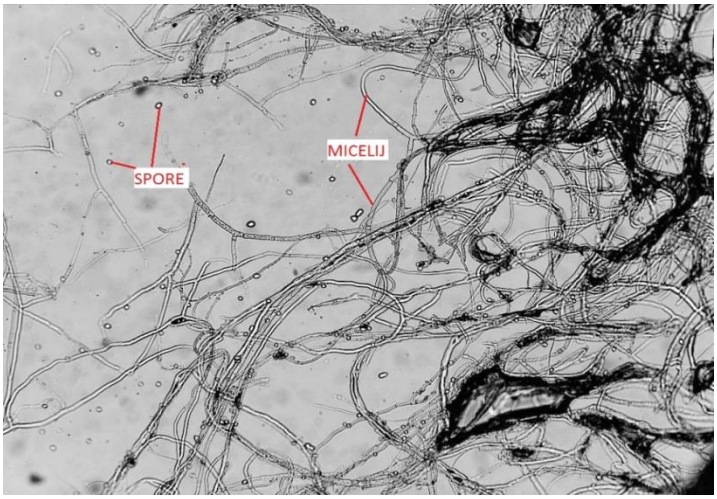
Slike 7 a i b Pojavnost pojedinih plijesni na pojedinim uzorcima (13. 2. 2016.)



Slike 8 a i b Pojavnost pojedinih plijesni na pojedinim uzorcima (27. 2. 2016.)

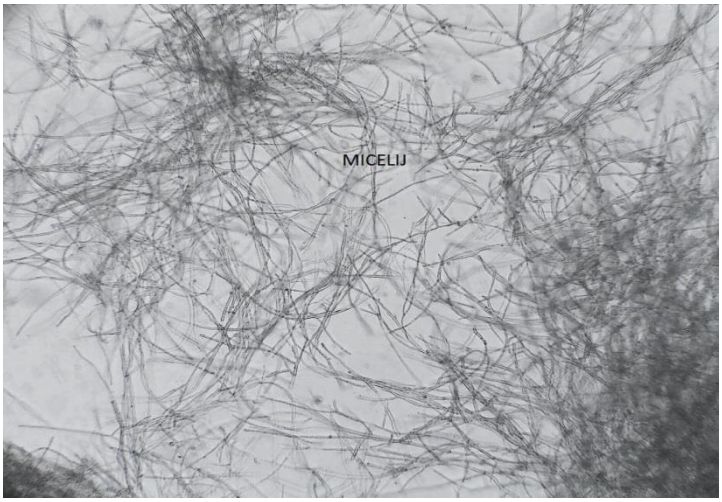
Mikroskopiranje micelija plijesni

Na slici 9 prikazana je fotografija mikroskopske slike crne plijesni, a uzorak s kojeg je uzet i pripremljen preparat je limun.

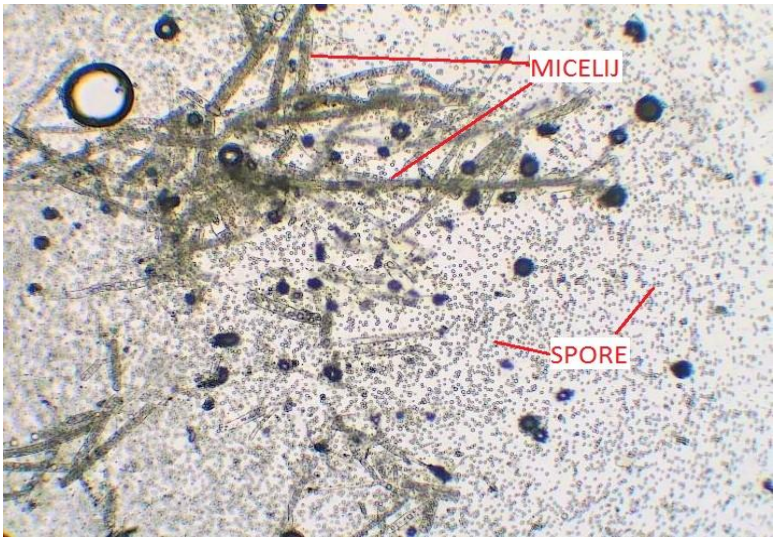


Slika 9 Mikroskopska slika crne plijesni (27. 2. 2016.)

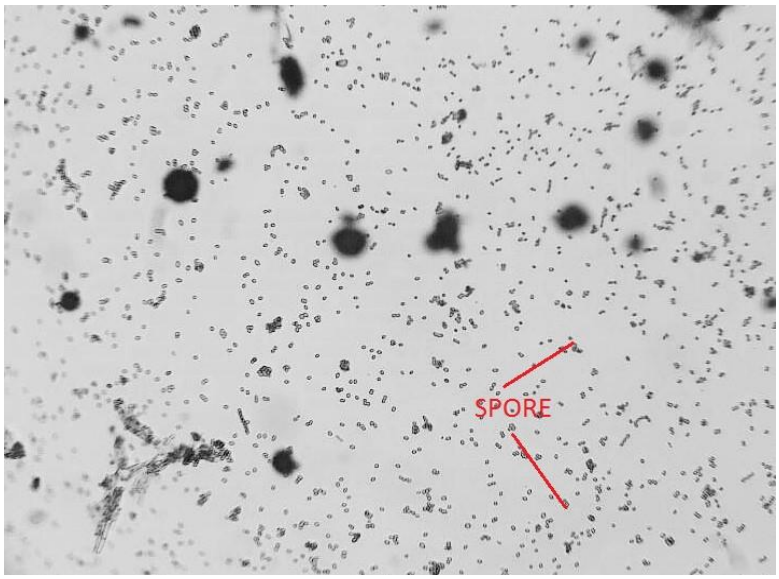
Mikroskopski preparat sive plijesni uzet je s uzorka dunje (slika 10), zelene plijesni s kruške (slika 11), a bijele s luka (slika 12).



Slika 10 Mikroskopska slika sive plijesni (27. 2. 2016.)



Slika 11 Mikroskopska slika zelene plijesni (27. 2. 2016.)



Slika 12. Mikroskopska slika bijele plijesni (27. 2. 2016.)

Uočeno je da siva i bijela plijesan tvore više paučinasti micelij, dok zelena i crna plijesan tvore kompaktni micelij. Stoga je bilo i teže pripremiti mikroskopski preparat crne i zelene plijesni jer su se s plijesnima otkidali i komadići samih uzoraka. Uočeno je da je najviše spora u uzorku zelene plijesni.

RASPRAVA

Pretpostavka koju smo iznijele u obrazloženju teme da će se plijesni brže razvijati na domaćim nego kupovnim namirnicama pokazala se uglavnom točnom (tablice 1 i 2). Rezultati potvrđuju da se plijesan ranije pojavila na namirnicama iz domaćeg uzgoja zato što namirnice domaćeg podrijetla nisu bile tretirane nikakvim zaštitnim sredstvima u bilo kojoj fazi rasta ili skladištenja, za razliku od kupljenih. Međutim, ne možemo odrediti u kojoj se fazi uzgoja ili skladištenja to dogodilo kod kupljenih namirnica. Iz literature se može saznati da se te mjere mogu podijeliti na: mjere zaštite prije ubiranja (odabir sorti otpornih na plijesni, pravilna gnojidba, suzbijanje korova, pravilan plodored i

navodnjavanje) te skladištene (pravilno sušenje i skladištenje te preventivna primjena nekih insekticida, fungicida i konzervanasa, kao i redovito čišćenje skladišnih prostora), što navodi Duraković (2005).

Na internetskoj stranici https://www.google.hr/webhp?sourceid=chromeinstant&ion=1&espv=2&ie=UTF8#q=kontaminacija+hrane+ovisi+o+plijesnima pronašle smo da kontaminacija hrane plijesnima znatno ovisi o sadržaju vlage i šećera u namirnicama te relativnoj vlažnosti zraka i temperaturi, što može pogodovati rastu plijesni. To potvrđuju i rezultati našeg istraživanja, jer se plijesan najranije pojavila na mandarini i limunu (neznatna razlika u pojavnosti između kupljenih i domaćih uzoraka), koji sadrže najviše vode, a od povrća na domaćem celeru i razrezanom luku (slike 5 i 6). Iznenadila nas je pojavnost plijesni na kupljenom celeru, na kojem su se rano pojavile isključivo zelene plijesni. To nismo očekivale jer on kao namirnica sadrži manju količinu vode od npr. luka i češnjaka. Uzrok tomu može biti njegovo dugotrajno i nepravilno skladištenje u samoj trgovini. Plijesni su se najkasnije razvile na češnjaku (tablica 2). Tu se naši rezultati podudaraju s podacima koje iznosi Toplak (2005) o češnjaku kao namirnici koja ima najjače antimikrobno djelovanje.

Plijesni koje su se razvile na našim uzorcima razvrstane su, prema boji, na crne, sive, zelene i bijele. Na osnovu mikroskopskih slika (slike 9 - 12) došle smo do spoznaje da neke plijesni tvore više vunasti, odnosno paučinasti, micelij (siva i bijela plijesan), a neke više plosnati i kompaktni micelij (crna i zelena plijesan). Mikroskopiranjem uzoraka može se uočiti da spore mogu biti okrugle ili limunastog oblika. Naši podaci uspoređivani su s podacima koji su pronađeni na internetskoj stranici http://wol.jw.org/hr/wol/d/r19/lp-c/102006005 i podudarni su. Voće nam je u najvećoj mjeri bilo obuhvaćeno zelenom i crnom plijesni, a povrće bijelom, sivom i crnom plijesni (slike 7 i 8). Izuzetak je bio celer, koji je cijeli bio prekriven samo zelenom plijesni, no razlog ovoj pojavi ne možemo protumačiti.

ZAKLJUČCI

Iz provedenog istraživanja možemo zaključiti:

- Na uzorcima voća plijesan se najranije pojavila na domaćoj mandarini i limunu, a najkasnije na uzorcima dunje.
- Na uzorcima povrća plijesan se najranije pojavila na korjenastom povrću, a najkasnije na kupusu. Na neoštećenom luku plijesan se nije pojavila, već samo na prerezanomu.
- Uzorci voća skloniji su bržoj pojavnosti plijesni i njihovom bržem razvitku, naročito rezani, nego uzorci povrća. Razlog tomu može biti veća količina vode i šećera.
- Domaće voće i povrće sklonije je pojavnosti plijesni od kupljenoga. Svoju smo pretpostavku i potvrdile jer je kupljeno voće i povrće tretirano raznim antifungicidnim sredstvima koja sprečavaju ili usporavaju razvoj plijesni, za razliku od domaćih uzoraka.
- Domaće namirnice brže su se pokvarile od kupljenih. Ni na jednom uzorku žitarica nisu se pojavile plijesni. Možemo zaključiti da su i domaće i kupljene žitarice pravilno skladištene, a i sadrže puno manje vode od voća i povrća.
- Veća količina vlage i povišena temperatura pogoduju razvoju plijesni.
- Crna i zelena plijesan prve i u najvećoj količini nastanjuju voće, dok je bijela, crna i siva plijesan najzastupljenija na povrću.

LITERATURA

Bačić, T. i sur., 2003. Carstvo: Gljive (Fungi), Raznolikost živog svijeta, Školska knjiga, Zagreb, str. 57.

Banović S. Prirodoslovno matematički fakultet Zagreb, Odgovori na postavljena pitanja – E – škola - Biologija, http://e-skola.biol.pmf.unizg.hr/odgovori/odgovor433.htm, pristupljeno, 10. 12. 2015.

Bendelja, D. i sur., 2013. Gljive, Ćorić, S (ur.), Biologija 7: udžbenik iz biologije za 7. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, str. 44 - 48.

Duraković, S. 1991. Prehrambena mikrobiologija – Gljive; morfologija i sistematika, Medicinska naklada Zagreb, 220 - 240.

Đukes, K.2014. Utjecaj sastava kruha na njegovu trajnost, Istraživački rad za natjecanje iz biologije, str. 9., Hrvatsko biološko društvo, Rukopisi učenika 2014, http://www.hbd-sbc.hr/natjecanja-ucenika/drzavno-natjecanje-mladih-biologa/natjecanje-iz-biologije-2014/rukopisi-ucenika-2014/ pristupljeno 22.2. 2016.

Kupina A. Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, Odgovori na postavljena pitanja – E – škola - Biologija, http://e-skola.biol.pmf.unizg.hr/odgovori/odgovor391.htm, pristupljeno 9. 12. 2015.

Ožegovic, L., Pepelnjak, S. 1995. Mikotoksikoze, školska knjiga, Zagreb

Perši N. i sur., 2011. Mikotoksini u žitaricama i hrani životinjskog podrijetla, https://www.google.hr/webhp?sourceid=chromeinstant&ion=1&espv=2&ie=UTF8#q=kontaminacija+hrane+ovisi+o+plijesnima, pristupljeno 21. 1. 2016.

Toplak, G. K. 2005. Domaće ljekovito bilje, Mozaik Knjiga, Zagreb

UTJECAJ KAVE I FIS COLE NA RAST I RAZVOJ GRAHA

Paola Joza, VII. razred

OŠ Petra Preradovića, Zadar
Mentor: Mirica Brekalo

SAŽETAK
Tema istraživanja bila je na koji način tekućine za zalijevanje (voda, kava, Fis Cola) utječu na rast i razvoj graha. Ciljevi rada su uočiti i izmjeriti razliku u rastu biljaka koje su zalijevane različitim tekućinama (vodom, kavom, Fis Colom) i doznati utječe li tekućina za zalijevanje na količinu i raspored kloroplasta u listu. Provedeno je istraživanje na grahu mahunaru. Sadnice graha zalijevane su različitim tekućinama (voda, kava, Fis Cola). Svakom tekućinom zalijevane su po dvije posude. Svakih deset dana uzimali su se podaci o visini stabljike, broju listova i duljini listova te su se zapažanja fotografirala digitalnim fotoaparatom. Na temelju tih podataka došlo se do rezultata da grah zalijevan kavom ima najveću promjenu u visini stabljike (36.3 cm), broju listova (22) i duljini lista (7.6 cm). Uzeti su listovi biljaka graha koje su zalijevane vodom, kavom i Fis Colom i maceracijom napravljeni preparati. Zaključeno je da u listu biljke graha koji je zalijevan kavom ima najviše kloroplasta, a u listu biljke graha koji je zalijevan Fis Colom ima najmanje kloroplasta.

Ključne riječi: *modelna biljka grah, stabljike, listovi, kloroplasti, tekućine*

UVOD

U svojoj prehrani čovjek koristi različite napitke koji mogu biti štetni za zdravlje. Pretjerano konzumiranje može uzrokovati različite zdravstvene probleme. U istraživanju se želi saznati kako djeluju kava i Fis Cola na razvoj graha.

Grah nazivamo sjeme biljke *Phaseolus vulgaris* iz porodice lepirnjače (Pavletić i Primc-Habdija,1999). Na svijetu postoji oko 70 vrsta ove biljke.

Grah je jednogodišnja biljka koja je došla iz Amerike u Europu u 16. stoljeću. Razlikujemo mladi i suhi grah. Mladi grah dostupan je svega nekoliko mjeseci u godini, a suhi se može nabaviti i konzumirati uvijek. Grah posjeduje iznimnu energetsku vrijednost te sadrži gotovo sve esencijalne aminokiseline. Pored toga sadrži lecitin te različite minerale.

Biljka graha može biti niska ili visoka. Niski i visoki grah treba otvoreno i sunčano stanište. Zemlja treba biti plodna i dobro ocijeđena, a najbolje je kada se pognoji tijekom prethodne jeseni. Rana se sadnja može osigurati ako se grah posadi pod staklo u lonce ili module već sredinom proljeća i presadi na otvoreno nakon što prođe opasnost od mraza (Tomić 1999). Može se saditi i direktno u zemlju i natkriti zaštitnim pokrovima. Većina vrtlara ipak nastoji pričekati do kraja proljeća, kad su uvjeti za to savršeni, i siju ga direktno u zemlju (Bird 2005).

Prva sjetva počinje tek u svibnju, no grah mahunar može se sijati kontinuirano sve do kraja srpnja. Redovito zalijevanje osnovni je uvjet brzog rasta graha, pa će se prve mahune već pojaviti za dva mjeseca (Benyovsky Šoštarić 2010.). Ranijom se berbom dobivaju kvalitetnije mahune s manjim prinosom, dok se kasnijom berbom smanjuje kvaliteta mahuna (Tomić 1999). Visoke sorte beru se ručno u više navrata kako dospijevaju u tehnološku zriobu, a prinos im je u pravilu dvostruko veći od niskih sorata (Burza voća i povrća 2014).

U uzgoju graha ne pojavljuju se mnogi problemi. Puževi znaju biti najveća napast, naročito u fazi kad biljke tek niču, ali mogu jesti i mahune. Problem mogu biti i crna muha te gljivične bolesti (Bird 2005.).

Prema studiji Sveučilišta u Melbourneu kava je 'najčešće korištena psihoaktivna droga', a pijenje više od pet šalica dnevno može uzrokovati da se čuju, kako kažu znanstvenici, stvari koje ne postoje. Prema istraživanjima Nacionalnog instituta za dijabetes te probavne i bubrežne bolesti umjerena količina kave može pomoći jetri u detoksikaciji, međutim, prevelika količina može imati sasvim suprotan učinak te ometati funkciju jetre. Prema studiji Sveučilišta Carnegie Mellon kava može stimulirati srce i uzrokovati plitko disanje. Plitko disanje koje uzrokuje prevelika količina kave može ometati protok kisika u mozgu, što šteti procesu donošenja odluka. Ovaj efekt varira od osobe do osobe, ovisno o tome koliko dobro tijelo može preraditi kofein, a prosječno su potrebna 24 sata da bi ga organizam preradio u potpunosti.

Australski znanstvenici uspjeli su dokazati kako kava poboljšava obrađivanje informacija i opseg slušanja te primanja poticajnih poruka. Oni tvrde da kofein kod ljudi stvara bolje raspoloženje i jača sposobnost razmatranja sadržaja poruke, zbog čega se lakše služe porukom. Desetogodišnje istraživanje pokazalo je kako kod osoba koje piju tri šalice kave dnevno, mentalna sposobnost u kasnijim godinama manje opada. Testovi kojima su se ispitivale ispitanikove kognitivne sposobnosti pokazali su kako je mentalna sposobnost osoba koje nisu pile kavu opadala četiri puta brže. Prema objašnjenju znanstvenika koji su proveli istraživanje kofein ojačava memoriju tako što utječe na moždane receptore (Cover magazin 2013).

Sva bezalkoholna gazirana pića na svijetu imaju približno istu formulu: 90% vode i 10% šećera. Voda i šećer su, dakle, osnovni sastojci i Fis Cole, kojima se dodaje ugljični dioksid, karamela, ortofosforna kiselina, prirodne arome i kofein (4D portal 2013).

Ostali sastojci Fis Cole su: fenilalanin (phenylalanine), fosforna kiselina (phosphoric acid) ili E338, aspartam (aspartame) ili E951, kofein (caffeine), natrij citrat (sodium citrate/trisodium citrate), natrij benzoat (sodium benzoate) ili E211 (4D portal 2013).

Podatci o uzgoju graha te štetno djelovanje Fis Cole i kave na ljudsko zdravlje potakli su odluku da se istraži kako ti sastojci djeluju na biljku.

U listopadu 2015. god. započelo je istraživanje utjecaja kave, Fis Cole i vode na rast i razvoj graha zranaša.

U dobivanju rezultata postavljeno je nekoliko pitanja:

- Mogu li se kava i Fis Cola pokazati uspješnim u razvoju graha?
- Utječu li tekućine na razvoj biljke graha?
- Koje su štetnosti kave i Fis Cole na grah?

Ciljevi rada su:

- uočiti i izmjeriti razliku veličina biljaka zalijevanih kavom i Fis Colom

- doznati utječu li kava i Fis Cola na rast i razvoj biljke te količinu kloroplasta u listu
- pokazati da Fis Cola štetno utječe na čovjeka preko pokusa na grahu.

Pretpostavlja se da će voda i kava za zalijevanje biljke graha biti najpogodnije i da će se biljke najbolje razvijati. Voda je važna za razvoj jer sadrži tvari koje su potrebne biljci. Kava sadrži mineralne tvari za razvoj biljke. Fis Cola bi mogla štetno djelovati na biljku jer sadrži razne štetne tvari koje loše djeluju na čovjeka. Uspoređivanjem utjecaja kave i Fis Cole na čovjeka pretpostavilo se da će kava imati veći utjecaj na brzinu razvoja i sam razvoj biljke.

METODE RADA

U istraživanju su se koristile sjemenke graha zrnaša (60 sjemenki) (*Phaseolus vulgaris* L.), voda, kava Nescafe Sensazione Creme, Fis Cola, drveni štapovi za pridržavanje biljki, posude za biljke, humusni supstrat za uzgoj biljaka te metar.

Uzgoj graha

U šest posuda za sadnju stavljeno je po 250 g humusnog supstrata te sjemenke graha. Na posude su se stavile oznake V,V1,K,K1,C i C1. Posude s oznakama V i V1 zalijevane su vodom te su služile kao kontrolne posude. Posude s oznakama K i K1 zalijevane su kavom. Posude s oznakama C i C1 zalijevane su Fis Colom. U svaku posudu stavljeno je 10 sjemenki na dubinu od 1 cm. Nakon sadnje, dvije posude supstrata zalijevane su vodom, dvije kavom te dvije Fis Colom. Zaliveno je sa 100ml kave, Fis Cole i vode. Zalijevajući sjemenke, pazilo se da se svaki put zapiše količina utrošene vode, kave i Fis Cole kako bi se na kraju pokusa mogle usporediti. Posude su smještene na toplo i osvijetljeno mjesto.

U narednom periodu (listopad, studeni i prosinac) njega biljaka nastavljena je redovitim zalijevanjem prema uzorku – dvije posude vodom, dvije kavom te dvije Fis Colom. Biljke su bile izložene dovoljnoj količini dnevne svijetlosti.

U razdoblju od tri mjeseca (listopad, studeni i prosinac 2015. godine) promatran je razvoj graha. Svaki deseti dan pregledavala se klijavost sjemenki (brojanje), a nakon devet dana mjerile su se metrom. Svako mjerenje praćeno ja na isti dan i u isto vrijeme. Sve promjene praćene su tablično, grafički te fotografirane digitalnim fotoaparatom. U tablici je prikazana prosječna visina stabljike, prosječan broj listova i prosječna duljina lista za svaki datum mjerenja. Razvijene biljke (šest posuda) izvagat će se i odredit će se težine pojedinih organa kod biljaka. Rezultati će biti prikazani tablično, grafički i fotografijama s digitalnog fotoaparata. Listovi će se dati kuniću, a ljudi će pojesti plodove.

Pokus se ponovio još jednom, ali su se sjemenke sijale u prozirne staklene posude, a na dno je stavljen pamuk umjesto zemlje. Svaka se posuda označila oznakama V, V1 (kontrolno), K, K1 (posude zalijevane kavom) i C, C1 (posude zalijevane Fis Colom). Posude su postavljene na toplo mjesto te se pregledavala klijavost sjemenki (brojanje) i uspoređivala razgranatost korijena. Rezultati su prikazivani tablično, grafički te fotografirano digitalnim fotoaparatom. U tablici će biti prikazana prosječna duljina korijena.

Mikroskopiranje

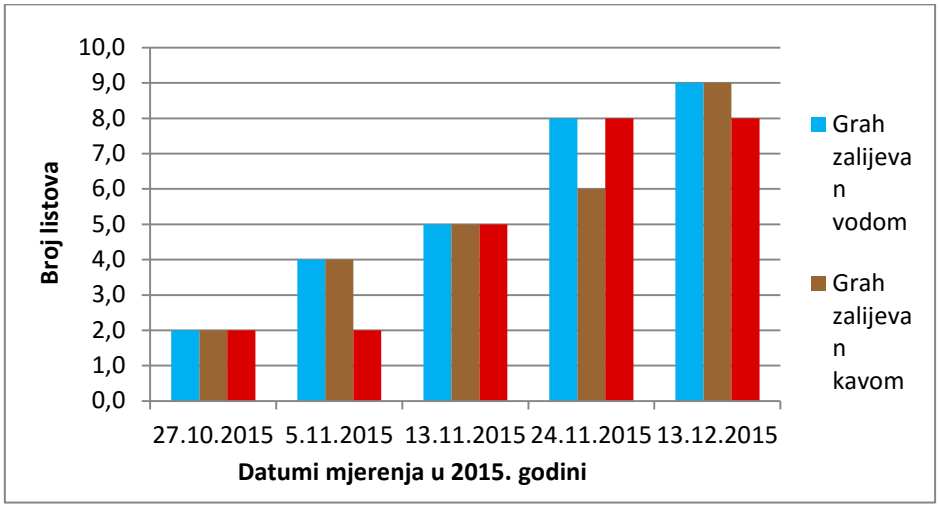
Od uzgojenih biljaka iz posuda koje su obilježene oznakama V, V1 (kontrolne), K, K1 (posude zalijevane kavom) i C, C1 posude zalijevane Fis Colom) uzeti su listovi. Listovi su presavinuti, izrezani škarama na manje komadiće i stavljeni u tarionik. Dodano je malo vode i listovi su zgnječeni batićem. Takav proces dobivanja preparata zove se maceracija. Preparati su položeni na predmetno stakalce. Kapaljkom je dodana kap vode. Sve je prekriveno pokrovnim stakalcem. Mikroskopiranjem je utvrđen broj i veličina kloroplasta te njihov smještaj u listu. Rezultati su prikazani tablično.

REZULTATI

Istraživanje je započelo 18.listopada 2015. godine i trajalo je do 10.siječnja 2016. godine. Mjerenje graha započelo je 27. listopada 2015. godine, a zadnje mjerenje je bilo nakon 47 dana. Kraj eksperimenta s uspoređivanjem i mjerenjem bio je 10.siječnja 2016. godine. Prve sjemenke niknule su nakon 6 dana, a ostale nakon desetog dana.

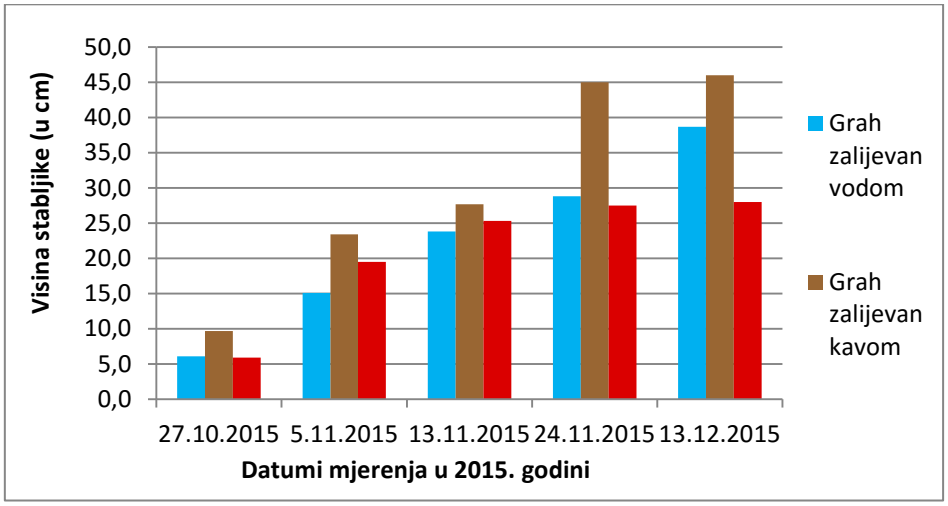
Od 20 zasađenih sjemenki, kod graha koji je zalijevan vodom proklijalo ih je 4, kavom 6 i Fis Colom 2.

Kod graha zalijevana vodom, od 27.10.2015. do 13.12.2015., prosječan broj listova povećao se za 7. U prethodno navedenom razdoblju, prosječan broj listova graha zalijevana kavom povećao se za 7, a kod graha zalijevana Fis Colom prosječan broj listova povećao se za 6 (slika 1).



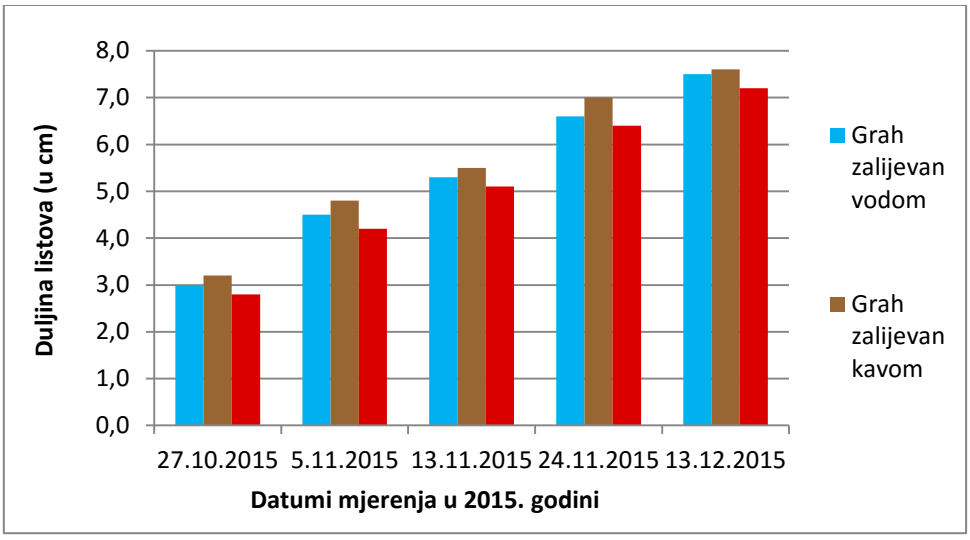
Slika 1 Prosječan broj listova graha zalijevana vodom, kavom i Fis Colom

Kod graha zalijevana vodom, od 27.10.2015. do 13.12.2015., prosječna duljina stabljike povećala se za 32.6 cm. U prethodno navedenom razdoblju, prosječna visina stabljike graha zalijevana kavom povećala se za 36.3 cm, a kod graha zalijevana Fis Colom prosječna visina stabljike povećala se za 22.1 cm (slika 2).



Slika 2 Prosječna visina stabljike graha zalijevana vodom, kavom i Fis Colom

Kod graha zalijevana vodom, od 27.10.2015. do 13.12.2015., prosječna duljina listova povećala se za 4.5 cm. U prethodno navedenom razdoblju, prosječna duljina listova graha zalijevana kavom povećala se za 4.4 cm, a prosječna duljina lista graha zalijevana Fis Colom se povećala za 4.4 cm (slika 3).



Slika 3 Prosječna duljina listova graha zalijevana vodom, kavom i Fis Colom

Prosječna težina lista graha zalijevana vodom je 0.9 grama, zalijevana kavom 1.6 grama i zalijevana Fis Colom 0.63 grama. Prosječna težina korijena graha zalijevana vodom je 5 grama, zalijevana kavom 5.8 grama i zalijevana Fis Colom 4.7 grama (tablica 1).

Tablica 1 Težina listova i korijena graha koji je zalijevan vodom, kavom i Fis Colom

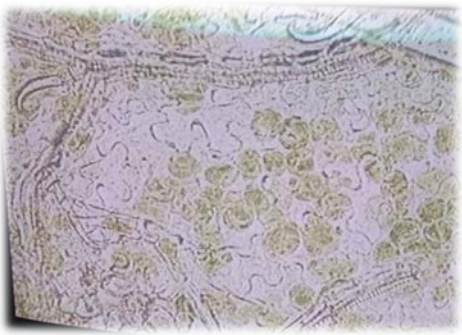
Tekućina za zalijevanje	Težina lista	Težina korijena
Voda	0.9 grama	5 grama
Kava	1.6 grama	5.8 grama
Fis Cola	0.63 grama	4.7 grama

Listovi graha dati su kuniću. One zalijevane vodom je pojeo sve. Listove graha zalijevana kavom je onjušio i počeo jesti, ali je nakon nekog vremena stao. Listove graha zalijevana Fis Colom nije pojeo. Mahune su probane. Mahune graha zalijevana vodom bile su blago gorke. Mahune graha zalijevana kavom gotovo uopće nisu bile gorke. Mahune graha zalijevana Fis Colom bile su gorkog okusa.

U listu graha koji je zalijevan vodom uočeno je da su kloroplasti raspoređeni ravnomjerno po listu te da su gusto zbijeni u biljnim stanicama (slika 4).

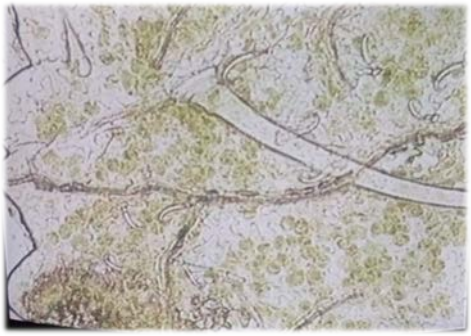
Slika 4 Kloroplasti u listu koji je zalijevan vodom, povećanje 400x

U listu graha koji je zalijevan kavom kloroplasti su raspoređeni neravnomjerno po listu, ali još gušće zbijeni u biljnoj stanici nego kod onog zalijevanog vodom (slika 5).



Slika 5 Kloroplasti u listu koji je zalijevan kavom, povećanje 400x

U listu graha koji je zalijevan Fis Colom uočeno je da su kloroplasti neravnomjerno raspoređeni po listu te da su rijetko raspoređeni u biljnoj stanici (slika 6).



Slika 6 Kloroplasti u listu koji je zalijevan Fis Colom, povećanje 400x

Pokus je ponovljen, ali su sjemenke graha posađene u staklene zdjelice punjene vatom i papirnatima ubrusima. U svaku staklenu zdjelicu zasađene su po tri sjemenke graha, prekrivene papirnatim ubrusom i vatom. Svaka staklena zdjelica zalijevana je ili vodom, ili kavom, ili Fis Colom. Pratila se veličina korijena sjemenki graha koje su zalijevane vodom, kavom ili Fis Colom. U 9 dana najbolje se razvio korijen graha zalijevan vodom. Narastao je 7 cm i razgranao se. Drugi najbolji korijen je korijen graha zalijevan kavom koji je narastao 1.5 cm. Najgori korijen je korijen graha koji je zalijevan Fis Colom. On uopće nije narastao, nego se upljesnivio. U tablici 2 su prikazani podatci veličine korijena graha koji je zalijevan vodom, kavom i Fis Colom.

Tablica 2 Veličine korijena graha koji je zalijevan vodom, kavom ili Fis Colom

Tekućina za zalijevanje	Veličina korijena
Voda	7 cm
Kava	1.5 cm
Fis Cola	0 cm

RASPRAVA

Rast i razvoj biljaka ovise o mnogim vanjskim čimbenicima te se smatra da i različite tekućine za zalijevanje kao vanjski čimbenici mogu utjecati na promjene u brzini i kvaliteti rasta i razvoja biljke. U radu rezultati su potvrđeni s rezultatima istraživanja (Tomić 1970).

Do sada nije detaljno poznato kakav utjecaj imaju pojedine tekućine za zalijevanje.

Ispitivanje je provedeno na uzorcima graha koji su zalijevani vodom, kavom i Fis Colom.

Cilj rada je uočiti razlike u rastu i obliku biljaka izloženih različitim tekućinama za zalijevanje te odrediti broj kloroplasta u listu.

Tijekom mjerenja bilježeni su: visina stabljike, broj listova i duljina listova.

Grah zalijevan vodom i kavom ima najveći prosječni broj listova -9. Grah zalijevan Fis Colom ima najmanji prosječni broj listova -9.

Stabljika graha zalijevana kavom je najviša, čak 46 cm. Stabljika graha zalijevana vodom narasla je 38.7 cm, a stabljika graha zalijevana Fis Colom narasla je 28 cm.

Najveći je list graha zalijevana kavom koji je narastao 7.6 cm. Najmanji je list graha zalijevana Fis Colom koji je narastao 7.2 cm.

Grah zalijevan kavom imao je najveću težinu lista (1.6 g). Grah zalijevan Fis Colom imao je najmanju težinu lista (0.63 g).

U odnosu na grah koji je zalijevan kavom i Fis Colom, kuniću su se najviše svidjeli listovi graha koji je zalijevan vodom. U odnosu na grah koji je zalijevan kavom i vodom, kuniću su se najmanje svidjeli listovi graha koji su zalijevani Fis Colom. U odnosu na mahune graha koje su zalijevane vodom i Fis Colom, mahune graha koji je zalijevan kavom imale su najmanje gorak okus. U odnosu na mahune

graha koji je zalijevan vodom i kavom, mahune graha koji je zalijevan Fis Colom imale su najgorči okus.

Pretpostavka da će kava najbolje potpomoći rastu biljke graha i da će Fis Cola najgore utjecati pokazale su se točnima. Iako je kava najbolje utjecala na rast i razvoj graha, kunić je ipak najviše pojeo listove graha koji je zalijevan vodom.

U pokusu gdje se grah posadio u staklenu posudu i prekrio vatom i papirnatim ubrusima, rezultati su drugačiji nego u pokusu gdje je grah bio posađen u zemlji. U odnosu na grah koji je zalijevan kavom čiji je korijen narastao samo 1.5 cm i grah koji je zalijevan Fis Colom čiji se korijen uopće nije razvio, voda je kao tekućina za zalijevanje pokazala najbolje rezultate jer je korijen graha koji je zalijevan vodom narastao 7 cm. Dobiveni rezultat potvrđuje da je voda najbolja tekućina za razvoj korijena i to je u skladu s podatcima(Bird 2005). U odnosu na grah koji je zalijevan kavom čiji je korijen narastao 1.5 cm i grahom koji je zalijevan vodom čiji je korijen narastao 7 cm, Fis Cola se kao tekućina za zalijevanje pokazala najlošijom jer korijen graha koji je zalijevan Fis Colom nije narastao nego se upljesnivio.

Mikroskopiranjem graha dokazalo se da najviše kloroplasta ima kod graha koji je zalijevan kavom, ali nisu ravnomjerno raspoređeni. Grah koji je zalijevan vodom ima manje kloroplasta od graha koji je zalijevan kavom, ali su pravilno raspoređeni. Grah koji je zalijevan Fis Colom ima najmanje kloroplasta u biljnoj stanici te nisu ravnomjerno raspoređeni u listu. Dobiveni rad potvrđuje moju hipotezu da je Fis Cola štetna ne samo za biljke već i za ljude što se nalazi na web stranici http://www.4dportal.com (2013). U odnosu na grah koji je zalijevan kavom i Fis Colom kuniću su se najviše svidjeli listovi graha koji je zalijevan vodom.

Kloroplast je važan za fotosintezu što znači da će biljke koje imaju najviše kloroplasta biti najkvalitetnije.

ZAKLJUČCI

- Tekućina za zalijevanje utječe na rast i razvoj graha.
- Grah zalijevan kavom ima najbolje promjene; ima najveću promjenu broja listova, najveću promjenu visine stabljike i najveću promjenu duljine listova.
- Grah zalijevan Fis Colom ima najlošije promjene; ima najmanju promjenu broja listova, najmanju promjenu visine stabljike i najmanju promjenu duljine listova.
- Grah zalijevan Fis Colom dao je najlošije rezultate na svim područjima, a grah zalijevan kavom je dao najbolje rezultate.
- Ovim istraživanjem potvrđene su hipoteze da će kava najbolje utjecati na rast i razvoj biljke graha, a da će Fis Cola najlošije utjecati na rast i razvoj biljke graha.
- Grah zalijevan vodom razvio je najveći korijen u pokusu s vatom.
- Grahu koji je zalijevan Fis Colom uopće se nije razvio korijen, nego se upljesnivio u pokusu s vatom.
- Učenici i šira javnost moraju se upoznati sa štetnim utjecajem Fis Cole.
- Istraživanjem je dokazano da je Fis Cola štetna za biljke i za ljude.
- Rezultati rada mogu se primijeniti u svakodnevnom životu.

LITERATURA

Benyovsky Šoštarić K., 2010., Zeleni kvadrat, Tisak Profil, Zagreb, str.232.-235.

Bird R.,2005., Vrtlarstvo u voćnjaku i povrtnjaku,LEO-COMMERCE, Rijeka, str. 176 - 177.

Burza voća i povrća http://www.bvp.hr/Enciklopedija/325/Povrce/Grah/, pristupljeno 28. studenog 2015.god.

Istina o Coca Coli, http://www.4dportal.com/ljudi-iznad-vremena/1235-istina-o-coca-coli, pristupljeno 4. prosinca 2015.god.

O kavi i utjecaju kave na naš organizam, http://covermagazin.com/kava.htm, pristupljeno 4. prosinca 2015.god.

Pavletić Z. , Primc- Habdija B., 1999., Živi svijet, Profil International, Zagreb, str.118.

Tomić S. A.,Povrtlarstvo,Univerzitet u Sarajevu,Sarajevo, str. 232-241.

RASPROSTRANJENOST ŠIROKOLISNE VEPRINE (*Ruscus hypoglossum* L.) U PARK ŠUMI TEPEC - PALAČNIK - STRAŽNIK

Jakov Uzelac, 7. razred
Ema Volar, 7. razred

OŠ Bogumila Tonija, Samobor
Mentor: Nataša Kletečki

SAŽETAK
U svom radu prezentiramo rezultate istraživanja rasprostranjenosti širokolisne veprine (*Ruscus hypoglossum* L.) na 15 lokaliteta u park šumi *Tepec-Palačnik-Stražnik.* Istraživanje je provedeno od jeseni 2015. g. do proljeća 2016. g. Tijekom istraživanja određivali smo učestalost (U2), gustoću (G2) i pokrovnost (P) na po pet lokaliteta u svakom od tri predjela izabranog područja istraživanja. Koristili smo se petostupanjskim ljestvicama za procjenu učestalosti, gustoće i pokrovnosti. Uočili smo kako je širokolisna veprina na istraživanom području rasprostranjena na čak 14 od 15 lokaliteta.Učestalija je na sjevernim ekspozicijama i većim nadmorskim visinama, dok je manje prisutna na kiselim tlima i nižim nadmorskim visinama. Njezina najveća učestalost je na području predjela Palačnik u šumi bukve na sjevernoj ekspoziciji, a najmanja na području predjela Stražnik u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba na JZ ekspoziciji. Veća je učestalost uglavnom povezana s većom gustoćom i pokrovnošću. Na lokalitetima/predjelima gdje je širokolisna veprina najučestalija potrebno je poduzeti učinkovitije mjere njezine zaštite od onih koje se danas primjenjuju.

Ključne riječi: *širokolisna veprina, park šuma, učestalost, gustoća, pokrovnost*

UVOD

Svoje smo istraživanje provodili na području park šume *Tepec - Palačnik - Stražnik*. Naziv park šume potječe od imena triju predjela Samoborskog gorja čije sjeverne, sjeveroistočne i sjeverozapadne padine zauzima. Područje park šume *Tepec - Palačnik - Stražnik* pripada krškom tipu reljefa. Na formiranje tala na ovom području utjecali su: matični supstrat, reljef, klima i vegetacija.

Klima ovog područja klasificirana prema Köppenovoj klasifikaciji pripada "Cfwbx" tipu *C - toplo - umjereno kišne klime.* Ovaj tip klime karakteriziraju svježa ljeta i oborine podjednako raspoređene tijekom cijele godine, a hladna godišnja doba najsuši su dio godine. Maksimumi oborina su u rano proljeće i kasnu jesen. Srednja temperatura najtoplijeg mjeseca niža je od 22^{0}C, a više od četiri mjeseca u godini srednja je temperatura viša od 10 ^{0}C. Reljef utječe na količinu oborina, jer se porastom nadmorske visine povećava i godišnja količina oborina (Penzar i Penzar, 1982).

Naš grad i njegovu okolicu tijekom cijele godine posjećuje veliki broj turista i planinara. Nerijetko se dogodi da u zaštićenim dijelovima prirode sakupljaju zaštićene biljke. Park šuma *Tepec - Palačnik - Stražnik* jedna je od najposjećenijih turističkih destinacija. Ujedno je i najizloženija nekontroliranom sakupljanju biljaka, posebno onih koje se koriste u cvjetnim aranžmanima kao što su širokolisna veprina, božikovina i proljetnice. Zbog toga smo za temu našeg istraživanja izabrali baš širokolisnu veprinu i park šumu *Tepec - Palačnik - Stražnik* kao njezino stanište. Park šuma *Tepec - Palačnik - Stražnik* bila nam je zanimljiva i iz razloga što se ove godine obilježava 150 g. perivoja Anindol koji je danas dio park šume.

Ruscus hypoglossum L., širokolisna veprina (slika 1), je vazdazeleni, dvodomni, više ili manje uspravni i od 40 do 60 cm visoki polugrm. Pripada porodici *Asparagaceae*. Osim naziva širokolisna veprina, u literaturi se uporabljuje i naziv mekolisna veprina (Nikolić, 2016). Ima polegnute, slabo razgranjene stabljike s duguljasto lancetastim, eliptičnim ili jajastim, kožastim i mekanim listovima. Dugi su 3 - 11 cm i 1-5,2 cm široki, ušiljena vrha i paralelne nervature. Filokladiji se razvijaju u pazušcima sitnih, reduciranih, ljuskavih listova širokih do 0,5 cm. Korijenov sustav joj je puzajući i osrednje razvijen. Širokolisna veprina cvate od ožujka do svibnja. Plod joj je okruglasta, mesnata, crvena boba promjera 1-2 cm koja dozrijeva od rujna do prosinca.

(Prodaja zelenila, 2016)

Slika 1. Širokolisna veprina *Ruscus hypoglossum L.*

Rasprostranjena je u srednjoj i južnoj Europi, Maloj Aziji, na poluotoku Krimu i sjeveru Afrike. U nas je rasprostranjena na području Slavonije, Hrvatskog zagorja, Medvednice, Samoborskog gorja, Gorskog kotara, Like, Velebita, otoka Cresa i Lošinja, kao i okolice grada Nina. Zbog nekontroliranog sabiranja i uništavanja, širokolisna veprina je gotovo potpuno nestala s mnogih prirodnih staništa te je u nas, kao i u većini zemalja gdje je prirodno rasprostranjena, zakonom zaštićena vrsta (Šilić, 1983). Pripada kategoriji gotovo ugroženih vrsta (NT) (Nikolić i Topić, 2005).

Ciljevi našeg istraživanja bili su:

- odabrati 15 lokaliteta površine 5x5 m na istraživanom području,
- geokodirati lokalitete tj. odrediti geografski položaj njegova središta u prostoru Gaus-Krügerovim koordinatama,
- odrediti prisutnost širokolisne veprine na odabranim lokalitetima,
- procjeniti učestalost, gustoću i pokrovnost širokolisne veprine na odabranim lokalitetima prema predjelima istraživanja,
- odrediti prosječnu učestalost širokolisne veprine prema odabranim predjelima istraživanja
- odrediti prosječnu učestalost širokolisne veprine prema tipu šumske zajednice u kojoj je smješten lokalitet.

Pretpostavke:

- širokolisna veprina (*Ruscus hypoglossum* L.) rasprostranjena je na području park šume Tepec - Palačnik - Stražnik.
- rasprostranjenost širokolisne veprine (*Ruscus hypoglossum* L.) ovisi o tipu staništa tj. šumskoj zajednici.

- širokolisna veprina (*Ruscus hypoglossum* L.) rasprostranjena je na području predjela Tepec gdje postoji najveća mogućnost uništavanja njezinih staništa.

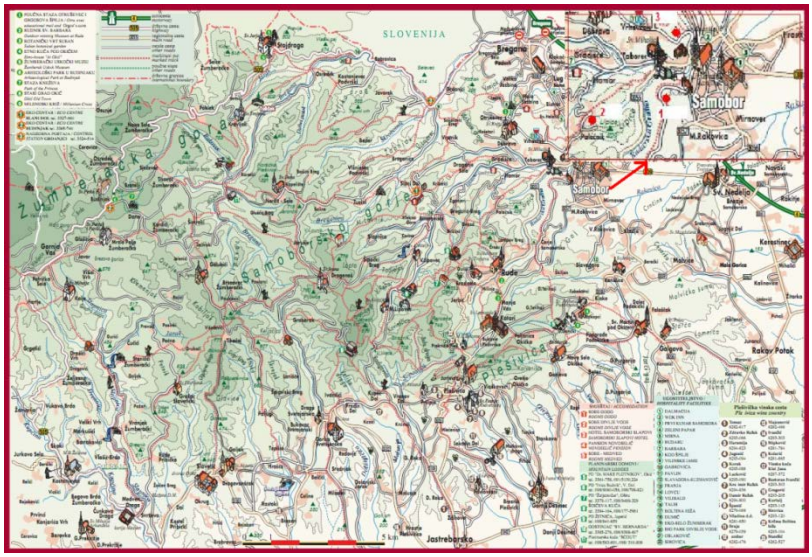
Svoje ćemo rezultate prezentirati na javnom predavanju u gradskoj knjižnici grada Samobora povodom Dana planeta zemlje, a snimljene fotografije izložiti u prostorijama Javne ustanove za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Zagrebačke županije.

METODE RADA

Istraživanje rasprostranjenosti širokolisne veprine (*Ruscus hypoglossum* L.) provodili smo na području park šume Tepec - Palačnik - Stražnik.

Područje istraživanja

Park šuma *Tepec - Palačnik - Stražnik* ukupne je površine 350,15 ha, zakonom je zaštićena od 1970.g., a sastoji se od predjela Tepec, Palačnik i Stražnik. Predjel Tepec obuhvaća greben koji na zapadu omeđuje desna obala potoka Rudarske Gradne, na sjeveru potok Gradna, a na istoku i jugoistoku privatni posjedi. Predjel Palačnik se nadovezuje na predjel Tepec prema zapadu i obuhvaća površine između lijeve obale Rudarske Gradne i desne obale glavnog potoka Gradne, te privatnih posjeda s južne i jugozapadne strane. Predjel Stražnik je najmanji kompleks koji obuhvaća kosu sa sjeverozapadne strane Samobora. Ovo područje je brdovito sa izraženim grebenima i strmim padinama. Najviša kota predjela Tepec iznosi 394 m, predjela Palačnik 429 i predjela Stražnik 280 m. Nagibi su na ovom prostoru pretežno veliki i kreću se od 15 do 50°, a često prelaze i 50°, dok je ekspozicija pojedinih predjela vrlo različita. Na području park šume *Tepec - Palačnik - Stražnik* razvile su se sljedeće šumske zajednice: šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s bukvom, brdska šuma bukve, šuma bukve i bekice, šuma kitnjaka i pitomog kestena, šuma hrasta medunca i crnog graba. Unutar navedenih šumskih zajednica nalaze se i zasađene sastojine smreke, crnog bora i ariša (anonimus, 1995). Evidentiranje širokolisne veprine provodili smo na 15 lokaliteta parka šume *Tepec - Palačnik - Stražnik* označena na karti brojevima 1, 2, 3 (slika 2).



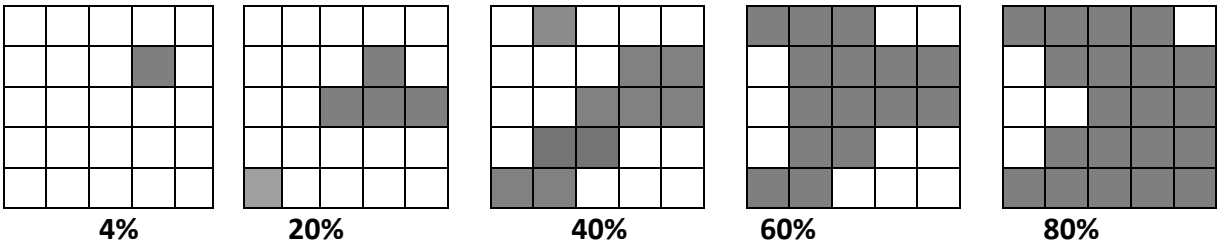
Slika 2. Područje istraživanja - Turistička karta grada Samobora i njegove okolice (Krivec, 1998) , oznake predjela na karti: **1 – Tepec, 2 – Palačnik, 3 - Stražnik**

Rad na terenu

Istraživanje smo provodili od jeseni 2015. g. do proljeća 2016. g. na 15 lokaliteta površine 5x5 m unutar područja parka šume *Tepec - Palačnik - Stražnik*. Prije početka istraživanja dobili smo suglasnost Javne ustanove Zeleni prsten Zagrebačke županije i Šumarije Samobor, ustanova koje upravljaju park šumom *Tepec - Palačnik - Stražnik*. Biljke smo determinirali uz sljedeću literaturu: Javorka - Csapody (1975) i Domac (1994). Tijekom terenskih istraživanja za svaki lokalitet odredili smo: učestalost (U2), gustoću (G) i pokrovnost (P) širokolisne veprine.

Učestalost (U2), širokolisne veprine

Učestalost je udio ploha na kojima je prisutna neka svojta u usporedbi sa svim promatranim plohama, a iskazuje se u % u odnosu na ukupnu promatranu površinu. U procjeni smo se služili okvirnom vizualizacijom učestalosti (slika 3).



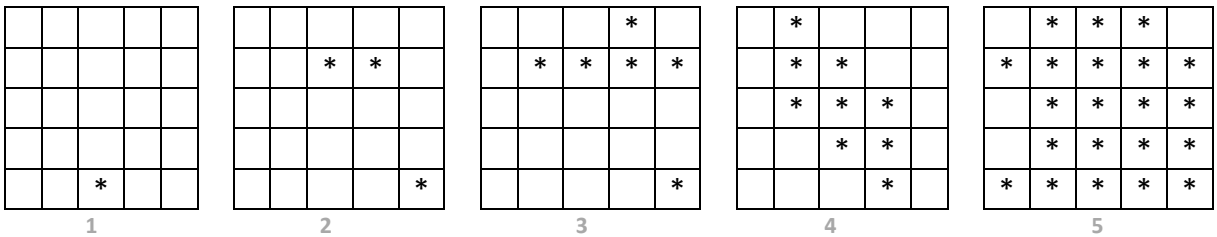
Slika 3. Okvirna vizualizacija učestalosti (postotak površine na kojoj je svojta prisutna) (Nikolić, 2006)

Gustoću populacije (G2) širokolisne veprine

Gustoća je izmjeren ili procijenjen broj jedinki po jedinici površine. Procijenili smo gustoću širokolisne veprine na odabranim lokalitetima. Procjena gustoće temelji se na uporabi standardiziranih ljestvica za procjenu gustoće jedinki neke svojte. Koristili smo ljestvicu prema Braun - Blanquetu s pet stupnjeva (slika 4, tablica 1). Rezultat procjene uporabom ove petostupanjske ljestvice predstavlja okvirnu brojnost.

Tablica 1. Ljestvica za procjenu brojnosti jedinki prema Braun - Blanquetu (Nikolić, 2006)

Stupanj	Opis
1	vrlo rijetko nazočna
2	rijetko nazočna
3	Slabo nazočna
4	brojno nazočna
5	vrlo brojno nazočna



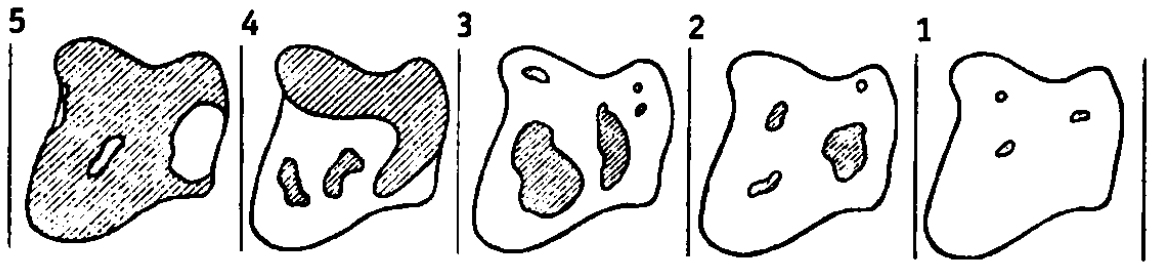
Slika 4. Okvirna vizualizacija petostupanjske ljestvice za procjenu brojnosti jedinki prema Braun - Blanquetu (Nikolić, 2006)

Pokrovnost (P) širokolisne veprine

Za procjenu pokrovnosti širokolisne veprine primjenjivali smo ljestvicu za procjenu pokrovnosti prema Braun - Blanquetu (slika 5, tablica 2).

Tablica 2. Ljestvica za procjenu pokrovnosti prema Braun-Blanquetu (Nikolić, 2006)

Stupanj	Pokrovnost (%)
5	75-100
4	50-75
3	25-50
2	10-25
1	1 - 10



Slika 5. Okvirna vizualizacija petostupanjske ljestvice za procjenu pokrovnosti prema Braun - Blanquetu (Nikolić, 2006)

Biljke smo snimili digitalnim fotoaparatom LUMIX, a snimljene fotografije prezentirat ćemo na natjecanju. Za svako stanište širokolisne veprine, na temelju prikupljenih podataka, izradili smo inventarizacijski listić (Nikolić, 2006). U listiću je osim opisa svojte i lokaliteta prikazano što ugrožava staništa širokolisne veprine i predložili način njezine zaštite.

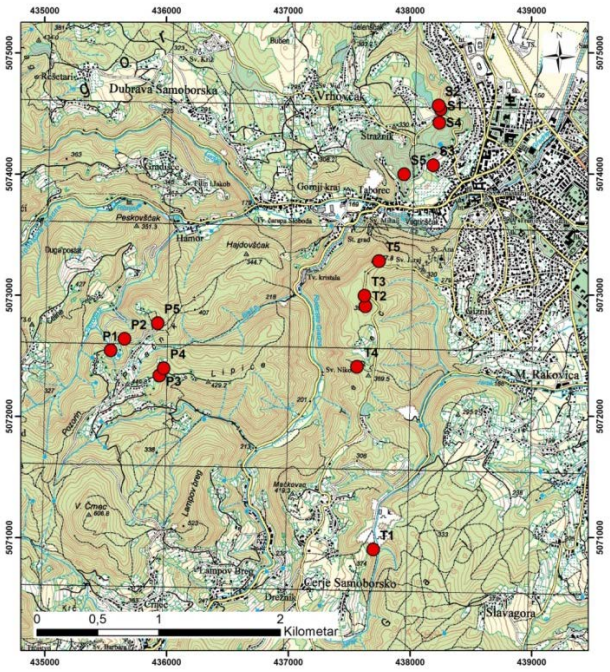
Metoda obrade podataka

Tijekom obrade smo:

- procijenili učestalost, gustoću i pokrovnost širokolisne veprine na odabranim lokalitetima,
- odredili prisutnost širokolisne veprine na odabranim lokalitetima prema predjelima istraživanja,
- odredili prosječnu učestalost širokolisne veprine prema odabranim predjelima istraživanja,
- odredili prosječnu učestalost širokolisne veprine prema tipu šumske zajednice u kojoj je smješten lokalitet.

REZULTATI

U svom smo istraživanju određivali učestalost (U2), gustoću (G2) i pokrovnost (P) na po pet lokaliteta u svakom od tri predjela park šume *Tepec-Palačnik-Stražnik*. Lokaliteti na kojima smo evidentirali širokolisnu veprinu prikazani su na topografskoj karti (slika 6).



Slika 6. Položaj lokaliteta na kojima smo provodili istraživanje na geografskoj karti

Označeni su na slijedeći način: predjel Tepec T1, T2, T3, T4, T5; predjel Palačnik P1, P2, P3, P4, P5; predjel Stražnik S1, S2, S3, S4, S5.

Učestalost, gustoća i pokrovnost širokolisne veprine prema lokalitetima

Iz tablice 3. je vidljivo kako je učestalost, gustoća i pokrovnost širokolisne veprine najmanja na lokalitetu 3 (T3). Najveća učestalost, gustoća i pokrovnost širokolisne veprine zabilježena je na lokalitetu 5 (T5). Ujedno je vidljivo kako se na lokalitetu 4 (T4) učestalost i pokrovnost razlikuju u odnosu na gustoću širokolisne veprine. Sva tri mjerena parametra (učestalost, gustoća i pokrovnost) imaju najveću vrijednost u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba, a najmanju u miješanoj šumi hrasta kitnjaka i pitomog kestena (tablica 3).

Tablica 3. Učestalost, gustoća i pokrovnost proljetnica na lokalitetu Tepec (**crvenom bojom označene najveće vrijednosti učestalosti, gustoće i pokrovnosti, plavom bojom označene najveće vrijednosti učestalosti, gustoće i pokrovnosti**)

lokalitet	stanište	koordinate	visina	ekspozicija	U2	G2	P
T1	miješana šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena	0437698 5070901	392 m	SI	20%	rijetko nazočna, **stupanj 2**	10%-25%, **stupanj 2**
T2	miješana šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena	0437632 5072909	392 m	vrh hrpta	4%	rijetko nazočna, **stupanj 2**	1%-10%, **stupanj 1**
T3	miješana šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena	0437625 5072996	390 m	SZ	**4%**	**vrlo rijetko nazočna, stupanj 1**	**1%-10%, stupanj 1**
T4	miješana šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena	0437565 5072410	365 m	Z	20%	slabo nazočna, **stupanj 3**	10%-25%, **stupanj 2**
T5	miješana šuma hrasta kitnjaka i običnog graba	0437745 5073282	358 m	vrh hrpta	**40%**	slabo nazočna, **stupanj 3**	25%-50%, **stupanj 3**

Najveća učestalost, gustoća i pokrovnost širokolisne veprine na Palačniku zabilježena su na lokalitetu 2 (P2) u šumi bukve, te imaju najveću moguću procijenjenu vrijednost (tablica 4). Najmanja je vrijednost istraživanih parametara na istom predjelu procijenjena na lokalitetu 5 (P5) koji je na najnižoj nadmorskoj visini i u miješanoj šumi hrasta kitnjaka i pitomog kestena (tablica 4).

Tablica 4. Učestalost, gustoća i pokrovnost širokolisne veprine na lokalitetu Palačnik (**crvenom bojom označene najveće vrijednosti učestalosti, gustoće i pokrovnosti, plavom bojom označene najveće vrijednosti učestalosti, gustoće i pokrovnosti)**

lokalitet	stanište	koordinate	visina	ekspozicija	U2	G2	P
P1	šuma bukve	0435539 5072545	361 m	I	40%	brojno nazočna, **stupanj 4**	50%-75%, **stupanj 4**
P2	šuma bukve	0435655 5072640	375 m	S	80%	vrlo[1] brojno nazočna, **stupanj 5**	75%-100%, **stupanj 5**
P3	šuma bukve	0435940 5072338	427 m	J	4%	vrlo rijetko nazočna, **stupanj 1**[2]	1%-10%, **stupanj 1**
P4	šuma bukve	0435976 5072397	419 m	SI	60%	brojno nazočna, **stupanj 4**	50%-75%, **stupanj 4**
P5	miješana šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena	0435928 5072770	358 m	SZ	4%	rijetko nazočna, **stupanj 2**	1%-10%, **stupanj 1**

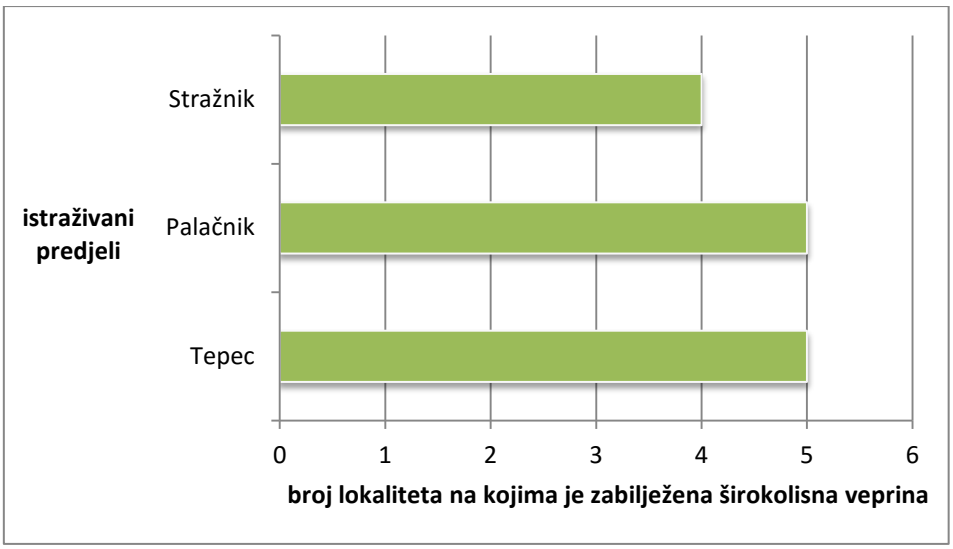
Tablica 5. Učestalost, gustoća i pokrovnost širokolisne veprine na lokalitetu Stražnik (**crvenom bojom označene najveće vrijednosti učestalosti, gustoće i pokrovnosti, plavom bojom označene najveće vrijednosti učestalosti, gustoće i pokrovnosti)**

lokalitet	stanište	koordinate	visina	ekspozicija	U2	G2	P
S1	miješana šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena	0438252 5074535	284 m	J	20%	slabo nazočna, **stupanj 3**	10%-25%, **stupanj 2**
S2	miješana šuma hrasta medunca i crnog graba	0438235 5074566	281 m	J	4%	rijetko nazočna, **stupanj 2**	1%-10%, **stupanj 1**
S3	miješana šuma hrasta medunca i crnog graba	0438190 5074072	281 m	I	40%	brojno nazočna, **stupanj 4**	25%- 50%, **stupanj 3**
S4	miješana šuma hrasta medunca i crnog graba	0438242 5074425	267 m	J	4%	vrlo rijetko **nazočna, stupanj 1**	1%-10%, **stupanj 1**
S5	miješana šuma hrasta kitnjaka i običnog graba	0437952 5074000	230 m	JZ	**0%**	**0**	**0%**

[1] U svim su tablicama crvenom bojom označene najveće vrijednosti učestalosti, gustoće i pokrovnosti.
[2] U svim su tablicama plavom bojom označene najveće vrijednosti učestalosti, gustoće i pokrovnosti.

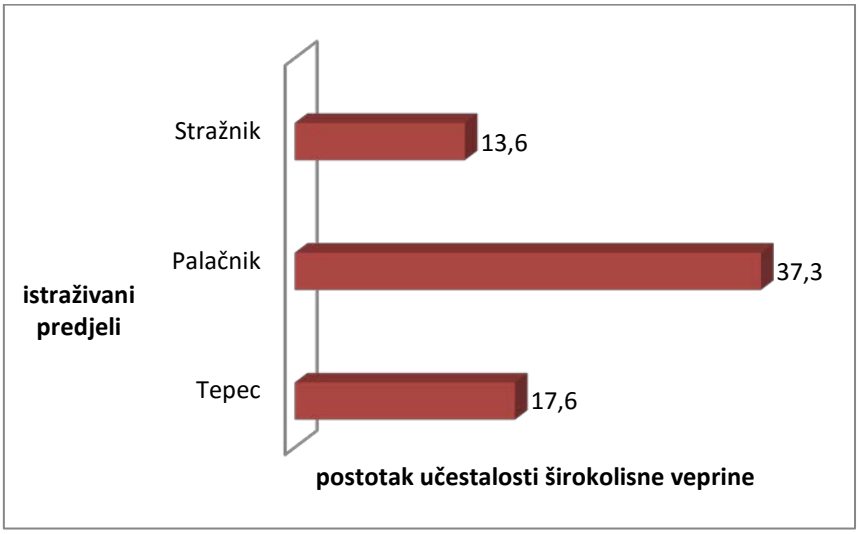
Prisutnost širokolisne veprine na odabranim lokalitetima prema predjelima istraživanja

Širokolisna veprina je prisutna na svim lokalitetima u predjelima Tepec i Palačnik, a nije prisutna sa samo jednom lokalitetu predjela Stražnik (slika 7).



Slika 7. Prisutnost širokolisne veprine prema predjelima istraživanja

Prosječna učestalosti širokolisne veprine prema odabranim predjelima istraživanja



Slika 8. Prosječna učestalost širokolisne veprine prema predjelima istraživanja

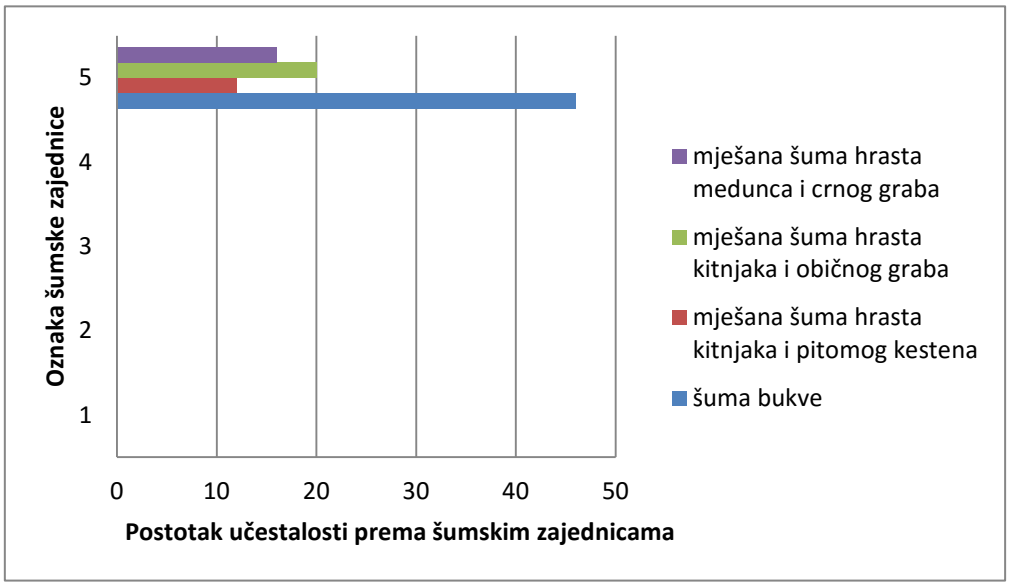
Najveća prosječna učestalost širokolisne veprine je na području predjela Palačnik i iznosi 37.3%. U predjelu Stražnik najmanja prosječna učestalost širokolisne veprine i iznosi 13,6% (slika 7).

Prosječnu učestalost širokolisne veprine prema tipu šumske zajednice u kojoj je smješten lokalitet

Prosječna učestalost širokolisne veprine najveća je u šumi bukve, a najmanja u šumi hrasta medunca i pitomog kestena (tablica 6, slika 9).

Tablica 6. Postotak učestalosti širokolisne veprine prema šumskim zajednicama

naziv šumske zajednice	postotak učestalosti
šuma bukve	46%
mješana šuma hrasta kitnjaka i običnog graba	20%
mješana šuma hrasta medunca i crnog graba	16%
mješana šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena	12%



Slika 9. Prosječna učestalost širokolisne veprine prema tipu šumske zajednice u kojem je smješten lokalitet

RASPRAVA

Mjerenje veličine populacije neke vrste ključno je u procjeni njezina stanja u prostoru. Kakva će biti ploha ovisi o samom biljnom pokrovu. Preporučljivo je da joj veličina bude 20-50 m^2. Osim veličine značajan je i njezin položaj i trajnost na određenom lokalitetu (Nikolić, 2006). Za svoje smo istraživanje odredili privremenu, sistematski određenu plohu veličine 25 m^2 . Prednost privremenih ploha je to što nema trajnog obilježavanja prostora i negativnog utjecaja na promatrane površine. Nedostatak im je jer su podaci o promjeni brojnosti neke populacije tijekom određenog vremena manje točni (Nikolić, 2006). Plohe unutar lokaliteta odredili smo sistematski prema karti vegetacije park šume *Tepec-Palačnik-Stražnik* koju posjeduje Šumarija Samobor i gospodari ovim prostorom. Bili smo ograničeni u izboru ploha jer Šumarija ne gospodari cijelom park šumom već samo onim dijelom koji pripada državnim šumama. Na prostoru državnih šuma određene su šumske zajednice i ucrtane na kartu. U predjelu Tepec širokolisna je veprina najučestalija u miješanoj šumi hrasta kitnjaka i običnog graba gdje joj je ujedno i brojnost i pokrovnost najveća. Zanimljivo je istaknuti kako u istoj šumskoj zajednici u predjelu Stražnik nije zabilježena. Ovaj je predjel ujedno i jedini predjel u kojem nije zabilježena na svim odabranim plohama. U predjelu Palačnik širokolisna je veprina najučestalija u šumi bukve na sjevernim ekspozicijama, a najmanje učestala u istoj šumskoj zajednici na južnim ekspozicijam. Ova činjenica govori u prilog tome kako ekspozicija ima veliki utjecaj na rasprostranjenost širokolisne veprine u prirodi (Šilić, 1983). U predjelu Stražnik najveća je učestalost širokolisne veprine u miješanoj šumi hrasta medunca i crnog graba. Najveća prosječna učestalost širokolisne veprine je na području predjela Palačnik i iznosi 37.3%. Prema literaturnim

navodima širokolisna veprina najbolje uspijeva u sjenovitim šumama na zemljištu male kiselosti (Šilić, 1983). U području Palačnika plohe su bile smještene u šumi bukve i miješanoj šumi hrasta kitnjaka i pitomog kestena. Najmanja prosječna učestalost određena je u šumi bukve na južnoj ekspoziciji i u miješanoj šumi hrasta kitnjaka s kestenom koju karakterizira kiselo tlo (Šilić, 1983). Oba od navedenih uvjeta ne pogoduju njezinom razvoju. U predjelu Stražnik zabilježena je najmanja učestalost širokolisne veprine i iznosi 13,6% . Ovaj je predjel na najnižoj nadmorskoj visini s većinom lokaliteta smještenih na južnim ekspozicijama ili s kiselim tlom. Tijekom pisanja rada našli smo vrlo malo literaturnih podataka vezanih uz biologiju širokolisne veprine i sve smo ih naveli u radu. Ostala istraživanja širokolisne veprine proučavaju načine njezine zaštite kroz uzgoj (Karlović i sur., 2005).

Istraživanjem smo potvrdili pretpostavke postavljene na početku istraživanja. Širokolisna veprina je rasprostranjena u sva tri predjela park šume Tepec-Palačnik-Stražnik. Njezina je rasprostranjenost povezana sa tipom staništa.

Cilj istraživanja bio nam je utvrditi rasprostranjenost širokolisne veprine zbog njezine izloženosti stalnom uništavanju, te educirati javnost o važnosti zaštite njezinih staništa. Širokolisna veprina se kao ukrasna vrsta uporabljuje u vrtlarstvu. Korisiti se kao pokrivač tla u vrtovima i na urbanim zelenim površinama i u cvjetnim aranžmanima. Raste relativno sporo i dostiže manje dimenzije, zbog čega je pogodna za sadnju po okućnicama, u sjeni krošanja drveća, zidova, ne traži puno prostora i ne širi se. Veliki botaničari kao Dioskurid, Plinije ili Galen, spominjali su je u svojim zapisima. Za liječenje se koristi cijela biljka s korijenom, koji je najljekovitiji dio biljke (Biljni svijet, 2016). Sve navedeno govori u prilog pretpostavki kako širokolisnoj veprini prijeti velika opasnost od uništavanja na prirodnim staništima. Evidentiranjem njezinih staništa u području **park šume** *Tepec-Palačnik-Stražnik* dobili smo uvid gdje je ima najmanje i zašto.

Naša je preporuka gradu Samoboru :

- u perivoju Anindola, edukativnim tablama označiti staništa širokolisne veprine (*Ruscus hypoglossum* L.).
- postaviti posebne edukativne table na kojima bi bila opisana biologija širokolisne veprine
- i razlozi njezine ugroženosti.

Održali smo i predavanja učenicima 3. razreda koji sada obrađuju zaštićene biljke u zavičaju, te s grupom nadarenih učenika 5. razreda pokrenuli projekt „Zaštita staništa širokolisne veprine na području perivoja Anindol“ koji će ujedno biti i nastavak naših istraživanja.

ZAKLJUČCI

Na osnovu dobivenih rezultata došli smo do sljedećih zaključaka:

- širokolisna veprina rasprostranjena je na istraživanom području na velikom broju lokaliteta, čak 14 od 15,
- učestalija je na sjevernim ekspozicijama i na većoj nadmorskoj visini,
- na njezinu učestalost utječe i kiselost tla, te je manje prisutna na kiselim tlima,
- njezina najveća učestalost je na području predjela Palačnik u šumi bukve na sjevernoj ekspoziciji, a najmanja na području predjela Stražnik u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba na JZ ekspoziciji,
- veća je učestalost uglavnom povezana s većom gustoćom i pokrovnosti,

- na lokalitetima/predjelima gdje je najučestalija potrebno je poduzeti učinkovitije mjere njezine zaštite.

ZAHVALA
Iskrenu zahvalnost na pomoći kod provođenja istraživanja dugujemo ravnatelju Šumarije Samobor dipl.ing. Krešimiru Đurkinu.

LITERATURA

Anonimus 1995. Program gospodarenja (njege, obnove, održanja i zaštite) za gospodarsku jedinicu Tepec-Palačnik-Stražnik. Odjel za uređenje šuma, Hrvatske šume. Zagreb
Domac R. 1994. Mala flora Hrvatske i susjednih područja. Školska knjiga. Zagreb
Javorka - Csapodi 1991. Iconographia florae partis Austro-orientalis akademiai kiado.mBudapest
Karlović K., Kremer D., Židovec V. 2005. Zaštita širokolisne veprine kroz uzgoj. Agronomski glasnik 2-4:289-295
Nikolić T. (ur) 2016. Flora Croatica baza podataka / Flora Croatica Database. On – Line URL:<http://hirc.botanic.hr/fcd>. Botanički zavod, Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
Nikolić T. 2006. Flora: Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb
Nikolić T., Topić J. 2005.Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb
Penzar B., Penzar I. 1982. Prikaz godišnjeg hoda oborina u Hrvatskoj pomoću Köppenove sheme. Radovi 17 - 18: 3 - 9
Šilić Č. 1983. Atlas drveća i grmlja. Svjetlost. Sarajevo

Team Bushcraft Forum.Biljni svijet.Mekolisna veprina.2012.
http://teambushcraft.com/forum/index.php?topic=2028.0. Pristupljeno 10.3. 2016.
Samobora.Turistička zajednica grada.Karte.2015.
http://www.tz-samobor.hr/karte. Pristupljeno 10. 3.2015.
Jug Milan.Prodaja zelenila. 2016.
http://static.wixstatic.com/media/726eac_fcbb25be674445308b3b9bf765d21e3c.jpg, Pristupljeno 10.3. 2016.

UTJECAJ BAVLJENJA SPORTOM NA RAST NOKTIJU NA RUKAMA

Lucija Cvitak, VIII.a
Paloma Pavan, VIII.a

OŠ Grabrik, Karlovac
Mentor: Slađana Cvitičanin

SAŽETAK

Ciljevi rada su odrediti prirast noktiju (slobodnog vrška) na ruci kod učenika koji se bave i ne bave sportom i onih koji sviraju instrumente, prikazati da najviše rastu nokti na dominantnijoj ruci proučavajući ljevoruke i desnoruke učenike, povezati bavljenje sportom sa pojavom onimophagije (grizenja noktiju) u djece od 11 do 15 godina, utvrditi koji sportovi utječu na najveći prirast noktiju na ruci, usporediti podatke ostalih istraživanja sa dobivenim u ispitivanju prirasta noktiju na ruci kod učenika OŠ Grabrik u Karlovcu. Istraživanje je provedeno na 126 učenika u dobi od 11 do 15 godina (5. do 8. razred) u OŠ Grabrik u Karlovcu. Učenicima u dobi od 11 do 15 godina koji se ne bave sportom niti sviraju neki instrument , nokti rastu prosječno 1,21 mm u tjedan dana. Bavljenje sportom ubrzava rast noktiju. Djeci u dobi od 11 do 15 godina koji se bave sportom nokti na rukama prosječno narastu od 0,71-1,85 mm tjedno. Nokti na rukama najviše rastu mažoretkinjama, a najmanje košarkašima. Od pet borilačkih vještina, najbrži rast noktiju na rukama imaju oni koji se bave aikidom. Od sportova sa loptom na rast noktiju na rukama najviše utječe rukomet. Nokti na rukama prosječno narastu 1,46 mm u tjedan dana. Od sportova u kojima učenici ne upotrebljavaju loptu, nokti na rukama najviše rastu u gimnastici (1,53 mm tjedno). Flautistima i gitaristima najbrže rastu nokti na rukama u tjedan dana. Brže rastu nokti na dominantnoj ruci. Ambideksterima dodatna aktivnost nije najvažniji faktor koji utječe na rast noktiju. I kod dječaka i djevojčice ambidekstera zabilježen je jednak rast noktiju i na lijevoj i desnoj ruci. 10,32% učenika OŠ Grabrik od 11 do 15 godina grize nokte svakodnevno. Dječaci češće grizu nokte od djevojčica.

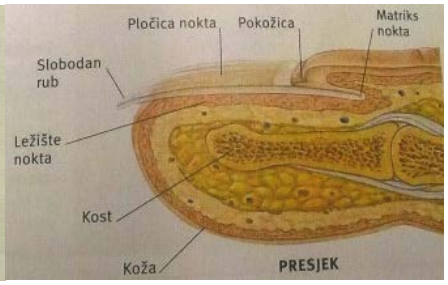
Ključne riječi:*cirkulacija, dominantna ruka, onimophagija*

UVOD

Primijećeno je da mnoge učenice u školi vode brigu o izgledu noktiju na rukama. Dužina noktiju na rukama počinje biti važna već u petom razredu kod nekih učenica. Kako bi ustanovili kako rastu nokti na rukama, stvorila se ideja o tome što to poboljšava njihov rast. Izgled i duljina noktiju je važna većini učenica bez obzira da li se one bave nekom aktivnošću.

Nokti su izdanci kože ili tzv. kožni privjesci (Maljković, 2013).Nokat je rožnata tvorevina koja štiti vrhove prstiju na rukama i nogama (Slika 1). Nalazi se u srednjem sloju kože (derma), kao i dlake. Dio nokta koji je usađen u kožu zove se korijen, a uz njega je matica ili matriks. To je najvažniji dio našeg nokta, jer tu nokat raste i obavlja se izmjena tvari. Ovo područje je bitno za prehranu i kvalitetu nokta. Preostali dio nokta je orožala ploča, a ispod nje nalazi se posteljica ili ležište nokta. Na prijelazu ploče i korijena nokta nalazi se polumjesečasta zona lunula (lat. luna-mjesec), koja je vidljiva kod gotovo svih ljudi na svim prstima (slika 1) (Wikipedija, 2013).

Slika 1 Dijelovi nokta



Slika 2: Presjek nokta

Najvidljiviji dio nokta je pločica nokta. Ta struktura leži na ležištu nokta, području bogatom krvnim žilama (Maljković i sur, 2013) Ploča nokta je bez boje, a boju joj određuje splet žilica ispod nje. Sastoji se od epidermalnih stanica, orožanih stanica, koje su spojene u nokatnu tvar koja sadrži tvrdi keratin, a Čajkovac (2000) dodaje da je nokat građen od vrlo čvrstog keratina s mnogo sumpora i cistina, a malo lipida (0,15-0,76%) i malo vode (7-12%) i zbog toga se nokti mogu ljuštiti . Stanice su poredane u slojeve pa ploča na vertikalnom presijeku izgleda isprugano. Među grupama oroženih stanica često su uloženi mjehurići zraka koji se na noktima vide kao bijele mrlje. Ploča nokta je tanka i nije potpuno orožena,a na prijelazu u slobodni dio dosegne maksimalne debljine na prstima ruke 0,5 mm, a na nogama i puno više.

Prema Čajkovac (2000) već u 20-om tjednu života nastaje čvrsti keratin noktiju, tako da je pri rođenju njihov razvoj završen, ali nokti tanki, meki i ravni, a ponekad su i obrnuto zakrivljeni. Kod zdravih osoba nokti rastu oko 0,1 mm na dan ili približno 1 cm u tri mjeseca, ali brzina rasta noktiju opada u starosti. U djetinjstvu nokti rastu i 0,2 mm na dan, a sa 80 godina starosti samo 0,04-0,05 mm na dan. Na desnoj ruci nokti rastu brže, a na nogama sporije nego na rukama. Funkcija nokta je zaštitna. On štiti prst od povreda i zaštićuje osjet dodira.

Zdravi nokti su glatki, blago zakrivljeni, čvrsti i neozlijeđeni, a neobične oznake i promjene na njima mogu biti znak raznih zdravstvenih poremećaj (Kirin, 2010). Kod životinja iz roda mačaka (lavova, tigrova, puma itd.) nokti izrastaju u pandže koje se mogu uvlačiti i zajedno sa zubima služe za borbu. Nervoza (i kod djece i kod odraslih), manifestira se na različite načine, jedna manifestacija je griženje noktiju (onimophagija) (Wikipedija 2013). Nokatni organ sastavni je dio jagodice prsta, zajedno s distalnim zglobovima, te predstavlja jedno od najvažnijih čovjekovih osjetila. Bez nokta spretnost ruke znatno je umanjena (Manola, 2011).

Predmet ovog istraživanja je brzina rasta noktiju na rukama učenika od 5. do 8. razreda, OŠ Grabrik u Karlovcu u odnosu sa bavljenjem sportom.

Pretpostavke ovog rada su da učenici koji se bave sportom imaju veći prirast noktiju na rukama zbog veće prokrvljenosti šaka. S obzirom da je dominantnija ruka češće u uporabi , prirast noktiju na ruci je veći na lijevoj ruci kod ljevorukih te na desnoj kod desnorukih . Čest problem kod djece u pubertetu je pojava grizenja noktiju (onimophagija). Onimophagija se povezuje sa nervozom i kod dječaka i djevojčica. Kako bavljenje sportom i stalna tjelesna aktivnost mogu utjecati na smanjenu pojavu nervoznih stanja, pretpostavka je da je pojava grizenja noktiju smanjena kod učenika sportaša.

Ciljevi rada su:

- odrediti prirast noktiju (slobodnog vrška) na ruci kod učenika koji se bave i ne bave sportom i onih koji sviraju instrumente.
- prikazati da najviše rastu nokti na dominantnijoj ruci proučavajući ljevoruke i desnoruke učenike
- povezati bavljenje sportom sa pojavom onimophagije (grizenja noktiju) u djece od 11 do 15 godina
- utvrditi koji sportovi utječu na najveći prirast noktiju na ruci

- usporediti podatke ostalih istraživanja sa dobivenim u ispitivanju prirasta noktiju na ruci kod učenika OŠ Grabrik u Karlovcu.

Prema različitim istraživanjima najbrži rast pokazuje nokat najdužeg prsta dominantne ruke, znači najčešće nokat srednjaka desne ruke: cca. 0,08–0,15 mm dnevno. Brzina rasta noktiju zavisi o dobi. Tako kod mlađih ljudi rastu brže nego kod starijih. Muškarcima nokti rastu brže nego ženama. Dobivene rezultati uspoređivat će se sa rezultatima ostalih istraživanja.

METODE RADA

Uzorak

Istraživanje je provedeno na 126 učenika u dobi od 11 do 15 godina (5. do 8. razred) u OŠ Grabrik u Karlovcu. S obzirom da se veliki broj učenika bavi sportom, razvrstali smo ih u 4 skupine ovisno o tome kako koriste šake. U prvoj skupini su bili učenici koji se bave borilačkim vještinama, u drugoj koji se bave sportom sa loptom (rukomet, košarka, tenis, odbojka) . U trećoj skupini su bili učenici koji se bave ostalim sportovima (nogomet, atletika, gimnastika, veslanje, kuglanje). U četvrtoj (kontrolnoj) skupini su bili učenici koji se ne bave sportom. S obzirom da svi učenici od 4. do 8. razreda pohađaju nastavu informatike, nismo uzimali u obzir zasebnu skupinu učenika koji mnogo tipkaju po tipkovnici, ali smo zasebno promatrali učenike koji sviraju instrumente; klavir, gitaru, violu i flautu.Za svakog učenika provedeno je ispitivanja u trajanju od tjedan dana. Učenici su obaviješteni da režu nokte i svaki od njih je dobio datum mjerenja, tj sedmi dan od rezanja. Svi učenici na svih deset prstiju ruku režu vršni dio nokta i sedmi dan im se mjeri prirast nokta na ruci (slika 3.)

Slika 3: Zdravi nokti na rukama

Kod učenica koje zbog estetskog razloga nisu rezale vršni dio nokta, određuje se početna i završna (nakon sedam dana) duljina vršnog dijela nokta. Problem kod mjerenja su bili zaboravljivost učenika i pomicanje datuma mjerenja, pucanje noktiju ili grizenje, kada su učenici također dobivali nove termine mjerenja (slika 5).

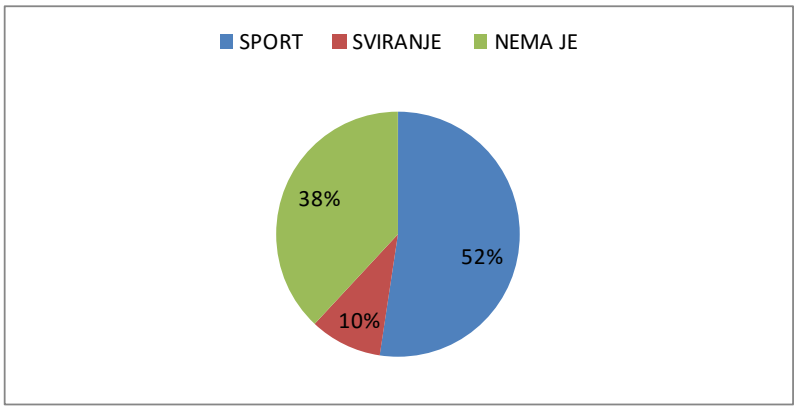
Mjerenje je provedeno mikrometarskim vijkom za vanjska mjerenja (slika 4). Svaki ispitani učenik je ispunio upitnik. Upitnik sadržava pitanja koja se odnose na vrstu sporta, učestalost treniranja, ljevorukost, desnorukost, pojavu grizenja noktiju, sviranje instrumenta, trenutno zdravstveno stanje.

Slika 4: Digitalni mikrometar (0-12,5mm)

Slika 5: Mjerenje mikrometrom

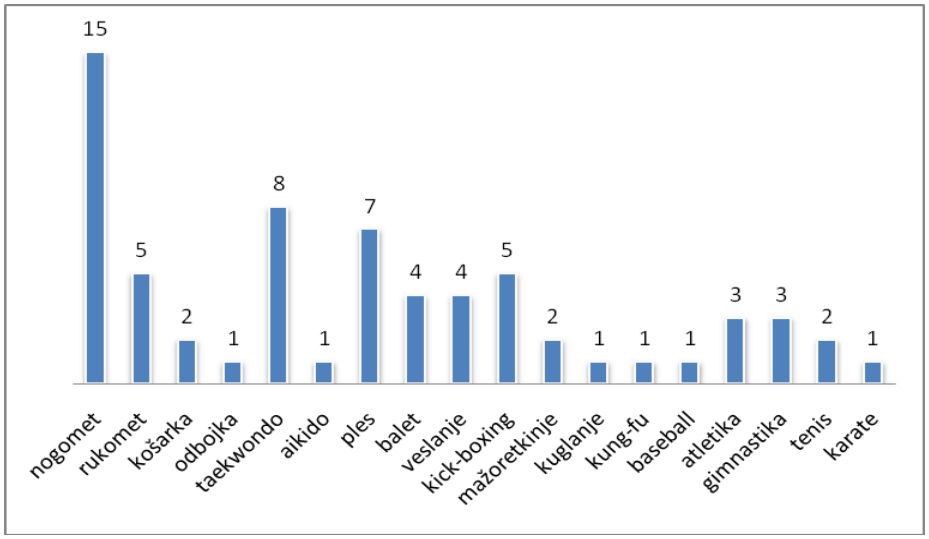
REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo 126 učenika od kojih je 54% ispitanica. Ispitani učenici imaju 11 do 15 godina i bave se različitim aktivnostima. Njih 38,1 % se ne bavi nikakvim aktivnostima, dok se ostali bave različitim sportovima i pohađaju Glazbenu školu (slika 6).



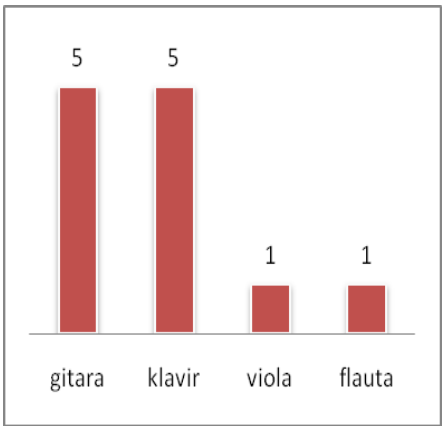
Slika 6. Prikaz udjela aktivnosti među ispitanim učenicima u dobi od 11 do 15 godina

Ispitani učenici se bave sa 18 različitih sportskih aktivnosti. Najbrojniji su nogometaši te učenici koji se bave taekwondo-om i plesom (slika 7).



Slika 7: Prikaz broja sportaša među ispitanim učenicima

Od ukupnog broja ispitanih učenika, njih 12 pohađa Glazbenu školu u Karlovcu (slika 8).



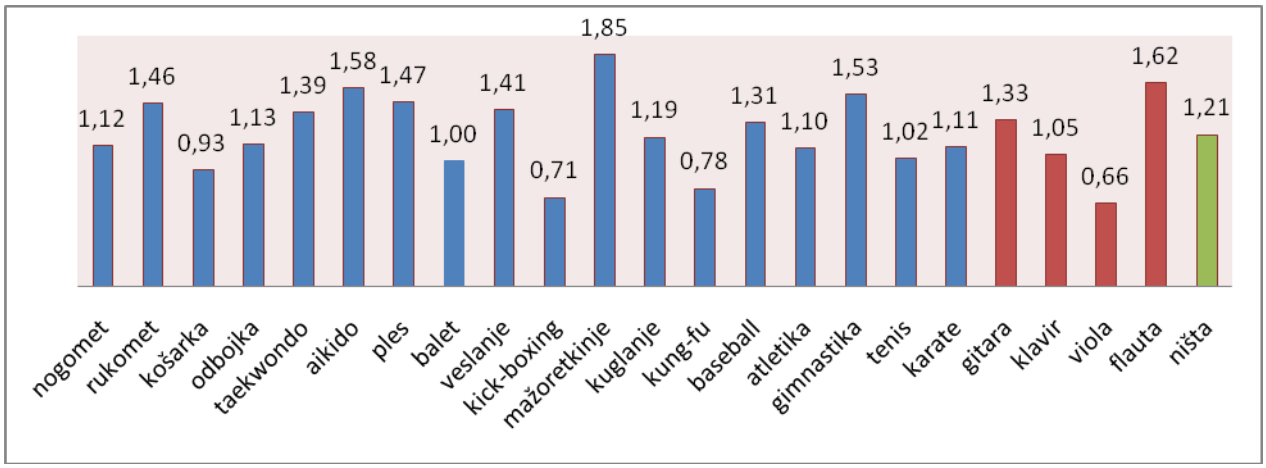
Slika 8: Prikaz broja učenika koji sviraju instrumente

Prirast noktiju (slobodnog vrška) na ruci kod učenika koji se bave i ne bave sportom i onih koji sviraju instrumente

Kao uspoređujuća vrijednost uzeta je prosječna vrijednost prirasta noktiju u 7 dana, na rukama onih učenika koji nemaju aktivnosti, tj ne bave se sportom niti sviraju neki instrument (kontrolna skupina). Ona iznosi 1,21 mm (slika 9).

Učenici treniraju pet različitih borilačkih vještina. Prosjek prirasta noktiju na rukama ispitanika koji se bave taekwondo-om iznosi 1,39 mm, a onih koji se bave aikidom 1,58 mm, što je više od prosjeka . Učenici koji treniraju karate imaju manji rast noktiju od rasta kontrolne skupine, ali veći od učenika koji se bave kick-boxingom i kung-fu-om. Bavljenje rukometom ubrzava rast noktiju. Srednji prirast noktiju učenika koji se bave košarkom iznosi 0,93 mm,a onih koji se bave odbojkom iznosi 1,13 mm, što je manje od prosjeka učenika koji se ne bave ničim (1,21 mm). Učenici koji se bave baseball-om imaju veći prirast noktiju na rukama od prosjeka učenika koji se ne bave ničim, dok oni koji se bave

tenisom pokazuju niži prirast. Srednji prirast noktiju učenika koji se bave nogometom iznosi 1,12 mm, što je manje od prosjeka učenika koji se ne bave ničim (1,21mm).Kod mažoretkinja je zabilježen najveći rast noktiju na rukama. Anketa pokazuje da učenice mažoretkinje jako brinu o svojim noktima i redovito ih njeguju. Plesom se bavi 7 ispitanih učenika i rezultati pokazuju da bavljenje plesom utječe na rast noktiju. Kod balerina je zabilježen sporiji rast noktiju, ali treba uzeti u obzir da dvije balerine grizu nokte, pa rezultati se ne mogu shvatiti kao potpuno mjerljivi. Veslačima nokti rastu gotovo jednako brzo kao plesačima. Učenicima koji se bave kuglanjem i atletikom sporije rastu nokti, a gimnastičarima rastu brže od neaktivne djece. 12 učenika svira 4 različita instrumenta. Najbrže rastu nokti kod učenika koji sviraju flautu i gitaru, a sporo rastu nokti onih učenika koji sviraju klavir i violu. Učenica koja svira violu grize nokte, pa je dobiven rezultat teško usporediv sa drugima.

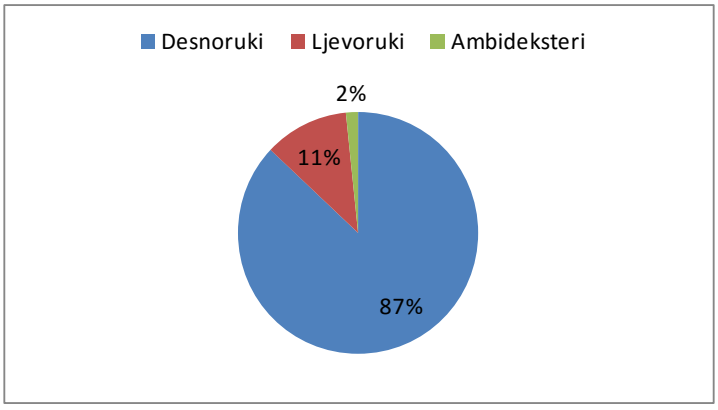


Slika 9: Srednji prirast noktiju ovisno o bavljenju aktivnostima

Prirast noktiju na dominantnoj ruci

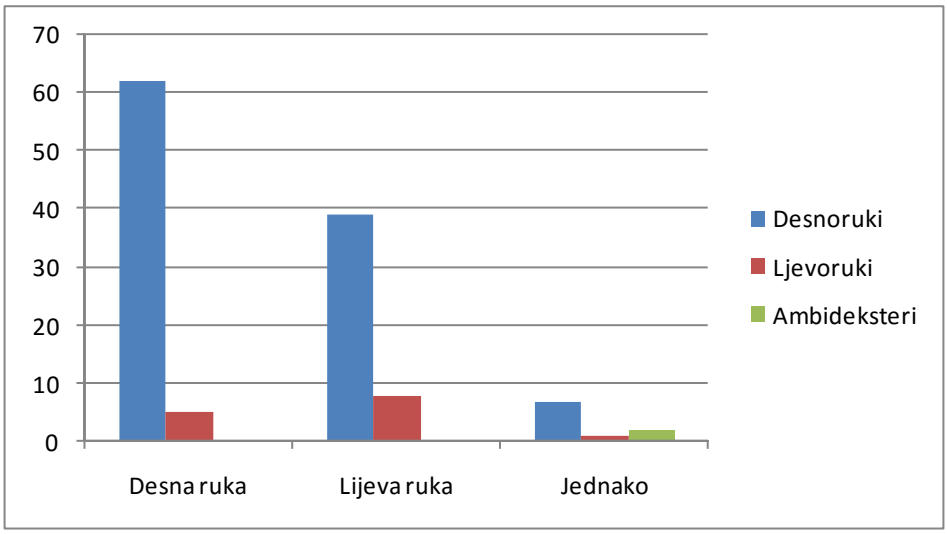
Od 126 ispitanih učenika, njih 108 pišu desnom rukom, 14 lijevom i 2 učenika su ambideksteri, tj podjednako se služe lijevom i desnom rukom. Među ljevorukim učenicima podjednako su zastupljeni djevojčice i dječaci (7 dječaka i 5 djevojčica).

Ako pod pojmom dominantna ruka smatramo onu ruku kojom se učenik služi pri pisanju i ostalim radnjama, onda su najbrojniji dešnjaci (slika 10).



Slika 10: Prikaz broja ispitanih učenika ovisno o dominantnosti ruku

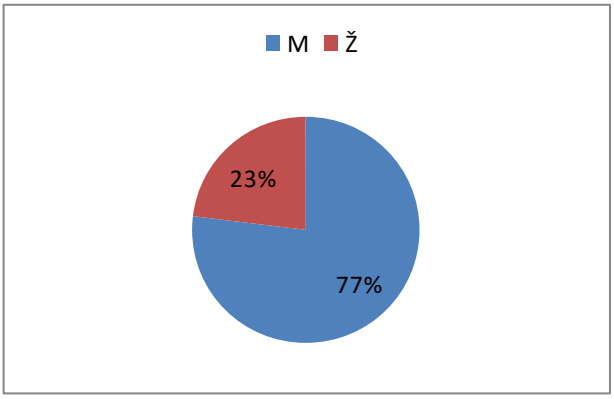
Najveći prosječni prirast rasta noktiju na rukama zabilježen je na dominantnijoj ruci. Dešnjacima brže rastu nokti na desnoj, a ljevacima na lijevoj ruci. Oba ambidekstera su različitog spola i ne bave se nikakvim aktivnostima. I kod dječaka i djevojčice ambidekstera zabilježen je jednak rast noktiju i na lijevoj i desnoj ruci (slika 11).



Slika 11: Odnos rasta noktiju na rukama ovisno o dominantnosti ruke

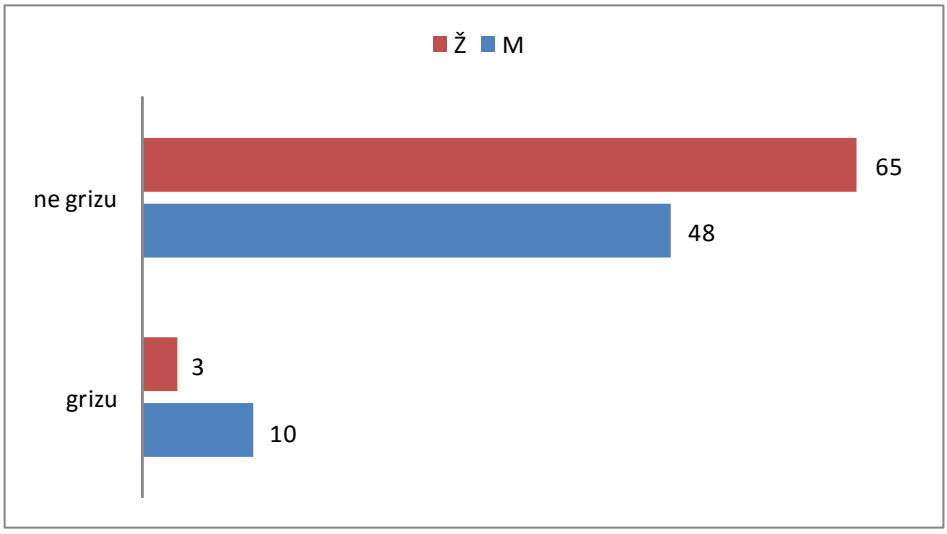
Pojava onimophagije (grizenja noktiju) kod učenika od 11.-15. godina

Od ukupno 126 ispitanih učenika od 11 do 15 godina, njih 13 (10,32%) grize nokte svakodnevno. Dječaci koji grizu nokte su brojniji od djevojčica, 77 % učenika koji grizu nokte su dječaci (slika 12). U svrhu ispitivanja su se suzdržavali 7 dana, ali nekima nije uspijevalo, pa su očitanja izvršena iz nekoliko pokušaja.



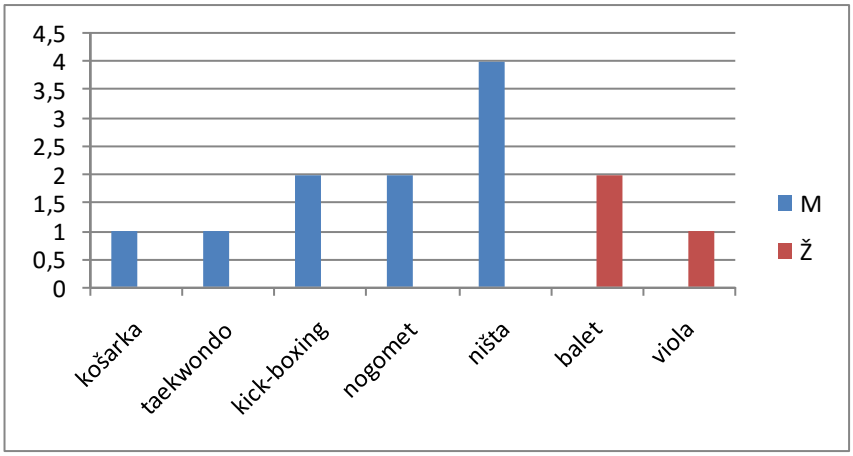
Slika 12. Odnos broja dječaka (M) i djevojčica (Ž) koji grizu nokte u ispitanom uzorku

Od ukupno 58 dječaka, njih 10 grize nokte (17,24 %), a od 68 djevojčica, 3 djevojčice grizu nokte (4,41%) (slika 13.)



Slika 13: Brojnost dječaka i djevojčica koji grizu nokte u ukupnom uzorku ispitanih učenika i učenica

60% dječaka koji grizu nokte se bave sportom. Sve tri djevojčice koje grizu nokte se bave nekom aktivnošću. Dvije su balerine, a 1 svira violu. Oni koji se ne bave nikakvim aktivnostima najviše grizu nokte (Slika 14).



Slika 14. Prikaz broja učenika i učenica koji grizu nokte u ovisnosti o njihovim aktivnostima

RASPRAVA

Učenicima od 11 do 15 godina koji se ne bave nikakvim aktivnostima prosječno narastu nokti 1,21 mm tjedno (0,34-1,74 mm tjedno). Prema Čajkovac (2000) kod zdravih osoba nokti rastu oko 0,1 mm na dan ili približno 1 cm u tri mjeseca, ali brzina rasta noktiju opada u starosti. U djetinjstvu nokti rastu i 0,2 mm na dan, a sa 80 godina starosti samo 0,04-0,05 mm na dan. Podaci dobiveni u OŠ Grabrik se minimalno razlikuju od ovih navedenih, s time da u tim istraživanjima nije navedeno da li su ispitanici sportaši ili se bave nekom drugom aktivnošću.

Učenicima koji se bave sportom brže rastu nokti na rukama. Prema nekim istraživanjima redovitim treninzima najmanje pola sata dnevno potiče se cirkulacija (Vasiljević, 2012). Iako se u tom članku ne navodi izravno utjecaj vježbanja na cirkulaciju prstiju, dobiveni rezultati pokazuju povećan rast noktiju uz treniranje različitih sportova, pa je time i cirkulacija povećana. Učenici koji se bave

rukometom najviše koriste ruke pa zbog toga imaju povećanu cirkulaciju u rukama i ubrzan je rast noktiju. Nokti ispitanika su prosječno narasli 1,46 mm, više od prosjeka učenika koji se ne bave ničim. To dokazuje da bavljenje sportom, u ovom slučaju rukometom, ubrzava rast noktiju. Učenici koji se bave borilačkim vještinama taekwondo-om i aikidom podjednako koriste ruke i noge. Cirkulacija u rukama je povećana i ubrzan je rast noktiju. Prosjek prirasta rasta noktiju na rukama ispitanika koji se bave tim sportovima je viši od prosjeka prirasta rasta noktiju na rukama učenika koji se ne bave ničim . To pokazuje da bavljenje borilačkim vještinama, taekwondo-om i aikidom ubrzava rast noktiju. Prosjek učenika koji se bave gimnastikom je veći (1,53 mm) pa zaključujemo da gimnastika potiče cirkulaciju i brži rast noktiju. Plesom se bavi 7 ispitanih učenika i kod svih je rast noktiju na prstima ruke povećan. Kod mažoretkinja je zabilježen najveći rast noktiju, dok je kod balerina zabilježen smanjen prirast noktiju. Ako uzmemo u obzir da djevojčice koje se bave baletom ujedno i grizu nokte, njihove umanjene vrijednosti prirasta ne možemo uzeti kao usporedive. Ispitani veslači treniraju 4 puta tjedno i njima rastu brže nokti od onih učenika koji nisu aktivni. Srednji prirast noktiju učenika koji se bave nogometom iznosi 1,12 mm, što je manje od prosjeka učenika koji se ne bave ničim (1,21mm). Nogometaši najviše koriste stopala, a mnogo manje ruke, pa je manja cirkulacija ruku i sporiji rast noktiju. Srednji prirast noktiju učenika koji se bave košarkom iznosi 0,93 mm,a onih koji se bave odbojkom iznosi 1,13 mm što je manje od prosjeka učenika u kontrolnoj skupini, koji se ne bave ničim (1,21 mm). Iako košarkaši i odbojkaši puno koriste ruke i očekivano je da je rast noktiju veći, zbog malog broja ispitanika ne možemo precizno odrediti utječu li košarka i odbojka na brži rast noktiju. Učenici treniraju 2 puta tjedno, ali im nokti često pucaju. Učenici koji se bave kick-boxingom i kung-fu-om imaju manji prirast noktiju na rukama. Gotovo polovica učenika koji se bave kick-boxing grizu nokte, pa dobivene vrijednosti prirasta noktiju nisu u potpunosti mjerljive. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da učeniku, koji trenira kick-box najsporije rastu nokti, ali ne možemo zaključiti da je kick-box sport koji najmanje utječe na rast noktiju, jer učenik trenira jednom tjedno ili rjeđe i češće mu pucaju nokti. Učenici koji se bave baseball-om i oni koji sviraju gitaru imaju jednak prirast, i to veći od prosjeka učenika koji se ne bave ničim. Kuglanjem se bavi jedan ispitanik i njegov prirast iznosi 1,19 mm, što je manje od prosjeka učenika koji se ne bave ničim. Učenik kugla jednom tjedno pa istraživanje ne pokazuje da kuglanje utječe na povećan rast noktiju.

Prosjek učenika koji se bave atletikom je manji pa zaključujemo da nema značajniji utjecaj na brži rast noktiju jer učenici u manjoj mjeri koriste ruke. Učenici koji se bave tenisom imaju manji prirast od karate-a, ali i oni imaju manji prirast od učenika koji se ne bave ničim. Ne možemo sa sigurnošću utvrditi utjecaj tih sportova na rast noktiju zbog malog broja ispitanik. Među učenicima koji se bave sviranjem učenici koji sviraju flautu i gitaru imaju veći prirast rasta noktiju od ostalih. Učenicima koji se bave sviranjem klavira nokti ne rastu brže,a učenica koja svira violu grize nokte,tako da se veza između rasta noktiju i sviranja viole ne može utvrditi. Istraživanje provedeno među učenicima u OŠ Grabrik pokazuje da brže rastu nokti na dominantnoj ruci. I prema pronađenim istraživanjima brže rastu nokti na dominantnoj ruci (Čajkovac, 2000). Ambideksterima, učenicima koji se podjednako služe lijevom i desnom rukom, dodatna aktivnost nije najvažniji faktor koji utječe na rast noktiju. I kod dječaka i djevojčice ambidekstera zabilježen je jednak rast noktiju i na lijevoj i desnoj ruci. Istraživanja pokazuju da tipkanje po tastaturi stimulira rast noktiju. Iz ispitivanja u OŠ Grabrik je izuzeto tipkanje , kao aktivnost koja potiče cirkulaciju prstiju s obzirom da svi učenici pohađaju nastavu informatike od četvrtog razreda, pa aktivnost tipkanja ne možemo uzimati u obzir kao

uspoređujuću kad je ona zastupljena kod svih ispitanih učenika.10,32% učenika OŠ Grabrik od 11 do 15 godina grize nokte svakodnevno i dječaci koji grizu nokte su brojniji, kao i u nekim drugim istraživanjima. Grickanje noktiju je poremećaj koji zahvaća čak do 45% svjetske populacije i najintenzivniji je u dobi između 10 i 18 godina, a grickanju noktiju češće podliježe muški spol (Sophia 2014). Nema mnogo usporedivih podataka u literaturi ili na internetu tako da je teško uspoređivati i navoditi odstupanja dobivenih rezultata sa rezultatima drugih istraživanja.

ZAKLJUČCI

- Učenicima u dobi od 11 do 15 godina koji se ne bave sportom niti sviraju neki instrument , nokti rastu prosiječno 1,21 mm u tjedan dana
- Bavljenje sportom potiče cirkulaciju i ubrzava rast noktiju
- Djeci u dobi od 11 do 15 godina koji se bave sportom nokti na rukama prosječno narastu od 0,71-1,85 mm tjedno.
- Nokti na rukama najviše rastu mažoretkinjama , a najmanje košarkašima
- Od pet borilačkih vještina, najbrži rast noktiju na rukama imaju oni koji se bave aikidom
- Od sportova sa loptom na rast noktiju na rukama najviše utječe rukomet. Nokti na rukama prosječno narastu 1,46 mm u tjedan dana
- Od sportova u kojoj učenici ne upotrebljavaju loptu, nokti na rukama najviše rastu u gimnastici (1,53 mm tjedno)
- Flautistima i gitaristima najbrže rastu nokti na rukama u tjedan dana
- Brže rastu nokti na rukama na dominantnoj ruci
- Ambidekstrima dodatna aktivnost nije najvažniji faktor koji utječe na rast noktiju. I kod dječaka i djevojčice ambidekstera zabilježen je jednak rast noktiju i na lijevoj i desnoj ruci.
- 10,32% učenika OŠ Grabrik od 11 do 15 godina grize nokte svakodnevno
- Dječaci češće grizu nokte od djevojčica
- 13,6% sportaša grize nokte. Bavljenje sportom ne utječe na smanjenu pojavu grizenja noktiju
- Nemoguće je usporediti podatke ostalih istraživanja sa dobivenim u ispitivanju prirasta noktiju na ruci kod učenika OŠ Grabrik u Karlovcu, jer nisu pronađeni.

LITERATURA

Čajkovac M. 2000.Kozmetologija.
Kirin A. 2010. Bolest zapisana na noktima; http://zdravakrava.24sata.hr/clanak/1067/bolest-zapisana-na-noktima, pristupljeno 2.12.2015.)
Maljković Z. 2013.Veliki obiteljski medicinski savjetnik, Mozaik knjiga,
Manola I. 2011. Najčešće promjene nokta; http://www.poliklinika-manola.hr/najcesce-promjene-nokta/ pristupljeno 2.12.2015.
Sophia 2014. Sophia savjeti. Nokti ogledalo zdravlja. http://savjeti.sophia.hr/index.php/nokti-ogledalo-zdravlja/ pristupljeno 19.12.2015).
Vasiljević M. 2012. Loša cirkulacija; http://www.novosti.rs/vesti/zivot_+.304.html:411211-Losa-cirkulacija, pristupljeno 15.1.2016.
Wikipedija 2013. Nokat.https://hr.wikipedia.org/wiki/ pristupljeno 2.12.2015.

UTJECAJ INDEKSA TJELESNE MASE NA OSJETE SLATKOGA I SLANOGA

Božičević Lovro, VIII. razred
Petrušić Loren,VIII. razred

Prva osnovna škola, Ogulin
Mentor: Kirasić Marina

SAŽETAK
Cilj našeg rada bio je ispitati utječe li indeks tjelesne mase na subjektivni doživljaj slatkoga i slanoga, kao jedan od mogućih uzroka pretilosti među djecom. Nakon što smo svim ispitanicima odredili indeks tjelesne mase, podijelili smo ih u dvije skupine. Prvu skupinu činili su učenici s normalnim ITM i onim manjim od normalnog, a drugu skupinu učenici s povećanim ITM. Svim ispitanicima dali smo kušati tri slatke i tri slane otopine, koje su se razlikovale prema koncentraciji otopljene saharoze, odnosno natrijeva klorida. Ispitanici su imenovali vrstu otopine i odredili joj intenzitet. Na temelju prikupljenih podataka došli smo do sljedećih rezultata: većina učenika ima normalan ITM, broj učenika s povećanim ITM je u prosijeku za Republiku Hrvatsku, svi učenici s povećanim indeksom tjelesne mase manje intenzivnima ocjenjuju slane otopine u odnosu na drugu skupinu učenika. Što se tiče slatkih otopina, ista pojava uočena je samo među djevojčicama. Svi ispitanici intenzivnije osjete slane otopine. Ovime smo potvrdili našu hipotezu da učenici s ITM većim od normalnog slabije osjete okus slanoga. Kod osjeta slatkoga naša hipoteza se djelomično potvrdila i odnosi se samo na djevojčice.

Ključne riječi: *intenzitet okusa, otopina, prekomjerna tjelesna masa*

UVOD

Indeks tjelesne mase (eng. Body Mass Indeks) - ITM, jednostavan je alat za procjenu uhranjenosti. Definira se kao masa u kilogramima podijeljena s kvadratom visine u metrima. Vrijednost indeksa tjelesne mase ne ovisi o godinama i spolu. Zdravstveni problemi povezani s povećanjem indeksa tjelesne mase su brojni. Općenito se smatra da indeks tjelesne mase veći od 25 kg/m^2 predstavlja prekomjernu tjelesnu težinu, a indeks tjelesne mase veći od 30 kg/m^2 predstavlja pretilost. Osobe čiji je indeks tjelesne mase manji od 18,5 kg/m^2 smatraju se pothranjenima. Svjetska zdravstvena organizacija procjenjuje da je u Europi, ovisno o zemlji, 25 – 70% odrasle populacije prekomjerne tjelesne mase, da će u 2015. godini 2,3 milijarde ljudi na svijetu imati prekomjernu tjelesnu masu, dok će ih 700 milijuna biti pretilo (WHO, 2015). Hrvatska nažalost prati svjetske trendove, kako među odraslima, tako i među djecom.

Prema kriterijima SZO u Hrvatskoj povećanu tjelesnu masu ima 11,2% dječaka i 9,8% djevojčica a pretilost je utvrđena kod 5,7% dječaka i 5,4 % djevojčica u dobi od 7 do 14 godina (Antonić – Degač i sur, 2004).

Osjet okusa zajedno s osjetom mirisa omogućuje nam da razlikujemo nepoželjnu ili čak smrtonosnu hranu od one koja je dobra za prehranu. Važnost okusa sastoji se u tome što čovjeku omogućuje odabir hrane prema vlastitim željama, često u skladu s metaboličkim potrebama organizma. Možemo razlikovati na stotine različitih okusa. Pretpostavlja se da su oni kombinacija osnovnih okusa (slatko, kiselo, slano, gorko). Jezik je osjetilni organ za osjet okusa, prekriven okusnim kvržicama na kojima se nalaze okusni pupoljci. Okusni pupoljak sastoji se od oko pedeset stanica od kojih su neke potporne stanice a neke okusne. Okusne satnice pretvaraju okusne podražaje u živčane impulse, koji se okusnim živcem prenose u središte okusa u velikome mozgu. Odrasli imaju od 3 000 do 10 000 okusnih pupoljaka, djeca nešto više. Okusni pupoljci uglavnom reagiraju na samo jedan od osnovnih

okusa, međutim, pri velikim koncentracijama, većina pupoljaka se može podražiti s dva ili više primarnih okusa. Okus slatkoga izazivaju kemijske tvari uglavnom organskog podrijetla, kao što su šećeri, aldehidi, alkoholi, ketoni, esteri, aminokiseline i neke male bjelančevine. Okus slanoga pobuđuju ionizirane soli. Za okus slanoga uglavnom su odgovorni kationi natrija, u manjoj mjeri anioni (Guyton i Hall, 2003). Na jeziku se nalaze četiri područja različite osjetljivosti. Vrh jezika osjetljiv je za slatko, a odmah iza njega nalazi se područje osjetljivo na slano. Za gorko je osjetljiv korijen jezika, a za kiselo rubovi jezika i nepce (Bendelja i sur, 2013).

Posljednjih godina često slušamo o tome kako su Hrvati pretila nacija, kako sve više djece pati od bolesti tipičnih za stariju dob zbog prekomjerne tjelesne mase. Podaci iz različitih izvora dosta odstupaju jedni od drugih.

Prema podacima svjetske zdravstvene organizacije Hrvati drže 13. mjesto na svijetu i 5. u Europi prema pretilosti (WHO, 2015). Prilično neslavna statistika. Ovakvi i slični podaci potaknuli su nas da istražimo kakvo je stanje u našoj školi. Razgovarali smo o različitim čimbenicima koji bi mogli utjecati na povećanu tjelesnu masu kao što su neuravnotežena prehrana, pretjerana konzumacija hrane, nedovoljno kretanje, genetske sklonosti ili kombinacija svega navedenog. Ta razmišljanja potaknula su nas da istražimo imaju li ljudi s prekomjernom tjelesnom masom isti doživljaj okusa hrane kao i ljudi s normalnom tjelesnom masom.

Temeljem svega navedenog postavili smo ciljeve istraživanja:

- određivanje indeksa tjelesne mase učenika sedmih i osmih razreda naše škole i usporedba podataka s dostupnim statističkim podacima
- ispitivanje osjeta slatkog i slanog kod navedene skupine učenika
- utvrđivanje razlike između intenziteta osjeta okusa slatkoga i slanoga
- utvrđivanje razlike u subjektivnoj procjeni osjeta okusa prema spolu i indeksu tjelesne mase.

Pretpostavljamo da ljudi s indeksom tjelesne mase većim od 25 kg/m^2 slatke i slane otopine ocjenjuju manje intenzivnima u odnosu na ljude s indeksom tjelesne mase manjim od 25 kg/m^2.

METODE RADA

Istraživanje je provedeno među učenicima sedmih i osmih razreda naše škole. U istraživanju je sudjelovalo 112 učenika, 56 dječaka i 56 djevojčice. Svim učenicima izmjerene su visina i tjelesna masu. Na temelju dobivenih antropometrijskih podataka određen je indeks tjelesne mase prema formuli:

$$ITM = masa\ (\text{kg}) / visina^2\ (\text{m}^2).$$

U drugoj fazi istraživanja ispitanicima je dana uputa da prije istraživanja barem dva sata ne jedu i ne piju nikakvu tekućinu osim vode. Svaki od ispitanika kušao je tri slatke i tri slane otopine. Otopine su se razlikovale prema masenoj koncentraciji šećera saharoze, odnosno natrijeva klorida. Otopine 1,2 i 3 bile su slatke, a otopine 4, 5 i 6 slane. Minimalna masena koncentracija pojedine tvari (granična vrijednost) određena je prema literaturnim podacima kao granica osjeta (Guyton i Hall, 2003.). Minimalna koncentracija saharoze iznosila je 3,42 g dm $^{-3}$, a minimalna koncentracija natrijeva klorida iznosila je 0,548 g dm $^{-3}$. Svaka sljedeća otopina imala je dva puta veću masenu koncentraciju

pojedine tvari. Sve otopine bile su sobne temperature. Otopine su pripremljene tako da je u odmjernu tikvicu od 250 mL uliveno do pola destilirane vode. U tikvicu je odvagana količina saharoze i natrijeva klorida potrebna za pripremu otopine zadane masene koncentracije. Zatim je tikvica nadopunjena do oznake. Masa pojedine tvari određena je prema formuli za masenu koncentraciju:

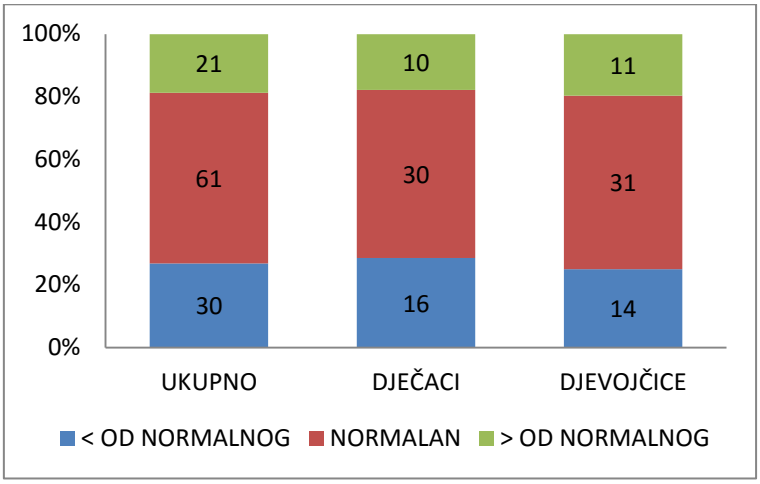
$$m \text{ (otopljena tvar)} = \gamma \text{ (otopljene tvari)} \times V \text{ (otopine)}.$$

Ispitanici su kušali otopine na način da u usta uzmu gutljaj tekućine, promućkaju u ustima i sadržaj ispljunu u praznu čašicu. Prije kušanja određene otopine ispitanici su usta isprali vodom. Nakon kušanja svake otopine ispitanici su zamoljeni da odrede vrstu okusa i da intenzitet okusa ocjene na ljestvici od 0 do 10. Na navedenoj ljestvici broj 1 je predstavljao okus najmanjeg intenziteta, a broj 10 okus najvećeg intenziteta. Nula označava da ispitanik ne osjeti okus, odnosno ne može odrediti vrstu okusa. Podaci su bilježeni u listu za odgovore. Ispitanici su otopine kušali prema porastu koncentracije otopljene tvari (Prilagođeno prema Bućan 2015.). Nakon rada s ispitanicima obavljena je analiza rezultata. Podatci su zatim razdijeljeni prema spolu i ITM. Prema ITM ispitanici su podijeljeni u dvije skupine, prvu skupinu čine oni sa normalnim ITM ili manjim od normalnog, a drugu ispitanici s ITM većim od normalnog. Određena je i prosječna ocjena za svaku pojedinu otopinu temeljena na aritmetičkoj sredini svih ocjena.

REZULTATI

Određivanje indeksa tjelesne mase

Od ukupnog broja ispitanika 54,46% ima indeks tjelesne mase unutar normalnih vrijednosti, 26,79 % ispitanika ima indeks tjelesne mase ispod 18,5 kg/m2, a 18,75 % ispitanika ima navedeni indeks iznad vrijednosti za normalan indeks tjelesne mase. Od ukupnog broja ispitanika 2,68 % ispitanika ulazi u kategoriju pretilih. Ukoliko navedene podatke razvrstamo prema spolu, više djevojčica u odnosu na dječake ima indeks tjelesne mase iznad normalnog (19,64 % djevojčica i 17,86 % dječaka). Više dječaka u odnosu na djevojčice ima indeks tjelesne mase ispod normalnog (28,57 % dječaka i 25,00 % djevojčica) (Slika 1). Najveći izmjereni indeks tjelesne mase iznosi 34,89 kg/m^2, a najmanji 13,86 kg/m2. Prosječan indeks tjelesne mase kod dječaka iznosi 21,14, a kod djevojčica 21,44.



Slika 1 Prikaz raspodjele indeksa tjelesne mase među ispitanicima

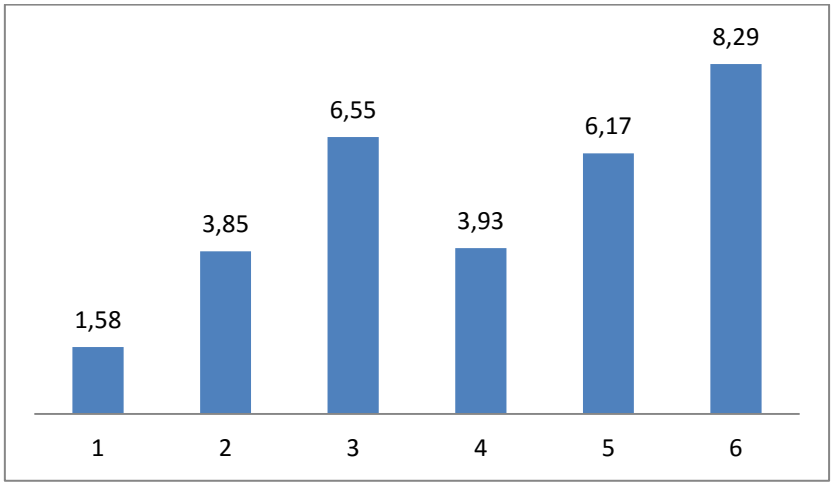
Ispitivanje osjeta slatkoga i slanoga

Graničnu vrijednost koncentracije saharoze ne osjeti 17,86 % ispitanika (otopina 1), a graničnu vrijednost koncentracije natrijeva klorida ne osjeti 4,46 % ispitanika (otopina 4) dok 0,89 % ispitanika ne osjeti ni koncentraciju natrijeva klorida dvostruko veću od granične vrijednosti (otopina 5). Najveći broj ispitanika, njih 51,79 % otopinu 1 ocjenjuje ocjenom 1. U ostalim slatkim otopinama ocjene su dosta raspršene. Među slanim otopinama najveći broj ispitanika otopinu 4 (njih 23,21 %) ocjenjuje ocjenom 2, rezultati za petu otopinu su relativno ravnomjerno raspodijeljeni među nekoliko ocjena, dok posljednju otopinu najveći broj ispitanika, njih 38,39 % ocjenjuje ocjenom 10 (Tablica 1).

Tablica 1 Koliki postotak ocjena je dobila pojedina otopina

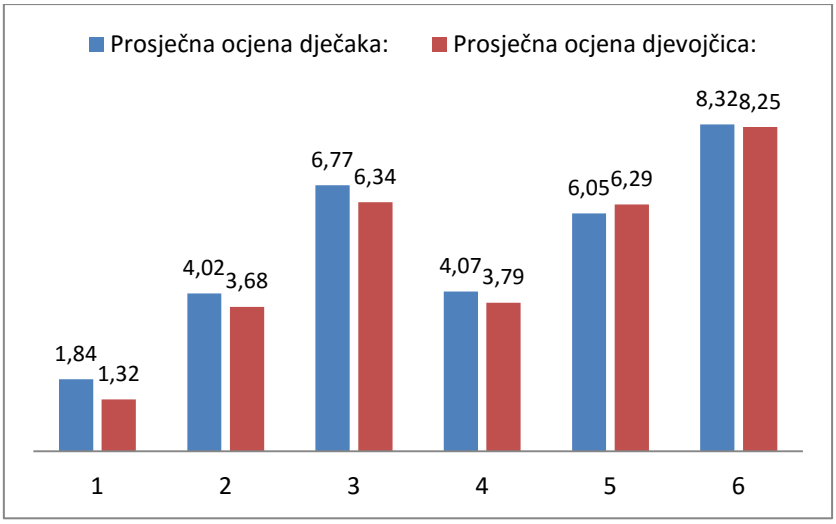
Ocjena	1	2	3	4	5	6
0	17,86 %	0,00 %	0,00 %	4,46 %	0,89 %	0,00 %
1	51,79 %	16,96 %	0,89 %	16,07 %	0,89 %	0,89 %
2	16,07 %	17,86 %	4,46 %	23,21 %	6,25 %	0,00 %
3	6,25 %	21,43 %	8,93 %	16,07 %	8,04 %	2,68 %
4	0,89 %	14,29 %	13,39 %	10,71 %	13,39 %	4,46 %
5	0,89 %	9,82 %	9,82 %	1,79 %	8,93 %	2,68 %
6	1,79 %	4,46 %	12,50 %	4,46 %	15,18 %	4,46 %
7	1,79 %	0,89 %	9,82 %	3,57 %	14,29 %	9,82 %
8	0,89 %	5,36 %	8,93 %	7,14 %	12,50 %	20,54 %
9	0,89 %	3,57 %	11,61 %	3,57 %	6,25 %	16,07 %
10	0,89 %	5,36 %	19,64 %	8,93 %	13,39 %	38,39 %

Ukoliko odredimo prosječnu ocjenu za svaku od navedenih otopina, najmanju prosječnu ocjenu dobila je otopina 1 – 1,58. Druga otopina je dobila prosječnu ocjenu 2.44 puta veću od prve, a treća otopina prosječnu ocjenu 1,7 puta veću od druge. Otopina 4 dobila je prosječnu ocjenu 3,93. Otopina 5 dobila je ocjenu 1,57 puta veću od četvrte, a otopina 6 ocjenu 1.34 puta veću od pete (Slika 2). Iz podataka je vidljivo da ispitanici većim ocjenama ocjenjuju slane otopine.



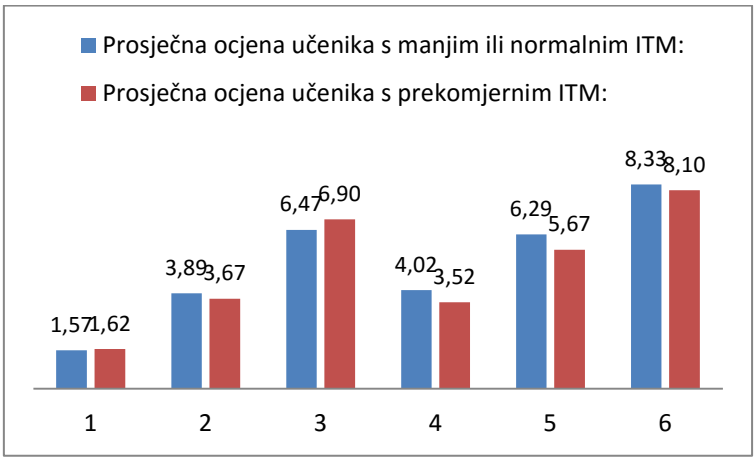
Slika 2 Prosječna ocjena intenziteta pojedine otopine svih anketiranih ispitanika

Ukoliko navedene podatke razvrstamo prema spolu, uočavamo da djevojčice svim slatkim otopinama daju nešto nižu ocjenu nego dječaci. Kod slanih otopina također postoje razlike u spolu ispitanika, ali one nisu ujednačene. Četvrtu i šestu otopinu djevojčice ocjenjuju kao manje slanu, dok petu otopinu dječaci ocjenjuju kao manje slanu (Slika 3).



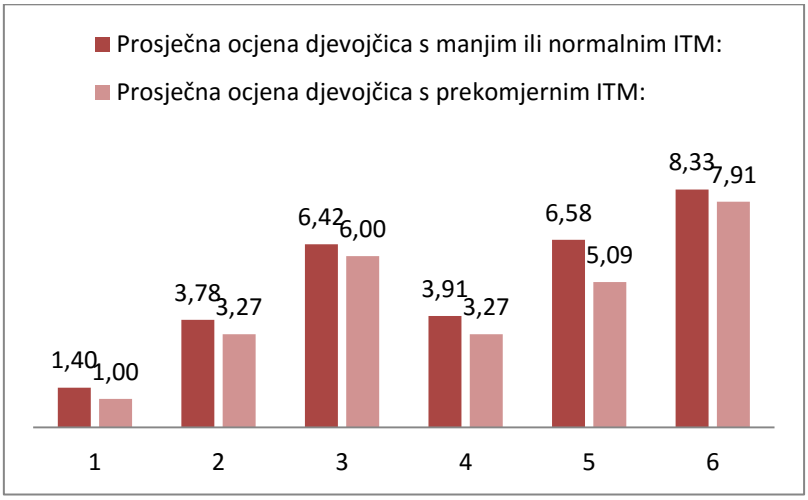
Slika 3 Prosječna ocjena intenziteta okusa – usporedba svih dječaka i djevojčica

Usporedbom podataka prema indeksu tjelesne mase među slatkim otopinama ne uočava se pravilnost. Ispitanici s prekomjernim indeksom tjelesne mase otopine 1 i 3 ocjenjuju nešto većom ocjenom, a otopinu 2 nižom ocjenom od ispitanika s normalnim ili manjim indeksom tjelesne mase. Međutim, kod slanih otopina, ispitanici s prekomjernim indeksom tjelesne mase sve otopine ocjenjuju u prosijeku nižim ocjenama. Otopinu 4 ispitanici s prekomjernim indeksom tjelesne mase ocjenjuju ocjenom manjom za 0.5, otopinu 5 ocjenjuju ocjenom manjom za 0.62, a otopinu 6 ocjenom manjom za 0.23 u odnosu na ispitanike s normalnim ili manjim indeksom tjelesne mase (Slika 4).



Slika 4 Usporedba prosječne ocjene intenziteta okusa prema indeksu tjelesne mase svih ispitanika

Ako ove podatke dodatno razvrstamo i prema spolu, uočavamo da među dječacima s normalnim ili manjim ITM u odnosu na one s prekomjernim ITM ne postoji određena pravilnost. Međutim, kod djevojčica uočavamo da svakoj otopini skupina s prekomjernim ITM daje nešto niže ocjene (Slika 5).



Slika 5 Usporedba prosječne ocjene intenziteta okusa prema indeksu tjelesne mase među djevojčicama

RASPRAVA

Prvi od ciljeva našeg istraživanja bio je odrediti indeks tjelesne mase učenika i usporediti ga s dostupnim podacima iz literature. Većina naših učenika ima indeks tjelesne mase u granicama normalnog. Povećanu tjelesnu masu ima 18,75 % ispitanika (Slika 1). Usporedimo li se s dostupnim podacima, koji se ovisno o istraživanju kreću od 11% (Antonić – Degač i sur. 2004.) do 23% (Bralić i sur. 2010.), nalazimo se u Hrvatskom prosjeku. 2,68 % ispitanika je pretilo, što je manje u odnosu na prije spomenuta istraživanja, čiji se rezultati kreću od 5,2 – 7,2 %. Među ispitanicima koji imaju indeks tjelesne mase veći od normalnog 1,78 % je više djevojčica. U odnosu na referentna istraživanja (Bralić i sur. 2010.) razlikujemo se od prosjeka, jer je u populaciji Hrvatske djece nešto veći postotak pretilih dječaka od djevojčica.

Drugi cilj našeg istraživanja bio je ispitati osjete okusa slatkoga i slanoga među navedenom skupinom učenika. Uspoređujući okuse slatkoga i slanoga uočili smo da svi učenici, bez obzira na spol ili indeks tjelesne mase veće ocjene daju slanim nego slatkim otopinama (Slike 2 - 5). Utvrđujući razlike u subjektivnoj procjeni osjeta okusa prema spolu, uočili smo da djevojčice svim slatkim otopinama daju nešto nižu ocjenu od dječaka. Kod slanih otopina ne uočavamo nikakvu pravilnost (Slika 3).

Uspoređujući ispitanike prema indeksu tjelesne mase, podijelili smo ih u dvije skupine. Prvu skupinu ispitanika s indeksom tjelesne mase manjim od normalnog ili normalnim te drugu skupinu s povećanim indeksom tjelesne mase. Među svim ispitanicima nismo uočili nikakvu pravilnost u slatkim otopinama. Tako ispitanici s prekomjernim indeksom tjelesne mase prvu i treću otopinu ocjenjuju većom ocjenom, a drugu manjom u odnosu na drugu skupinu ispitanika (Slika 4). Overberg i sur. (2012.) navode da povezanost između pretilosti i osjeta slatkog u literaturi varira s obzirom na metode koje se koriste pri ispitivanju. Također navode kako pretila djeca manjim intenzitetom ocjenjuju slatke okuse u odnosu na djecu normalne tjelesne mase. U svojem istraživanju Bućan, (2015.) navodi kako nedavna istraživanja su pokazala da pretile osobe osjećaju slatki okus kao manje intenzivan od pojedinaca normalne težine. Istraživanja na životinjama pokazala su da pretile životinje imaju poremećen okus slatkog. Naime, u štakora se pokazalo da pretilost postepeno umanjuje sposobnost okusnih pupoljaka za osjet slatke hrane što rezultira konzumacijom sve većih i sve slađih obroka (Vranešić – Bender, 2011.). Donaldson i sur. (2009.) s druge strane navode da u njihovom

istraživanju nema razlike u osjetu praga okusa slatkog kod ispitanika s obzirom na razlike u ITM. Pretpostavljamo da su naši rezultati u raskoraku s navedenim istraživanjima iz više razloga. Naime, metoda kojom smo ispitivali osjet okusa temelji se na subjektivnoj procjeni, a ispitanici mogu znatno utjecati jedni na druge. Također smatramo da smo u obzir trebali uzeti i druge pokazatelje, kao što su opseg struka, udio masnog tkiva, osobnu sklonost prema slatkom i sl. Ali i sama istraživanja među sobom su dosta proturječna. Međutim, ako u obzir uzmemo samo ženske ispitanice, uočavamo da ispitanice s prekomjernim ITM svim slatkim otopinama daju niže ocjene u odnosu na drugu skupinu ispitanica (Slika 5). Prema tome, naša hipoteza za slatke otopine vrijedi samo na ženskim ispitanicima.

Naši ispitanici s prekomjernim indeksom tjelesne mase svim slanim otopinama dali su prosječno niže ocjene od druge skupine ispitanika, što potvrđuje našu pretpostavku (Slika 4). Tako prvu otopinu ocjenjuju ocjenom manjom za 0,5, drugu za 0,62, a treću za 0,23 u odnosu na drugu skupinu ispitanika. Ovi rezultati su u skladu s istraživanjem (Donaldson i sur. 2009.) gdje se navodi da se prag osjeta slanog smanjuje kod pretilih ispitanika. Također Bućan (2015.) u svojem istraživanju ističe kako je prag za slano niži u pretilih adolescenata i djece.

ZAKLJUČCI

- 18,75 % ispitanika ima indeks tjelesne mase koji ukazuje na prekomjernu tjelesnu težinu, a 2,68 % ispitanika je pretilo. Rezultati su u skladu s prosjekom u Republici Hrvatskoj.
- Ispitanici intenzivnije osjećaju slane okuse.
- Muški ispitanici intenzivnije osjećaju slatke okuse od ženskih ispitanika.
- Svi ispitanici s prekomjernom tjelesnom masom slabije osjete slane okuse u odnosu na drugu skupinu ispitanika s normalnim ili manjim indeksom tjelesne mase.
- Djevojčice s prekomjernom tjelesnom masom sve otopine osjećaju manje intenzivnima u odnosu na djevojčice s normalnim ili manjim indeksom tjelesne mase.
- Ovim istraživanjem u potpunosti smo potvrdili našu pretpostavku samo za osjet slanoga.

LITERATURA

Antonić-Degač K, Kaić-Rak A., Mesaroš-Kanjski E., Petrović Z., Capak K. 2004. Stanje uhranjenosti i prehrambene navike školske djece u Hrvatskoj. Pediatrica Croatica 48: 245.

Bendelja D., Culjak Đ., Lukša Ž., Operta E., Orešković E., Roščak R. 2013. Biologija 8, Školska knjiga, Zagreb

Bralić I., Jovančević M., Predavec S., Grgurić J. 2010. Pretilost djece – novo područje multidisciplinarnog preventivnog programa. Pediatrica Croatica 54: 33 - 42

Bućan J., 2015. Osjet okusa za slatko i prekomjerna tjelesna težina, diplomski rad, Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet

Donaldson LF, Bennett L, Baic S, Melichar JK. 2009.Taste and weight: is there a link? National Center for Biotechnology Information, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19571216, pristupljeno 11. 11. 2015.

Guyton C., Hall J. E., 2003. Medicinska fiziologija , Medicinska naklada, Zagreb str. 613 – 619 str.

Overberg J., Hummel T., Krude H., Wiegand S. 2012. Differences in taste sensitivity between obese and non-obese children and adolescents, National Center for Biotechnology Information, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22995095, pristupljeno 11. 11. 2015.

WHO 2015. Global Database on Body Mass Indeks - An interactive surveillance tool for monitoring nutrition transition, World Health Organization, http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro.html, pristupljeno 11. 11. 2015.

Vranešić Bender D., 2011. Stari i novi okusi i debljina, vitamini.hr, http://www.vitamini.hr/Content/Print.aspx?Id=8335 , pristupljeno 19. 1. 2016.

UTJECAJ VODE DOBIVENE SAKUPLJANJEM MAGLE NA KLIJANJE PŠENICE (TRITICUM AESTIVUM L.)

Antonio Eršegović, 8. razred
Filip Strmečki, 8. razred

Osnovna škola Ivana Kukuljevića Sakcinskog, Ivanec
Mentor: Marko Šafran

SAŽETAK
Istraživanje utjecaja vode dobivene sakupljanjem magle na klijavost pšenice (Triticum aestivum L.) vršeno je od prosinca 2015. do veljače 2016. godine. U svrhu prikupljanja vode iz magle izrađen je pasivni sakupljač magle koji je postavljen na lokaciju ivanečkih jezera „Jarki". Proučavanje klijavosti pšenice obavljeno je u kabinetu Biologije u Osnovnoj školi Ivana Kukuljevića Sakcinskog, Ivanec. U tu svrhu izrađena je komora za klijanje kako bi se svi uvjeti klijanja, osim vode, mogli održavati stalnima. Formirane su tri grupe uzoraka – rast s vodom dobivenom sakupljanjem magle, rast s vodovodnom vodom te rast bez prisustva vode. Primjenom metode promatranja i mjerenja utvrđeno je da u našem slučaju voda dobivena sakupljanjem magle ne utječe na klijavost pšenice, međutim, svojim se kemijskim sastavom uvelike razlikuje od vodovodne vode. Koristeći poznata znanja o mehanizmima nastanka magle, ne možemo sa sigurnošću tvrditi da voda dobivena sakupljanjem magle ne utječe na klijavost pšenice. U tu svrhu potrebna je dodatna analiza uzoraka vode iz magle, posebice s područja velikih gradova i industrijskih postrojenja.

Ključne riječi: *klijavost, Ivanečka jezera, sakupljač magle, kondenzacija, ionski sastav*

UVOD

Površinu Zemlje, našeg „plavog planeta", većim dijelom prekriva voda. Međutim, samo malih 2,5 % otpada na pitku vodu. Ako od toga odbijemo vodu zarobljenu u ledenjacima i dubokom podzemlju, dobivamo podatak da nešto više od 7,1 milijardi ljudi, koliko ih prema podacima iz 2013. godine živi na Zemlji, na raspolaganju za piće ima svega 1 % svjetske vode.

Problem prekomjerne potrošnje pitke vode

Hrvatska je jedna od rijetkih zemalja koje su izrazito bogate pitkom vodom te ukoliko nastavimo s njenim pravilnim gospodarenjem, ona će nam zasigurno biti na raspolaganju dugi niz godina. Da bi to bilo moguće, potrebno je podići svijest ljudi o problemu pitke vode te im pokazati načine kako mogu očuvati vodu, naše najvažnije prirodno bogatstvo za buduće generacije.

Prema podacima Američke agencije za zaštitu okoliša (EPA, 2013.) prosječna obitelj dnevno potroši oko 800 – 1200 litara vode, od čega 20 – 30 % potrošnje otpada na održavanje vrtova i okućnica. Ovakvim stilom života nepotrebno se troše velike količine pitke vode jer se prikupljanjem padalina dobiva voda koja se bez dodatnih tretiranja može koristiti za održavanje okućnica i vrtova, tzv. tehnička voda.

Kišnica se oduvijek koristila u kućanstvima, posebice u onim kućanstvima koja nisu priključena na vodoopskrbnu mrežu. Međutim, napretkom tehnologije sve se više govori o alternativnim izvorima vode, a jedan od njih zasigurno je voda dobivena sakupljanjem magle. Ovakav bi način dobivanja vode bio od velike važnosti za područja s malom količinom padalina, ali velikom dnevnom razlikom u temperaturi između zraka i tla.

Magla

Magla je oblik padalina koji nastaje u prizemnom sloju troposfere kada je razlika između temperature zraka i temperature rosišta manja od 2.8 °C te kada je relativna vlažnost zraka gotovo 100 % (Marković, 2014.). U takvim uvjetima zrak ne može primiti dodatnu količinu vlage pa dolazi do kondenziranja vodene pare i nastajanja sitnih lebdećih kapljica vode ili kristalića leda u zraku. Mehanizam nastanka magle identičan je nastanku oblaka pa možemo reći da je magla zapravo oblak koji nastaje pri samom tlu (stratus).

Osim gore navedenih fizikalnih čimbenika, važan uvjet za nastajanje magle prisustvo je i tzv. jezgara kondenzacije na kojima započinje nukleacija – proces stvaranja vodenih kapljica. U uvjetima kada je vlažnost zraka 100 %, vodene kapljice u atmosferi služe kao jezgre kondenzacije pa govorimo o homogenoj nukleaciji (Hrvatska enciklopedija, 2012.). Međutim, u gradovima i velikim industrijskim zonama magla nastaje procesom heterogene nukleacije u uvjetima kada je vlažnost zraka mnogo manja od 100 % jer su jezgre kondenzacije u ovom slučaju čestice čađe, prašine te čestice nastale izgaranjem fosilnih goriva. Navedene su čestice izrazito higroskopne te na sebe navlače kapljice vode. Iz tog razloga magle su u gradovima mnogo gušće te se zadržavaju dulji vremenski period što predstavlja bolje uvjete za njezino prikupljanje.

Sastav magle

Svojim su istraživanjem Beiderwieder i sur. (2005.) pokazali da se kemijski sastav i fizikalna svojstva vode dobivene sakupljanjem magle i kišnice uvelike razlikuju. Naime, ionska analiza prikupljenih uzoraka pokazala je da kapljice magle sadrže veće koncentracije H^+, NH_4^+, NO_3^- i SO_4^{2-} od kapljica kiše.

Iz navedenih razlika u ionskom sastavu može se zaključiti kako bi pH vrijednost kapljica magle trebala biti niža od pH vrijednosti kapljica kiše. Beiderwieder i sur. upravo su to i dokazali pa je izmjerena pH vrijednost kišnice iznosila 5.26, dok je pH vrijednost vode dobivene sakupljanjem magle iznosila 4.46. Također, zbog povećane koncentracije slobodnih iona u otopini, voda dobivena sakupljanjem magle imala je dvostruko veću vodljivost od kišnice.

Spomenute razlike mogle bi proizaći iz različitih mehanizama nastanka padalina. Magla nastaje u nižim slojevima atmosfere gdje je utjecaj emisije štetnih plinova mnogo veći. Također, postoji i razlika u samoj veličini kapljica koje se formiraju za vrijeme kiše i magle. Kapljice kiše mnogo su veće od kapljica magle te se iz tog razloga radi o razrjeđenijim otopinama nego u slučaju kapljica magle.

Sakupljač magle

Potaknuti mnogobrojnim primjerima biljaka i životinja koje uspijevaju preživjeti u izrazito sušnim područjima zahvaljujući sposobnosti prikupljanja vode iz atmosfere, znanstvenici s MIT-a (Massachusetts Institute of Technology) krenuli su u izradu vlastitih pasivnih sakupljača magle. Znanstvenici su, zahvaljujući posebnim materijalima i premazima, uspjeli u idealnim uvjetima prikupiti čak do nekoliko litara vode po kvadratnom metru sakupljača. Navedeni podatak odnosi se na područja iznimne vlažnosti, kao što su područja središnje i južne Amerike te Afrike. (Marković, 2014.).

Ovom se metodom, uz pomoć velikog sakupljača magle površine oko 40 m^2, dnevno može prikupiti između 150 – 200 l vode u idealnim uvjetima. Takve bi količine vode bile više nego dovoljne za potrebe održavanja vrtova i okućnica u kućanstvima.

Mogućnost upotrebe vode skupljanjem magle

Na temelju predstavljenih podataka može se vidjeti kako bi voda dobivena sakupljanjem magle mogla zamijeniti pitku vodu i kišnicu u svrhu zalijevanja vrtova i održavanja okućnica, posebice u mjestima gdje je relativna vlažnost zraka iznimno visoka.

Kišnica se od davnina koristi kao zamjenski izvor vode za zalijevanje vrtova i održavanje okućnica. Zbog malih količina otopljenih tvari (meka voda), kišnica se smatra čak i boljom vodom za zalijevanje vrtova od vodovodne vode. Međutim, može li se ista stvar reći i za vodu dobivenu sakupljanjem magle?

Dosadašnja istraživanja pokazala su da postoji značajna razlika u kemijskom sastavu kišnice i vode dobivene sakupljanjem magle. Glavni su razlog tome različiti mehanizmi formiranja vodenih kapljica kiše i magle. Kapljice magle sadrže veće koncentracije NH_4^+, NO_3^- i SO_4^{2-} iona nego kapljice kiše, što znači da je takva voda kiselija od kišnice. Iz tog razloga potrebno je istražiti je li voda dobivena sakupljanjem magle zaista pogodna za zalijevanje biljaka.

Istraživački rad započeo je izradom pasivnog sakupljača magle kako bi se prikupile dovoljne količine vode. Tako prikupljena voda koristila se u daljnjem istraživanju utjecaja vode dobivene sakupljanjem magle na klijavosti pšenice (*Triticum aestivum L.*). U tu svrhu formirane su tri grupe uzoraka. Za klijanje sjemena pšenice u prvoj grupi (ispitivanoj) koristi se voda dobivena sakupljanjem magle, za klijanje sjemena u drugoj grupi (pozitivna kontrola) koristi se vodovodna voda, dok treća grupa (negativna kontrola) klije u uvjetima bez prisustva vode. Svi ostali uvjeti klijanja održavani su stalnima. Rezultati, tj. broj proklijanih sjemenki, bilježeni su svakodnevno, a duljina klice (mlade biljke) mjerena je zadnjeg, dvanaestog dana promatranja.

Cilj je ovog rada istražiti može li voda dobivena sakupljanjem magle služiti za zalijevanje biljaka.

Zbog povišenih koncentracija iona, posebice NO_3^- i SO_4^{2-} u sastavu magle, predviđa se da će takva, kiselija voda, negativno utjecati na klijavost pšenice (*Triticum aestivum L.).* Upotreba vode dobivene sakupljanjem magle dovest će do smanjenog postotka klijavosti pšenice te manje duljine klice u usporedbi s kontrolnim uzorkom koji za svoj rast koristi vodovodnu vodu. Na taj način pokazat će se da voda iz magle šteti razvoju pšenice.

METODE RADA

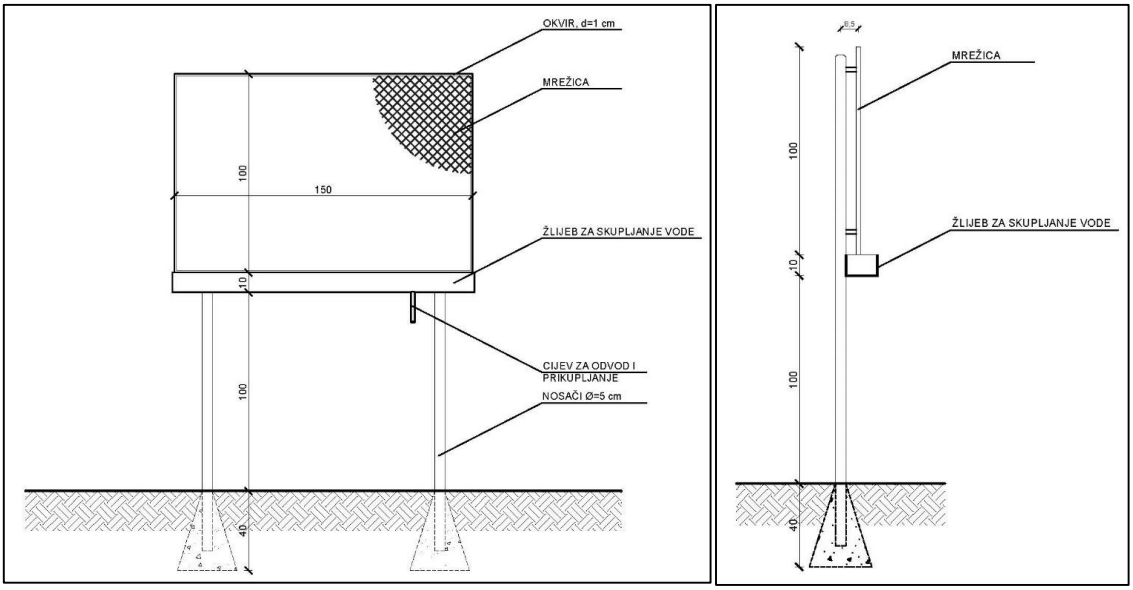
U svrhu provedbe istraživanja korištene su sljedeće metode rada i materijali.

Izrada pasivnog sakupljača magle

Voda iz magle sakupljena je korištenjem jednostavnog pasivnog sakupljača magle. Sakupljač se sastoji od uzemljenih drvenih nosača i drvenog okvira unutar kojeg je razapeta tanka polipropilenska mreža (mreža za zasjenjivanje, tj. zaštitu od Sunca, gustoće 35%) ukupne površine 1,5 m^2. Unutar prvih tjedan

dana sakupljanja stupanj kondenzacije kapljica magle na rešetku nije bio zadovoljavajući te je polipropilenska mreža zamijenjena aluminijskom (mreža za komarce) identične ukupne površine. Zahvaljujući boljim termičkim svojstvima aluminija, uspostavljena je veća razlika u temperaturi između zraka i rešetke što je rezultiralo boljom kondenzacijom kapljica magle.

Kod ovakvog tipa sakupljača mreža ima ulogu fine rešetke na čijim nitima dolazi do kondenzacije magle i formiranja kapljica koje zatim pod utjecajem sile teže klize niz rešetku i ulijevaju se u sabirnu posudu. Kao sabirna posuda korištena je uzdužno prerezana PVC cijev promjera 8 cm. Voda iz sabirne posude putem PVC crijeva odlazi u plastičnu bocu za sakupljanje uzoraka koja se nalazi na tlu. Kako ne bi došlo do prolijevanja sadržaja iz boce uslijed naleta vjetra, ista je uz pomoć elastične kuke pričvršćena za jedan od drvenih nosača. Detaljan nacrt izrade sakupljača magle prikazan je na slici 1.



Slika 1. Nacrt pasivnog sakupljača magle - prednji i bočni plan

Sakupljanje vode

Svakodnevno, ovisno o vremenu, voda iz boce za sakupljanje uzoraka bila je sakupljana i pretakana u čiste plastične boce gdje je čekala daljnju upotrebu. Posebna briga vođena je o vremenskoj prognozi i atmosferskim prilikama koje vladaju na terenu pa su uzorci sakupljani samo za maglovitih dana kada nije bilo ostalih oblika padalina, npr. kiše. Time je osigurano da je sakupljena voda zaista dobivena iz magle. Važnost ovakve rigorozne kontrole navedena je u uvodnom dijelu rada.

Kontrola i odabir sjemena

Kako bi se osigurali jednaki početni uvjeti klijanja, prikupljeno sjeme pšenice sortirano je prema veličini sjemenke. Za daljnje je istraživanje korišteno samo sjeme jednake veličine i ono koje je u potpunosti zdravo, što znači da na njemu nisu bili vidljivi znakovi oštećenja ili pucanja sjemene lupine.

Nepristranost je dodatno osigurana nasumičnim izvlačenjem zdravih sjemenki iz plastične posudice prilikom njihova dijeljenja u testne grupe.

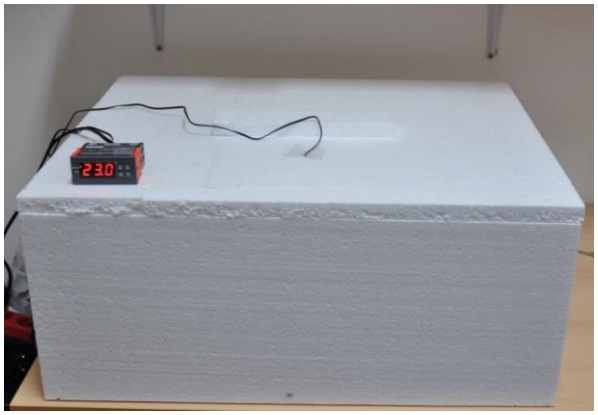
Klijanje sjemenki pšenice (*Triticum aestivum L.*)

Kako bi se moglo zaključiti utječe li voda dobivena sakupljanjem magle na klijanje pšenice, potrebno je bilo provesti test klijavosti. U tu svrhu prethodno probrane sjemenke podijeljene su u tri grupe od kojih se svaka sastojala od po tri uzorka. Na ovaj način osigurano je dobivanje reprezentativnog uzorka na temelju srednje vrijednosti prikupljenih rezultata. Grupe su formirane na sljedeći način:

- grupa: Pozitivna kontrola – rast s vodovodnom vodom (oznake uzoraka **V1**, **V2**, **V3**)
- grupa: Ispitivana grupa – rast s vodom dobivenom sakupljanjem magle (oznake uzoraka **M1**, **M2**, **M3**)
- grupa: Negativna kontrola – rast bez vode (oznake uzoraka **N1**, **N2**, **N3**)

Kao što se može vidjeti, vrsta vode korištena za klijanje predstavlja nezavisnu varijablu, a postotak klijavosti i duljina klice predstavljaju ispitivane zavisne varijable čije su izmjerene vrijednosti posljedica djelovanja navedene nezavisne varijable.

Ostali uvjeti klijanja (temperatura, vlažnost zraka, količina svjetlosti) održavani su stalnima. Da bi to bilo moguće, od stiropora debljine 2 cm izrađena je komora za klijanje dimenzija (65 x 55 x 25 cm). Stiropor je odličan izolator, što znači da su uvjeti unutar komore ostali gotovo nepromijenjeni bez obzira na vanjske varijacije u temperaturi, vlažnosti zraka i količini svjetlosti koje su eventualno nastale uslijed otvaranja vrata kabineta, otvaranja prozora ili podizanja i spuštanja roleta. Slika komore za klijanje prikazana je na slici 2.



Slika 2. Komora za klijanje korištena u istraživanju

Postavljanje uzoraka i praćenje klijavosti

Kao podloga za klijanje korišten je filtar papir izrezan na krugove koji su položeni u Petrijeve zdjelice promjera 9 cm. Svaki je filtar papir zatim namočen s 5 ml odgovarajuće vode kako bi se osigurala početna vlažnost. Sjemenke su prije postavljanja na filtar papir namakane 20 min u vodi, kako bi nabubrile i upile dovoljno vlage. U svaku Petrijevu zdjelicu nasađeno je po devet sjemenki pšenice prema redoslijedu objašnjenome u prethodnom poglavlju. Vlažnost podloge osigurana je redovitim dodavanjem 2 ml vode svakih 10 – 12 sati, a eventualni višak vode uklonjen je kako ne bi došlo do razvoja plijesni i gljivica.

Mjerenje pH vrijednosti i kemijska analiza vode

U uvodnom dijelu objašnjeno je da ispušni plinovi i čađa imaju veliki utjecaj u procesu nastajanju magle, ali i njezinom kemijskom sastavu. Iz tog razloga izvršena je kemijska analiza vode dobivene sakupljanjem magle, a dobivene vrijednosti uspoređene su s vrijednostima vodovodne vode. Mjerena svojstva bila su pH vrijednost te koncentracije PO_4^{3-}, NO_3^-, NO_2^- i NH_4^+ iona. Ovakva kvantitativna analiza uzoraka vode uvelike će pomoći u formiranju zaključka utječe li voda dobivena sakupljanjem magle na klijanje pšenice.

Za mjerenje pH vrijednosti korišten je Atago DPH-2 digitalni prijenosni pH metar, dok je u svrhu određivanja koncentracije iona korišten pokretni ekolaboratorij „Ekološki detektiv“ (model Educa d.o.o.) s pripadajućim priručnikom. U priručniku su navedeni protokoli za određivanje koncentracija iona, a sav potreban pribor nalazi se u pokretnom ekolaboratoriju. Brojčani rezultati dobiveni su usporedbom boje uzorka s bojama koje se nalaze na priloženoj kartici boja za određivanje koncentracije iona u uzorcima (*Prilog 1*).

Materijali

Kao materijal za provedbu istraživanja i testiranje početne hipoteze odabrana je pšenica (*Triticum aestivum L.)*.

Pšenica (Triticum aestivum L.)

Pšenica (*Triticum aestivum L.*) zbog svoje velike gospodarske važnosti spada u jednu od najrasprostranjenijih poljoprivrednih kultura na svijetu, odmah iza kukuruza. Nalazi se unutar razreda jednosupnice (Liliopsida), što znači da je njezina sjemenka izgrađena od samo jedne supke. Osim zbog svoje gospodarske važnosti, pšenica je odličan objekt promatranja zbog vrlo jednostavnog i brzog uzgoja. Optimalna temperatura klijanja je 12 – 22 °C (sobna temperatura), a do nicanja klicina pupoljka dolazi za manje od tjedan dana (tipično 5 – 9 dana). Također, zbog velike rasprostranjenosti vrlo je jednostavno doći do kvalitetnog sjemena.

REZULTATI

02. prosinca 2015. godine započela je prva faza istraživačkog rada i trajala je sve do 28. prosinca 2015. Ova je faza trajala nešto dulje od očekivanog, primarno zbog malog broja maglovitih dana. Nakon što je sakupljanjem magle dobivena dovoljno količina vode, istraživački je rad bio spreman za svoju drugu fazu. U njezinu se realizaciju krenulo nakon povratka sa zimskih školskih praznika, nakon što su osigurani svi potrebni tehnički uvjeti. Prvi dan praćenja klijavosti pšenice bio je 17. siječnja 2016. godine, a cijeli je istraživački rad završen 28. siječnja 2016. godine. Nakon toga, krenulo se u analizu dobivenih podataka.

U sljedećim poglavljima izneseni su glavni rezultati ovoga istraživačkog rada.

Voda dobivena sakupljanjem magle

Sva voda dobivena sakupljanjem magle profiltrirana je kroz filtar papir kako bi se uklonile eventualne mehaničke nečistoće, a uz pomoć menzure očitan je ukupni volumen sakupljene vode od 453 ml.

Klijavost sjemenki pšenice i duljina klice

1. grupa – rast s vodovodnom vodom

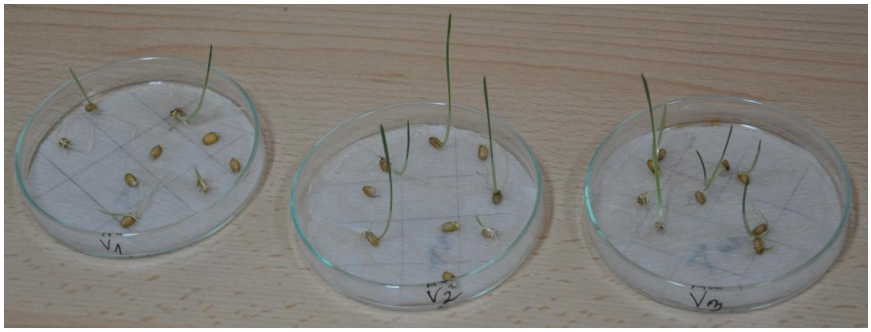
Petrijeve zdjelice sa sjemenkama označene su oznakama **V1**, **V2**, **V3,** a postotak klijavosti u njima je sljedeći:

- **V1** – Petrijeva zdjelica s ukupno 9 sjemenki. Prvo je klijanje zapaženo 5. dana od početka praćenja. Na kraju 12. dana proklijalo je 8 od ukupno 9 sjemenki (klijavost, K = 88,89 %). Duljina klice (mlade biljke) bila je od 0,4 – 4,7 cm (Slika 3).

Klijavost sjemenki izračunata je po sljedećoj formuli:

$$klijavost\ sjemenki\ (K) = \frac{broj\ proklijalih\ sjemenki\ u\ klijalištu}{ukupni\ broj\ sjemenki\ stavljen\ u\ klijalište} \times 100$$

- **V2** – Petrijeva zdjelica s ukupno 9 sjemenki. Kao i kod uzorka V1, prvo je klijanje uočeno 5. dan, a zadnjeg 12. dana proklijalo je 8 sjemenki (K = 88,89 %). Duljina klice bila je 0,3 – 7,4 cm.
- **V3** – Petrijeva zdjelica s ukupno 9 sjemenki. Početak klijanja zapažen je 4. dana, a do zadnjeg dana proklijale su sve sjemenke (K = 100%). Duljina klice bila je od 0,7 – 7,5 cm.

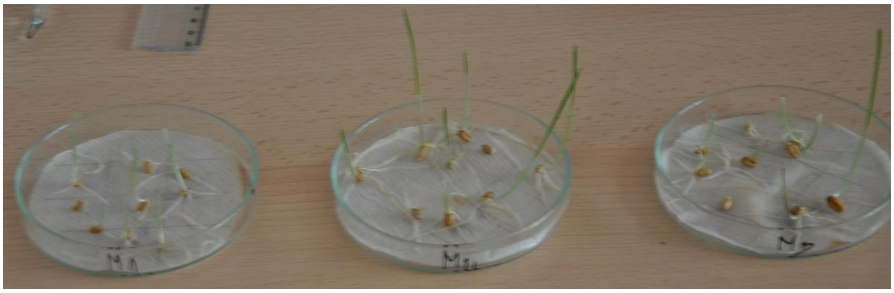


Slika 3. Izgled klijališta prve grupe uzoraka (V1, V2, V3) nakon promatranja

2. grupa – rast s vodom dobivenom sakupljanjem magle

Petrijeve zdjelice sa sjemenkama označene su oznakama **M1**, **M2**, **M3,** a postotak klijavosti u njima je sljedeći:

- **M1** – Petrijeva zdjelica s ukupno 9 sjemenki. Prvo je klijanje zapaženo 5. dana od početka praćenja. Na kraju 12. dana proklijalo je svih 9 sjemenki (K = 100%). Duljina klice (mlade biljke) bila je od 0,2 – 3,0 cm (Slika 4).
- **M2** - Petrijeva zdjelica s ukupno 9 sjemenki. Početak klijanja zapažen je 5. dana od početka praćenja, a zadnjeg dana proklijalo je 8 od ukupno 9 sjemenki (K = 88,89 %). Duljina klice bila je od 0,9 – 7,5 cm.
- **M3** - Petrijeva zdjelica s ukupno 9 sjemenki. Prvo klijanje zapaženo je tek 6. dana od početka praćenja, međutim, do kraja promatranja sve su sjemenke uspjele proklijati (K = 100 %). Duljina klice kretala se 0,1 – 7,8 cm.

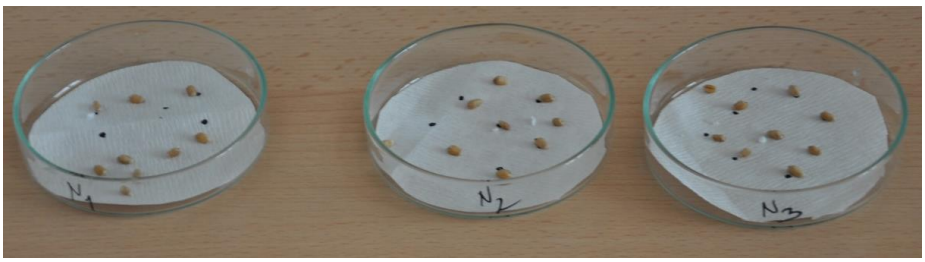


Slika 4. Izgled klijališta druge grupe uzoraka (M1, M2, M3) nakon promatranja

3. grupa – rast bez vode

Petrijeve zdjelice sa sjemenkama označene su oznakama **N1**, **N2**, **N3,** a postotak klijavosti u njima je sljedeći:

- **N1, N2, N3** – Tri Petrijeve zdjelice, svaka s ukupno 9 sjemenki. Budući da su sjemenke rasle u uvjetima bez vode, kao što je i očekivano, ni u jednom od promatranih uzoraka nije došlo do procesa klijanja (Slika 5). Prema tome, klijavost za sva tri uzorka N1, N2, N3 iznosi 0 %.



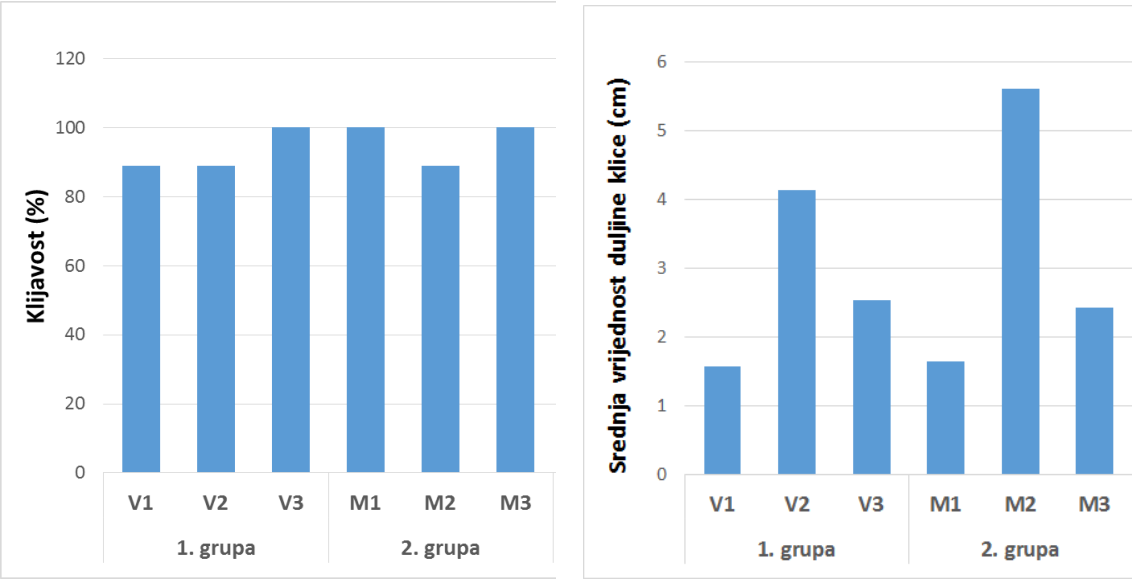
Slika 5 Izgled klijališta treće grupe uzoraka (N1, N2, N3) nakon promatranja

Radi preglednosti i lakšeg snalaženja, posebice u svrhu pisanja i čitanja rasprave, navedeni su rezultati promatranja prikazani tablično (Tablica 1) i grafički (Slika 6).

Tablica 1. Broj proklijalih sjemenki, klijavost i duljina klice kod eksperimentalnih uzoraka nakon promatranja*

		BROJ PROKLIJALIH SJEMENKI (DAN)						KLIJAVOST (%)	KLIJAVOST (ukupno)	DULJINA KLICE (cm)	DULJINA KLICE / cm (srednja vrijednost)
UZORAK		1	3	5	8	10	12				
1. grupa	V1	0	0	1	5	7	8	88,89	92,59	0,4 - 4,7	1,56
	V2	0	0	3	7	8	8	88,89		0,3 - 7,4	4,13
	V3	0	0	3	9	9	9	100		0,7 - 7,5	3,54
2. grupa	M1	0	0	1	8	9	9	100	96,29	0,2 - 3,0	1,64
	M2	0	0	3	7	8	8	88,89		0,9 - 7,5	5,6
	M3	0	0	0	7	8	9	100		0,1 - 7,8	2,42

*tablica 1. ne prikazuje rezultate 3. grupe uzoraka jer u njima nije zabilježena klijavost



Slika 6. Grafički prikaz rezultata istraživanja klijavosti kod eksperimentalnih uzoraka*

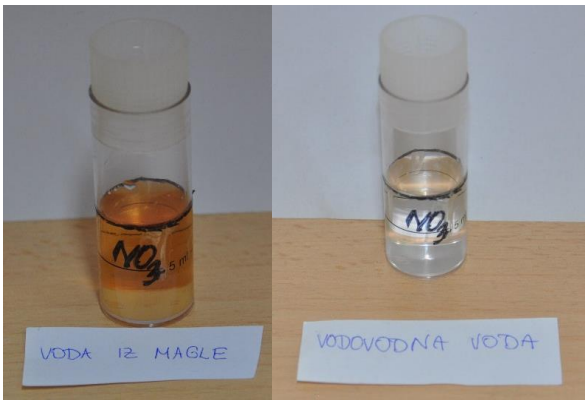
*grafički prikaz ne prikazuje rezultate 3. grupe uzoraka jer u njima nije zabilježena klijavost

Kemijska analiza uzoraka vode

Kao što je ranije navedeno, za provedbu kemijske analize vode korišten je pokretni ekolaboratorij „Ekološki detektiv“ i pripadajući priručnik u kojem su opisani protokoli za testiranje prisutnosti pojedinih vrsta iona u uzorcima vode.

Koncentracija nitrata

Nakon usporedbe boje testiranog uzorka vodovodne vode (slika 7) s karticom boja, utvrđeno je da u uzorku nema prisutnih NO_3^- iona (0 ppm). U vodi dobivenoj sakupljanjem magle utvrđena koncentracija NO_3^- iona iznosila je 50 ppm.



Slika 7. Usporedba boje uzoraka vodovodne vode i vode dobivene sakupljanjem magle nakon provedenog testa na nitrate

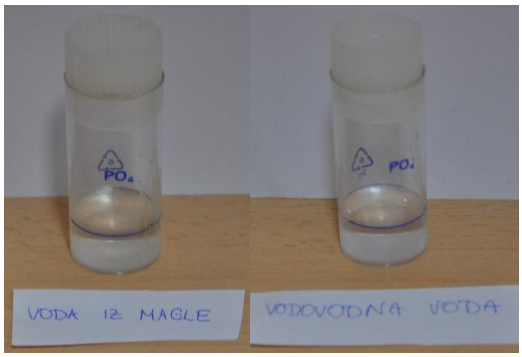
Koncentracija nitrita

Usporedbom boja uzoraka, utvrđeno je da voda dobivena sakupljanjem magle sadrži višu koncentraciju nitrita od vodovodne vode (slika 8). Koncentracija NO_2^- iona u vodi iz magle kreće se između 0,5 – 1,0 ppm, dok je u vodovodnoj vodi koncentracija NO_2^- iona nešto veća od 0,02 ppm.

Slika 8. Usporedba boje uzoraka vodovodne vode i vode dobivene sakupljanjem magle nakon provedenog testa na nitrite

Koncentracija fosfata

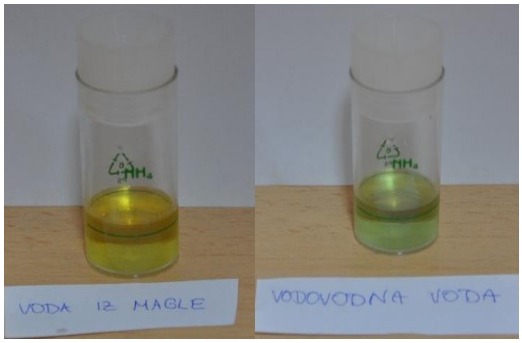
Usporedbom boja nakon provedenog testa na fosfate (slika 8), prisutnost PO_4^{3-} iona nije potvrđena u niti jednom od testiranih uzoraka vode (0 ppm).



Slika 9. Usporedba boje uzoraka vodovodne vode i vode dobivene sakupljanjem magle nakon provedenog testa na nitrite

Koncentracija amonijevih iona

Usporedbom uzoraka, utvrđeno je da voda dobivena sakupljanjem magle sadrži nižu koncentraciju amonijevih iona od vodovodne vode (slika 8). Koncentracija NH_4^+ iona u vodi iz magle iznosi nešto više od 0,05 ppm, dok se u vodovodnoj vodi kreće oko 0,2 ppm.



Slika 9. Usporedba boje uzoraka vodovodne vode i vode dobivene sakupljanjem magle nakon provedenog testa na amonijeve ione

pH vrijednost

Kao što je bilo za očekivati, korištenjem digitalnog prijenosnog pH metra Atago DPH-2, utvrđeno je da je voda dobivena sakupljanjem magle kiselija od vodovodne vode. pH vodovodne vode iznosila je 7,9 dok je pH vrijednost vode dobivene sakupljanjem magle iznosila 7,2.

Radi preglednosti i lakšeg snalaženja, posebice u svrhu pisanja i čitanja rasprave, izneseni podaci o koncentracijama iona te pH vrijednostima testiranih uzoraka vode prikazani su tablično (Tablica 2.)

Tablica 2. Koncentracija iona i pH vrijednost analiziranih uzoraka vode

	Voda dobivena sakupljanjem magle	**Vodovodna voda**
Nitrati (NO_3^-)	50 ppm	0 ppm
Nitriti (NO_2^-)	0,5 – 1,0 ppm	≥ 0,02 ppm
Fosfati (PO_4^{3-})	0 ppm	0 ppm
Amonijev ion (NH_4^+)	≥ 0,05 ppm	0,2 ppm
pH vrijednost	7,2	7,9

RASPRAVA

Nakon provedenog istraživanja i analize dobivenih rezultata utvrđeno je da pretpostavka iznesena na početku istraživanja nije točna. Naime, usporedbom klijavosti sjemenaka u uzorcima zalijevanim vodovodnom vodom te vodom dobivenom sakupljanjem magle nisu uočena nikakva značajna odstupanja.

Međutim, kemijska analiza uzoraka vode potvrdila je da postoji značajna razlika u njihovu sastavu, što se slaže s dosada objavljenim rezultatima (Beiderwieden i sur., 2005.).

Klijavost sjemenki u uzorcima

Rezultati istraživanja pokazuju da obje grupe uzoraka (1. grupa – rast s vodovodnom vodom, 2. grupa – rast s vodom dobivenom sakupljanjem magle) pokazuju gotovo 100-postotnu klijavost. Kod 1. grupe uzoraka proklijalo je 25 od ukupno 27 posađenih sjemenki, dok je u 2. grupi proklijala jedna sjemenka više, odnosno 26 od ukupnih 27 sjemenki (*Tablica 1.*). Uzorci unutar 3. grupe prema očekivanju nisu proklijali, što znači da je njihova klijavost 0 %.

Ukoliko usporedimo ukupnu klijavost između 1. i 2. grupe uzoraka, uočava se razlika od 3,7 % u korist uzoraka 2. grupe. Na prvi pogled, ova razlika u postocima može se činiti velika i značajna, međutim, ako se pogledaju gornji podaci o broju proklijalih sjemenki, vidimo da se radi o ukupnoj razlici od samo jedne sjemenke. Prema tome, na temelju rezultata ne može se uočiti nikakva značajna razlika u postotku klijavosti između uzoraka.

Da voda dobivena sakupljanjem magle stvarno nema utjecaj na klijavost može se vidjeti analizom podataka o duljini klice kod uzoraka unutar 1. i 2. grupe uzoraka (*Tablica 1.*). U uzorcima 1. i 2. grupe uzoraka ne postoje značajna odstupanja u prosječnoj duljini klice.

Kemijski sastav uzoraka vode

Kao što se može vidjeti iz rezultata (*Tablica 2*.), postoji značajna razlika u sastavu iona između vodovodne vode i vode dobivene sakupljanjem magle. U svojem su istraživanju Beiderwieden i sur. (2005.) testirali fizikalno-kemijska svojstva vode dobivene sakupljanjem magle i kišnice, ali ne i vodovodne vode. Međutim, usporedbom podataka objavljenih u radu i vlastitih podataka mogu se uočiti mnoge sličnosti. Naime, kemijski sastavi voda dobivenih sakupljanjem magle uvelike se poklapaju.

Sličnost se najbolje može uočiti analizom koncetracije nitrata u uzorcima. U originalnom istraživanju (Beiderwieden i sur., 2005.) uočena je iznimno visoka prosječna koncentracija nitrata od 40 ppm, dok su u nekim od proučavanih uzoraka uočene i mnogo veće koncentracije nitrata, čak do maksimalnih 200 ppm. Ovim istraživanjem, također, dokazana je visoka koncetracija nitrata u uzorku vode dobivene sakupljanjem magle od čak 50 ppm.

Navedeni podaci idu u prilog teoriji o različitim mehanizmima nastanka padalina što dovodi do velike razlike u njihovu kemijskom sastavu. Naime, kišnica nastaje u visokim slojevima atmosfere gdje je utjecaj lokalnog onečišćenja zraka gotovo zanemariv. Iz tog razloga, kišnica se gotovo svugdje u svijetu koristi kao tehnička voda za održavanje vrtova i okućnica. Međutim, kod vode dobivene sakupljanjem magle to nije slučaj. Magla nastaje u najnižim slojevima atmosfere (Hrvatska enciklopedija, 2012.) gdje je utjecaj onečišćenja zraka velik. Iznimno su važni plinovi nastali izgaranjem fosilnih goriva (sumporovi i dušikovi oksidi) jer oni mogu poslužiti kao jezgre kondenzacije prilikom formiranja kapljica magle, posebice u gradovima i industrijskim područjima. U prilog tome ide i iznimno visoka prosječna koncetracija sulfata (Beiderwieden i sur., 2005.) od 43,9 ppm u analiziranim uzorcima vode dobivene sakupljanjem magle. U nekim od uzoraka koncentracija sulfata dosezala je vrijednosti od preko 170 ppm. U ovom istraživanju zbog tehničkih razloga nije određivana koncentracija sulfata, međutim, testirana je koncentracija nitrita čija je prisutnost izravno povezana s prisutnošću plinova nastalih izgaranjem fosilnih goriva u atmosferi. Vrijednost nitrita u uzorku vode dobivene sakupljanjem magle bila je gotovo 5 puta veća nego u uzorku vodovodne vode.

Na temelju navedenih podataka o koncentracijama iona možemo zaključiti da lokalni sastav zraka ima veliki utjecaj na fizikalno-kemijska svojstva magle. Provedenim istraživanjem dokazano je da voda dobivena sakupljanjem magle nema utjecaj na klijavost pšenice, međutim, zbog gore iznesenih argumenata to ne možemo tvrditi sa 100-postotnom sigurnošću.

Uzorci vode dobivene sakupljanjem magle prikupljeni su na području grada Ivanca (točnije ivanečkih jezera) gdje je utjecaj izgaranja fosilnih goriva i ostalih oblika onečišćenja malen. Bilo bi zanimljivo vidjeti rezultate kemijske analize vode dobivene sakupljanjem magle s područja velikih gradova i industrijskih zona, npr. područja grada Zagreba, te na temelju tih rezultata zaključiti o utjecaju vode dobivene sakupljanjem magle na klijavost pšenice, ali i biljaka općenito.

Jedino veće odstupanje između ovog istraživanja i istraživanja koje su proveli Beiderwieden i sur. (2005.) odnosi se na pH vrijednost analizirane vode. Beiderwieden i sur. (2005.) dokazali su da je voda

dobivena sakupljanjem magle iznimno kisela (pH < 5), dok je ovim istraživanjem utvrđeno da pH vrijednost vode dobivene sakupljanjem magle iznosi 7,2.

Razlog za ovo odstupanja mogao bi biti i sam kemijski sastav vode dobivene sakupljanjem magle. Moguće je da ostale ionske vrste koje nisu testirane ovim istraživanjem svojim prisustvom doprinose bazičnosti testiranog uzorka vode dobivene sakupljanjem magle.

ZAKLJUČCI

Rezultati, koji su prikazani u ovome samostalnom istraživačkom radu, dobiveni su na temelju promatranja utjecaja vode dobivene sakupljanjem magle na klijavost pšenice te njezine kemijske analize. Istraživanje se odvijalo u dva dijela – u prvom dijelu krenulo se u izradu pasivnog sakupljača magle koji je korišten za prikupljanje vode iz magle. U drugom dijelu istraživanja voda dobivena sakupljanjem magle korištena je za proučavanje njezinog utjecaja na klijavost pšenice.

Na početku istraživanja postavljena je hipoteza da će voda dobivena sakupljanjem magle imati negativan utjecaj na klijavost pšenice. Hipoteza je temeljena na dosada objavljenim rezultatima (Beiderwieden i sur., 2005.), gdje je pokazano da voda iz magle ima nisku pH vrijednost te visoku koncentraciju nitrata, sulfata i fosfata.

U svrhu testiranja hipoteze formirane su tri grupe uzoraka u kojima je praćena klijavost sjemenki pšenice. U prvoj grupi uzoraka za rast koristila se voda dobivena sakupljanjem magle, u drugoj grupi vodovodna voda, dok je treća grupa uzoraka rasla u uvjetima bez vode. Svi ostali uvjeti klijanja održavani su stalnima.

Na temelju istraživačkog rada formirani su sljedeći zaključci:

- Istraživanje je pokazalo da voda dobivena sakupljanjem magle ne utječe na klijavost i rast pšenice.
- Analizom uzoraka vodovodne vode i vode dobivene sakupljanjem magle utvrđena je značajna razlika u njihovu kemijskom sastavu. U uzorku vode dobivene sakupljanjem magle utvrđene su visoke koncentracije nitrata i nitrita, iona koji nastaju otapanjem plinova nastalih izgaranjem fosilnih goriva (dušikovi oksidi) u kapljicama magle.
- Potrebno je provesti dodatna istraživanja o utjecaju vode dobivene sakupljanjem magle na klijavost pšenice i ostalih biljaka, posebice sa uzorcima prikupljenim na različitim lokacijama. Na taj način dobiti će se potpunija slika o utjecaju lokalnog onečišćenja na kvalitetu vode dobivene sakupljanjem magle.
- Ukoliko se pokaže točnim da voda dobivena sakupljanjem magle nema negativan utjecaj na rast biljaka, takva bi se voda, mogla koristiti na manjim poljoprivrednim gospodarstvima u svrhu razvoja i poticanja ekološke proizvodnje namirnica.

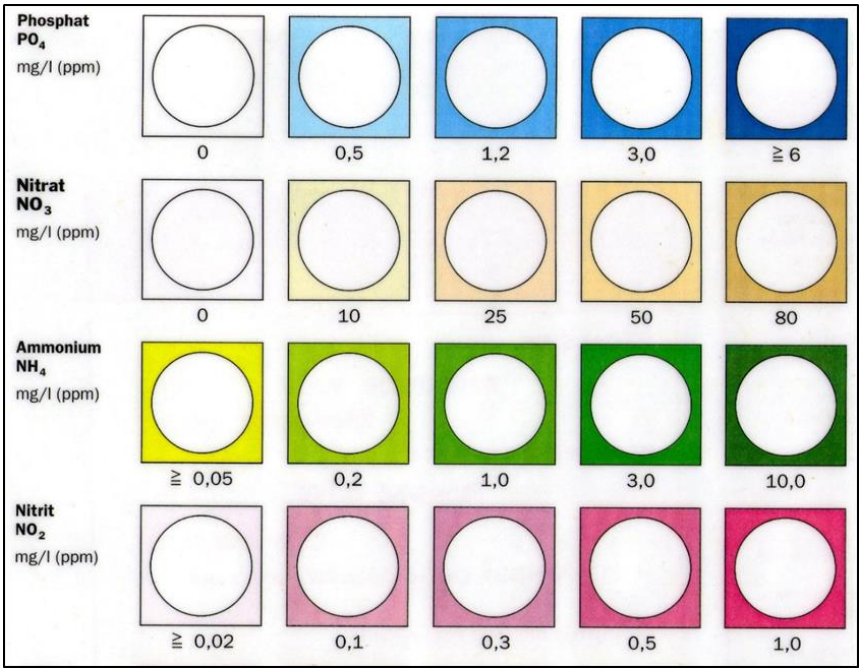
LITERATURA

Beiderwieden E., Wrzesinsky T., Klemm O. 2005. Chemical characterization of fog and rain water collected at the eastern Andes cordillera. Hydrology and Earth System Sciences 9: 186 – 191.

Bendelja D., Gudić M., Lugar L., Operta E. 2013. Sjemenka – klijanje, U Bendelja D. (ur.), Priroda 5: udžbenik prirode u petom razredu osnovne škole. Školska knjiga, Zagreb, str. 68 – 69.
Bendelja D., Benović I., Culjak Đ.,Operta E.,Pavić M., Roščak R., Valečić H. 2013. Kritosjemenjače, U Bendelja D. (ur.), Biologija 7: udžbenik biologije u sedmom razredu osnovne škole. Školska knjiga, Zagreb, str. 127 – 130.
Ekološki detektiv – radni priručnik za pokretni ekolaboratorij. Eko komplet – Ispitivanje okoliša. Model-EDUCA, Zagreb, str. 21 – 27.
EPA (US Environmental Protection Agency). 2013. Reduce Your Outdoor Water Use. http://www3.epa.gov/watersense/docs/factsheet_outdoor_water_use_508.pdf, pristupljeno 15.11.2015.
Hrvatska enciklopedija. 2012. Kondenzcija. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=32731, pristupljeno 18.01. 2016.
Marković Đ. 2014. Kako dobiti pitku vodu iz zraka. http://blog.meteo-info.hr/zanimljivosti/kako-dobiti-pitku-vodu-iz-zraka, pristupljeno 16.11.2015.

PRILOZI

Prilog 1. Kartica boja za određivanje vrijednosti u testovima



SVE TAJNE KOPRIVE

Valerija Ivšić, 8. razred
Lea Lukšić, 8. razred

OŠ Vladimira Nazora, Pazin
Mentor: Maja Curić

SAŽETAK
Ovim istraživanjem željele bismo približiti koprivu ljudima te ih upoznati s njezinim brojnim ljekovitim svojstvima. Kopriva je višegodišnja samonikla biljka koja se najčešće koristi u prehrambenoj, farmaceutskoj te čak i u tekstilnoj i kozmetičkoj industriji. U prvom dijelu istraživanja putem ankete željele smo utvrditi dostupnost koprive, upoznatost s njenim ljekovitim svojstvima, koliko se kopriva upotrebljava u svakodnevnom životu i u kojim područjima kod naših ispitanika. Analizom anketa došle smo do zaključaka kako je ona vrlo dostupna, kako se najviše koristi u prehrani u svakodnevnom životu te kako su viši razredi naše škole upućeniji u njena ljekovita svojstva. Zatim smo pomoću koprive modificirale boju hortenzijama na temelju kiselosti tla. Cvjetovi hortenzija u kiselijim tlima su plave boje dok su u neutralnim tlima cvjetovi ružičaste odnosno ljubičaste boje. Došle smo do zaključka kako je moguće sirenje mlijeka pomoću koprive, no kako je u tom procesu vrlo bitna koncentracija otopine koprive, odnosno njena jačina što smo i primijetile nakon pet pokušaja od kojih nam se dva puta uspjelo dobiti sir. Jedan od najpoznatijih pripravaka od koprive te jedan od pripravaka koji se najviše koristi je čaj od koprive koji pomaže pri poboljšanju krvne slike. Zbog te informacije odabrale smo 9 ispitanika različitih dobnih skupina koji su pili čaj od koprive dva mjeseca. Svima im se povećalo željezo u krvi, najviše mlađim ispitanicima. Povećanje vrijednosti željeza u krvi ovisilo je i o redovitosti konzumiranja. Zbog pretpostavka naših učenika o koprivi i odbojnosti prema njoj, učenicima naše škole ponudili smo sirup i savijaču koje smo same napravile. Učenicima su se sviđali ti proizvodi te su izrazili želju da probaju i neke druge.

Ključne riječi: *modificiranje boje, sirenje, čaj, željezo*

UVOD

U zadnje vrijeme sve se više sluša o vraćanju k prirodnim lijekovima i vodi se uzrečicom ,,Priroda ima lijek za sve''. Ljudi više nisu sigurni pomažu li im zaista industrijski lijekovi kojih danas ima na pretek ili izazivaju brojne nuspojave. Mnogi smatraju da biljke najviše pomažu i odabiru ljekovito samoniklo bilje. Samoniklo bilje zaista nas je zainteresiralo te smo htjele naučiti nešto više o tome. Proučavanjem literature, zaključile smo da je jedna od najspominjanijih biljaka kopriva. Prije nas je kopriva asocirala samo na svoje svojstvo da opeče na dodir, a sada smo saznale njezina brojna svojstva:

- brzo se rasprostranjuje
- raširila se na sve kontinente osim Antarktike
- pomaže anemičnima
- smanjuje želučane tegobe
- smanjuje bolove kod reume i artritisa
- koristi se u tekstilnoj i farmaceutskoj industriji.

Kopriva *(Urtica dioica L.)* je višegodišnja biljna vrsta iz porodice *Urticaceae* (Bisht i sur, 2012), koja se najčešće upotrebljava u liječenju i ublažavanju brojnih zdravstvenih tegoba te kao dio prehrane. Posljednjih godina broj znanstvenih istraživanja o ovoj biljnoj vrsti je porastao zbog pozitivnog utjecaja na bolesti srca, visok krvni tlak, karcinome, upalne procese, virusne i parazitske bolesti te zbog izražene antioksidacijske i antimikrobne aktivnosti. Zbog dokazane hranidbene, zdravstvene i gospodarske vrijednosti, kopriva se ističe kao vrlo perspektivna vrsta, pa je stoga posljednjih godina

na tržištu sve veća potražnja za svježom i suhom koprivom (Vogl i Hartl, 2003). Treba precizno znati za što se koristi list, a za što korijen, jer se pripravci tih dvaju dijelova koriste za liječenje različitih bolesti.

Dvije se vrste žarnih kopriva, *Urtica dioica L*. i *Urtica urens L*., smatraju ljekovitima, stoga se mogu nabavljati pripravci jedne vrste ili smjese tih dviju vrsta. Hibridi nastali prirodnim ili umjetnim križanjem tih dviju vrsta također se smatraju ljekovitima. Obje vrste široko su rasprostranjene po sjevernoj polutci i samonikle su biljke naših krajeva (Grlić, 1980).

Svi dijelovi biljke, od korijena do sjemena, sadrže bioaktivne tvari i nalaze primjenu u medicini i kozmetici. Preparati na bazi korijena se koriste u liječenju prostate (Treasure, 2003; Bisht i sur, 2012), preparati lista pri anemiji, bolesti zglobova, kože ili kod opadanja kose (Treasure, 2003) dok se preparati na bazi sjemena koriste kod bolesti bubrega (Treasure, 2003). Pored toga, stabljika koprive sadrži vlakna i može se poslužiti za dobivanje prirodnih tekstila (Vogl i Hartl, 2003).

Kopriva sadrži 5,5 posto bjelančevina, 0,7 posto masti i 7 posto ugljikohidrata. Od vitamina, bogata je vitaminom C (u mladom lišću koprive nalazi se 75-140 mg), zatim karotenom (provitaminom A) 20 mg, vitaminima B2, K i pantotenskom kiselinom. Od minerala sadrži: kalcij, fosfor, željezo, magnezij, natrij, kalij i kremičku kiselinu te acetilholina i histamina u dlačicama (Sitar, 2008).

Ciljevi ovog istraživanja su utvrditi:

- dostupnost i načine uporabe koprive
- može li otopina od koprive modificirati boju cvijeta hortenzije
- je li kopriva pogodna za sirenje mlijeka
- pomaže li kopriva anemičnima
- jača li sirup od koprive imunitet
- umanjiti i ukloniti predrasude o koprivi te dokazati da je ona izuzetno ukusna i zdrava namirnica.

Dostupnost i načine uporabe koprive istražit ćemo anketom. Budući da je otopina u kojoj se namakala kopriva kisela, pokušat ćemo modificirati boju cvijeta hortenzije. Hortenzija na vapnenom tlu imat će ružičaste cvjetove, a na kiselom plave, u različitim nijansama. Što je pH tla niži, plava boja je intenzivnija. Bijele hortenzije ostaju uvijek bijele, bez obzira na tlo. Pod utjecajem sunčevih zraka cvjetovi postaju crvenkasti (Brkljača, 2005).Pretpostavljamo da će u zbog dodatka kisele otopine koprive doći do promjene boje cvijeta.

Utvrdit ćemo je li kopriva pogodna za sirenje mlijeka budući da u njoj ima kiseline (Sitar, 2008). Prema definiciji sir je svježi ili zreli proizvod, nastao koagulacijom mlijeka uz izdvajanje sirutke (Plavšić, 2011). Danas većina od mnogih vrsta sira prolazi osnovne faze proizvodnje: postepeno zagrijavanje mlijeka pri čemu mliječni šećer uslijed fermentacije prelazi u mliječnu kiselinu, te dolazi do odvajanja kazeina od sirutke. Za ubrzanje i poboljšanje procesa sirenja mlijeku se dodaje sirilo koje sadrži enzim renin ili kimozin, a isti učinak, koagulaciju mlijeka, ima dodavanje kiseline (Plavšić, 2011). Pretpostavljamo da je sirenje mlijeka koprivom moguće, budući da je otopina koprive kisela.

Brojna istraživanja (Treasure, 2003 i Grlić, 1986) ukazuju na pozitivno djelovanje koprive na anemične. 9 ispitanika različitih uzrasta i spola, pit će 8 - 10 tjedana čaj od koprive. Prije istraživanja izvadit će krv da utvrdimo razinu željeza u krvi. Rezultate ćemo usporediti prije i nakon konzumiranja čaja. Ovim istraživanjem želimo utvrditi hoće li se povisiti razina željeza u krvi nakon konzumiranja čaja od koprive. Pretpostavljamo da će se kod većine ispitanika razina željeza u krvi povećati.

Zbog pretpostavke kako čaj od koprive poboljšava imunitet, odlučile smo usporediti izostanke učenika koji redovito piju čaj od koprive u odnosu na one koji ga nikada nisu ni probali.

Kako većina naših učenika ima predrasude prema koprivi, te sumnja kako će njezini pripravci biti lošeg okusa, odlučile smo provesti istraživanje kojim bismo im dokazali kako su njihove pretpostavke odnosno predrasude krive. Sirup od koprive i zašećerenu vodu probalo je zatvorenih očiju 12 učenika naše škole koji su nakon toga ocijenili obje tekućine ocjenama od 1 do 5.

Na kraju ćemo u školi napraviti nekoliko savijača od koprive da potaknemo naše vršnjake na češću uporabu ove izvanredne biljke. Neki od njih do sada uopće nisu kušali jela s koprivom, ali su izrazili želju da ju probaju.

METODE RADA

U prvom dijelu našeg istraživanja anketom smo utvrdile dostupnost i načine uporabe koprive u svakodnevnom životu učenika naše škole.

Anketa

Anketa je provedena tijekom listopada 2015.godine, a njome smo obuhvatili 100 učenika od 5. do 8. razreda. Postavljenim pitanjima željele smo utvrditi koliko je kopriva dostupna na našem području te koliko su naši ispitanici upoznati s ljekovitim svojstvima koprive.

Modifikacija cvjetova hortenzije

Da bi utvrdile je li moguće modificirati hortenzije otopinom od koprive, 3 tjedna smo zalijevale 8 hortenzija različitih boja cvjetova (4 ljubičaste, 3 plave i 1 bijela hortenzija). Uzele smo samo jednu bijelu hortenziju jer ih nažalost nismo mogle vise pronaći a saznale smo da njihova boja ne ovisi o tlu.

Hortenzije - bijela (Slika 1)
- plava (Slika 2)
- ljubičasta (Slika 3)

Slika 1 Bijela hortenzija

Slika 2 Plava hortenzija

Slika 3 Ružičasta hortenzija

Otopinu kojom smo zalijevale hortenzije, napravile smo tako da smo u pola litre vode stavile oko 400 grama koprive i pustile par dana da se namače. 100 mililitara takve otopine razrijedile smo s 400 mililitara vode i time zalijevale hortenzije. Svaku posudicu s hortenzijama zalile smo s 50 ml takve otopine jednom tjedno i bilježile promjene, pH metrom smo izmjerile pH vrijednost otopine koprive kojom smo zalijevale hortenzije, a iznosila je 6,6. Ideju za modificiranje hortenzija koprivom smo dobile od učiteljice likovne kulture iz naše škole koja već dugi niz godina uspješno radi iste tretmane na svojim hortenzijama. Radile smo po njenoj recepturi.

Sirenje mlijeka pomoću koprive

Otopinu kojom smo sirile mlijeko napravile smo tako da smo na kuhalu skuhale 250 grama koprive u ukupno 50 mililitra vode to je izvagana masa koprive u volumenu vode u kojem smo dobile uspješno sirenje). Dobivena otopina je zbog velike koncentracije bila smećkaste boje i vrlo gusta pa su kristali soli ostali na površini. Nakon što je mlijeko zakuhalo, polako smo počele ulijevati dobivenu otopinu. Nakon još par minuta kuhanja, mlijeko se počelo siriti, odvajala se sirutka (Slika 4). Maknule smo mlijeko s kuhala i pustile da se sirenje dovrši. Procijedile smo sir kroz gazu, stavile ga u posudu i ostavile da se još malo slegne.

Slika 4 Nastajanje sira

Čaj od koprive

Čaj od koprive pilo je više ispitanika. 40 ispitanika pilo je čaj tijekom cijelog prvog polugodišta, njima smo u suradnji s njihovim razrednicima prebrojali izostanke s nastave (zbog bolesti) u tom periodu i usporedili ih s izostancima druge skupine učenika (od 40 ispitanika) koji u tom periodu nisu pili čaj od koprive. Čaj je pilo i 9 ispitanika koji su prije i nakon konzumacije čaja od koprive vadili krv u bolničkom laboratoriju i kojima smo promatrali promjenu razine željeza u krvi prije i nakon konzumacije čaja od koprive.

Organoleptička ocjena savijače od koprive

Savijaču od koprive probalo je 10 učenika naše škole koji su je pritom ocijenili ocjenama 1-5. Cilj nam je bio ukloniti predrasude o koprivi te dokazati da je iznimno ukusna u različitim pripravcima. Opranu koprivu smo blanširale i potopile u hladnu vodu, ocijedile ju i ohladile. Nasjeckale smo ju i posolile, a sir zgnječile vilicom te u njega dodale umućena jaja, kiselo vrhnje, prašak za pecivo, mineralnu vodu te koprivu. Dobro smo izmiješale i dodale soli i papra. Kore smo napunile nadjevom i stavile na nauljeni lim. Nakon 20 min pečenja na 200° C, vruću savijaču prelile smo sa 0.5 dl vrućeg mlijeka u kojem smo rastopile maslac (Biličić , 2014).

Organoleptička ocjena sirupa od koprive

250 grama listova koprive prelile smo litrom kipuće vode i pustile da odstoji preko noći. Sljedeće jutro, po dolasku u školu, procijedile smo koprivu, kratko kuhale s jednim kilogramom šećera. Dobiveni sirup pun je minerala i vitamina pa je koristan za jačanje imuniteta. Takav sirup potrebno je razrijediti i piti po potrebi (Kopriva, allahovaapoteka.blogspot.hr. 2014.)

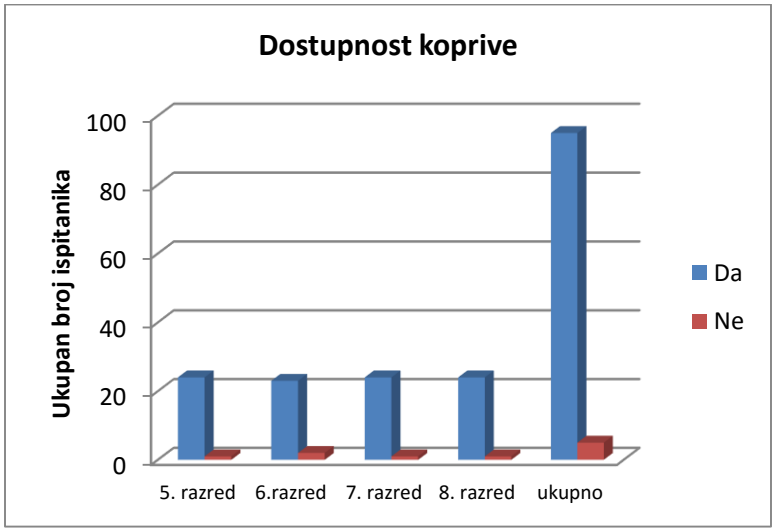
Sirup od koprive i zašećerenu vodu dale smo 12 učenika naše škole koji su pritom imali zatvorene oči kako bismo vidjele dojmove. Sirup je u probalo samo 12 učenika jer u početku učenici nisu htjeli probati sok, a nismo ni imali dovoljno sirupa dok sredinom ožujka nismo pronašli nove mlade koprive. Kasnije smo sirup ponudile svim učenicima naše škole i gotovo svi su ga s oduševljenjem prihvatili.

REZULTATI

Rezultatima su obuhvaćene analize anketa, modifikacije boje cvjetova hortenzije, sirenja mlijeka pomoću koprive, rezultate utjecaja čaja od koprive na željezo u krvi i izostanke učenika te organoleptičku ocjenu sirupa od koprive i savijače od koprive.

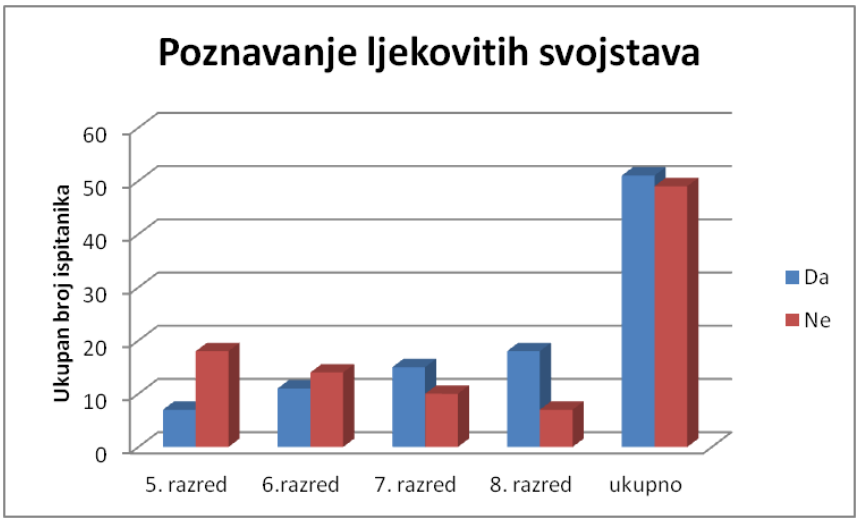
Anketama smo utvrdile dostupnost koprive na našem području te koliko su naši ispitanici upoznati s njenim ljekovitim svojstvima.

Kopriva je vrlo raširena i lako dostupna većini ispitanika (slika 5).



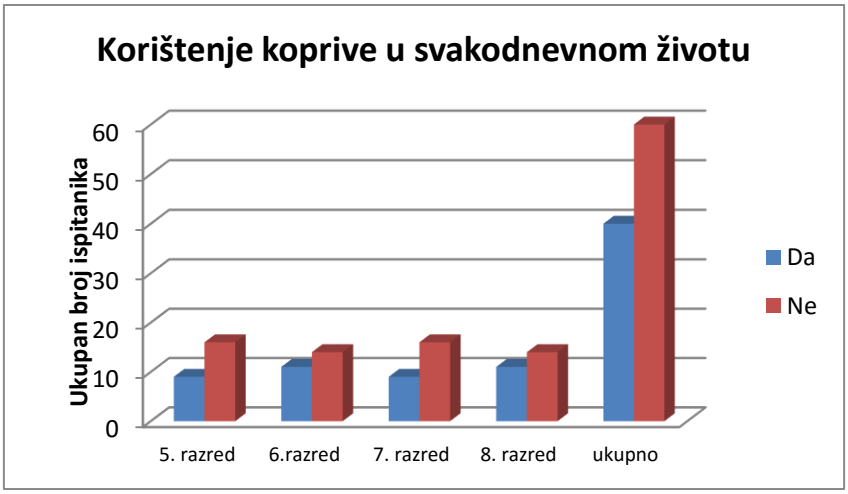
Slika 5 Grafički prikaz dostupnosti koprive ispitanicima

Analizom anketa saznale smo da je veća upoznatost o ljekovitim svojstvima koprive što je i dob ispitanika veća (slika 6).



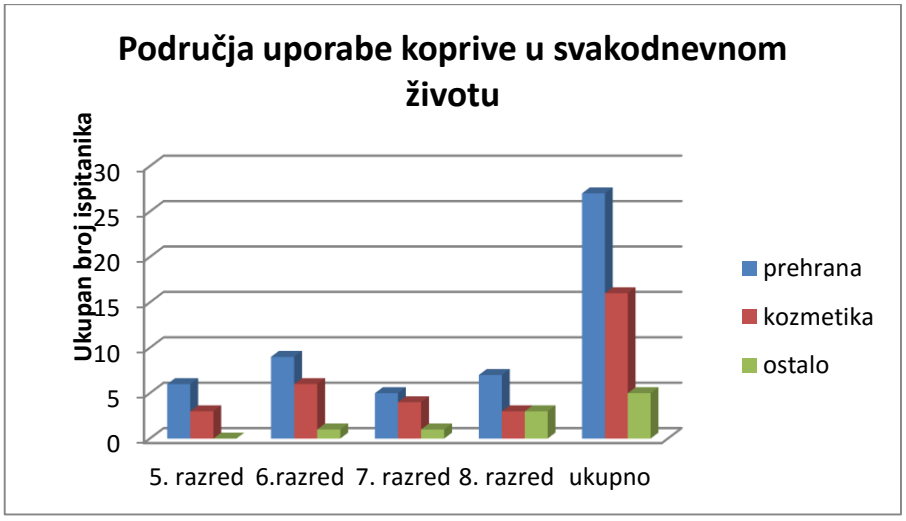
Slika 6 Grafički prikaz upoznatosti ispitanika s ljekovitim svojstvima koprive

Analizom anketa saznale smo da svaka dobna skupina učenika u većem omjeru ne koristi koprivu u svakodnevnom životu (slika 7).



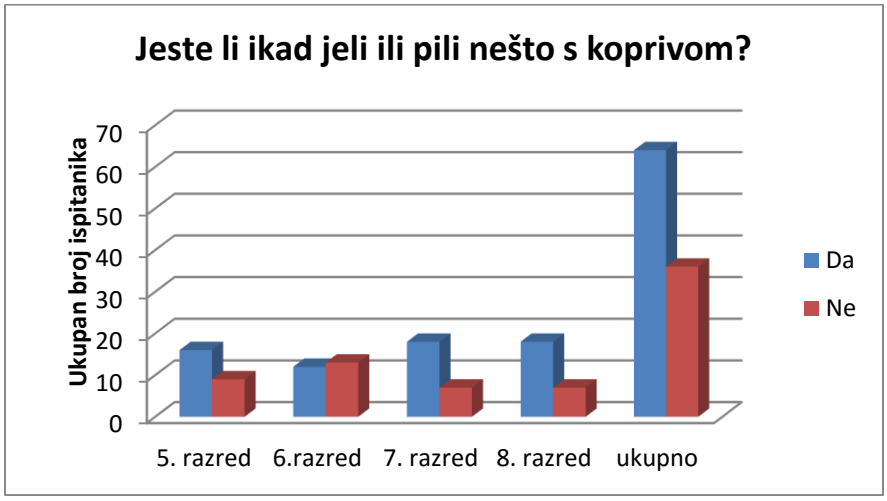
Slika 7 Grafički prikaz korištenje koprive u svakodnevnom životu kod ispitanika

Analizom anketa saznale smo da ispitanici koprivu koriste najviše u prehrani, a manje u kozmetici i ostalim područjima (slika 8).



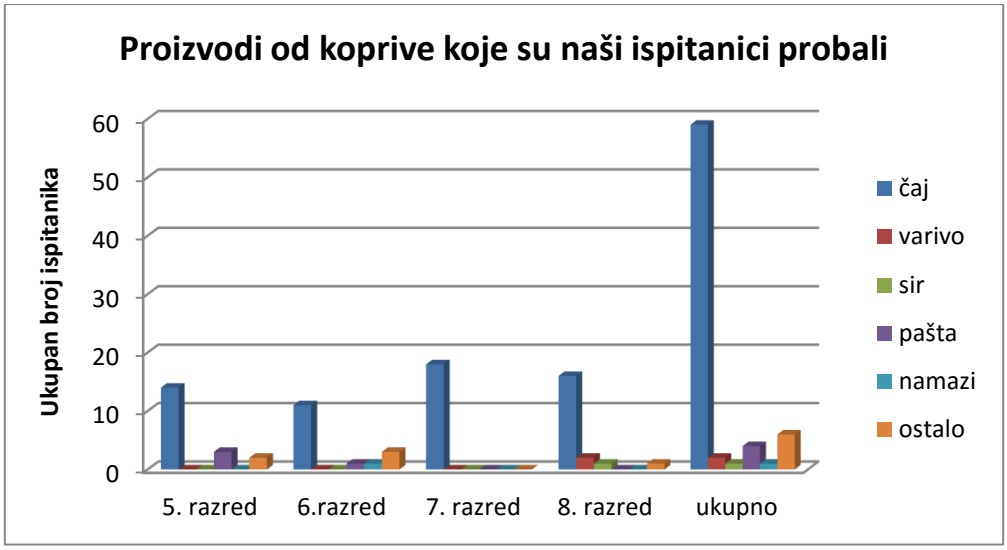
Slika 8 Grafički prikaz područja uporabe koprive u svakodnevnom životu

Analizom anketa saznale smo da je većina učenika probala neko jelo ili piće od koprive (slika 9).



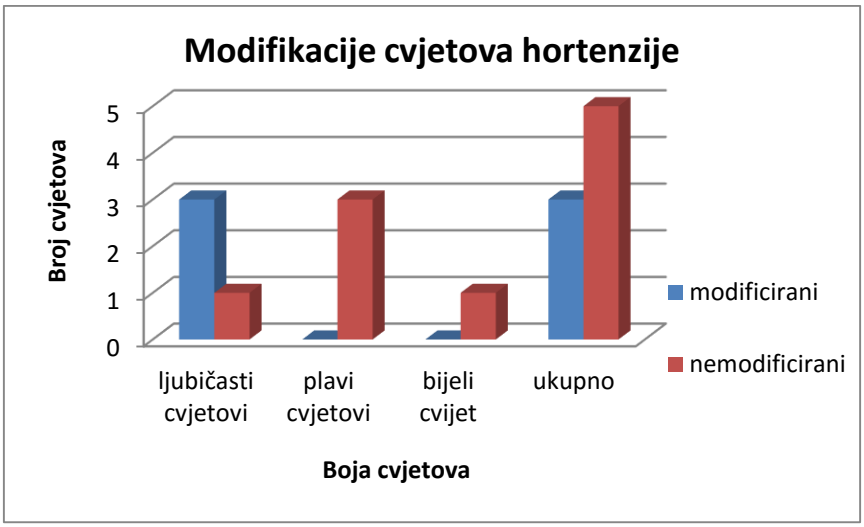
Slika 9 Grafički prikaz konzumiranja jela i pića od koprive

Anketom smo saznale da je većina naših ispitanika probala čaj od koprive, a ostale proizvode u znatno manjem broju (slika 10).



Slika 10 Grafički prikaz proizvoda od koprive koje su naši ispitanici probali

Iz grafa (slika 11) je vidljivo da je došlo do promjene boje ljubičastih cvjetova. 3 od 4 ljubičasta cvijeta hortenzije počela su na rubovima mijenjati boju u plavo. Na bijelom i na sva 3 plava cvijeta nije došlo do nikakvi promjena.

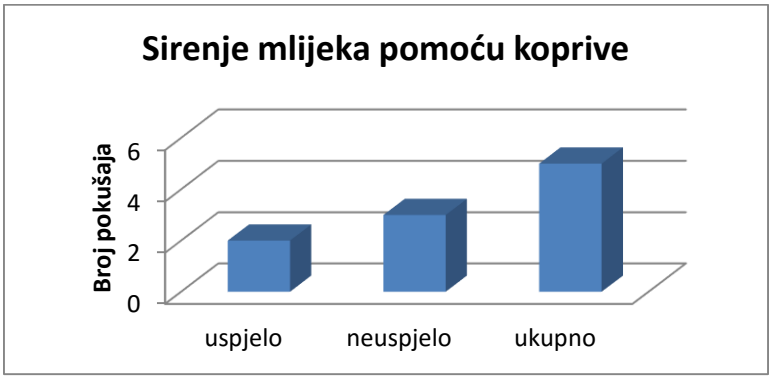


Slika 11 Grafički prikaz modifikacija cvjetova hortenzije

Od četiri ljubičaste hortenzije tri su počele mijenjati boju na plavu na vrhovima latica (slika 12).

Slika 12 Modificirana hortenzija

Sirenje mlijeka uspjelo u 2 od 5 slučajeva (slika 13).



Slika 13 Grafički prikaz uspjeha sirenja mlijeka pomoću koprive

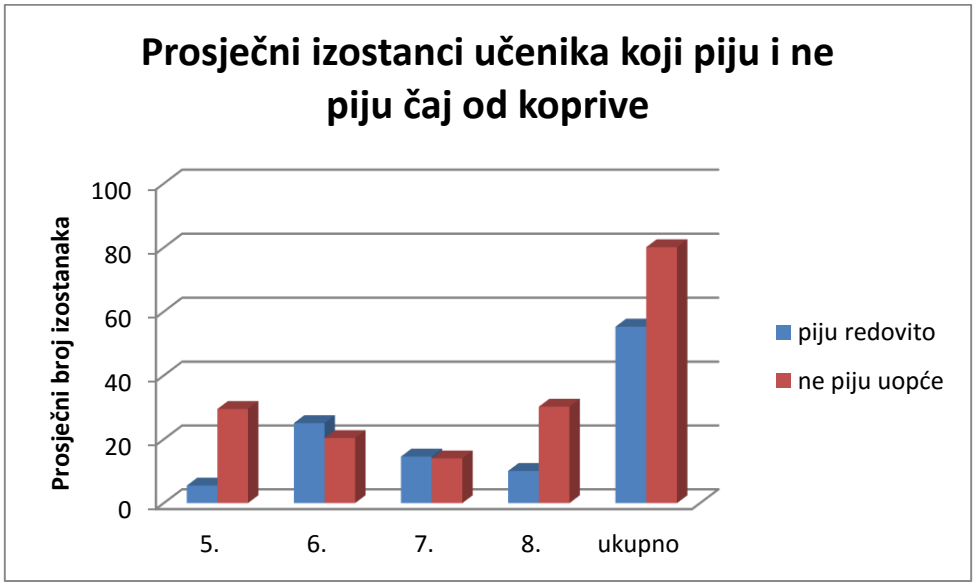
Iz Tablice 1. vidljivo je kako se vrijednost željeza nakon konzumiranja čaja od koprive, povećala u odnosu na prijašnju vrijednost željeza u krvi.

Tablica 1. Vrijednosti željeza u krvi

	Željezo prije	Željezo poslije
Ispitanik 1. (14 god.)	12,4	22,1
Ispitanik 2. (14 god.)	15	20
Ispitanik 3. (17 god.)	16	22
Ispitanik 4. (21 god.)	14	19
Ispitanik 5. (25 god.)	14	18
Ispitanik 6. (35 god.)	15	18
Ispitanik 7. (44 god.)	18	21
Ispitanik 8. (55 god.)	15	17
Ispitanik 9. (60 god.)	17	20

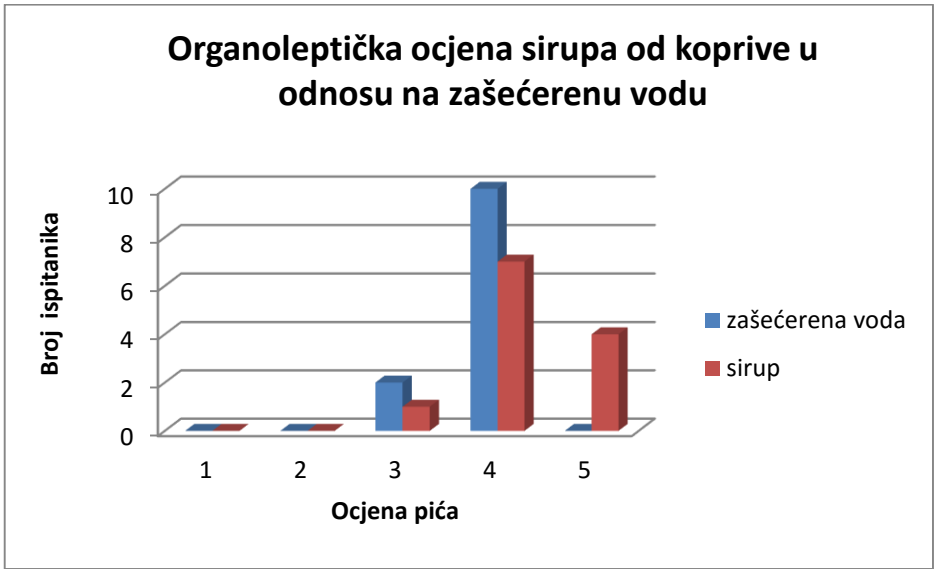
Grafički prikaz (slika 14) prikazuje izostanke učenika naše škole tijekom prvog polugodišta ove školske godine. Usporedile smo izostanke učenika koji su u tom periodu redovito pili čaj od koprive s onima koji ga nisu pili. Grafikon prikazuje da manje izostanaka imaju učenici koji piju čaj od koprive.

Napominjemo da su zbrojeni isključivo oni izostanci koji su potvrđeni liječničkim ispričnicama zbog bolesti.



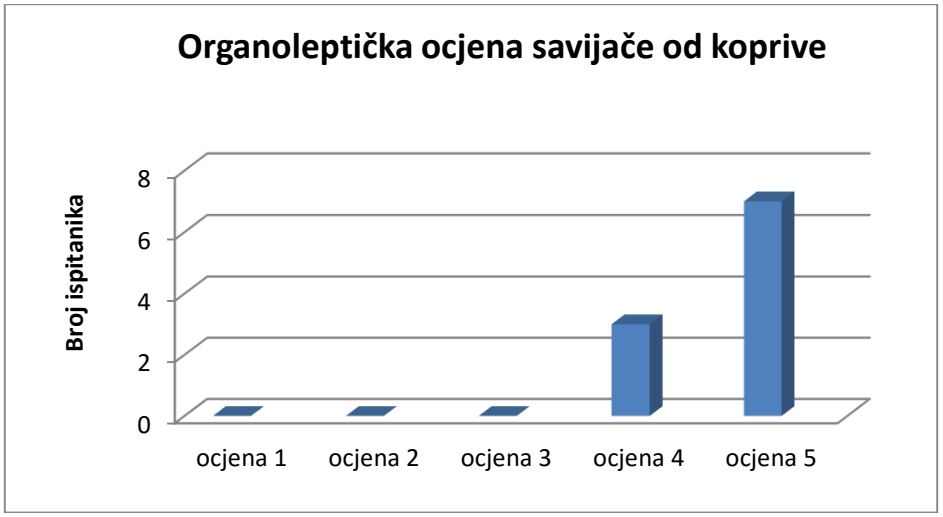
Slika 14 Grafički prikaz prosječnih izostanaka učenika koji piju i ne piju čaj od koprive

Iz grafa (slika 15) je vidljivo kako su ispitanici bolje ocijenili sirup od koprive nego zašećerenu vodu.



Slika 15 Graf organoleptičku ocijene sirupa od koprive u odnosu na zašećerenu vodu

Iz grafa (slika 16) je vidljivo da se svim ispitanicima svidjela savijača te ju 70% ocijenilo ocjenom 5.



Slika 16 Graf organoleptičke ocjene savijače od koprive

RASPRAVA

Analizom anketa utvrdile smo da je kopriva vrlo dostupna našim ispitanicima, što je potvrdilo njih preko 90%. Učenici viših razreda (7. i 8.) očekivano pokazuju veću upoznatost s ljekovitim svojstvima koprive, a 40% naših ispitanika koristi koprivu u svakodnevnom životu što nas je ugodno iznenadilo s obzirom na početni dojam o koprivi i o uvriježenom mišljenju da je ona „ korov“. Kopriva se najviše koristi u prehrani, kozmetici i u pripremi prirodnog insekticida. Većina naših ispitanika je probala pripravke od koprive i to čaj dok je znatno manji broj probao namaze, paštu, variva i slično.

Od 8 hortenzija koje smo 3 tjedna zalijevale otopinom koprive, samo 3 ljubičaste hortenzije počele su na rubovima mijenjati boju u plavo. Rezultati su u skladu sa dosadašnjim istraživanjima (Brkljača 2005). Hortenzija će na lužnatom tlu imati ružičaste cvjetove, a na kiselom plave, u različitim nijansama. Bijele hortenzije ostaju uvijek bijele, bez obzira na tlo. Otopina kojom smo zalijevale hortenzije bila je blago kisela, pH vrijednosti 6,6. Ružičasti cvjetovi su nakon nekoliko dana počeli mijenjati boju u plavo. Pri promjeni boje došlo je do problema zbog promjene uvjeta (hortenzije su iz staklenika prenesene u školski kabinet gdje im je bilo puno toplije) te su neki cvjetovi počeli sušiti. Ne možemo ni isključiti štetno djelovanje otopine kojom smo zalijevale hortenzije. Potrebno je napraviti dodatna istraživanja da se utvrde pravi razlozi sušenja hortenzija.

Nakon nekoliko pokušaja sirenja mlijeka pomoću otopine koprive, zaključile smo kako je moguće sirenje mlijeka pomoću koprive, no presudna je koncentracija otopina koprive. Kako se više zima približavala, koprive je bilo manje i bila je sve slabija pa nam i zbog toga nije svaki pokušaj uspio. Postepenim zagrijavanjem mlijeka mliječni šećer uslijed fermentacije prelazi u mliječnu kiselinu, te dolazi do odvajanja kazeina od surutke. Za ubrzanje i poboljšanje procesa sirenja mlijeku se dodaje sirilo, a isti učinak, koagulaciju mlijeka, ima dodavanje kiseline (Plavšić, 2011.).

Dosadašnja istraživanja pokazala su pozitivne učinke koprive na zdravlje (Sitar, 2008.)., prvenstveno na poboljšanje krvne slike tj. povećanje željeza (Treasure, 2003), te na poboljšanje imuniteta. Zbog toga smo pretpostavile da će ispitanici koji redovito piju čaj, imati manji broj izostanaka što smo i dokazale našim istraživanjem. Istraživanje o utjecaju koprive na imunitet, a samim time i na izostanke

temeljile smo na učestalosti pijenja čaja od koprive i na njihovim izostancima s nastave tijekom prvog polugodišta. Usporedile smo izostanke učenika koji su u tom periodu redovito pili čaj od koprive s onima koji ga nisu pili. Zbrojeni su isključivo oni izostanci koji su potvrđeni liječničkim ispričnicama zbog bolesti. Učenici koji piju čaj od koprive imaju manji broj izostanaka od onih koji ne piju čaj što je potkrijepilo našu pretpostavku. Moramo napomenuti da veliki broj čimbenika utječe na izostanke u školi (od popustljivosti roditelja, različitih bolesti), a što se tiče utjecaja koprive, svi učenici ju ne koriste u istoj količini i jednako često. Stoga ovim istraživanjem nismo mogle potvrditi isključivi utjecaj čaja od koprive na imunitet.

Brojna istraživanja (Treasure, 2003 i Grlić, 1986) ukazuju na pozitivno djelovanje koprive na anemične. Glavni problem u ovom istraživanju nije bio pijenje čaja, iako su to neki od ispitanika odmah odbili, nego vađenje krvi prije i nakon tretmana čajem. Pronašle smo svega 9 ispitanika koji su bili spremni na izazov i slijediti naše upute. Oni su pili čaj od koprive jedanput dnevno 8 - 10 tjedana. Rezultate razine željeza u krvi smo usporediti prije i nakon konzumiranja čaja. Utvrdile smo kako se krvna slika poboljšala odnosno povećala se razina željeza što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima (Treasure , 2003). Naravno, postoje razlike u povećanju željeza zbog redovitosti konzumiranja čaja od koprive. Veće poboljšanje uočeno je kod osoba mlađe životne dobi, dok su mnogi stariji ispitanici povremeno smanjivali doze zbog problema s želucem.

Kako većina naših učenika ima predrasude prema koprivi, te sumnja kako će njezini pripravci biti lošeg okusa, odlučile smo provesti istraživanje kojim bismo im dokazali kako su njihove pretpostavke odnosno predrasude krive. Sirup od koprive i zašećerenu vodu probalo je zatvorenih očiju 12 učenika naše škole koji su nakon toga ocijenili obje tekućine ocjenama od 1 do 5. Zanimljivo je da su svi ispitanici osim jednoga dali višu ocjenu sirupu od koprive i ugodno se iznenadili njegovim okusom, mnogi su tražili još. Time smo dokazale našim kolegama da je najgore prepustit se pričama i predrasudama, u ovom slučaju su otkrili da jedna „ozloglašena“ biljka ima izuzetno dobra svojstva a uz to nije ni lošeg okusa. Na kraju smo ih počastili i sa savijačom od koprive koju su također ocijenili izuzetno visokim ocjenama i poželjeli da sve ponovimo opet.

ZAKLJUČCI

- Kopriva je vrlo rasprostranjena biljka koja je lako dostupna u našim krajevima.
- Učenici viših razreda bolje poznaju ljekovita svojstva koprive zbog većeg životnog iskustva.
- Kopriva se najviše koristi u prehrani, a manje u kozmetici i ostalim granama.
- Većina ispitanika je probala neko jelo ili piće koje u sebi sadrži koprivu, najčešće čaj.
- U kiselom tlu cvjetovi će biti plave boje, dok će u gotovo neutralnom cvjetovi biti ružičaste boje.
- Moguće je sirenje mlijeka pomoću koprive, no vrlo bitnu ulogu ima koncentracija otopine koprive koju ulijevamo u mlijeko.
- Čaj od koprive povećava razinu željeza u krvi, odnosno poboljšava krvnu sliku.
- Mlađim osobama razina željeza u krvi brže je porasla zbog djelovanja čaja od koprive nego kod starijih.

- Čaj od koprive ima pozitivan učinak na imunitet te zbog toga učenici imaju manji broj izostanaka.
- Većina učenika zbog predrasuda prema koprivi nije željela probati neke proizvode od koprive.
- Učenici su dobro reagirali i sviđaju im se pripravci od koprive te su izrazili želju za ponavljanjem.

LITERATURA

Biličić I., 2014. Korisne samonikle biljke. Dušević & Kuršovnik, Rijeka.
Bisht S., Bhandari S., Bisht, N. S. 2012. Urtica dioica (L.): an undervalued, economically important plant. Agricultural Science Research Journals. 2 (5): 250-252.
Brkljača J. 2005. Hortenzija, mamac za mnoge poglede. http://www.sjemenarna.com/download/gg_40.pdf, pristupljeno 10.11.2015.
Grlić Lj. 1980. Samoniklo jestivo bilje, Prosvjeta, Zagreb
Grlić Lj. 1986. Enciklopedija samoniklog jestivog bilja, Cesarec, Zagreb.
Plavšić J. 2011. Parametri proizvodnje i svojstva kozjeg sira proizvedenog na obiteljskom gospodarstvu u Bošnjacima. Diplomski rad. Osijek
Sitar B., 2008. Neuništiva blagodat koprive, Udruga za terapeutske vještine Koprivnica.
Treasure J. 2003. Urtica semen reduces serum creatinine levels. The Journal of the American Herbalists Guild. 4 (2): 22-25.
Vogl C. R., Hartl A. 2003. Production and precessing of organically grown fiber nettle (Urtica dioica L.) and its potentiall use in the natural textille industry: A rewiev. American Journal of Alternative Agriculture. 18 (3): 119-128.
Anonymus. Kopriva, http://allahovaapoteka.blogspot.hr/2014_04_01_archive.html, pristupljeno 10.10.2015.
Anonymus. Kopriva, http://www.coolinarika.com/forum/coolinarika/male-radionice/52196/, pristupljeno 17.10.2015.

U DRUŠTVU VIDEOIGRICA – NOVIH (NE)PRIJATELJA

Mara Močibob, 8. razred
Stela Pletenac, 8. Razred

Osnovna škola ,
Mentor: Maja Curić

SAŽETAK

Ovu temu smo odabrale jer smo primijetile kako sve više učenika naše škole igra videoigrice i sve manje se međusobno druže. Htjele smo utvrditi pozitivne i negativne utjecaje igranja igrica na brzinu, percepciju (pažnju) i preciznost učenika. Pretpostavile smo kako će pozitivnih i negativnih utjecaja biti podjednako, no bile smo u krivu. Također, naša pretpostavka je bila da dječaci igraju više od djevojčica, što se ispostavilo točnim. Učenicima dva razreda iz svake generacije viših razreda naše škole dale smo anketu kojom smo utvrdile koliko, kada, na čemu i koliko često igraju videoigrice. Tada smo iz tih razreda odabrale 40 učenika na temelju spola, dobi i aktivnosti u igranju koji su sudjelovali u daljnjem istraživanju. Testirali smo ih kroz gađanje mete, taping i test percepcije. Igranje igrica u više serija kod učenika naše škole pospješilo je brzinu i preciznost, ali im je percepcija bila lošija.

Ključne riječi: *videoigrice, preciznost, brzina, percepcija*

UVOD

Sve više djece i mladih u zadnje se vrijeme okreće igranju videoigrica umjesto npr. igranju na otvorenom. Vrste videoigrica su: igre za učenje i zabavu te akcijske igre, strategije i igre igranja uloga (Bilić i sur., 2010.) Podvrste su: igre uništavanja, borilačke igre, strategije, igre igranja uloga i internetske igre s velikim brojem igrača. Stvaranje i život u virtualnim svjetovima tjera mlade na zapostavljanje stvarnog svijeta oko njih. Igranje videoigara postalo je među djecom i adolescentima, posebno muškog spola, čest način provođenja slobodnog vremena. Čak 88 % američke (Gentile, 2002) te 81 % hrvatske djece i mladeži (Bilić i sur, 2010) igra videoigre.

Mišljenja su oko učinaka računalnih igrica i videoigara na djecu, ali i na odrasle, podijeljena. Dok jedan dio znanstvenika i zaljubljenika u računalne igre govori o njihovim pozitivnim efektima, velik je broj onih koji naglašavaju štetne posljedice (Bilić i sur., 2010.). Pristalice računalnih igrica i videoigara koje ističu njihove pozitivne strane, naglašavaju svijet mašte i nebrojenih mogućnosti, te kako one poboljšavaju brzinu, koncentraciju, usredotočenost, potiču misaone procese, asocijativno i hipotetičko mišljenje, pospješuju koordinaciju pokreta (Laniado i Pietra, 2005). Računalne igrice i videoigre poboljšavaju sposobnosti rješavanja problema i to brzim raspoznavanjem uzroka, upravljanjem resursima, brzim razmišljanjem i donošenjem odluka. Prelaženjem od lakših razina na teže stupnjeve dijete uči postupno ostvarivati svoje ciljeve i povećavati samoefikasnost (Stupak, 2004). Stupak (2004.) osobito ističe da su mnoge od nabrojenih vještina apstraktne i zahtijevaju više razine razmišljanja kojim u školama nedostatno podučavaju djecu pa on virtualne igrice smatra važnom pomoći u učenju. Mnoge igre koje uključuju više igrača potiču djecu da surađuju s drugima na postizanju svojih ciljeva, da slušaju ideje drugih, formuliraju zajedničke planove i distribuiraju zadatke na temelju sposobnosti i tako razvijaju vještine vođenja (Stupak, 2004).

No, igranje videoigara može imati negativne učinke. Može uzrokovati probleme pažnje (Tahiroglu i sur, 2010). Uvažavajući pozitivne utjecaje računalnih igara, velik broj roditelja, učitelja i stručnjaka upozorava na rizike i opasnosti što ih one donose. Ponajprije se upozorava na nasilje i ubijanje kao cilj, socijalnu izolaciju te problematičnu uporabu i stvaranje ovisnosti (Bilić i sur, 2010). Osnovna karakteristika velikoga broja računalnih igrica i videoigara velika je količina agresije. Analiza sadržaja računalnih igrica i videoigara pokazuje da njih 89% sadrži neki nasilni sadržaj (Gentile i sur, 2002). Znanstvenike osobito zabrinjava učenje i nagrađivanje nasilnoga ponašanja koju djeca tijekom igranja ponavljaju. U istraživanjima je potvrđeno ono čega se roditelji pribojavaju – mogućnosti imitacije akcija i postupaka likova iz igara (Gentile i sur, 2002). Primijećeno je da djeca uživljavajući se u igru, u svom ponašanju kopiraju likove iz igara u kretnjama, izrazima i karakteru, dajući svojim prijateljima njihova imena.

Znanstvenici osobito upozoravaju na opasnost poruke – ubiti protivnika bez milosti znači pobijediti, skupiti bodove i napredovati (Laniado i Pietra, 2005). Korištenjem igara moguće je razviti neosjetljivost na nasilje i sklonost opravdavanju realnoga nasilja.

Ovu temu odabrale smo jer smo primijetile kako svaki dan sve manje naših prijatelja međusobno razgovara, a sve više njih tijekom odmora koristi neku vrstu uređaja za igranje igrica. Oni ulazeći u svoj virtualni svijet, isključuju stvarnost. S druge strane, gledajući ih u igri, primjećujemo veliku brzinu reakcije i preciznost, što nas iznenađuje. U ovom istraživanju htjele smo bolje upoznati svijet igranja igrica i koliko je on za nas zapravo loš, odnosno dobar.

Cilj ovog istraživanja bio je proučiti pozitivne i negativne učinke igranja videoigrica na brzinu pokreta, preciznost i percepciju učenika naše škole.

Pretpostavile smo da će biti podjednako pozitivnih i negativnih utjecaja videoigrica na ispitanike te da će anketa pokazati da dječaci igraju češće i više. Smatrale smo da će se učenicima poboljšati brzina pokrteta i preciznost, ali da će im se pogoršati percepcija. Također, od prije nam je poznato kako to loše utječe na naš vid, ali nažalost nismo mogle to same testirati.

METODE RADA

Provele smo anketu među dva razreda iz svake generacije (100 učenika) viših razreda (5.-8.).

Anketom smo utvrdile:

- koliko učenika naše škole igra igrice,
- na kojem uređaju,
- koliko vremena i koliko često,
- koliko vremena provode vani,
- igraju li više vikendom ili radnim danima.

Na osnovi rezultata ankete učenike smo podijelile na one koji igraju vrlo često (više od 6 sati tjedno), ponekad (2 – 6 sati tjedno), vrlo rijetko(do 2 sata tjedno) ili nikada. Odabrale smo 40 učenika različite dobi i spola pazeći da ih bude podjednako iz svake skupine. Svih 40 učenika prošlo je testove preciznosti, brzine pokreta i percepcije.

Ispitivanje preciznosti

Preciznost smo provjerile tako što su učenici gađali metu nacrtanu na ploči kredom (slika 1). Meta ja bila sastavljena od pet koncentričnih kružnica. Između prve i druge kružnice razmak je bio 10 cm, kao i između druge i treće, treće i četvrte te četvrte i pete. Te kružnice tvorile su polja koja su, ovisno o mjestu pogotka, nosila bodove. Prvo testiranje je rađeno početkom veljače, a drugo početkom ožujka. U međuvremenu su ispitanici igrali zadanu videoigricu.

Slika 1. Gađanje mete

Ispitivanje brzine pokreta

Za brzinu pokreta učenike smo testirale na tapingu. Taping (slika 2) je test u kojem osoba drži jednu ruku na sredini ispred sebe, a drugom rukom naizmjenično udara označena polja s desne i lijeve strane. To čini unutar vremena od 20 sekundi. Broje se udarci ostvareni u tom vremenu. Kao i kod gađanja mete, učenici su dva testa odradili u razmaku od mjesec dana.

Slika 2 Taping

Ispitivanje percepcije

Percepciju smo ispitale tako što su učenici igrali igrice, a za to vrijeme u učionicu je ušla jedna učenica i izrekla neke unaprijed dogovorene informacije. Učenici su kasnije morali na papir odgovoriti na tri pitanja postavljena u vezi izgleda učenice koja je ušla i informacija koje je izrekla. Učenici nisu unaprijed znali kako moraju pratiti i zapamtiti što je učenica koja je ušla rekla. Ovaj je test bio

proveden za vrijeme jedne od serija igranja igrica. Učenici su u više serija (kroz period od mjesec dana) igrali zadanu igricu (slika 3) kako bismo kasnije provele iste testove brzine i preciznosti. Tada smo usporedile rezultate testova otprije i poslije. Test percepcije napravile smo u informatičkoj učionici naše škole.

Slika 3 Igranje videoigrice

Igrica koju su učenici igrali zove se DX Ball. Igra se sastoji od platforme koju treba micati kako bi se od nje odbila loptica i pogodila razne blokove u boji koji se tada razbiju. Svakim pogotkom dobivaju se bodovi. Kad se pogode svi blokovi, pojavljuje se nova formacija blokova (nova razina igrice) koje također treba pogoditi. Gubi se u slučaju da loptica promaši platformu tri puta čime se gube tri života. Cilj igre je ostvariti što više bodova.

REZULTATI

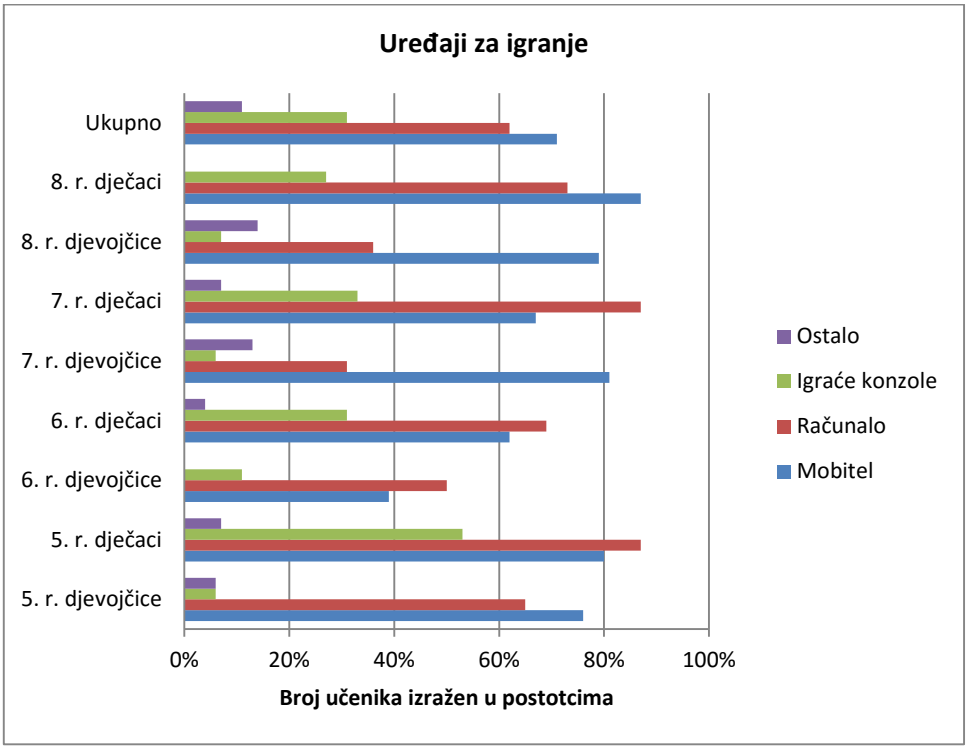
Anketom smo utvrdile koliko učenika naše škole igra igrice, koliko često, na kojim uređajima. Na osnovi rezultata ankete učenike smo podijelile na one koji igraju vrlo često (više od 6 sati tjedno), ponekad (2 – 6 sati tjedno), vrlo rijetko(do 2 sata tjedno) ili nikada. Odabrale smo 40 učenika različite dobi i spola pazeći da ih bude podjednako iz svake skupine. Svih 40 učenika prošlo je testove preciznosti, brzine pokreta i percepcije.

Anketa

Iz grafa (slika 4) vidimo kako je postotak aktivnih učenika mnogo veći od postotka neaktivnih učenika.

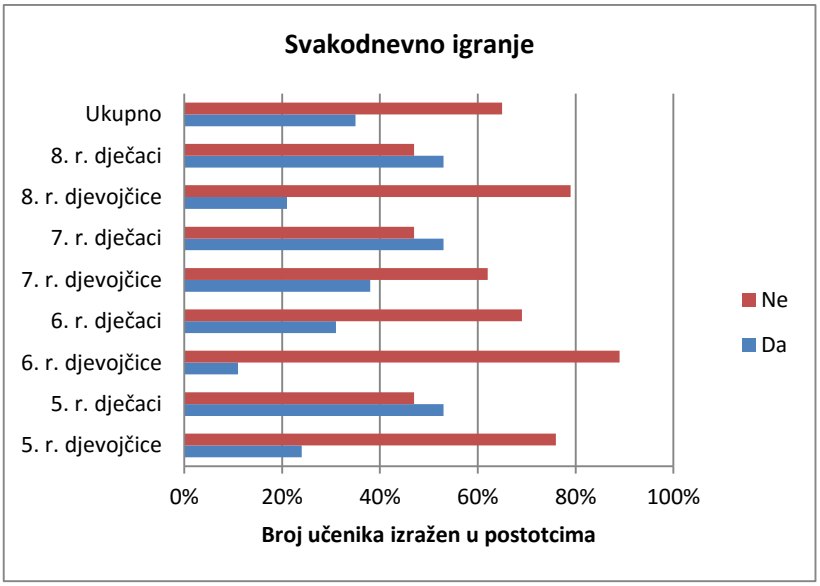
Slika 4 Grafički prikaz aktivnosti učenika u igranju videoigrica

Analizom grafa (slika 5) uočavamo da najviše učenika za igranje koristi mobitel te računalo.



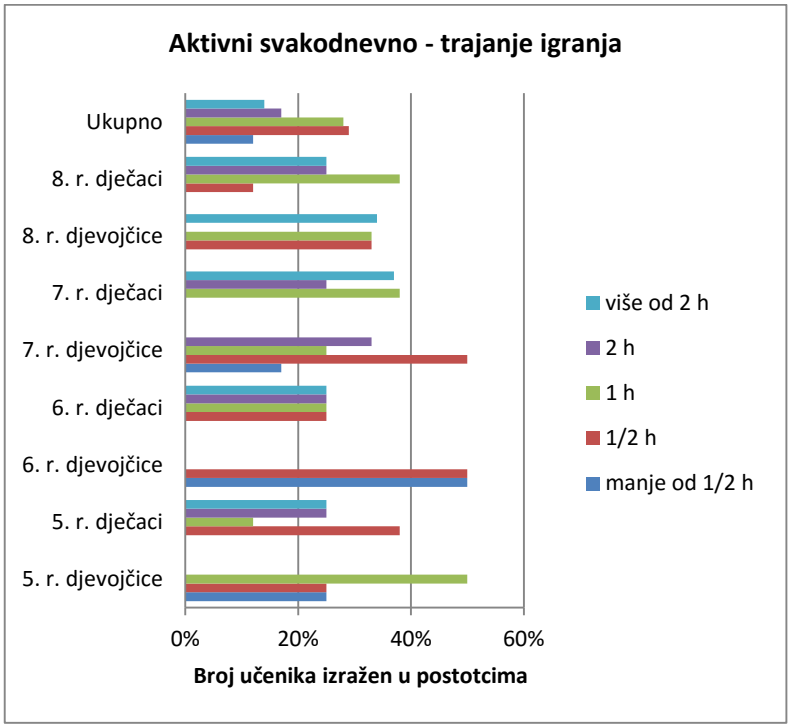
Slika 5 Grafički prikaz postotka učenika koji igraju na određenim uređajima

Graf (slika 6) prikazuje kako ima više nesvakodnevno aktivnih igrača osim u slučaju dječaka petih, sedmih i osmih razreda. Također prikazuje kako ima više dječaka koji su svakodnevno aktivni nego što ima takvih djevojčica.



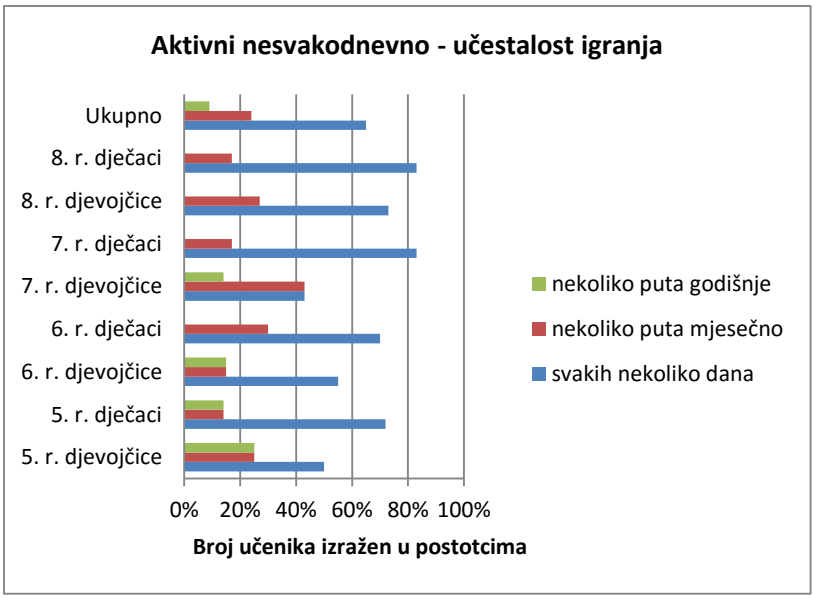
Slika 6 Grafički prikaz postotka svakodnevno aktivnih igrača

Iz grafa (slika 7) uočavamo kako svakodnevno aktivne djevojčice u prosjeku dnevno igraju kraće nego svakodnevno aktivni dječaci.



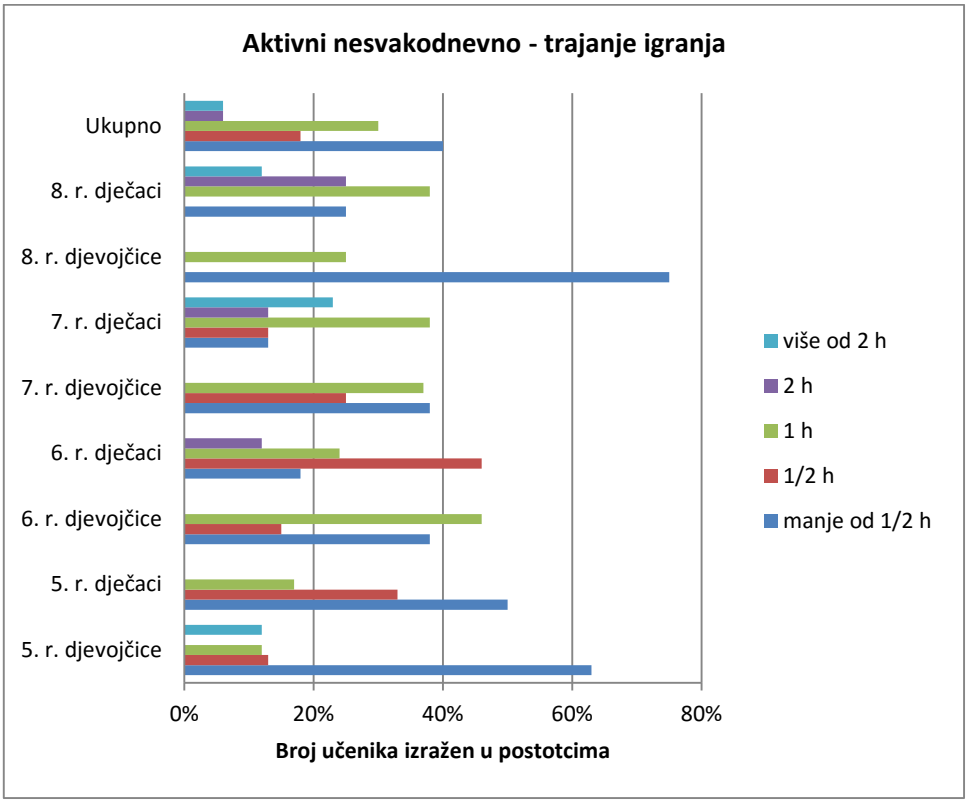
Slika 7 Grafički prikaz trajanja igranja svakodnevno aktivnih igrača

Analizom grafa (slika 8) utvrđujemo kako nesvakodnevno aktivni igrači u prosjeku najviše igraju svakih nekoliko dana, a najmanje nekoliko puta godišnje.



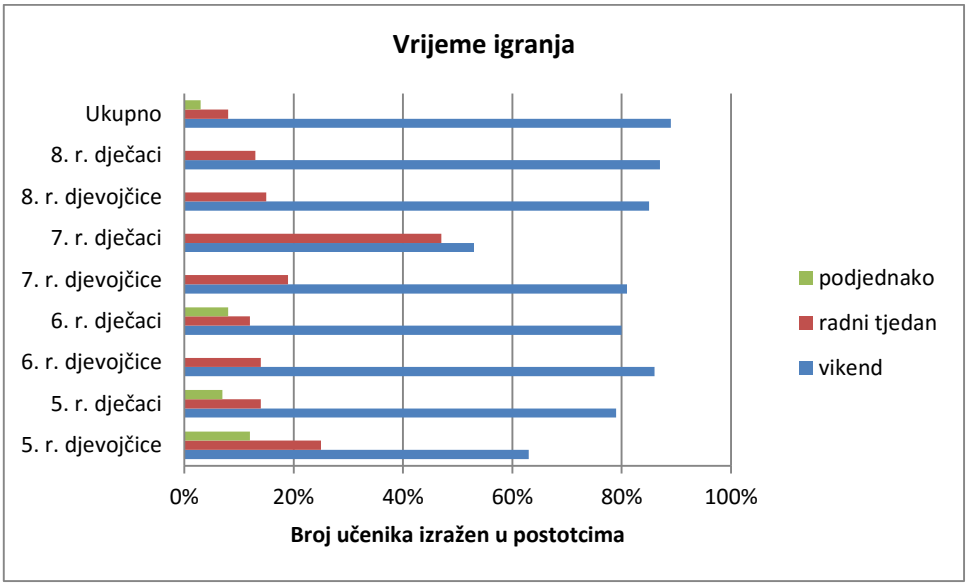
Slika 8 Grafički prikaz učestalosti igranja nesvakodnevno aktivnih igrača

Na grafu (slika 9) vidimo da se kod nesvakodnevno aktivnih igrača ukupno najviše igra u trajanju od manje od ½ h, a najmanje u trajanju od 2 h ili više od 2 h.



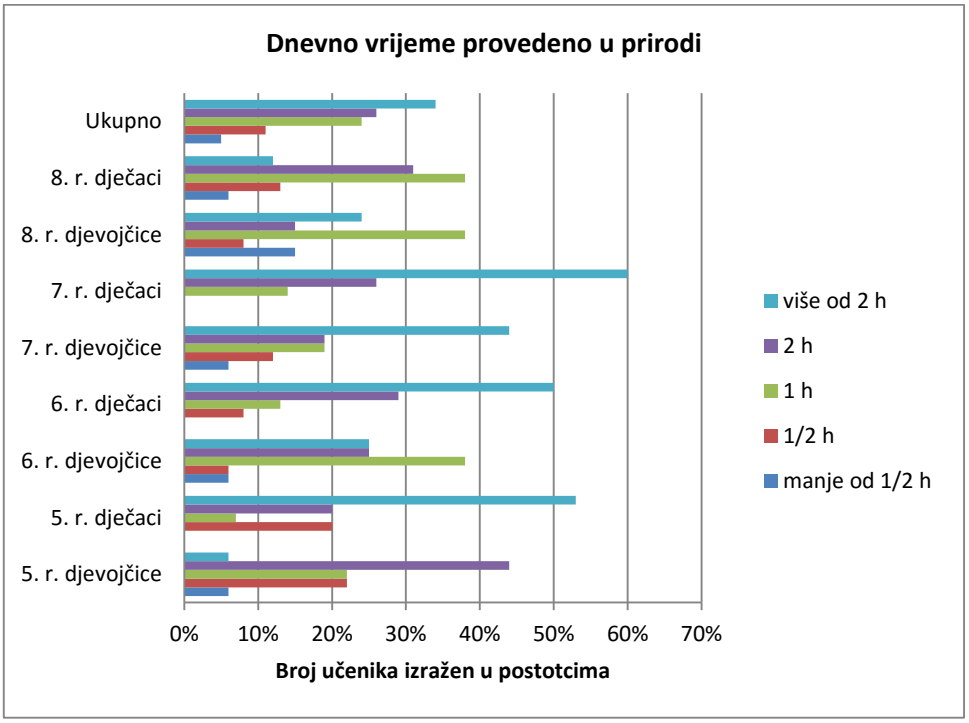
Slika 9 Grafički prikaz trajanja igranja nesvakodnevno aktivnih igrača

Većina učenika mnogo više igra vikendom, osim kod dječaka sedmih razreda gdje otprilike pola dječaka više igra vikendom, a pola više radnim tjednom (slika 10).



Slika 10 Grafički prikaz vremena igranja (u tjednu)

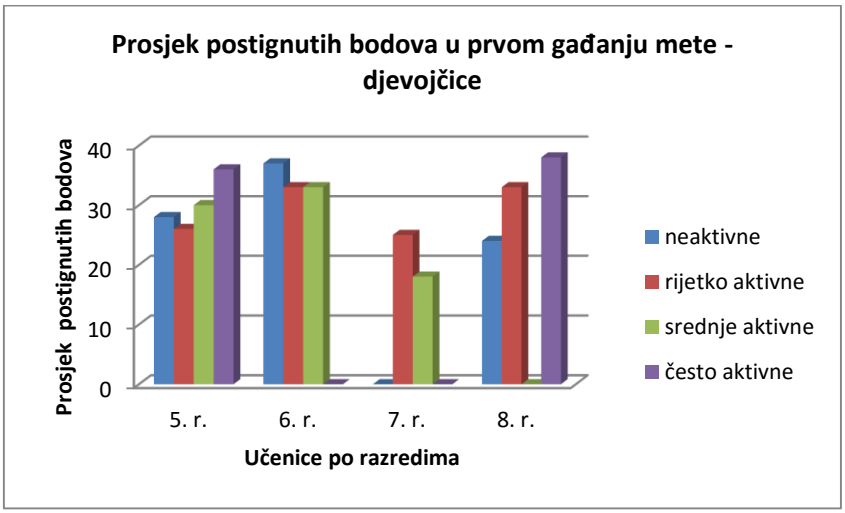
Najveći dio učenika više od 2 h dnevno provede u prirodi. Također vidimo kako dječaci provode više vremena u prirodi od djevojčica (slika 11).



Slika 11 Grafički prikaz dnevnog vremena provedenog u prirodi

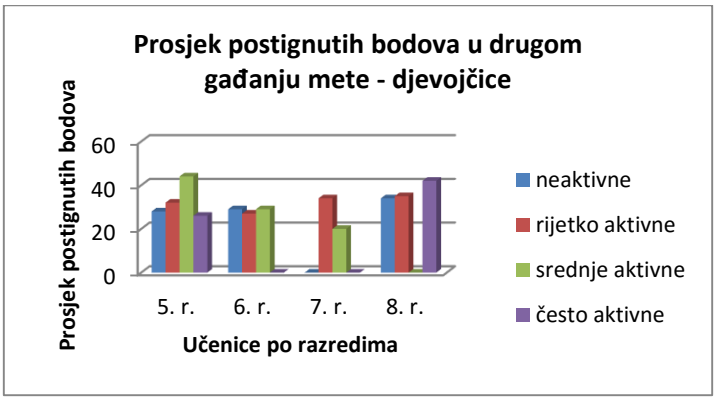
Test preciznosti – gađanje mete

Najviše bodova postigle često aktivne djevojčice, pogotovo one iz 8. razreda te neaktivne djevojčice 6. Razreda (slika 12).



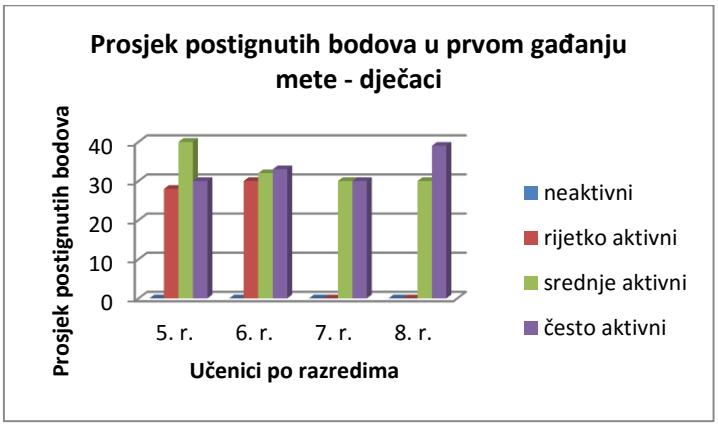
Slika 12 Grafički prikaz srednje vrijednosti postignutih bodova u prvom gađanju mete kod djevojčica

Na grafu (slika 13) uočavamo kako u slučaju 6. i 8. razreda najbolje rezultate imaju najaktivnije djevojčice svake generacije dok kod 7. razreda najbolji rezultat imaju rijetko aktivne djevojčice, a kod 5. razreda srednje aktivne djevojčice.



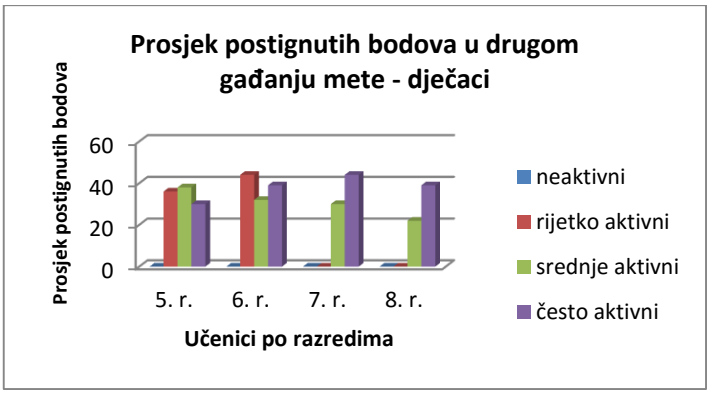
Slika 13 Grafički prikaz prosjeka postignutih bodova u drugom gađanju mete kod djevojčica

Na grafu (slika 14) vidimo da se najviše ističu srednje aktivni dječaci iz 5. razreda i često aktivni dječaci 8. razreda s velikim brojem postignutih bodova.



Slika 14 Grafički prikaz srednje vrijednosti postignutih bodova u prvom gađanju mete kod dječaka

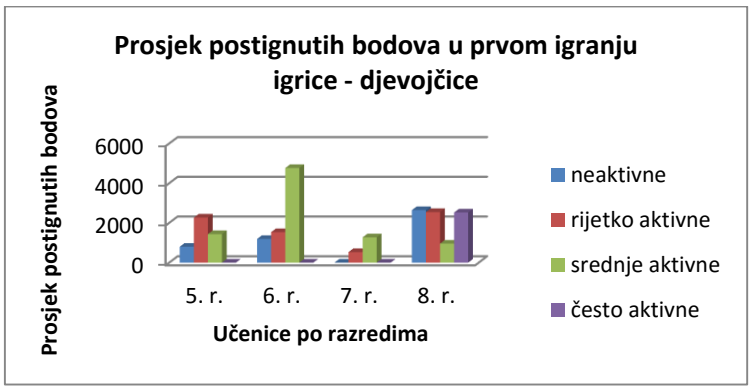
Iz slike 15 vidimo da su kod 7. i 8. razreda najbolji rezultat postigli često aktivni dječaci, dok su kod 6. razreda to bili rijetko aktivni, a kod 5. srednje aktivni.



Slika 15 Grafički prikaz prosjeka postignutih bodova u drugom gađanju mete kod dječaka

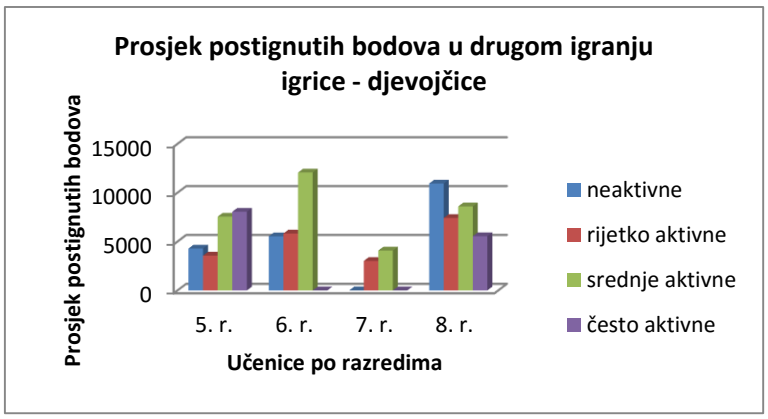
Igranje igrice

Iz grafa (slika 16) vidimo da se najviše ističu srednje aktivne djevojčice 6. razreda, ali su svi rezultati manji od 5000.



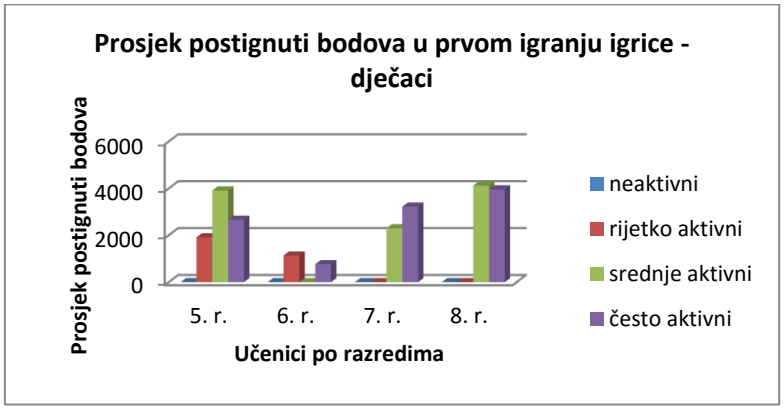
Slika 16 Grafički prikaz prosjeka postignutih bodova u prvom igranju igrice kod djevojčica

U većini slučajeva najveći rezultat postigle najaktivnije djevojčice, osim kod djevojčica 8. razreda gdje su najaktivnije djevojčice ostvarile najmanji rezultat (slika 17).



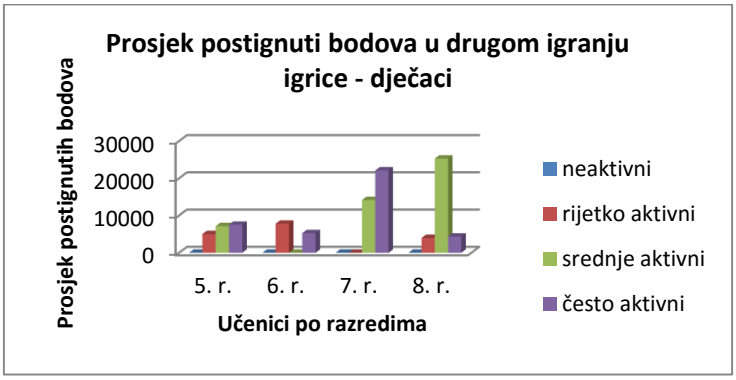
Slika 17 Grafički prikaz prosjeka najvećeg broja postignutih bodova u igranju igrice kod djevojčica

Prijašnja aktivnost u igranju dječaka nije značajno utjecala na njihov uspjeh u prvom igranju igrice (slika 18).



Slika 18 Grafički prikaz prosjeka postignutih bodova u prvom igranju igrice kod dječaka

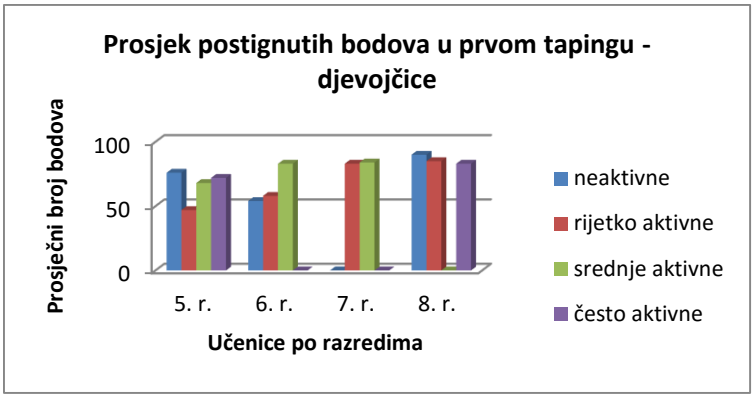
Na grafu (slika 19) uočavamo da su u slučaju 5. i 7. razreda najbolji rezultat postigli često aktivni dječaci, u slučaju 6. razreda rijetko aktivni, a u slučaju 8. razreda oni srednje aktivni.



Slika 19 Grafički prikaz prosjeka najvećeg broja postignutih bodova u igranju igrice kod dječaka

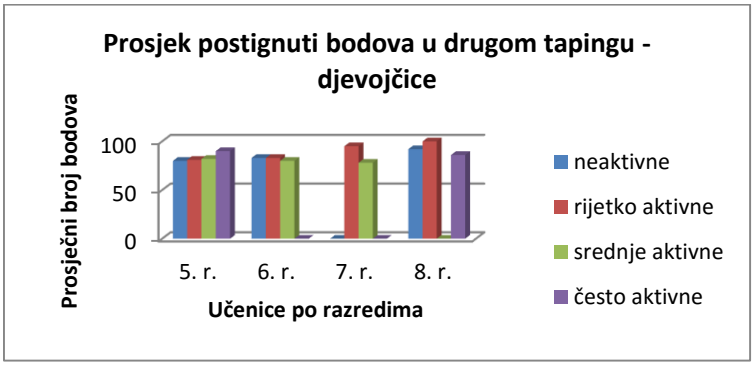
Test brzine pokreta - taping

Iz grafa (slika 20) vidimo da u 6. i 7. razredu najbolje rezultate imaju djevojčice koje igraju najviše u svojoj generaciji, dok u 5. i 8. najbolje rezultate imaju neaktivne djevojčice.



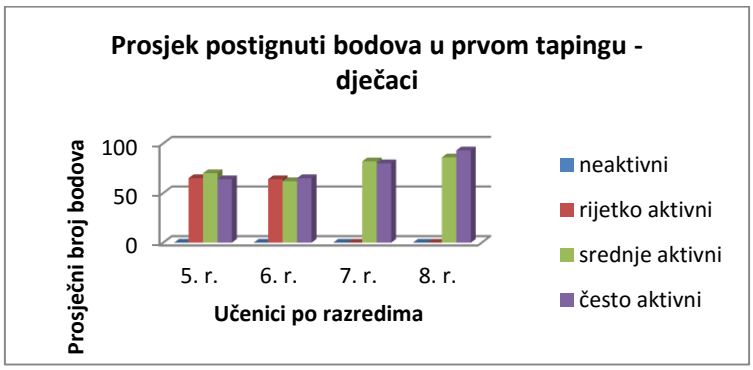
Slika 20 Grafički prikaz prosjeka postignutih bodova u prvom tapingu kod djevojčica

Na grafu (slika 21) vidimo da su kod 6., 7. i 8. razreda najbolji rezultat postigle rijetko aktivne učenice (u 6. razredu i neaktivne). U 5. razredu su najbolji rezultat imale često aktivne učenice.



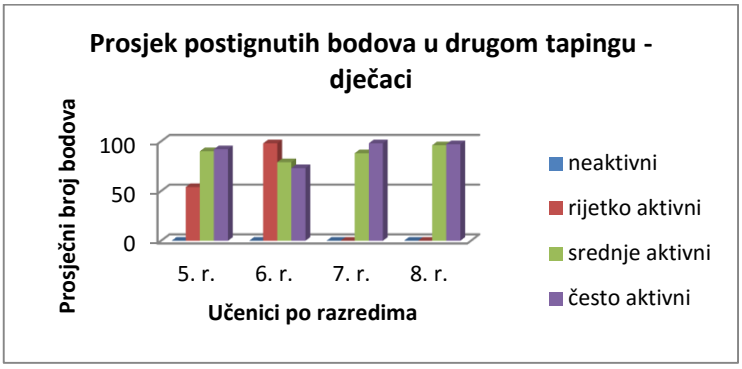
Slika 21 Grafički prikaz prosjeka postignutih bodova u drugom tapingu kod djevojčica

Iz grafa (slika 22) vidimo kako su rezultati tapinga kod dječaka 5. i 6. razreda približno jednaki. Kod 7. i 8. razreda rezultati su također slični, no veći od rezultata 5. i 6. razreda.



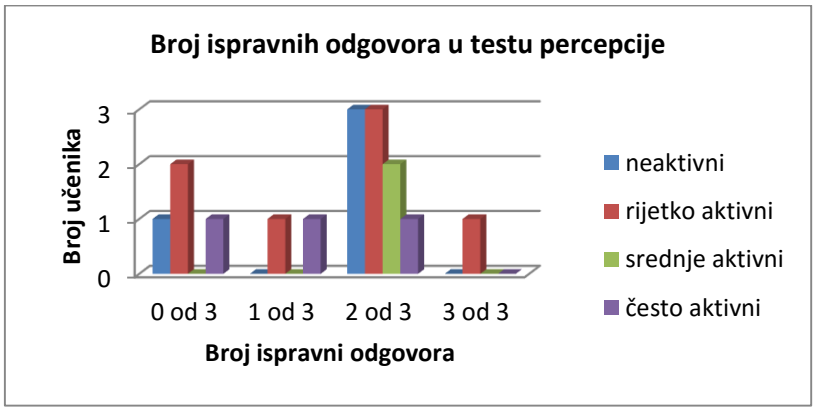
Slika 22 Grafički prikaz prosjeka postignutih bodova u prvom tapingu kod dječaka

Graf (slika 23) prikazuje kako su u svim razredima, osim u 6., najveći broj bodova postigli često aktivni dječaci. U 6. razredu su najuspješniji bili oni rijetko aktivni.



Slika 23 Grafički prikaz prosjeka postignutih bodova u drugom tapingu kod dječaka

Na grafu (slika 24) se vidi kako je samo jedan učenik odgovorio točno na sva pitanja iz testa percepcije, ali je najviše učenika točno odgovorilo na čak 2 od 3 pitanja, a to su većinom bili neaktivni ili rijetko aktivni učenici.



Slika 24 Grafički prikaz broja točnih odgovora u testu percepcije

Učenika nekih kategorija nema u našoj školi kao npr. neaktivnih djevojčica 7. razreda te ih zato nismo mogli uključiti u istraživanje, a učenici nekih drugih kategorija nam nisu bili dostupni kao npr. neaktivni dječaci 6. razreda.

RASPRAVA

Većina učenika naše škole aktivno je u igranju videoigrica, a da su neaktivni igrači najčešće djevojčice. Dječaci su u više slučajeva aktivni nego djevojčice, a uz to i većina njih igra svakodnevno dok je kod djevojčica obrnuto. Najviše svakodnevno aktivnih igrača igra ½ h ili 1 h, dok najviše ne svakodnevno aktivnih igrača igra manje od ½ h. Najviše ne svakodnevno aktivnih igrača igra svakih nekoliko dana, a najmanje nekoliko puta godišnje. Učenici naše škole videoigrice najviše igraju vikendom. Najveći postotak učenika naše škole dnevno provodi više od 2 h u prirodi te da su to u većem broju slučajeva dječaci, što je iznenađujuće jer oni također provode više vremena igrajući videoigrice.

Rezultati ankete u skladu su s našim očekivanjima. Pretpostavile smo da su dječaci aktivniji od djevojčica, jer smo primijetile da oni puno češće igraju igrice prije i nakon nastave, a uglavnom i pričaju o tome. Najviše igraju igrice vikendom, dok svakodnevno igraju ½ h do 1 h ovisno o školskim obvezama. Igranje videoigara postalo je među djecom i adolescentima, posebno muškog spola, čest način provođenja slobodnog vremena čak 81% hrvatske djece i mladeži (Bilić, 2010) igra videoigre. Zanimljivo je da dječaci provode i veliki dio vremena u prirodi, dok su djevojčice pokazale više interesa za različite aktivnosti (učenje, izvanškolske aktivnosti, izlaske, razna druženja).

U prvom gađanju mete najbolje rezultate su postigle često aktivne djevojčice 5. i 8. razreda. Iznenađenje su bile neaktivne učenice 6. razreda koje su također postigle izvrsne rezultate. U razgovoru s njima saznale smo da te djevojčice aktivno treniraju više sportova, što je vjerojatno razlog njihove uspješnosti u testu preciznosti. Najbolje rezultate kod dječaka postigli su aktivni ispitanici (česti igrači videoigrica). Iz ovih rezultata zaključujemo da igranje videoigrica pospješuje preciznost učenika. Također nas je zanimalo hoće li igranje igrice DX Ball poboljšati rezultate preciznosti. Nakon drugog testiranja preciznosti svi su ispitanici u prosjeku poboljšali svoje rezultate, ali su i dalje bile najuspješnije aktivne i srednje aktivne djevojčice i dječaci, što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima da igranje videoigrica pospješuju koordinaciju pokreta i preciznost (Laniado i Pietra, 2005).

U prvom testiranju brzine pokreta najuspješniji su bili aktivni i srednje aktivni dječaci 7. i 8. razreda, a slične rezultate smo dobile i kod djevojčica. To je u skladu s našim očekivanjima jer smo pretopostavile da će im igranje videoigrica poboljšati brzinu pokreta, što potvrđuju i istraživanja koja su proveli Laniado i Pietra, (2005.) a prema kojima videoigrice poboljšavaju brzinu, koncentraciju, usredotočenost, potiču misaone procese, pospješuju koordinaciju pokreta. Drugo mjerenje brzine pokreta pokazalo je poboljšanje rezultata kod svih ispitanika, što još više ide u prilog tome da igranje videoigrica pospješuje brzinu pokreta.

Najbolje rezultate u prvom igranju i kod djevojčica i kod dječaka postigli su srednje aktivni i često aktivni učenici. Sa svakim slijedećim pokušajem broj postignutih bodova se gotovo udvostručio. Ispitanici su bili vrlo zainteresirani i motivirani za igranje, željeli su postići što bolje rezultate, posebno dječaci. Kod djevojčica su najbolje rezultate postigle srednje aktivne učenice 6. razreda, već

spomenute sportašice koje imaju jak natjecateljski duh. Svakodnevno su igrale navedenu igricu da poboljšaju rezultate. Kod dječaka su dominirali srednje aktivni i aktivni igrači videoigrica iz 7. i 8. razreda. Prema Stupaku (2004), računalne igrice i videoigre poboljšavaju sposobnosti rješavanja problema i to brzim raspoznavanjem uzroka, upravljanjem resursima, brzim razmišljanjem i donošenjem odluka. Prelaženjem od lakših razina na teže stupnjeve dijete uči postupno ostvarivati svoje ciljeve i povećavati samoefikasnost.

Percepciju smo ispitale tako da su ispitanici igrali igricu DX Ball, a za to vrijeme u učionicu je ušla jedna učenica i izrekla neke unaprijed dogovorene informacije. Učenici su kasnije trebali na papir odgovoriti na tri pitanja postavljena u vezi izgleda učenice koja je ušla i informacija koje je izrekla. Učenici nisu unaprijed znali kako moraju pratiti i zapamtiti što je učenica koja je ušla rekla. Ovim testom htjele smo utvrditi koliko su naši ispitanici fokusirani na igranje i koliko primjećuju ostale događaje oko sebe tijekom igre.

Na testu percepcije dva od tri odgovora ponudili su neaktivni i rijetko aktivni učenici, što potvrđuje našu pretpostavku da će često aktivni i srednje aktivni učenici biti više motivirani za igranje i postizanje boljih rezultata. Naposljetku se da naslutiti da videoigrice jako odvlače pažnju, posebno onim najaktivnijim ispitanicima. To je u skladu s dosadašnjim istraživanjima. Igranje videoigara može imati negativne učinke, može uzrokovati probleme pažnje (Tahiroglu i sur., 2010).

ZAKLJUČCI

- Dječaci više vremena provode igrajući igrice, ali također provode više vremena u prirodi od djevojčica.
- Djevojčice su u najviše slučajeva rijetko aktivne ili neaktivne, a dječaci srednje ili često aktivni.
- Učenici naše škole za igranje najviše koriste mobitel i računalo te računalo za igranje češće koriste dječaci.
- Kod gađanja mete, rezultati drugog gađanja u većini slučajeva su se povećali u odnosu na prvo. Ali, kod često aktivnih učenika rezultati su ostali približno jednaki, jer je kod njih količina vremena provedena igranjem također ostala približno jednaka.
- Kod tapinga, rezultati drugog testiranja bolji su od rezultata prvog testiranja, ali su se više povećali aktivnijim učenicima, što znači da igranje igrice nije utjecalo na brzinu neaktivnih ili rijetko aktivnih učenika.
- Kod igranja igrice, rezultati su se izrazito povećali i kod aktivnijih i kod manje aktivnih učenika.
- Tijekom igranja videoigrice, kod učenika se može dogoditi lošija percepcija.

LITERATURA

Bilić i sur., 2010. Mogući učinci igranja računalnih igrica i videoigara na djecu i adolescente, Napredak 151 (2): 195–213.
Gentile i sur., 2002. The effects of violent video game habits on adolescent hostility, aggressive behaviors, and school performance.
Laniado N., Pietra G. 2005. Naše dijete, videoigre, Internet i televizija (Što učiniti ako ga hipnotiziraju). Studio TiM, Rijeka.
Stupak N. J., 2004. Positive Effects of Video Games on Development. http://violentvideogameseffects.blogspot.hr/2008/02/positive-effects-of-video-games-on.html.
Tahiroglu, A i sur., 2010. Short-term effects of playing computer games on attention, Journal of Attention Disorders, 668-676.

NAMETNICI NA DRVEĆU OKOLIŠA ŠKOLE

Katarina Goja, 8. razred
Matea Kranjčić, 8. razred

Osnovna škola Augusta Šenoe, Zagreb
Mentor: Sandra Penco

SAŽETAK
Prijeko potrebno zelenilo koje ukrašava okoliš naše škole čineći život ugodnijim i zdravijim, sve je podložnije raznoraznim bolestima i štetnicima. Proučavajući drveće oko škole, uočili smo promjene: lišće ranije žuti i opada, prošarano je mrljama, posuto je crnim i bijelim točkicama, ima veće i manje izrasline te se na pojedinim vrstama uočava savijanje listova. Pretpostavili smo da bi uzrokom mogli biti nametnici na drveću. Cilj rada bio je ispitati je li drveće oko škole zaraženo. Svrha rada želja je da se drveću pomogne uporabom nekih prirodnih metoda zaštite. Kontrola ovih bolesti moguća je ako je bolest ispravno dijagnosticirana te ako je poznat način prijenosa nametnika. Istraživanje je provedeno u Zagrebu, na području Trešnjevke. Ispitivanjem su obuhvaćena tri područja oko škole u razdoblju od rujna 2015. do ožujka 2016. g. Od ukupno 16 različitih biljnih vrsta nađenih na promatranom području 9 je zaraženo nametnicima. Stopostotna zaraza uočena je kod 8 različitih vrsta. Ukupno je zaraženo 79 jedinki od 131, što je 60,3 %. Nađeno je 13 različitih vrsta nametnika koji pripadaju trima klasifikacijskim skupinama. Najviše pronađenih nametnika pripada skupini kukaca, zatim gljiva i paučnjaka. Pronađeni su kukci iz reda: a) polukrilaca (*Hemiptera*) i b) leptira (*Lepidoptera*). Od gljiva, prisutne su gljivice reda pepelnica (*Erysiphales*) i gljive truležnice. Pronađene su dvije vrste paučnjaka. Najučestaliji nametnik na ispitivanom području je gljiva pepelnica. Nađena je na 5 različitih biljnih vrsta. Lipa pokazuje najveći stupanj zaraženosti s čak 4 nametnika. Većinu nametnika nije potrebno uklanjati. Nijedna golosjemenjača na promatranom području nema nametnike, a među kritosjemenjačama nametnici nisu uočeni na bagremu i trnovcu.

Ključne riječi: *pepelnica, grinje šiškarice, stjenice, moljac miner, zaštita*

UVOD

Zelenilo u gradu ima neprocjenjivu estetsku, socijalnu i ekološku važnost. Biljke na zelenim površinama svojim oblikom, građom i životnim osobinama predstavljaju nezamjenjive elemente prirode. Zelene površine grada pozitivno utječu na mikroklimu tako što smanjuju visoke temperature, povećavaju vlagu, reguliraju jačinu vjetra, pročišćavaju zrak, smanjuju i ublažavaju jačinu gradske buke.

Za odvijanje normalnih životnih funkcija biljci su u prirodnom životnom okolišu potrebni: tlo, voda, zrak, sunčeva svjetlost i povoljna temperatura. U gradskim su uvjetima osnovni uvjeti života više-manje ili čak u potpunosti promijenjeni. Razlog su tome ekološki uvjeti grada: zagađenje zraka i tla, promjena u vodnom režimu, povišene temperature i znatno niža vlaga ljeti te česta mehanička oštećenja (Butin H, Nienhaus i Bohmer, 2008)

Stablo ili drvo u botanici je svaka višegodišnja biljka, koja se sastoji od korijena, vidljivog drvenog debla i krošnje koju čine grane i lišće (iglice). Dvije skupine drveća su: golosjemenjače i kritosjemenjače. Razliku među njima čini smještaj sjemenog zametka: u golosjemenjača nalazi na otvorenom plodnom listu, dok je plodni list kritosjemenjača zatvoren oko sjemenog zametka čineći plodnicu te sudjeluje u izgradnji ploda kojega u golosjemenjača nema.

Kao i drugi živi organizmi i stabla reagiraju na promjene u svom životnom prostoru. Zbog tog razloga, prijeko potrebno zelenilo koje ukrašava naš okoliš i čini nam život ugodnijim i zdravijim, podložno je

sve više raznoraznim bolestima i oštećenjima uzrokovanim gljivama, bakterijama, virusima i kukcima, jednim imenom – nametnicima.

Nametnikom smatramo svaki organizam koji živi, raste i hrani se na ili u drugom živom organizmu barem u jednom dijelu svog životnog ciklusa.

Svatko se barem jednom susreo s pojavom neke bolesti ili nametnika na biljci. Ponekad su štete veće, ponekad manje, iako u malim obiteljskim vrtovima koji uglavnom služe za rekreaciju i uživanje štete nikad nisu toliko velike kao na velikim površinama. Kako bismo se mogli posvetiti borbi protiv nametnika potrebno ih je najprije definirati, upoznati, odabrati strategiju, pa tek onda izabrati sredstvo (Ćulinović 2015).

Kukci su najbrojnija skupina nametnika. Čine štetu hraneći se dijelovima biljaka, sišući sokove, stvaranjem šiški, miniranjem, defolijacijom, ali i bušenjem stabljika, korijenja i plodova.

Neki kukci svrstani su u skupinu štetnika golobrsta. Ovoj skupini pripadaju vrste štetnih leptira – zlatokraj, glogov bijelac, gubar, mali mrazovac i dudovac. Štetnici golobrsta intenzivno jedu lišće te dovode do ogoljivanja grana, a prilikom jake zaraze i cijele krošnje drveta.

Mnogi kukci stvaraju šiške ili cecidije (entomocecidije) na biljkama koje ponekad mogu izgledati kao plodovi. Ženke kukaca polažu jaja na stabljiku, lišće ili pupove i istovremeno injiciraju u biljku tvari koje potiču rast biljnog tkiva. Biljno tkivo zatim obrasta oko jaja i štiti ih. Osim kukaca šiške stvaraju i grinje (akarocecidije). Cecidije nisu ni od kakve koristi za biljku, ali su zato prilagođene životnim potrebama životinja. U njima se životinje razvijaju sve do odraslog stadija, a ponekad se i posve odrasle u njima zadržavaju kada se hrane metamorfoziranim biljnim dijelovima. Cecidije mogu biti različite građe (u obliku kugle ili roga) i veličine.

Ličinke nekih kukaca (patuljastih cikada i platanine mrežaste stjenice) sišu lisne sokove stvarajući bijele točkice u blizini lisnih žila. U slučaju težeg oštećenja nastaju bijele pruge, a lišće poprima bijelu boju. Oštećenja ovise o veličini populacije kukaca i vremenskim prilikama.

Kukci mineri, od kojih je najučestaliji je kestenov moljac miner, uzrokuju miniranje lista i defolijaciju. Mine stvaraju ličinke brsteći tkivo između gornje i donje epiderme lista, pri čemu nastaju uski hodnici ili okna. Time se smanjuje asimilacijska površina, što uzrokuje uranjeno opadanje lišće (defolijaciju). Uz to što mine smanjuju asimilacijsku površinu listova, uzrokuju i smanjenje estetske funkcije kestenovih stabala koja su među češćim i cjenjenijim ukrasnim stablima urbanog područja. Kukci mineri napadaju i listove johe, bukve, platane, hrasta.... Svrstani su u četiri reda od kojih je najbrojniji *Lepidoptera,* makar broj lisnih minera nije konačan (Matošević, 2010).

Kukci iz reda stjenica (vatrena i crna lipova stjenica) prije prelaska u hibernaciju skupljaju se na deblima lipa tvoreći ponekad vrlo bujne agregacije s više od stotinu tisuća jedinki. Zadržavaju se uglavnom na lipi. Hrane se mrtvom organskom tvari te sjemenom lipe i crnog sljeza iz kojeg sišu sokove.

Kao što je velik broj štetnika, jednako je toliko mnogo bolesti koje napadaju biljni svijet. Bolest je patološko stanje koje uzrokuju organizmi poput gljivica, bakterija i virusa. Od ovih triju skupina

organizama, oboljenja najčešće izazivaju gljivice, nešto rjeđe bakterije i virusi. Simptomi različitih bolesti međusobno se razlikuju, no svi mogu uzrokovati potpuno propadanje biljke. Razvijaju se na svim biljnim dijelovima, a njihovu razvoju pridonose razni vanjski čimbenici poput vlage tla i zraka, temperature, ali i otpornost same biljke.

Jedna od najčešćih biljnih bolesti jest pepelnica. Uzročnik su pepelnice gljivice iz reda *Erysiphales*. Lako se prepoznaje po karakterističnoj bijeloj prevlaci. Zaraženi dijelovi izgledaju kao da su prekriveni pepelom, pepeljaste presvlake mogu imati kružni oblik, ali vrlo su često nepravilno rasprostranjene po listovima. Zaraženi dijelovi biljke brzo nakon zaraze suše se i opadaju.

Gljive truležnice jesu gljive koje rastu na živom ili odumrlom stablu. Štete od gljiva truležnica nastaju na starijem drveću najčešće zbog mehaničkih oštećenja. Trulež u živim stablima neizlječiva je bolest, zaraza s vremenom postaje sve veća, a ne postoji siguran način da se iz žive biljke ukloni gljiva truležnica. Gljive truležnice, općenito gledano, vrlo su važan čimbenik u procesu kruženja tvari u prirodi jer imaju sposobnost razgradnje drvne tvari na jednostavne spojeve. U stabilnom šumskom ekosustavu, koji nije opterećen proizvodnjom kvalitetne drvne mase, ove gljive imaju svoje mjesto u procesu kruženja tvari u prirodi i prirodnoj selekciji jačih stabala.

Proučavajući drveće oko svoje škole, uočili smo promjene: lišće ranije žuti i opada, prošarano je mrljama, posuto je crnim i bijelim točkicama, ima veće i manje izrasline te se na pojedinim vrstama uočava savijanje listova. Pretpostavili smo da bi razlog mogli biti nametnici na drveću. Ciljevi našeg istraživanja su: ispitati je li drveće oko naše škole zaraženo, istražiti ima li razlike u zaraženosti između kritosjemenjača i golosjemenjača te doznati čine li nametnici uistinu štetu na stablima i koji je nametnik najučestaliji. Svrha je rada želja da se drveću pomogne uporabom nekih prirodnih metoda zaštite (uklanjanje oboljelih grana, poboljšavanje tla gnojivom i sl.) jer je kontrola ovih bolesti moguća ako je bolest ispravno dijagnosticirana te ako je poznat način prijenosa parazita. Također želimo osvjestiti ljude da postoje i nametnici koji ne štete stablu te da ih nije potrebno uklanjati.

METODE RADA

Istraživanje je provedeno na terenu i u kabinetu škole.

Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno u Zagrebu, na području Trešnjevke. Škola se nalazi u blizini Selske ceste. Ispitivanjem su obuhvaćena ukupno 3 područja (lokaliteta):

- dvorište Osnovne škole Augusta Šenoe i južni dio uz ogradu (nasuprot Dječjeg vrtića „Bajka“ i rekreacijskog centra „Mofit“)
- istočni dio (parkiralište tvornice Ericsson Nikola Tesla d.d.)
- zapadni dio (park Kate Šoljić).

Dio sjeverno od škole nije obuhvaćen jer se tamo nalaze postrojenja tvornice Ericsson Nikola Tesla d.d.

Slika 1 - Karta okoliša škole s lokalitetima

Na prvom i drugom promatranom području prevladavaju zgrade i asfaltirano dvorište te parkiralište. Biljke rastu na izrazito uskom zemljanom terenu prekrivenom travom i drugim zeljastim biljem. Tlo je mjestimice golo zbog učestalog gaženja. Na trećem promatranom području prevladava široki travnjak. Udaljenost navedenih područja od dvorišta škole iznosi 350 metara.

Rad na terenu

Istraživanje je provedeno u razdoblju od rujna 2015. do ožujka 2016. godine.

Promatranjem stabala i korištenjem priručnika za determinaciju određene su biljne vrste. Na odabranim područjima listovi su uspoređivani s promjenama koje određeni uzročnici uzrokuju na listu prema knjizi *Atlas bolesti i štetnika na drveću i grmlju*. Opažene promjene na lišću bilježene su u bilježnicu. Uzorci lišća fotografirani su i skupljeni s tla i drveća. Na terenu su prebrojene biljne vrste po postajama te je određena najveća i najmanja udaljenost između jedinaka iste vrste u koracima. Udaljenost je ispitivala jedna učenica pazeći da koraci budu približno jednaki. Podatci su bilježeni u tablicu. Kukci nađeni na lišću i kori prikupljeni su u posudice. Kroz navedeno razdoblje praćeno je njihovo pojavljivanje, smještaj na drveću te faze razvojnog i životnog ciklusa. Svi su uzorci prikupljeni pazeći da se prikupi reprezentativan materijal, a da se pritom ne naruši biocenoza.

Rad u kabinetu

Prikupljeni biološki materijal obrađivan je u kabinetu. Korištenjem ključeva za determinaciju (*Flora Hrvatske*, *Atlas bolesti i štetnika na drveću i grmlju* te drugi slikovni ključevi) imenovane su biljne vrste. Promjene na listu uzrokovane gljivama mikroskopski su promatrane radi usporedbe micelija sa slikama iz knjige i na internetu. Uzorci su fotografirani. Listovi su herbarizirani i etiketirani prema pravilu o herbariziranju listova. Određivanje nametnika do sistemskih kategorija vrste obavljeno je uz pomoć mikroskopa, lupe i ključeva za determinaciju.

Prema formuli izračunat je postotak zaraženih stabala iste vrste:

X= broj zaraženih jedinki iste vrste /broj zdravih jedinki iste vrste X 100.

Kukci uzeti iz listova ili kore stavljeni su u bočice s 75 % alkoholom te promatrani pod mikroskopom s ciljem uočavanja njihove morfološke građe. Uzorci su fotografirani.

REZULTATI

Podatci su analizirani i obrađeni po lokalitetima.

Postotak (brojnost) zaraženih jedinki iste vrste po lokalitetima

Od ukupno jedanaest različitih vrsta na prvom lokalitetu pet je vrsta zaraženo. Četiri vrste pokazuju 100 % zaraženost (breza, javor mliječ, gorski javor, hrast lužnjak). Crvenolisni javor mliječ i javor mliječ pripadaju istoj vrsti. Najmanja je udaljenost između dvaju zaraženih stabala breze, a najveća između crvenolisna javora mliječ (tablica 1).

Tablica 1 - Prikaz postotka (brojnosti) zaraženih jedinki iste vrste na prvom lokalitetu i udaljenosti u koracima između zaraženih jedinki iste vrste

Ime vrste	ukupan broj jedinki	broj zaraženih jedinki	postotak (%) zaraženosti	najmanja udaljenost u koracima	najveća udaljenost u koracima
jablan *(Populus nigra)*	28	1	3,57		
breza *(Betula pendula)*	23	23	100	1	37
javor mliječ *(Acer platanoides)* „ crvenolisni javor mliječ *(A.p. „Crimson king“*	1 3	1 3	100	5	149
gorski javor *(Acer pseudoplatanus)*	1	1	100		
trnovac *(Gleditsia triacanthos)*	1	0	0		
ariš *(Larix decidua)*	2	0	0		
čempres *(Cupressaceae)*	6	0	0		
šumski bor *(Pinus sylvestris)*	6	0	0		
smreka *(Picea abies)*	1	0	0		
omorika *(Picea omorica)*	1	0	0		
hrast lužnjak *(Quercus robur)*	3	3	100	4	9

Na prvom lokalitetu prevladavaju školski objekti i asfaltirano školsko dvorište. Biljke rastu na užem zemljanom terenu, koji okružuje zgrade i školsko dvorište u obliku drvoreda, prekrivenom travom i drugim zeljastim biljem. Na promatranom području postoje i manje zelene površine okružene asfaltom. Tlo je na tim „otocima“ mjestimice ili potpuno golo zbog učestalog gaženja.

Od ukupno triju različitih vrsta na drugom je lokalitetu jedna vrsta 100 % zaražena (platana). Najmanja udaljenost između platana iznosi 9 koraka, a najveća 64 (tablica 2).

Tablica 2 - Prikaz postotka (brojnosti) zaraženih jedinki iste vrste na drugom lokalitetu i udaljenosti u koracima između zaraženih jedinki iste vrste

Ime vrste	Ukupan broj jedinki	Broj zaraženih jedinki	Postotak (%) zaraženosti	najmanja udaljenost u koracima	najveća udaljenost u koracima
platana *(Platanus acerifolia)*	21	21	100	9	64
šumski bor *(Pinus sylvestris)*	4	0	0		
jablan*(Populus nigra)*	1	0	0		

Na drugom promatranom području prevladavaju zgrada i asfaltirano parkiralište. Biljke rastu na izrazito uskom zemljanom terenu prekrivenom travom i drugim zeljastim biljem.

Od ukupno pet različitih vrsta na trećem lokalitetu tri vrste su zaražene. Sve tri vrste pokazuju 100% zaraženost. Najmanja je udaljenost između dvaju zaraženih stabala breze (tablica 3).

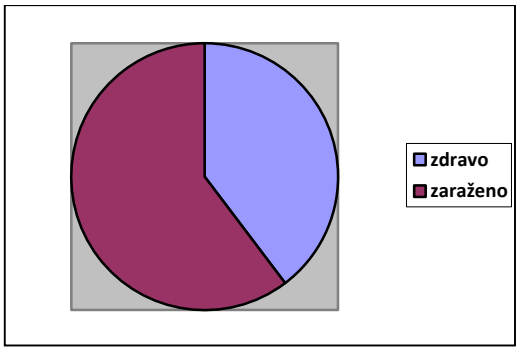
Tablica 3 Prikaz postotka (brojnosti) zaraženih jedinki iste vrste na trećem lokalitetu i udaljenosti u koracima između zaraženih jedinki iste vrste

Ime vrste	Ukupan broj jedinki	Broj zaraženih jedinki	Postotak (%) zaraženosti	Najmanja udaljenost u koracima	Najveća udaljenost u koracima
divlji kesten *(Aesculus hippocastanum)*	16	16	100	11	19
crna lipa *(Tilia platyphyllos)*	8	8	100	8	15
breza *(Betula pendula)*	2	2	100	2	2
čempres *(Cupressaceae)*	2	0	0		
bagrem*(Robinia pseudoacacia)*	1	0	0		

Na trećem promatranom području prevladava široki travnjak.

Postotak zaraženog drveća

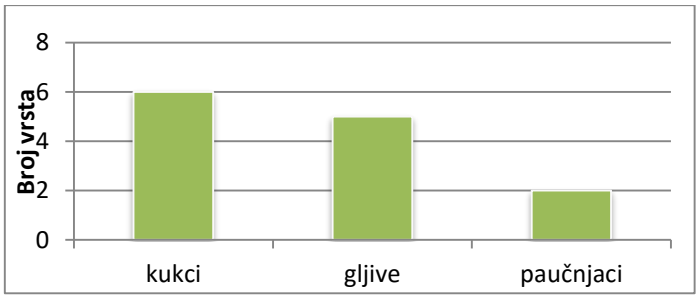
Prema formuli izračunat je postotak zaraženog drveća (slika 2). Od ukupno 131 promatranog drveta 79 ima nametnike, što je 60,3 %. Većinu zdravih stabala čine golosjemenjače.



Slika 2 - Prikaz odnosa zdravog i zaraženog drveća

Zastupljenost nametnika po klasifikacijskim skupinama

Nađeno je 13 različitih vrsta nametnika koji pripadaju trima klasifikacijskim skupinama. Najviše pronađenih nametnika pripada skupini kukaca, zatim gljiva, a najmanje paučnjacima (slika 3).



Slika 3 - Prikaz odnosa zastupljenosti nametnika po skupinama

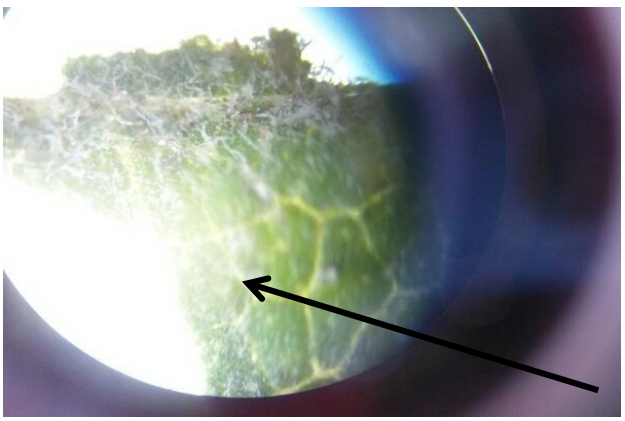
Zastupljenost različitih vrsta nametnika na pojednoj vrsti drveća

Najveći broj biljnih vrsta zaražen je pepelnicom (tablica 4) Pepelnicu nalazimo na: javoru, brezi, hrastu lužnjaku i platani.

Tablica 3 – Vrste nametnika uočene na promatranom području

Vrsta drveća/ nametnik	gorski javor	javor mliječ	crven. javor mliječ	breza	divlji kesten	jablan	hrast lužnjak	platana	crna lipa
Patuljaste cikade *(Edwardsiana nigriloba)*	+								
Pepelnica *(red: Erysiphales)*		+		+			+	+	
grinja šiškarica *(rod: Aceria)*	+								+
kestenov moljac miner *(Cameraria ohridella)*					+				
platanina mrežasta stjenica *(Corythucha ciliata)*								+	
patuljasti savijač *(Bucculatrix thoracella)*									+
vatrena stjenica *(Pyrrhocoris apterus)*									+
crna lipina stjenica *(Oxycarenus lavaterae)*									+
kresivna guba *(Fomes fomentarius)*						+			

Javor mliječ, crvenolisni javor mliječ i gorski javor zaraženi su istom vrstom pepelnice (slika 4 i 5) – javorova pepelnica (vrsta Sawadea).



Slika 4 - Hife gljive javorove pepelnice gledane mikroskopom (povećanje 100x)

Slika 5 - Javor mliječ zaražen pepelnicom

Brezova pepelnica (Phyllactinia guttata) uzrokuje bijeli pokrov na donjoj strani lista. Kasnije se javljaju crna, kuglasta plodišta (slika 6). Kod jakog napada lišće se osuši.

Slika 6 - Lišće breze zaraženo pepelnicom

Na lipi su uočena čak četiri nametnika - patuljasti savijač, lipina grinja šiškarica, vatrena i crna lipina stjenica (tablica 4). Gusjenica patuljastog savijača uzrokuje prostorno malen oknasti brst te vidljivo savijanje listova i bijelo predivo (slika 7).

Slika 7 Savijanje listova lipe i bijelo predivo nastalo djelovanjem patuljastog savijača (Bucculatrix thoracella)

Lipina grinja šiškarica uzrokuje s gornje strane lišća šiške u obliku roga veličine 15 mm. Unutar šiške smještena je grinja (slika 8).

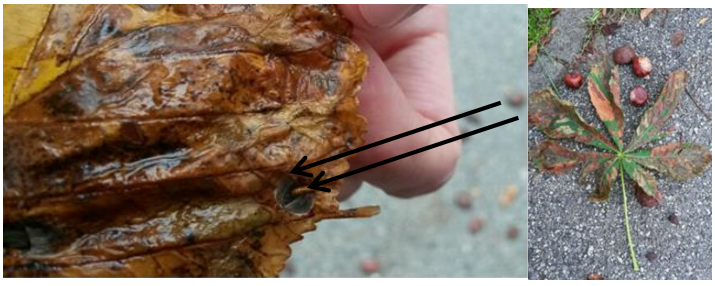
Slika 8 Šiške na listu lipe nastale djelovanjem grinja šiškarica (rod: Aceria)

Kukci iz reda stjenica (vatrena i crna lipova stjenica) prije prelaska u hibernaciju skupljaju se na deblima lipa tvoreći ponekad vrlo bujne agregacije s više od stotinu tisuća jedinki. Zadržavaju se uglavnom na lipi (slika 9).

a) b)

Slika 9 A) Vatrene sjenice u različitim razvojnim stadijima (Pyrrhocoris apterus) na lipi B) Crne lipine stjenice (*Oxycaraenus lavaterae*)

Na trećem lokalitetu, gdje raste 16 stabala divljeg kestena, sva su stabla zaražena kestenovim moljcem minerom u fazi ličinke (tablica 3). Gusjenica uzrokuje mnogobrojne, većinom izdužene mine žućkaste boje (slika 10). Kukuljica prezimljuje na otpalom lišću.



a) b)

Slika 10 A) Ličinke kestenova moljca minera (*Cameraria ohridella*) B) Izgled lista napadnutog kestenovim moljcem minerom

Na istraživanom području okoliša škole nađena je prisutnost mrežaste stjenice (slika 11 A) na svim stablima platana (tablica 2). Nametnik uzrokuje promjenu boje lišća. Na početku je veliki broj povezanih bijelih točkica u blizini lisnih žila (nastalih sisanjem ličinki), a kasnije površina lista poprima bronČanu boju (slika 11 B). Platanina mrežasta stjenica nađena je i pod korom (slika 11 C).

a) b) c)

Slika 11 A) Platanina mrežasta stjenica na listu B) BronČana boja lista C) Platanina mrežasta stjenica pod korom

Praćenje kukaca

Na pojedinim stablima u promatranom razdoblju, osim vidljivih promjena na lišću nastalih djelovanjem kukaca, uočeni su i sami kukci (tablica 5).

Tablica 4 - Praćenje kukaca u promatranom razdoblju

vrsta /razdoblje	početak listopada	početak prosinca	početak ožujka
vatrena stjenica *(Pyrrhocoris apterus)*	-odrasle jedinke i razvojni stadiji viđeni na lišću i kori -pokretne	- nisu viđeni	- nisu viđeni
crna lipina stjenica *(Oxycarenus lavaterae)*	-nisu viđeni	-vidljive velike nakupine na stabljici - hiberniraju	-vidljive velike nakupine na stabljici -hiberniraju
platanina mrežasta stjenica *(Corythucha ciliata)*	-odrasle jedinke viđeni na lišću i kori -pokretne	- odrasle jedinke viđene pod korom - hiberniraju	- odrasle jedinke viđene pod korom - hiberniraju
kestenov moljac miner *(Cameraria ohridella)*	-ličinke viđene u lišću (tunelima)	-ličinke viđene u otpalom lišću	-poneke ličinke viđene u lišću otpalom djelomično razgrađenom lišću

RASPRAVA

Dobro promišljena sadnja može pridonijeti prevenciji oboljenja. Tako, primjerice, gusta sadnja uzrokuje slabljenje i smanjenje otpornosti biljaka. Važna je pretpostavka za zdrav razvoj biljke optimalan izbor staništa, pri čemu posebnu pozornost treba posvetiti stanju tla. Kod zbijenog tla preporuča se duboko prozračivanje (Butin, Nienhaus i Bőhmer, 2003).

Iz toga proizlazi da navedeni uvjeti u okolišu škole nisu idealni za nesmetan rast i razvoj biljaka. Tlo je zbijeno i okruženo asfaltom. Zbog izrazito guste sadnje iste vrste drveća na malom području, nametnici se lako šire sa stabla na stablo. Ponegdje se krošnje stabala i dodiruju. Iznimku čini jablan. Od 28 jedinki jablana na prvom lokalitetu samo jedno stablo zaraženo je gljivom truležnicom. Vjerojatno je došlo do mehaničke ozljede (podrezivanja) zbog blizine ulaznih vrata što je uzrokovalo slabljenje biljke. Tako je na tom jednom stablu od baze do vrha debla nađeno 10 kresivnih guba (gljiva truležnica) različitih veličina.

Uočeno je da u školskom okolišu samo stabla kritosjemenjača imaju nametnike. Iako golosjemenjače, baš kao i kritosjemenjače, rastu u gustoj sadnji i na uskom zemljanom području, njihovo je lišće tvrđe, time i teže probavljivo, a ujedno je bogato kemijskim tvarima koje odbijaju nametnike. Na dvjema listopadnim vrstama, bagremu i trnovcu, nisu uočeni nametnici, vjerojatno zbog mladosti stabala i odsutnosti jedinki iste vrste u bližoj okolici.

Najučestaliji je nametnik na ispitivanom području gljiva pepelnica iz reda *Erysiphales.*

Autor Mešić (2007.) navodi da se na javoru u hrvatskim gradovima često javljaju visoke populacije lisnih uši i pepelnica. Pepelnica negativno utječe na zdravstveno stanje javora i narušava njegov izgled ukrasne biljke. Prema autoru Lioviću (2011) bolest hrastova pepelnica, koju uzrokuje gljiva *Microsphera alphitoides*, ima snažan utjecaj na proces sušenja hrasta. Gljiva *M. alphitoides*, odnosno bolest pepelnica, u Hrvatskoj se pojavila 1908.g. (Petračić, 1909). Nekoliko godina nakon pojave bolest se proširila i počela činiti štete. U Hrvatskoj je pepelnica veliki problem.

U okolišu škole pepelnica je uočena na 5 različitih biljnih vrsta (gorski javor, javor mliječ, breza, platana, hrast lužnjak) unutar prvog i drugog lokaliteta. Pri tome da su javor mliječ, kultivar crvenolisni javor mliječ i gorski javor zaraženi istom vrstom pepelnice – javorova pepelnica (vrsta Sawadea).

Pronađeni su kukci iz reda: polukrilaca (*Hemiptera*) – mrežasta, vatrena i crna lipina stjenica te patuljaste cikade; leptira (*Lepidoptera*) – kestenov moljac miner i patuljasti savijač.

Intenzitet napada kestenovog moljca minera ne smanjuje se od njegovog unošenja u Hrvatsku 1995. godine. Kestenov je moljac miner 1998. godine tijekom mjeseca srpnja nađen na svim stablima divljeg kestena na području grada Zagreba: i u drvoredima i na stablima unutar kompleksa šuma (Maksimir, park šuma Orlovac, Zelengaj i Tuškanac) (Harpin, 1999).

Na trećem lokalitetu, gdje raste 16 stabala divljeg kestena, sva su stabla zaražena kestenovim moljcem minerom u fazi ličinke.

Posvuda u Hrvatskoj platanu redovito napadaju platanina mrežasta stjenica i platanin moljac lišća. Uz štete, ti kukci platanama narušavaju i estetski izgled i ometaju prolaznike. Suzbijanje se svodi na biološke mjere. „*Microsphaera platani* – platanina pepelnica je sredinom ljeta 2013. godine intenzivno napala lišće brojnih platana diljem Hrvatske. Ovo je prvi izvještaj o njenoj prisutnosti u Hrvatskoj, a u Europi je svrstana u invazivne alohtone vrste. Vrlo je štetna i trebalo bi je istraživati“ (Glavaš i Vukadin, 2014).

Na istraživanom području okoliša škole nađena je prisutnost mrežaste stjenice (odrasli oblik) i pepelnice na svim stablima platana (21 stablo), dok platanin moljac miner nije nađen.

Postoji mehaničko, biološko i kemijsko suzbijanje nametnika. Mehaničko suzbijanje podrazumiijeva uklanjanje napadnutih listova ili odstranjivanje zaraženih grana. Biološko suzbijanje štetočina podrazumijeva ciljano unošenje živih organizama za ograničavanje populacije štetnih organizama. Za kemijsko suzbijanje postoji široka paleta proizvoda, ovisno o tome što želimo suzbijati (herbicidi, insekticidi, fungicidi) (Butin, Nienhaus i Bőhmer, 2003).

U okolišu škole pepelnica je nađena na 5 različitih vrsta (gorski javor, javor mliječ, breza, platana, hrast lužnjak). Isti autori za napad hrastove pepelnice spominju suzbijanje dozvoljenim fungicidima na bazi sumpora, za sve ostale pepelnicom zaražene vrste napominju da suzbijanje nije potrebno. Također napad patuljastih cikada i grinje šiškarice na javoru nije potrebno suzbijati. Za uklanjanje platanine mrežaste stjenice potrebno je kontaktirati savjetodavnu službu. Suzbijanje kestenovog moljca minera podrazumijeva kontaktiranje savjetodavne službe i uklanjanje otpalog lišća jer kukac u obliku kukuljice (rjeđe ličinke) prezimljuje u otpalom lišću. Na lipi su uočena čak četiri nametnika - vatrena i crna lipina stjenica, patuljasti savijač i lipina grinja šiškarica. Prema navedenim autorima nijednog nametnika nije potrebno suzbijati jer ne pričinjava veliku štetu za život i rast biljke.

ZAKLJUČCI

- potvrđena je hipoteza da drveće okoliša ima nametnike
- kritosjemenjače su podložnije napadu parazita od golosjemenjača
- gušći raspored stabala pridonosi širenju nametnika
- jedna vrsta drveća može imati više nametnika
- najučestaliji nametnik je pepelnica
- većinu nametnika nije potrebno uklanjati. Veću štetu čine kestenov moljac miner, hrastova pepelnica i platanina mrežasta stjenica za koje je potrebna primjena kemijske (fungicidi na bazi sumpora) ili mehaničke zaštite (uklanjanje otpalog lišća).

LITERATURA

Cijela knjiga: Butin H., Nienhaus F., Bohmer B. 2008. Atlas bolesti i štetnika na drveću i grmlju, Gaudeamus, Požega
Cijela knjiga: Domac R. 2002. Flora Hrvatske, Školska knjiga, Zagreb
Matoničkin, I., Habdija, I., Primc – Habdija, B., 1998., Beskralješnjaci, Matekalo Draganović, J., Školska knjiga, Zagreb
Nikolić, T. (ur.) (2012) Flora Croatica baza podataka / Flora Croatica Database. On-Line URL: http://hirc.botanic.hr/fcd/ Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
Džapo, J., Tonšetić, J., Zadražil., L. 2013, Biologija 7 udžbenik biologije za sedmi razred osnovne škole, Leniček, S., Profil international, Zagreb
Hrašovec B. 2007. Šumarska entomologija II. Dio. Dio skripte.
B.Liović. 2011. Utjecaj pepelnice (Microsphaera alphitoides Griff. et Maubl.). Šumarski list – posebni broj: 122-129
Glavaš A. 2014. 58. Seminar biljne zaštite. Šumarski list 3-4/2014: 100 – 105
Mešić A. 2007. Fitosanitarni problem gradskog zelenila u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 17-18:
Banić S., Janev Hutinec B. 2006. Ključ za određivanje vrsta. Drveće Maksimira: priručnik za određivanje vrsta. http://www.park-maksimir.hr/Maksimir_media/Prirucnik_mali.pdf, pristupljeno 20.11.2015.
Čulinović M. 2015. Najčešće bolesti i štetnici u vrtu. Moj cvijet. http://mojcvijet.hr/bilje/vrtlarski-savjeti/najcesce-bolesti stetnici-u-vrtu/, pristupljeno 11.12.2015.
Matošević D. 2010. Fauna lisnih minera drvenastog bilja u Hrvatskoj. Štetnici Hr. https://www.stetnici.sumins.hr/enciklopedija, pristupljeno 3.12.2015.

PRIMJENA MIKORIZE KOD LIJEČENJA LAVANDE OD GLJIVIČNIH OBOLJENJA TE KOD UZGOJA SADNICA LAVANDE I UZGOJA LUCERNE

Hana Volner, 8. razred

Osnovna škola Dragojle Jarnević, Karlovac
Mentor: Iva Katić

SAŽETAK

U radu je istraživana sposobnost mikorize da izliječi grmove lavande budrovke od napada parazitskih gljiva, korištenje mikorize u uzgoju sadnica lavande s ciljem smanjenja korištenja umjetnih gnojiva boljom razvijenošću korijenovog sustava i upotreba mikorize u uzgoju lucerne na kiselim tlima. Prvi pokus proveden je na grmovima lavande koji su se počeli sušiti, a iskopani su na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu i posađeni u velike posude. Od 6 grmova lavande na četiri je provedena ektomikoriza, a dva su ostavljena kao kontrola. U drugom pokusu od šest jednogodišnjih sadnica lavande budrovke na dvije je napravljena ektomikoriza, na dvije endomikoriza, a dvije su ostavljene kao kontrola. U trećem pokusu sjeme lucerne je posijano u dvije plastične posude za cvijeće u kojima je pomiješan u jednakom omjeru supstrat za uzgoj cvijeća s kiselom reakcijom i zemlja s nasada gdje obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo uzgaja lavandu. U svim pokusim praćen je izgled biljaka kroz jedanaest tjedana i zapažanja su bilježena jedanput tjedno u laboratorijski dnevnik. Biljke su bile smještene u istu prostoriju u školi, pokraj prozora, gdje su izložene suncu i zalijevane prema potrebi. Mikorizne gljive su na zaraženim grmovima obnovile cijeli grm i korijen, a kod grmova bez mikorize došlo je do potpunog sušenja grmova i korijena. Kod sadnica lavande nije primijećena značajnija razlika u izgledu sadnica s mikorizom i bez mikorize, ali može se tvrditi da je najbujniji rast i razvoj listova i korijenja kod sadnica utvrđen kod sadnica s ektomikorizom. Kod uzgoja lucerne razvoj pomlatka je bio vrlo loš, ali je bolje preživljavanje i razvoj pomlatka lucerne utvrđen kod biljaka s mikorizom. Također su utvrđene dušične bakterije na korijenu lucerne s mikorizom.

Ključne riječi: *ektomikoriza, endomikoriza, izbojci, korijen, zelena gnojidba*

UVOD

Mikoriza (Grčki: μυκός, *mykós*, "gljiva" i ριζα, *riza*, "korijenje") je simbioza micelija gljiva i korijena vaskularnih biljaka (Frank, 1885). Kod mikorize gljiva kolonizira korijenje biljaka na dva načina – ektomikorizom ili endomikorizom (Kirk i sur 2001). Kod ektomikorize micelij gljiva djeluje izvanstanično, obavija bočno korijenje biljaka te na taj način funkcionalno zamjenjuje korijenove dlačice. U procesu endomikorize ne oblikuje se gusti omotač hifa oko korijena, već se hife šire unutar stanica korijena, djeluju unutarstanično, ali ih ne oštećuju, prodiru u tlo i zamjenjuju korijenove dlačice. Mikorizu je proučavao i opisao poljski botaničar Franciszek Kamienski . Njegov rad je nastavio Albert Berhnard Frank koji je uveo naziv „mikoriza“ 1885. godine. Ova simbioza pruža gljivi izravan i relativno stalan pristup ugljikohidratima koji su proizvod fotosinteze biljaka. S druge strane, biljka koristi prednosti micelija u povećanoj sposobnosti upijanja vode i mineralnih tvari zbog velike površine hifa gljive koje su puno sitnije od korijenovih dlačica (Novak, 1998).

Gljivična oboljenja na lavandi *Phytophthora sp.* (slika 1) *i Fusarium sp.* (slika 2) su poseban problem u uzgoju lavande na kontinentu. Radi se najčešće o hibridu lavande „budrovke“ (*Lavandula x intermedia*) mediteranskoj biljci koja je na kontinentu podložna stresu jer je izvan prirodnog areala. Za ovaj hibrid lavande koristi se i naziv „lavandin“ Problem je prepoznat i naveden u Hrvatskoj još 2011. godine u Gospodarskom listu, ali od tada nije, osim preventivno, primijenjena nijedna metoda

liječenja koja bi rezultirala ozdravljenjem. Štoviše, jednom zaražen nasad lavande sigurno propada i nakon zaoravanja kulture zabranjena je sadnja novog nasada barem 5 godina.

Slika 1. Phytophthora sp. na korijenu

Slika 2. Fusarium sp.na grančicama lavande

U uzgoju sadnica lavande koriste se umjetna gnojiva i zaštitna sredstva tijekom cijelog uzgojnog ciklusa. Takva praksa poskupljuje proizvodnju, a upitan je razvoj kvalitetnog korijenovog sustava. Biljke uzgajane mikorizom imaju zdraviji i gušći korijenski sustav, a smanjena je i potreba za zalijevanjem biljaka, tj. povećana je otpornost na sušu (Šolić, 2011).

Slika 3. i 4. Sadnice lavande korištene u istraživanju

Fiksacija dušika definira se kao proces vezanja dušika iz atmosfere u nove spojeve, čime dušik postaje raspoloživ mikroorganizmima ili biljkama (Topol i Kanižai Šarić, 2013). Lucerna ne uspijeva na kiselim i siromašnim tlima. Najpovoljnija reakcija tla za uspješan uzgoj lucerne je pH 6,2-7,8 (Međimurec, 2015). Stoga je u ekološkoj proizvodnji na kiselim tlima nemoguće provoditi zelenu gnojidbu lucernom bez skupih i dugotrajnih agrotehničkih mjera.

U sedmom razredu iz biologije smo učili o gljivama. U sklopu te nastavne cjeline učili smo i o mikorizi – simbiozi korijena biljaka i hifa gljiva. Mikorizu je čovjek počeo sam primjenjivati u poljoprivredi,

kopirajući prirodne ekosustave gdje je ona sveprisutna, kao prirodan način za pospješivanje rasta, zdravlja biljke, s krajnjim ciljem povećanja kvalitete voća i povrća te kako bi imalo veći prinos i bilo otpornije na biljne bolesti.

Moja obitelj ima obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo i bavi se ekološkim uzgojem lavande budrovke (*Lavandula x intermedia*). Polje održavamo isključivo košnjom te šišanjem grmova bez ikakve mehanizacije. Ne koristimo se kemijskim sredstvima fungicidima i pesticidima jer otrovi štete i samoj biljci. U ekološkom uzgoju također nije dozvoljeno koristiti fungicide protiv parazitskih gljiva. Susrećemo se s problemom koji nam uzrokuju baš te parazitske gljive koje rastu na korijenju i lišću lavande budrovke i narušavaju zdravlje biljke te bi na kraju mogle dovesti do sušenja cijelog nasada što se u kontinentalnom uzgoju lavandina sve češće događa.

U ovom radu istražit ću može li moja obitelj primijeniti mikorizu na korijenju lavande budrovke i na taj način spasiti nasad koji je sada star 5 godina i trebao bi biti na vrhuncu sposobnosti proizvodnje. Hoće li mikoriza pomoći lavandi – hoće li poboljšati njezino zdravlje, potisnuti i eliminirati prisutne parazitske gljive. Ispitat ću i utjecaj mikorize na razvoj sadnica lavande gledajući razvoj korijenskog sustava i bujnost sadnica. Kao dodatnu mogućnost napretka i spasa našeg nasada lavande ispitat ću mogućnost uzgoja lucerne na kiselim tlima koristeći mikorizu.

Iz svega navedenog proizlaze sljedeći ciljevi rada:

- Istražiti je li moguće spasiti nasad lavande moje obitelji od prisutnih parazitskih gljiva i poboljšati mu zdravlje primjenjujući mikorizu
- Istražiti kako mikoriza utječe na razvoj sadnica lavande i njihovog korijenskog sustava s ciljem smanjenja korištenja umjetnih gnojiva.
- Ispitati mogućnost uzgoja lucerne na kiselim tlima primjenjujući mikorizu i tako osigurati zelenu gnojidbu nasada lavande, te održati ekološku proizvodnju.

METODE RADA

Istraživanje mikorize na lavandi budrovki i lucerni provedeno je u prostoru škole tijekom školske godine 2015./16.

Svi pokusi izvedeni su u učionici biologije. Biljke su stavljene uz prozore učionice s jednakim životnim uvjetima (svjetlost, temperatura, vlaga) te su za pojedine pokuse korišteni isti materijali i metode.

U istraživanju je korišteno šest petogodišnjih grmova lavande budrovke (*Lavandula x intermedia*), šest jednogodišnjih sadnica lavandina budrovke i sjeme lucerne (*Medicago sativa L.)*.

Za endomikorizu je korišten živi micelij u stanju hibernacije i spore endomikoriznih gljiva iz prirodnih staništa u Hrvatskoj: *Glomus intradices, Glomus mosseae, Glomus claroideum, Glomus etunicatum, Gigaspora sp., Entrophospora sp.* i dr., a za ektomikorizu živi micelij u vodenoj suspenziji ektomikoriznih gljiva iz korijenja ljekovitog bilja s prirodnih staništa u Hrvatskoj: *Tuber aestivum, Lecanicillium lecani* i dr.

Grmovi su sađeni u plastične posude uz dodatak supstrata koji je sastavljen od komposta, peletiranog organskog gnojiva i perlita.

Sjeme lucerne je sijano na supstrat sastavljen od polovine zemlje s našeg polja u Krnjaku, a druga polovica supstrata je kompost za cvijeće kiselog pH.

Micelij u stanju hibernacije i spore kod endomikorize dodavane su istom žlicom jednake zapremine, a kod ektomikorize živi micelij u vodenoj suspenziji injektiranjem štrcaljkom.
U radu su korišteni fotoaparati Nikon Coolpix i Canon Powershoot SX100IS, mikroskop Bresser Biolux NV i elektronski okular Meade Instruments Europe Gmbh.

Primjena mikorize u liječenju gljivičnih oboljenja na lavandi

Grmovi lavande koji su imali vidljiva sušenja izbojaka i listića su iskopani na nasadu lavandina na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu i posađeni u velike posude koje su dopunjene supstratom za uzgoj cvijeća, peletiranim ekološkim gnojivom na bazi dušika i perlitom. Od 6 grmova lavande na četiri je napravljena ektomikoriza injektiranjem vodene suspenzije sa živim micelijem u supstrat, a dva su ostavljeni kao kontrola. Smješteni su u istu prostoriju u školi, pokraj prozora, gdje su izloženi suncu i zalijevani prema potrebi. Grmovi su označeni na način G1, G2,... G6 (Grmovi G1-G4 su mikorizni, a grmovi G5 i G6 su kontrolni grmovi.) Mjerena je količina potrošene vode. Praćen je izgled grmova, veličina i boja listova, veličina ovogodišnjih izbojaka. Na taj način je praćen razvoj biljaka, odnosno izostajanje bolesti i jednom tjedno evidentirana promjena za svaki grm u laboratorijski dnevnik. Na kraju istraživanja vizualno je utvrđena prisutnost hifa na korijenu lavande te je mikoriza i izostajanje bolesti na korijenu lavande dodatno promatrana te fotografirana mikroskopom s elektronskim okularom.

Primjena mikorize u uzgoju sadnica lavande

Od šest jednogodišnjih sadnica lavande budrovke na dvije je napravljena ektomikoriza, na dvije endomikoriza, a dvije su ostavljene kao kontrola. Smještene su u istu prostoriju u školi pokraj prozora gdje su izložene suncu i zalijevane prema potrebi. Sadnice su označene na način S1, S2,... S6 (Kontrolne sadnice su S1 i S2, sadnice s ektomikorizom S3 i S4, a sadnice s endomikorizom S5 i S6). Mjerena je količina potrošene vode. Praćen je izgled sadnica, veličina i boja listova, veličina ovogodišnjih izbojaka. Na taj način je praćen razvoj biljaka, odnosno izostajanje bolesti i jednom tjedno evidentirana promjena za svaku sadnicu. Na kraju istraživanja vizualno je utvrđena prisutnost hifa na korijenu lavande, procijenjena je veličina korijenskog sustava razmjerno veličini korijena u kontroli te je mikoriza dodatno promatrana i fotografirana mikroskopom s elektronskim okularom.

Primjena mikorize u uzgoju lucerne (*Medicago sativa L.*)

Istraživanje endomikorize na lucerni je provedeno tako da je posijano sjeme u dvije plastične posude za cvijeće u kojima je pomiješan u jednakom omjeru supstrat za uzgoj cvijeća s kiselom reakcijom i zemlja s nasada gdje obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo uzgaja lavandu. Posude su označene oznakama L(K) i L(endomikoriza). Lucerna je posijana na razmaku 1,5 x 1,5 cm. U jednu posudu su dodane mikorizne gljive, a druga je ostavljena kao kontrola. Za endomikorizu je korišten živi micelij u stanju hibernacije i spore endomikoriznih gljiva koje se u praksi koriste za povrće, začinsko i ljekovito bilje, ratarske kulture i dr. Posude su smještene u istu prostoriju u školi pokraj prozora, gdje su izložene suncu i zalijevane prema potrebi. Mjerena je količina utrošene vode. Praćen je rast lucerne u obje posude – visina, bujnost, boja listova. Na kraju istraživanja vizualno i mikroskopski je utvrđena prisutnost hifa na korijenu lucerne, procijenjena je veličina korijenskog sustava razmjerno veličini korijena u kontroli.

REZULTATI

Sva tri pokusa trajala su jedanaest tjedana, zapažanja su bilježena u laboratorijski dnevnik jednom tjedno, a analiza korijenskog sustava provedena je na kraju pokusa. Tada su obrađeni svi rezultati.

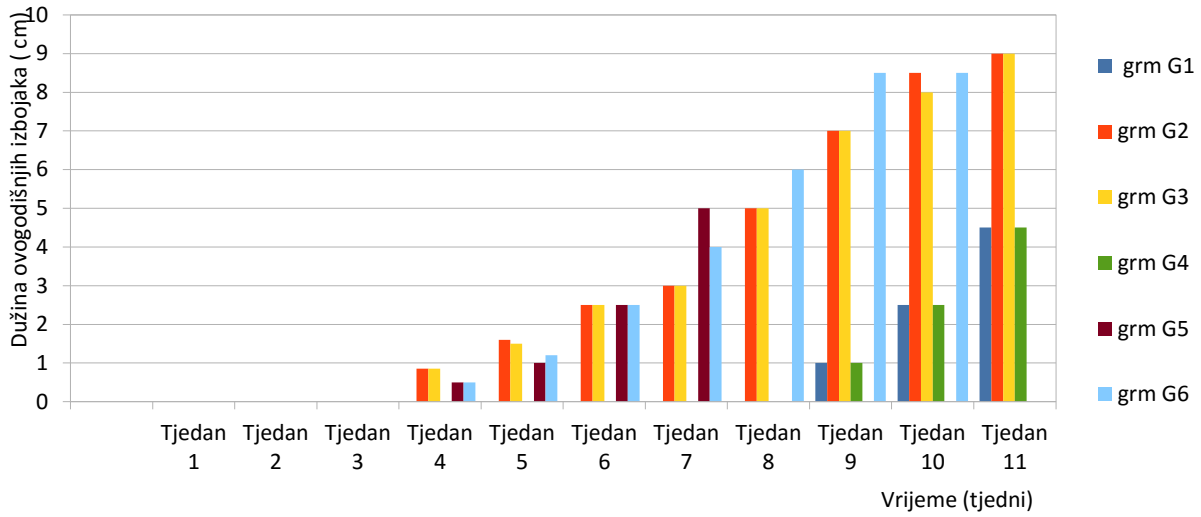
Rezultati primjene mikorize u liječenju gljivičnih oboljenja na lavandi

Na grmovima lavande presađenima s polja praćen je izgled grmova, veličina i bujnost ovogodišnjih izbojaka, potrošnja vode te na kraju pokusa i veličina korijenskog sustava. Grmovi lavande s ektomikorizom označeni su G1, G2, G3 i G4, a kontrolni grmovi bez mikorize G5 i G6. Rezultate dužine izbojaka prikazuje graf na slici 6, a bujnost grmova prikazana je na slikama 7, 8 i 9. Na slici 9 vidi se i usporedba izgleda grma i bujnosti korijena na kraju pokusa. Prvi i drugi tjedan pokusa svaki grm zaliven je s 1000 ml vode. Nakon deset dana zaliveni su s još 700 ml vode, a zatim do kraja pokusa svaki drugi tjedan s po 500 ml vode.

Iz slike 5. vidljivo je na početku pokusa sušenje listova na svim grmovima.

Slika 5. Grmovi lavande na početku pokusa. Grmovi G1-G4 s ektomikorizom, grmovi G5 i G6 kontrola bez mikorize. Vidljivo je sušenje listova na svim grmovima.

Grafikon na slici 6 prikazuje prirast ovogodišnjih izbojaka na granama grmova lavande (G1 do G6) po tjednima provedenog pokusa. Izbojci su se počeli razvijati u četvrtom tjednu pokusa na svim grmovima osim na grmovima G1 i G4. Grm G1 i G4 su u devetom tjednu pokusa počeli naglo tjerati izbojke (slika 6). Grm G5 je nakon 7. tjedna uvenuo, a grm G6 je uvenuo nakon 10. tjedna pokusa (slika 6). Izbojci na svim ostalim grmovima (G1 – G4) su dalje rasli do kraja pokusa kada su bili dugi 4,5-9 centimetara (slika 6, slika 7).



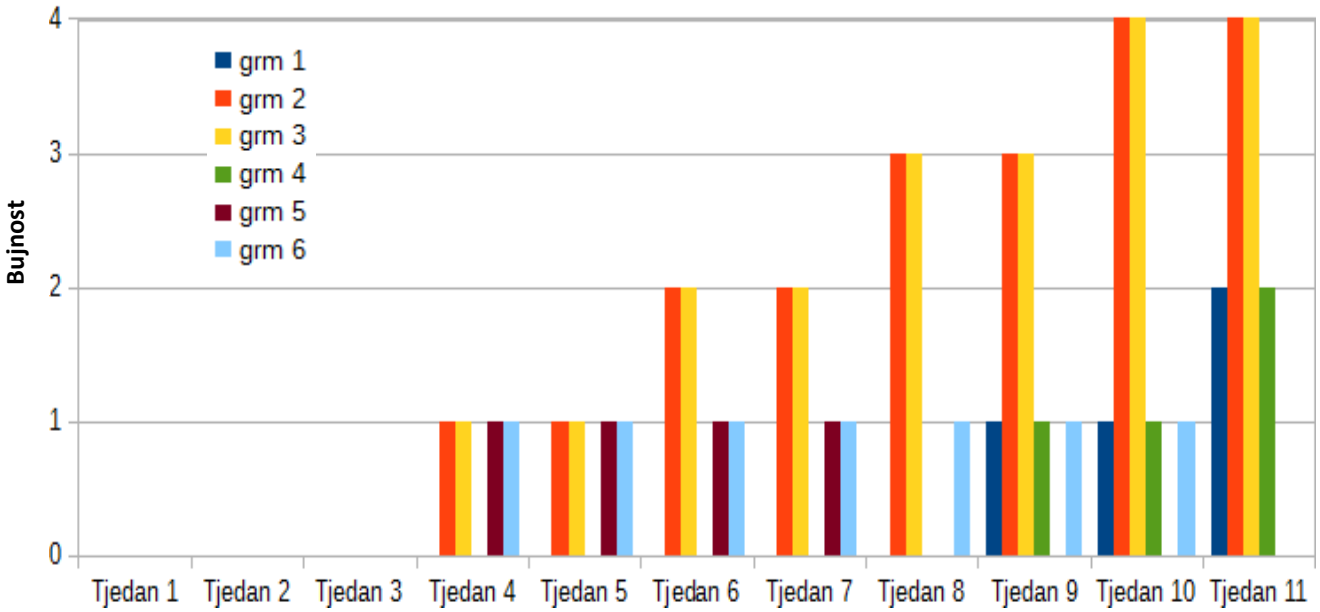
Slika 6. Prirast izbojaka grmova lavande u centimetrima po tjednima provedenog pokusa. Grmovi G1-G4 s ektomikorizom, grmovi G5 i G6 kontrola bez mikorize.

Sredinom pokusa, tj. osmi tjedan na grmu G1 tek se naziru izbojci, grmovi G2 i G3 imaju izbojke na svim grančicama po cijelom grmu, G4 još nije potjerao mlade izbojke. Izbojci na kontrolnom grmu G5 koji su bili prisutni samo na jednoj strani grma se suše, a G6 i dalje ima izbojke samo na jednoj strani grma (slika 7).

Slika 7. Grmovi lavande na sredini pokusa, 50. dan od sadnje (8. tjedan). Grmovi G1-G4 s ektomikorizom, grmovi G5 i G6 kontrola bez mikorize. Grmovi G2 i G3 imaju izbojke po cijelom grmu, G4 i G5 nemaju izbojaka. Izbojci na G5 se suše, a G6 ima izbojke samo na jednoj strani grma.

Grafikon na slici 8 prikazuje bujnost ovogodišnjih izbojaka na grančicama grmova lavande. Bujnost je označena brojkama od 0 do 4. Bujnost 0 znači da nema izbojaka, bujnost 1- rijetki mladi izbojci, bujnost 2 – kratki mladi izbojci po cijelom grmu, bujnost 3 – gusti mladi izbojci po cijelom grmu, bujnost 4 - vrlo gusti mladi izbojci po cijelom grmu. Grmovi G1 i G4 nisu rasli do devetog tjedna pa je

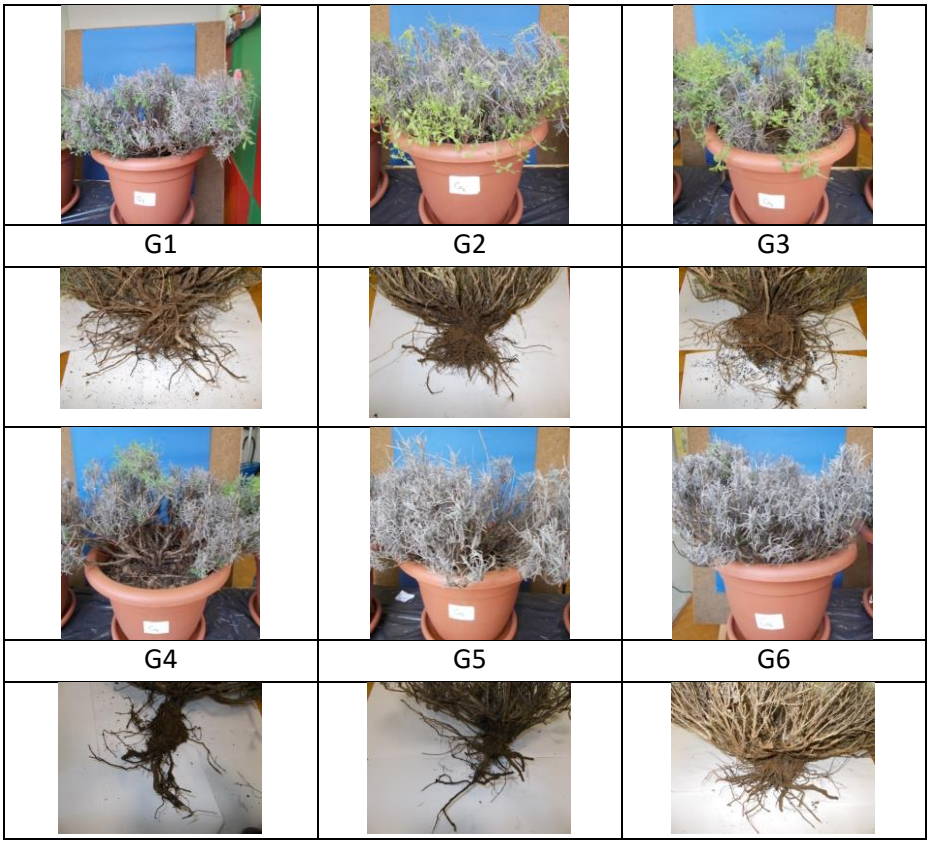
njihova bujnost označena s nula. U devetom tjednu počeli su tjerati nove izbojke pa se u narednim tjednima njihova bujnost povećavala do kraja pokusa kada je označena s 2. Grmovi G2 i G3 su od samog početka pokusa jednolično potjerali izbojke po svim grančicama i njihova bujnost se stalno povećavala do kraja pokusa u 10. i 11. tjednu kada je označena s 4. Kontrolni grmovi G5 i G6 su potjerali izbojke samo s jedne strane grma pa je bujnost 1 dok se nisu osušili (G5 poslije 7., G6 poslije 10. tjedna) pa je njihova bujnost tada 0.



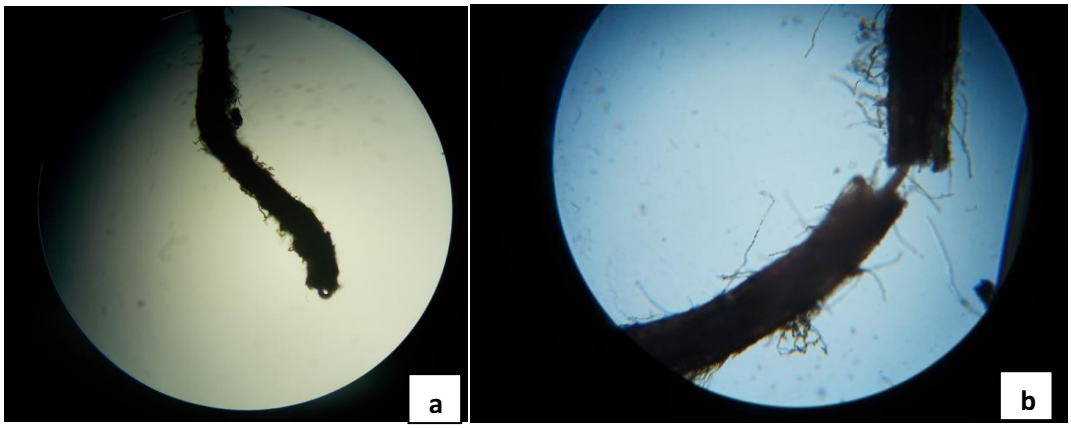
Slika 8. Graf bujnosti mladih izbojaka na grmovima lavande po tjednima pokusa. Grmovi G1-G4 s ektomikorizom, grmovi G5 i G6 kontrola bez mikorize. Bujnost je označena brojkama od 0 do 4. Bujnost 0 –nema izbojaka, bujnost 1- rijetki mladi izbojci, bujnost 2 – kratki mladi izbojci po cijelom grmu, bujnost 3 – gusti mladi izbojci po cijelom grmu, bujnost 4- vrlo gusti mladi izbojci po cijelom grmu.

Na kraju pokusa u jedanaestom tjednu svi grmovi su fotografirani, a zatim su izvađeni iz posuda i proučen je njihov korijenski sustav. Grmovi G2 i G3 imaju puno dugih, mladih izbojaka po svim grančicama, te bujan korjenov sustav prožet tankim nitima mikoriznih gljiva (slika 9.). Grmovi G1 i G4 imaju kraće mlade izbojke raspoređene po cijelom grmu, a bujnost korijena im je u skladu s bujnošću grma, prožeti su nitima mikoriznih gljiva, ali u manjoj mjeri nego kod G2 i G3 (slika 9.). Korijeni kontrolnih grmova G5 i G6 su manje razgranati, odnosno plići, a mladi izbojci (koji su se pojavili samo na jednoj strani grma) su se u potpunosti osušili.

Uzeti su uzorci korijena za mikroskopiranje (povećanje 100x) gdje je na svim grmovima s ektomikorizom utvrđena prisutnost hifa mikoriznih gljiva (slika 10.b), a na kontrolnim grmovima G5 i G6 su prisutne samo rijetke korijenove dlačice bez hifa gljiva (slika 10. a).



Slika 9. Grmovi lavande i njihovo korijenje na kraju pokusa (11. tjedan). Grmovi G1-G4 s ektomikorizom, grmovi G5 i G6 kontrola bez mikorize. Grmovi G2 i G3 bogati mladim izbojcima, te bujan korijenov sustav s hifama mikoriznih gljiva. G1 i G4 imaju kraće mlade izbojke raspoređene po cijelom grmu, a bujnost korijena u skladu je s bujnošću grma. Korijeni kontrolnih grmova G5 i G6 su manje razgranati, plići od korijena grmova s mikorizom (G1-G4), a mladi izbojci (koji su bili samo na jednoj strani) su se osušili.



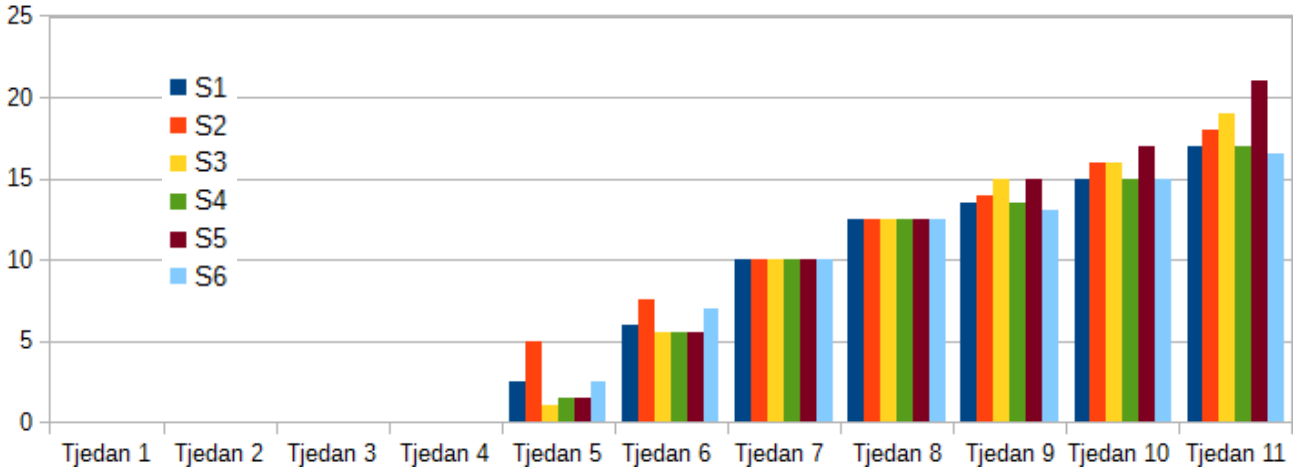
Slika 10. a) Slika korijena grma G5 bez mikorize. Povećanje 100x, vide se samo korijenove dlačice. b) Slika korijena grma G2 s ektomikorizom. Povećanje 100x, vide se hife mikorizne gljive.

Rezultati primjene mikorize u uzgoju sadnica lavande

U pokusu su bile dvije jednogodišnje sadnice lavande bez mikorize, dvije sadnice s ektomikorizom i dvije s endomikorizom, koje su praćene kroz jedanaest tjedana pokusa. Sve sadnice su od početka

pokusa bile vitalne i zdrave (slika 11). Sadnice su u prvom tjednu zalivene svaka s 500 ml vode, u drugom s 250 ml vode, a zatim svaki drugi tjedan s 200 ml vode do kraja pokusa. Sve su počele tjerati nove izbojke u 5. tjednu (slika 12.). Kroz cijeli pokus na svim sadnicama izbojci su rasli podjednako brzo. Izbojci su do kraja pokusa u 11. tjednu jako narasli, do 23 centimetara (slika 12). Sredinom pokusa (8. tjedan) sadnice su imale mlade izbojke na svim grančicama, tj. bile su jako bujne (slika 13).

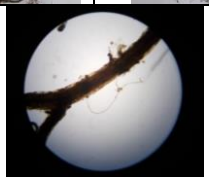
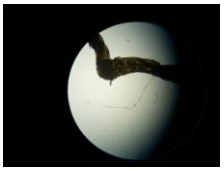
Slika 11. Sadnice lavande na početku pokusa. Lijevo na slici su dvije posude kontrolnih sadnica (bez mikorize), zatim dvije posude s endomikorizom, te na desnom kraju slike su dvije posude s ektomikorizom.



Slika 12. Prirast izbojaka sadnice lavande. Sadnice S1 i S2 su kontrolne, bez mikorize, S3 i S4 su s ektomikorizom, S5 i S6 su s endomikorizom. U 5. tjednu sadnice su počele tjerati nove izbojke. Među biljkama, kroz cijeli pokus, nije bilo velikih razlika u duljini izbojaka.

Slika 13. Sadnice lavande u 8. tjednu pokusa. Lijevo na slici su dvije posude kontrolnih sadnica (bez mikorize), zatim dvije posude s ektomikorizom (S4 i S5), te na desnom kraju slike su dvije posude s endomikorizom (S5 i S6).

Na kraju pokusa sve su sadnice bile vrlo slične. Poneki izbojci na svim sadnicama su se naposljetku počeli sušiti pri vrhu. Ipak, sadnice s ektomikorizom bile su nešto bujnije od kontrolnih i onih s endomikorizom (slika 14). Sadnice su izvađene iz posuda, proučen je njihov korijenski sustav. Sadnice na kojima je primijenjena ektomikoriza (S3 i S4) imaju nešto širi i duži, te razgranatiji korijen od kontrolnih sadnica i onih s endomikorizom, iako razlike nisu značajne. Uzeti su uzorci korijena za mikroskopiranje. Na mikroskopskim snimkama korijena (pov. 100x) kod kontrolnih sadnica vide se samo korijenove dlačice na korijenu, dok su kod sadnica s ektomikorizom i endomikorizom osim korijenovih dlačica vidljive i hife mikoriznih gljiva na korijenu (slika 14).

	KONTROLA		EKTOMIKORIZA		ENDOMIKORIZA	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
MLADI OVOGODIŠNJI IZBOJCI						
KORIJEN SADNICA LAVANDE						
KORIJEN POD MIKROSKOPOM (povećanje 100						

Slika 14. Sadnice lavande na kraju pokusa (11. tjedan). S1 i S2 su kontrolne sadnice bez mikorize, S3 i S4 su sadnice s ektomikorizom te S5 i S6 sadnice s endomikorizom. Sve sadnice imaju puno dugih ovogodišnjih izbojaka, ali nešto su bujnije sadnice s ektomikorizom (S5 i S6) od kontrolnih i onih s endomikorizom. Isto pokazuje i razgranatost korijena. Na mikroskopskim snimkama korijena (pov. 100x) kod kontrolnih sadnica vide se samo korijenove dlačice na korijenu, dok su kod sadnica s ektomikorizom i endomikorizom vidljive hife oko korijena

Rezultati primjene mikorize u uzgoju lucerne (*Medicago sativa L.)*

Praćeno je klijanje te rast i razvoj lucerne u kontrolnoj posudi i onoj s endomikorizom (slika 15). Kod sijanja obje posude su zalivene s 500 ml vode, u drugom tjednu pokusa također s 500 ml, a zatim s 300 ml svaki drugi tjedan do kraja pokusa u jedanaestom tjednu.

Slika 15. Posijana lucerna na početku pokusa. Na slici lijeva posuda je kontrolna, lucerna bez mikorize, a desna posuda lucerna s endomikorizom

Nakon deset dana pokusa niknule su mlade biljčice lucerne i narasle do 4,5 centimetara visine. Ne uočavaju se razlike u brojnosti izniklih sjemenki niti u vitalnosti mladih biljčica u endomikorizi s kontrolnim biljkama (Slika 16.).

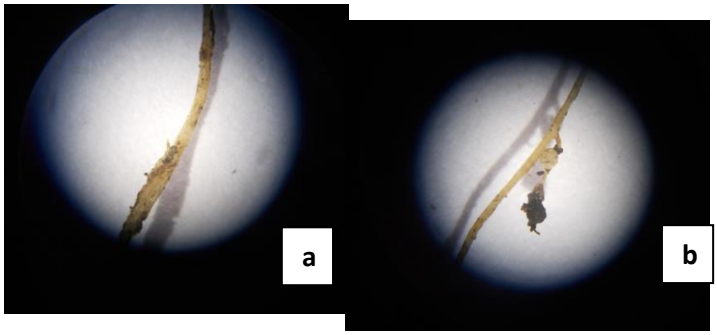
Slika 16. Lucerna u drugom tjednu pokusa. Na slici lijeva posuda je kontrola bez mikorize, a desna posuda lucerna s endomikorizom

U devetom tjednu pokusa u obje posude mnoge mlade biljčice lucerne su uvenule (slika 17). U posudi s endomikorizom preostale biljčice su vitalnije jer imaju više listova nego one u kontrolnoj posudi.

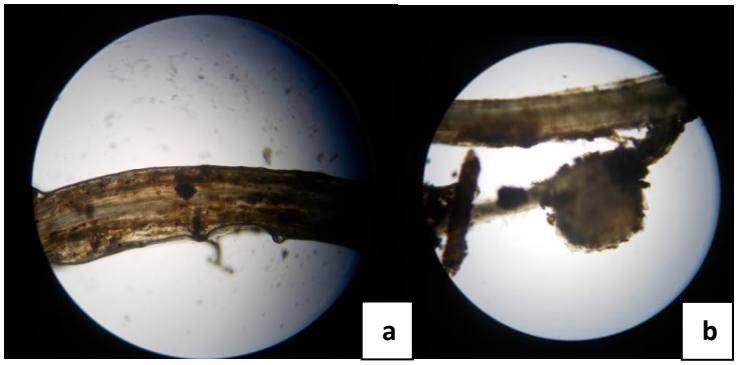
Slika 17. Lucerna u devetom tjednu pokusa. Na slici lijeva posuda je kontrola bez mikorize, a desna posuda lucerna s endomikorizom. U obje posude mnoge mlade biljčice lucerne su uvenule

Na kraju pokusa u jedanaestom tjednu u kontrolnoj posudi gotovo sve mlade biljčice lucerne su uvenule, a u posudi s endomikorizom biljke su brojnije i one koje su preostale ipak napreduju (slika 18). Uzeto je po pet biljaka iz svake posude za analizu korijena makroskopski i mikroskopski. Lucerna na kojoj je mikoriza ima nešto duži korijen. Korijen je fotografiran pod stolnom lupom (pov. 20x i 40x), te pod mikroskopom (pov. 100x). Na korijenu lucerne s endomikorizom već makroskopski, a i mikroskopski, uočljive su kvržice u kojima se nalaze simbiotske dušikove bakterije (slika 19 b), dok ih na kontrolnim biljčicama nema (slika 19 a). Prisutnost mikorize na korijenu potvrđena je i mikroskopom gdje se oko korijena nalaze hife mikoriznih gljiva (i oko kvržice s dušikovim bakterijama) dok ih kod kontrolnih biljčica nema (slika 20).

Slika 18. Lucerna u 11. tjednu pokusa. Na slici lijeva posuda je kontrola bez mikorize, a desna posuda lucerna s endomikorizom. U kontrolnoj posudi gotovo sve mlade biljčice su uvenule, a u posudi s endomikorizom preostale biljčice ipak napreduju



Slika 19. a) Korijen kontrolne lucerne bez mikorize pod stolnom lupom (pov. 40x).
b) Korijen lucerne s endomikorizom pod stolnom lupom (pov. 20x), uočljive su kvržice u kojima se nalaze simbiotske dušikove bakterije



Slika 20. a) Korijen kontrolne lucerne bez mikorize pod mikroskopom (pov. 100x)
b) Korijen lucerne s endomikorizom pod mikroskopom (pov. 100x), uočljive su kvržice u kojima se

RASPRAVA

Lavanda je biljka koja podnosi razne tipove tala, pH vrijednosti i ekspozicije sadnje. Hibridna lavanda – lavandin, budrovka daje najbolje prinose na dubokim, plodnim tlima s dobrom prozračnošću. Nasad obiteljskog gospodarstva s kojeg su uzimani grmovi lavande nisu dobar izbor za njen uzgoj jer se radi o plitkom ilovastom tlu slabe prozračnosti. Bolestima na nasadu su pridonijele i kišne godine, posebno 2014, te se zbog toga može tvrditi da su grmovi lavande na nasadu lavande moje obitelji „obavezno mikorizni". „Kategorija obavezno mikorizna za određenu biljnu vrstu podrazumijeva da jedinke takve vrste moraju biti mikorizirane za optimalan rast, reprodukciju ili kondiciju u stanišnim uvjetima koji su ispod uvjeta plodnosti njihovih prirodnih staništa" (Brundrett, 1991). Sve druge poljoprivredne mjere bi se pokazale preskupima za isplativu poljoprivrednu proizvodnju. Slabljenje i sušenje grmova lavande uslijed napada, pretpostavljam, *Phytophtora sp.* i *Fusarium sp.*, parazitskih gljivica i loših agrotehničkih uvjeta na kontinentu usporediva je s uvjetima dobivenih kod presadnje grmova lavande u ovom pokusu. „Većina studija o interakciji između mikoriziranih biljaka i patogenih gljiva na korijenu ukazuju na to da mikorizne gljive smanjuju ili ublažuju ozbiljnost bolesti" (Bagyraj, 2014).

Ove tvrdnje sam dokazala pokusom. Mogu utvrditi potpuno različit razvoj bolesti i biljaka kod mikoriziranih grmova (G1, G2, G3 i G4) i kod grmova kontrola bez mikorize (G5 i G6). Presadnja grmova lavande stvorila je šok kod biljaka te su se na početku pokusa, točnije u drugom tjednu, listovi na svim grmovima počeli sušiti (slika 5). Šok je u ovom pokusu djelovao tako da je ubrzao proces sušenja i propadanja grmova lavande bez mikorize – kontrolni grmovi. Grmovi su iz zimskih uvjeta koji su vladali na polju lavande preneseni u toplu prostoriju te su biljke počele odbacivati listove. U 4. tjednu grmovi G2, G3, G5 (K) i G6 (K) su počeli tjerati nove izbojke (slika 6). Na grmovima G1 i G4 gljivična oboljenja su ostavila veće posljedice nego na ostalim grmovima i trebalo im je pet tjedana više da prevladaju bolest te su počeli tjerati nove izbojke tek u 9. tjednu (slika 6.). Od tada su počeli vrlo brzo napredovati i izbojci su vrlo brzo narasli (slika 6, slika 8, slika 9) . Kontrolni grmovi, G5 i G6, su potjerali izbojke, ali samo s jedne strane grma, na nekim grančicama i to onima bližim k prozoru tj. svjetlosti. Kako je kod njih bolest napredovala, grmovi su se na kraju pokusa osušili i uvenuli.

Grmovi koji nisu mikorizirani (kontrole) su razvili nove listove samo na jednom dijelu grma. Ista pojava primijećena je i na polju lavande gdje je nakon sušenja pojedinih grana lavandinih grmova u

jednoj ili dvije vegetacijske sezone došlo do sušenja cijelih grmova. Pojava traje kontinuirano te dolazi do sušenja cijelog nasada. Grm G2 je od pojave novih izbojaka vrlo dobro napredovao do kraja pokusa kao i grm G3. Svi grmovi na kojima je primijenjena mikoriza preživjeli su bolest. Mikoriza je potisnula parazitske gljivice. Svi grmovi s mikorizom potjerali su izbojke sa svih strana grma i na kraju pokusa bili su vrlo bujni, dok su kontrole potjerale malo izbojaka sa samo jedne strane grma koji su uvenuli. Izbojci koje su grmovi s mikorizom potjerali nisu izgledali kao lavandini izbojci u polju, tj. bili su vrlo nježni i dugi, a imali su i drugačiji i slabiji miris. Tek iznikli izbojci na G1 i G4 više su sličili onima na lavandi u polju i imali su i intezivniji miris od izbojaka na grmu G2 i G3. Kasnije su izbojci na grmovima G1 i G4 počeli više nalikovati onima na G2 i G3. Razlog ovakvim dugim i tankim izbojcima je vjerojatno premala količina svjetlosti u prostoriji i ujedno možda prevelika toplina. Iz pokusa je vidljivo da su mikorizirane biljke zadržale svoju vitalnost i preživjele šok presađivanja. Obnovile su se u potpunosti uključujući i korijen, tj. oporavile su se od bolesti. Korijen kod grmova s mikorizom je razgranatiji s puno hifa mikoriznih gljiva koje se mogu vidjeti pod mikroskopom (slika 10), dok grmovi na kojima mikoriza nije primijenjena imaju kratko i slabo razgranat korijen, koji se, pod utjecajem parazitskih gljivica osušio (slika 9), iako su dobivali istu količinu vode kao i grmovi s mikorizom.

Pokus izveden na sadnicama lavande nije pokazao veće razlike u dužini (slika 12) i bujnosti mladih izbojaka kod kontrolnih biljaka, onih u ektomikorizi i endomikorizi (slika 13) Sve sadnice su dobivale i upijale istu količinu vode. Analiza korijena na kraju pokusa pokazuje da su prisutne hife gljiva na korijenju svih mikoriznih biljaka (S3 i S4 – ektomikoriza i S5 i S6 – endomikoriza) (slika 14). Ipak, kod sadnica u ektomikorizi (S3 i S4) primjetan je nešto bolji rezultat u razvijenosti korijena i bujnosti mladih izbojaka nego kod sadnica u endomikorizi i sadnica bez mikorize (slika 14). Činjenica je da sadnice s mikorizom imaju veću površinu korijenovog sustava (slika 14) te će stoga vjerojatno imati bolju sposobnost uzimanja vode i mineralnih tvari iz tla, što će povećati izglede primanja sadnica nakon sadnje sadnica lavande u poljoprivredne nasade. Sadnice s mikorizom će vjerojatno također biti otpornije na sušu, stres presadnje i brže će se razvijati od sadnica bez mikorize. Za potvrdu ove teze trebalo bi pokus ponoviti kroz duže vrijeme kako bi se hife bolje razvile i umnožile.

U obje posude lucerne (kontrolnoj posudi i onoj s endomikorizom) niknule su mlade biljčice nakon deset dana pokusa i narasle do 4,5 centimetara visine. Ne uočavaju se razlike u brojnosti izniklih sjemenki niti u vitalnosti mladih biljčica u endomikorizi s kontrolnim biljkama. U obje posude stabljike biljaka su visoke i vrlo tanke (slika 16). U devetom tjednu pokusa u obje posude mnoge mlade biljčice lucerne su uvenule (slika 17). Razlog tome su prenježne stabljike lucerne, koje su prenaglo izrasle možda zbog premalene količine svjetla u prostoriji. U posudi s endomikorizom ipak neke biljčice rastu bolje i razvile su više listova nego one u kontrolnoj posudi. Na kraju pokusa, u jedanaestom tjednu, u kontrolnoj posudi gotovo sve mlade biljčice lucerne su uvenule, a u posudi s endomikorizom biljke su brojnije i one koje su preostale nastavile su se razvijati (slika 18). To je u skladu i s navodima u PowerPoint prezentaciji M. Šolić 2011. za crvenu djetelinu: „Mikorize kod crvene djeteline (*Trifolium pratense*) povećavaju stopu transpiracije, što sugerira da su biljke uz pomoć mikoriza uspješnije u uzimanju vode iz tla (razgranati micelij gljive predstavlja za biljku dodatnu površinu koja upija vodu)“. Na kraju pokusa makroskopskom i mikroskopskom analizom korijena utvrđeno je da lucerna na kojoj

je mikoriza ima nešto duži korijen. Zanimljivo je i da su na korijenu lucerne s endomikorizom golim okom i lupom pronađene kvržice u kojima se nalaze simbiotske dušikove bakterije (slika 19 b), dok ih na kontrolnim biljčicama nema (slika 19 a). Prisutnost mikorize na korijenu potvrđena je i mikroskopom gdje se oko korijena nalaze hife mikoriznih gljiva (i oko kvržice s dušikovim bakterijama) dok ih kod kontrolnih biljčica nema (slika 20). Iz ovog nalaza može se zaključiti da su hife mikoriznih gljiva pomogle nježnim biljčicama lucerne da prežive iako ih dosta u tome nije uspjelo kao niti one bez mikorize. Lucerni dodatno pomažu i pronađene simbiotske dušikove bakterije u kvržicama na korijenu, unatoč kiselom tlu u posudi. Može se zaključiti da pojavi simbiotskih dušikovih bakterija doprinosi i endomikoriza. Ovaj pokus pokazuje da bi mikoriza mogla pomoći rastu lucerne na kiselom tlu i tako omogućiti zelenu gnojidbu. Ipak, zbog malog broja preživjelih biljčica lucerne pokus bi trebalo ponoviti prije primjene u polju.

ZAKLJUČCI

- Grmovi lavande s ektomikorizom potjerali su izbojke po cijelom grmu, bili su bujni i preživjeli su gljivična oboljenja. Kontrolni grmovi potjerali su izbojke samo s jedne strane grma koji su se na kraju osušili kao i cijeli grm.
- Kod primjene mikorize na uzgoj jednogodišnjih sadnica lavande, lavanda u ektomikorizi pokazuje nešto veću bujnost izdanaka i korijena u odnosu na kontrolne sadnice i one u endomikorizi. Pokus bi trebalo ponoviti kroz duži vremenski period.
- Mikoriza bi mogla pomoći rastu lucerne na kiselom tlu i tako omogućiti zelenu gnojidbu nasada. Ipak, pokus bi trebalo ponoviti.
- Moja obitelj će primijeniti mikorizu na petogodišjem nasadu lavande budrovke za koju sam dokazala da može spasiti nasad od gljivičnih bolesti, tj. propadanja.

ZAHVALA

Zahvaljujem gospodinu Robertu Slezaku koji mi je poklonio materijale za mikorizu, te bio na raspolaganju kad god mi je zatrebala pomoć. Veliku zahvalu upućujem svojim roditeljima za stručnu pomoć i podršku.

LITERATURA

Bagyraj, D. J., 2014. Mycorrhizal Fungy. Proc Indian Natn Sci Acad 80 No. 2 Spl. Sec. pp. 415-428

Brundrett, M.C., 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. In: Macfayden, A., Begon, M., Fitter, A.H. (Eds.), Advances in Ecological Research, vol. 21. Academic Press Ltd., London, pp. 171-313.

Frank, A. B. 1885. Über die auf Würzelsymbiose beruhende Ehrnährung gewisser Bäum durch unterirdische Pilze. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft (in German) **3**: 128–145.

Kirk, P. M. i sur., 2001. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi (9th ed.). Wallingford, UK: CAB International.

Novak B. i sur., 1998. Mogućnost uzgoja nekih suptropskih kultura u Hrvatskoj. Zbornik radova „Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama", HAZU, Zagreb: 201-208.

Topol J. i Kanižai Šarić G. 2013. Simbiotska fiksacija dušika u ekološkoj proizvodnji, Agronomski glasnik 2-3/2013, 117-134.

Šolić M. 2011. http://jadran.izor.hr/hr/nastava/solic/EKOLOGIJA/PREDAVANJA/17.%20MUTUALIZAM.pdf, *pristupljeno 15. 12.2015.*

Šolić M. 2011. Interakcije između populacija, Index of /hr/nastava/solic , *pristupljeno 15. 12.2015.*

Gospodarski list, Bolesti lavande, Časopis, http://www.gospodarski.hr/publication/2011/15/bolesti-lavande/7499#.Vm7v2l6rGVk, pristupljeno 11.12.2015.

Wiki. https://en.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza, pristupljeno 11.12.2015.

Međimurec, T. Sjetva lucerne i djetelina, Savjetodavna služba, http://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/671/sjetva-lucerne-i-djetelina/, pristupljeno 15.12.2015.

MASLINICI DIDE MOGA

Lucija Gotovac, 1. razred

III. gimnazija,Split
Mentor: Vesna Dobronić

SAŽETAK
Maslina (*Olea europea*, L.), najrasprostranjenija je biljka sredozemnog podneblja. Maslinovo ulje najzdravija je „masnoća“ i dijeli se na ekstra djevičansko, djevičansko i maslinovo ulje. Glavni čimbenici koji utječu na kvalitetu ulja su: sorta, količina ploda po stablu, zrelost, klimatski uvjeti, dostupnost vode, branje i čuvanje plodova, agrikulturne mjere u maslinicima te čuvanje ulja. Cilj rada je potaknuti lokalno stanovništvo na planski, ekološki uzgoj, ukazujući na obradu maslinika i preradu ulja tako što će se ustanoviti na koji način određeni čimbenici utječu na kvalitetu i kvantitet ulja. Istraživanje je obuhvaćalo: prikupljanje podataka o agrikulturnim zahvatima na masliniku, određivanje sorti maslina, pobrojavanje i određivanje starosti jedinki, izračunavanje randmana, praćenje prerade te kemijske analize: slobodne masne kiseline (SMK), peroksidni broj (PB), količina slobodnih višestruko nezasićenih masnih kiselina (K270, K232) te usporedba istih. Svi su materijali ekstra djevičanske kvalitete. Zaključeno je da najkvalitetnije ulje s obzirom na kemijske parametre daju zeleni plodovi koji su prerađeni odmah nakon branja. Da bi ulje zadržalo tu kvalitetu, mora se čuvati u tamnim posudama na temperaturi do 15 °C. Randman ovisi o sorti i količini dostupne vode, ali i o starosti stabla, optimalno je od 10 do 20 godina starosti što je pokazao maslinik Zadvarje koji je planski sađen i ekološki tretiran. Prihvaćanjem smjernica u radu o principima uzgoja i obrade maslinika postigla bi se bolja nutritivna, ali i gospodarska vrijednost maslinovog ulja koje se tradicionalno proizvodi, što će direktno utjecati na prinos, ali i zdravlje lokalne zajednice.

Ključne riječi: *uzgoj masline, ulje, antioksidansi, kvaliteta*

UVOD

Maslina (*Olea europea*, L.) porodice *Oleaceae,*, najrasprostranjenija je biljna vrsta mediteranskog podneblja. Maslina razvija stablo koje je nepravilno, kvrgavo i razgranato. Listovi su kožnati, ovalni, tamnozelene boje. Kada je u cvatu, razvija bijele cvjetove. Plod joj je ovalnog oblika tamnozelene do crne boje. Zastupljena je s dvije podvrste: divlja i pitoma (Škarica i sur, 1996). Divlja maslina je samonikla biljka rasprostranjena po cijelom Mediteranu u sastavu makije, najčešće raste kao grm, rjeđe kao stablo. Ima vrlo sitne plodove i daje jako mali prirod. Korisna je kao oprašivač pitome masline (slika 1).

Pitomu maslinu sadi i obrađuje čovjek. Kultivirano je više stotina sorti pitome masline različitih svojstava. Prema namjeni dijele se na: uljarice i stolne sorte (slika 2).

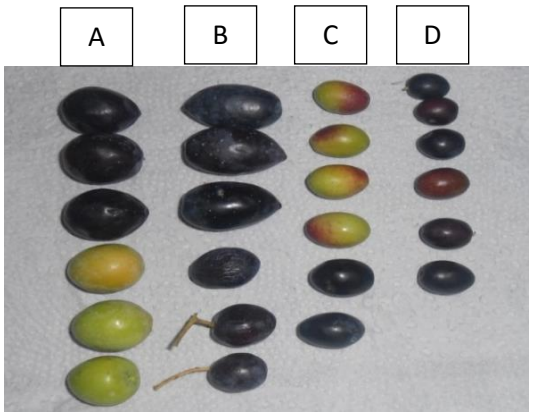
Slika 1 Divlja maslina kao oprašivač

Slika 2 Pitoma maslina

U maslinicima su najzastupljenije sorte:

- Oblica (slika 3–A) - najzastupljenija autohtona sorta u maslinicima. Randman (omjer količine plodova i količine dobivenog ulja) doseže i do 21%. Otporna i na niske temperature i rak masline (Škarica i sur, 1996).
- Levntinka (slika 3–B) – Šoltanka. Radman ulja oko 19%. Ova se sorta pokazala kao dobar oprašivač oblice (Škarica i sur, 1996).
- Leccino (slika 3–C)- potječe iz Toskane u Italiji. Leccinu obvezno treba osigurati navodnjavanje. Randman je oko 20% (Škarica i sur, 1996).
- Pendolino (slika 3–D) - jako je dobar oprašivač. Randman ulja je do 20%. Nedostatak je ove sorte što preferira uzgoj na kvalitetnim zemljištima (Škarica i sur, 1996).
- Frantoio - talijanska sorta maslina. Poznata je po svojoj konstantnoj i redovitoj rodnosti. Randman je 19%. Poznata je kao oprašivač (Škarica i sur, 1996).
- Lastovka - porijeklom s otoka Korčule. Radmanom ulja i do 20%. I ova je sorta dobar oprašivač sorte oblice. Nedostatak ove sorte je osjetljivost (Škarica i sur, 1996).
- Ascolana - jedna od najcjenjenijih talijanskih stolnih sorti. Sorta raširena u svim područjima uzgoja masline. Neophodni su joj oprašivači. Randman je 20%.

Važan dokaz da je maslinarstvo od davnina izrazito cijenjeno i zastupljeno u mojem kraju jest maslina stara 1500 godina, Mastrinka (slika 4), koja se nalazi u Kaštel Štafiliću i koja još uvijek daje plodove.



Slika 3 Sorte maslina: oblica, levantika, leccina i pendolino

Slika 4 Mastrinka – maslina stara 1500 g.

Maslinovo ulje se smatra najzdravijom masnoćom i vrlo je cijenjeno u prehrani ljudi. Prema kvaliteti dijelimo ga na:

Ekstra djevičansko maslinovo ulje - dobiva se nakon prvog tiještenja zdravog ploda masline, a udio oleinskih kiselina ne prelazi 0,8 %. Uz zadovoljenje kemijskih parametara, ne smije imati niti jedan miris koji nije svojstven ulju (Lujak, 1988).

Djevičansko ulje se dobiva nakon prvog tiještenja slabijeg ploda masline pa mu je kiselost u odnosu na ekstra djevičansko veća, ali sadržaj masnih kiselina ne prelazi 2 % (Lujak, 1988).

Maslinovo ulje dobiva se miješanjem rafiniranog ulja i određene količine ekstra djevičanskog ulja koje služi poboljšanju boje i okusa, a kiselost ovako proizvedenog ulja je oko 5 % (Lujak, 1988).

Tablicu s referentnim vrijednostima za klasifikaciju kvalitete ulja (tablica 1) propisalo je Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (Anonymous, 2007)

Tablica 1 Referentne vrijednosti za klasifikaciju ulja propisana od Ministarstva

SVOJSTVA POJEDINIH KATEGORIJA MASLINOVOG ULJA

Kategorija	Slobodne masne kiseline	Peroksidni broj mmol O2/kg	Voskovi mg/kg	2-gliceril monopalmitat (%)	Stigmastadieni mg/kg (1)	Razlika između HPLC ECN42 i teoretskog ECN42	K232 (*)	K270 (*)	Delta-K (*)	Senzorska analiza Medijan mana (Mm)	Senzorska analiza Medijan voćnosti
1. Ekstra djevičansko maslinovo ulje	≤ 0,8	≤10	≤ 250	≤ 0,9 ako je udio palmitinske kiseline % ≤14 ≤1,0 ako je udio palmitinske kiseline % >14	≤ 0,10	≤ 0,2	≤ 2,50	≤ 0,22	≤ 0,01	Mm = 0	Mv > 0
2. Djevičansko maslinovo ulje	≤ 2,0	≤10	≤ 250	≤ 0,9 ako je udio palmitinske kiseline % ≤14 ≤1,0 ako je udio palmitinske kiseline % >14	≤ 0,10	≤ 0,2	≤ 2,60	≤ 0,25	≤ 0,01	Mm ≤ 3,5	Mv > 0
3. Maslinovo ulje lampante	> 2,0	—	≤ 300(3)	≤ 0,9 ako je udio palmitinske kiseline % ≤14 ≤1,1 ako je udio palmitinske kiseline % >14	≤ 0,50	≤ 0,3	—	—	—	Mm > 3,5 (2)	

Glavni čimbenici koji utječu na kvalitetu ulja su: sorta, količina ploda po stablu, zrelost plodova, toplina podneblja, dostupnost vode, čuvanje plodova, zaštitne mjere (Štambuk, 2012).

Kemijski parametri koji izražavaju kvalitetu ulja su:

- Slobodne mane kiseline (SMK)- ovise o hidrolitičkoj promjeni koja nastaje zbog djelovanja enzima lipaze koji je prirodno prisutan u voću.
- Peroksidni broj (PB) je uvid u oksidacijsku razgradnju ulja.
- Spektrofotometrijska analiza je uvid u oksidacijske promjene te promjene tijekom tehnoloških procesa. Vrši se pomoću specifičnog koeficjenta aprorbancije na valnim duljinama 232 i 270nm (Žanetić, 2005).

Maslinarstvo je iznimno važna poljoprivredna grana u mojem kraju. Veliki broj stanovništva bavi se u manjoj ili većoj mjeri maslinarstvom i svatko ima svoju teoriju o načinu dobivanja kvalitetnog maslinovog ulja. Budući da moja obitelj ima oko 350 stabala maslina različitih sorti iznimno su nam važna saznanja o proizvodnji maslinovog ulja. Željela sam istražiti koja je najbolja kombinacija sorti, staništa te agrikulturnih zahvata na masliniku za dobivanje najkvalitetnijeg ulja i najboljeg randmana.

Cilj rada je potaknuti lokalno stanovništvo na planski, ekološki uzgoj, ukazujući na obradu maslinika i preradu ulja tako što će se ustanoviti kako stanište, zastupljenost pojedinih sorti, starost maslina, agrikulturni zahvati u maslinicima te prikupljanje i prerada plodova utječu na kvalitetu i kvantitet ulja.

Pretpostavke su da će najveći urod biti u planski sađenom masliniku na staništu najblaže klime. Randman će ovisiti o sorti maslina koja prevladava, a kvaliteta ulja također i o zrelosti, načinu prikupljanja te preradi plodova.

Ovim bi se istraživanjem potaklo lokalno stanovništvo na prihvaćanje smjernica o principima uzgoja i obrade maslinika koji će voditi ka kvalitetnijoj proizvodnji maslinovog ulja. Na taj bi se način doprinijelo ekološkoj proizvodnji, čime bi se postigla bolja nutritivna ali i gospodarska vrijednost maslinovog ulja koje se tradicionalno proizvodi, što će direktno utjecati na prinos, kvalitetu, ali i zdravlje lokalne zajednice.

METODE RADA

Istraživanje se provodilo prikupljanjem podataka i materijala na terenu te njihovom kemijskom i statističkom analizom.

Područje istraživanja

Materijali i podatci prikupljani su na četiri postaje na području srednje Dalmacije (slika 5):

POSTAJA 1 (P1)- Katinica (Kaštel Lukšić) – Maslinik je od ceste udaljen 4 km, južno orijentiran na teško prohodnom području brda Kozjak (slika 5). Vrsta tla u masliniku je crvenica, a zastupljen je fliš- nepropusna sedimentna stijena. Nadmorska visina je 250 m. Klima je sredozemna.

POSTAJA 2 (P2)- Boruće (Kaštel Lukšić) – Maslinik je od ceste udaljen 1 km, južno orijentiran na brdu Kozjak (slika 5). Vrsta tla u masliniku je crvenica, a zastupljen je fliš- nepropusna sedimentna stijena. Nadmorska visina je 70 m. Klima je sredozemna.

POSTAJA 3 (P3)- Zadvarje – smješteno između područja grada Omiša, općine Brela i općine Šestanovac. Maslinik se nalazi 200 m od ceste u okolici kuće sjeverozapadno orijentiran (slika 5). Vrsta tla je crvenica. Klima je sredozemna.

POSTAJA 4 (P4)- Gustirna - smještena u općini Marina (slika 5), oko 3 km udaljena od samog centra Marine, južno orijentirana. Vrsta tla je crnica. Gustirna se nalazi u kotlini. Klima je sredozemna.

Slika 5 Zemljovid s područjem istraživanja–P1-Katinica,P2-Boruće,P3-Zadvarje,P4-Gustirna

METODE RADA

Istraživanje je obuhvaćalo: terensko prikupljanje podataka o agrikulturnim zahvatima na masliniku, određivanje sorti maslina, pobrojavanje i određivanje starosti jedinki, izračunavanje randmana, praćenje prerade te kemijske analize kvalitete ulja: slobodne masne kiseline (SMK), peroksidni broj

(PB), količina slobodnih višestruko nezasićenih masnih kiselina (K270, K232), također i statističku obradu podataka. Obradilo se 346 maslina (slika 6 i 7).

Slika 6 Lastovka(1), leccino(2), levantinka (3) Slika 7 Uzorci maslinovog ulja

Prikupljanje podataka

Odvijalo se u dvije faze. Prva je faza odlazak na četiri postaje. Na terenu se pobrojavalo jedinke, određivalo starost i veličinu stabala i određivalo sortu. Druga faza je bila u tijeku i nakon berbe maslina: sakupljanje podataka o zaštiti, prehrani, rezidbi, datumu berbe i prerade, omjeru zrelosti plodova te vrsti prerade. Svi podatci upisani su u terenske tablice koje su statistički obrađene. Određivanje sorti – Sorte maslina određene su na osnovu djedovih podataka o kupnji i sadnji jedinki u maslinicima. Proizvodnja ulja – Berba u svim maslinicima izvršena je od 23.10.2015. do 21.11.2015., plodovi su brani ručno, a prerada ulja vršila se na dan berbe u lokalnoj uljari „Katinac - Kaštel Stari“. U uljari je provedeno vaganje plodova i prerada istih. Ulje je proizvedeno pri temperaturi od 26 °C.

Kemijska analiza materijala

Kemijsku analizu je učenica uradila na Institutu za jadranske kulture u Splitu.

Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK) – Uzorak se otopi u mješavini otapala etil eter/etanol u omjeru 1:1, a slobodne masne kiseline titriraju se otopinom NaOH. Određuju se u postotcima prema formuli:

$$SMK = \frac{V \cdot c \cdot f \cdot M}{10 \cdot m}$$

V-utrošak otopine NaOH za titraciju uzorka

c – koncentracija otopine NaOH za titraciju uzorka
f – korekcijski faktor otopine NaOH za titraciju uzorka
M- molekulska masa oleinske kiseline
m- masa uzorka ulja

Peroksidni broj (PB) predstavlja uvid u oksidacijsku razgradnju u ulju (stupanj oksidacije):

$$PB = \frac{5 \cdot (V - Vo)}{m}$$

V - volumen otopine Na_2SO_3utrošen za titraciju uzorka
Vo – volumen otopine Na_2SO_3 utrošen za titraciju slijepe probe
m – masa uzorka

Spektrofotometrijska analiza ulja u UV području – određivanje se provodilo na Institutu za jadranske kulture. Iz njih su se dobili podatci o kvaliteti ulja obzirom na eventualne oksidacijske promjene (enzimske, kemijske) te o promjenama tijekom tehnološkog procesa. Specifični koeficijenti apsorbancije mjereni su na valnim duljinama 232 i 270 nm. K232 nam govori o prvoj oksidaciji ulja (I stupnja), a K270 o oksidaciji II stupnja (prisutnost slobodnih višestruko nezasićenih masnih kiselina) (Ljubenkov, 2015).

Statističke metode

Na osnovu prikupljenih podataka o broju jedinki različitih sorti izračunati su njihovi udjeli u proučavanim maslinicima.

Utvrđivanje starosti stabala: popisana stabla maslina su grupirana u četiri kategorije starosti: 0 – 10 g; 10 – 20 g; 20 – 50 g i preko 50 godina.

Izračunavanje omjera zrelosti plodova: relativna procjena kompetentnih osoba-
ZELENE /ZRELE izraženo u postocima

Izračunavanje randmana: odnos mase plodova i mase dobivenog ulja.

$$\textit{Randman} = \frac{Masa\ količine\ ulja}{Masa\ količine\ plodova}$$

Kategoriziranje kvalitete ulja iz podataka propisanih pravilnikom: uspoređivanje podataka s propisanim vrijednostima (tablica 1).

Dominantnost sorte po postajama:

$$\textit{Dominantnost (D)} = \frac{a1-broj\ jedinki\ jedne\ sorte}{U-ukupni\ broj\ jedinki\ na\ staništu}\ (\%)$$

REZULTATI

Terenskim i laboratorijskim radom dobiveni su sljedeći rezultati

Sorte, broj jedinki i dominantnost sorte po postajama

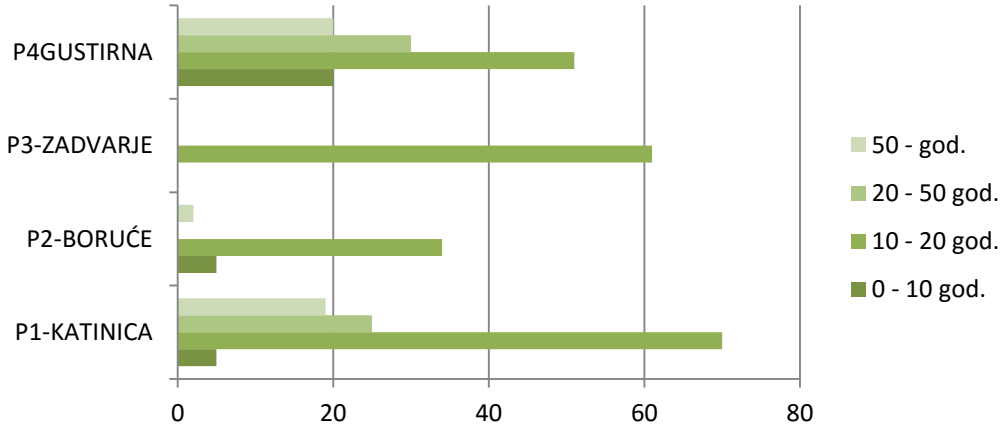
Na terenu je pobrojano 346 jedinki i popisane su sve nađene sorte (10). Najveća brojnost jedinki je na P4 (121). Najmanji broj sorti ima P3(4). Najzastupljenija sorta je oblica koja je dominantna na postajama P1, P2 i P4, a na P3 (Zadvarje) dominantna je Leccino sorta (tablica 2).

Tablica 2 Sorte, brojnost i dominantnost sorti po postajama.

POSTAJA	BROJ JEDINKI SORTE / DOMINANTNOST SORTE										
	OBLICA	LEVANTINKA	LECCINO	PEDOLINO	FRATONIO	LASTOVKA	ASCOLANA	ČEMPRESINO	MASTRINKA	ISTARSKA BJELICA	UKUPNO JEDINKI
P1-KATINICA	**105/88%**	**6**/5%	0	0	**2**/1,6%	**3**/2,5%	**1**/0,8%	**2**/1,6%	0	0	119
P2-BORUĆE	**35/77%**	**2**/4%	**3**/6%	0	**2**/4%	0	**1**/2%	0	**2**/4%	0	45
P3-ZADVARJE	**13**/21%	**5**/8%	**30/49%**	**13**/21%	0	0	0	0	0	0	61
P4-GUSTIRNA	**100/83%**	**15**/12%	**3**/2%	0	**1**/0,8%	0	**1**/0,8%	0	0	**1**/0,8%	121
UKUPNO	**253**	28	36	13	5	3	3	2	2	1	**346**

Najviše stabala je u kategoriji 10 - 20 god na svim postajama, a najmanje 0-10 god (slika 8).

Starost pojedinih stabala po postajama



Slika 8 Starost stabala po postajama

Agrotehnički zahvati

Na P3 – Zadvarje (tablica 3), maslinik je ekološki tretiran, bez agrotehničkih zahvata osim povremenog zalijevanja. Na ostalim postajama masline su prskane, prehranjivane te je vršena rezidba.

Tablica 3 – Agrotehnički zahvati na maslinicima

	OBRAĐIVANJE	PRSKANJE	ZAŠTITA OD NAMETNIKA	PREHRANA TIJEKOM GODINE	REZIDBA	ZALIJEVANJE
P1-KATINICA	FREZANJE	BOR	MODRO ULJE	FERTI PLUS	DA	NE
P2- BORUĆE	FREZANJE	BOR	MODRO ULJE	FERTI PLUS	DA	DA (SVE)
P3- ZADVARJE	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	DA
P4-GUSTIRNA	KOSIDBA OKO STABALA	BOR	MODRO ULJE	FERTI PLUS	DA	DA (TALIJANKE)

Berba i prerada maslina

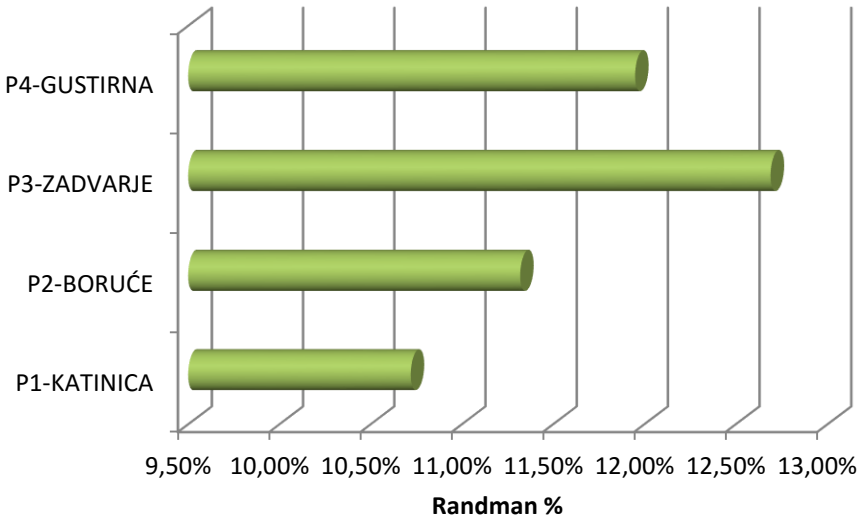
Na svim postajama berba je vršena ručno i svi su plodovi prerađeni isti dan. P1 – Katinica je imao najzelenije plodove, a P4 – Gustirna najzrelije. Najveći prinos je bio na P1- Katinica (tablica 4) kao i najveća količina ulja.

Tablica 4 Podatci o berbi, količini ulja i omjeru zrelosti ploda

	BERBA (DATUM)	**PRERADA MASLINA (DATUM)**	**OMJER ZRELOSTI (ZELENE:ZRELE)**	**KOLIČINA MASLINA**	**KOLIČINA ULJA**
P1-KATINICA	**02.11. - 07.11**	**ISTI DAN**	**65%:35%**	**1912 KG**	**205 KG**
P2-BORUĆE	**02.11. – 07.11**	**ISTI DAN**	**55% : 45%**	**265 KG**	**30 KG**
P3-ZADVARJE	**23.10.2015**	**ISTI DAN**	**45%-55%**	**126,5 KG**	**16 KG**
P4-GUSTIRNA	**14.11.-21.11**	**ISTI DAN**	**40% :60%**	**920 KG**	**110 KG**

Randman

Randman je najveći (slika 9) na P3- Zadvarje – 12,69%, a najmanji na P1 – Katinica – 10,72%.



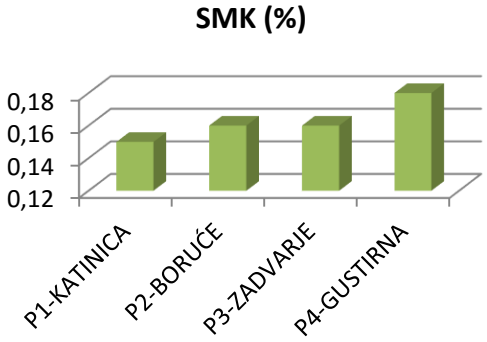
Slika 9 Randman po postajama

Rezultati kemijske analize

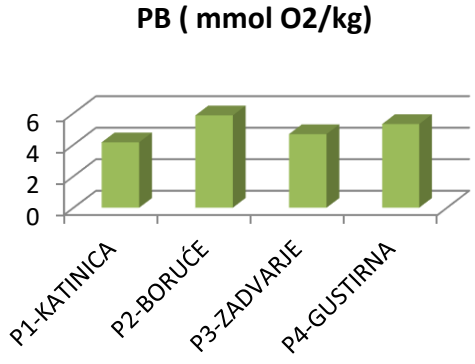
Optimalni kemijski parametri su na P1 – Katinica. Najlošiji rezultati su na P4 – Gustirna jer je došlo do najveće hidrolitičke promjene (SMK, PB). P2 – Boruće najlošiji je po aprorbciji na K232 jer je imao najlošiji stupanj fotooksidacije. P3 – Zadvarje najlošji je po K270. (tablica 5), (slika 10, 11, 12 i 13).

Tablica 5 Rezultati kemijske analize

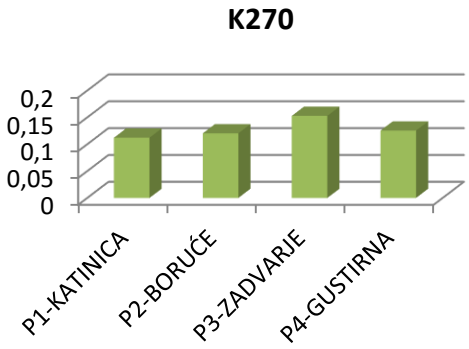
	SMK (%)	PB (mmol O2/kg)	K232	K 270	Δ K
P1-KATINICA	**0,15**	**4,15**	**0,5833**	**0,1122**	**0,0038**
P2-BORUĆE	**0,16**	**5,86**	**0,8803**	**0,1204**	**0,0069**
P3-ZADVARJE	**0,16**	**4,67**	**0,7867**	**0,1528**	**0,0109**
P4-GUSTIRNA	**0,18**	**5,31**	**0,7858**	**0,1254**	**0,0069**



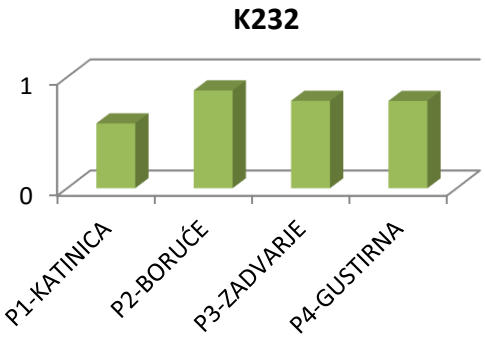
Slika 10 Peroksidni broj ulja po postajama



Slika 11 Slobodne masne kiseline ulja po postajama



Slika 12 Apsorbancija na K232 ulja po postajama



Slika 13 Apsorbancija na K270 ulja po postajama

RASPRAVA

Cilj je rada ustanoviti kako stanište, zastupljenost pojedinih sorti, starost maslina, agrikulturni zahvati u maslinicima te prikupljanje i prerada ploda utječu na kvalitetu i kvantitetu ulja.

Pretpostavke su bile da će najveći urod biti u planski sađenom masliniku na staništu najblaže klime. Randman će ovisiti o sorti maslina koje prevladavaju, a kvaliteta ulja o sorti maslina, nadmorskoj visini maslinika, također i o zrelosti, načinu prikupljanja te preradi plodova.

Usporedila sam abiotičke čimbenike, agrikulturne zahvate na masliniku i plodu s kvalitetom ulja. Osnovni su parametri za određivanje kvalitete ulja, kako trenutne tako i kvalitete nakon određenog vremenskog razdoblja, slobodne masne kiseline (SMK), peroksidni broj (PB) i višestruko nezasićene masne kiseline (K232, K270 i ΔK). SMK nastaju razgradnjom organskih tvari u plodu masline, a njihova je količina obrnuto proporcionalna oleinskoj kiselini u maslinovom ulju (koje ima od 50 do 85%, a u djevičanskim mora biti više od 70%. One uz fenolne spojeve i klorofil u mraku imaju antioksidacijsko djelovanje (Žanetić, 2005). Ti parametri govore o stupnju oksidacije koji se dogodio u ulju od berbe do trenutka analize uključujući i principe čuvanja ulja.

Svi maslinici su na području sredozemne klime južno orijentirani (tablica 2), srednja godišnja temperatura je između 19°C (P1, P2) i 14,5°C (P3, P4).

Tlo je crvenica osim na P4 gdje je crnica te nije uočena razlika u kvaliteti ulja obzirom na tlo. (tablica 2 i 5). Nadmorska visina je veća na P1 i P3 (tablica 2). Primijećena je mala razlika u randmanu i stupnju oksidacije, a ulja su također nešto bolje kvalitete u odnosu na druge dvije postaje (slika 9, 10, 12 i 13), međutim utjecaj nadmorske visine nije jako izražen jer ove godine u svim maslinicima nametnika gotovo da nije bilo. Višom nadmorskom visinom trebala bi biti niža temperatura zraka, a time manja vjerojatnost da nametnici prežive. Više nametnika prouzročilo bi veća oštećenja ploda i veći stupanj oksidacije što je u radu neznatno uočljivo. Niža temperatura usporava većinu kemijskih procesa pa tako i oksidacijske procese (Žanetić, 2005).

Najzastupljenija sorta na postajama je oblica, a njezini su oprašivači bez reda posađeni po maslinicima zbog krškog reljefa (tablica 2, slika 5 i 6). Dominantna sorta na postajama P1, P2 i P4 je autohtona oblica oko 80 %, a na P3 (Zadvarje) dominantna sorta je leccino 49 %. Postaja 3 (Zadvarje) je pokazala i najveći randman (omjer između mase plodova i mase dobivenog ulja) (tablica 3, slika

10), razlog je vjerojatno u tome što je taj maslinik planski sađen po preporuci stručnjaka i ekološki tretiran. Veliku ulogu ima i dominantna sorta Leccino. Leccino je sorta uljarica i daje iznimno veliki randman, ali nije autohtona za naše područje te zahtjeva navodnjavanje. Uz redovito navodnjavanje ovakvi maslinici daju najbolji urod, a i kvalitetno ulje (tablica 5, slike 11 - 13). Preporuka Instituta je, ipak, da se u područjima gdje nije moguće navodnjavanje sadi oblica koja je autohtona i time najprilagođenija ekološkim uvjetima našeg podneblja (slika 3 i 6) .

Starost i veličina maslina utječu na količinu i na veličinu plodova. Stare masline imaju više grana i samim time više plodova. Postavlja se pitanje zašto ljudi režu masline i pokušavaju ih razrijediti? Cilj je da maslina daje kvalitetniji urod. Velike masline imaju više sitnijih plodova, a na manjim stablima oni su veći i zdraviji. Maslina mora biti obrezana svake godine jer grane koje su jedne godine dale plod, slijedeće godine neće. Masline se također obrezuju jer plodovima treba prostor da bi došlo do što manjeg oštećenja ploda što direktno utječe na oksidaciju ulja jer sa na oštećenom plodu ubrzavaju oksidacijski procesi zbog djelovanja mikroorganizama. Istraživanjem sam utvrdila da je najoptimalnija starost stabala 10 - 20 godina koje imamo na P1 i P3. Na tim je postajama najveći randman, ali i najkvalitetnije ulje (slika 8,9, tablica 5).

Omjer zrelosti uspjela sam povezati s kemijskim parametrima koji ukazuju na kvalitetu ulja (tablica 4 i 5). P1- Katinica je imala najzelenije plodove pa su slobodne masne kiseline bile najmanje, ujedno i najbolje. Najlošije slobodne masne kiseline imala je P4- Gustirna jer su plodovi bili najzreliji (slika 11) te im je započela enzimatska oksidacija, a i bili su izloženiji oštećenjima prilikom berbe. Sve to ukazuje na povezanost zrelosti ploda masline s kvarljivošću ulja. Ovo potvrđuje činjenicu da se masline trebaju brati zelenije. U dalmatinskim krajevima nailazimo na tradicijsku pogrešku, da se masline beru zrele jer je tada veći randman i ulje je blažeg okusa te se misli da će biti bolje kvalitete, što je netočno.

Osim kod SMK uočavamo utjecaj zrelosti plodova i kod analize peroksidnog broja (PB), K232 i K270 (slike 10 - 13) koji nam ukazuju na stupanj oksidacije ulja. Treba napomenuti da uz zrelost masline, veliki utjecaj ima i sunčeva svjetlost, visoka temperatura i prisutnost metala (Žanetić, 2005). Procesi hidrolitičke promjene ovise i o aktivaciji enzima lipolize koja se javlja u zrelom plodu masline, kada plod postaje tamnoljubičast. Proces oksidacije počinje kada ulje dođe u kontakt s kisikom. Upravo je to razlog neugodnih mirisa ulja i kvarljivosti. Oleinske kiseline važan su detalj u oksidaciji. Ako postotak oleinske kiseline prelazi 70%, smanjena je vjerojatnost oksidacije.

Dokazano je da ulje u tamnim prostorima manje oksidira od ulja na svjetlosti jer ulje nije otporno na fotooksidaciju (Žanetić, 2005.). K232 je mjera prvog stupanja oksidacije i on ovisi o fotooksidaciji, čuvanju ulja u tamnom prostoru. K270 je pokazatelj drugog stupnja oksidacije, on je povišen ako dođe do miješanja ulja s rafiniranim uljima, ako dođe do miješanja s plodovima koji su sakupljani s tla (sakupe se strani organski materijali) ili pak ako pri preradi dođe do slučajnog miješanja s prethodno prerađenim maslinama, tada može doći do zanemarivog povećanja K270.

Peroksidni broj (PB) najbolji je na području Katinice (P1) jer su plodovi ubrani pretežno zeleni stoga nije moglo doći do hidrolitičke promjene i znatne aktivacije enzima lipaze. Ni jedan materijal ulja nije miješan s rafiniranim uljem, svi su skladišteni u tamnim staklenim bocama i do analize čuvani u

tamnom prostoru umjerene temperature, što dokazuje proporcionalnost PB-a i K232 (slika 8 i 10). Povećanjem PB-a povećava se i K232 što znači da su svi materijali jednako čuvani i na njih je jednako, u malim količinama djelovala fotooksidacija. Uzrok je u tome što su plodovi odmah odneseni na preradu te se nisu gnječili ni namakali, a također je bitno naglasiti da se s uljem ispravno postupalo (zamračena i umjereno prohladna prostorija). Naime klorofil ekstrahiran iz ploda u maslinovom ulju na svjetlu se ponaša kao oksidans, a u mraku kao antioksidans (Žanetić, 2005). Male razlike u K270 u materijalu (slika 13) upućuju na zanemarivo miješanje u procesu proizvodnje i na malo plodova sakupljenih s tla što je spriječilo oksidacije II stupnja (tablica 5).

Na temelju rezultata ovog istraživanja možemo preporučiti kombinaciju za dobivanja velike količine plodova najboljeg randmana i najboljih kemijskih parametara leže u sljedećim postupcima.

Već pri početku uzgoja maslina potrebno je pripremiti površinu i poslušati preporuku stručnjaka o sadnji jedinki. Najveći randman daje sorta leccino, iako je zahtjevna i iziskuje veliko navodnjavanje. Masline treba obrezivati, okopavati i hraniti te zaštititi od nametnika, iako se preporučuje ekološki uzgoj. Kada dođe vrijeme branja, plodove treba brati što zelenije ako želite bolju i trajniju kvalitetu ulja, a ako želite što bolji randman pogodno je brati zrele masline. Nakon branja plodove je potrebno očistiti od listova i kamenčića kako bi dobili što čistiji plod za preradu. Najbolje bi bilo ubrane plodove u što kraćem periodu preraditi kako bi se izbjegla mogućnost povećanja K270 (oksidacija uvjetovanih preradom). Nakon prerade, ulje treba skladištiti u tamne boce i spremiti u tamnu prostoriju umjerene temperature kako ne bi došlo do fotooksidacije. Tijekom zime ulje treba čuvati od zamrzavanja jer tako gubi pozitivna svojstva (Žanetić, 2005.). Na ovaj način će se dobiti ekstra djevičansko ulje, visoki randman i velika količina plodova.

Ovim sam istraživanjem željela potaknuti lokalno stanovništvo na prihvaćanje smjernica o principima uzgoja i obrade maslinika koje će voditi ka kvalitetnijoj proizvodnji maslinovog ulja. Na taj bi se način doprinijelo ekološkoj proizvodnji, čime bi se postigla bolja nutritivna, ali i gospodarska vrijednost maslinovog ulja koje se tradicionalno proizvodi, što će direktno utjecati na prinos, kvalitetu, ali i zdravlje lokalne zajednice.

Dok postoje veliki zaljubljenici u maslinarstvo poput moje obitelji neće se ispuniti stihovi: „Maslina je neobrana, nima koga da je bere“ jer je upravo maslina održavala dalmatinskog čovjeka kroz stoljeća!

ZAKLJUČCI

- Sva su ulja s postaja ekstra djevičanske kvalitete, a tomu su pridonijeli kvalitetno korišteni agrikulturni zahvati u maslinicima tijekom godine, pravilno branje plodova, brza prerada i pravilno čuvanje ulja.
- P1 Katinica je maslinik s najboljom kvalitetom ulja po SMK i PB. - plodovi su ubrani najzeleniji
- Najlošije SMK daje P4-Gustirna - plodovi su ubrani najzreliji.
- Ulje zelenih maslina je kvalitetnije i dugotrajnije - kod zelenih plodova manja je hidrolitička oksidacija (aktivacija lipaze)
- Leccino sorta daje najbolji randman, ali uz navodnjavanje
- Najpogodnija starost masline je od 10 do 20 godina
- Plod se mora pravilno tretirati i isti dan obraditi

- Ulje se ne smije držati na svjetlu

Prihvaćanjem ovih smjernica o principima uzgoja i obrade maslinika bi se postigla bolja nutritivna ali i gospodarska vrijednost maslinovog ulja koje se tradicionalno proizvodi, što će direktno utjecati na prinos, kvalitetu, ali i zdravlje lokalne zajednice.

LITERATURA

Anonymous, (2007): Zakon o hrani, NN 46/07
Google maps. Pristupljeno 15. 3. 2016. https://www.google.hr/maps/place/Zadvarje/@43.4180149,16.8754435,13z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x134a95670a9dd1b1:0xb6c50f0f85a8a1d2
Kovačević Uradin S. 2009. Analiza maslinova ulja u skladu s pravilnikom i dodatne metode analize- iskustva analitičkog laboratorije tvrtke „magdis d.o.o“
Lujak M. 1998. Maslinarstvo, Pomologia Croatica, Zagreb
Ljubenkov I. 2015. Pravo i patvoreno ekstra djevičansko i „tradicionalno“ maslinovo ulje.
Škarica B., Žužić I., Bonifačić M. 1996. Maslina i maslinovo ulje visoke kakvoće u hrvatskoj, Tipograf d.d.,Rijeka
Štambuk S. 2012. Glavni čimbenici koji utječu na kvalitetu ulja, poljoprivredna savjetodavna služba
Žanetić M. 2005. Čuvanje djevičanskog maslinovog ulja, Znanstveni rad

MJERE ZA SUZBIJANJE ŠPANJOLSKIH PUŽEVA (*ARION VULGARIS*)

Marković Lucija, 1. razred
Perčić Eva , 1. razred

Ekonomska i trgovačka škola, Čakovec
Mentor: Kadi Željka

SAŽETAK

Španjolski puž (*Arion vulgaris*) invazivna je vrsta koja nanosi štete u proizvodnji povrća u međimurskim vrtovima. Cilj istraživanja bio je prikupiti iskustva o mjerama suzbijanja španjolskih puževa, provjeriti ih eksperimentalno i osmisliti djelotvorne strategije u ometanju puževa usklađene sa stupovima održivog razvoja. U sklopu istraživanja proveden je anketni upitnik o iskustvima vrtlara u suzbijanju puževa. Analizom upitnika uočen je problem učestalog korištenja limacida i kuhinjske soli u vrtovima, što nije u skladu sa stupovima održivog razvoja. Limacide, otrove koji se akumuliraju u hranidbenim lancima, koristi 70% ispitanika. Potrebno ih je zamijeniti mamcima na bazi željezovog(III) fosfata, koji su prema rezultatu istraživanja efikasniji mamci od mamaca s limacidom, a ne spadaju u kategoriju otrova. Kuhinjsku sol koja trajno mijenja salinitet tla koristi 62% ispitanika u suzbijanju puževa, a potrebno ju je u potpunosti izbjegavati. Upitnikom saznajemo za održivu metodu korištenja indijskih pataka kao bioloških neprijatelja puževa, koje koristi svega 5% vrtlara. U laboratorijskim uvjetima provjerene su metode suzbijanja na uzorku od 600 španjolskih puževa. Promatrano je kretanje puževa unutar terarija prema hranjivom pripravku ili mamcu, bez barijera, s barijerama i repelentima tijekom 15 minuta. Iste varijable istražene su ponavljanjem s po tri serije i jednom kontrolnom. Hranjivi pripravci kojima prilaze u zadanom vremenu svi puževi uzorka su mladice tikvica i pivo. Mamci na bazi željezovog (III) fosfata jače privlače puževe, njih 87% u zadanom vremenu od mamaca na bazi limacida (60% puževa). Barijera koja u potpunosti zaustavlja kretanje puževa prema hranjivim pripravcima u svim uzorcima je bakrena žica. Limeni profil zaustavlja 87% puževa. Repelenti od aromatičnih biljaka zaustavljaju visok udio puževa, poput rikole koja odbija 80% puževa. Mjere za suzbijanje španjolskih puževa usklađene sa stupovima održivog razvoja su: ograđivanje gredica bakrenom žicom, limenim profilom i začinskim biljkama koje djeluju kao repelenti, a od korisnih životinja u vrtu uzgoj indijskih pataka.

Ključne riječi: *invazivna vrsta, mamci, barijere, repelenti, održivi razvoj*

UVOD

Problemi šteta koje invazivna vrsta španjolski puž (*Arion vulgaris*) nanosi međimurskim vrtovima i poljima posljednjih godina pokrenuli su pitanje je li moguće strategijom mjera suzbiti ove puževe u skladu s kriterijima održivog razvoja.

Španjolski puž (*Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855.)

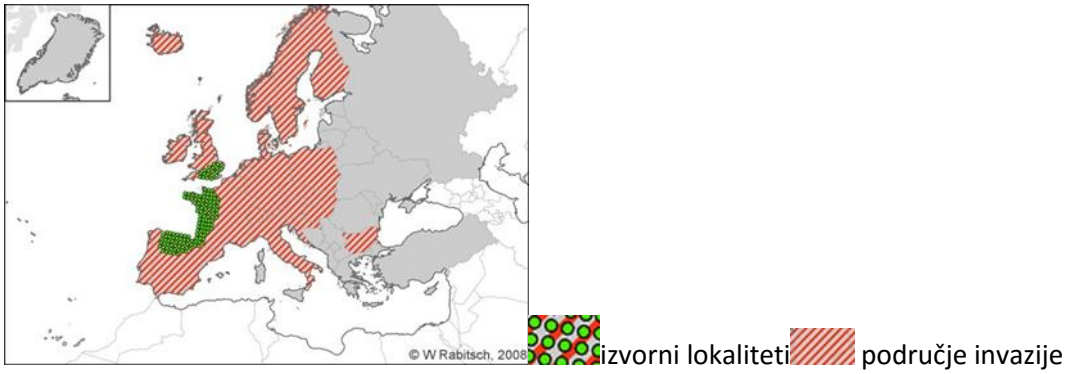
Uobičajeni hrvatski naziv za ovu vrstu puževa je španjolski puž, u Europi luisitanski puž a u Velikoj Britaniji Durhamski puž (slika 1 B). Invazivnu vrstu *Arion vulgaris* (slika 1 A i B) moguće je determinacijom zamijeniti portugalskom endemskom vrstom *Arion lusitanicus* Mabille. Odrasle jedinke ove dvije vrste su slične, variraju bojom od narančaste, narančasto-smeđe do crvenkasto-smeđe i smeđe, pa ih je teško razlikovati. Za pojedinu populaciju boja je ujednačena. Ipak, lako su prepoznatljivi mladunci vrste *Arion vulgaris* (slika 1 C), koji su tipične svijetlo-smeđe boje (Nordsieck, 2009), s tamnom crtom sa svake strane (Quick, 1960). Vanjskim izgledom vrsta *Arion vulgaris*, sliči vrsti velikom crvenom pužu *Arion rufus* (Linnaeus, 1758) ali njegovo je područje rasprostranjenosti ograničeno na SAD i Kanadu (Encyclopedia of Live, 2015).

A B C

Slika 1 Španjolski puž (Arion vulgaris)A: odrasli primjerak iz Beča B: odrasli primjerak iz Durhama; Velika Britanija C: mladunci jedu uginulog pripadnika svoje vrste (Foto: Robert Nordsieck.)

Španjolski puž hrani se velikim rasponom zelenih biljaka, raspadnutim organskim tvarima i lešinama (Nordsieck, 2009) Prisutnost puževa uočava se po sluzavu srebrnasto sjajnom tragu na biljkama ili tlu. Hrane se jedući i oštećujući lišće, stabljike i plodove brojnih vrsta povrća. Ne hrane se i izbjegavaju češnjak i crveni luk (Ševar, 2009). Prednost daju kupusnjačama, salati, paprici, mahunama i jagodama. Od cvjetnih vrsta puževi hrane se ljubičicama, dalijama, cinerarijama, ciklamama, ljiljanima i perunikama. Vrlo su prožderljivi tako da za jedan dan mogu pojesti i do 50 % svoje težine. Smatra se da 3 - 4 puža po m² mogu uništiti usjev uljane repice, a iza kiše u vrtovima nalazimo i više od 10 puževa po m². Uglavnom se hrane noću između 21 i 1 sat, a kasnije se povlače na skrovita mjesta (u jagode, mahune, grašak, krumpir i sl.). Španjolski puž istiskuje ostale vrste velikih puževa na istom staništu, jer im uzima hranu, jede druge puževe i njihova jajašca. Može se naći u različitim antropogenim staništima, ali isto tako i prirodnim staništima uz vodu i na rubnim dijelovima šuma. U Švicarskoj ovi puževi preživljavaju na staništima do 1700 m nadmorske visine. Prezimljuju u raznim stadijima razvoja. Uzrok uspješnosti rasta populacija ove vrste na agrikulturnim područjima je njena velika plodnost. Jaja polažu u lipnju i srpnju u grupice, a utvrđeno je da jedna jedinka može odložiti 400 - 500 jaja. Za 25 - 30 dana izlazi nova generacija puževa koji postaju spolno zreli za dva mjeseca. Njihovoj pojavi pogoduje toplo vrijeme (12 – 22 ^{0}C) koje se izmjenjuje s čestim oborinama. Pri nepovoljnim uvjetima smanjene vlažnosti tla ovi štetnici sklanjaju se na povoljnija mjesta (ispod kultura veće lisne mase) ili se zavlače dublje u tlo (Berić, 2007).

Prema Zakonu o zaštiti prirode (Narodne novine 80/13) invazivna strana vrsta je ona čije naseljavanje ili širenje ugrožava bioraznolikost ili zdravlje ljudi ili uzrokuje gospodarsku štetu. *Arion vulgaris* je na listi invazivnih vrsta europskog međudržavnog projekta DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe) (Rabitsch, 2006). Španjolski puž je postao najčešći mekušac na kopnenim staništima diljem Europe (slika 2.). *Arion vulgaris* autohtona je vrsta na području Španjolske, Francuske i Velike Britanije, a kao invazivna vrsta nenamjerno je prenesena u ostale dijelove Europe transportom zemlje u kojoj su jajašca, transportom neopranog povrća, ambalažom i otpadom. U Švicarskoj je vrsta opažena 1956., u Velikoj Britaniji 1954. (nazvana Durham puž, prema mjestu gdje je prvi put opažen (slika 1.B)). Prvi podatci za Hrvatsku datiraju od 2003. (Oštrec, 2003). U međimurskim vrtovima pojava španjolskih puževa uočena je prije pet godina (usmena predaja), o čemu nema podataka u literaturi.



Slika 2 Karta europskih nalazišta puževa vrste Arion vulgaris (Rabitsch,2008.)

Mjere borbe protiv puževa u poljoprivredi mogu biti kemijske, mehaničke i biološke. Literaturni savjeti agronoma sadrže mjere za suzbijanje puževa koje se odnose na kemijske, mehaničke i prirodne procese.

Kemijsko suzbijanje zatrovanim mamcima na plodovitom, lisnatom, mahunastom i korjenastom povrću, ukrasnom bilju i u jagodama s registriranim limacidima na bazi metaldehida (Pužomor, Limax, Pužocid, Arion i sl.) Prema deklaraciji Pužomora karenca je sljedeća: 14 dana za plodovito povrće, 21 dan za lisnato, mahunasto i korjenasto povrće. U primjeni limacida potreban je oprez jer ukoliko se primjenjuju u dozama «na pamet», dolazi do velikih ekotoksikoloških problema (dodatno onečišćenje tla i biljaka, trovanje korisnih organizama, životinja i čovjeka kao krajnjeg korisnika povrća), a moguće i do problema rezistentnosti puževa (Oštrec, 2003). Pripravak na osnovi željezovog(III)fosfata, koji u nas još nije registriran također je formuliran kao mamac, a primjenjuje se rasipanjem po površini tla (Oštrec, 2003).

Primjena mehaničkih i kemijskih barijera prema starim narodnim običajima: vapno, piljevina, izlomljena kora jajeta, gruba kora drveta. Metode su učinkovite sve dok navedene prepreke jače ne navuku vlagu. Kada se to dogodi, puževi prolaze preko njih. Poznate su i ograde od tankog lima koje se ukopavaju do 8 cm dubine, a visina im je 25 cm. Postavljaju se s one strane odakle je najveća invazija ovih štetnika (šikare, travnjaci i sl.) (Ševar, 2009).

Metoda „ privuci i ubij“ (Berić, 2007) preporuča se za vlasnike manjih vrtova. Za privlačenje se mogu koristiti hranidbeni pripravci (glavice salate, krumpir, lubenica,kora naranče i sl.). U trapu koji sadrži navedene pripravke okupit će se velik broj puževa koji se zatim unište.

U Hrvatskoj su stručnjaci s Agronomskog fakulteta obavili ispitivanja s biološkim pripravkom koji sadrži nematode (*Phasmarhabditis hermaphrodita*). Ta nematoda je nametnik puža golaća tako da nema opasnosti za druge životinje. Ona ulazi u tijelo puža i njime se hrani. Puž se prestaje hraniti u roku 3 - 5 dana, a ugiba za 1 - 2 tjedna. Nematoda se u pužu razmnožava i kada puž ugine ona izlazi i traži novog domaćina. Ova metoda se pokazala kao vrlo učinkovita, ekološki prihvatljiva (Oštrec, 2003.).

Metoda suzbijanja prirodnim neprijateljima koji se hrane puževima kao što su patke, kosovi, ježevi, kokoši i dr.

Od izrazite je važnosti za očuvanje staništa, bioraznolikost i zdravlja ljudi koristiti mjere suzbijanja puževa usklađene s tri stupa održivog razvoja (Garašić i sur., 2011):

- društvo (socijalna komponenta): sloboda, sigurnost, stabilnost, zdravlje, razvoj osobnosti, jednakopravnost, solidarnost, održanje kulturne različitosti,
- gospodarstvo (ekonomska komponenta): učinkovitija upotreba resursa, nove proizvodne tehnologije, kvaliteta dobara i usluga, strukture vlasti, pravedna podjela materijalnih dobara, mogućnost zaposlenja,
- prirodni okoliš (ekološka komponenta): očuvanje prirodnih resursa, biodiverzitet, kružni tok tvari, emisije štetnih tvari, održivo iskorištavanje zemljišta, pravodobno i djelotvorno rješavanja problema, estetska vrijednost prirode.

Posljednjih godina sve se češće u hrvatskim medijima i razgovorima ljudi spominju narančasti puževi golaći koji nanose ogromne štete povrću, voću i cvijeću. Nastala šteta u poljoprivredi i hortikulturi dovodi do prave borbe za opstanak između ljudi i puževa . Među vrtlarima koji nakon dvadeset godina uspješnog vrtlarenja razmišljaju o zapuštanju vrta i naši su roditelji. Ne žele uzgajati povrtne kulture, ukoliko bi jedina učinkovita metoda suzbijanja španjolskih puževa bila uporaba jakih otrova, limacida. Stoga smo pristupile provjeri svih literaturnih savjeta, pa i savjeta lokalnih vrtlara o postupcima suzbijanja puževa.

Cilj istraživanja bio je prikupiti iskustva o mjerama suzbijanja španjolskih puževa (*Arion vulgaris*) provjeriti ih eksperimentalno i osmisliti djelotvorne strategije u ometanju ovih poljoprivrednih štetnika usklađene sa stupovima održivog razvoja. Pretpostavljeno je da će se dokazati učinkovitost onih metoda suzbijanja puževa koje primjenjuju međimurski vrtlari, a koje su u skladu s održivim razvojem.

Kako bi pobliže upoznale i istražile problem koji smo uočile, u jesen 2015. godine, u sklopu biološke grupe, anketnim smo upitnikom prikupile podatke o iskustvima vrtlara sa španjolskim puževima. Upitnikom je provjereno koliko lokalni vrtlari primjenjuju mjere suzbijanja puževa poznate iz literature kao i koje su mjere suzbijanja sami osmislili. Prikupljeni podaci o ishrani španjolskih puževa i mjerama suzbijanja iskorišteni su za planiranje istraživanja reagiranja prikupljenog uzorka puževa na hranjive pripravke, mamce i prepreke. Istraživanje je provedeno u kabinetu biologije naše škole. Prednost istraživanju puževa u laboratorijskim uvjetima pred terenskim istraživanjem, dale smo radi lakše kontrole učinka svake pojedinačne varijable i provjere rezultata.

METODE RADA

Istraživanje je provedeno u prostorijama škole tijekom školske godine 2015/2016.

Materijal

U istraživanju je bila korištena vrsta španjolski puž (*Arion vulgaris*) (slika 1 A i B), koji najvjerojatnije potječe iz Španjolske, Francuske i Velike Britanije, odakle se rasprostranio diljem Europe (Rabitsch, 2008). Narančaste je do narančasto-smeđe boje, a u prirodi dostiže veličinu od rasponu od 80 do 120 mm (Nordsieck, 2009). Na glavi ima velika ticala (oči u obliku mjehurića) i mala ticala (opip, osjetilo za ravnotežu i njuh). Koža obilato izlučuje ljepljivu sluz po kojoj se puž kreće pomoću stopala. Narančasti puževi skupljani su u vrtovima učenika naše škole s područja čitavog Međimurja u rujnu 2015. godine.

Radi potvrde determinacije, prikupljeni su u vrtovima mladunci istraživanih puževa tijekom ožujka 2016. godine. Mladunci su uspoređeni sa slikovnim prikazom mladunaca vrste *Arion vulgaris* (slika 1 C (Nordsieck, 2009)), koji su tipične svijetlo-smeđe boje. Radi pouzdanijih rezultata odrasli puževi su 24 sata prije eksperimenta bili bez hrane. Iz ukupnog materijala od 600 prikupljenih puževa za nastavak istraživanja izdvojene su odrasle jedinke puževa dužine 4-5 cm. Izdvojeno je oko 400 aktivnih, odraslih puževa. Za svaku seriju istraživanja puževi su podijeljeni u četiri skupine, tri eksperimentalne i jednu kontrolnu bez mamaca ili prepreke. Svaku skupinu činilo je pet puževa stavljenih unutar zasebnog terarija. Za potrebe istraživanja prikupljen je biljni materijal za hranjive pripravke i prepreke za puževe.

Metode

Anketiranje vrtlara o iskustvima sa španjolskim puževima

Anketni upitnik proveden je u svim obiteljima učenika naše škole koje obrađuju vrt. U pripremi upitnika za vrtlare, u izradi popisa povrtnih kultura, korištena je Kategorizirana sortna lista za povrće prema evidenciji Zavoda za sjemenarstvo i rasadničarstvo (HCPHS). Upitnik sadrži i popis mjera za suzbijanje puževa izrađen na temelju mjera koje predlažu agronomi u savjetodavnim tekstovima (Berić, 2007, Oštrec, 2003 i Ševar, 2009) i savjeta prikupljenih usmenom predajom od vrtlara. Upitnik sadrži i prostor za unos dodatnih iskustvenih spoznaja vrtlara o osobito omiljenoj hrani puževa i pojavama koje vrtlari ocjenjuju kao neobične. Upitnikom prikupljena iskustva vrtlara analizirana su s obzirom na:

1. prisutnost španjolskih puževa u vrtu
2. povrtne kulture kojima se hrane španjolski puževi (uz isticanje omiljene hrane puževa)
3. povrtne kulture koje španjolski puževi ne konzumiraju,
4. vrste barijera za španjolske puževe,
5. metode uništavanja španjolskih puževa

Ocjenjivanje djelovanja hranjivih pripravaka i mamaca na kretanje španjolskih puževa

Terarijski prostor unutar kojeg je opažano kretanje španjolskih puževa prema pripravku izrađen je od kutija jednakih dimenzija (22x30x7cm), s podlogom debljine 2 cm od iste vrste vrtnog tla u svakom terariju. Kretanje španjolskih puževa prema hranjivom pripravku ili mamcu opažano je u terarijima u laboratorijskim uvjetima. Na terariju je označena startna linija za puževe i linija udaljena 20 cm od startne za postavljanje pripravaka. Linija za barijere predviđena je neposredno ispred linije za pripravke.

U provedenom istraživanju praćen je učinak pripravaka s hranjivom komponentom i mamaca (hranjiva komponenta + limacidna komponenta) na kretanje puževa, odnosno provjereno je privlače li puževe na određenoj udaljenosti. Pripravci su odabrani na temelju uputa iz literature (Berić, 2007, Oštrec, 2003 i Ševar, 2009) i podataka prikupljenih upitnikom. Pojedinačni pripravak čini nezavisnu varijablu istraživanja. Prema preporuci vrtlara kao hranjivi pripravci izabrane su mladice bundeve i salata kristalka te pivo u posudici, a kao mamci Ferramol granule(na bazi željezovog(III)fosfata) i Pužomor granule (na bazi limacida). Kao zavisna varijabla, opažan je i bilježen broj puževa koji unutar vremena od 15 minuta dolaze do pripravka. Vrijeme od 15 minuta izabrano je kao realno, na temelju prethodnog promatranja kretanja puževa prema hrani. Opažanje kretanja puževa ponavljano je s tri skupine od po pet puževa za svaki pripravak unutar tri terarija. Jedna skupina od pet puževa unutar

terarija bez pripravka s hranjivom komponentom služila je kao kontrolna. Na temelju brojčanog udjela puževa koji u zadanom vremenu od 15 minuta stižu do pripravka procijenjena je njegova efikasnost u privlačenju puževa. Tako su kao najefikasniji pripravci određeni mlade tikvice i pivo, koji će biti korišteni u nastavku istraživanja ometanja kretanja puževa prema hrani.

Procjena učinkovitosti metoda ometanja puževa u kretanju prema hrani

Temeljem analize podataka prikupljenih upitnikom razrađena je sljedeća nezavisna varijabla istraživanja: barijere i repelenti za ometanje puževa u kretanju prema hrani. Na temelju brojčanog udjela puževa koji uz mjere ometanja u zadanom vremenu od 15 minuta stižu do pripravka u terariju procijenjena je učinkovitost pojedine barijere ili repelenta. U ovom dijelu istraživanje je provedeno s dvije vrste hranjivih pripravaka: serija A - mlade tikvice i serija B - pivo. U svakoj seriji korištena je po jedna barijera: barijera od bakrene žice, aluminijskog lima, sjeckana slama, drobljena ljuska jajeta, šljunak, talog kave, drveni pepeo. Osim barijera za ometanje kretanja puževa korišteni su i repelenti : lišće rikole, biljna juha od ružmarina (dobivena je polijevanjem ružmarina s vrelom vodom te potom njegovim namakanjem u vodi 24h), preparat od uginulih puževa (dobiven trotjednom razgradnjom uginulih puževa u vodi). Zavisna varijabla je broj puževa koji stižu do hranjivog pripravka uz barijeru ili repelent vremenu od 15 minuta. Provedena su tri ponavljanja za pojedinačni pripravak i repelent/barijeru s pet puževa u terariju. Jedna serija od pet puževa unutar terarija s hranjivim pripravkom bez ometanja služila je kao kontrolna. Učinkovitost metoda ometanja hranjenja puževa određena je prema brojčanom udjelu puževa koji su, prešavši prepreku, stigli do hranjivog pripravka u zadanom periodu.

REZULTATI

Rezultate čine determinacija vrste, popis povrtnih kultura kojima se hrane puževi, kao i onih koje izbjegavaju, popis mjera suzbijanja puževa u vrtovima i rezultati opažanja kretanja puževa prema hranjivim pripravcima u zadanom vremenu.

Determinacija vrste

U istraživanju je determinirana vrsta španjolski puž *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855. (Encyclopedia of Live, 2015). Narančasti puževi skupljani su na vrtovima učenika naše škole s područja čitavog Međimurja. Taksonomski ovaj puž pripada razredu *Gastropoda* (puževi), podrazredu *Pulmonata* (plućnjaci), redu *Stylommatophora* (kopneni plućnjaci) porodici *Arionidae*. Materijal od 600 puževa sakupljen na vrtovima učenika naše škole čine puževi narančaste do narančasto-smeđe boje. Raspon veličine puževa je od 80 do 120 mm. Determinacija je potvrđena promatranjem mladunaca istraživanih puževa i usporedbom sa slikovnim prikazom mladunaca vrste *Arion vulgaris* koji su svijetlo-smeđe boje, s dvije bočne tamne crte (slika 3).

Slika 3 Mladunac španjolskog puža (*Arion vulgaris*)

Analiza iskustava vrtlara sa španjolskim puževima

Anketnim upitnikom o iskustvima u borbi protiv vrtnih štetnika - narančastih španjolskih puževa golaća provedenom u 470 obitelji učenika naše škole koje obrađuju vrt prikupljeni su podatci o prisutnosti puževa u vrtovima, povrtnim kulturama koje uništavaju i kojima se ne hrane te o barijerama za puževe i metodama uništavanja. Rezultati ukazuju na prisutnost narančasto smeđih puževa u 390 vrtova na području čitavog Međimurja, što čini 83 % vrtova od ukupnog broja analiziranih.

Povrtne kulture kojima se hrane španjolski puževi

Vrtlari navode trideset tri povrtnih kultura kojima se puževi hrane (tablica 1).

Tablica 1 Povrtne kulture kojima se hrane španjolski puževi

Redni broj	Naziv povrtne kulture	Redni broj	Naziv povrtne kulture	Redni broj	Naziv povrtne kulture
1.	artičoka	12.	kelj	23.	peršin
2.	bijeli luk (češnjak)	13.	kineski kupus	24.	poriluk
3.	batat	14.	krastavci	25.	portulak
4.	blitva	15.	komorač	26.	rabarbara
5.	bob	16.	krumpir	27.	rajčica
6.	brokula	17.	kupus	28.	rotkva
7.	celer	18.	luk (crveni luk)	*29.*	*salata*
8.	cikla	19.	mahune	30.	slanutak
9.	cvjetača	20.	matovilac	31.	šparoga
10.	grah	21.	mrkva	32.	špinat
11.	grašak	22.	pastrnjak	*33.*	*tikvice*

Vrtlari u upitniku ističu neobičnost prehrane španjolskih puževa, a to je da se hrane lišćem krumpira bijelog luka, crvenog luka, organskim otpacima iz kuhinje i uginulim puževima. Za nastavak istraživanja kao hranjivi pripravci izabrane su mladice tikvica i salata kristalka, biljke koje vrtlari najčešće navode kao omiljenu hranu puževa.

Povrtne kulture kojima su španjolski puževi ne hrane

Vrtlari navode šest kultura koje španjolski puževi ne jedu (tablica 2).

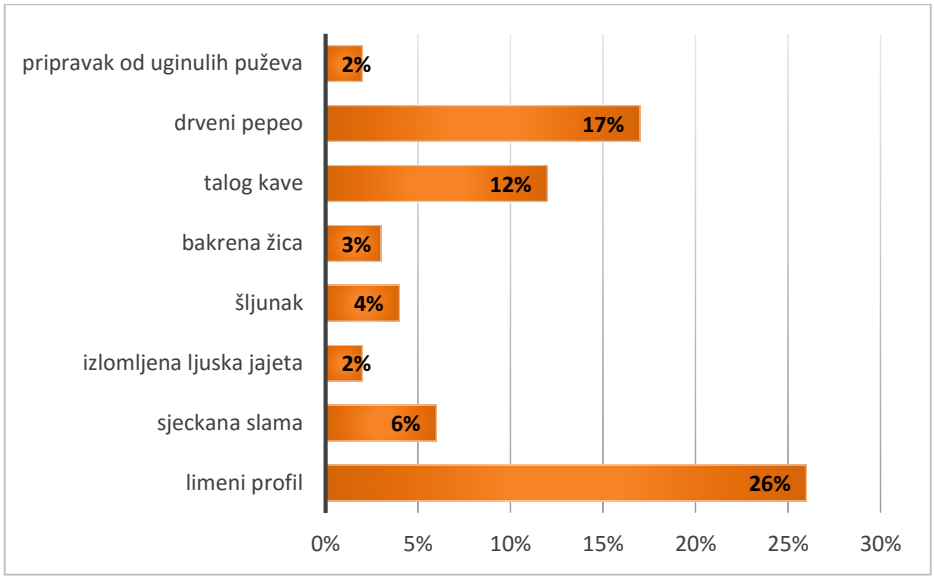
Tablica 2 Povrtne kulture koje španjolski puževi ne jedu

Redni broj	Naziv povrtne kulture
1.	matičnjak
2.	menta
3.	lavanda
4.	ružmarin
5.	rikola
6.	smilje

Za nastavak istraživanja, među povrtnim kulturama kojima se ne hrane puževi, izabrano je lišće rikole i ružmarin za izradu biljne juhe, kao biološki repelenti za ometanje kretanja puževa prema hranjivom pripravku.

Barijere za španjolske puževe

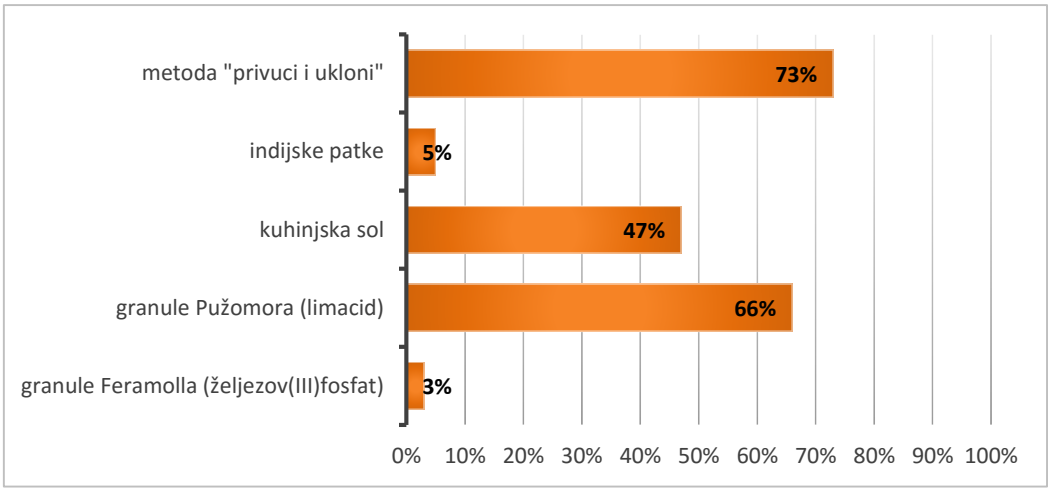
Vrtlari kao mjeru za suzbijanje puževa koriste različite barijere. Brojčani udio vrtlara korisnika pojedinih barijera dobiven analizom podataka iz upitnika prikazan je grafikonom na slici 4. U nastavku istraživanja za ometanje puževa u kretanju prema hrani korištene su sve navedene barijere.



Slika 4 Udio vrtlara korisnika pojedinih barijera za puževe.

Metode uništavanja španjolskih puževa

Analizom upitnika dobiven je brojčani udio vrtlara koji koriste različite metode za uništavanje puževa prikazan grafikonom na slici 5.

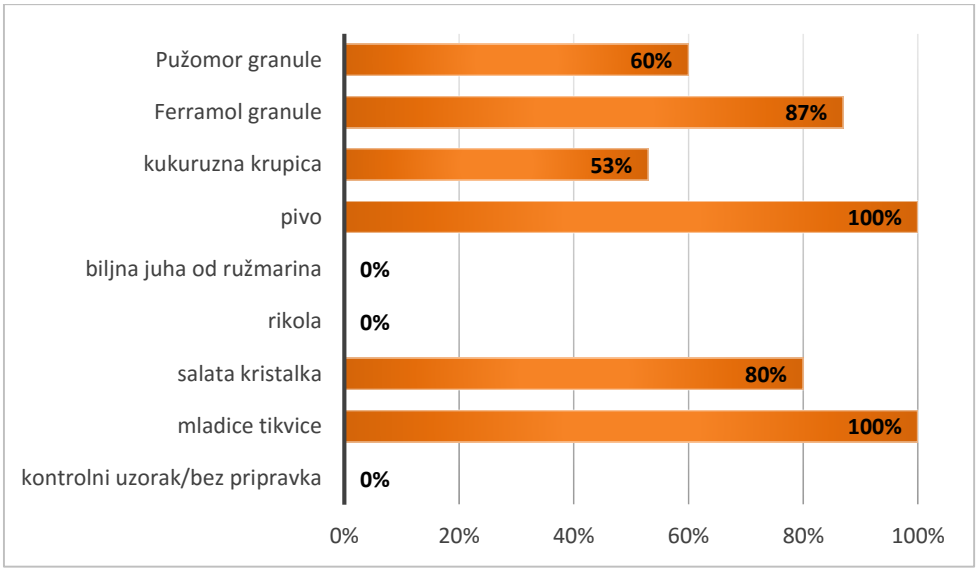


Slika 5 Udio vrtlara korisnika pojedinih mjera za uništavanje puževa

U nastavku istraživanja za usporedbu učinkovitosti u privlačenju puževa korišteni su mamci na bazi željezovog(III)fosfata (Ferramol granule) i mamci s limacidom (Pužomor granule). Kuhinjska sol, indijske patke i metoda „privuci i ukloni“ nisu korištene u nastavku istraživanja u laboratoriju.

Procjena djelovanja hranjivih pripravaka i mamaca na kretanje španjolskih puževa

U terarijima je opažano prilaženje puževa hranjivim pripravcima (mlade tikvice, salata kristalka, rikola, biljna juha od ružmarina, pivo, kukuruzna krupica) i mamcima (Ferramol i Pužomor) u zadanom vremenu (15 minuta) i zabilježen broj puževa pristiglih pripravku u zadanom vremenu od 15 minuta što je prikazano grafički (slika 6).



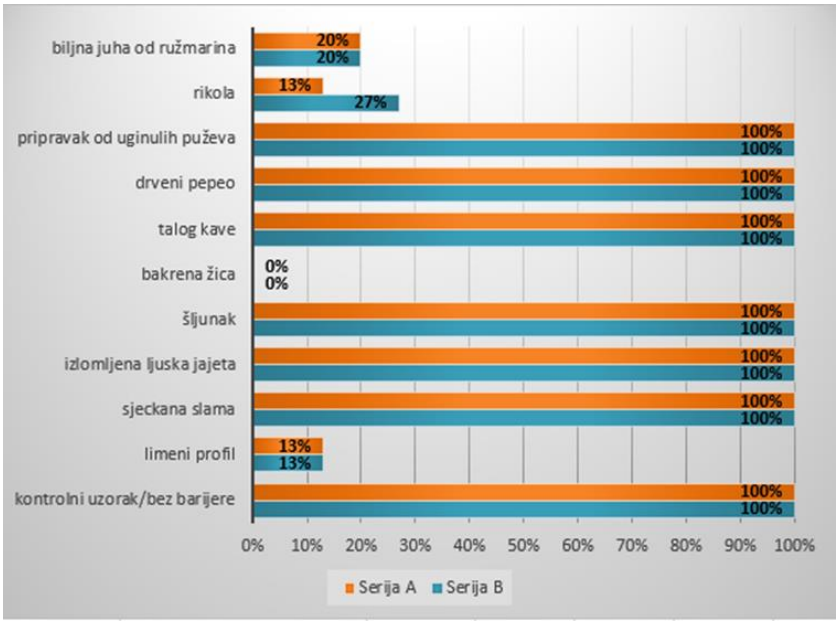
Slika 6 Udio puževa u postotku koji pristižu do pripravka u vremenu od 15 minuta.

Na temelju rezultata učinkovitosti pripravaka u privlačenju puževa (slika 6) u nastavku istraživanja korišteno je pivo i mladice tikvica (slika 7) kao hranjivi pripravak koji privlači 100% puževa u zadanom vremenu, a rikola i biljna juha od ružmarina kao repelent kojima ne prilaze puževi u zadanom vremenu. Prema granulama Ferramola pristiglo je 87% puževa, a prema granulama Pužomora njih 60%.

Slika 7 Kretanje puževa prema pripravku od mladih tikvica

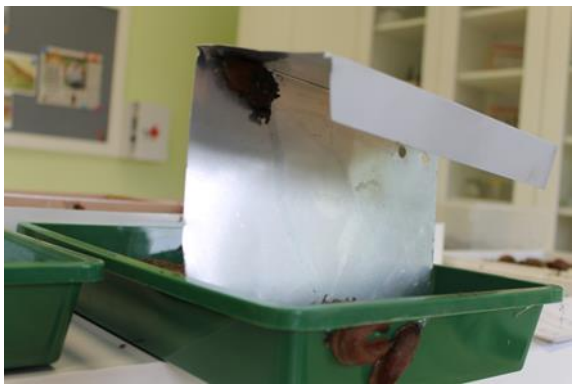
Procjena učinkovitosti metoda ometanja puževa u kretanju prema hrani

Puževi su se kretali prema hranjivom pripravku od mladih tikvica (serija A) i piva (serija B) uz različit rezultat uspješnosti u svladavanju različitih barijera i repelenata u zadanom vremenu od 15 minuta, što je prikazano grafikonom (slika 8).



Slika 8 Udio puževa u postotku koji pristižu do pripravka savladavši barijere odnosno repelente u vremenu od 15 minuta.

Limeni profil prelazi 13% puževa (slika 9), a bakrenu žicu (slika 10) niti jedan puž. Rikolu prelazi 13% odn. 27% puževa, a pripravak s biljnom juhom od ružmarina 20% puževa.



Slika 9 Ometanje kretanja puževa prema hrani barijerom od limenog profila. Puževi traže alternativni prilaz hrani.

Slika 10 Ometanje kretanja puževa prema hrani barijerom od bakrene žice. Puževi nakon kratkog ispitivanja bakrene žice osjetilima mijenjaju smjer i traže slobodan prolaz.

100% puževa savladava barijere od pripravka od uginulih puževa, drvenog pepela, taloga kave, šljunka, izlomljene ljuske jajeta i sjeckane slame u obje serije.

RASPRAVA

Determinacijom je potvrđena invazivna vrsta španjolski puž *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855. u uzorku narančastih puževa iz vrtova u Međimurju. U lokalnim vrtovima su sakupljeni mladunci vrste *Arion vulgaris* (slika 1C), koji su tipične svijetlo-smeđe boje, s tamnom crtom sa svake strane na što kao specifičnost vrste upućuju autori u stručnoj literaturi (Quick 1960 i Nordsieck 2009).

U radu je provjerena učinkovitost mjera za suzbijanje ove vrste puževa osmišljenih na temelju savjeta hrvatskih agronoma (Oštrec, 2003 i Ševar, 2009) i iskustava lokalnih vrtlara prikupljenih anketnim upitnikom. Upitnik o iskustvima sa španjolskim puževima proveden je u 470 obitelji učenika naše škole koje obrađuju vrt. Vrtlari u 83 % upitnika ukazuju na prisutnost španjolskih puževa u vrtu. Vrtlari kao neobičnu pojavu navode primjere ograničenih populacija narančastih puževa samo na jednom vrtu, bez širenja na susjedne. Razlozi za tu pojavu nisu su nam poznati. Iz tog razloga u okviru ovog rada nije provedeno kartiranje nalazišta invazivne vrste *Arion vulgaris* u Međimurju, jer ne bi prikazalo stvarno stanje na terenu. Budućim istraživanjem potrebno je istražiti zakonitosti širenja ove vrste.

Analizom upitnika dobiven je popis od 33 povrtne kulture kojima se hrane španjolski puževi. Popisom su obuhvaćene sve povrtne kulture iz Kategorizirane sortne liste za povrće prema evidenciji Zavoda za sjemenarstvo i rasadničarstvo (HCPHS), što ukazuje na široki raspon vrsta povrća kojim se ovi puževi hrane. Zanimljivi su navodi vrtlara da se puževi hrane lišćem crvenog i bijelog luka te krumpira, biljaka odbojnih za većinu štetnika. Ovaj rezultat nije u skladu s literaturnim podatcima koji navode bijeli i crveni luk kao nepoželjnu hranidbenu biljku za španjolske puževe (Ševar,2009). Vrtlari također navode da puževi jedu uginule puževe svoje vrste i organski otpad iz kuhinje, što je suglasno s navodima drugih autora (Nordsieck, 2009). Španjolski puž je vrlo prilagodljiv različitoj hrani koju zatekne na staništu. Na temelju analize rezultata upitnika, kao hranjivi pripravci za opažanje kretanja puževa u nastavku istraživanja, izabrali smo mladice tikvica i salatu kristalku. Rezultat upitnika je i popis biljaka koje odbijaju španjolske puževe; matičnjak, menta, lavanda, ružmarin, rikola i smilj. Sve su ovo začinske biljke s eteričnim uljima intenzivna mirisa i mogući su repelenti za puževe. Ta je spoznaja u skladu s literaturnim savjetima agronoma (Ševar, 2009). Odlučili smo provjeriti repelentno djelovanje lišća rikole i biljne juhe od ružmarina na puževe.

Analizom rezultata upitnika saznajemo da od barijera najviše vrtlara (26% korisnika) upotrebljava limeni profil, drveni pepeo (17% korisnika), talog kave (12% korisnika), dok barijere sjeckanu slamu, šljunak, bakrenu žicu, izlomljene ljuske jajeta i pripravak od uginulih puževa kojim se prska povrće u praksi koristi manji postotak vrtlara. Odlučili smo provjeriti eksperimentalno učinkovitost svih navedenih barijera budući da su u skladu s kriterijima održivog razvoja.

Među metodama uništavanja španjolskih puževa najveći postotak vrtlara navodi u upitniku je metoda „privuci i ukloni“ (koristi je 73% vrtlara). Ova je metoda u skladu s kriterijima održivog razvoja jer se puževi privlače različitim hranjivim pripravcima ili zaklonom i naknadno su uklonjeni s vrta. Činjenicu da većina vrtlara koristi otrov Pužomor koji sadrži limacid za suzbijanju puževa (66 % korisnika), dok Ferramol, koji ne pripada kategoriji otrova, samo 3 % korisnika, objašnjavamo saznanjima da Ferramol nije prisutan u lokalnim poljoapotekama. Usmenom predajom saznajemo da lokalni vrtlari nemaju informaciju o djelovanju ovog sredstva za uništavanje puževa koje ne spada u kategoriju otrova. Vrtlari koji koriste Ferramol kupuju ga u poljoapotekama u susjednoj Sloveniji.

Smatramo da je učestala uporaba Pužomora koji sadrži limacid zabrinjavajuća i nije u skladu s održivim razvojem jer dovodi do opasnog akumuliranja toksičnih tvari u hranidbenim lancima kao što je navedeno u literaturi (Frank, 1998). Stoga smo odlučili u eksperimentalnom djelu istraživanja dokazati pretpostavku da Pužomor i Ferramol granule jednako učinkovito privlače puževe. Zabrinjava rezultat upitnika o visokom postotku primjene kuhinjske soli u našim vrtovima (47 % korisnika). Odlučili smo da nećemo koristiti metodu suzbijanja puževa kuhinjskom soli u ovom eksperimentu jer je poznato da sol izaziva ugibanje puževa u velikoj agoniji zbog dehidracije uslijed djelovanja hipertonične otopine na stanice puževa. Samu metodu smatramo neprihvatljivom u vrtu prema kriterijima održivog razvoja zbog trajne promjene saliniteta vrtnog tla, čemu povrtne kulture nisu prilagođene. Pretpostavljamo da vrtlari ipak ne sipaju sol na tlo, već im služi za ubijanje puževa unutar posude. Potencijalni problem je okolno tlo na koje naknadno odlažu slani sadržaj posude. Upitnikom saznajemo da svega 5 % vrtlara uzgaja indijske patke kao uspješne prirodne neprijatelje puževa koje pri tome ne nanose štetu povrću. Korištenje ovih prirodnih neprijatelja puževa u vrtu u skladu je s kriterijima održivog razvoja. Djelovanje indijskih pataka u suzbijanju španjolskih puževa nije bilo moguće provjeriti u laboratorijskim uvjetima.

U terarijima je opažano prilaženje puževa hranjivim pripravcima (mlade tikvice, salata kristalka, rikola, biljna juha od ružmarina, pivo, kukuruzna krupica) i mamcima (Ferramol i Pužomor) u zadanom vremenu (15 minuta) i zabilježen broj puževa pristiglih pripravku u zadanom vremenu od 15 minuta. Radi kontrole rezultata kontrolni je uzorak puževa stavljen u terarij bez hranjivog pripravka i opaženo je njihovo dezorijentirano kretanje. Na temelju analize upitnika o metodama uništavanja puževa uočeno je da vrtlari u metodi „privuci i ukloni“, kao uspješno sredstvo privlačenja puževa navode pivo i kukuruznu krupicu. Stoga smo odlučili provjeriti učinkovitost hranjivih pripravaka od piva i kukuruzne krupice. Pivu se u zadanom vremenu približilo 100 % puževa. Time je potvrđena dobra praksa vrtlara koji pivom u posudicama privlače i naknadno uklanjaju puževe. Metoda privlačenja puževa kukuruznom krupicom pokazala se manje efikasna od privlačenja pivom, jer se prema kukuruznoj krupici u zadanom vremenu približilo svega 53 % puževa. U ispitivanju učinkovitosti hranjivih pripravaka u privlačenju puževa mlade tikvice daju bolji rezultat od salate kristalke. Približavanje puževa tikvicama u zadanom vremenu od 15 minuta je 100%-tno, dok je do salate kristalke u isto vrijeme prišlo 80% puževa. Na temelju ovog rezultata, mladice tikvica odabrane su kao hranjivi pripravak za nastavak istraživanja djelovanja barijera na kretanje puževa. U opažanju kretanja puževa prema mamcima pokazalo se da do Ferramol granula u zadanom vremenu stiže 87% puževa, što je značajno više od 60% puževa koji prilaze granulama Pužomora, dakle Ferramol mamci na bazi željezovog (III) fosfata efikasniji su od Pužomora na bazi limacida. Ovim rezultatom nije potvrđena početna pretpostavka da će Pužomor i Ferramol biti jednako efikasni mamci, Ferramol mamci su učinkovitiji. Predlaže se korištenje željezovog (III) fosfata za uništavanje puževa, jer ne spada u kategoriju otrova, pa je prema tome u suglasju sa socijalnom i ekološkom komponentom održivog razvoja. Rezultati ukazuju na repelentna svojstva rikole i biljne juhe od ružmarina. Navodi vrtlara o rikoli i ružmarinu kao nepoželjnoj hrani za puževe istraživanjem su potvrđeni, jer 100% puževa nije krenulo niti prema rikoli, ni prema tikvicama prskanim biljnom juhom od ružmarina. Na temelju ovih rezultata odlučili smo koristiti navedene pripravke kao repelente u nastavku istraživanja za ometanje kretanja puževa prema hrani. Rezultate ne možemo usporediti s literaturnim, gdje se navodi da s ovom metodom nema iskustva (Ševar, 2009).

Radi dodatne kontrole djelovanja barijera na kretanje puževa prema hrani, osim kontrolnog uzorka puževa u terariju s hranom, bez barijere ili repelenta opažano je kretanje puževa uz istu vrstu barijere u dvije serije hranjivih pripravaka, mlade tikvice (serija A) i pivo (serija B). Puževi su se kretali prema hranjivom pripravku uz različit rezultat uspješnosti u svladavanju različitih barijera i repelenata u zadanom vremenu od 15 minuta. U istraživanju su kao barijere korištene barijere prema preporuci vrtlara: drveni pepeo, talog kave, šljunak, izlomljena ljuska jajeta, sjeckana slama, limeni profil i bakrena žica. Na temelju istraživanja kretanja puževa prema hrani izabrani su i korišteni repelenti lišće rikole, salata poprskana biljnom juhom od ružmarina i preparat dobiven razgradnjom puževa. U obje kontrolne serije 100% puževa prilazi hrani bez barijera u zadanom vremenu. Eksperimentalnom provjerom učinkovitosti navedenih barijera i repelenata u ometanju kretanja puževa prema hrani potvrđena je naša pretpostavka da će istraživanjem biti potvrđena učinkovitost nekih od barijera prema savjetima vrtlara. Najučinkovitija je barijera od bakrene žica koja potpuno sprječava pristup puževa hranjivom pripravku u obje serije. Djelovanje bakra na puževe objašnjavamo elektrokemijskim procesom tj. stvaranjem male razlike u elektropotencijalu između sluzavog puža i bakra, o čemu nema literaturnih podataka. Rezultat istraživanja navodi nas na pretpostavku da bi povrtne kulture koje su hrana puževima na vrtnim gredicama bile uspješno zaštićene postavljanjem bakrene trake ili žice oko gredice. Bakrena žica kao prepreka koja nema negativan utjecaj na okoliš i živa bića dobar je odabir za vrtove u skladu s komponentama održivog razvoja (Garašić i sur. 2011.). Ovom se metodom u praksi koristi svega 3 % vrtlara, stoga smatramo da ju je potrebno popularizirati. Limeni profil također je dobra prepreka za puževe. Tijekom eksperimenta je svega 13% puževa uspjelo prijeći limenu prepreku u kretanju prema hrani. Rezultat objašnjavamo snalažljivošću manjeg broja puževa koji su u kratkom vremenu otkrili rubne dijelove lima koje su zaobišli na putu prema mamcu. Pri uporabi limenih profila na terenu potrebno je obratiti pozornost na dobre spojeve u uglovima, u protivnom će ih dio puževa prelaziti. Rikola kao repelent nije omela svega 13 % (serija A) odnosno 27 % puževa (serija B). Biljna juha od ružmarina kao repelent je omela 80% puževa u obje serije. Zanimljiv rezultat je neučinkovitost metode prskanja hrane preparatom neugodnog mirisa dobivenog razgradnjom puževa u vodi, koji kao uspješan u odbijanja puževa navodi dio vrtlara, a nije poznat iz literature. Puževi u 100% slučajeva nastavljaju jesti svoju omiljenu hranu prskanu navedenim preparatom. Neučinkovitost preparata dobivenog raspadanjem puževa u ometanju hranjenja puževa tumačimo time da navedeni preparat zapravo privlači puževe koji se prema literaturnim navodima hrane raspadnutim organskim tvarima i lešinama (Nordsieck, 2009). U praktičnom vrtlarstvu predlažemo sijanje različitih začinskih biljaka na rubne dijelove vrtnih gredica unutar kojih su zasađene kulture koje su omiljena hrana puževa. Ostale barijere prema savjetima vrtlara kao što je sjeckana slama, izlomljena ljuska jajeta, šljunak, talog kave i drveni pepeo nisu spriječile kretanje puževa prema hranjivim pripravcima u obje serije. Ovaj rezultat nije u skladu s literaturnim preporukama (Ševar, 2009) što tumačimo ograničenjem naših rezultata. Pretpostavljamo da bi dugotrajnije terensko istraživane djelovanja navedenih barijera u vrtovima za suhog vremena rezultiralo dehidracijom tijela puževa, što je potrebno budućim istraživanjem istražiti na terenu. Učinkovitost svih barijera ujednačena je u obje serije hranjivih pripravaka. Nastavak ovog istraživanja potrebno je usmjeriti na provjeru mjera za suzbijanje španjolskih puževa kao što je ograđivanje povrća bakrenom žicom, limenim profilom, začinskim biljem te uništavanje puževa granulama na bazi željezovog (III) fosfata, metodom „privuci i ukloni“ i indijskim patkama izvan laboratorija, u prirodnom staništu španjolskih puževa, u vrtovima. Ovim istraživanjem metodom opažanja došle smo

do određenih spoznaja o ishrani puževa i njihovom reagiranju na mamce, repelente i barijere. U nastavku istraživanja potrebno je osjetljivijim statističkim metodama u radu s većim brojem puževa načiniti procjenu statističke pogreške za odabrane varijable.

ZAKLJUČCI

Rezultati istraživanja pokazali su sljedeće:

- invazivna vrsta španjolski puž (*Arion vulgaris*) prisutna je u većini vrtova u Međimurju,
- španjolski puževi nanose štetu većini povrtnih kultura,
- mamci na bazi željezovog(III)fosfata koji nije iz kategorije otrova učinkovitije privlače puževe od mamaca zatrovanih limacidom, pa im treba dati prednost kao sredstvu za uništavanje puževa,
- puževi daju prednost određenoj vrsti hrane koja može poslužiti kao hranjivi pripravak u trapu uz rub vrta za metodu „privuci i ukloni“ (npr. pivo, listovi salate, lišće tikvica i sl.),
- slijedeće barijere učinkovite su u ometanju kretanja puževa prema hrani :
  - prepreka od bakrene žice,
  - prepreka od limenog profila
  - repelenti od začinskih biljaka (npr. rikola, ružmarin i sl.).

Sve navedene mjere za suzbijanje puževa sukladne su s kriterijima održivog razvoja. Preporuka je kombiniranje navedenih mjera kao strategija u suzbijanju španjolskih puževa u vrtu.

LITERATURA

Anonymus,EOL, 2015. *Arion vulgaris*— Overview, Spanish Slug. http://eol.org/pages/18744355/, pristupljeno 25. 09. 2015.

Anonymus, EOL, 2015.Arion rufus— Overview, Large Red Slug. http://eol.org/pages/403118/overview, pristupljeno 28. 09. 2015.

Anonymus, 2015. Opis limacid– Pužomor, Chromos Agro d.d., http://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/limacid-puzomor/5447/, pristupljeno 25. 09.2015.

Anonymus, 2015. Povrće - Biljne vrste i sortne liste, AgroKlub.com, http://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce, pristupljeno 03.10. 2015.

Berić J.,2007.Neka iskustva sa suzbijanjem puževa na manjim površinama. http://www.savjetodavna.hr/savjeti/17/135/neka-iskustva-sa-suzbijanjem-puzeva-na-manjim-povrsinama/, pristupljeno 18.09. 2015.

Nordsieck, R. 2009.Round Back Slugs (*Arionidae*) Part1. http://www.molluscs.at/gastropoda/terrestrial.html?/gastropoda/terrestrial/ arionidae, pristupljeno 25. 09. 2015.

Oštrec Lj., 2003. Novi modeli suzbijanja štetnih puževa u povrćarstvu. http://www.mps.hr/UserDocsImages/VIP/2001/Ljerka%20O%C5%A1trec%20%20Novi%20modeli%20suzbijanja%20%C5%A1tetnih%20pu%C5%BEeva%20u%20povr%C4%87arstvu.pdf , pristupljeno 25. 09. 2015.

Rabitsch W, 2006. Arion vulgaris. http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=52937, pristupljeno 03.10. 2015.

Ševar M., 2015. Kako se riješiti puževa u povrtnjaku, http://www.agroklub.com/povrcarstvo/kako-se-rijesiti-puzeva-u-povrtnjaku/13922/ pristupljeno 03.10. 2015

Ševar M. 2009.,Ekološko suzbijanje puževa. http://www.gospodarski.hr/Publication/2014/11/ekoloko-suzbijanje-pueva/8012, pristupljeno 03.10. 2015.

Ševar M. 2015. Ah, ti puževi. http://www.savjetodavna.hr/savjeti/22/633/ah-ti-puzevi/, pristupljeno 03.10. 2015.

UDIO ŽELJEZA U INDUSTRIJSKI PROIZVEDENIM I PRIRODNIM PREHRAMBENIM NAMIRNICAMA

Josip Jaram, 1. razred

V. gimnazija, Zagreb, Klaićeva 1
Mentor: Romana Halapir Franković

SAŽETAK

Cilj rada je prikazati kako možemo jednostavno dokazati prisutnost željeza u raznim namirnicama koje svakodnevno konzumiramo, na primjer pahuljicama, svježem voću i povrću. U eksperimentu su kroz plastične boce s pričvršćenim magnetom sa vanjske stane lijevane smjese različitih uzoraka. Uzorci su pripremani miksanjem kako bi smjesa bila što homogenija, a špinat i brokula su prethodno prokuhani. Nakon propuštanja smjese i micanja magneta na unutrašnjoj strani boce trebaju se uočiti obrisi istaloženog željeza. Na stjenkama boca gdje su odlijevane smjese sa žitaricama, špinatom i brokulom dobiveni su obrisi željeza, no na stjenkama boca gdje su odlijevane smjese s bobom, tikvicom puter i jajetom nisu uočeni obrisi istaloženog željeza jer je količina prisutnog željeza u njima očito premala za ovaj način izolacije.

Ključne riječi: *izoliranje željeza, pahuljice, povrće*

UVOD

Željezo je važan kemijski element neophodan za metabolizam u gotovo svih živih bića. U ljudskom organizmu važan je sastavni dio mnogih bjelančevina i enzima. Željezo je element hemoglobina, crvenog pigmenta u eritrocitima, koji krvi daje karakterističnu boju i sudjeluje u prijenosu kisika po organizmu. U njemu se nalaze dvije trećine ukupne količine željeza u organizmu. Sastavni je dio i mioglobina, spoja iz mišićnog tkiva, koji osigurava dotok kisika u mišiće i sudjeluje u mišićnim kontrakcijama. Također, željezo je važna sastavnica u sintezi kolagena i u funkcijama imunološkog sustava. Bitno je i za proizvodnju energije u stanicama, a kao sastavnica određenih enzima djeluje poput antioksidansa (Borić i Ivankić, 2015).

U velikim količinama, kao i mnoštvo drugih tvari, željezo je otrovno. Slobodno željezo unutar stanica može dovesti do stvaranja slobodnih radikala i uzrokovati stanična oštećenja. Slobodni ioni željeza u krvi uništavaju krvna zrnca i uzrokuju nepopravljivu štetu. Željezo brzo uništava sluznicu crijeva i može uzrokovati višestruka puknuća crijevnog tkiva. Višak željeza može izazvati i oštećenje jetre, tj. ono dovodi do hemokromatoze - nakupljanja željeza u organizmu. Simptomi, osim ovih nabrojanih, mogu biti i: pojačana pigmentacija kože te zadebljani i bolni zglobovi. Neki lijekovi, poput Aspirina ili lijekova za artritis, mogu uzrokovati mikrokrvarenja, što tijekom vremena uzrokuje pojavu nedostatka željeza. Nedostatak željeza također se očituje kroz mnoge poremećaje rada organizma i neke vrste anemija (zbog nedovoljno željeza za normalno stvaranje eritrocita). Simptomi mogu biti umor, ubrzan ritam srca, otežani fizički rad, ubrzano disanje i mnogi drugi. Povećanu potrebu za željezom imaju djeca i adolescenti (zbog ubrzanog rasta), trudnice, davatelji krvi, osobe oboljele od celijakije, sportaši (zbog povećanog izlučivanja znojem i povećane proizvodnje hemoglobina) (Borić i Ivankić, 2015).

Premda je recikliranje željeza u organizmu (nakon razgradnje hemoglobina) vrlo djelotvorno, ipak se male količine stalno gube, uglavnom zbog ljuštenja sluznice crijeva. Zdrava odrasla osoba mora hranom unijeti oko 1 mg željeza na dan kako bi se nadoknadilo njegovo gubljenje. U žena se moraju apsorbirati i dodatne količine željeza kako bi se nadoknadio gubitak krvlju pri menstruaciji te, u slučaju trudnoće, kako bi ga fetus mogao iskorištavati tijekom razvoja. Većina željeza u hrani potječe iz hema koji se nalazi u mesu, a manjim se dijelom osigurava i iz neorganskog željeza koje je reducirano kiselinom iz želučanog soka (Levy i Berne, 1993).

Spojevi željeza u mesu, jajima, mlijeku i drugim namirnicama životinjskog porijekla nazivaju se hemskim željezom i svojim su sastavom slični željezu koje se nalazi u krvi čovjeka, dok se nehemsko željezo (ono iz hrane biljnog porijekla) dosta razlikuje od željeza u našoj krvi te se tek treba preraditi u pogodno željezo. Namirnice bogate hemskim željezom su meso i jaja, a nehemskim grah, bob, slanutak, špinat, brokula, sjemenke, suhe šljive i marelice, integralna pšenica i ječam, većina orašastih plodova (Li, 2008).

Bjelanjak jajeta smatra se idealnim izvorom bjelančevina jer sadrži sve esencijalne aminokiseline u pravim omjerima. Jaja su dobar izvor željeza, riboflavina (vitamina B2), folne kiseline, biotina, vitamina B12, vitamina D te vitamina E. Željezo u žumanjku jajeta, poput željeza u mesu, ima visoku bioraspoloživost; stoga se jaje preporučuje skupinama koje su u opasnosti od nedostatka željeza (Medić, 2013).

Pahuljice (Nestle) sadrže korisne bifidobakterije koje štite organizam i jačaju imunitet. Napravljene od 8 različitih žitarica (pšenica, raž, ječam, kukuruz, riža, proso, sirak, zob), veoma su bogate vlaknima što je važno za dobru pokretljivost crijeva, a time i bolju probavu. Pripremaju se s mlijekom ili mliječnim pripravkom po izboru (http://www.nestle.hr/, 2015).

Bob je jedna od najstarijih mahunarki koju čovjek jede. Željezo je mineral kojeg ima najviše u bobu. Naročito se preporučuje vrhunskim sportašima, djeci u razvoju, trudnicama, kao i onima koji se oporavljaju od infekcija ili operacija. Bob je dobar izvor vitamina B1 i B9, kao i vitamina C kojeg sadrži kao pola limuna.

Tikvica puter je zimska tikva, žute kože i narančastog mesa. Okus joj je sladak i orašast. Svaka šalica narezane butternut tikve sadrži oko 60 kalorija, 16 g ugljikohidrata i 3 g vlakana. Ona tijelu također pruža gotovo 300% dnevne potrebe za vitaminom A, 50% vitaminom C, 7% kalcija i 5% željeza (Li, 2008).

Brokula je odličan izvor folne kiseline koja je važna za zdravlje srca, a osobito potrebna ženama u trudnoći za očuvanje zdravlja ploda. Dobar je izvor kalcija koji je potreban za očuvanje i zdravlje kostiju, a zbog visokog sadržaja vitamina C, ujedno i dobar biljni izvor željeza s obzirom da vitamin C olakšava apsorpciju željeza (Salunkhe, Bolin, Reddy, 1991).

Špinat sadrži gotovo jednaku količinu željeza kao i većina zelenog lisnatog povrća (2-3mg /100g), ali oksalna kiselina koja se nalazi u špinatu ne veže uz sebe samo kalcij, već i veći dio željeza. Zbog toga se željezo koje se nalazi u špinatu gotovo neiskorišteno izlučuje iz tijela putem mokraće.

No, špinat je važna prehrambena namirnica zbog velike količine folne kiseline koja se u njemu nalazi. Folna kiselina ili vitamin B10, kao i vitamin C, veže uz sebe željezo te pomaže da tijelo što bolje iskoristi željezo iz špinata ili neke druge hrane biljnog podrijetla (Salunkhe, Bolin, Reddy, 1991). U tablici 1. prikazana je količina željeza prisutna u 100 grama izabranih namirnica.

Tablica 1. Prikaz udjela željeza u ispitanim namirnicama (mg/100g) poredan po veličini

VRSTA NAMIRNICE	UDIO ŽELJEZA U NAMIRNICI (mg/100g)
Cookie Crips	14,4
Fitness	8,8
Bob (sirov)	6,7
Špinat (kuhan)	3,6
Brokula (kuhana)	0,7
Tikvica puter	0,5

Željezo u elementarnom stanju posjeduje feromagnetička svojstva. To znači da se može magnetizirati nakon čega zadržava magnetična svojstva.

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, najčešći deficit u organizmu je nedostatak željeza. Vrlo česti uzrok je loša i neuravnotežena prehrana. Budući da sam sportaš i redovno brinem o svojoj prehrani, važno mi je da namirnice koje konzumiram budu što kvalitetnije. Upoznajući kroz nastavne sadržaje biologije i kemije značaj željeza za rad našeg organizma, zainteresirao sam se koliku količinu željeza unosim kroz raznolike namirnice u svoj organizam i je li ta količina dostatna, pa me to potaknulo na izradu ovog rada.

Cilj ovog rada je prikazati kako se opisanom metodom može jednostavno dokazati prisutnost željeza u raznim namirnicama koje svakodnevno konzumiramo, na primjer pahuljicama, svježem voću i povrću. Također, želim saznati sadrže li svježe namirnice koje kupujemo na tržnici, u usporedbi sa istovrsnim namirnicama iz trgovačkih centara, približno istu količinu prisutnog željeza ili postoji znatnija razlika. Želim provjeriti sadrže li doista pojedine namirnice veće količine željeza, kao što se navodi u literaturi. Zanima me i koliko su istiniti navodi na deklaracijama raznih vrsta pahuljica o količini prisutnog željeza u njima. Također, zanima me hoće li prethodna termička obrada utjecati na prisutnost željeza u prehrambenim namirnicama.

Pretpostavljam da će svježi uzorci iz privatnog uzgoja imati manji udio željeza od onih iz trgovina. Smatram da većina privatnih proizvođača ne brine toliko o sastavu i pH vrijednosti tla koji mogu utjecati na apsorpciju željeza iz tla u biljku. U trgovinama se prodaju proizvodi uzgajani od velikih proizvođača koji, pretpostavljam, više brinu o kakvoći i kvaliteti tla.

Pretpostavljam da će se prisutna količina željeza u testiranim namirnicama približno poklapati s podacima iz literature za većinu namirnica.

METODE RADA

Jedno istraživanje pokazalo je da se jednostavnim postupkom taloženja može uočiti prisutnost željeza u nekim namirnicama (agee i rowland, http://www.sciencebuddies.org, 2015). nastojali su dobiti potpuno homogenu smjesu miješanjem 250 ml vode i 250 ml namirnice u blenderu. tu smjesu su pretočili u plastičnu bocu s magnetom na vanjskoj stjenci, koji je prolaskom smjese kroz bocu na sebe privlačio ione željeza iz smjese (slika 1). bocu su lagano isprali destiliranom vodom jer ona ne sadrži nikakve otopljene ione. nakon sušenja, maknuli su magnet i uočili obris istaloženog željeza u boci koji pokazuje da ta namirnica sadrži željezo (slika 1).

Materijali

Kao referentni uzorci uzete su dvije vrste industrijski proizvedenih pahuljica (Fitness i Cookie Crips, proizvođača Nestle), odabrane vrste svježeg povrća (tikvica puter, brokula, špinat, bob) te jaja. Vrste svježeg povrća izabrane su prema udjelu magnezija, točnije izabrane su vrste koje imaju manji udio magnezija. Na taj način osigurava se čišći uzorak željeza nad magnetom.

Korišteno povrće dobiveno je iz dva izvora, privatnog uzgoja (isključivo za vlastitu upotrebu) i nabavljeno u supermarketu. Izabrane namirnice iz prirodnog uzgoja su: bob, jaje, tikvica puter, špinat i brokula, u supermaketu su nabavljene pahuljice Cookie Crips i Fitness, također špinat, brokula i tikvica puter. Korištena su dva izvora povrća kako bi mogao utvrditi utječe li razlika u uzgoju znatnije na količinu istaloženog željeza.

Izrada boce za izolaciju željeza

U eksperimentu su za svaki uzorak zasebno korišteni po jedna plastična boca volumena 1,5 L glatkih stjenki te magnet. Prvo je škarama odrezan donji dio plastične boce. Boca je polegnuta i na sredinu donje polegnute strane je pomoću ljepljive trake bio pričvršćen magnet. Korišteni su okrugli magneti promjera 4 cm.

Priprema uzorka

U pripremi uzorka za izolaciju trebalo je prvo prirediti po 250 mL svake namirnice. Za određivanje te količine namirnica korištena je staklena menzura volumena 1L.

Priprema pojedinačnih uzoraka

Nakon odvajanja od ljuske sadržaj jaja je kuhinjskom ručnom mješalicom izmiješan u homogenu smjesu. Potom je smjesa ulivena u menzuru. Za 250 ml bila su potrebna četiri jaja. Pahuljice su usitnjene kuhinjskim batićem u tarioniku kako bi prilikom mjerenja u menzuri bilo isključeno prisutstvo veće količine zraka između pahuljica. Špinat i brokula su prethodno prokuhani radi lakšeg miksanja. Prije miksanja prokuhani uzorak je pušten da se dobro ocijedi, a potom stavljen u menzuru. Tikvice su izribane na sitnom ribežu i također puštene da se iscijede.

Nakon pripreme i mjerenja 250 mL određenog uzorka stavljano je u mjernu zdjelu i miješano sa 250 mL destilirane vode. Miješanje se obavljalo štapnim mikserom sve dok nije dobivena rijetka tekućina bez komadića. Ako smjesa iz prvog miksanja nije bila dovoljno rijetka, dodano je još 100 mL destilirane vode.

U idućem koraku postavljena je velika zdjela i na nju oslonjena boca s magnetom. Kroz bocu je iz mjerne posude odlijevana pripremljena smjesa u zdjelu. Nakon prolaska kroz bocu smjesa je iz zdjele vraćena u mjernu posudu i ponovno propuštena kroz bocu. Propuštanje je ponavljano 4 puta (slika 1).

Slika 1. Prikaz postupka izolacije željeza

Nakon što je rijetka homogena smjesa u zadnjem ponavljanju bila propuštena kroz bocu, boca je bila dodatno isprana sa 150 mL destilirane vode, nakon čega je magnet bio maknut. Boca je bila ostavljena na sušenju sat vremena kako bi se obris istaložena željeza što bolje uočio.

Analiza podataka

Promatrani su dobiveni rezultati, tj. dobiveni obris željeza na unutarnjoj stjenci boce. Uzorci su mjereni milimetarskim papirom i fotografirani. Mjerenje je provođeno postavljanjem milimetarskog papira na vanjsku stjenku boce točno iza obrisa željeza. Uz pomoć milimetarskog papira izračunat je radijus obrisa kružnog oblika. Opseg je izračunat formulom za opseg kružnice ($2r*\pi$), a zatim je dobiveni opseg podijeljen na više kružnih lukova. Zbog nepravilnosti uzorka dobiveni opseg podijeljen je na više manjih kružnih lukova ne bi li dobivena duljina obrisa željeza bila što preciznija. Na kraju je rezultat preračunat u milimetre. S obzirom na nepravilan uzorak željeza, mjerenje nije bilo posve precizno jer dobiveni obrisi željeza na stjenci boce nisu bili pravilnog kružnog oblika. Ovim mjerenjem uspoređivani su rezultati za istovrsne namirnice iz trgovačkih centara (supermarketa) i tržnice (privatnog uzgoja).

REZULTATI

Sve boce, kao što je navedeno, ostavljene su na sušenju sat vremena, no već prije tog vremena obris željeza bio je uočen kod nekih smjesa. U boci gdje su se nalazile pahuljice Cookie Crips jasno je uočljiv obris željeza. Time je dokazano kako te pahuljice sadrže željezo. Duljina dobivenog obrisa je iznosila 9,5 mm. U drugoj boci, sa pahuljicama Fitness, također je uočen obris željeza (slika 3). Ovaj obris je veći od obrisa uzorka Cookie Cripsa i iznosio je 10,3 mm.

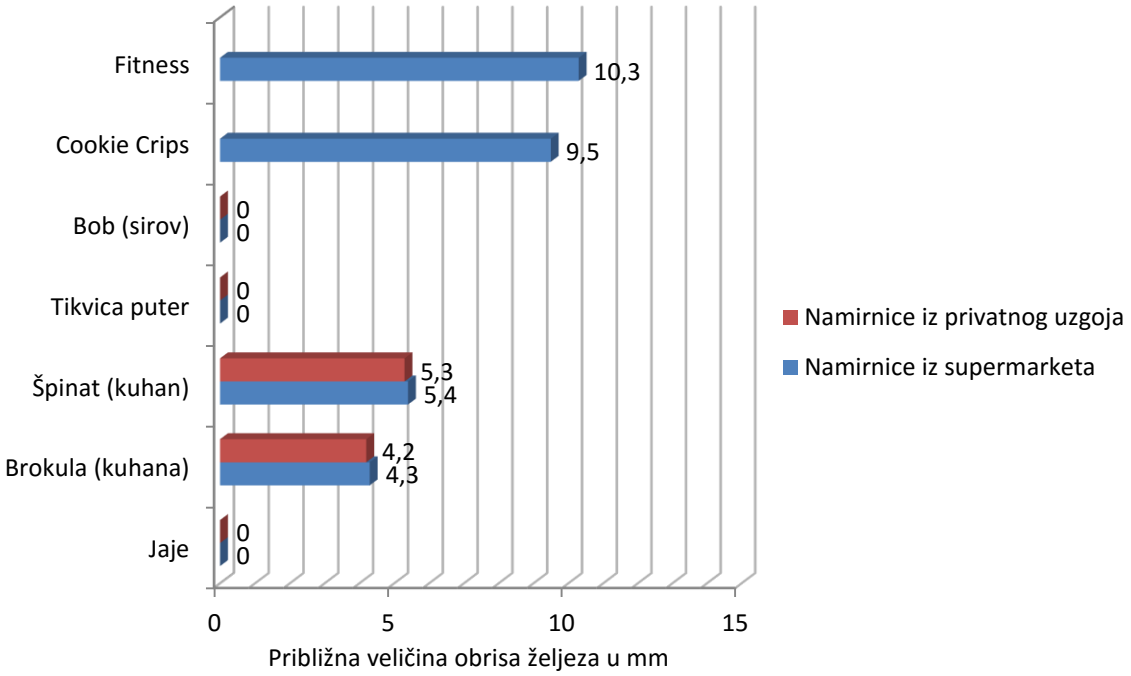
Na stjenkama boca s tikvicom i sirovim bobom nije uočen obris željeza. Obris nije uočen ni na stjenci boce kroz koju je propuštana smjesa s jajetom.

Oba uzorka špinata, iz privatnog uzgoja i iz supermarketa, pokazali su obrise željeza. Iz špinata iz

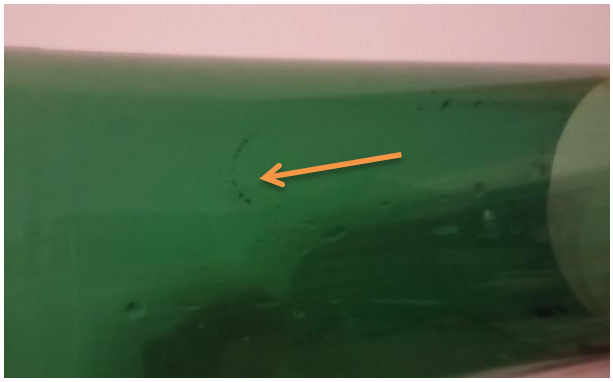
supermarketa se izolirao obris željeza veličine 5,4 mm, a iz privatnog uzgoja 5,3 mm. Isto je bilo i s uzorcima brokule uzetih iz navedena dva izvora .Iz brokule iz supermarketa se izolirao obris željeza veličine 4,3 mm, a iz brokule iz privatnog uzgoja se izolirao obris željeza veličine 4,2 mm.

Dobivene rezultate sam prikazao grafom (slika 2) u kojem sam na vodoravnoj osi iznio mjernu ljestvicu u mm, kojom sam predočio izmjereni obris željeza. Na okomitoj osi sam poredao ispitane namirnice. Plavom bojom sam označio namirnice iz supermarketa, a crvenom bojom sam označio namirnice iz privatnog uzgoja.

Dobivene rezultate sam predočio grafom tako da sam na okomitoj osi poredao ispitane namirnice, a na vodoravnoj osi sam prikazao mjernu ljestvicu u mm na kojoj sam predočio veličine obrisa željeza ispitanih namirnica. Plavom bojom su označene namirnice iz supermarketa, a crvenom bojom su označene namirnice iz privatnog uzgoja. Na grafu možemo uočiti da se iz pahuljica Fitness i Cookie Crips izolirao najveći obris željeza, a da brokula i špinat u oba slučaja daju obris željeza neznatne razlike. Tikvica puter, bob i jaje nisu dali obris željeza.



Slika 2. Grafički prikaz dobivenih rezultata.



Slika 3. Prikaz obrisa željeza na stjenci boce gdje su bile pahuljice Fitness

RASPRAVA

Rezultati su pokazali da obje vrste pahuljica korištenih u ovom eksperimentu sadrže dostatne količine željeza koje se može izolirati načinom koji je korišten u ovom pokusu, što potvrđuje navode iz literature. Naš eksperiment pokazao je da pahuljice Cookie Crips daju manji obris željeza od Fitness pahuljica što znači da sadrže manju količinu željeza nego pahuljice Fitness. Ti podaci odgovaraju navodima na deklaracijama. Na deklaraciji pahuljica Cookie Crips piše da 100 g sadrži 64% preporučenog dnevnog unosa (oko 8.8 mg), a na deklaraciji pahuljica Fitness čak 106% preporučenog dnevnog unosa na 100 g (oko 14.4 mg). Na stjenkama boca gdje su bile otopine s špinatom i brokulom dobiven je manji obris željeza od uzorka iz pahuljica, što je bilo i očekivano budući da pahuljice sadrže mnogo više željeza. Uspoređujući uzorke špinata i brokule iz privatnog uzgoja i onog iz supermarketa nismo uočili neke veće razlike. Naša hipoteza da će uzorci iz supermarketa, zbog bolje brige u uzgoju, imati veću količinu željeza pa time dati i veći obris, nije se pokazala točnom. Ovakvim načinom izolacije uzorke nije bilo moguće precizno usporediti.

U bocama gdje je bio bob nije dobiven obris, iako on prema literaturi (http://www.building-body.com, 2015.) sadrži veću količinu željeza od brokule i špinata, što je vidljivo i u tablici 1. Tikvica, također, kao uzorak nije dala obris željeza, iako smo takav rezultat možda trebali očekivati budući da ona sadrži vrlo male količine željeza. Moguće je nadalje da ove dvije namirnice sadrže željezo u obliku koji nije moguće izolirati ovom metodom. Iznenadio nas je rezultat u boci gdje je bilo jaje jer nismo dobili obris unatoč također većem udjelu negoli u brokuli i špinatu (jedno jaje od 48 g sadrži 1,4 mg željeza). To nas je posebno začudilo jer smo očekivali veći obris budući da je riječ o namirnici životinjskog podrijetla, odnosno hemskom željezu.

Ovim pokusom smo prikazali da industrijski obrađene namirnice sadrže veći udio dobivenog željeza, kojeg je i lakše izvući. Uspoređujući različite uzorke pokazali smo da se udio željeza u namirnici, ako je uopće izoliran, poklapa s veličinom obrisa željeza. Ovo istraživanje su već napravile druge autorice, Sara Agee i Teisha Rowland, pri tom pokusu su bile korištene samo žitarice (http://www.sciencebuddies.org/, 2015). Stoga smo ga odlučili proširiti dodajući kuhani špinat i brokulu, bob, jaje i tikvicu puter. Pritom smo koristili istu metodu i u tome donekle uspjeli, to jest dobili smo obrise kao dokaz da namirnice sadrže željezo. Međutim ova metoda nije se pokazala uspješnom za neke namirnice koje sadrže željezo, zbog toga što se željezo nalazi u različitim spojevima koji možda nemaju magnetska svojstva pa ih magnet nije mogao privući. Za veći obris na stjenci boce možda je bilo potrebno koristiti veći i jači magnet koji bi mogao privući veću količinu željeza. Preciznije rezultate mogli smo dobiti vaganjem, no obrisi željeza su bili premali za takvo mjerenje.

U nastavku istraživanja trebalo bi pripaziti na ove nedostatke, a također vjerojatno i povećati količinu ispitivanog uzorka.

ZAKLJUČCI

- Industrijski prerađene namirnice sadrže veći udio željeza zbog dodanog željeza kojeg je i lakše izdvojiti, za razliku od prirodnih namirnica s tržnice ili iz supermarketa koje sadrže manji udio izvornog željeza.
- Pokusom sam pokazao kako pahuljice sadrže veći udio željeza od povrća.

- Jednake namirnice iz privatnog uzgoja sadrže podjednaku količinu željeza, kao i te namirnice iz supermarketa, što se može uočiti na veličinama dobivenih obrisa željeza.
- Metoda izolacije željeza korištena u ovom eksperimentu nije se pokazala uspješnom kod nekih namirnica koje sadrže željezo.

LITERATURA

Borić N. i Ivankić D., 2015., Leksikon hranjivih tvari s detaljnim tablicama vrijednosti, Leo commere d.o.o., Rijeka

Robert M. Berne, Matthew N. Levy, 1993., Fiziologija, Medicinska naklada, Zagreb (str. 365)

Science Buddies staff - Magnificent breakfast cereal, 2015. http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project_ideas/biochem_p027.shtml, Pristupljeno: 11.11.2015.

http://www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Conssumer/NFLPM/ucm274593.htm, Pristupljeno: 18.12.2015.

Gnojidba-Željezo (Fe), 2012. http://www.gnojidba.info/mikroelementi/zeljezo-fe-1-dio/, Pristupljeno: 03.01.2016.

Building-body, Tablični prikaz nutritivnih vrijednosti hrane, 2015. http://www.building-body.com/tablicni-prikaz-nutritivnih-vrijednosti-hrane/, Pristupljeno: 29.12.2015.

Tomić M., Savjetodavna služba-Kloroza, 2013. http://www.savjetodavna.hr/savjeti/15/412/kloroza/, Pristupljeno: 12.1.2016.

Thomas S. C. Li, 2008., Vegetables and Fruits: Nutritional and Therapeutic Values, CRC Press, 1 izdanje

Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologija, biotehnologa i nutricionista, 2013. Jaje, dr.sc. Helga Medić, 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani, 1500 primjeraka, Zagreb , str. 238.-239.

Salunkhe, D. K., Bolin, H. R.,Reddy, N. R. ,1991., Storage, processing, and nutritional quality of fruits and vegetables, Volume I. Fresh fruits and vegetables, CRC Press, Boca Raton, FL., Pristupljeno: 2.05.2016.

MIKROPLASTIKA U RIBAMA

Vedrana Barišić, 1. razred
Ana Rusković, 1. Razred

III. gimnazija, Split
Mentor: Vesna Dobronić

SAŽETAK

Cilj je istraživačkog rada uočiti koliko je probavilo riba opterećeno mikroplastikom kao posljedicom onečišćenja mora. Materijali su prikupljeni na području Jadranskog mora od otoka Veli Drvenik do Omiša te od Splita do Šolte i Brača. Materijali su ribe *Mullus surmuletus, Merluccius merluccius i Mugil cephalus*. Ribama je ispražnjen probavni trakt. Sadržaj probavnog trakta stavljen je u petrijeve zdjelice i izvagan. U zdjelicu je dodana 30%-tna otopina vodikovog peroksida kako bi se razgradile organske tvari. Nakon pet dana zdjelice su pregledane stereolupom kako bi se provjerila prisutnost mikroplastike. Pronađena je mikroplastika kategorizirana te su izračunati udjeli svake kategorije po materjalu. U probavnom traktu 85% riba pronađena je mikroplastika, a 65 %-tna zastupljenost je filamentima. Bentoski materijali sadržavaju manji broj mikroplastike za razliku od nektonskih. U ribama su, bez obzira na način prehrane, pronađeni komadići mikroplastike čime je potvrđeno da je mikroplastika ušla u hranidbeni lanac mora. Sve ukazuje na opterećenost Jadranskog mora mikroplastikom. Ulaskom mikroplastike u hranidbeni lanac mora, poremetit će se ekološka ravnoteža što predstavlja opasnost za ekosustav. Potrebno je upozoriti na nesvjesno ispuštanje mikroplastike u more!

Ključne riječi: *PVC otpad, filamenti, prehrambeni lanac*

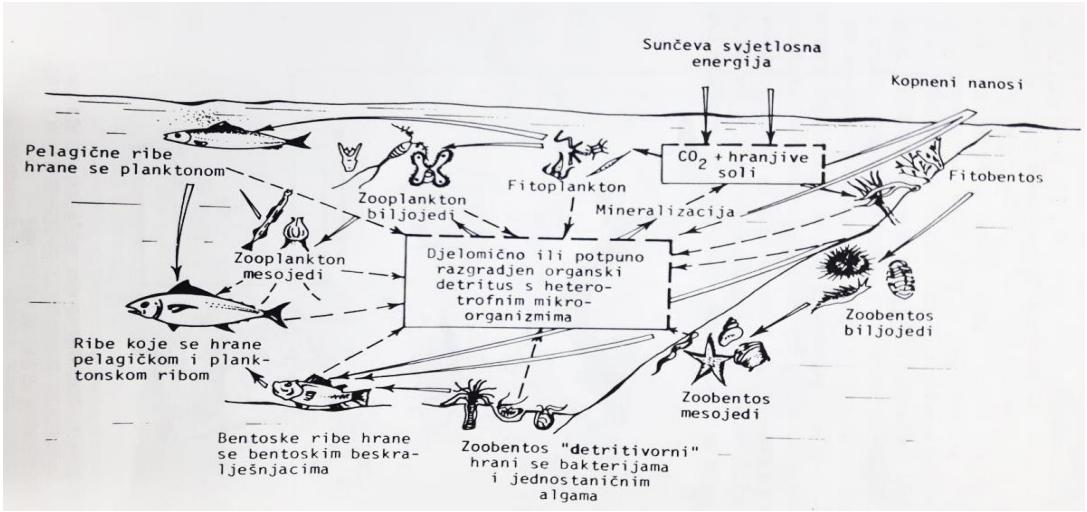
UVOD

Mikroplastika su sve čestice plastike manje od 5 mm. Jedan od glavnih izvora su kozmetički proizvodi koji dolaze kao granule ili kao vezivo u „pilingu", pastama za zube, gelovima za tuširanje i dekorativnoj kozmetici (slika 1). Također nastaje usitnjavanjem većih komada plastike u moru pod utjecajem sunca (UV zračenja), valova i vjetrova (ECCO Verde, 2015). Mikroplastika je kategorizirana prema izgledu i građi na šest kategorija: mikroplastični filmovi, fragmenti, peleti, granule, filamenti i pjene. Mikroplastični filmovi tanki su listići plastike, nepravilnog oblika, savitljivi (nisu čvrsti). Fragmenti su komadići plastike nepravilnog oblika, čvrsti su i mogu imati šiljaste ili zaobljene krajeve. Peleti su nepravilnog oblika, uobičajeno zaravnjeni s jedne strane. Granule su kuglastog oblika. Filamenti su tanka vlakna plastike, a mogu biti kratka i duga. Pjene su mekane građe, bijele ili žute boje (Tsangaris i Palatinus, 2015). Nije dokazano da male količine mikroplastike utječu na metabolizam organizama te zbog toga ne postoji obaveza da se na proizvodu označi korištenje mikroplastike.

Slika 1 Izvori mikroplastike u moru

Ribe su vodene životinje svrstane u niže kralježnjake. To su slatkovodni i morski organizmi (Dolenec i Rusak, 2010). Jadransko more obiluje velikim brojem vrsta riba koje ljudi koriste u prehrani .

Prehrana riba je raznolika i među njima možemo razlikovati isključive grabežljivice, ribe koje se hrane biljnom hranom, zatim one koje se hrane planktonom te ribe koje jedu miješanu hranu. Iz primljene hrane direktno se odvaja voda, topljivi minerali, vitamini i glukoza, a ostalo se priprema usitnjavanjem i djelovanjem enzima (pepsina i tripsina). Probavilo počinje usnom šupljinom na koju se nastavlja ždrijelo, jednjak, želudac, tanko i debelo crijevo te izmetni otvor (slika 4) (Dolenec i Rusak, 2010). Riba pribavlja hranu gutanjem vode čime i mikroplastika postaje dio njene prehrane. Ulaskom u probavu mikroplastika se ne izlučuje nego se akumulira u masno tkivo (ECCO Verde, 2015). Ribe su dio morskog ekosustava bogatog raznolikim organizmima (slika 2).



Slika 2 Morski ekosustav (Požar-Domac, 1988)

Trlja kamenjarka (*Mullus surmuletus*) (slika 3) život provodi uz dno gdje pronalazi bentoske organizme pomoću pipaka kopajući po pjeskovitom i kamenitom tlu. Nastanjuje obale istočnog Atlantika, od obala zapadne Norveške, Engleskog kanala do Kanarskog otočja, a moguće ju je pronaći i u Sredozemnom te Crnom moru (Ludo more, 2016).

Slika 3 Trlja kamenjarka (*Mullus surmuletus*)

Slika 4 Probavilo ribe

Oslić (*Merluccius merluccius*) je proždrljiva vrsta koja se uglavnom hrani manjom ribom, glavonošcima i račićima. Stanište mu je istočni Atlantik, od Islanda i Norveške do Mauretanije, te cijeli Mediteran, uključujući Jadran (Ludo more, 2016). Mlađi primjerci Cipla bataš (*Mugil cephalus*) hrane se zooplanktonom i sitnim beskralježnjacima, a odrasli uglavnom algama te ličinkama i račićima (Ludo more, 2016).

Svakog dana upozoravaju nas na zagađenje okoliša, ali većina ljudi za to ne mari jer smatra kako to ne utječe izravno na njihove živote. Suvremeni materijali od plastike među vodećima su na listi zagađivača okoliša. Plastika je izuzetno otporan materijal s dugim periodom razgradnje koji se mjeri desecima godina. Kako na kopnu tako i u svjetskim morima nalaze se velike količine otpadnih plastičnih materijala koji plutaju nošeni strujama ili se zadržavaju na morskom dnu. Oni se pod utjecajem UV zračenja, valova i morskih struja razlažu na mikroplastiku. Mikroplastika je sveprisutna u moru i zbog malih dimenzija na razne načine dospijeva u morske organizme te na taj način ulazi u hranidbeni lanac u kojem sudjeluje i čovjek. Potreba za ukazivanjem na taj problem dovela nas je do teme istraživačkog rada.

Cilj je istraživačkog rada uočiti koliko je probavilo riba opterećeno mikroplastikomn kao posljedicom onečišćenja mora. U ovom radu želimo istražiti količinu mikroplastike u probavilu riba Jadranskog mora. Pretpostavka je da će se u ribama naći komadići mikroplastike zbog zagađenja makroplastikom i nesvjesnim ispuštanjem mikroplastike u more.

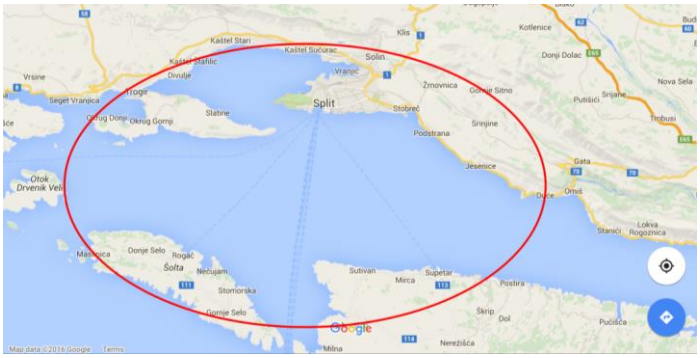
Ovim bi istraživanjem upozorili okolinu na opasnost unošenja mikoroplastike u organizam putem „zdrave prehrane“ te ćemo na taj način sugerirati pravilno tretiranje ribe pri pripremi jela. Također ćemo ukazati na opasnost ulaska mikroplastike u ekološki sustav putem hranidbenog lanca gdje će dugoročno izazvati probleme organizmima, a time će poremetiti ekološku ravnotežu.

METODE RADA

Istraživanje je rađeno u dvije faze. Prva je prikupljanje materijala, a druga obrada materijala.

Područje istraživanja

Materijali su prikupljeni na području Jadranskog mora od otoka Veli Drvenik do Omiša te od Splita do Šolte i Brača (slika 5). Materijali su ribe kupljene na ribarnici u više navrata. U periodu od 20. studenoga 2015. do 27. veljače 2016. obradila su se probavila 33 ribe od kojih je 12 jedinki vrste *Mullus surmuletus,* a ostala probavila od jedinki vrsta *Merluccius merluccius, Mugil cephalus* navedenih kao miješani materijali.



Slika 5 Područje porijekla analiziranih ribljih vrsta.

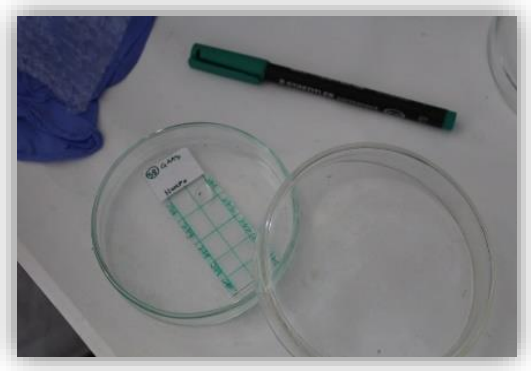
Priprema ribe za obradu

Ribi je izmjerena duljina ihtiometrom (slika 3) te težina vaganjem na digitalnoj tehničkoj vagi. Petrijeva zdjelica tarirana je na istoj vagi kako bi se dobili precizni rezultati. Također su zabilježene makroskopski vidljive deformacije na ribi.

Svaka je riba prorezana od analnog otvora prema glavi škarama za seciranje. Otvorenoj ribi pincetom su izvađeni želudac i crijeva, a ostatak je ribe odložen jer nije potreban za daljnji rad. Na osnovu relativne procjene kategorizirana je punoća probavnog trakta brojevima od 0 do 5 (0 - prazan probavni trakt, 5 - potpuno pun probavni trakt).

Želudac i crijevo sa sadržajem izvagani su, a rezultati zapisani u tablicu. Nakon toga ispražnjen je sadržaj želuca i crijeva te su materijali stavljeni u posebne staklene petrijeve zdjelice prethodno izvagane. Ti su materijali ponovno izvagani, a podatci zapisani u tablicu.

U svaku petrijevu zdjelicu dodano je od 1 do 3 ml 30%-tnog vodikovog peroksida (H_2O_2). Zdjelice su poklopljene staklenim poklopcem i ostavljene 5 dana da bi se izdvojile anorganske tvari ako ih ima. Nerazgrađeni ostatci pregledani su pod stereolupom te su metalnom pincetom izdvojene obojene tvari i prebačene na predmetno stakalce (slika 6). Mikroplastika se kategorizira prema izgledu i građi na šest kategorija: film, fragment, pelet, granula, filamenti i pjena.



Slika 6 Izdvajanje mikroplastike

Svi su dobiveni rezultati obrađeni po formulama iz kojih se vidi zastupljenost mikroplastike u ribama (postotak riba s mikroplastikom), udio određene kategorije mikroplastike u ukupnoj količini nađene mikroplastike (iz čega se vidi podrijetlo mikroplastike - mkp).
Formule:

$$\frac{\text{N (riba s mkp)}}{\text{N(ukupan riba)}} = \%\ \text{zastupljenosti mkp u ribama}$$

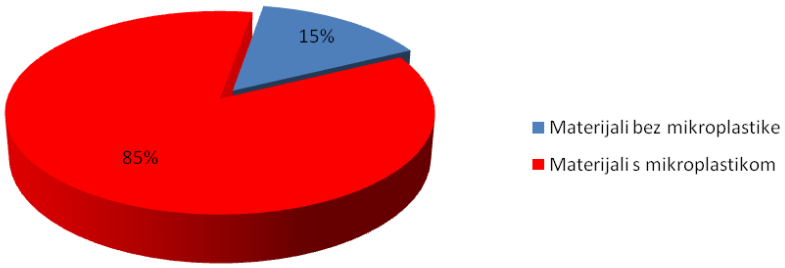
$$\frac{\text{N (komada pojedine kategorije mkp)}}{\text{N (ukupno komada mkp)}} = \text{udio određene kategorije mkp u ukupnoj količini mkp}$$

mkp - mikroplastika N – broj

REZULTATI

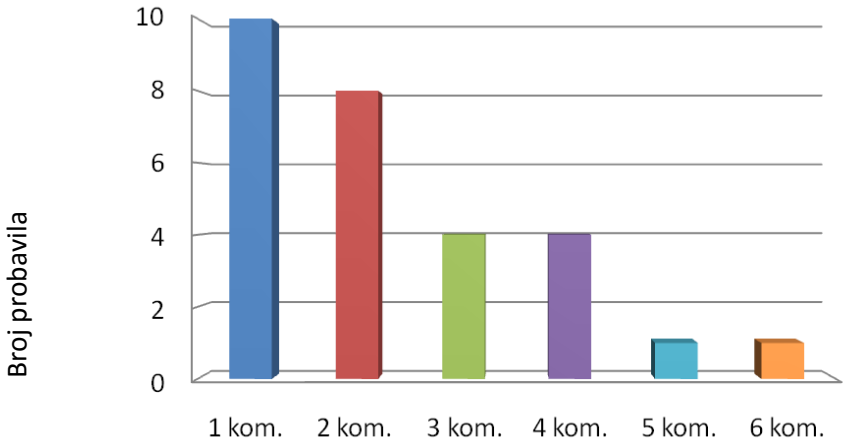
Zastupljenost mikroplastike u materijalu

U 85% ribljih probavila pronađena je mikroplastika (slika 7). Po kategorijama mikroplastike nađeni su filamenti, filmovi i fragmenti (slika 8).



Slika 7 Prisutnost mikroplastike u ribama

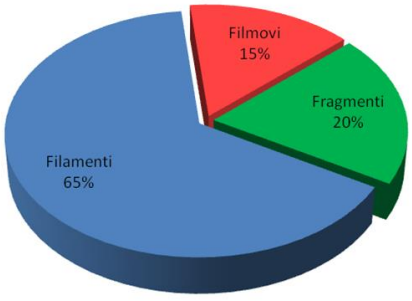
U ribama je pronađeno od 1 do 6 komada mikroplastike, 31% probavila je sadržavalo po jedan komad mikroplastike (slika 8).



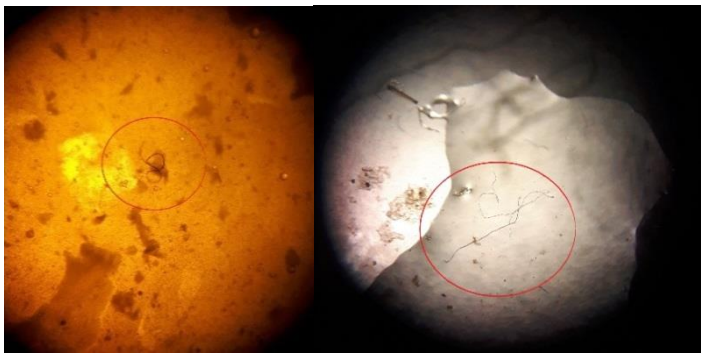
Slika 8 Brojnost mikroplastike po probavilu ribe

Zastupljenost mikroplastike u probavilima po kategorijama

Najveća zastupljenost mikroplastike u materijalima je u obliku filamenata (slika 9 i 10), a podjednako su zastupljeni filmovi i fragmenti (slika 11).



Slika 9 Zastupljenost pojedinih vrsta mikroplastike u probavilu riba

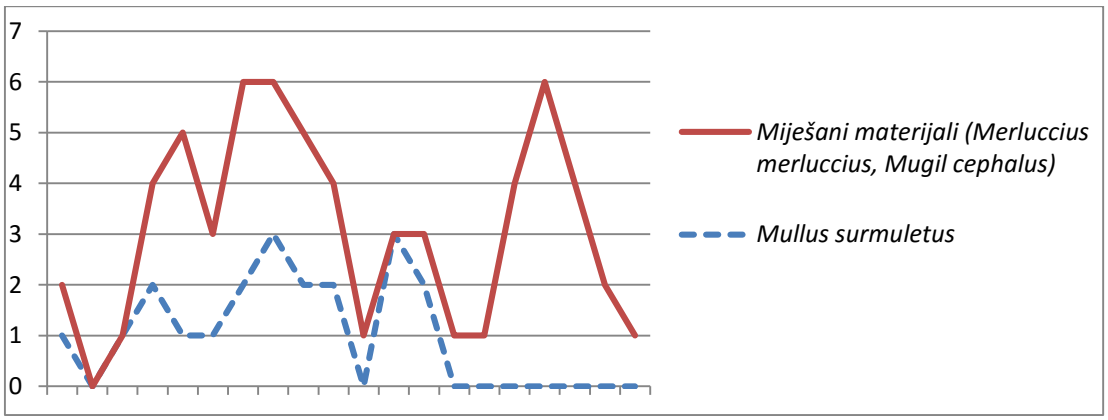


Slika 10 Crni filamenti

Slika 11 Narančasti fragment

Zastupljenost mikroplastike u pojedinim materijalima

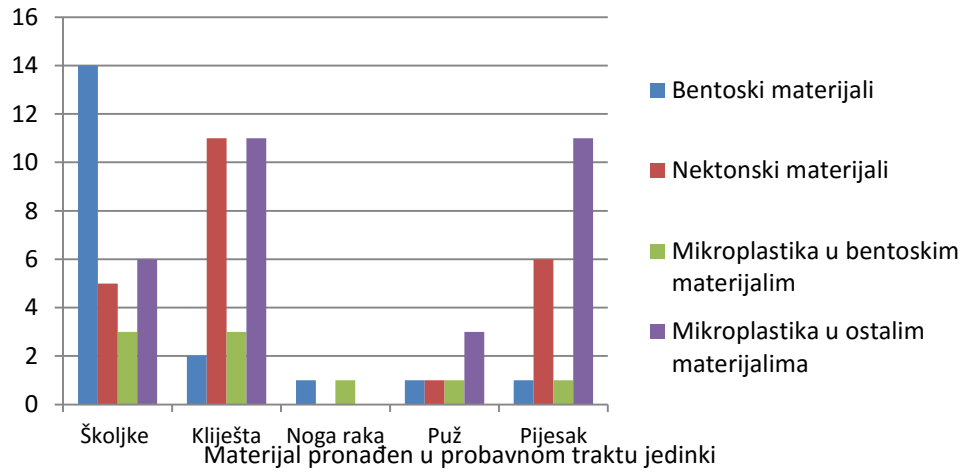
Mullus surmuletus imaju manji udio mikroplastike za razliku od ostalih vrsta riba, koje većinom imaju više od 3 komada mikroplastike (slika 12).



Slika 12 Udio mikroplastike u materijalima s obzirom na vrstu

Utjecaj mase, punoće i sadržaj probavnog sustava na brojnost mikroplastike

Što je veća masa i popunjenost probavila, veća je brojnost mikroplastike. Mikroplastika je pronađena u probavilima kod sve tri vrste bez obzira na način prehrane i stanište. To je ukazatelj da je mikroplastika ušla u hranidbeni lanac (slika 13).



Slika 13 Usporedba brojnosti mikroplastike i bioloških ostataka u probavnom traktu svih jedinki

RASPRAVA

Cilj istraživačkog rada bio je uočiti koliko je probavilo riba opterećeno mikroplastikom kao posljedicom onečišćenja mora. Ovim radom željeli smo istražiti kolika se količina mikroplastike nalazi u probavilu riba Jadranskog mora. Iako mnogi kažu kako živimo na području gdje je čistoća i prozirnost mora iznimno velika, to ne mora nužno značiti da more nije zagađeno. Na temelju odabranih ribljih materijala odlučili smo provjeriti koliko je naše more uistinu čisto te utječe li svjesno ili nesvjesno ispuštanje makroplastike, a osobito mikroplastike, u more na naš život.

Materijal smo ostavili u otopini vodikovog peroksida kako bi se organske tvari razgradile te smo na taj načini omogućili lakše razabiranje mikroplastike koja je vrlo postojana. Promatrajući materijal, u 85% riba naišli smo na mikroplastiku (slike 7, 8, 10, 11 i 12) te smo tako uočili da ribe svojim prehranjivanjem unose oku nevidljive čestice nečistoće koje opterećuju more. Uočenu mikroplastiku kategorizirali smo na filmove (tanki listići plastike), filamente (plastična vlakna) te fragmente (komadići plastike). Najveći udio (65%) nađenih komadića jesu filamenti (slike 9 i 10). Pretpostavljamo da uzrok leži u tekstilnoj industiji koja sve više koristi PVC materijale u proizvodnji odjeće. Filamenti dolaze u more otpadnim vodama izravno iz naših perilica rublja: oko 2000 vlakana može biti isprano s jednog komada odjeće u jednom pranju (Project Aware, 2011). Količina filma i fragmenata približno je slična, međutim udio filamenata je veći. Filmovi su nastali raspadom tanjih komada plastike kao što su plastične vrećice, a fragmenti su nastali raspadom plastičnih masa kao što su plastične boce, igračke i sličan makroplastični otpad koji zbog antropogenog djelovanja završi u moru. Na temelju usporedbe brojnosti mikroplastike, mase i punoće probavnog trakta utvrdili smo da što više hrane riba probavi, to više mikroplastike završi u njenom probavilu. To se podudara s činjenicom da je stanište proučavanih ribljih vrsta opterećeno velikom količinom mikroplastike unesene antropogenim djelovanjem (slika 1). Također je to potvrđeno istraživanjem u Sjevernom moru od Nerland i sur (2014) u kojem je u 88% materijala pronađena mikroplastika.

Uočeno je također da sve ribe bez obzira na prehranu imaju komadiće mikroplastike, s tim da nektonske ribe imaju veći udio mikroplastike u probavilu od bentoskih (slika 12). To ukazuje da je mikroplastika ušla u hranidbeni lanac Jadranskog mora (slika 2) što se podudara s istraživanjima ostalih područja (Nerland i sur, 2014). Rezultati naših istraživanja povezani su s utjecajem na zdravu mediteransku prehranu kojom možemo nesvjesno ugroziti zdravlje samim ulaskom mikroplastike u probavni trakt riba. Riba je izravno zagađena mikroplastikom koja postupno iz probavila prelazi u tkivo ribe, a njenim konzumiranjem i u naš organizam (ECCO Verde, 2015). Time štetimo svojem tijelu jer misleći kako se zdravo hranimo možemo narušiti hormonalnu i metaboličku ravnotežu (Dolenec i Rusak, 2010). Naše tijelo u stanju je probaviti malu količinu mikroplastike, ali ako dođe do akumuliranja tih polimernih molekula u našem probavilu, mogli bismo opasno ugroziti svoje zdravlje. Na ovaj način treba skrenuti pozornost na opasnost unošenja mikroplastike putem zdrave prehrane u naš organizam te je potrebno obavezno odstraniti riblji probavni sustav pri pripremanju ribljih jela.

Treba također ukazati na opasnost mikroplastike koja je ušla u ekološki sustav putem hranidbenog lanca mora gdje će dugoročno izazvati probleme u organizmima i time poremetiti ekološku ravnotežu.

ZAKLJUČCI

- 85 % istraživane ribe zagađeno je mikroplastikom.
- Najviše riba (32 %) ima samo jedan komad mikroplastike u probavilu.
- Najveći udio mikroplastike (65 %) u obliku je filamenata, a filmova i fragmenata ima od 15 do 20 %.
- Što je veća masa i popunjenost probavnog trakta, to je veća brojnost mikroplastike.
- Bentoske ribe koje se hrane bentoskim beskralješnjacima imaju manji broj mikroplastike u probavilu od ostalih riba.
- Prilikom pripreme ribe za jelo treba ukloniti probavni sustav ribe.
- Jadransko more opterećeno je mikroplastikom.
- Mikroplastika je ušla u hranidbeni lanac jadranskog mora čime će se poremetiti ekološka ravnoteža. Ulaskom u hranidbeni lanac mikroplastika predstavlja opasnost za ekosustav.
- Potrebno je upozoriti na nesvjesno ispuštanje mikroplastike u more!

LITERATURA

Anastasopoulou A., Mytilineou Ch., 2015. Protocol for macro litteringestedinfish stomachs. DeFishGear- projekt sufinanciran od EU.

Dolenec Z., Rusak G. 2010. Živi svijet 2: Ribe. Tamara Mezga, prof. Profil, Zagreb.

ECCO Verde. Mikroplastika - dvostruka opasnost. Pristupljeno 20. 11. 2015. https://www.ecco-verde.hr/info/beauty-blog/mikroplastika-dvostruka-opasnost

Google maps. Pristupljeno 15. 3. 2016. https://www.google.com/maps/@43.4531952,16.4387293,11z

Ludo more. Oslić. Pristupljeno 15. 3. 2016. http://ludomore.com/wiki/ribe/clanak/oslic-merluccius-merluccius

Ludo more. Cipal bataš. Pristupljeno 15.3.2016. http://ludomore.com/wiki/ribe/clanak/cipal-batas-mugil-cephalus

Ludo more. Trlja kamenjarka. Pristupljeno 15. 3. 2016. http://ludomore.com/wiki/ribe/clanak/trlja-kamenjarka-mullus-surmuletus

Nerland I. L., Halsband C., Allan I., Thomas K. V. 2014. Microplastics in marine environments: Occurrence, distribution and effects. Pristupljeno 20.3.2016. http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M319/M319.pdf

Project Aware. Washing machines cause 'microplastic' pollution. Pristupljeno 12. 3. 2016. http://www.projectaware.org/update/washing-machines-cause-microplastic-pollution

Požar-Domac A. 1988. O Biologiji mora: Kruženje materije i protjecanje energije u ekosistemu mora. Hrvatsko ekološko društvo i dr. Ante Pelivan, Zagreb, str 33.

Tsangaris C., Palatinus A. 2015. Monitoring microplastic litter in biota. DeFishGear projekt sufinanciran od EU.

IZ ZAPISA BUKVI (FAGUS SYLVATICA L.) S IVANČICE I KALNIKA

Julia Jelena Toplak, 2. razred

Srednja škola Prelog, Prelog
Mentor: Mišo Rašan

SAŽETAK
Određivan je prosječni radijalni prirast bukve, odnos prosječnog radijalnog prirasta prvih i zadnjih deset godova, brojnost lažnih godova i uspoređivan je prosječni prirast po lokacijama. Ciljevi provedenog istraživanja su određivanje i uspoređivanje prosječnog radijalnog prirasta bukve na sjevernim i južnim padinama Ivanščice i Kalnika. Također cilj je i usporediti širine godova bukve u odnosu na nadmorsku visinu i tip tla na Ivanščici i Kalniku. Uzorci su nakon bušenja obrađivani brusnim papirom. Prosječna širina godova za svaku lokaciju određena je metodom „skeleton plota". Uzorkovano je ukupno 40 izvrtaka bukve na 6 različitih ploha Kalnika i Ivanščice. Najpovoljniji životni uvjeti za rast bukve metodom radijalnog prirasta ustanovljeni su na istraživačkoj plohi JK, a najnepovoljniji na JI1. Na 95% uzoraka ustanovljena je prisutnost lažnih godova.

Ključne riječi: *bukva (Fagus sylvatica L.), Ivanščica, Kalnik, radijalni prirast, lažni god, izvrtak*

UVOD

Područje istraživanja

Kalnik je gorski masiv smješten u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske na granici Zagorja, Prigorja i Podravine, odnosno između Ivanščice i Bilogore. Pruža se u smjeru jugozapad-sjeveroistok. Prema geološkoj građi Kalnik je vrlo raznovrstan jer je građen odviše tipova stijena različite starosti od trijasa do tercijara i kvartara (Horvat, 2012.). Ipak, prostorno su najzastupljenije karbonatne stijene u obliku sedimenata iz miocena uglavnom na južnom i zapadnom dijelu. Geološka građa Kalnika uvelike utječe na pojavnost reljefnih oblika. Brojne strme i potočne doline razdjeljuju Kalnički masiv na više dijelova. Južne ekspozicije masiva su u principu manje strme od sjevernih. Sastoje se od blagih i na vrhu zaobljenih brežuljaka na kojima su smještena mala naselja. Prostor na sjeveru je uglavnom strmiji, urezan dubokim i strmim jarcima rijeke Bednje. Različiti tipovi tala su rasprostranjeni na matičnim stijenama Kalnika. Uglavnom su kisela i bazična. Od bazičnih tala prisutni su: crnica, smeđa i lesivirana tla, a kisela tla su smještena na pješčenjacima i šljuncima (Horvat, 2012.).

Nadmorska visina ploha obraslih šumom kreće se od uglavnom 200 m do 643 m nadmorske visine, a poljoprivredne površine dosežu do 400 m apsolutne visine (Rauš i Matić 1974.). Prema biljnom pokrovu odnosno vegetaciji, na Kalniku se razlikuju tri pojasa. Nizinski pojas (1.) je vrlo siromašan drvenastim vrstama, a sastoji se od životnih zajednica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i graba, a uz potoke su zastupljene vrbe i topole. Brežuljkasti ili kolinski vegetacijski pojas (2.) se uglavnom sastoji od hrasta lužnjaka i mjestimično hrasta medunca (*Quercus pubescens* Wild.), obične bukve (*Fagus sylvatica* L.), divlje trešnje (*Prunusavium*L.), crnog jasena (*Fraxinu sornus* L.), crnog graba (*Ostrya carpinifolia* Scop.) i klena (*Acercampestre*L.). Na kiselim tlima se pojavljuje pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.). U brdskom ili montaskom pojasu (3.) je najzastupljenija životna zajednica obične bukve s dva potpojasa. Na nižim dijelovima je uglavnom čista šuma obične bukve, a na višim dijelovima je mješovita šuma obične bukve i jele (*Abies alba* Mill.) (Vukelić, 1991.).

Ivanščica je najviša planina Hrvatskog zagorja, prostire se ulančano u smjeru zapad-istok, duljine 27 km. U najširem dijelu udaljenost između Belca i Ivanca iznosi 9 km (Poljak, 1986.). Njen najviši vrh je

na 1066 m nadmorske visine. Južne padine su uglavnom puno blaže u odnosu na sjeverne koje su poprilično strme. Zbog nepristupačnosti sjevernih padina na njima su očuvane praiskonske životne zajednice šuma. Na južnim padinama prirodne šume su pretežito iskrčene i pretvorene u naselja i obradive površine. Stijene Ivanščice su uglavnom sedimentne u kojima prevladavaju karbonati s nešto silikata. Visinski raspored biljnih zajednica Ivanščice se razlikuje na sjevernim i južnim padinama. Na najnižim terenima je rasprostranjena šuma hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) i običnog graba (*Carpinus betulus* L.). Ta životna zajednica uglavnom je degradirana i na sjevernim i na južnim padinama. Na višim nadmorskim visinama sporadično se pojavljuje i hrast medunac. Iznad pojasa hrasta kitnjaka i običnog graba su rasprostranjene šume obične bukve. Tamo gdje je klima oštrija u zajednici s bukvom pojavljuje se jela.

Klima Kalnika i Ivanščice je gotovo istovjetna zbog geografskog smještaja i biljnog pokrova. Izuzetak su područja Ivanščice s višom nadmorskom visinom. Tamo su klimatski uvjeti ekstremniji u odnosu na klimu Kalnika, naročito zimi. Čitavo područje je smješteno u zoni umjereno-kontinentalne klime sa srednjom godišnjom temperaturom 9.8 °C i prosječnom godišnjom količinom padalina od približno 900 mm/m2. Godišnja kolebanja temperature iznose čak do 65°C. Najbliža meteorološka postaja opisivanog prostora smještena je u Varaždinu. Najniža izmjerena temperatura u Varaždinu je iznosila -26,8°C, a najviša 37,6°C (Horvat, 2012). Pretpostavlja se, iako nisu izmjerene, da su na Ivanščici i Kalniku zbog više nadmorske visine temperature zimi još niže. Pravilo je da svakih 200 m nadmorske visine u prosjeku temperatura je niža 1°C (Feletar i sur., 2014.).

Poznato je desetak vrsta roda *Fagus*, od toga neke nastanjuju prostor Hrvatske. To su: obična ili europska bukva bukva (*Fagus sylvatica* L.) i azijska bukva (*Fagus orientalis* Lipsky). Obična bukva je zastupljena s dva klimatska tipa, dinarska i panonska.

Stablo bukve naraste do 40 m visine, promjer debla je i do 2 m (Gelenčir i Gelenčir, 1991.). Kora joj je glatka i svijetlosive boje (Pavičić i Hudek, 1997.). U gustom šumskom sklopu krošnja bukve je smještena uvijek na vrhu. Zbog nedostatka svjetlosti, starije grane se osuše i otpadnu. Na tom mjestu na deblu ostaje neko vrijeme ožiljak. Mnoštvo listova u krošnji sprječava prolaz svjetlosti do prizemnog sloja. Stoga su šume bukve šume sjene (Pavičić i Hudek, 1997.). Bukva u tlu razvija plitki korijen, ali snažno razvijen. Cvate od travnja do svibnja. Jednodomna je biljka s jednospolnim cvjetovima (Magdefrau i Ehrendorfer, 1984.). Cvjetovi su neugledni te se oprašuju vjetrom. Muški cvjetovi smješteni na dugim stapkama u obliku čuperaka. Ženski cvjetovi su smješteni po dva u istom ovoju. Iz njih se razvijaju dva ploda nepucavca tzv. bukvice (Gelenčir i Gelenčir, 1991.).

Bukva je drvo vrlo široke ekološke valencije na različite abiotičke čimbenike. Upravo ta široka ekološka valencija joj omogućuje široko rasprostranjenje. Izuzetno dobro podnosi niske temperature tijekom zime (Spanos i Gaitanis, 2010.). Životne zajednice u kojima je zastupljena bukva su rasprostranjene na svim tipovima stijena. Pojavljuje se na staništima koja su izrazito kisela do onih ekstremno bazičnih (Trinajstić, 2003.) svih mogućih ekspozicija od planinskog do subalpskog pojasa.

Na prostoru Hrvatske obična bukva je zastupljena u brojnim šumskim zajednicama horizontalnog i vertikalnog rasprostranjenja (Rauš i Vukelić, 1998.). Uzrok takve rasprostranjenosti je široka ekološka valencija i povoljni životni uvjeti na staništu. Obična bukva na prostoru Hrvatske je učestala na 1,1

milijun ha. To je 56,5% ukupne površine šuma u nas (Matić, 1996.). U mješovitim sastojinama s hrastom kitnjakom obična bukva dolazi na oko 700 000 ha, čistih bukovih šuma ima oko 250 000 ha, a mješovitih šuma obične bukve i jele ima oko 165 000 ha.

U hrvatskom jeziku pojam „drvo“ ima dva značenja. U biološkom smislu podrazumijeva stablo, odnosno cijelu živu biljku. U tehničkom smislu pak podrazumijeva neživi materijal kojeg proizvodi stablo. U daljnjem tekstu pod pojmom drvo se podrazumijeva biološko značenje.

Drvo je tvrda vlaknasta tvar koja zauzima prostor između kore i srčike kojeg proizvode samo više vaskularne biljke. Središnji dio drva čini srčika (primarno trajno staničje), koja je stalna tijekom cijelog života stabla. Samo drvo je praktički sekundarni ksilem koji povećava svoj promjer tijekom cijelog života stabla. Na kori je moguće razlikovati dva sloja: vanjski i unutrašnji. Vanjski sloj kore služi kao omotač. Zahvaljujući sloju kambija (stanice koje se dijele i omogućuju sekundarni rast u širinu) svake godine nastane novi unutarnji sloj kore. Taj sloj čini provodno tkivo floema koje otopljene organske tvari iz lista transportira u ostale dijelove biljke. Stariji slojevi drva su smješteni bliže srčiki, a mlađi bliže kori. Na poprečnom prerezu stabla vidljivi su već prostim okom nizovi koncentričnih krugova. Oni predstavljaju zone godišnjeg prirasta drva. Nazivamo ih godovi. Razmak između godova je prirast tijekom jedne vegetacijske sezone. Stanice koje producira kambij na početku vegetacijske sezone su većeg promjera (rano drvo) u odnosu na stanice koje nastaju potraj vegetacijske sezone koje su tamnije (kasno drvo). Postoje razlike u širini godova drveća iste vrste. To ovisi prije svega o ekološkim uvjetima na staništu i položaju stabla u sastojini. Stabla će u povoljnijim uvjetima stvarati veći razmak između godova. Tijekom vegetacijske sezone moguća je pojava lažnih godova. Lažni godovi mogu biti posljedica najezde insekata koji obrste listove (defolijacija) ili razdoblja suše nakon koje se pojavljuje razdoblje jakih oborina. Obično se pojavljuju tijekom kasnog ljeta ili rane jesene u umjerenim klimatskim pojasima. Pojava lažnih godova je povezana i s padom koncentracije hormona auksina (www.sumfak.unizg.hr).

Debljinski prirast stabla bukve ovisi o više čimbenika. To su dimenzije stabla, struktura sastojine u kojoj stablo raste, kompeticijski odnosi na staništu, klimi, sastavu tla, genetičkoj predispoziciji, oštećenjima na stablu, predatorima, nagibu terena, ekspoziciji, nadmorskoj visini i brojnim drugim utjecajima (Božić, 2010.). Ukoliko bilo koji ekološki čimbenik odskače od raspona optimuma dolazi do usporavanja prirasta. Jedan od glavnih limitirajućih čimbenika rasta je raspoloživost vode u tlu. Reakcije bukve na sušu su istraživali Gallé i Feller (2007.) Oni su ustanovili opadanje neto fotosinteze i provodljivosti puči usporedno sa smanjenjem količine vode u strogo kontroliranim uvjetima. Puči na listovima su bile potpuno zatvorene nakon 14 dana bez zalijevanja, a fotosinteza je bila potpuno inhibirana. Nakon ponovnog zalijevanja došlo je do povećanja neto fotosinteze i provodljivosti puči. Neto fotosinteza s početka istraživanja se uspostavila tek nakon 4 tjedna intenzivnog zalijevanja dok je provodljivost puči bila nešto niža u odnosu na početnu. Isto tako je ustanovljena bitna razlika u rastu u visinu kao i u prirastu tijekom perioda namjerno izazvane suše. Mlađa stabla imaju veći prirast od starijih (Bezak, 2001.) Širina godova drveća iste vrste koje raste u sjeni u principu više varira u odnosu na ono koje raste na svjetlu. Prema pravilnosti u rasporedu godova cijeni se kvaliteta drveta na tržištu.

Šuma je prirodni ekosustav najvećeg dijela Republike Hrvatske u kojem pokrovom dominiraju drvenaste višegodišnje biljke. Te drvenaste biljke osim produženog rasta pomoću vršnih meristema, također rastu u širinu pomoću meristemskih stanica kambija. Opće je poznato kako su zone prirasta drveća vidljive na oborenim stablima ili panjevima u obliku koncentričnih krugova. To su godovi. Godišnji prirast stabla bukve ovisi o različitim abiotičkim i biotičkim čimbenicima na staništu. Budući da je bukva eurivalentna vrsta širokog rasprostranjena zanimala me povezanost širine godova, odnosno godišnjeg prirasta stabla u odnosu na nagib terena i nadmorsku visinu. Nakon proučavanja literature i promatranja na terenu odlučila sam se na istraživanje prirasta bukve u prirodnom okruženju Ivanščice i Kalnika.

Ciljevi:

- utvrditi prosječni radijalni prirast bukve na istraživačkim plohama sjevernih i južnih padina Ivanščice i Kalnika
- usporediti prosječni radijalni prirast uzorkovanih stabala prvih i zadnjih deset godina života
- usporediti godišnje priraste uzorkovanih stabala metodom skeleton plota
- usporediti širine godova bukve u odnosu na nadmorsku visinu na Ivanščici i Kalniku
- odrediti godine minimalnog i maksimalnog prirasta na različitim istraživačkim plohama navedenog područja
- analizirati postoji li povezanost širine godova bukve s nagibom na terenu
- utvrditi postoje li razlike u prirastu bukovih stabala koja rastu na istoj plohi ujednačenih ekoloških uvjeta
- utvrditi eventualno postojanje lažnih godova.

Hipoteze:

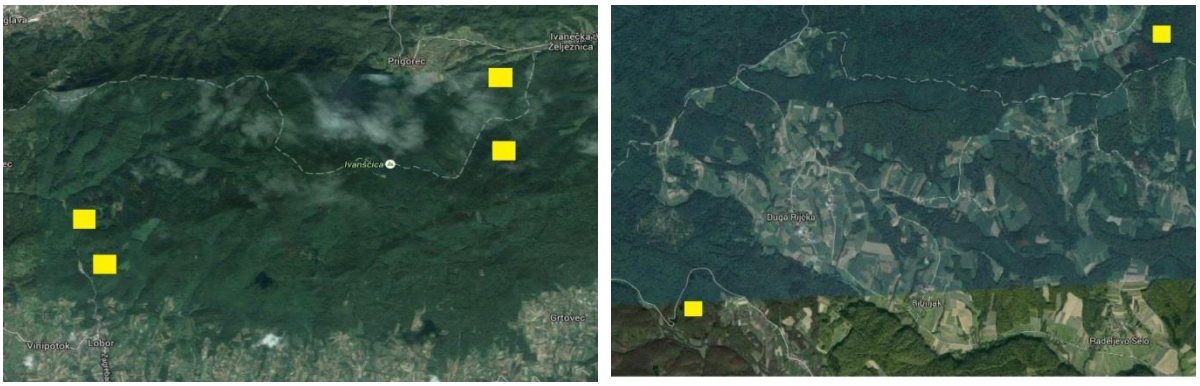
- budući da je Ivanščica položena u smjeru istok – zapad, a Kalnik jugozapad-sjeveroistok, pretpostavlja se kako južne padine, pa tako i biljni pokrov, primaju više svjetlosti u odnosu na sjeverne padine; slijedom toga očekujem veći prirast na južnim padinama obiju planina
- pretpostavlja se da će na višoj nadmorskoj visini biti manji radijalni prirast, time i manji prirast drvne mase; prosječne godišnje temperature su obično niže na višoj nadmorskoj visini pa su i životni procesi biljaka sporiji, isto tako na višoj nadmorskoj visini je kraće vegetacijsko razdoblje
- minimalnu širinu godova treba povezati s klimatskim uvjetima koji nisu u rasponu ekološkog optimuma na staništu
- očekujem manji prirast drvne mase na onim plohama gdje je veći nagib jer su takve plohe sklonije ocjeđivanju
- pretpostavlja se da će debljinski prirast na ispitivanim uzorcima biti različit čak i na istoj plohi gdje prevladava gotovo isti intenzitet abiotičkih ekoloških čimbenika zbog međusobnog „nadmetanja“ stabala različite starosti i visine
- pojavnost lažnih godova je moguća kao posljedica ekstremnih klimatskih uvjeta na staništu u pojedinim godinama.

METODE RADA

Metode

Odabir lokacija za uzorkovanje izvrtaka bukve

Zbog velike rasprostranjenosti životnih zajednica bukve na Kalniku i Ivanščici odlučeno je istraživanje locirati upravo na tim prostorima. Vlasnik glavnine šumskih površina istraživanog područja je država Hrvatska, a u njeno ime i u njenu korist tim šumama gospodari poduzeće Hrvatske šume d.o.o.. Stoga je od Hrvatskih šuma zatraženo i dobiveno dopuštenje za prikupljanje uzoraka na plohama u njihovom vlasništvu na području Kalnika i Ivanščice. Vlasnik je prema potrebama istraživanja odredio plohe za uzimanje izvrtaka bukve. Na Ivanščici su odabrane četiri plohe (slika 1). Dvije plohe su na sjevernim padinama u blizini naselja Prigorec (N46.192905, E16.145118 - oznaka **SI1** i N46.190129, E16.143732 - oznaka **SI2**) pod upravom šumarije u Ivancu. Druge dvije plohe na Ivanščici smještene su na južnim padinama u blizini naselja Lobor (N46.190129, E16.143732 – oznaka **JI1** i N46.166799, E16.085926 – oznaka **JI2**) pod upravom šumarije u Zlataru. Istraživačke plohe na sjevernoj i južnoj padini Ivanščice se nalaze na 450 do 500 m nadmorske visine te 700 do 750m nadmorske visine. Istraživačke plohe Kalnika su pod upravom šumarija u Ludbregu i Križevcima. Jedna ploha je neposredno kraj naselja Šegovina (N46.210254, E16.629205 –oznaka **SK**), a druga uz Apatovec (N46.150306, E16.551734 – oznaka **JK**). Obje istraživačke plohe Kalnika se su smještene na 200 do 250 m nadmorske visine (slika 2).



Slika 1. Karta istraživačkih ploha Ivanščice i Kalnika

Uzorkovanje izvrtaka bukve

Za istraživanje su birana stabla bukve opsega od 0,9 m do 1,3 m u visini prsnog promjera. Vizualnim promatranjem odabrana su stabla bukve koja nemaju nikakve izrasline u području bušenja na visini prsnog promjera (1,30 m). Izvrtci su uzimani Presslerovim svrdlom s južne strane stabla. Visina prsnog promjera mjerena je poteznim metrom na onoj strani stabla kraj koje je viša razina tla. Presslerovo svrdlo izvuče iz kučišta zajedno s izvlakačem. Samo svrdlo se položi okomito u otvor na središtu kućišta i zakači zaporom. Kućište tada postaje rukohvat za okretanje. Svrdlo se položi okomito na točku bušenja stabla te se rukohvat (kućište) okreće u smjeru kazaljke na satu. Nakon nekoliko zaokreta u deblo svrdlo se stabilizira. Tada se u šupljinu svrdla stavlja izvlakač i nastavlja se bušiti tako da izvrtak bude duži od polumjera stabla. Polumjer stabla se računa na temelju izmjerenog opsega. Po završetku bušenja izvrtci se s izvlakačem vade iz svrdla. Gotovi izvrtci lijepljeni su u drvni nosač s utorom širine 5 mm i dubine 3 mm. Na svakoj ispitivanoj plohi uzorkovano je 10 izvrtaka bukvi.

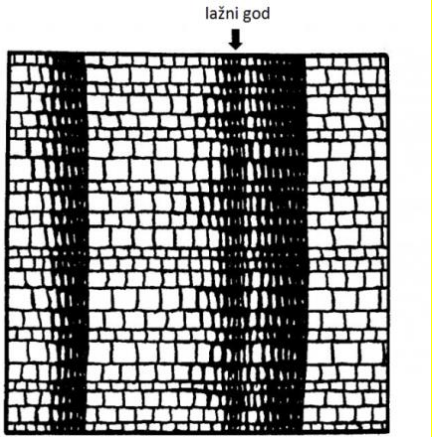
Priprema uzoraka bukve za analizu

Izvrtci su obrađivani brusnim papirom granulacije P120, P240 i P400 postavljenom na električnu vibracijsku brusilicu. Broj granulacije brusnog papira označava broj zrna po cm^2 površine. Tako manji broj granulacije podrazumijeva manji broj većih zrna na brusnom papiru i obrnuto. Izvrtci su brušeni najprije brusnim papirom najmanje granulacije tako dugo dok nisu bili površinom izjednačeni s utorom na daščici. Nakon toga brusi se brusnim papirom granulacije P240 te završno poliranje još finijim brusnim papirom granulacije P400.

Određivanje lažnih godova

Zbog lakšeg snalaženja na brušenom i poliranom izvrtku bukve, točkom se označi svaki deseti god, odnosno svakih deset godina starosti (slika 3.). Širina goda se promatra lupom pri povećanju od 40x. Pomoću lupe prvo se detektiraju lažni godovi. Lažni godovi se određuju prema suženju stanica između dva prava goda (slika 4.). Pri tome često dolazi do promjene boje u tamniju ili stanice bivaju nepravilnog oblika. Lažni godovi se označe olovkom na daščici.

Slika 3. Obrađeni izvrtak bukve



Slika 4. Lažni god (http://www.evcforum.net/dm.php?control=page&t=17199&mpp=15&p=3)

Radijalni prirast

Prosječni godišnji radijalni prirast se određuje na sljedeći način. Na svakom uzorkovanom izvrtku bukve se najprije ustanove i označe lažni godovi ukoliko ih ima. Nakon toga se prebroje godovi. Običnim ravnalom se izmjeri udaljenost između prvog goda i kore u centimetrima. Prosječni godišnji radijalni prirast jednog stabla je omjer duljine zona prirasta i broja godova na izvrtku. Rezultati se prikazuju grafički pomoću računalnog programa Microsoft Excel. Ordinati (os y) se pridružuju vrijednosti radijalnog prirasta (zavisna varijabla), a apcisi (os x) se pridružuje kalendarska godina ili redni broj goda na određenoj nadmorskoj visini i ekspoziciji plohe (nezavisna varijabla).

Skeleton plot

Za svaki pojedini izvrtak rađena je procjena širine goda prema tablici 1. Prosječna širina goda se označuje brojem 0. Širina svih ostalih godova uspoređuje se sa širinom prosječnog goda. Ukoliko je neki god širi tada mu se pridružuju pozitivni brojevi, a ukoliko je uži od prosječnog goda tada mu se pridružuju negativni brojevi prema tablici 1. Na temelju svih procijenjenih podataka s jedne plohe računa se aritmetička sredina. Iz tako dobivenih podataka svih uzoraka jedne plohe izračunata je aritmetička sredina širine goda za svaku godinu. Izračunate vrijednosti su unošene u računalni program Microsoft Excel. Svakoj prosječnoj godišnjoj širini goda pridružuje se pripadajuća godina (zavisne varijable). Na osnovi podataka izrađuju se grafički prikazi. Osi x (apscisa) grafičkog prikaza pridružuje se vrijeme u godinama, a na os y (ordinata) aritmetička sredina procijenjenih uzoraka za širinu goda s jedne istraživačke plohe (zavisna varijabla). Tako dobiveni grafički prikazi uspoređuju se međusobno u odnosu na ekspoziciju i nadmorsku visinu istraživačke plohe (nezavisna varijabla).

Tablica 1: Kriteriji procjene širine godova

Opis procjene širine goda u odnosu na prosječni	Oznaka procjene
ekstremno velika širina	3
širi za 2/3 prosječnog goda	2
širi za 1/3 prosječnog goda	1
prosječna širina	0
do 2/3 širine prosječnog goda	-1
do 1/3 širine prosječnog goda	-2
ekstremno mala širina goda	-3
pojava lažnog goda	x

Određivanje nagiba plohe

Nagib plohe određivan je tako što je na tlo položena daska. Krak kutomjera je otvaran tako dugo dok libela, položena na donjem kraku, nije pokazivala vodoravni položaj. Nakon toga se očita vrijednost kuta. To se ponovi tri puta i izračuna se prosječna vrijednost.

REZULTATI

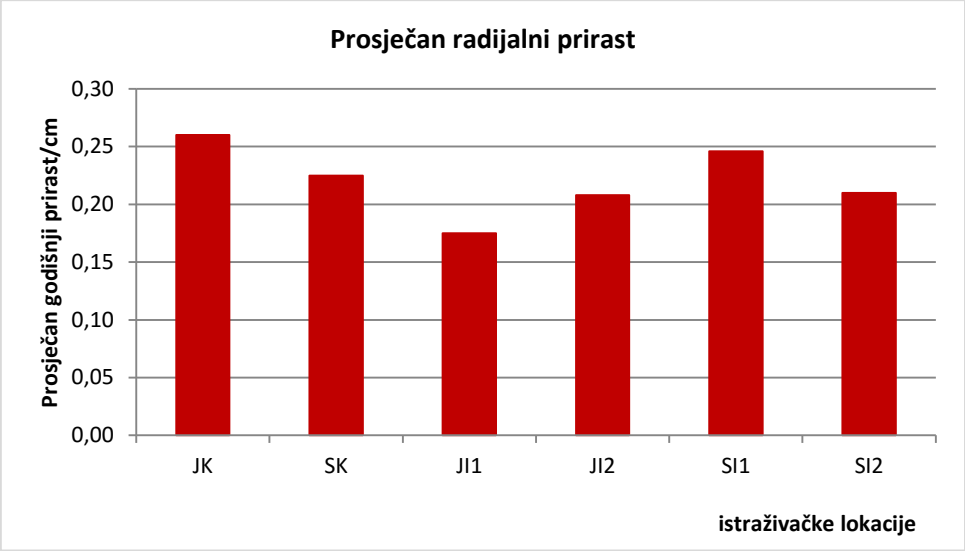
Rezultati određivanja prosječnog nagiba terena na odabranim istraživačkim plohama prikazani su u tablici 2. Nagib terena varira od 16,67% do vrlo strme plohe nagiba 66,67%.

Tablica 2. Nagib terena

ploha	SI1	SI2	JI1	JI2	SK	JK
prosječni nagib/%	16,67	22,22	66,67	33,33	25,56	33,33

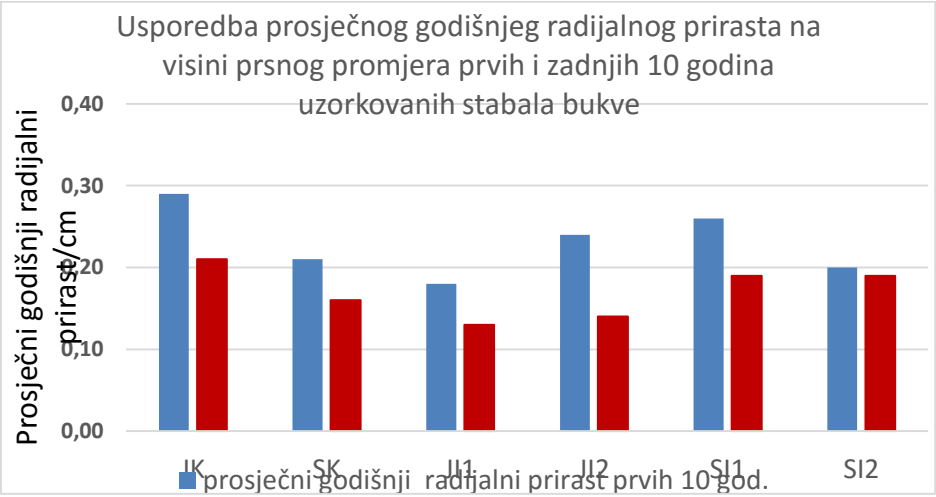
Tijekom listopada i studenog 2014. godine uzorkovano je ukupno 40 stabala bukve na 6 različitih ploha Kalnika i Ivanščice. Na 38 uzoraka ustanovljena je pojavnost lažnih godova.

Prosječni radijalni prirast na svim istraživačkim plohama je prikazan grafički na slici 5. Najniži prosječni radijalni prirast određen je na istraživačkoj plohi JI1, a najveći na JK.



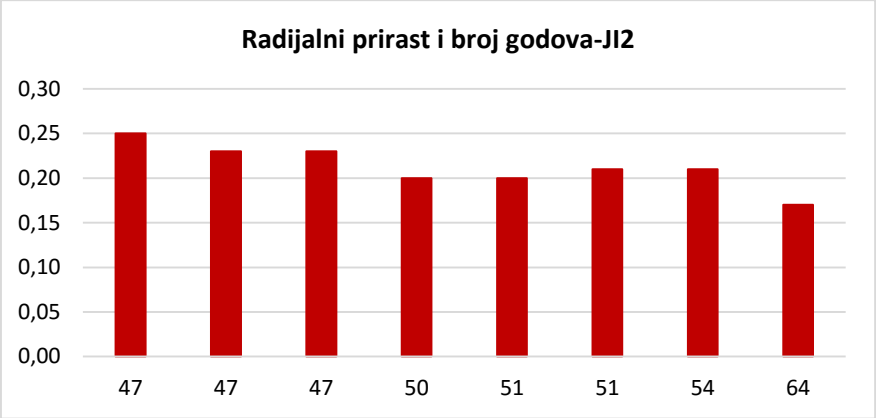
Slika 5. Prosječni godišnji radijalni prirasta bukve

Na slici 6 prikazan je grafički odnos prosječnog radijalnog prirasta prvih i zadnjih deset godova mjerenih na izvrtcima uzoraka bukve prema različitim istraživačkim plohama. Iz grafičkog prikaza je vidljivo da je najveći prosječni radijalni prirast na istraživačkim plohama JK i SI1. Najmanji radijalni prirast je na istraživačkoj plohi JI1. Isto tako je vidljiva najmanja razlika između radijalnog prirasta prvih deset i zadnjih deset godova na izvrtcima sa istraživačke plohe SI2.

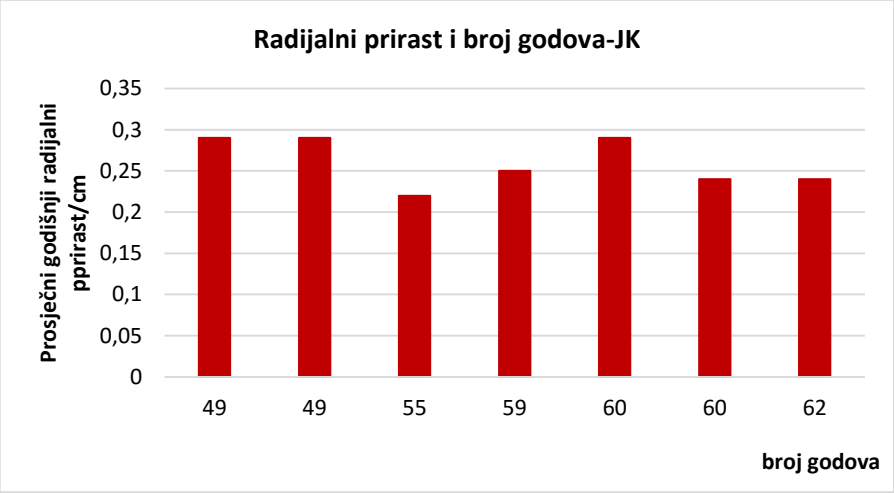


Slika 6. Prosječni radijalni prirast stabala bukve prvih i zadnjih 10 godova na visini prsnog promjera

Na slici 7 grafički je prikazana ovisnost radijalnog prirasta uzorkovanih stabala u odnosu na starost (broj godova) istih s plohe JI2. Iz grafičkog prikaza vidljivo je da mlađa stabla imaju veći radijalni prirast. Iz grafičkog prikaza sa slike 8 za plohu JK vidljive su nepravilnosti radijalnog prirasta u odnosu na starost uzorkovanih stabala. Rezultati radijalnog prirasta u odnosu na starost stabla s ostalih ploha nisu prikazani jer su gotovo istovjetni rezultatima s plohe JK.

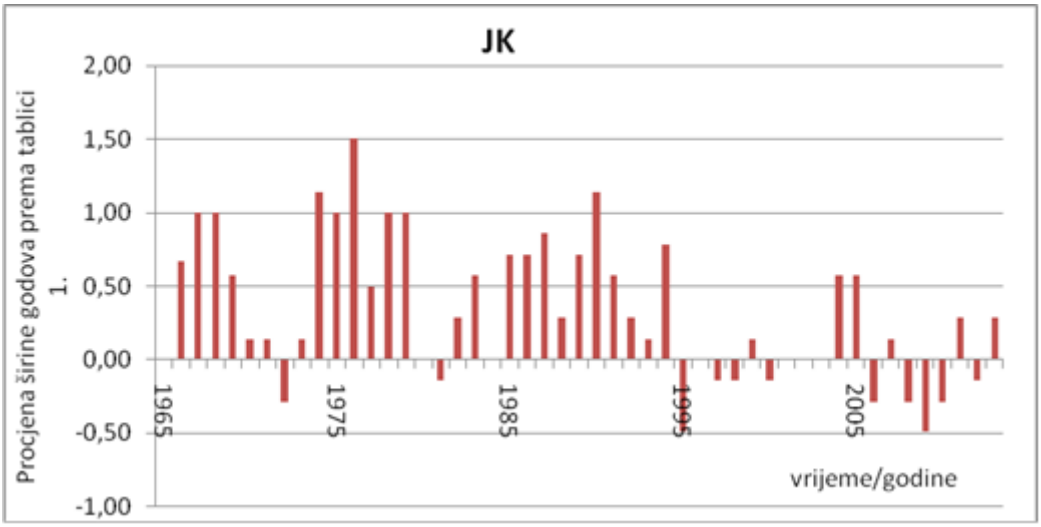


Slika 7. Radijalni prirast i boj godova na plohi JI2



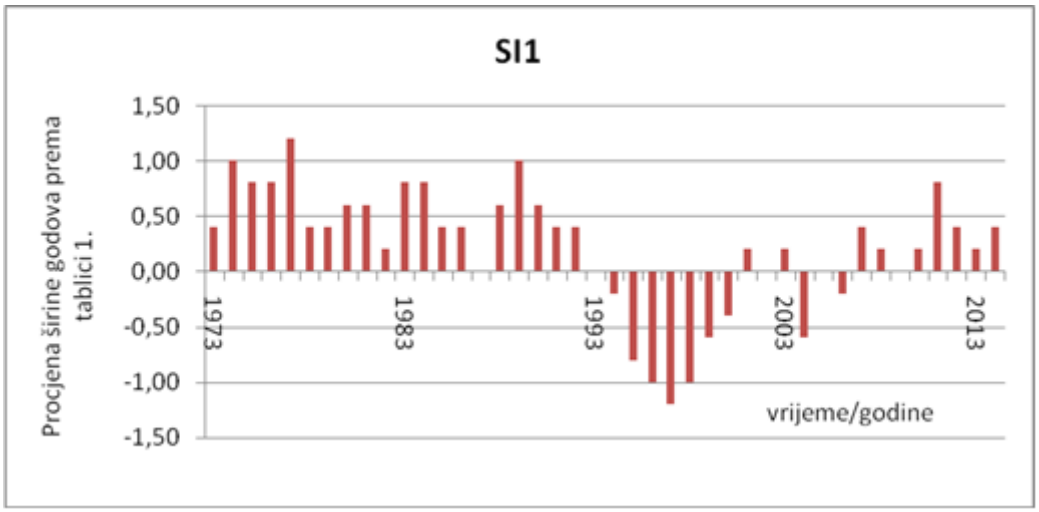
Slika 8. Odnos prosječnog radijalnog prirasta i broja godova izvrtaka na plohi SI2

Na slici 9 prikazane su prosječne vrijednosti „skeleton plota“izvrtaka uzorkovanih stabala na istraživačkoj plohi JK. Izrazito nepovoljne godine za prirast bukve su 1995. i 2009. godine. Najveći prosječni prirast ustanovljen je 1974., 1976. i 1990.



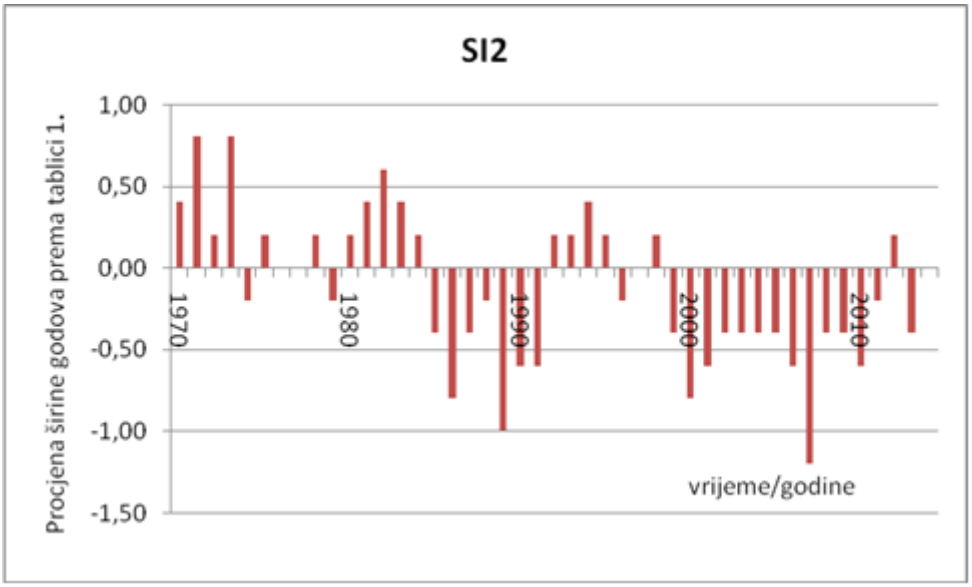
Slika 9. „Skeleton plot“ uzoraka bukve s istraživačke plohe JK

Na slici 10 prikazane su prosječne vrijednosti „skeleton plota“ izvrtaka uzorkovanih stabala na istraživačkoj plohi SI1. Nepovoljne godine za prirast bukve na tom lokalitetu su u razdoblju od 1994. do 1998. te u 2003. godini. Najveći prosječni prirast ustanovljen je 1974., 1977. i 1989.



Slika 10. „Skeleton plot“ uzoraka bukve s istraživačke plohe SI1

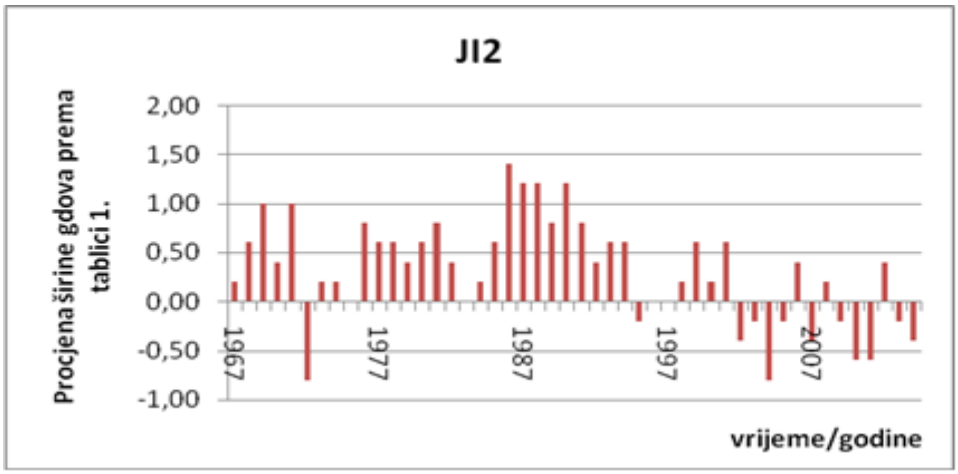
Na slici 11 prikazane su prosječne vrijednosti „skeleton plota“izvrtaka uzorkovanih stabala na istraživačkoj plohi SI2. Izrazito nepovoljne godine za prirast bukve je od 1985., 1989. i 2007. godina. Najveći prosječni prirast ustanovljen je 1971. i 1973. godina.



Slika 11. „Skeleton plot“ uzoraka bukve s istraživačke plohe SI2

Na slici 12 prikazane su prosječne vrijednosti „skeleton plota“izvrtaka uzorkovanih stabala na istraživačkoj plohi JI2. Ustanovljeno je kako su nepovoljne godine za prirast bukve toga područja 1972. i 2004. godina. Najveći prosječni prirast utvrđen je u razdoblju od 1986. do

1990. godine. Nepovoljne godine za prirast bukve bile su 1972. i 2004. godina. Najveći prosječni prirast ustanovljen je 1986. do 1990. godine.



Slika 12. „Skeleton plot“ uzoraka bukve s istraživačke plohe JI1

Na slici 13 prikazan je odnos broja lažnih godova po izvrtku. Istraživanjem je ustanovljeno da najveći broj uzorkovanih stabala sadrži jedan do tri lažna goda tijekom života.

Slika 13. Brojnost lažnih godova

RASPRAVA

Očekivano je da će na južnim padinama Kalnika i Ivanščice biti veći radijalni prirast bukve zbog bolje izloženosti sunčevoj svjetlosti naročito tijekom vegetacijske sezone u odnosu na sjeverne padine. Isto tako, pretpostavljeno je da će prosječni radijalni prirast biti obrnuto proporcionalan nadmorskoj visini. Rezultati istraživanih uzoraka bukve sa sjevernih i južnih ploha Kalnika su u skladu s pretpostavkama. Prosječni radijalni prirast bukve je u skladu s nadmorskom visinom samo na istraživanim plohama sjeverne Ivanščice. Rezultati prosječnog radijalnog prirasta istraživanih uzoraka bukve s ploha južne Ivanščice nisu u skladu s pretpostavkom prema nadmorskoj visini. Prosječni radijalni prirast istraživačke plohe JI1 je manji u odnosu na JI2. Pretpostavljamo da su tri moguća razloga takvih rezultata. (1.) Nagib terena na uzorkovanoj plohi na JI1 je veći u odnosu na JI2. Na

plohi većeg nagiba jače je ocjeđivanje tla i obrnuto. (2.) Istraživačka ploha JI1 je smještena uz naselje. Lokalno stanovništvo tradicionalno sakuplja i odnosi listinac s tla. Odnošenjem listinca, odnose se i mineralne tvari koje nastaju prirodnim procesima truljenja iz listinca. Listinac se raspada djelovanjem saprofita u šumi. Time se smanjuje pH tla te ga čini manje povoljnim staništem za bukvu. Optimalna pH za bukove sastojine je 5,5 dakle blago kiselo. Odnošenjem listinca osim promjene pH tla dolazi i do uklanjanja hranjivih tvari za stabla i izlaganja površine tla direktnoj sunčevoj svjetlosti. Također, dolazi do promjene mikrobiološke aktivnosti u tlu. (Goršić, usmeni izvor). Isto tako, na plohi većeg nagiba vjetrovi i oborine odnose listinac. (3.) Ogoljela ploha bez listinca je sklonija isušivanju, naročito tijekom vrućih ljetnih dana. Time rastresiti dio tla dodatno ostaje bez kapilarne vode neophodne rast bukve. Bukva je mezofit (Rašan i Trojko, 2012.) pa joj je za transpiraciju potrebno više vode iz tla.

U skladu s očekivanjima na prvih deset godova istraživanih uzoraka bukve ustanovljen je veći prosječni radijalni prirast u odnosu na zadnjih deset godova. Mlađa stabla imaju manju površinu kružnih vijenaca u odnosu na starija stabla. To je razlog da ista količina proizvedene drvne mase tijekom jedne vegetacijske sezone ostvaruje veći radijalni prirast u mlađih stabala i obrnuto. Najmanji prosječni radijalni prirasti su na JI1 iz već prethodno navedenih razloga. Najveće razlike u radijalnom prirastu su na JK,JI2 i na SI1 što je u skladu s očekivanjima. Najmanja razlika u radijalnom prirastu, gotovo neznatna, je na SI2 vjerojatno zbog nepovoljnijih abiotičkih čimbenika vezanih za nadmorsku visinu. Pretpostavljamo da su mlađa stabla nježnija i manje otporna na nepovoljnije klimatske uvjete na višim nadmorskim visinama.

Na samo jednoj ispitivanoj plohi (JI2) ustanovljena je povezanost radijalnog prirasta i starosti uzorkovanih stabala u skladu s očekivanjima (slika 7). Na ostalim uzorkovanim plohama nije ustanovljena povezanost između prosječnog radijalnog prirasta i starosti uzorkovanih stabala. Rezultati s ostalih ploha su manje-više identični, stoga su kao reprezentativni rezultati odabrani oni s plohe JK prikazani na slici 8. Pretpostavlja se da razlog tomu mogu biti sljedeći različiti životni uvjeti na samoj istraživanoj plohi. (1.) Stabla koja rastu na tlu veće dubine do matične stijene imaju na raspolaganju više vode i mineralnih tvari. (2.) Na ispitivanim plohama je sporadični raspored stabala bukve u populaciji. Bliža stabla su u međusobno jačem nadmetanju za vodu, mineralne tvari i svjetlost. (3.) Različita izloženost zračnim strujama također može utjecati na radijalni prirast. Uočena su odstupanja radijalnog prirasta u uzorkovanim stablima starosti 55 i 60 godina na plohi JK. Pretpostavlja se da su navedena odstupanja radijalnog prirasta posljedica prethodno navedenih razloga.

Metodom skeleton plota utvrđeno je kako su najpovoljnije južne padine istraživanih ploha JK i JI2. Na osnovi grafičkih prikaza vidljivo je preklapanje godina povoljnog (od 1967. do 1970.; od 1976. do 1980.; od 1985. do 1994.) i nepovoljnog prirasta (od 2009. do 2011.) na navedenim plohama. Pretpostavljamo da je razlog tomu gotovo istovjetni mikroklimatski uvjeti na staništu, prije svega prosječna količina padalina i prosječne temperature tijekom vegetacijskih sezona navedenih godina. Onih godina kada je procijenjeni prirast na navedenim plohama izrazito različit pretpostavlja se da su uzrok tome različiti klimatski uvjeti na staništu. Iako su istraživačke plohe SI2 i JI2 na gotovo istoj nadmorskoj visini i male zračne udaljenosti ploha, na njima je metodom skeleton plota procijenjen izrazito različiti razmak između prstenova godišnjeg prirasta. Kao što je navedeno ploha SI2 sjeverne

je ekspozicije gdje su općeniti mikroklimatski uvjeti nepovoljniji i kraće vegetacijske sezone u odnosu na južnu ekspoziciju. Unatoč većem nagibu terena i jačem ocjeđivanju pretpostavlja se da je deblji rastresiti sloj do matične stijene.

Visoka učestalost je lažnih godova na svim ispitivanim uzorcima. Poduzeće Hrvatske šume d.o.o. redovito njeguje i održava sve šumske sastojine u svom vlasništvu na području Ivanščice i Kalnika. Na odabranim istraživačkim plohama nije zabilježena defolijacija stabala bukve uzrokovana prekomjernom brojnošću kukaca ili drugih organizama čija je hrana lišće bukve tijekom života uzorkovanih stabala (usmeni izvori šumarija Ivanec, Križevci, Ludbreg i Zlatar).

Stoga se nameće zaključak da je pojavnost lažnih godova ponajviše vezana za mikroklimatske uvjete, prvenstveno manjak padalina, na pojedinim plohama. Osim suše na pojavnost lažnih godova bi mogli utjecati i kasni proljetni mrazovi koji nepovoljno djeluju na stabla u kojima su već počeli kolati sokovi.

ZAKLJUČCI

- najveći prosječni radijalni prirast je ustanovljen na istraživačkim plohama JK i SI1, najmanji na plohi JI1
- mlađa stabla imaju veći prosječni radijalni prirast u odnosu na starija stabla, što su ekstremniji životni uvjeti na staništu razlika između prosječnog radijalnog prirasta prvih i zadnjih deset godova je manja
- nije ustanovljena povezanost prosječnog radijalnog prirasta u odnosu na ukupan broj godova niti na jednoj istraživanoj plohi
- učestalost lažnih godova na uzorkovanim stablima bukve s istraživanih ploha Ivanščice i Kalnika iznosi 95 %, pojavnost jedan do tri lažna goda ustanovljena je na 87,5% uzoraka bukve
- lažni godovi nisu posljedica defolijacije stabala uzrokovanih kukcima, već mikroklimatskim i/ili pedološkim uvjetima na staništima
- po jednom izvrtku bukve na svim istraživačkim plohama je u prosjeku ustanovljeno 1 do 3 lažna goda
- prema rezultatima vlastitih istraživanja, od ploha odabranih za istraživanje najpovoljniji životni uvjeti za rast bukve se na istraživačkoj plohi JK, a najnepovoljniji na JI1
- unatoč maloj zračnoj udaljenosti metodama radijalnog prirasta i skeleton plota ustanovljena je razlika u mikroklimama na istraživanim plohama
- istraživanja prirasta bukve na Ivanščici i Kalniku ukazuju na klimatske promjene posljednjih dvadesetak godina

LITERATURA

Bezak K. 2001. Parametri Špirančevihdrvnogromadnih tablica za krupno drvo hrasta lužnjaka (*Quercusrobur* L.), hrasta kitnjaka (*Quercuspetrae* L.) i bukve (*Fagussylvatica* L.). Šumarski list br. 1-11., 635-640, Zagreb

Feletar D. i sur. 2014. Klima

Gallé A., Feller U. 2007. Changesofphotosynthetictraitsinbeechsaplings (*Fagussylvatica)* underseveredroughtstressandduringrecovery. PhysiologiaPlantarum 131, 412–421.

Gelenčir J., Jelenčir J. 1991. Bukva,Taraš Ž.(ur.), Atlas ljekovitog bilja, Prosvjeta, Zagreb, str. 210.

Goršić E. 2015. Usmeni izvor, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Horvat G. 2012. Geografski položaj, reljef, klima i vegetacija, Stjepan Juranić (ur.), Šume Kalnika, Tonimir, Varaždinske toplice, str. 11-34.

Magdefrau K., Ehrendorfer F. 1984. Podrazred: Hamamelididae, Sambolek-Hrbić E.(ur.) Sistematika, evolucija i geobotanika, Školska knjiga, Zagreb, str. 318.

Pavičić V., Hudek J. 1997. Sloj drveća listopadne šume, Matekalo Draganović J. (ur.), Priroda-udžbenik za 6. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, str. 15-16.

Poljak Ž. 1986. Ivanščica, Poljak Ž. (ur.), Planine Hrvatske, Planinarski savez Hrvatske,Zagreb, str. 99-100.

Rašan M. I Trojko K. 2012. Ekološki čimbenici, Ćorić S. (ur.), Biologija udžbenik za srednju ekonomsku školu, Školska knjiga, Zagreb, str. 153.

Rauš Đ. i Matić S. 1974. Prilog poznavanja fitocenoloških i gospodarskih odnosa šuma hrasta kitnjaka na Kalniku. Šumarski list, 98(7-9), 293-323.

Spanos K., Gaitanis, D. 2010. ThebeechforestsinGreece – anoverwiev. Proceedingsofthe Workshop and MC Meetingofthe COST Action E52 "EvaluationofBeechGenetic Resources for SustainableForestry", Thessaloniki, May 5-7, 2009. p. 6-20.

Trinajstić, I. 2003. Taksonomija, morfologija i rasprostranjenost obične bukve, Matić S. (ur.), Obična bukva (*Fagussylvatica* L.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti. Zagreb. s. 33-56.

Vukelić J. 1991. Šumske zajednice i i staništa hrasta kitnjaka (QuercuspetraeaLiebl.) u gorju sjeverozapadne Hrvatske, Glas. Šum. Pokuse 27:1-82

http://www.evcforum.net/dm.php?control=page&t=17199&mpp=15&p=3, pristupljeno 3.2.2016.

www.sumfak.unizg.hr,Anatomija drva: Makroskopska građa drva, str.17., pristupljeno 6.1.2016.

UTJECAJ SVOJSTAVA TALA NA KLIJAVOST I RAST ŽITARICA

Gabrijela Glavaš, 2. razred

Srednja škola Vrbovec, Vrbovec
Mentor: Sanja Lugarić

SAŽETAK
Istraživanje je provedeno u svrhu utvrđivanja koje tlo ili smjesa tala ima najpovoljnija kemijska i fizikalna svojstva za klijavost i rast žitarica. U tu svrhu posijane su 4 vrste žitarica (pšenica, zob, ječam i pšenoraž) u posudice sa različitim vrstama tla i praćene su promjene. Svaka vrsta žitarica posijana je u crvenicu, crnicu, pjeskovito tlo, smeđe tlo te različite kombinacije istih miješanjem tala u omjerima 1:3. Eksperiment se sastojao od dva dijela: određivanja fizikalno-kemijskih svojstava tla (pH vrijednost, udio $CaCO_3$, propusnost vode, vodni kapacitet, temperatura tla) i ispitivanja klijavosti sjemenki, rasta i razvoja biljaka u ovisnosti o svojstvima tala. Utvrđeno je da pH vrijednost tla ovisi o udjelu kalcijeva karbonata, što je više kalcijeva karbonata tlo je manje kiselo. Kod promatranih tala korelacija između vodnog kapaciteta i propusnosti vode je slaba. Izlaganjem toplini smeđe tlo se najviše zagrijalo radi svoje kompaktnosti. Promatranjem rasta i razvoja utvrđeno je da pšenica najbolje klije u smeđem tlu, a najbolje raste u crnici. Zob je najbolje proklijala u smeđem tlu, a najintenzivniji rast je vidljiv u crnici i smjesi crnice i smeđeg tla gdje prevladava smeđe tlo. Ječam pokazuje najbolje rezultate klijanja u smeđem tlu, dok je najveći rast u pjeskovitom tlu. Pšenoraž je najbolje isklijala u pjeskovitom tlu, a najbolji rast se pokazao u crvenici. U promatranom razdoblju od svih navedenih biljaka, najveći prosječni rast ostvarila je pšenica. Najbolju klijavost u svim tlima pokazale su pšenica i zob. Za većinu ispitivanih žitarica najpovoljnija tla za klijavost i rast su smeđe tlo i crnica, a najbolja smjesa za rast žitarica je smjesa crnice i smeđeg tla (1:3) i smjesa crvenice i crnice (1:3). Utvrđena je povezanost rasta i razvoja biljaka s vrstom tla.

Ključne riječi: *tlo, klijavost, rast, pšenica, raž, ječam, pšenoraž*

UVOD

Na rast i razvoj biljaka kao i klijavost utječu mnogi čimbenici. Neki od njih su prisutni u samom organizmu (genska osnova, biljni hormoni) dok velik utjecaj imaju okolišni čimbenici kao što su temperatura, svjetlost, voda, mineralne tvar i sila teže (Radić Brkanac i Jareb, 2014). Velik dio tih čimbenika vezan je uz sastav i svojstva tla pa je tlo jedan od predmeta ovog istraživanja. Biljke koje su korištene u istraživanju su žitarice: pšenica, zob, ječam i pšenoraž.

Tlo je rastresiti površinski sloj Zemljine kore, samostalna prirodna tvorevina i istodobno proizvodno sredstvo za biljnu proizvodnju. Činitelji tvorbe tla pod djelovanjem kojih ona nastaju jesu: matični supstrat (litosfera), živi organizmi, klima, reljef, hidrološki uvjeti, čovjekova djelatnost i vrijeme. Na području istih pedogenetskih činitelja razvijaju se ista ili vrlo slična tla (Cvitanović, 2012). Istraživanja su pokazala da postoji uski odnos između pojavljivanja biljnih zajednica i različitih tipova i podtipova tl*a* (Šegulja i Hršak, *1988)*. Najvažniji tipovi tala su crvenica, crnica, smeđe i pjeskovito tlo.

Crvenica je tlo mediteranske i submediteranske klime, a zbog oksida željeza i aluminija crvenkaste je do crvenkastosmeđe boje. Glinaste je do ilovaste građe i mrvičaste do graškaste strukture. Slabo je humozna i neutralne do vrlo slabo kisele reakcije (Šegulja i Hršak, 1988). Crnica ili černozem je zonalni tip zemljišta koji je razvijen na lesnoj podlozi. Nastaje pod utjecajem stepske i kontinentalne klime. Tijekom jeseni i zime, kada je raspadanje organskih tvari svedeno na minimum dolazi do nagomilavanja humusa i iz tog razloga je crnica vrlo plodno tlo (Cvitanović, 2012). Pjeskovito tlo je tlo kojem je prisutan visok sadržaj pijeska (više od 75 %) kojeg čine rastresite i međusobno ne povezane

čestice minerala npr. kremena SiO_2 i kalcijevog karbonata $CaCO_3$. Dolazi najčešće u smjesi sa ilovačom i glinom. Takva su tla vodopropusna i lako obradiva ali siromašna hranjivim tvarima (Cvitanović, 2012). Smeđe tlo prevladava u kontinentalnim područjima, a nastalo je od karbonatnih stijena. Najveći dio tog tla nalazi se pod poljoprivrednim kulturama,posebno pod vinogradima i poljskim usjevima (Šegulja i Hršak, 1988).

Svojstva i sastav tla utječu na sposobnost propusnosti i zadržavanja vode, apsorpcije i zadržavanja topline, određenu pH vrijednost, količinu kalcija i drugih minerala kao i količinu humusa. Svi ti čimbenici utječu na rast i razvoj biljaka odnosno na biljni pokrov. Reakcija tla određena je odnosom koncentracije vodikovih i hidroksilnih iona, a izražava se pH vrijednošću. Reakcija tla ima veliko ekološko značenje. Kalcij se u tlu nalazi u obliku soli $CaCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, $CaSO_4$, $Ca(NO_3)_2$ koje su manje ili više topljive. Tla bogata kalcijem u pravilu su dobra staništa. Visok sadržaj kalcija utječe na ostala fizikalno-kemijska svojstva tla. Humus je kompleks mrtvih organskih tvari tla, nastao humifikacijom mrtvih biljnih i životinjskih tijela i dijelova (Šegulja i Hršak, 1988). Temperatura tla ovisi o specifičnom toplinskom kapacitetu tla, svojstvu koje je direktno vezano uz teksturu, boju i vlažnost tla (Vukadinović, 2011).

Žitarice su jednogodišnje biljke iz porodice trava (*Poaceae*) čiji zrnasti plodovi (žita) služe za prehranu ljudi i životinja i kao sirovina u prehrambenoj industriji.

Pšenica *(Triticum aestivum L.)* je kultura kontinentalne klime. Najpovoljnija temperatura za njezino klijanje i nicanje jest 14 - 20 °C i pri toj temperaturi pšenica niče za 5 - 7 dana. Njoj najbolje odgovaraju duboka, umjereno vlažna tla bogata humusom (više od 2%) te blago kisele reakcije (pH 6,5 - 7), poput crnice. Zob (*Avena sativa L.)* klije na samo 1-2 °C, a optimalna temperatura za klijanje zobi iznosi 20-25 °C. Može izdržati proljetne mrazeve do -4 °C. Zob u usporedbi s ostalim žitaricama vodu treba tijekom cijelog vegetacijskog ciklusa. U uvjetima suše zob jako podbacuje u prirodu, ali zato dobro podnosi vlažnija tla i višak vode. Ječam (*Hordeum vulgare L.*) je skromnih zahtjeva prema vlazi i toplini u odnosu na pšenicu. Klijanje se odvija i pri temperaturi 1-2 °C, optimalna temperatura za porast jest 15 °C, a također podnosi i niske temperature do -20 °C nakon što prođe proces kaljenja. Rano počinje i ranije završava vegetaciju, pa se u tome sastoji njegova nešto veća otpornost na sušu. Optimalan pH iznosi 6,5-7,2. Pšenoraž (x *Triticosecale Wittmack*) je sitnozrna žitarica, križanac *pšenice (Triticum)* i raži *(Secale*). U pogledu agroekoloških uvjeta ova žitarica je jako prilagodljiva, dobro uspijeva i u sušnim područjima. Pokazuje dobru otpornost prema niskim temperaturama pa dobre rezultate postiže i u planinskim područjima (Agroklub, 2008).

Proučavajući i upoznavajući vrste tala, njihov sastav i svojstva postavljaju se pitanja*:*

- *Kako svojstva tla utječu na klijavost?*
- *Razlikuju li se rast i razvoj žitarica s obzirom na vrstu i svojstvo tla?*

Cilj istraživanja je utvrditi optimalno tlo ili smjesu tala za klijanje sjemenki kao i za rast i razvoj žitarica. Ispitati fizikalna i kemijska svojstva tala odnosno odrediti pH vrijednost tla, udio $CaCO_3$ u tlu, odrediti vodni kapacitet tla, propusnost tla za vodu i mjeriti temperatura tla. Utvrditi mogu li se miješanjem različitih vrsta tala stvoriti povoljniji uvjeti za život biljke i koje bi to smjese bile. Istraživanje je provedeno

eksperimentima u kojima su praćene promjene varijabli pri kontroliranim uvjetima. Zavisne varijable koje su praćene tijekom istraživanja su klijavost sjemenki, brzina rasta i razvoja biljaka, odnosno visina biljaka. Nezavisne varijable su fizikalna i kemijska svojstva tla (pH vrijednost, količina $CaCO_3$, temperatura tla, vodni kapacitet tla i propusnost tla za vodu) dok kontrolirane uvjete predstavlja ista količina i temperatura vode pri zalijevanju, temperatura zraka i tla, izloženost svijetlu, vlažnost zraka te strujanje zraka. Hipoteza je da će sposobnost zadržavanja vode, propusnost tla za vodu i sposobnost zadržavanja topline utjecati na klijavost sjemenki. Kako je za klijavost važna vlaga i toplina, jer klica koristi hranu iz sjemenke a ne iz okoline,pretpostavka je da će tlo koje može zadržati više topline i vlage omogućiti bržu i bolju klijavost. Pretpostavka je da bi to moglo biti smeđe tlo, zbog svoje kompaktnosti jer će bolje zadržavati vlagu i toplinu. Fizikalna svojstva i kemijski sastav tla biti će važniji za rast i razvoj izniklih biljaka nego za klijavost. Hipoteza je da će crnica ili mješavina tala u kojoj prevladava crnica zbog svoje plodnosti, vjerojatno biti najpogodnija za rast i razvoj žitarica. Također pretpostavljam da će pšenoraž kao križanac biti najuspješnija biljka u rastu i razvoju bez obzira na vrstu i svojstva tla.

METODE RADA

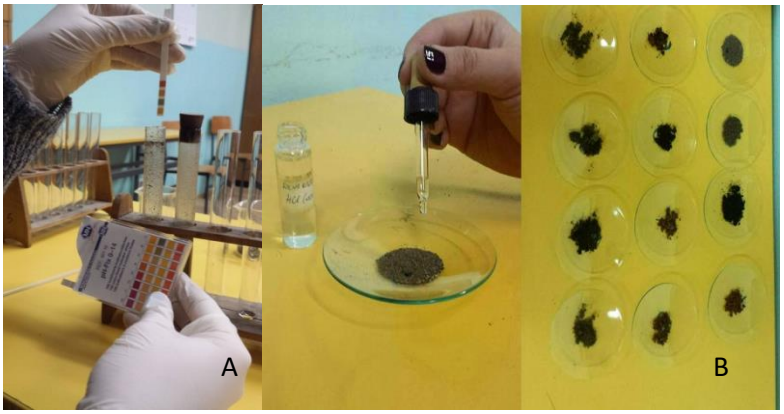
Prema postavljenom cilju istraživanja odabrana su tla na kojima će se provesti istraživanje kao i sjemenke čija će se klijavost ispitivati odnosno biljke čiji će se rast i razvoj pratiti. Odabrane biljke su žitarice, vrste koje nisu zahtjevne za uzgoj i nisu preosjetljive na vanjske uvjete., a to su: pšenica (*Triticum aestivum L.)*, zob (*Avena sativa L.*), ječam (*Hordeum vulgare L.*) i pšenoraž (x *Triticosecale Wittmack*). Sjemenke su nabavljene iz kontroliranog uzgoja u BC Institutu u Rugvici zbog sigurnosti klijavosti . Tla koja su korištena za provedbu ovog pokusa su sljedeća: crvenica, crnica, pjeskovito tlo, smeđe tlo te različite kombinacije istih (tablica 3) dobivene miješanjem tala u omjerima 1:3. Sva tla uzeta su iz prirode, crvenica sa oranice u Istri (Vrsar), crnica iz šume u okolici Vrbovca, pjeskovito tlo uz rijeku Lonju (Lonjica) i smeđe tlo sa oranice u Vrbovcu.

Eksperiment se sastojao od dva dijela: određivanja fizikalno-kemijskih svojstava tla i ispitivanja klijavosti sjemenki, rasta i razvoja biljaka u ovisnosti o svojstvima različitih vrsta tala.

Određivanje fizikalno- kemijskih svojstava tla

Određivanja fizikalno-kemijskih svojstava tla odnosio se na određivanje pH vrijednosti tla, udjela $CaCO_3$ u tlu, određivanje vodnog kapaciteta tla, propusnost tla za vodu i mjerenja temperatura tla.

Određivanje pH vrijednosti tla - aktivni aciditet određuje se u suspenziji tla s vodom u omjeru 1:2,5 tako da se u epruvetu stavi tlo do visine 2-3 cm od dna. Na tlo se nalije oko 2,5 puta više destilirane vode, začepi epruvetu i dobro promućka. Zatim se epruvetu odloži u stalak da se tekućina iznad tla razbistri. U tekućinu iznad tla uronjena je trakica indikator papira (slika 1 A) i određena pH vrijednost. Klasifikacija tla prema aktivnom aciditetu prikazana je u tablici 1.



Slika 1. Određivanje fizikalno-kemijskih svojstava tla A) određivanje pH vrijednosti, B) određivanje udjela $CaCO_3$ u tlu

Tablica 1 pH vrijednost tla (Šegulja i Hršak, 1988.)

vrlo jako kisela	<pH 4,0	neutralna	pH 7,0
jako kisela	pH 4,0-5,0	slabo bazična	pH 7,1-7,5
osrednje kisela	pH 5,0-6,0	osrednje bazična	pH 7,5-8,0
slabo kisela	pH 6,0-6,5	jako bazična	pH 9,0-11,0
vrlo slabo kisela	pH 6,5-7,0	vrlo jako bazična	pH 11,0

Određivanje udjela $CaCO_3$ u tlu (slika 1 B) - na satno stakalce stavi se 2 g tla i doda 2-3 kapi razrijeđene solne kiseline (konc. HCl:H_2O = 1:3). Ugljikov dioksid kao plin napušta tlo, pa se prema intenzitetu šuma (tablica 2) može procijeniti njegov sadržaj u tlu.

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + \underline{CO_2}$$

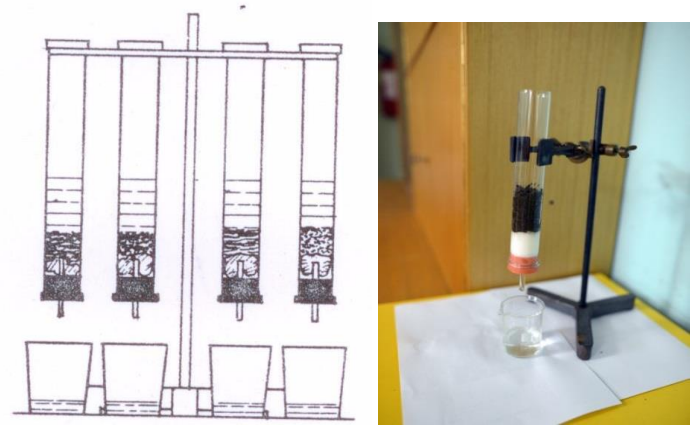
Tablica 2 Udio $CaCO_3$ u tlu (Šegulja i Hršak, 1988.)

ako se šum jedva čuje	<1% $CaCO_3$
ako je šum slab	1-3% $CaCO_3$
ako je šum jak i kratak	3-5% $CaCO_3$
ako je šum jak i dug	>5% $CaCO_3$

Mjerenje temperature tla - u svih 12 posudica s različitim vrstama tala umetnut je po 1 termometar na dubinu od 5 cm i očitavana je temperatura tla tijekom cijelog pokusa, svakih 7 dana. Također je svih 12 posudica bilo izloženo sunčevoj svjetlosti na 45 min a potom je izmjerena temperatura svakog tla također na dubini od 5 cm, kako bi se utvrdila sposobnost zagrijavanja i zadržavanje topline svakog tla.

Ispitivanje propusnosti tla za vodu - tlo je izmrvljeno prstima i pomoću sita (oko 2mm) odvojeni su grubi sastavni dijelovi tla. Korištene su staklene cijevi koje su pričvršćene na stalak. Postavljeni su čepovi na donji otvor cijevi sa odvodnim cjevčicama i ispod svake cijevi čašica. Na dno cijevi iznad čepa stavljena je vata te uzorci tla u jednakim količinama. U svaku cijev ulivena je jednaka količina vode (30 mL) i mjereno je vrijeme potrebno da prva vodena kap izađe iz odvodne cjevčice i vrijeme koje prođe dok posljednja kap vode napusti cjevčice (slika 2). Potom se od vremena koje je bilo potrebno da posljednja kap napusti cjevčice oduzelo vrijeme za prvu kap i tako se dobilo vrijeme propusnosti. Tim pokusom ispitalo se koje tlo lagano propušta vodu a koje sporo i teško.

Određivanje vodnog kapaciteta - Postavljene su staklene cijevi na stalak, čepovi s cjevčicama i uzorci tala u cijevi (slika 2) kao u pokusu za ispitivanje propusnosti tla. U svaku cijev ulivena je jednaka količina vode i izmjerena količina vode u čašicama kada zadnja kap vode istekne iz cijevi. Od početnih 30 mL oduzeta je količina vode koja je istekla i tako je utvrđeno koja tla imaju veću sposobnost zadržavanja vode.



Slika 2 Određivanje vodnog kapaciteta i propusnosti tla za vodu

Za svako fizikalno i kemijsko svojstvo 12 vrsti tala bilježeni su podaci u tablici i dat je grafički prikaz usporedno za kemijska i fizikalna svojstva. Tijekom istraživanja pojedine etape rada zabilježene su fotografiranjem.

Ispitivanje klijavosti sjemenki te rasta i razvoja biljaka

U posudice za uzgoj biljaka stavljeno je sterilizirano i usitnjeno tlo. Tlo je sterilizirano u pećnici na temperaturi 180 °C u trajanju od pola sata zbog uništavanja mogućih nametnika i mikroorganizama koji bi mogli utjecati na „zdravlje“ biljaka. U 16 posudica stavljeno je čisto tlo a u ostale 32 posudice smjese tala kao što je prikazano u tablici 3.

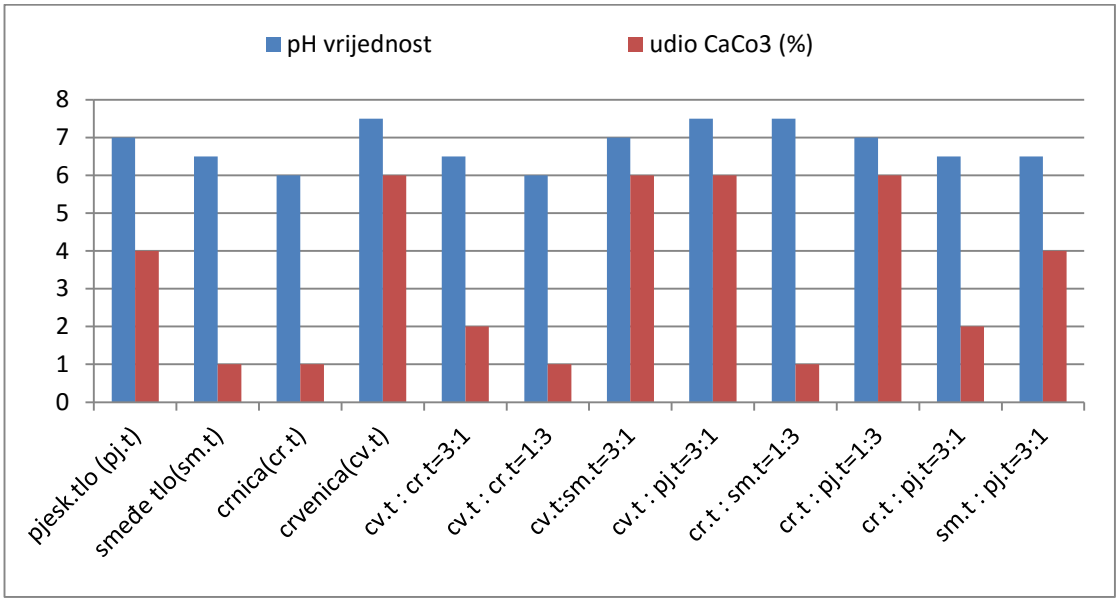
Tablica 3 Vrste i omjeri tala

vrste tla	pjesko-vito tlo (pj.t)	smeđe tlo (sm.t)	crnica (cr.t)	crven-ica (cv.t)	cv.t : cr.t	cv.t : cr.t	cv.t : sm.t	cv.t : pj. t	cr.t : sm.t	cr.t : pj. t	cr.t : pj. t	sm.t : pj. t
omjeri	1	1	1	1	3:1	1:3	3:1	3:1	1:3	1:3	3:1	3:1

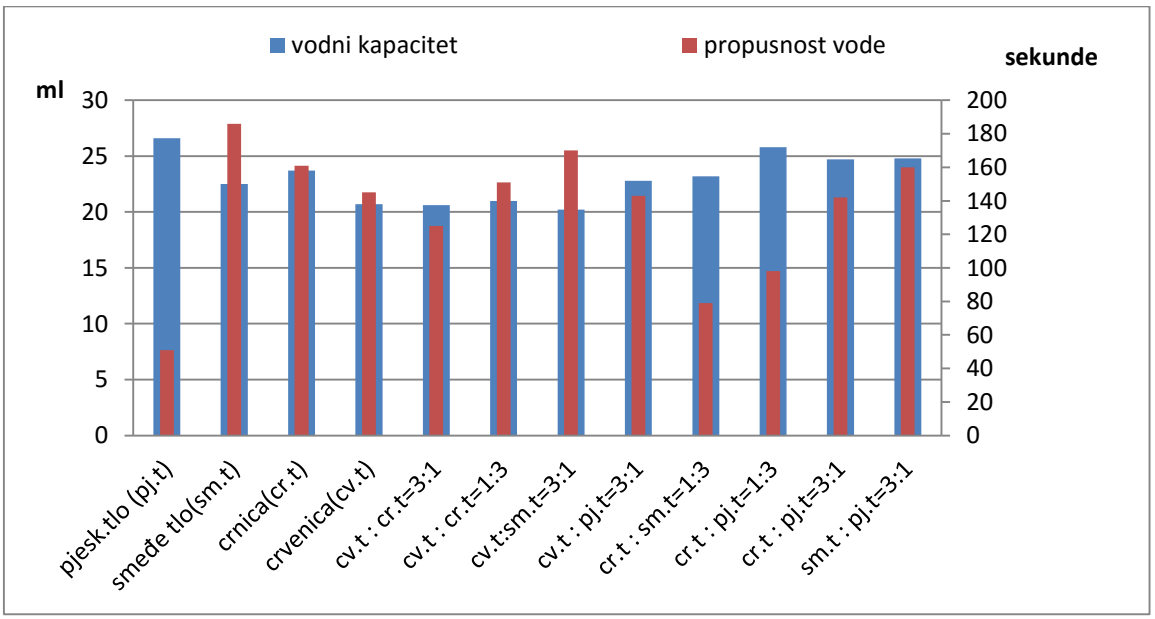
U svaku posudicu posijano je po 20 sjemenki navedenih biljaka. Nakon stavljanja na površinu tla prekrivene su istom količinom zemlje tako da sve sjemenke imaju iste uvijete kod klijanja. Zalijevanje je bilo uvijek sa 30 mL vode svaka 4 dana, iste temperature kao što je bila temperatura zraka (20 °C) ujutro. Vanjski uvjeti kao temperatura zraka, izloženost svijetlu, vlažnost zraka i strujanje zraka bili su isti za sve uzorke. Nakon posađenih sjemenki u 48 posudica sve promjene bilježene su u dnevnik tijekom 3 tjedna od njezina sađenja. Klijavost je izražena u postotcima. Računala se svakih 48 sati jer je nekim sjemenkama trebalo duže vremena da prokliju. Rast biljke mjerena je svakih 48 sati pomoću ravnala. Mjerene su po tri najviše i tri najniže stabljike i izračunata je srednja visina. Tijekom istraživanja pojedine etape zabilježene su fotografiranjem. Obrada i analiza dobivenih podataka napravljena je matematičkim metodama izračunavanjem % klijavosti, brzine rasta biljke i statističkim metodama - izračunavanjem aritmetičke sredine i koeficijenta korelacije.

REZULTATI

Slika 3 prikazuje usporedne rezultate izmjerenih pH vrijednosti i udjele $CaCO_3$ svih tala. Kako je udio vapnenca određen približno i izražen u intervalima uzete su srednje vrijednosti za grafički prikaz. Pošto udio vapnenca u tlu određuje i njegovu kiselost prikazano je na istom grafičkom prikazu zbog određivanja korelacije. Prikaz vodnog kapaciteta i svojstva propusnosti vode za sve vrste tala i njihove mješavine dat je na slici 4. Zbog lakše analize i usporedbe rezultata prikazani su na istom dijagramu.



Slika 3 Kemijska svojstva tla



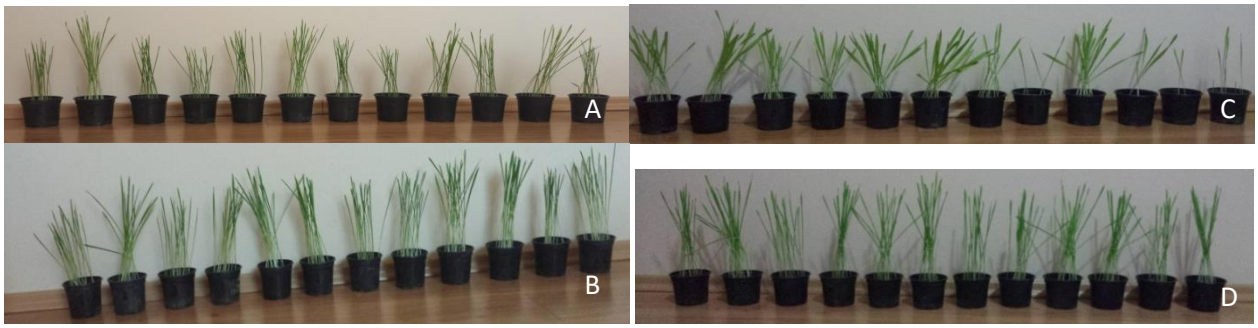
Slika 4 Fizikalna svojstva tala

U tablici 4 dati su rezultati izmjerene temperature za svako tlo nakon 45 min izlaganja suncu. Početna temperatura, prije zagrijavanja, za sva je tla bila 20°C.

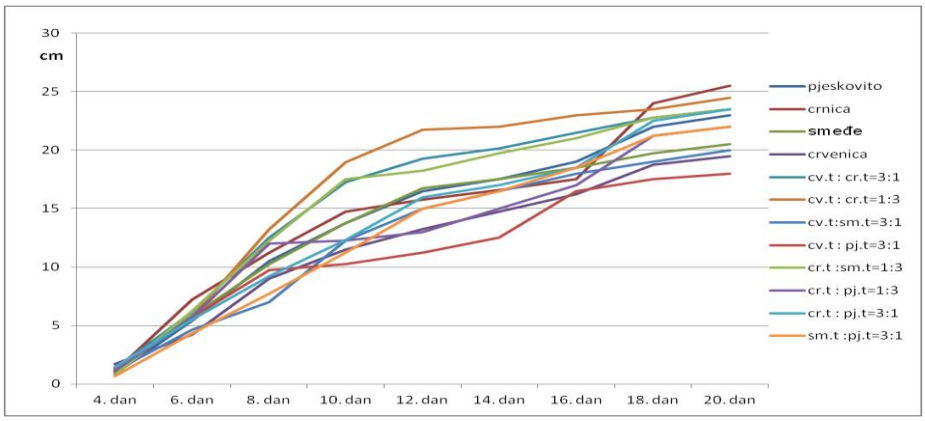
Tablica 4 Temperature tala nakon izloženosti suncu

vrste tla	pjesko-vito tlo (pj.t)	smeđe tlo (sm.t)	crnica (cr.t)	crven-ica (cv.t)	cv.t: cr.t 3:1	cv.t: cr.t 1:3	cv.t: smt 3:1	cv.t: pj. t 3:1	cr.t: smt 1:3	cr.t: pj. t 1:3	cr.t: pj. t 3:1	sm.: pj. t 3:1
Temp. nakon 45 min	24 °C	26°C	22°C	25°C	23°C	23°C	25°C	24°C	24°C	23°C	23°C	23°C

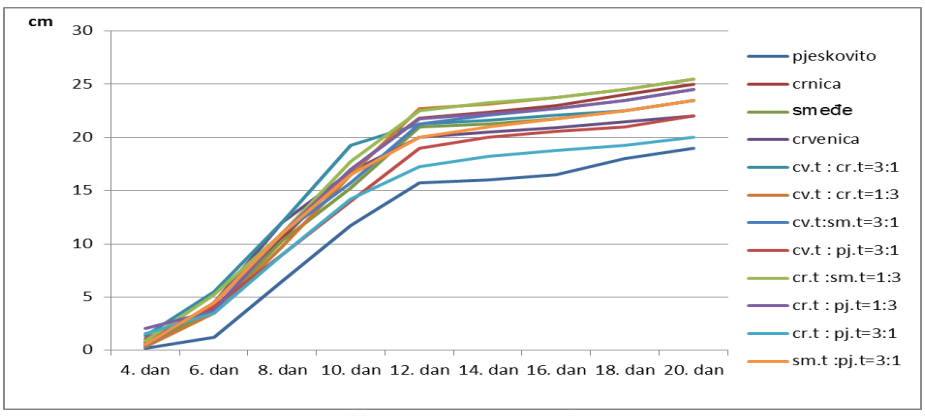
Slika 5 prikazuje rast i razvoj pojedinih žitarica kroz 20 dana koliko je trajalo praćenje. Temeljem podataka dobivenih mjerenjima rezultati su prikazani linijskim dijagramima (slika 11, 12, 13, 14) radi lakše analize rezultata.



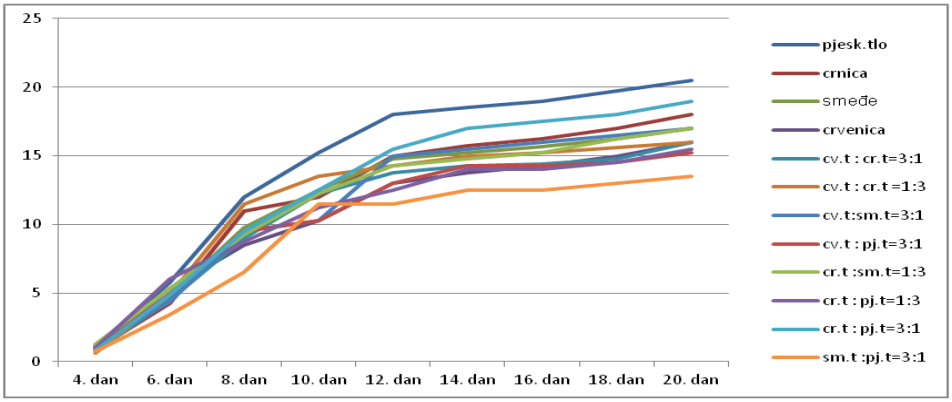
Slika 5 Rast i razvoj pšenice (A), zobi (B), ječma (C) i pšenoraži (D)



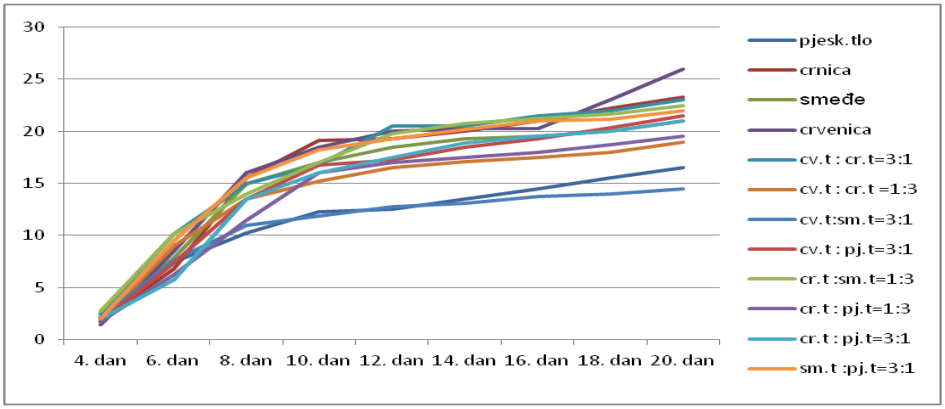
Slika 11 Rast i razvoj pšenice



Slika 12 Rast i razvoj zobi



Slika 13 Rast i razvoj ječma



Slika 14 Rast i razvoj pšenoraži

Klijavost svih vrsta žitarica praćena je kroz 20 dana gdje je svaki drugi dan bilježen broj proklijalih sjemenki na svim vrstama i smjesama tala. U tablici 5 prikazana je usporedna klijavost samo za početno i zadnje mjerenje, odnosno za 4. i 20. dan. Korišten je takav skraćeni prikaz radi lakše analize i usporedbe rezultata po vrstama tla i vrstama biljaka. Također je prikazan prosječan rast ispitivanih žitarica u tablici 6, koji ujedno daje i brzinu rasta, radi lakše analize i usporedbe rezultata.

Tablica 5 Klijavost žitarica od početka klijanja do kraja praćenja (4.dan-20.dan)

vrste tala i omjeri tala	klijavost žitarica 4. I 20. Dan (%)							
	pšenica		zob		ječam		pšenoraž	
	4.dan	20.dan	4.dan	20.dan	4.dan	20.dan	4.dan	20.dan
pjeskovito tlo	80	100	15	100	40	100	100	100
crnica	80	100	30	100	40	85	90	100
smeđe tlo	75	100	55	95	65	100	85	95
crvenica	90	95	30	90	55	85	95	100
cv.t : cr.t=3:1	90	95	60	100	60	100	85	95
cv.t : cr.t=1:3	80	100	5	100	30	100	85	90
cv.t:sm.t=3:1	80	100	45	100	25	100	80	90
cv.t : pj.t=3:1	80	90	45	100	5	25	80	90
cr.t :sm.t=1:3	65	100	45	100	40	100	65	75
cr.t : pj.t=1:3	70	95	20	100	10	30	75	90
cr.t : pj.t=3:1	55	90	20	100	60	80	70	85
sm.t :pj.t=3:1	60	100	50	100	10	50	85	90

Tablica 6 Usporedba rasta žitarica

PROSJEČAN RAST - NAJBRŽI RAZVOJ KROZ PROMATRANO RAZDOBLJE (u cm)				
	PŠENICA	ZOB	JEČAM	PŠENORAŽ
pjeskovito	14,28	11,66	14,43	11, 63
crnica	14, 85	16,48	12,24	16,54
smeđe	13,77	15,55	11,86	15,57
crvenica	12,11	15,41	10,79	17,11
cv.t : cr.t=3:1	17,62	16,57	11,07	16,88
cv.t : cr.t=1:3	17,10	16,63	11,84	14,18
cv.t:sm.t=3:1	12,62	16,20	11,71	11,19
cv.t : pj.t=3:1	11,42	14,53	12,33	15,14
cr.t :sm.t=1:3	15,78	17,15	11,73	16,64
cr.t : pj.t=1:3	13,82	16,5	10,83	14,03
cr.t : pj.t=3:1	14	13,53	12,74	14,90
sm.t :pj.t=3:1	11,73	15,7	9,47	16,53

RASPRAVA

Analizom kemijskih i fizikalnih svojstava vidljivo je da pH ovisi o udjelu kalcijeva karbonata, odnosno što je veći udio $CaCO_3$, kiselost tla je manja, odnosno tlo je neutralnije. U poljoprivrednoj proizvodnji koriste se različita vapnena sredstva kako bi se smanjila kiselost tla (Mesić, 2001). Kemijske reakcije koje to objašnjavaju su: $CaCO_3 \leftrightarrow CO_3^{2-} + Ca^{2+}$ / $CO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrow HCO_3^- + OH^-$ / $OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$ Ispitivanjem je utvrđeno da crvenica kao i njezine mješavine sa ostalim vrstama tala imaju veliki udio kalcijeva karbonata i zbog toga pokazuju blagu lužnatu i neutralnu reakciju (pH je od 6,5-7,5). Crnica i mješavine tala gdje crnica prevladava kao i neke mješavine smeđeg tla pokazuju niski udio kalcijeva karbonata i kiselu reakciju (pH 6- 6,5). Kisela reakcija u ovim relativno plodnim vrstama tala je vjerojatno zbog kiselosti humusa koji se nalazi u sastavu tih tala a nema dovoljno vapnenca koji bi tu kiselost smanjio. Pjeskovito tlo ima pH 7.5 jer je i udio $CaCO_3$ najveći. Kod ispitivanih tala korelacijska veza između pH vrijednosti i udjela kalcijeva karbonata je vrlo jaka.

Najveći vodni kapacitet imaju pjeskovito tlo (25,8 mL), crnica (23,7 mL) te mješavine tih tala, dakle ta tla dobro zadržavaju vodu što se može objasniti udjelom ilovače ili gline u pjeskovitom tlu (Cvitanović,2012). Najmanji vodni kapacitet ima crvenica (20,7 mL) i sve mješavine u kojima ona prevladava. Najveću propusnost tla za vodu pokazuje pjeskovito tlo (51 sekunda) smjese tala s pijeskom također imaju veliku propusnost pa zato spadaju u lagano propusna tla, dok smeđe tlo koje najsporije propušta vodu (186 s) i njegove mješavine spadaju u teško propusna tla. Od proučavanih tala 50 % ima propusnost 144 sekunde i manje, dok 50 % ima propusnost više od 144 sekunde. Korelacijska veza između vodnog kapaciteta i propusnosti tla za vodu je slaba jer je koeficijent korelacije manji od 1; r=0.002 (Matematika.fkit., 2012). Temperatura tla tijekom praćenja rasta i razvoja žitarica bila je konstantna, odnosno tlo je poprimilo sobnu temperaturu koja je iznosila 20-21 °C. Temperatura mjerena 45 min nakon izlaganja tla suncu pokazala je različite vrijednosti. Najveća temperatura iznosi u smeđem tlu, što objašnjava najbolju klijavost žitarica u tom tlu radi dobrog zadržavanja topline (tablica 4.). Poznato je da tamnija tla vlažnija i glinaste do ilovaste strukture upijaju više topline i dulje ju zadržavaju od suhih i rahlih tala kao npr. pjeskovita tla. Izmjerene vrijednosti su pokazale kako smeđe tlo najbolje upija toplinu (povišenje za 6°C) zbog svoje kompaktnosti i tamnije boje, crvenica za 5°C također zbog svoje strukture koja vlaženjem poprima svojstva gline, kao i njihove smjese. Pjeskovito tlo odstupa od navedenih podataka *(*Archy, 2010.) jer se bolje zagrijalo od crnice što se može objasniti nedostatkom vlage. Sva ispitivana tla bila su suha tako

da voda koja ima veći toplinski kapacitet od tla nije bitno utjecala na toplinski kapacitet ispitivanih uzoraka. Klijavost svih žitarica odvijala se u istim vanjskim uvjetima pri temperaturi tla i zraka od 20°C tako da se postotak klijavosti (tablica 5) odnosi samo na utjecaj količine vlage u tlu što proizlazi iz vodnog kapaciteta i propusnosti tla za vodu. Tako je klijavost pšenice najbolja u smeđem tlu jer gledajući vrijeme koje je u prosijeku potrebno pšenici da ona proklije bilo 4-6 dana, već tada je proklijalo 100% u odnosu na 20 posađenih. Dobra klijavost se također može vidjeti u smjesama gdje prevladava smeđe tlo kao i crnica. Dakle, kao što je pretpostavljeno u hipotezi, u tim tlima je pšenica najbolje proklijala radi kompaktnosti tih tala, znajući da pšenica voli vlažna i plodna tla. Slabiju klijavost između 90 i 95 % pokazuju crvenica i ostale mješavine gdje ona prevladava isto kao neke mješavine sa pjeskovitim tlom. Nakon 3 tjedna praćenja, rasta i razvoja pšenice (slika 11), ona se najbolje razvila u crnici gdje prosječna visina stabljika iznosi 25.5 cm te u smjesama gdje prevladava crnica i smeđe tlo. Najmanji intenzitet rasta se pokazuje u crvenici i smjesama gdje prevladava crveno (18 cm) i pjeskovito tlo. Taj rezultat je za očekivati, obzirom da pšenici trebaju vlažna tla, bogata humusom te slabe kisele do neutralne reakcije. Zob je već 6. dan u svim vrstama tla isklijala oko 100%, pa se može zaključiti da je sjeme vrlo dobro. Gledajući 4. dan kako bi se moglo ustanoviti gdje ipak najbolje klije također je to smeđe tlo i mješavina crvenice i crnice gdje crvenica prevladava. Slabija klijavost može se vidjeti u pjeskovitom tlu te u smjesi crvenice i crnice gdje crnica prevladava. Nakon 3 tjedna rasta i razvoja (slika 12) , najbolji rast se vidi u crnici (25 cm), smeđem tlu (23.5 cm), smjesi crnice i smeđeg tla gdje smeđe tlo prevladava (25.5 cm) i smjesi crvenice i crnice (1:3) gdje iznosi 25.5 cm. Slabiji intenzitet rasta je vidljiv u pjeskovitom tlu (19 cm) i smjesi crnice i pjeskovitog tla. Znajući da zob ima vrlo razgranat korijenov sustav i veliku sposobnost upijanja vode i hranjivih tvari, pa čak i iz onih tala koji i nisu toliko plodna, jasno je zašto je ova žitarica dala ovako dobre rezultate rasta (Agroklub, 2008). Klijavost ječma gledajući od 4. do 6. dana najbolja je u smeđem i pjeskovitom tlu i iznosi 100%. Najlošija klijavost pokazala se u smjesama crnog i pjeskovitog tla gdje iznosi 30 %. Najbolji rast (slika 13) je u pjeskovitom tlu 20.5 cm i u crnici 18 cm, a slabiji u smjesi crnice i pjeskovitog tla (1:3) gdje iznosi 15.5 cm, te smeđem tlu i crvenici. S obzirom na to da već od prije znamo (Agroklub, 2008.), kako sjetvu ječma treba izbjegavati na tlima koja su slabije kvalitete i kiselim tlima ovi rezultati su djelomično opravdani. Bilo bi za očekivati da dobro raste u smjesi crnice s tlima koja imaju neutralan ili blago lužnat karakter što nije pokazano ovim istraživanjem. Pšenoraž daje najbolje rezultate klijanja u pjeskovitom tlu, jer je već 4. dan svih 20 sjemenki isklijalo. Dobra klijavost vidljiva je također kod smjese crnice i crvenice. Lošiji intenzitet klijanja je kod smjese crnice i pjeskovitog tla (3:1) gdje iznosi 85 % i kod smjese crnice i smeđeg tla (1:3). Rast pšenoraži (slika 14) je najbolja u crvenici (26 cm) i crnici (23.25 cm), a lošija u smjesi crvenice i smeđeg tla (3:1) gdje je srednja visina samo 14.5 cm. Križanjem pšenice i raži nastala je ova vrlo otporna žitarica (Agroklub, 2008.), koja uspijeva i na vrlo suhim tlima, jako je otporna na kiselost tla i ostala kemijska i fizikalna svojstva koja su bila ispitivana što potvrđuju rezultati ovog istraživanja. Provedena je i analiza prosječnog rasta i razvoja biljaka ovisno o vrsti tla kroz promatrano razdoblje. Nakon statističke obrade u tablica 6 prikazani su rezultati prosječnog rasta i razvoja biljaka u promatranom razdoblju. Iz tablice 6 vidljivo je kako je pšenica ostvarila najveći prosječni rast na miješanom tlu crvenice i crnice u omjeru (3:1) i to u prosjeku 17,62 cm. Sličan rast je i u kombinaciji istih tala samo u omjeru (1:3). Ti podaci ne odgovaraju pretpostavci koja se temeljila na dostupnoj literaturi a ističe smeđe tlo kao najpogodnije za uzgoj pšenice. Najmanji prosječni rast pšenice ostvaren je na kombinaciji crvenice i pjeskovitog tla (3:1)samo 11, 42 cm što ukazuje da crvenica nije pogodna za njen uzgoj. Za kulturu zobi karakterističan je najveći prosječni rast na miješanom tlu crnice i smeđeg tla (1:3) i to 17,15 cm, dok je najmanji rast na pjeskovitom tlu (11,66 cm). Najveći prosječni rast na pjeskovitom tlu

ostvario je ječam u iznosu od 14,43 cm. Ječam ostvaruje najmanji iznos rasta na crvenici, za razliku od pšenoraži koja na navedenom tlu bilježi najveći rast i razvoj od svih tala (17,11 cm). U promatranom razdoblju od svih navedenih biljaka, najveći prosječni rast ostvarila je pšenica (17,62 cm). Usporedbom svih rezultata klijavosti i rasta može se uočiti poboljšanje svojstava tala dobivenih njihovim miješanjem što bi možda mogla biti preporuka za ekološki uzgoj istih.

ZAKLJUČCI

- pH vrijednost tla ovisi o udjelu $CaCO_3$, što je više kalcijeva karbonata tlo je manje kiselo.
- Kod ispitivanih tala korelacijska veza između vodnog kapaciteta i propusnosti vode je slaba.
- Izlaganje tla sunčevoj toplini povećava temperaturu tla u prosijeku za 3°C.
- Najbolju klijavost u svim tlima pokazale su pšenica i zob.
- Za većinu žitarica najpovoljnija tla za klijavost i rast su smeđe tlo i crnica.
- Najbolja smjesa za rast žitarica je smjesa crnice i smeđeg tla (1:3) i smjesa crvenice i crnice (1:3).
- Uočena je poboljšana klijavost i rast u smjesama tala crnice i smeđeg tla (1:3) te smjesi crvenice i crnice (1:3) što bi se moglo iskoristiti u ekološkom uzgoju.

ZAHVALA
Zahvaljujem se BC Institutu Rugvica i gospodinu Marku Maričeviću na doniranim sjemenkama za provedbu ovog istraživanja.

LITERATURA

Agroklub, 2008., Ječam, Žitarice- Biljne vrste i sortne liste, http://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/ječam-95 (10.2.2016.)
Agroklub, 2008., Pšenica, Žitarice- Biljne vrste i sortne liste, http://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/pšenica-108 (5.12.2015.)
Agroklub, 2008., Pšenoraž, Žitarice- Biljne vrste i sortne liste, http://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/pšenoraž-105 (10.02.2016.)
Agroklub, 2008., Zob, Žitarice- Biljne vrste i sortne liste, http://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/zob-93 (10.2.2016.)
Archy.A.A., 2010. Pedologija Scribd, https://bs.scribd.com/doc/25065459/Pedologija-skripta (2.3.2016.)
Cvitanović A., 2012. Geografski rječnik, Hrvatsko geografsko društvo, Zadar.
Mesić M., 2001. Korekcija suvišne kiselosti tla različitim vapnenim materijalima. On-line URL: http://hrcak.srce.hr/12440 Polj. znan. smotra, vol. 66. (2): 75 – 93 (1.3.2016.)
Radić Brkanić S., Jareb Lj., 2014. Biologija 3: Fiziologije biljaka. Alfa, Zagreb
Springer O. P., Pevalek-Kozlina B. 1997. Rast i razvitak biljaka,U Springer O.P.(ur.), Biologija 3: Fiziologija čovjeka i fiziologija bilja. Profil International, Zagreb, str.238-259.
Šegulja N., Hršak V., 1988. Priručnik za fitocenološka i ekološka istraživanja vegetacije, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb
Vukadinović V., 2011. Ishrana biljaka, Poljoprivredni fakultet, Osijek
Matematika.fkit., 2012., Statistika - sažetak i popis formula, http://matematika.fkit.hr/novo/statistika_i_vjerojatnost/predavanja/Statistika_sazetak_formule.pdf (6.3.2016.)
.

UTJECAJ PH-VRIJEDNOSTI NA BAKTERIJE MLIJEČNOG VRENJA

Viktorija Jakšić, 2. razred

Klasična gimnazija, Zagreb
Mentor: Iva Prgomet

SAŽETAK

U ovome je istraživanju cilj dokazati da bakterije mliječnoga vrenja podnose niske pH-vrijednosti te stoga mogu preživjeti u ljudskome probavnom sustavu i doći do crijeva gdje obavljaju jako važnu ulogu za čovjeka, a to je čuvanje crijevne flore. Poznato je da se u mliječnim proizvodima nalaze bakterije mliječno-kiseloga vrenja te se neke vrste tih bakterija još nazivaju i probiotici. Također se u ovome istraživanju žele ispitati razlike u preživljavanju tih bakterija u probavnome sustavu (promjenom pH-vrijednosti) radi pronalaska jogurta s najboljom bakterijskom kulturom za čovjekovu konzumaciju. Različite vrste mliječnih bakterija dobivene su razmazivanjem razrjeđenja jogurta na hranjivi agar te su nakon 10 dana čuvanja na sobnoj temperaturi izbrojane kolonije. Obradom dobivenih podataka može se zaključiti da su sve bakterijske kulture preživjele niske pH-vrijednosti te je Bio+ Naturjogurt pokazao najbolje rezultate u nekoliko kategorija.

Ključne riječi: *probiotik, crijevna flora, probavni sustav, jogurt*

UVOD

Kad se izgovori riječ *bakterije*, obično svi pomislimo na neke bakterije koje uzrokuju bolesti i štete ljudima, ali osim takvih „loših“ bakterija postoje i „dobre“ bakterije koje ne štete čovjeku i za koje danas znamo da bez njih ne bi bilo života na Zemlji pa tako ni čovjeka. Iako su otkrivene tek u 17. st., danas jako dobro poznajemo njihovu važnost te tako i mnogi organizmi žive u simbiozi s bakterijama, uključujući i čovjeka. Prvi znanstvenik koji je proučavao mikroorganizme bio je Antony van Leeuwenhoek. Nakon njega Louis Pasteur otkriva bakterije kao uzročnike nekih bolesti te otkriva da visoke temperature uništavaju njihovu građu. Otuda riječ pasterizacija, postupak zagrijavanja supstrata tijekom kraćega vremenskog razdoblja na temperaturu od 60° do 80° C. U nepovoljnim uvjetima neke bakterije stvaraju strukturu koja se naziva endospora (Bogut i sur., 2014).

Sve su bakterije prokariotski organizmi koji su svrstani u carstvo monera, a njega čine arhebakterije, eubakterije i cijanobakterije. Cijanobakterije najstariji su fotosintetski organizam na Zemlji, što je bilo presudno za daljnji razvoj života. Bakterije koje su živjele u izuzetno nepovoljnim uvjetima nazivaju se arhebakterije. Neke su još opstale do danas i dalje živeći u ekstremnim uvjetima (dno oceana, vulkanski krateri i sl.). Eubakterije se nazivaju pravim bakterijama i s njima se najviše susrećemo u svakodnevnome životu. Prema obliku podijeljene su na kuglaste (koki), štapićaste (bacili), spiralne (spirili, vibrioni, spirohete) i L-bakterije. One se uzgajaju na hranjivim podlogama koje mogu biti tekuće (hranjivi bujon), krute (hranjivi agar) i polutekuće. Uporaba određene vrste podloge ovisi o uzorku bakterija ili o vrsti bakterija koje se proučavaju. Agar se dobiva iz određenih vrsta crvenih morskih algi. Bakterije iste vrste povezuju se u kolonije. S obzirom na potrebe za kisikom pri dobivanju energije dijele se na aerobne (potreban kisik), anaerobne (nije potreban kisik) i fakultativno anaerobne (mogu po potrebi biti anaerobne). Prema načinu prehrane dijele se na autotrofne (same stvaraju organske spojeve) i heterotrofne (uzimaju organske spojeve iz okoline). Postoji više oblika heterotrofnih bakterija, a to su saprofitske bakterije (razgrađuju organske spojeve uginulih organizama), parazitske bakterije (organske tvari dobivaju iz živih stanica domaćina i time uzrokuju bolesti) i simbiontske bakterije (Dolenec, Rusak, 2013). Simbioza je oblik suživota dvaju ili

više organizama pri čemu svaki organizam od toga suživota ima koristi. Simbiontske bakterije vrlo su važne za biljke, životinje i ljude (Dolenec, Rusak, 2013).

Zdrava se odrasla osoba sastoji od oko 10 trilijuna stanica, a nosi oko 100 trilijuna mikroorganizama (Gregorović-Kesovija, 2014). Najvećim su dijelom to bakterije te neke gljive. Mikroorganizmi fiziološke flore čovjeka pripadaju dvjema skupinama: 1. trajna (rezidentna) mikroflora sastoji se od relativno određenih tipova mikroorganizama koji se u pravilu nalaze na određenim anatomskim mjestima u određenoj dobi života čovjeka; nastanjuje se na čovjeku odmah poslije rođenja i ondje ostaje sve do njegove smrti; ako bude kratkotrajno oštećena, takva se mikroflora vrlo brzo obnovi; 2. prolazna (tranzitorna) mikroflora čovjeka obuhvaća apatogene ili uvjetno patogene mikroorganizme koji dolaze iz okoline te se na koži i sluznicama zadržavaju tek nekoliko sati, dana ili tjedana i nikada se ne nastanjuju trajno (Gregorović-Kesovija, 2014). Poznata je uloga probavnoga trakta u probavljanju hrane i opskrbi tijela energijom koju dobivamo od razgrađenih dijelova hrane. Zna se i da u probavnome traktu apsorbiramo vitamine, minerale, elemente u tragovima i sve drugo potrebno za normalno odvijanje metaboličkih procesa. Želudac i crijeva sadrže najviše imunoloških stanica, ali jednako važnu ulogu imaju i milijarde bakterija u crijevima. One nas štite od drugih bakterija, virusa, gljivica, parazita i toksina koji svakodnevno ulaze uz hranu i vodu u naš probavni trakt (Balen, 2010). Pretpostavlja se da u zdravih ljudi normalnu crijevnu floru čini više od 500 bakterijskih vrsta što crijeva čini vrlo bitnim organom u našemu tijelu. Zdrava ili uravnotežena crijevna bakterijska flora važan je čimbenik potpunoga zdravlja čovjeka. Poremećaj ravnoteže normalne fiziološke flore čovjeka zove se disbioza. Ona može biti prisutna na svim dijelovima tijela, ali je najvažnija u probavnome sustavu. Mikroorganizmi normalne crijevne flore kod zdravih ljudi ne uzrokuju bolest. No, kod pojave neočekivanih događaja, kao na primjer traume ili oštećenja imunološkoga sustava, kada ti mikroorganizmi uđu u primarno sterilne prostore (trbušna šupljina ili krv), mogu uzrokovati veoma teške infekcije. Takve mikroorganizme nazivamo oportunistički patogeni. Da bismo spriječili takva stanja, potrebno je unositi dovoljno probiotika iz hrane i iz dodataka prehrani (Gregorović-Kesovija, 2014).

Naziv *bakterije mliječne kiseline* obuhvaća velik broj bakterijskih vrsta koje proizvode mliječnu kiselinu previranjem različitih ugljikohidrata. Podrijetlo toga imena potječe još iz 1884. godine, kada je Hueppe prvi upotrijebio izraz *Milchsauerbacillus* da opiše dio flore mikroorganizama odgovornih za kiseljenje mlijeka i mliječnih proizvoda (Šušković i sur., 1997). Svaki se čovjek barem jednom u životu susreo s bakterijama mliječnoga vrenja. Najčešće u situaciji kada pije neki mliječni proizvod, danas poznat pod nazivom probiotik ili pri uzimanju tableta za liječenje proljeva. Glavno je obilježje bakterija roda *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* da su one „dobre“ bakterije koje u ljudskome organizmu žive u debelome crijevu (Niseteo, 1998). Osim u debelome crijevu nalaze se i u ustima i u lišću biljaka. Glavno je obilježje bakterija mliječno-kiseloga vrenja da iz laktoze u mlijeku sintetiziraju mliječnu kiselinu koja je sastavni dio mliječnih proizvoda poput mlijeka, jogurta, kefira i dr. Proces je fermentacije anaeroban, što bi značilo da nije potreban kisik za tu reakciju (Bogut i sur., 2014). Postoje dva tipa mliječno-kisele fermentacije. Prva je homofermentativna, tj. jedini je produkt mliječna kiselina. Druga je heterofermentatitvna, tj. konačni su produkti mliječna kiselina, etanol i ugljikov dioksid (Stilinović, Hrenović, 2009).

Probiotici su živi bakterijski mikroorganizmi koji blagotvorno djeluju na domaćina poboljšavajući njegovu crijevnu mikrobnu ravnotežu. Primjenjuju se samo dobro ispitani sojevi bakterija kao što su: *Lactobacillus acidophilus, Lactoccous lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus salivarium*, *Lactobacillus casei* i *Enterosoccus faecium.* U nekim se preparatima kombinira više sojeva, ali opće su priznati kriteriji za kvalitetu probiotika da mora imati najmanje dva soja bakterija, ali je poželjno da ih ima i više (Balen, 2010). Da bismo određeni soj mikroorganizama mogli svrstati u probiotik, on mora zadovoljavati nekoliko bitnih kriterija: mora proživjeti fiziološke uvjete probavnoga sustava i doći na mjesta djelovanja u crijevu (dakle, mora biti otporan na djelovanje kiseline u želucu te djelovanje probavnih enzima i žučnih soli); mora ostati stabilan tijekom procesa proizvodnje te u matriksu dodataka prehrani / funkcionalne namirnice tijekom roka trajanja proizvoda; moraju postojati dokazi o njegovim pozitivnim učincima na zdravlje te ne smije biti patogen (Vitali Čepo, Filipović, 2014). Pozitivni su učinci probiotika mnogobrojni: blokiranje djelovanja patogenih bakterija smanjujući pH-vrijednost u crijevima; stimuliranje proizvodnje mucina, visokomolekularnoga glikoproteina čija je uloga zaštita i podmazivanje sluznice crijeva; reguliranje imunološkoga sustava; prevencija proljeva; sintetiziranje vitamina K; razgrađivanje žučnih pigmenata i žučne kiseline te tako sudjelovanje u razgradnji i apsorpciji hrane itd. (Gregorović-Kesovija, 2014).

Već dugo znam kako te bakterije djeluju u ljudskome organizmu, ali sam to htjela i dokazati istraživačkim radom. Dakle, u ovome će istraživanju moja hipoteza biti da bakterije mliječnoga vrenja lošije podnose niske pH-vrijednosti (npr. pH-vrijednost želučane kiseline) nego više pH-vrijednosti te da im one čak pogoduju za razmnožavanje (npr. pH-vrijednost u debelome crijevu). Brojna istraživanja *in vitro* pokazala su različitu osjetljivost bakterija mliječne kiseline na nisku pH-vrijednost i koncentraciju žuči u probavnome sustavu čovjeka (Kršev, 1996). Cilj je istraživanja dokazati da bakterije mliječno-kiseloga vrenja iz različitih mliječnih proizvoda koje unesemo hranom prežive pH-vrijednost želučane kiseline da bi mogle doći do crijeva i tamo se umnožiti.

METODE RADA

Proučavanje pH-vrijednosti osmišljeno je kao simulacija toga što se događa s brojem bakterija od početka probavnoga sustava (usta) do kraja (debelo crijevo). Za potrebe istraživanja upotrebljavane su 3 različite vrste jogurta, agar, kiselina (HCl, w=38%), lužina (NaOH, w=49%), alkohol (70%) i destilirana voda. Za vrijeme rukovanja kiselinama i lužinama te tijekom razmazivanja na hranjive podloge upotrebljavane su zaštitne rukavice. Otopine različitih pH-vrijednosti dobivene su razrjeđivanjem ishodišnih otopina kiseline i lužine destiliranom vodom po principu $c_1V_1 = c_2V_2$ te su sve dobivene otopine s određenim pH-vrijednostima dokazane univerzalnim indikatorskim papirom (slika 1). Razrjeđenja jogurta (bakterijskih kultura) napravljena su od 90% jogurta i 10% destilirane vode. Tako pripremljeni uzorci jogurta s bakterijskim kulturama (po 0,1 ml) naneseni su razmazivanjem na hranjivu podlogu u alkoholom dezinficirane Petrijeve zdjelice vatenim štapićem. Upotrebljavana su tri jogurta s različitim bakterijskim kulturama od kojih su napravljeni uzorci: Jogurt 1 – KPlus tekući jogurt, Jogurt 2 – SenSia natur fermentirano mlijeko i Jogurt 3 – Bio+ Naturjogurt. Količina razrjeđenja i otopina različitih pH-vrijednosti prije stavljanja u zdjelice određena je špricom. Izmjereno je da uzorak Jogurta 1 ima pH-vrijednost približnu 6, a uzorci Jogurta 2 i 3 približnu pH-vrijednost 7. Za svaki uzorak jogurta korišteno je 16 hranjivih podloga. Jedna je služila kao kontrolna

serija, a u ostalih 15 (rađene su tri serije za svaku pH-vrijednost) je dodana otopina različitih pH-vrijednosti:

- 0,5 ml otopine ph-vrijednosti 2 u 3 Petrijeve zdjelice za svaki uzorak jogurta
- 0,5 ml otopine ph-vrijednosti 4 u 3 Petrijeve zdjelice za svaki uzorak jogurta
- 0,5 ml otopine ph-vrijednosti 7 u 3 Petrijeve zdjelice za svaki uzorak jogurta
- 0,5 ml otopine ph-vrijednosti 8 u 3 Petrijeve zdjelice za svaki uzorak jogurta
- 0,5 ml otopine ph-vrijednosti 9 u 3 Petrijeve zdjelice za svaki uzorak jogurta.

Petrijeve zdjelice čuvane su 10 dana na sobnoj temperaturi. Nakon 10 dana, pod lupom su brojene kolonije mliječnih bakterija na svim hranjivim podlogama pomoću mreže napravljene na papiru (slika 2).

Slika 1. Određivanje pH-vrijednosti indikatorskim papirom

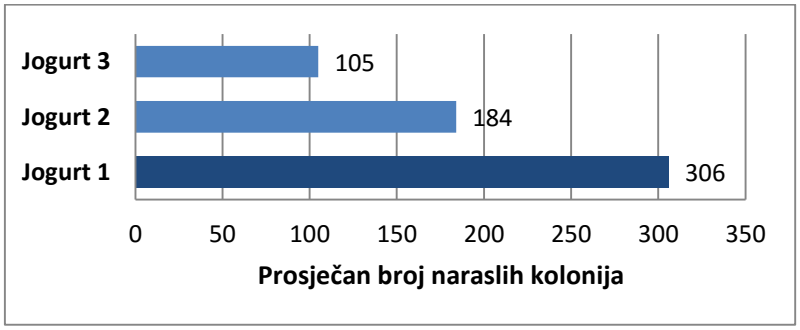
Slika 2. Narasle kolonije i prikaz podjele površine za brojenje pod lupom

REZULTATI

Brojenjem svih kolonija dobiveni su podatci koji su prikazani grafički.

pH-vrijednost 2

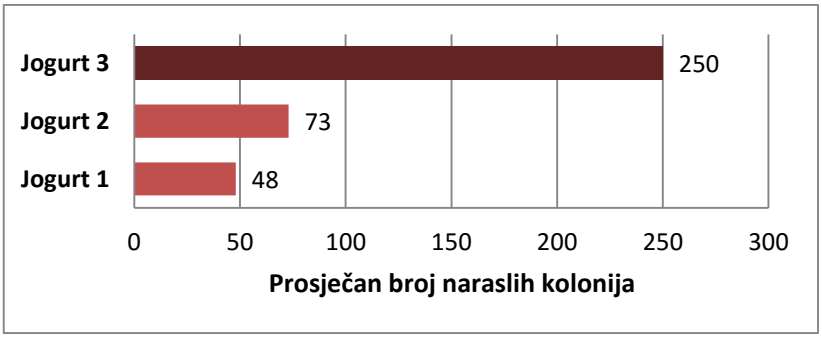
Pri pH-vrijednosti 2 izbrojeno je 406 kolonija u 1. seriji, 202 kolonije u 2. seriji i 310 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 1. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 306 kolonija. Pri pH-vrijednosti 2 izbrojene su 264 kolonije u 1. seriji, 32 kolonije u 2. seriji i 256 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 2. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 184 kolonija. Pri pH-vrijednosti 2 izbrojena je 61 kolonija u 1. seriji, 100 kolonija u 2. seriji i 154 kolonije u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 3. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 105 kolonija. Prosječne vrijednosti naraslih kolonija pri pH-vrijednosti 2 prikazani su na slici 3.



Slika 3. Usporedba prosječnog broja kolonija svih uzoraka jogurta pri pH-vrijednosti 2

pH-vrijednost 4

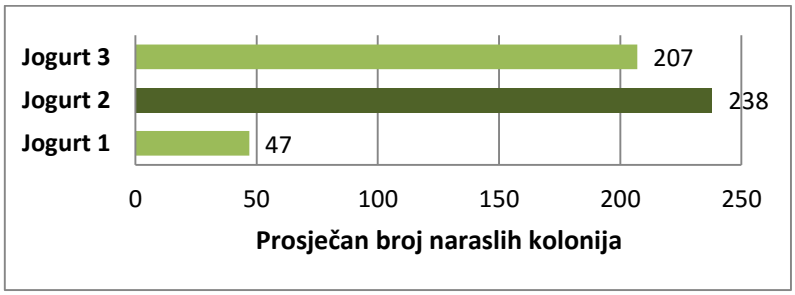
Pri pH-vrijednosti 4 izbrojeno je 57 kolonija u 1. seriji, 45 kolonija u 2. seriji i 42 kolonije u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 1. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 48 kolonija. Pri pH-vrijednosti 4 izbrojene su 64 kolonije u 1. seriji, 99 kolonija u 2. seriji i 56 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 2. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 73 kolonije. Pri pH-vrijednosti 4 izbrojeno je 478 kolonija u 1. seriji, 147 kolonija u 2. seriji i 125 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 3. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 250 kolonija. Prosječne vrijednosti naraslih kolonija pri pH-vrijednosti 4 prikazani su na slici 4.



Slika 4. Usporedba prosječnog broja kolonija svih uzoraka jogurta pri pH-vrijednosti 4

pH-vrijednost 7

Pri pH-vrijednosti 7 izbrojene su 54 kolonije u 1. seriji, 21 kolonija u 2. seriji i 66 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 1. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 47 kolonija. Pri pH-vrijednosti 7 izbrojeno je 130 kolonija u 1. seriji, 440 kolonija u 2. seriji i 144 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 2. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 238 kolonija. Pri pH-vrijednosti 7 izbrojene su 432 kolonije u 1. seriji, 137 kolonija u 2. seriji i 52 kolonije u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 3. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 207 kolonija.Prosječne vrijednosti naraslih kolonija pri pH-vrijednosti 7 prikazani su na slici 5.

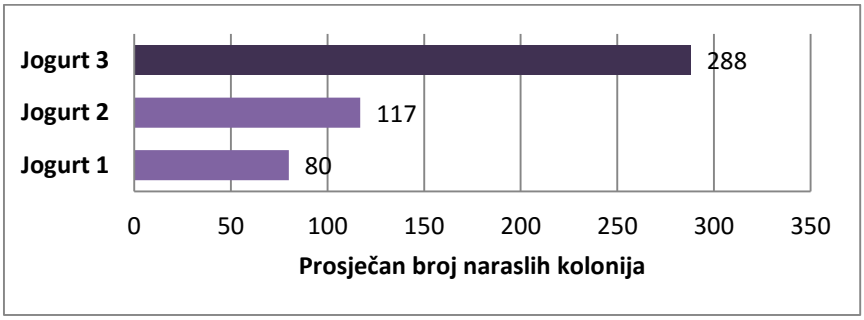


Slika 5. Usporedba prosječnog broja kolonija svih uzoraka jogurta pri pH-vrijednosti 7

pH-vrijednost 8

Pri pH-vrijednosti 8 izbrojeno je 137 kolonija u 1. seriji, 56 kolonija u 2. seriji i 47 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 1. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 80 kolonija. Pri pH-vrijednosti 8 izbrojene su 154 kolonije u 1. seriji, 111 kolonija u 2. seriji i 86 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 2. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 117 kolonija. Pri pH-vrijednosti 8 izbrojene su 252 kolonije u 1. seriji, 352 kolonije u 2. seriji i 260 kolonija u 3. seriji za

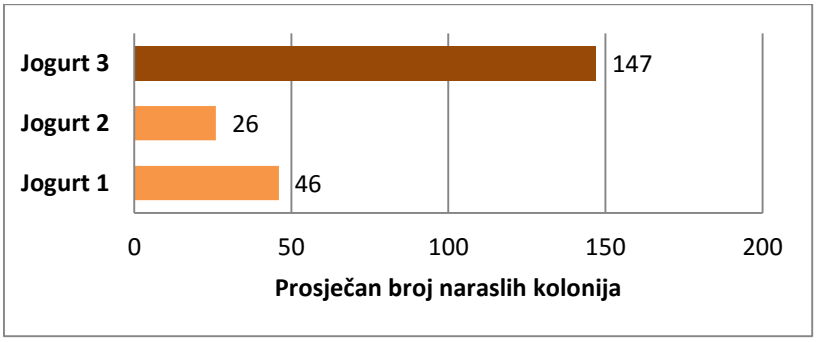
bakterijske kulture uzorka Jogurta 3. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 288 kolonija. Prosječne vrijednosti naraslih kolonija pri pH-vrijednosti 8 prikazani su na slici 6.



Slika 6. Usporedba prosječnog broja kolonija svih uzoraka jogurta pri pH-vrijednosti 8

pH-vrijednost 9

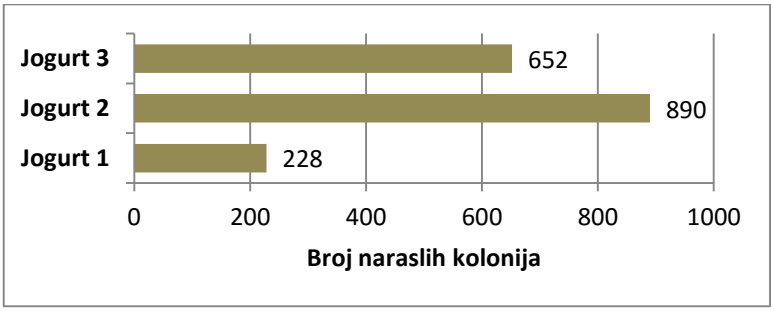
Pri pH-vrijednosti 9 izbrojeno je 37 kolonija u 1. seriji, 56 kolonija u 2. seriji i 45 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 1. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 46 kolonija. Pri pH-vrijednosti 9 izbrojena je 31 kolonija u 1. seriji, 32 kolonija u 2. seriji i 15 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 2. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 26 kolonija. Pri pH-vrijednosti 9 izbrojene su 274 kolonije u 1. seriji, 77 kolonija u 2. seriji i 90 kolonija u 3. seriji za bakterijske kulture uzorka Jogurta 3. Aritmetičkom sredinom je određeno prosječno 147 kolonija. Prosječne vrijednosti naraslih kolonija pri pH-vrijednosti 9 prikazani su na slici 7.



Slika 7. Usporedba prosječnog broja kolonija svih uzoraka jogurta pri pH-vrijednosti 9

Kontrolna skupina

U kontrolnoj skupini uzorka Jogurta 1 izbrojeno je 228 kolonija, u kontrolnoj skupini uzorka Jogurta 2 izbrojeno je 890 kolonija te je u kontrolnoj skupini uzorka Jogurta 3 izbrojeno 652 kolonije (slika 8).



Slika 8. Usporedba naraslih kolonija kontrolne skupine sva tri uzorka jogurta

RASPRAVA

Iz rezultata je vidljivo da su sve bakterijske kulture iz korištenih jogurta uspjele preživjeti pH-vrijednosti koje se nalaze u probavnome sustavu čovjeka, ali ne sve u istoj mjeri. Broj naraslih kolonija uzoraka Jogurta 2 i 3 pri svim pH-vrijednostima bio je manji u usporedbi s brojem naraslih kolonija u kontrolnoj seriji, osim u slučaju uzorka Jogurta 1 u kojem je više kolonija naraslo pri pH-vrijednosti 2 nego u kontrolnoj seriji. Navedeni rezultat može upućivati na to da je lužina korištena u istraživanju imala velik utjecaj na razvoj bakterijskih kolonija. Usporedbom rezultata svih uzoraka jogurta bakterijske kulture uzorka Jogurta 3 imaju veći broj naraslih bakterijskih kolonija pri pH-vrijednostima 4, 8 i 9 u usporedbi s uzorcima Jogurta 1 i 2.

Važno je spomenuti da postoje i drugi čimbenici koji utječu na rast i preživljavanje mliječnih bakterija osim pH-vrijednosti. Ostali čimbenici mogu biti i liječenje antibioticima, temperatura čuvanja mliječnih proizvoda (također treba paziti da ih konzumiramo unutar roka trajanja), kemoterapija te očuvanje naše vlastite crijevne flore kako bi probiotici mogli bolje obavljati svoju funkciju u probavnom sustavu. U ovome istraživanju najuspješnijim jogurtom pokazao se Jogurt 3 – Bio+ Naturjogurt koji u sebi sadrži sljedeće bakterijske kulture: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Lactobacillus acidophilus*.

ZAKLJUČAK

- Hipoteza ovoga istraživanja ispostavila se točnom.
- Bakterijske kulture svih uzoraka jogurta preživjele su promjenu pH-vrijednosti koje se nalaze u ljudskom organizmu.
- Razvoju bakterijskih kultura u probioticima najviše pogoduju pH-vrijednosti 7 i 8, odnosno pH-vrijednosti karakteristične za ljudsko crijevo u kojem bakterije mliječnoga vrenja čine većinu crijevne flore, dok se pH-vrijednosti 4 i 9 nisu pokazale pogodne za rast bakterija.
- U usporedbi s brojem naraslih kolonija pri različitim pH-vrijednostima s kolonijama kontrolnih skupina vidljivo je da pH-vrijednost znatno utječe na njihov rast.
- Od tri korištena jogurta bakterijske kulture uzorka Jogurta 3 pokazuju najveću stopu preživljavanja bakterijskih kolonija pri promjeni pH-vrijednosti.

LITERATURA

Balen, I., 2010., Probiotici i prebiotici, Farmaceutski glasnik 6, vol. 66, str. 335-337.
Bogut, I., Futivić, I., Špoljarević, M., Bakarić, A., 2014., Eubakterije, Novoselić, D. (ur.), Biologija 2, Alfa d.d. Zagreb, str. 17-23.
Dolenec, Z., Rusak, G., 2013., Bakterije, Odak-Zidanović, M., Mezga, T. (ur.), Živi svijet 2, PROFIL Zagreb, str. 28-40.
Gregorović-Kesovija, P., Organ unutar organa, Zavod za javno zdravstvo Primonsko-goranske županije, http://www.zzjzpgz.hr/nzl/88/organ.htm, pristupljeno 13.12.2015.
Hrvatska enciklopedija, Piruvat, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=48428, pristupljeno 13.12.2015.
Kršev, Lj., 1996., Utjecaj bakterija mliječne kiseline na zdravlje ljudi, Mljekarstvo 1, vol. 46, str. 57-65.
Niseteo, T., 1998. (godina osnivanja časopisa), Bakterije koje život znače, Vaše zdravlje, http://www.vasezdravlje.com/printable/izdanje/clanak/2809/ pristupljeno 13.12.2015.
Stilinović, B., Hrenović J., 2009., Bakterije mliječne fermentacje, Stilinović, B., Hrenović, J. (ur.), Praktikum iz bakteriologije, KUGLER d.o.o Zagreb, str. 121-123.
Šušković, J., Brkić, B., Matošić, S., 1997., Mehanizam probiotičkog djelovanja bakterija mliječne kiseline, Mljekarstvo 1, vol. 47, srt. 57-73.
Vitali Čepo, D., Filipović, I., 2014., Terapijska primjena i sigurnost probiotika, Farmaceutski glasnik 10, vol. 70, str. 651-668.

UTJECAJ NEODIMIJSKIH MAGNETA NA RAST I RAZVOJ BILJAKA

Dina Cvitanović, 3. razred
Veronika Ilić, 3. razred

Srednja škola Antun Matijašević Karamaneo, Vis
Mentor: Josipa Poduje

SAŽETAK
Svakodnevno se koristimo mobilnim uređajima, računalima, slušamo glazbu putem zvučnika, a pritom ne razmišljamo o tome da se u svim navedenim uređajima nalaze neodimijski magneti. Zbog izuzetne izloženosti djelovanju neodimijskih magneta u svakodnevnom životu odlučili smo se na ovo istraživanje kako bi utvrdili kakav utjecaj neodimijski magneti imaju na istraživane biljke, ali istovremeno i na ljudsko zdravllje. Cilj ovog istraživanja bio je istražiti utjecaj neodimijskih magneta na rast i razvoj različitih biljaka, uočiti i izmjeriti razliku u rastu graha i ječma pod utjecajem magneta i bez magneta, provjeriti kako udaljenost od magneta djeluje na rast biljaka te ima li količina željeza u biljkama utjecaja na magnetsku djelotvornost. Prebrojavanjem i mjerenjem duljine korjenčića, mjerenjem duljine nadzemih dijelova luka te utvrđivanjem mitotskog indeksa stanica korijena uočen je utjecaj magneta na biljke.Na temelju istraživanja zaključili smo da neodimijski magnet jakosti od 0,2 T povoljno djeluje na rast graha u ranim fazama razvoja, a u kasnijim fazama ima nepovoljan utjecaj za razliku od ječma kod kojeg nepovoljno djeluje u ranim fazama razvoja, a u kasnijim fazama ima povoljan utjecaj. Veći utjecaj magnet ima na biljke koje se nalaze na manjoj udaljenosti od magneta. Količina željeza u biljkama ima utjecaj na djelovanje magneta. Magnet negativno utječe na rast nadzemnog dijela lukovice *Allium cepa* L. Korjenčići *Allium cepa* L. iz organskog uzgoja izloženi magnetu kraći su i brojniji od korjenčića koji nisu pod utjecajem magnetskog polja. Mitotski indeks veći kod stanica korijena luka iz organskog uzgoja izloženih utjecaju magneta u odnosu na kontrolne organizme. *Allium cepa* L. iz neorganskog uzgoja tretiran je sredstvima koji smanjuju klijavost stoga utjecaj magneta nije bio značajan. Na rast i razvoj biljke djeluju okolišni čimbenici koji imaju različit utjecaj i utjecaj magnetskog polja nije zanemariv.

Ključne riječi: *magneti, mitotski indeks, Phaseolus vugaris L.*

UVOD

Magnetizam je svojstvo tvari da u magnetskome polju osjeti djelovanje sile. Magnetsko polje opisuje se pomoću magneta i ono djeluje u prostoru u kojem djeluje magnetna sila. Prikazuje se pomoću magnetnih silnica, zatvorenih linija koje izlaze iz N- pola i ulaze u S-pol. Vektorska veličina, magnetska indukcija (B) upotrebljava se za opis magnetskog polja. Ona iskazuje jakost magnetskog polja, a iskazuje se u jedinici Tesla (T). Može se mjeriti i u Gausima (G) pri čemu je 1 T = 10 000 G.

Svi predmeti magnetnih svojstava zovu se magneti (grč. magnêtis líthos- kamen iz Magnezije). To su tijela koja imaju vlastito magnetsko polje. Dijelimo ih na prirodne koji se u prirodi pronalaze kao samorodno željezo (nikal, kobalt, te njihove legure). No, imamo i umjetne u koje ubrajamo elektromagnete i permanentne tj. stalne magnete. Zbog umjetne proizvodnje (dodirom s električnom energijom ili drugim magnetima) postoje magneti različitih oblika. Permanentni magneti se izrađuju od posebnih željeznih legura koji trajno zadržavaju magnetska svojstva dok elektromagnete čine zavojnice kroz koje protječe električna struja. Na krajevima magneta nalaze se sjeverni i južni pol koji pokazuju najjača magnetska svojstva. Oni se ne mogu razdvojiti i u slučaju da magnet pukne na dva dijela, na mjestu dijeljenja pojavi se jedan novi sjeverni i južni pol. Njihovo poznato svojstvo je da se privlače i odbijaju. Istoimeni polovi se odbijaju dok suprotni privlače.

Stalne magnete dijelimo na feritne, barijum – feritne, stroncijum – feritne i neodimijske. Neodimijski su najjači trajni magneti i zbog toga su zamijenili sve vrste stalnih magneta. Napravljeni su od

elemenata neodimija, bor-a i željeza, kemijske formule Nd2Fe14B. Poznati su još pod nazivom Neo magnet, NdFeb ili NIB. Za 100 godina izgube samo 1% svoje snage, a mogu podnijeti i masu 1300 puta veću od svoje. Mogu podnijeti temperaturu od 80°C do 200°. Zbog toga su nezamjenjivi kod akumulatorskih alata, računala posebno hard diskova i zvučnika. Na sebi imaju oznake od N24 do N55 koji označavaju njihovu jačinu.

Feromagnetizam je jedno od magnetskih svojstava tvari. To je pojava magnetiziranja tvari (željeza, nikla, kobalta, gadolinija…) odnosno feromagneta. To je trajan proces koji pri povišenim temperaturama gube svojstva i ponašaju se kao paramagneti. Feromagneti se sastoje od skupine atoma promjera 5x10-5 m (domena) koji djelovanjem vanjskog magnetskog polja uzrokuje orijentaciju domena u istom smjeru, dok su u području bez magnetskog polja orijentirani nasumično. Međusobne veze njihove kristalne rešetke uzrokuju orijentaciju susjednih atoma što dovodi do jakog magnetskog efekta. Njegovim uklanjanjem feromagneti i dalje zadržavaju magnetska svojstva zbog orijentacije u istom smjeru.

Jedna od tvari koja je feromagnetična, a nalazi se u velikom udjelu u Zemljinoj kori je željezo. To je biogeni element kako za životinje tako i za biljke. Ima veliku ulogu kod biljaka, a dobivaju ga s vodom i ostalim mineralnim tvarima preko korijena. Dolazi u obliku dvovalentnog trovalentnog kationa ili u spojevima. Sastavni je dio molekule klorofila, sudjeluje u radu enzima: katalaze, peroksidaze, sastojak je citokroma i dr. No nemaju sve biljke jednak udio željeza, samim tim utjecaj magneta na rast i razvoj biljke je različit ovisno o količini željeza.

U razvitakbiljke uključena su dva procesa: rast i diferencijacija. Rast je ireverzibilna promjena veličine stanica, organa ili čitavog organizma, pod rastom se podrazumijevaju kvantitativne promjene. Rast biljaka je ograničen na specijalizirane zone tj. meristeme, zbog toga većina biljaka ima mogućnost neograničenog rasta kod ponekih biljaka može zadržati sposobnost rasta preko 100 godina. Meristemi su tvorna tkiva koja se sastoje od stanica koje imaju sposobnost mitotske diobe. Mitoza se sastoji od dva uzastopna procesa, diobe jezgre i diobe citoplazme (citokineza). Dioba jezgre se dijeli na četiri faze: profazu, metafazu, anafazu i telofazu (Bačić, 2003).

Proces diferencijacije obuhvaća kvalitativne promjene oblika, odnosno funkcije koje se pojavljuju tijekom razvitka unutar pojedinih stanica, tkiva ili organa. Oba procesa u biljkama se obično zbivaju istovremeno. Na rast i razvoj biljke djeluju i okolišni čimbenici koji imaju različit utjecaj. Među njima najvažniji su svjetlost (osvjetljenje i intenzitet) te temperatura, ali i utjecaj magnetskog polja nije zanemariv.

Rãcuciu i suradnici su otkrili u svom istraživanju sa *Zea mays*da niske vrijednosti magnetskog polja od 50 mT djeluju stimulacijski u ranim fazama razvitka biljaka, također povoljno djeluju na razinu klorofila, nukleinskih kiselina i biljke imaju veću prosječnu duljinu. Istraživanje je pokazalo da vrijednosti magnetskog polja iznad 50 mT do 250mT nepovoljno djeluju na rast i razvoj kukuruza tj. biljke su bile nižeg rasta i lošijih asimilacijskih sposobnosti. Rezultate ovog istraživanja imaju primjenu u polioprivredi. Krawiec i suradnici također naglašavaju pozitivan utjecaj na klijavost sjemenki *Raphanus sativus* L. rotkvice izlaganjem magnetskom utjecaju manjeg intenziteta od 30-60 mT,

sjemenke izložene magnetskom polju imale su 13,3% veću klijavost u odnosu na sjemenke koje nisu bile izložene magnetskom polju.

Grah mahunar (*Phaseolus vugaris* L.) iz porodice Fabaceae, je jednogodišnja zeljasta biljka. Ima tanku uspravnu stabljiku. Listovi su naizmjenični i imaju mrežastu nervaturu. Spada u biljke dvosupnice. Plod je mahuna koja se svakodnevno koristi u prehrani. Njeno vegetacijsko razdoblje traje od 70 do 130 dana, a raste na temperaturi iznad 10°C. U 100 g graha nalazi se 5 mg željeza.

Ječam (*Hordeum vulgare* L.*)* je jednogodišnja biljka iz porodice trava *Poaceae.* Cvat mu predstavlja klas s tri klasića na svakom usjeku klasnoga vretena. Prema plodnosti klasića dijeli se u pet skupina: višeredni, s tri klasića, dvoredni s jednim klasićem, prijelazni s jednim do tri klasića, nepotpuni te labilni. Jedna od posebnosti mu je otpornost na nepovoljne uvjete i brza prilagodljivost. Danas se sve više koristi u prehrani. U 100 g ječma nalazi se 3,6 mg željeza.

Luk (*Allium cepa* L.) je pogodan organizam za utvrđivanje genotoksičnosti različitih tvari, tzv. Allium test omogućuje praćenje promjena u mitozi i učestalost kromosomskih aberacija.

Allium test je jedan od testova toksičnosti kojim se ispituje toksičnost vode. Toksičnost može biti uzrokovana prisustvom toksičnih supstanci koje se nalaze u vodi u određenoj koncentraciji.

Svakodnevno se koristimo mobilnim uređajima, računalima, slušamo glazbu pomoću zvučnika, a pritom ne razmišljamo o tome da se u svim navedenim uređajima nalaze neodimijski magneti. Hladnjaci su nam ukrašeni magnetima, u medijima smo izloženi reklamama različitih medicinskih pomagala koji pomoću magneta imaju blagotvoran utjecaj na ljudsko zdravlje.

Cilj ovog istraživanja bio je istražiti utjecaj neodimijskih magneta na rast i razvoj različitih biljaka, uočiti i izmjeriti razliku u rastu graha i ječma pod utjecajem magneta i bez magneta, provjeriti kako udaljenost od magneta djeluje na rast biljaka te ima li količina željeza u biljkama utjecaja na magnetsku djelotvornost. Prebrojavanjem i mjerenjem duljine korjenčića, mjerenjem duljine nadzemih dijelova luka te utvrđivanjem mitotskog indeksa stanica korijena uočiti će se utjecaj magneta na biljke. Naša pretpostavka je da će magnet imati veći utjecaj na rast graha nego ječma, jer grah sadrži veću količinu željeza, veći utjecaj će imati na biljke koje se nalaze bliže magnetu, korjenčići luka izloženi magnetu biti će brojniji od korjenčića koji nisu pod utjecajem magnetskog polja i pretpostavljamo da će mitotski indeks biti veći kod korijena luka izloženog utjecaju magneta. Saznanja dobivena ovim istraživanjem imaju primjenu u poljoprivredi za povećanje prinosa poljoprivrednih kultura.

METODE RADA

U istraživanju su korištene različite metode rada.

Rast i razvitak *Phaseolus vugaris L.* pod utjecajem magnetskog polja neodimijskog magneta

U vremenskom intervalu od 28. listopada 2015. do 20. veljače 2016. provedeno su dvije serije istraživanje tj. promatran je razvoj i zabilježene su morfološke karakteristike graha *Phaseolus vugaris*L. U dvije posude za cvijeće promjera 30 cmposijanojepo 8 sjemenkigraha*Phaseolusvugaris*L. na dubinu 1 cm od površine zemlje na jednakim udaljenostima, u dva koncentrična niza na

udaljenosti od 5 cm i 10 cm od središta posude za cvijeće. Jedna posuda je bila kontrolna, a u drugu u središte stavljen je neodimijski magnet(NdFeB), jačine 0,2 T. Obe posude postavljene su u prostoriji sa stalnom temperaturom, vlažnosti zraka i jednakom osvijetljenošću. Grah *Phaseolus vugaris*L. u obe posude zalijevan je jednom tjedno jednakom količinom vode. Rast i razvoj graha *Phaseolus vugaris* L. praćen je tijekom 4 tjedna. Svakih tjedan dana mjerene su duljina stabljike od korijena do supki, duljina internodija pomoću istog ravnala i pomične mjerke. Posebno su mjerene biljke u svakom koncentričnom nizu kako bi se uočilo postoje li razlike između biljaka koje su bliže magnetu od onih koje su dalje od magneta. Izmjerene vrijednosti bilježene su u radni dnevnik, izračunate su prosječne vrijednosti dobivenih rezultata te statistički obrađene. Svi postupci su fotografirani.

Rast i razvitak *Hordeum vulgare L.* pod utjecajem magnetskog polja neodimijskog magneta

U vremenskom intervalu od 28. listopada 2015. do 20. veljače 2016. provedeno su dvije serije istraživanje tj. promatran je razvoj i zabilježene su morfološke karakteristike ječma *Hordeum vulgare* L. U dvije posude za cvijeće promjera 30 cm posijano je po 16 sjemenki ječma *Hordeum vulgare* L. na dubinu 1 cmod površine zemlje na jednakim udaljenostima, u dva koncentrična niza na udaljenosti od 5 cm i 10 cm od središta posude za cvijeće. Jedna posuda je bila kontrolna, a u drugu u središte stavljen je neodimijski magnet(NdFeB), jačine 0,2 T. Obe posude postavljene su u prostoriji sa stalnom temperaturom, vlažnosti zraka i jednakom osvijetljenošću, također se ječam u obje posude zalijevao je dnom tjedno jednakom količinom vode. Na početku se utvrdila klijavost sjemenki nakon prvih 7 dana. Rast i razvoj ječma *Hordeum vulgare* L. praćen je tijekom 4 tjedna. Svakih tjedan dana mjerena je duljina biljke pomoću istog ravnala i pomične mjerke. Posebno su mjerene biljke u svakom koncentričnom nizu kako bi se uočilo postoje li razlike između biljaka koje su bliže magnetu od onih koje su dalje od magneta. Izmjerene vrijednosti bilježene su u radni dnevnik, izračunate prosječne vrijednosti dobivenih rezultata su statistički obrađene.

Lukovice *Allium cepa L.* pod utjecajem magnetskog polja neodimijskog magneta

Zdravim i jednako starim lukovicama *Allium cepa* L. skalpelom su odstranjeni osušeni dijelovi kako bi korijen mogao rasti. Pet staklenki su napunjene vodom, na probušeni poklopac stavljene su lukovice *Allium cepa* L tako da vodu samo dodiruju donjim krajem. Te lukovice bile su kontrola. Na idućih 5 staklenki postavljen je s vanjske strane neodimijski magnet (NdFeB), jačine 0,2 T, staklenke su napunjene vodom, na probušeni poklopac stavljene su lukovice *Allium cepa* L. tako da vodu samo dodiruju donjim krajem. Praćen je rast korijenčića tijekom 4 tjedna. Svaki tjedan su prebrojani korijenčići na svim lukovicama *Allium cepa* L. i izmjerena im je duljina. Također su izmjerene duljine nadzemnih izdanaka lukovica. Izmjerene vrijednosti bilježene su u radni dnevnik, izračunate su prosječne vrijednosti dobivenih rezultata te statistički obrađene.

Određivanje mitotskog indeksa *Allium cepa L.*

Kako bi utvrdili utjecaj magnetskog polja neodimijskog magneta na *Allium cepa* L. određen je mitotski indeks. Vršni dio korjenčića duljine do 1 cm odstranjen je sa svježih korjenčića *Alliumcepa*L. izloženih utjecaju magneta, potom je stavljen pomoću pincete u staklenu posudu s destiliranom vodom i tamo ostavljen 1 minutu. Nakon toga vršni dio korjenčića je premješten 10 minuta u staklenu posudu sa 6 M klorovodičnom kiselinom. Ponovo se korjenčići stavljaju u destiliranu vodu oko 1 minute kao bi bili isprani nakon čega se premještaju u staklenu posudu sa acetoorceinom gdje se bojaju slijedećih 20

minuta. Vršni dio korjenčića duljine oko 0,5 mm stavljen je na predmetno stakalce i prekriven sa pokrovnim stakalcem. Preko pokrovnice stavljen je komadić filter papira te palcem preparat pritisnut kako bi se stanice preparata jednoslojno rasporedile.

Pripremljeni preparat promatran je pod mikroskopom, zbog jednostavnijeg prebrojavanja oko 200 stanica po preparatu te uočavanjam stanica u diobi i onih koje nisu u diobi preparat je fotografiran. Postupak je ponovljen sa korjenčićima luka koji nisu bili pod utjecajem magnetskog polja.

Statistička obrada rezultata

Sve dobivene vrijednosti statistički su obrađeni.

Izračunavanje prosječne duljine stabljike do supke kod graha

Formula za izračunavanje prosječne duljine stabljike do supki:

$$MSG = \frac{DG}{NG}$$

MSG = prosječna duljina stabljike do supki graha

DG= ukupan zbroj duljina svih stabljika do supki

NG= broj biljaka graha

Izračunavanje prosječne duljine internodija kod graha

Formula za izračunavanje prosječne duljine internodija:

$$MI = \frac{DIG}{NG}$$

MI= prosječna duljina internodija graha

DIG= ukupan zbroj duljina internodija

NG= broj biljaka graha

Izračunavanje prosječne visine biljke ječma

Formula za izračunavanje prosječne visine biljke ječma:

$$\mathrm{MJ} = \frac{\mathrm{DJ}}{\mathrm{NJ}}$$

MJ= prosječna visine biljke ječma

DJ= zbroj svih duljina biljaka

NJ= broj biljaka ječma

Izračunavanje prosječne duljine nadzemnog dijela lukovica Allium cepa L.

Formula za izračunavanje prosječne duljine nadzemnog dijela lukovica:

$$ML = \frac{DL}{NL}$$

ML= prosječne duljine nadzemnog dijela lukovica

DL= zbroj duljina nadzemnog dijela lukovica

NL= broj lukovica

Izračunavanje prosječne duljine korjenčića lukovica Allium cepa L.

Formula za izračunavanje prosječne duljine korjenčića lukovica:

$$MKL = \frac{DKL}{NL}$$

MKL= prosječne duljine korjenčića lukovica

DKL= zbroj duljina svih korjenčića lukovica

NL= broj lukovica

Izračunavanje prosječnog broja korjenčića lukovica Allium cepa L.

Formula za izračunavanje prosječnog broja korjenčića lukovica:

$$MKL = \frac{DKL}{NL}$$

MKL= prosječnog broja korjenčića lukovica

DKL= zbroj korjenčića lukovica

NL= broj lukovica

Izračunavanje hi – kvadrat testa

Kako bi utvrdili statističku značajnost dobivenih rezultata tj. jesu li odstupanja kontrolnih skupine i skupina biljka izloženih utjecaju magnetskog polja neodimijskog magneta statistički značajna proveden je hi-kvadrat test.

Formula za izračunavanje hi-kvadrat testa:

$$X^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t\ )^2}{f_t}$$

Izračunavanje mitotskog indeksa

Kako bi utvrdili utjecaj magnetskog polja neodimijskog magneta na Allium cepa L. Određen je mitotski indeks. Mitotski indeks (MI) govori koliki je udio stanica u korjenčiću promatranog luka u mitozi u odnosu na ukupan broj stanica promatranog uzorka. Formula za izračunavanje mitotskog indeksa:

$$\boldsymbol{MI = \frac{brojstanicaumitozi}{ukupanbrojstanica}}$$

REZULTATI

Rezultati mjerenja prosječne duljine stabljike do supke kod graha

U vremenskom intervalu od 28. listopada 2015. do 20. veljače 2016. provedeno su dvije serije istraživanje tj. promatran je razvoj i zabilježene su morfološke karakteristike graha *Phaseolus vugaris* L. Mjerenja su vršena pomoću pomične mjerke i ravnala svakih sedam dana tijekom jednog mjeseca.

Grah je proklijao 7. dan. Uočeno je da 14. , 21. I 28. dana najviše je izrastao grah pod utjecajem magneta koji se nalazio na 5 cm udaljenosti od magneta. Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843, a kako su dobivene vrijednosti puno manje ne postoji statistički značajna razlika (Tablica 1).

Tablica 1. Prosječna duljina stabljike do supke kod graha

	7.	14.	21.	28.
MSG (kontrola)*	0	8,9	9,1	9,1
MSG (kontrola)**	0	8,7	8,8	8,9
MSG (magnet)*	0	10	10,2	10,3
MSG (magnet)**	0	9,8	10	10,1
χ2	0	0,27	0,3	0,34

*-udaljenost sjemenki od središta 5 cm

**- udaljenost sjemenki od središta 10 cm

Rezultati mjerenja prosječne duljine prvog internodija graha

Prvi internodij graha mjerili smo tek 21. dana, a najveću duljinu imala je kontrola na udaljenosti 5 cm. 28. dana mjerenja grah pod utjecajem magneta na 5 i 10 cm još uvijek je manji od kontrole. Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843, a kako su dobivene vrijednosti puno manje ne postoji statistički značajna razlika (Tablica 2).

Tablica 2. Prosječna duljina 1. internodija kod graha

	7.	14.	21.	28.
MI-1 (kontrola)*	0	0	13,7	13,9
MI-1(kontrola)**	0	0	12,1	12,4
MI-1 (magnet)*	0	0	11,5	11,7
MI-1(magnet)**	0	0	13,3	13,5
χ2	0	0	0,47	0,45

*-udaljenost sjemenki od središta 5 cm

**- udaljenost sjemenki od središta 10 cm

Rezultati mjerenja prosječne duljine drugog internodija graha

Drugi internodij graha počeo je rasti nakon 14. dana mjerenja. Kod biljka izloženih magnetu 2. internodij kraći je u odnosu na kontrolnu skupinu biljaka. Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843, a kako su dobivene vrijednosti puno manje ne postoji statistički značajna razlika (Tablica 3).

Tablica 3. Prosječna duljina 2. internodija kod graha

	7.	14.	21.	28.
MI-2 (kontrola)*	0	0	12,2	12,4
MI-2(kontrola)**	0	0	12,2	12,3
MI-2 (magnet)*	0	0	10,42	10,8
MI-2(magnet)**	0	0	9,16	9,4
χ2	0	0	1,02	0,89

*-udaljenost sjemenki od središta 5 cm

**- udaljenost sjemenki od središta 10 cm

Rezultati mjerenja prosječne duljine trećeg internodija graha

Mjerenje 3. internodija izvršeno je 28. dan. U tablici 4 vidljivo je da je treći internodij kod biljka izloženih magnetu kraći od trećeg internodija kontrolne skupine biljaka. Postoji statistički značajna razlika između biljka koje se nalaze na različitoj udaljenosti od magneta.

Tablica 4. Prosječna duljina 3. internodija kod graha

	7.	14.	21.	28.
MI-3 (kontrola)*	0	0	0	7,05
MI-3 (kontrola)**	0	0	0	7,4
MI-3 (magnet)*	0	0	0	4,13
MI-3(magnet)**	0	0	0	3,26
χ2	0	0	0	3,53

*-udaljenost sjemenki od središta 5 cm
**- udaljenost sjemenki od središta 10 cm

Mjerenje prosječne visine biljke ječma *Hordeum vugare* L.

U vremenskom intervalu od 28. listopada 2015. do 20. veljače 2016. provedeno su dvije serije istraživanje tj. promatran je razvoj i zabilježene su morfološke karakteristike ječma *Hordeum vulgare* L. Mjerenje je vršeno s pomičnom mjerkom i ravnalom.

Biljke ječma mjerene 7. dan od sijanja bolje su rasle bez utjecaja magneta, međutim od 14. dana pa nadalje biljke s magnetom imale su veću prosječnu visinu. Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843, a kako su dobivene vrijednosti manje ne postoji statistički značajna razlika (Tablica 5).

Tablica 5. Prosječna visina biljke ječma

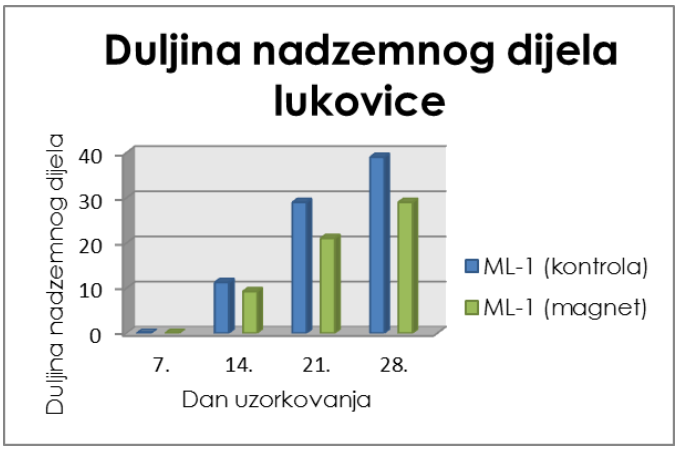
	7.	14.	21.	28.
MJ (kontrola)*	9,92	14,62	17,77	19,3
MJ (kontrola)**	9,31	14,93	20,24	21,84
MJ(magnet)*	8,59	16,97	23,86	24,69
MJ(magnet)**	8,93	16,94	25,28	26,87
χ2	0,19	0,65	2,64	2,67

*-udaljenost sjemenki od središta 5 cm
**- udaljenost sjemenki od središta 10 cm

Rezultati mjerenja prosječne duljine nadzemnog dijela lukovica Allium cepa L. dobivene organskim uzgojem

U vremenskom intervalu od mjeseca dana jednom tjedno mjerene su vrijednosti duljine nadzemnog dijela lukovice *Allium cepa* L. dobivene organskim uzgojem bez upotrebe sredstava za spriječavanje klijavosti lukovica.

Iz slike 1. vidljivo je da je kod organskog uzgoja prosječna duljina nadzemnog dijela lukovica kontrolne skupine bila veća od lukovica pod utjecajem magneta.



Slika 1. Prosječna duljina nadzemnog dijela lukovice *Allium cepa*. L (organski uzgoj)

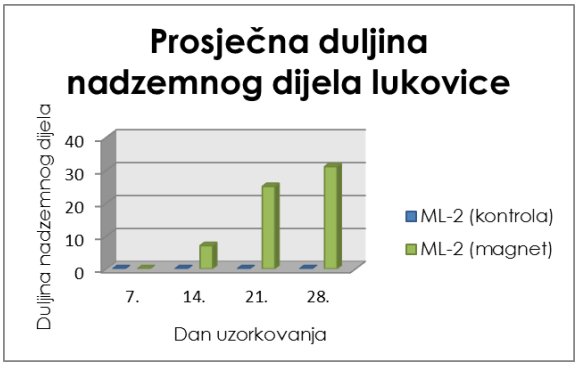
Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843, a kako su dobivene vrijednosti manje ne postoji statistički značajna razlika (Tablica 6).

Tablica 6. Hi-kvadrat prosječne duljine nadzemnog dijela lukovice *Allium cep*. L (organski uzgoj)

Dani mjerenja	7.	14.	21.	28.
χ^2	0	0,36	2,21	2.56

Rezultati mjerenja prosječne duljine nadzemnog dijela lukovica *Allium cepa* L. dobivene neorganskim uzgojem

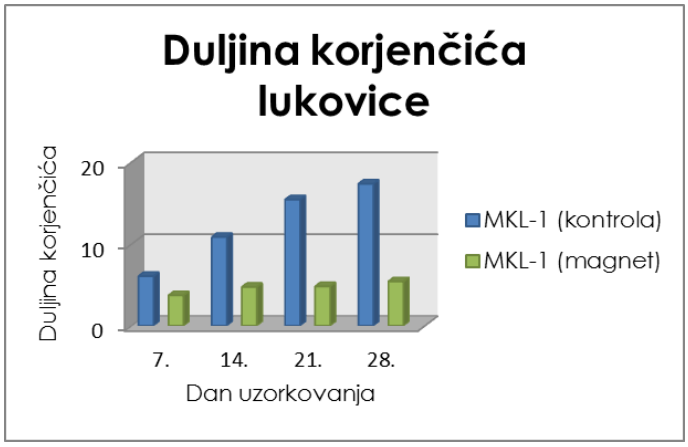
U vremenskom intervalu od mjeseca dana jednom tjedno mjerene su vrijednosti duljine nadzemnog dijela lukovice *Allium cepa* L. dobivene u trgovini za koje pretpostavljamo da su tretirane sredstvima za sprečavanje preuranjenog klijanja. Nadzemni dio lukovice neorganskog uzgoja koji je bio pod utjecajem magneta iznikao je tek 14. dan i postupno mu se povećavala duljina, dok kod kontrole nadzemni dio nije ni izašao (Slika 2). U računu za hi-kvadrat dobivamo beskonačnu vrijednost, stoga ne možemo odrediti statističku značajnost.



Slika 2. Prosječna duljina nadzemnog dijela lukovice *Allium cepa* L. (neorganski uzgoj)

Izračunavanje prosječne duljine korjenčića lukovica *Allium cepa* L. dobivene organskim uzgojem

U vremenskom intervalu od mjeseca dana jednom tjedno mjerene su vrijednosti duljine korjenčića lukovice *Allium cepa* L. dobivene organskim uzgojem bez upotrebe sredstava za spriječavanje klijavosti lukovica.



Slika 3. Prosječna duljina korjenčića lukovice (organski uzgoj)

Korjenčići lukovica kontrolne skupine dulji su od korjenčića lukovica pod utjecajem magneta što se vidi na slikama3 i 4.

Slika 4. Korjenčići luka *Allium cepa* L. bez magneta (lijevo) i pod utjecajem magneta (desno)

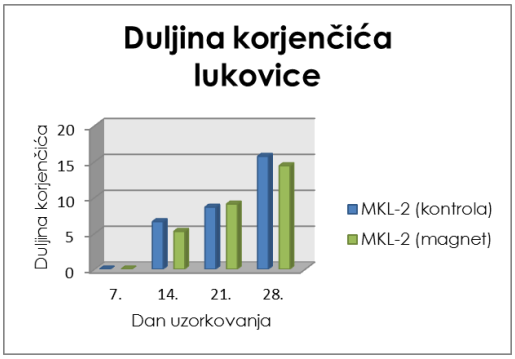
Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843. Hi-kvadrat je pokazao statistički značajnu razliku kod korjenčića mjerenih 21. i 28. dan (Tablica 7).

Tablica 7. Hi-kvadrat prosječne duljine korjenčića lukovice *Allium cepa* L. (organski uzgoj)

Dani mjerenja	7.	14.	21.	28.
χ^2	0.91	3,44	7,3	8,21

Izračunavanje prosječne duljine korjenčića lukovica *Allium cepa* L. dobivene neorganskim uzgojem

U vremenskom intervalu od mjeseca dana jednom tjedno mjerene su vrijednosti duljine korjenčića lukovice *Allium cepa* L. kupljene u trgovini i tretirane sredstvima protiv klijavosti. Korjenčići su počeli rasti nakon 7. dana i 14.dan duljina kontrolne skupine bila je veća od duljine korjenčića lukovica pod utjecajem magneta. 21. dan kontrolna skupina imala je kraće korjenčiće, a 28. dan duže korjenčiće od lukovica pod utjecajem magneta (Slika 5).



Slika 5 . Prosječna duljina korjenčića lukovice (neorganski uzgoj)

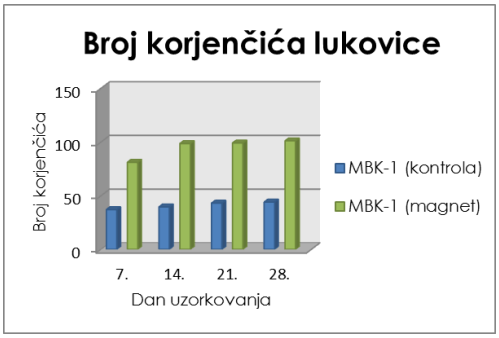
Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843, a kako su dobivene vrijednosti puno manje ne postoji statistički značajnu razliku (Tablica 8).

Tablica 8. Hi-kvadrat prosječne duljine korjenčića lukovice *Allium cepa* L. (neorganski uzgoj)

Dani mjerenja	7.	14.	21.	28.
χ^2	0	0,28	0,02	0,11

Rezultati mjerenja broja korjenčića lukovica *Allium cepa* L. dobivenih organskim uzgojem

U vremenskom intervalu od mjeseca dana jednom tjedno mjerene su vrijednosti duljine korjenčića lukovice *Allium cepa* L. dobivene organskim uzgojem bez upotrebe sredstava za sprječavanje klijavosti lukovica. Sa slike 6 vidljivo je da su korjenčići lukovica pod utjecajem magneta brojniji od broja korjenčića kontrolne skupine.



Slika 6. Prosječan broj korjenčića lukovice (organski uzgoj)

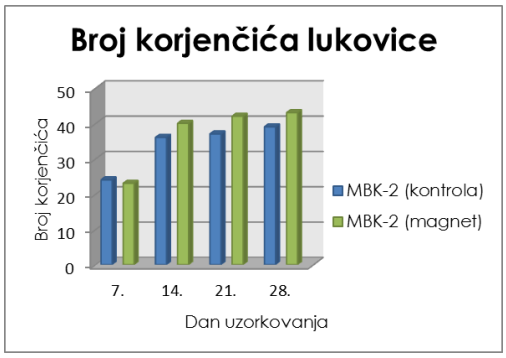
Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843. Hi-kvadrat pokazuje statističku značajnu razliku za sva mjerenja (Tablica 9).

Tablica 9. Hi-kvadrat prosječnog broja korjenčića lukovice *Allium cepa* L. (organski uzgoj)

Dani mjerenja	7.	14.	21.	28.
χ^2	52,32	88,13	72,93	73,84

Rezultati mjerenja broja korjenčića lukovica *Allium cepa* L. dobivenih neorganskim uzgojem

U vremenskom intervalu od mjeseca dana jednom tjedno mjerene su vrijednosti duljine korjenčića lukovice *Allium cepa* L. kupljene u trgovini i tretirane sredstavima za spriječavanje klijavosti lukovica. Broj korjenčića kontrolne skupine mjeren 7.dan veći je od broja korjenčića lukovica pod utjecajem magneta. Kod idućih mjerenja broj korjenčića lukovica pod utjecajem magneta je veći od kontrolne skupine (Slika 7).



Slika 7. Prosječan broj korjenčića lukovice (neorganski uzgoj)

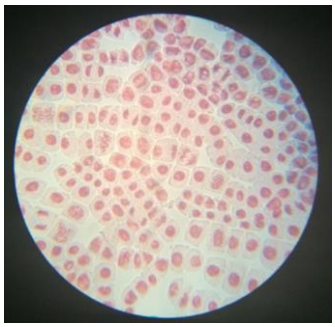
Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843, a kako su dobivene vrijednosti puno manje ne postoji statistički značajnu razliku (Tablica 10).

Tablica 10. Hi-kvadrat prosječnog broja korjenčića lukovice *Allium cepa* L. (neorganski uzgoj)

Dani mjerenja	7.	14.	21.	28.
χ^2	0,04	0,44	0,68	0,41

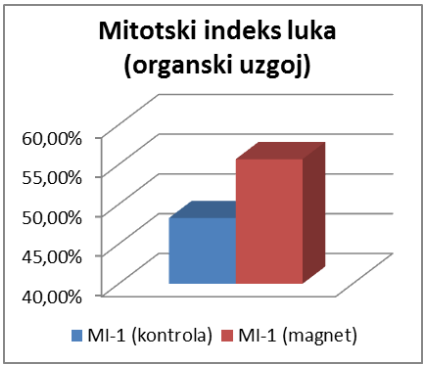
Mitotski indeks stanica korjenčića lukovica dobivenih organskim uzgojem

Kako bi utvrdili utjecaj magnetskog polja neodimijskom magneta na *Allium cepa* L. određen je mitotski indeks (Slika 8).



Slika 8. Mikroskopski preparat mitoze u korjenčićima luka *Allium cepa* L.

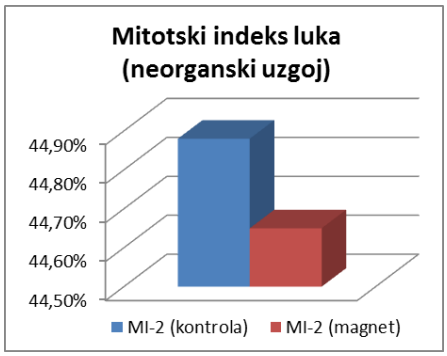
Mitotski indeks stanica korjenčića *Allium cepa* L. (organski uzgoj) pod utjecajem magneta veći je od mitotskog indeksa kontrolne skupine (Slika 9). Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843. Hi-kvadrat iznosi 0,0114 i ne pokazuje statistički značajnu razliku.



Slika 9. Mitotski indeks *Allium cepa* L. (organski uzgoj)

Mitotski indeks stanica korjenčića lukovica kupljenih u trgovini

Kod lukovica kupljenih u trgovini kontrolna skupina imala je veći mitotski indeksa od lukovica pod utjecajem magneta (Slika 10). Za značajnost na razini 5% (p=0,05) očitana vrijednost je 3,843. Hi-kvadrat iznosi 0,000012 i ne pokazuje statistički značajnu razliku.



Slika 10. Mitotski indeks *Allium cepa* L. (neorganski uzgoj)

RASPRAVA

Na rast i razvoj biljke djeluju okolišni čimbenici koji imaju različit utjecaj. Među njima najvažniji su svjetlost (osvjetljenje i intenzitet) te temperatura, ali i utjecaj magnetskog polja nije zanemariv.

U istraživanju korišteni su neodimijski magneti jačine 0,2 T iz računala i zvučnika. Posijan je grah *Phaseolus vugaris* L. i ječam *Hordeum vulgare* L.i izložili ih djelovanju magneta te pratili rast i razvoj i zabilježavali vrijednosti jednom tjedno tijekom mjesec dana, lukovice *Allium cepa*L. postavljene su na posudu s vodom koja je bila izložena djelovanju magneta, praćen je rast nadzemnog dijela lukovice, rast korjenčića te odredili mitotski indeks. U istraživanju korištene su lukovice *Allium cepa*L. iz domaćeg uzgoja koje nisu tretirane sredstvima protiv klijanja i lukovice kupljene u trgovini.

Prema istraživanju Đokić i Bilandžić (2012) uočeno je da grah *Phaseolus vugaris* L. sadrži veću količinu željezaod ječma *Hordeum vulgare* L. te je predpostavka da će magnet imati veći utjecaj na rast graha jer sadrži više željeza. Nakon istraživanja uočeno je da magnet imautjecaj na rast i razvoj i graha i ječma samo sa različitim djelovanjem.

U istraživanju proučavano je djelovanje magneta na rast i razvoj graha, tj. mjerene su duljine stabljike do supke te duljine internodija. Prosječna duljina stabljike do supke graha razlikuje se kod

kontrolnih biljaka u odnosu na biljke izložene magnetu, te biljke izložene magnetu imaju veću duljinu, osobito biljke koje se nalaze u krugu bliže magnetu.

Nakon statističke obrade hi kvadratom nisu uočene statistički značajne razlike za p=0,05. Pretpostavka je da će magnet imati utjecaj na rast graha u istraživanju je uočen pozitivan utjecaj u ranijim fazama razvoja to i pokazuje intenzitet rasta do 14.dana od sijanja graha. Rãcuciu i suradnici(2006) navode u svom istraživanju da niske vrijednosti magnetskog polja od 50 mT djeluju stimulacijski u ranim fazama razvitka biljaka. U daljnim fazama razvitka graha uočen je negativan utjecaj magneta na rast graha osobito je to vidljivo u tablici 4 gdje su prikazane vrijednosti rasta 3. internodija. Vrijednosti pokazuju statistički značajne razlike između kontrolnih i biljaka izloženih magnetu. Zanimljivo je ukazati na razliku između biljka koje su bile na različitim udaljenostima od magneta tu također postoji statistički značajna razlika.

Pozitivan utjecaj magnet je imao na ječam. Pozitivan utjecaj nije bio u prvim fazama razvoja ječma do 7. dana nakon sijanja, ali nakon 14. dana uočen je pozitivan utjecaj tj. biljke izložene magnetu imale su veću prosječnu duljinu. Pretpostavka je da će magnet imati veći utjecaj na biljke koje budu bliže magnetu to je i vidljivo jer su bolji rast imale biljke koje su bile 10 cm udaljene od magneta od biljak koje su od magneta bile udaljene 5 cm. Razlog tome pretpostavljamo je jakost magneta koja je iznosila 0,2 T i prema istraživanju Khonsari i suradnika (2015) vidljivo je da jači intenzitet magnetskog polja od 80 Gausa djeluju nepovoljno na rast biljaka, a naš magnet je bio znatno jačeg intenziteta.

U istraživanju koristile smo *Allium cepa*L. iz dva različita izvora: luk iz domaćeg uzgoja i luk kupljen u trgovini. Luk iz domaćeg uzgoja nije bio tretiran sredstvima protiv klijavosti, a pretpostavljamo da je luk kupljen u trgovini bio tretiran određenim sredstvima ili podvrgnut metodama za smanjivanje klijavosti kao npr. skladištenje u hladnom prostoru i pri određenoj vlažnosti i stoga se rezultati značajno razlikuju. Iz slike 1 vidljivo je da magnet nepovoljno djeluje narast nadzemnog dijela lukovica organskog uzgoja. Postoji razlika u duljini stabljika ovisno o podrijetlu te su nadzemni dijelovi organski uzgojenih lukovica znatno veći od nadzemnog dijela lukovica neorganskog uzgoja .

Statistički značajna razlika uočena je u duljini korjenčića kod lukovica iz organskog uzgoja, korjenčići su znatno kraći kod lukovica izloženih magnetskom djelovanju , kod neorganskog uzgoja također su kraći korjenčići izloženi magnetu, ali je razlika manja i nije statistički značajna. Osobito je zanimljiv broj korjenčića koji je kod lukovica iz organskog uzgoja dvostruko veći kod lukovica izloženih magnetu u odnosu na kontrolnu skupinu. Hi-kvadrat pokazuje statistički značajnu razliku za p=0,05. Razlika je vidljiva i kod broja korjenčića lukovice kupljene u trgovini, ali znatno manja i statistički neznačajna. Iz svega navedenog možemo potvrditi našu hipotezu da je broj korjenčića veći kod lukovica izloženih magnetskom djelovanju.

Pretpostavka je da će mitotski indeks biti veći kod korijena luka izloženog utjecaju magneta što je vidljivo iz slike 9. mitotski indeks stanica u lukovici iz organskog uzgoja je 55,68% što znači da su stanice mitotski aktivnije od stanica lukovica kontrolne skupine. Mitotski indeks stanica u lukovici iz neorganskog uzgoja je 44,65% i manji je od kontrolne skupine što znači da su stanice mitotski aktivnije od stanica izloženih magnetu. U istraživanju Hozayn i suradnika(2015) navedeno je da mitotski indeks stanica kod lukovica izloženih magnetskom polju je povećan, ali mogu biti i povećane

kromosomske aberacije i deformacije citoplazme. U daljnjem istraživanju planiramo proučiti udio pojedinih faza mitoze te kromosomske aberacije i moguće promjene u citoplazmi nastale pod utjecajem magnetskog polja.

U budućim istraživanjima predlažemo rad sa većim uzorkom ispitivanih biljaka. Tijekom istraživanja korišteni su maksimalno kontrolirani uvjeti koji su mogli biti ostvariti u našoj školi, za pouzdanije istraživanje potrebno je koristiti posebne komore za uzgoj biljka koje nažalost naša škola nema stoga planiramo istraživanje u strogo kontroliranim uvjetima provesti u Institutu koji posjeduje komore za uzgoj biljka.

ZAKLJUČCI

- Neodimijski magnet jakosti od 0,2 T povoljno djeluje na rast graha u ranim fazama razvoja, a u kasnijim fazama ima nepovoljan utjecaj.
- Neodimijski magnet jakosti od 0,2 T nepovoljno djeluje na rast ječma u ranim fazama razvoja, a u kasnijim fazama ima povoljan utjecaj.
- Veći utjecaj magnet ima na biljke koje se nalaze na manjoj udaljenosti od magneta.
- Količina željeza u biljkama ima utjecaj na djelovanje magneta.
- Magnet negativno utječe na rast nadzemnog dijela lukovice*Allium cepa* L..
- Korjenčići *Allium cepa* L. iz organskog uzgoja izloženi magnetu kraći su i brojnijiod korjenčića koji nisu pod utjecajem magnetskog polja.
- Mitotski indeks veći je kod stanica korijena luka iz organskog uzgoja izloženih utjecaju magneta.
- *Allium cepa* L. iz neorganskog uzgoja tretiran je sredstvima koja smanjuju klijavost stoga magnet nije imao značajan utjecaj.
- Utjecaj magnetskog poljana rast i razvoj biljaka nije zanemariv i može imati svoju primjenu u poljoprivredi.

LITERATURA

Agroklub. Luk. http://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/luk-126/, pristupljeno 15.11.2015.

Bačić T., 2003. Tkiva, Pintarić A. (ur.), Morfolofija i anatomija bilja, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, str. 194 –200

Đokić M., Bilandžić N. 2012. Željezo - toksikološki i nutritivni aspekti u organizmu. Meso XIV (3): 232-238. http://hrcak.srce.hr/file/133116 , pristupljeno 3.12.2015.

Grubišić A. 2004. Hi-kvadrat test i njegove primjene.https://bib.irb.hr/datoteka/145851.Ani_Grubisic_hi_kvadrat.pdf, pristupljeno 21.1.2016.

Hozayn M., Amal A. A. EL-Mahdy, Abdel-Rahman H. M. H. 2015. Effect of magnetic field on germination, seedling growth and cytogenetic of onion (Allium cepa L.). African Journal of Agricultural Research10(8): 849-857. http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/7CE049D50674, pristupljeno 25.1.2016.

Khonsari L., Gorji K., Alirezaei M., Akbari A. 2015. The Effects of Weak Magnetic Field on theGermination of Myrtus communis.International Journal of Plant Science and Ecology 1 (3): 81-83 http://www.publicscienceframework.org/journal/paperInfo/ijpse?paperId=254, pristupljeno2.11.2015.

Krawiec M.[at all]2013. Does the magnetic field improve the quality of radish seeds? Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 12(6): 93-102, http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum_cultus/2013/streszczenia2013_6/08%20Krawiec%20Kornazynski%20Hort%2012_6_%202013.pdf, pristupljeno 10.10.2015.

Răcuciu M.,Creangă D., Horga I.2008. Plant growth under static magnetic field influence. Romanian journal of physics. 53,1-2: 353-359.http://www.nipne.ro/rjp/2008_53_1-2/0353_0360.pdf, pristupljeno 25.09.2015.

DOKAZIVANJE PLACEBO UČINKA POMOĆU KOFEINA IZ KAVE ROBUSTE (*Coffea canephora* L.)

Simona Brlić-Kukoleča, 3. razred
Petra Šipura, 3. razred

V. gimnazija, Zagreb
Mentor: Romana Halapir Franković

SAŽETAK
Placebo je tvar bez medicinskih svojstava koja uzrokuje da se pacijentovo stanje poboljša zbog njegovog uvjerenja da će se to dogoditi. Placebo učinak nastupa kad kontrolna skupina koja prima placebo iskusi iste ili bolje ishode od eksperimentalne skupine koja prima stvarno liječenje (Thomas, 2004). Cilj ovog istraživanja bio je dokazati placebo učinak pomoću kofeina. U istraživanju je sudjelovala skupina ispitanika od 80 ljudi – 20 iz svake generacije (40 osoba muškog i 40 ženskog spola od kojih je 40 sportaša i 40 nesportaša – prosječne težine prema indeksu tjelesne mase) koja je bila testirana u jednom kontrolnom i 4 eksperimentalna pokusa. Ispitanicama su kroz svih 5 pokusa mjereni rezultati izvođenja trbušnjaka i preskoka vijače. Testiranje svake aktivosti trajalo je jednu minutu. Prije izvođenja kontrolnog pokusa (K) ispitanici nisu konzumirali kavu. Prije izvođenja ostalih pokusa ispitanici su konzumirali: 1.) kofeinsku kavu bez znanja o tome koju kavu konzumiraju (KK), 2.) bezkofeinsku kavu bez znanja o tome koju kavu konzumiraju (BK), 3.) kofeinsku za koju im je rečeno da je bezkofeinska (BKPL) te 4.) bezkofeinsku za koju im je rečeno da je kofeinska (KKPL). Usporedbom aritmetičkih sredina rezultata ovih pokusa ustanovljena je statistički značajna razlika između rezultata K i KK pokusa ($p<0.01$) pri čemu je KK skupina postigla značajno bolje rezultate od kontrolne. Usporedbom K i BK skupine, utvrđeno je da se one statistički značajno ne razlikuju ($p>0.05$). Usporedbom KK i BK skupine, dobivena je statistički značajna razlika između tih dviju skupina ($p<0.01$). Usporedbom BKPL i KKPL dobivena je statistički značajna razlika ($p<0.01$) što znači da je skupina KKPL postigla značajno veći rezultat. Statističke razlike jednako se odnose na vijaču i trbušnjake. Istraživanjem smo potvrdile da kofein povoljno utječe na tjelesnu aktivnost te da postoji placebo učinak u domeni fizičkih performansi.

Ključne riječi: *placebo učinak, kava, kofein*

UVOD

Placebo dolazi od lat. riječi *placere* što znači svidjeti se. Placebo je tvar bez medicinskih svojstava koja uzrokuje da se pacijentovo stanje poboljša zbog njegovog uvjerenja da će se to dogoditi. Placebo se daje kontrolnoj skupini koja se može usporediti s eksperimentalnom skupinom, koja prima stvarno, eksperimentalno liječenje. Kada kontrolna skupina iskusi iste ili čak bolje ishode od eksperimentalne skupine javlja se placebo učinak (Thomas, 2004). Placebo učinak je bilo kakvo lažno medicinsko liječenje. Učinak može biti u domeni biološke funkcije poput učenja, kontrole zabrinutosti, zacjeljivanja rana, sportskih performanasa itd. (Karkin–Tais, 1999).

Na pokuse kontrolirane placebom, društvo medicine utemeljene na dokazima gleda prijekim okom jer zna da je to prečica za manipuliranje podatcima i lak put do pozitivnih podataka kliničkih pokusa koji će poduprijeti velika ulaganja u tvrtke. Također, vrlo je neetički bolesnim pacijentima uskratiti terapiju samo zbog svog interesa za učinak placeba (Goldacre, 2008). Postoje raznovrsna istraživanja placebo učinka, a jedna od poznatijih su ona pomoću šećernih tableta. Blackwell (1972) (Goldacre, 2008) je prvi na 57 studenata proveo niz eksperimenata da bi utvrdio kako boja i broj tableta utječu na tražene učinke. Ispitanici su sat vremena sjedili na predavanju te su dobili jednu ili dvije tablete, ružičaste ili plave boje. Rečeno im je da mogu očekivati ili stimulans ili sedativ, no zapravo se postupak kojem su svi bili podvrgnuti sastojao od obične šećerne tablete, ali različitih boja. Istraživači su pri mjerenju budnosti otkrili da su dvije tablete djelotvornije od jedne, no isto tako da i boja ima utjecaj na učinak – ružičaste tablete bile su bolje za zadržavanje koncentracije, nego plave. Kako

sama boja nema farmakoloških svojstava, jedina razlika mogla je biti u značenju ružičaste i plave boje. Drugim istraživanjima je također utvrđeno da na učinke utječe i oblik u kojem se lijek prima. Npr. sedativ klordiazepoksid u istoj dozi djeluje bolje kao kapsula, nego kao tableta dok sama injekcija bolje djeluje od tablete. U još jednom eksperimentu, dr. Stewart Wolf (Goldacre, 2008) primio je dvije žene koje su patile od mučnina i povraćanja (jedna od njih je bila trudna) te ih je podvrgnuo terapiji u kojoj im je ugurao cijev u želudac te im upumpao ipekakuanu, lijek koji bi trebao pobuđivati mučninu i povraćanje dok im je rekao da primaju terapiju protiv mučnine i povraćanja. Ne da su se simptomi pacijentica samo poboljšali, već su im i grčevi nestali. U ovom slučaju učinak placeba je nadmašio čak i farmakološki utjecaj. Sam liječnik Richard Asher je 1972. (Goldacre, 2008) za „Pitman Medical" u članku „Talking Sense" izjavio : "Ako gorljivo vjerujete u svoju terapiju, čak i kad kontrolirana istraživanja pokazuju da je potpuno beskorisna, onda su vaši rezultati mnogo bolji, vašim pacijentima je mnogo bolje, a i vaši prihodi će se povećati."

Svi ovi eksperimenti su primjeri placebo učinka, no za naše istraživanje je najvažniji onaj u kojem se za njegovo dokazivanje koristio kofein. U eksperimentu kojeg je proveo Benedetti (2005) (Brooks, 2010) mjereno je djelovanje kofeina na rad mišića, nakon procedure koja se sastojala od fizičkog vježbanja prije i poslije male šalice kave. Pokraj ispitanika se nalazila dr. Pollo koja mu je govorila kako je kofein zabranjen u sportu te kako se ne smije konzumirati prije natjecanja jer pojačava rad mišića i daje nedopuštenu prednost. U eksperimentu je naravno korištena bezkofeinska kava, no ispitanik je zbog svog uvjerenja u djelotvornost kofeina imao bolje rezultate nakon konzumiranja kave, nego prije.

Kava (slika 1) pripada rodu kave (Coffea) te porodici broćika (Rubiaceae). Kave arabika (*Coffea arabica* L.) i robusta (*Coffea canephora* L.) pripadaju skupini Eucoffea. Stablo robuste je snažno, robustno po čemu je i dobila nadimak. Ima velike, široke i manje šiljaste listove. Zreli plod (slika 2) robuste je okrugliji od ploda arabike, a sama robusta je mnogo otpornija prema bolestima i štetočinama od arabike i nekih ostalih vrsta kave. Pronađena je samonikla u Zairu, u porječju rijeke Kongo, a kultivirana je na otoku Javi, u Indokini, na obali Slonovače, u Indiji, Ugandi i Keniji (prof. dr. sc. Živković, 1998). Podaci upućuju na to da je ona podrijetlom iz današnje jugozapadne etiopske provincije Kaffe.

Slika 1. Cvijet robuste (*Coffea canephora* L.)

Slika 2. Plod robuste (*Coffea canephora* L.)

Kava sadrži kofein, klorogenske kiseline, lipide, glikozide, bjelančevine te razne minerale. Od vitamina sadrži B1, B2, B6, B12, E, pantotensku, folnu i askorbinsku kiselinu (Živković, 1998). Nefiltrirana kava zbog količine kofeina blago povisuje krvni tlak pa se ne preporučuje srčanim bolesnicima. Zdravim osobama se preporučuju dvije do tri šalice kave dnevno (Jošić M., 2015)

Lorist (1995) (Živković, 1998) kaže da je kofein glavni sastojak kave koji povisuje energetske izvore za obavljanje nekog rada ili napora. Pasman (1995) (prema Živković, 1998) kaže da on povećava izdržljivost sportaša, i to bez obzira na datu dozu. Graham (1995) (prema Živković, 1998) vjeruje kako kofein u manjim dozama sam stvara energogeni učinak, a u većim potiče lučenje kateholamina poput adrenalina, pa se uzimanjem većih doza kofeina zbrajaju energogeni učinci kofeina i kateholamina. Stoga Spriet (1995) (prema Živković, 1998) kaže da kofein ne bi trebalo davati natjecateljima 48 do 72 sata prije natjecanja. Southgate (1994) (prema Živković, 1998) vjeruje da oko jedna do dvije šalice kave (250 mg kofeina) jedan sat prije vježbe uklanjaju umor i povećavaju izdržljivost jedan ili više sati. Učinak kofeina na organizam je mnogostruk. Dovodi do oslobađanja hormona srži nadbubrežne žlijezde, djeluje na različite dijelove stanica u tijelu, povećava potrošnju kisika u stanicama, povisuje mijenu tvari (bazalni metabolizam) za oko 10%, povisuje koncentraciju glukoze u krvi, ali i ubrzava njenu potrošnju, povećava brzinu rada srca i snagu crpne funkcije srca te u zdravih osoba povisuje količinu izlučene mokraće (diuretski učinak) (Duraković, 2014).

Mnogi srednjoškolci tijekom cijele nastavne godine imaju mnogo usmenih i pisanih provjera znanja pa je redovno učenje ponekad teško uskladiti sa brojnim izvannastavnim aktivnostima. Zato se učenje na dan prije provjere često protegne do kasno u noć. Učenici u takvim slučajevima vrlo često konzumiraju kavu kako bi prema općem uvjerenju mogli održati stanje duže budnosti i koncentracije. Prilikom jednog zajedničkog noćnog učenja, zainteresiralo nas je koliko kofein doista utječe na budnost organizma, koliku mu energiju zapravo daje te koliko kofeina uopće sadrži kava koju pijemo. Proučavanjem literature uočeno je da kava koju pijemo sadrži vrlo malo kofeina ili ga gotovo uopće ne sadrži, stoga nas je zanimalo jesu li naša noćna učenja odrađena zahvaljujući našem uvjerenju u djelotvornost kofeina ili zbog postojanja male količine kofeina u kavi.

Literatura o placebo učinku sadrži puno podataka o njegovu javljanju u pokusima s različitim tabletama i kapsulama, a vrlo malo podataka o njegovu javljanju nakon konzumiranja kave pa smo odlučile same provesti istraživanje te provjeriti postojanje placebo učinka pri konzumaciji kave.

Cilj ovog istraživanja je dokazati placebo učinak pomoću kofeina. Smatramo da bi svi konzumenti kave trebali znati stvarnu djelotvornost kofeina te na temelju prednosti i mana kave odlučiti hoće li ju ili nadalje konzumirati. Pretpostavljamo da će ispitanici koji konzumiraju kofeinsku kavu za razliku od onih koji konzumiraju bezkofeinsku, a da im pritom ni u jednom od ova dva pokusa nije rečeno što konzumiraju, imati bolje rezultate čime će biti potvrđeno da kofein utječe na tjelesnu aktivnost. Također pretpostavljamo da će ispitanici koji su konzumirali bezkofeinsku kavu, a rečeno im je da konzumiraju kofeinsku, imati uspješnije rezultate od onih koji su konzumirali kofeinsku, a rečeno im je da konzumiraju bezkofeinsku, upravo zahvaljujući svojoj moći samouvjeravanja te da će time biti potvrđeno postojanje placebo učinka.

METODE RADA

Istraživanje je provedeno na 40 učenika i 40 učenica naše škole (prosječne težine prema ITM). Stupanj uhranjenosti prikazan je u tablici 11. U svakoj skupini bila je polovica sportaša i polovica nesportaša. ITM je izračunat prema formuli ITM=m[kg]/h[m]². Podatke o težini i visini učenika su preuzeti od njihovih profesora tjelesno – zdravstvenog odgoja. Svi odabrani učenici testirani su u svih pet pokusa kako bi rezultati bili što precizniji jer nije poželjno da jedna skupina sudjeluje u kontrolnom, a druga u eksperimentalnim pokusima s obzirom da su fizičke mogućnosti svake skupine drugačije.

Tijek eksperimenta

Ispitanici su u pokusima obavljali zadane fizičke aktivnosti izvođenja trbušnjaka s potpunim otklonom tijela (slika 3) te sunožnog preskakanja vijače (slika 4). Testiranje svake aktivnosti trajalo je jednu minutu.

U našem eksperimentu dokazivanja placebo učinka pomoću kofeina korištena je kava robusta jer u 100 g sastojaka sirovog zrna sadrži 1.6 – 2.4 mg kofeina za razliku od arabike koja sadrži 0.9 – 1.2 mg kofeina. Pržena robusta pak sadrži 2 mg, dok pržena arabica sadrži 1 mg kofeina (Živković, 1998).

Pokusi su izvođeni različite dane, ali u isto vrijeme, ujutro. Također su bili izvođeni nasumično kako bi dobiveni rezultati bili što vjerodostojniji. Na taj način su ispitanicima osigurani približno jednaki uvjeti koji neće utjecati na rezultate eksperimenata. Ispitanici su bili zamoljeni da prije eksperimenata ne konzumiraju kavu te općenito napitke koji sadrže kofein. Također im je rečeno da prije ekspereimenata uobičajeno doručkuju. Ispitanicima je sat vremena prije eksperimentalnih pokusa dana šalica od 1,5 dcl Franckove kofeinske ili bezkofeinske kave (ovisno o pokusu) u koju je stavljena 1 žlica kave (cca. 6,60 g). U kavi koju su ispitanici konzumirali nije bilo mlijeka niti šećera. Korištena kofeinska kava je čista robusta koja se na tržištu može naći samo u mješavini s arabikom zbog svog gorkog okusa.

Tumač eksperimenata

U K (kontrolnom) pokusu odrađivanje fizičke aktivnosti izvedeno je bez prethodne konzumacije kave, a rezultati dobiveni ovim mjerenjem važni su kako bi s njima mogli biti uspoređeni rezultati ostalih eksperimentalnih pokusa.

U KK pokusu ispitanicima je dana kofeinska kava, a u BK pokusu bezkofeinska kava. U ova dva pokusa nije im rečeno koja im je kava dana kako psiha ispitanika ne bi utjecala na rezultate. Ovim dvama pokusima bit će dokazano da je kofein upravo ta tvar koja utječe na fizičku aktivnost.

U posljednja dva pokusa bit će dokazan placebo učinak. Neposredno prije izvođenja ovih pokusa, ispitanicima je pročitan kratak ulomak o pozitivnom djelovanju kofeina na mišiće i tjelesnu aktivnost čime je potaknuta moć samouvjeravanja ispitanika u bolje izvođenje fizičke aktivnosti.

Ispitanicima je u BKPL pokusu dana kofeinska kava, ali im je rečeno da piju bezkofeinsku. U KKPL pokusu su pili bezkofeinsku kavu, ali im je rečeno da piju kofeinsku. Zbog svog uvjerenja u djelotvornost kofeina ispitanici su imali bolje rezultate pri obavljanju fizičke aktivnosti poslije konzumacije bezkofeinske kave, nego poslije konzumacije kofeinske kave čime će biti potvrđen dvostruki placebo učinak.

Analiza podataka

Analizirani su podaci svakog pokusa te izračunate i prikazane prosječne vrijednosti rezultata tako što je ukupan zbroj svih rezultata podijeljen s brojem ispitanika pokusa. Srednja vrijednost je posebno izračunata za svaki pokus i za svaku fizičku aktivnost posebno. Također su ustanovljena eventualna odstupanja rezultata. Pri uspoređivanju rezultata uvijek su uspoređivane isključivo srednje vrijednosti rezultata pokusa. Tom usporedbom uviđaju se razlike te su uspostavljeni odnosi među rezultatima pokusa. Rezultati pokusa su prikazani dijagramima i tablicama kako bi se uočili odnosi među rezultatima različitih pokusa.

Prvo su uspoređivane srednje vrijednosti rezultata K pokusa sa srednjim vrijednostima rezultata eksperimentalnih pokusa kako bi se uvidjelo u kojem je pokusu skupina imala najuspješnije rezultate te kako bi se prema tome mogla uspostaviti uzročno posljedična veze te usporedbe. Zatim su međusobno uspoređivane srednje vrijednosti rezultata KK i BK pokusa kako bi se ustanovile razlike u djelovanju kofeinske i bezkofeinske kave na fizičku aktivnost. Nakon toga su uspoređene srednje vrijednosti rezultata BKPL i KKPL pokusa kako bi se vidjela pojava placebo učinka kojim bismo potvrdile svoju hipotezu. Također su uspoređivane srednje vrijednosti rezultata KK i BK pokusa sa srednjim vrijednostima rezultata BKPL i KKPL pokusa kako bi se vidjelo jesu li rezultati KK i BK pokusa u kojem ispitanici nisu znali koju kavu konzumiraju uspješniji od rezultata BKPL i KKPL pokusa u kojima im je lažno rečeno koju kavu konzumiraju. Usporedba rezultata ovih četiriju pokusa također pokazuje utjecaj psihe na tjelesnu aktivnost. Ako su rezultati BKPL i KKPL pokusa uspješniji od rezultata KK i BK pokusa, saznajemo da psiha ima utjecaj na fizičku aktivnost jer je ispitanicima u BKPL i KKPL pokusu (lažno) rečeno koju kavu konzumiraju što može utjecati na rezultate pokusa. Također su uspoređivane srednje vrijednosti rezultata sportaša i nesportaša te muških i ženskih ispitanika kako bismo koje su skupine bolje odradile zadane fizičke aktivnosti.

Statistika

U pokusima je sudjelovalo 80 učenika (prosječne težine prema ITM) – 20 iz svake generacije, od kojih je 40 muškog, a 40 ženskog spola, te 40 sportaša i 40 nesportaša. Ispitanici imaju 14 – 19 godina. Iz tablica i grafova mogu se iščitati utjecaj kofeina i psihe na tjelesnu aktivnost s obzirom na njihovu raznolikost (dob, spol, fizička sprema). Svaki od ovih čimbenika je posebno analiziran i prikazan u tablicama i grafovima, osim u dijelu rezultata gdje se međusobno uspoređuju rezultati pokusa (svi čimbenici spojeni u analizi). Izračunata je statistička značajnost razlika među dobivenim aritmetičkim sredinama pojedinih mjerenja pomoću sljedeće formule:

$$t = \frac{razlika}{standardna\ pogreška\ razlike}$$

REZULTATI

Usporedbom aritmetičkih sredina rezultata K i KK pokusa (slika 5 i 6) jasno se vidi da su ispitanici svih razreda, spolova i fizičke spreme u KK pokusu prosječno imali 8.3 % bolje rezultate nego u K pokusu jer im je energetski učinak kofeina iz KK pokusa produljio izdržljivost te ih potaknuo na uspješnije obavljanje fizičkih aktivnosti.

Usporedbom aritmetičkih sredina rezultata K i BK pokusa (slika 5 i 6) uviđamo kako su u prosjeku rezultati K pokusa 0.2 % bolji od rezultata BK pokusa što ne čini veliku razliku. Velika razlika nije

očekivana jer bezkofeinska kava iz BK pokusa ispitanike nije mogla potaknuti na bolje izvođenje fizičkih aktivnosti. Kod jednog dijela ispitanika rezultati BK pokusa su bolji od rezultata kontrolnog pokusa što bismo mogle objasniti javljanjem neplaniranog placebo učinka. S obzirom na to da ispitanicima nije rečeno koju su kavu konzumirali u BK pokusu, mogli su podrazumijevati da je kava kofeinska što je moglo rezultirat javljanjem placebo učinka.

Slika 3. – Trbušnjaci s potpunim otklonom tijela

Slika 4. – Sunožno preskakanje vijače

Usporedbom aritmetičkih sredina rezultata K i BKPL pokusa (slika 5 i 6) uočava se da u prosjeku više od pola ispitanika ima 0.1 % bolje rezultate u BKPL pokusu, nego u K. Razlog tome je što je u ovom pokusu korištena čista robusta. Iako je ispitanicima rečeno da piju bezkofeinsku kavu, kofein iz kave robuste je dio ispitanika ipak potaknuo na bolje obavljanje fizičkih aktivnosti.

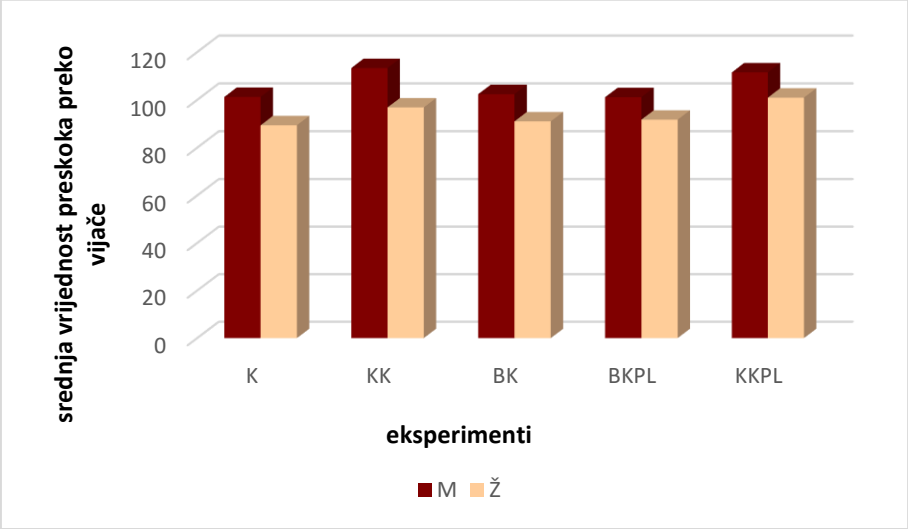
Usporedbom aritmetičkih sredina rezultata K i KKPL pokusa (slika 5 i 6) vidi se da su rezultati većine ispitanika za čak 9.6 % bolji u KKPL pokusu. Rezultati ovog pokusa su bolji jer je ispitanicima tada lažno rečeno da konzumiraju kofeinsku kavu što ih je potaknulo na razmišljanje o pozitivnom djelovanju kofeina na fizičku aktivnost.

Daljnjom usporedbom aritmetičkih vrijednosti rezultata KK i BK pokusa (slika 5 i 6) dokazana je naša prva hipoteza da kofein pospješuje tjelesnu aktivnost jer su rezultati ispitanika u KK pokusu 8.8 % uspješniji od rezultata ispitanika u BK pokusu. S obzirom da ispitanici u ova dva pokusa nisu znali kakvu kavu konzumiraju, utjecaj psihe na tjelesnu aktivnost automatski možemo isključiti kao faktor koji bi mogao utjecati na rezultate.

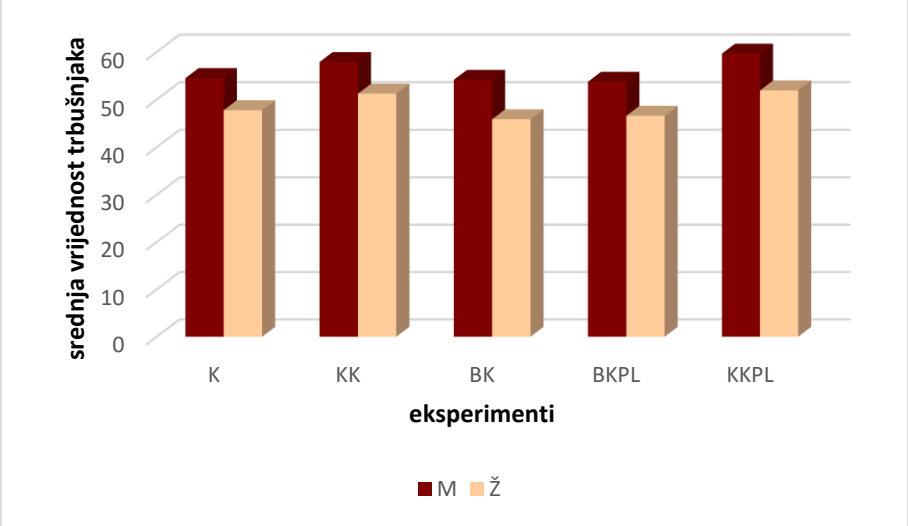
Usporedbom aritmetičkih vrijednosti rezultata BKPL i KKPL pokusa (slika 5 i 6) dokazan je dvostruki placebo učinak čime je potvrđena naša druga hipoteza. U BKPL pokusu su ispitanici imali 9.5 % lošije rezultate, nego u KKPL pokusu jer im je lažno rečeno koju kavu piju. Vjerujući u snagu kofeina kao stimulansa rezultati ispitanika bili su bolji u KKPL pokusu.

Uspoređujući rezultate KK i BK pokusa s rezultatima BKPL i KKPL pokusa (slika 5 i 6), utvrđujemo da su rezultati KK pokusa u prosjeku 1.45 % bolji od rezultata KKPL pokusa jer je ispitanike u KK pokusu kofein kao energetski izvor stimulirao na uspješnije izvođenje fizičkih aktivnosti. Rezultati BKPL pokusa 0.1 % su bolji od rezultata BK pokusa što je mala razlika, također očekivana s obzirom na to da je ispitanike u BKPL pokusu kofein kao energetski izvor također stimulirao na uspješnije izvođenje fizičkih aktivnosti.

Analiziranjem srednjih vrijednosti rezultata ispitanika (ovdje bez obzira na dob i fizičku spremu) svih pokusa vidi se kako su aritmetičke sredine rezultata veće u pokusima KK te KKPL pokusima, nego u K, BK te u BKPL pokusima (slika 5 i 6). Iz slika 5 i 6 također se uočava kako je placebo učinak dokazan u BKPL pokusu slabiji od placebo učinka dokazanog u KKPL pokusu jer su u BKPL pokusu ispitanici konzumirali jaku robustu čiji im je kofein uklonio umor i produljio izdržljivost potrebnu za izvođenje fizičkih aktivnosti (slika 5 i 6) .



Slika 5. Prosječne vrijednosti rezultata preskoka vijače muških (M) i ženskih (Ž) ispitanika kroz svih 5 pokusa



Slika 6. Prosječne vrijednosti rezultata trbušnjaka muških (M) i ženskih (Ž) ispitanika kroz svih 5 pokusa

Tablica 1. Aritmetičke sredine rezultata ispitanika po razredima (dob 14 - 19 god.)

Pokus		K	KK	BK	BKPL	KKPL
Preskoci preko vijače (u jednoj minuti)	1. raz.	93,20	106,50	103,50	103,90	111,80
	2. raz.	87,75	94,00	87,65	84,45	95,15
	3. raz.	110,25	124,00	110,25	110,15	120,55
	4. raz.	91,00	95,9,0	85,45	87,25	97,45

Tablica 2. Aritmetičke sredine rezultata ispitanika po razredima (dob 14 - 19 god.)

Pokus		K	KK	BK	BKPL	KKPL
Trbušnjaci (u jednoj minuti)	1. raz.	48,25	49,45	45,6	47,80	49,15
	2. raz.	48,65	53,30	47,85	47,00	55,05
	3. raz.	53,35	57,25	52,85	51,05	58,65
	4. raz.	54,35	58,30	53,75	54,85	60,30

Iz tablice 1. i 2. uočava se da nema pretjerane pravilnosti među rezultatima pokusa pojedinih razreda iz čega zaključujemo da dob ne utječe na izvođenje fizičke aktivnosti. Rezultati presokoka vijače (tablica 1) ispitanika 3. razreda najveći su dok su kod ispitanika 2. razreda uglavnom najmanji kroz svih pet pokusa (odstupanje u BK pokusu gdje su ispitanici 4. razreda u prosjeku imali najlošije rezultate –smeđe istaknuta polja u tablici). Prosječni rezultati trbušnjaka (tablica 2) su najveći kod ispitanika 4. razreda, a uglavnom najmanji kod ispitanika 1. razreda kroz svih pet pokusa (odstupanje u BKPL pokusu gdje su ispitanici 2. razreda u prosjeku imali najlošije rezultate – smeđe istaknuta polja u tablici).

Tablica 3. Aritmetička sredina rezultata svih sportaša i nesportaša

Preskoci preko vijače (u jednoj minuti)	Pokus	K	KK	BK	BKPL	KKPL
	Aritmetička sredina rezultata svih sportaša	91,67	98,27	93,60	92,64	103,53
	Aritmetička sredina rezultata svih nesportaša	87,53	99,65	88,13	88,65	96,00

Tablica 4. Aritmetička sredina rezultata svih sportaša i nesportaša

Trbušnjaci (u jednoj minuti)	Pokus	K	KK	BK	BKPL	KKPL
	Aritmetička sredina rezultata svih sportaša	54,38	58,98	54,10	54,38	59,75
	Aritmetička sredina rezultata svih nesportaša	47,90	50,18	45,93	45,98	51,83

Iz tablice 3 i 4 zaključujemo da sportaši postižu bolje rezultate od nesportaša (odstupanje u KK pokusu gdje su nesportaši postigli bolje rezultate trbušnjaka od sportaša – smeđe istaknuta polja u tablici 3) što je očekivano jer imaju bolju fizičku spremu od nesportaša.

Tablica 6. – Upareni uzorci statistika

	eksperimenti koji se uspoređuju	Srednja vrijednost rezultata	broj ispitanika	standardna devijacija	standardna pogreška
Par 1	K	95,325	80	26,093	2,917
	KK	105,100	80	29,085	3,252
Par 2	K	95,325	80	26,093	2,917
	BK	96,738	80	26,677	2,983
Par 3	KK	105,100	80	29,085	3,252
	BK	96,738	80	26,677	2,983
Par 4	BKPL	96,438	80	26,880	3,005
	KKPL	106,238	80	28,299	3,164

Tablica 7. – Upareni uzorci korelacija

	eksperimenti koji se uspoređuju	broj ispitanika	Korelacija	značajnost
Par 1	K	80	0,472	0,000
	KK			
Par 2	K	80	0,463	0,000
	BK			
Par 3	KK	80	0,877	0,000
	BK			
Par 4	BKPL	80	0,924	0,000
	KKPL			

Tablica 8. – Upareni uzorci testa

	Uparene razlike								
					95% sigurnosti intervala razlike				
	eksperimenti koji se uspoređuju	srednja vrijednost	standardna devijacija	standardna pogreška	niže od kritične vrijednosti	više od kritičke vrijednosti	t	diferencija	značajnost
Par 1	K	-9,775	28,469	3,183	-16,110	-3,440	-3,071	79	0,003
	KK								
Par 2	K	-1,413	27,353	3,058	-7,500	4,675	-0,462	79	0,645
	BK								
Par 3	KK	8,363	14,000	1,565	5,247	11,478	5,343	79	0,000
	BK								
Par 4	BKPL	-9,800	10,848	1,213	-12,214	-7,386	-8,080	79	0,000
	KKPL								

Rezultati dobiveni za vijaču pokazuju da se KK grupa statistički značajno razlikuje od kontrolne (t=-3,071; p<0.01; df=79), tj. da je grupa KK postigla značajno bolje rezultate od kontrolne. Usporedbom BK grupe i kontrolne, dobiveno je da se one statistički značajno ne razlikuju (t=-0.462; p>0.05; df=79), dakle oni koji su konzumirali bezkofeinsku kavu nisu postigli značajno veći ili manji rezultat od kontrolne grupa. Ovime je dokazano da kofein utječe na tjelesnu aktivnost. Usporedbom KK i BK grupa, dobivena je statistički značajna razlika između tih dviju grupa (t=5.343; p<0.01; df=79). Grupa KK je postigla statistički značajno veći rezultat od grupe BK. Dakle, pokazalo se da su bolji rezultat postigli oni koji su konzumirali kofeinsku kavu za razliku od onih koji su konzumirali bezkofeinsku, a ni u jednom od ova dva pokusa nisu znali kakvu kavu konzumiraju. Usporedbom grupe BKPL i KKPL dobivena je statistički značajna razlika (t=-8.08; p<0.01; df=79). Oni koji su konzumirali bezkofeinsku kavu, a mislili su da konzumiraju kofeinsku postigli su značajno veći rezultat na vijačama naspram grupe BKPL.

Tablica 9. - Upareni uzorci statistika

	eksperimenti koji se uspoređuju	Srednja vrijednost rezultata	broj ispitanika	standardna devijacija	standardna pogreška
Par 1	K	95,325	80	26,093	2,917
	KK	105,100	80	29,085	3,252
Par 2	K	95,325	80	26,093	2,917
	BK	96,738	80	26,677	2,983
Par 3	KK	105,100	80	29,085	3,252
	BK	96,738	80	26,677	2,983
Par 4	BKPL	96,438	80	26,880	3,005
	KKPL	106,238	80	28,299	3,164

Tablica 10. – Upareni uzorci korelacija

	eksperimenti koji se uspoređuju	broj ispitanika	korelacija	značajnost
Par 1	K KK	80	0,472	0,000
Par 2	K BK	80	0,463	0,000
Par 3	KK BK	80	0,877	0,000
Par 4	BKPL KKPL	80	0,924	0,000

Tablica 11. – Upareni uzorci testa

	Uparene razlike								
					95% sigurnosti intervala razlike				
	eksperimenti koji se uspoređuju	srednja vrijednost	standardna devijacija	standardna pogreška	niže od kritičke vrijednosti	više od kritične vrijednosti	t	diferencija	značajnost
Par 1	K KK	-9,775	28,469	3,183	-16,110	-3,440	-3,071	79	0,003
Par 2	K BK	-1,413	27,353	3,058	-7,500	4,675	-0,462	79	0,645
Par 3	KK BK	8,363	14,000	1,560	5,24690	11.478	5,343	79	0,000
Par 4	BKPL KKPL	-9,800	10,848	1,213	-12,21412	-7,386	-8,080	79	0,000

Usporedbom kontrolne i KK grupe je dobivena statistički značajna razlika ($t=-6.318$; $p<0.01$; $df=79$). Značajno viši rezultat od kontrolne je postigla KK grupa koja je konzumirala kofeinsku kavu, a to nije znala. Usporedbom kontrolne i BK grupe nije dobivena statistički značajna razlika ($t=1.720$; $p>0.05$; $df=79$). Dakle, eksperimentalna skupina koja je konzumirala bezkofeinsku kavu i to nije znala, nije postigla značajno viši ili manji rezultat od kontrolne. Usporedbom rezultata grupa KK I BK dobivena je statistički značajna razlika ($t=7.593$; $p<0.01$; $df=79$). Eksperimentalna skupina koja je konzumirala kofeinsku kavu, a da to nije znala, postigla je značajno viši rezultat od skupine koja je konzumirala bezkofeinsku, za čiji sastav također nije znala. Usporedbom grupa BKPL i KKPL dobivena je statistički značajna razlika ($t=-7.879$; $p<0.01$; $df=79$). Grupa KKPL je postigla značajno viši rezultat od grupe BKPL.

RASPRAVA

Iako literature o istraživanju dokazivanja placebo učinka pomoću kofeina općenito ima vrlo malo, rezultati ovog istraživanja u skladu su s istraživanjem i postojećim spoznajama doktorice Pollo koja se među rijetkima bavila ovim istraživanjem. Njezino istraživanje pokazuje kako je moguće da ispitanici koji su konzumirali bezkofeinsku kavu, a misle da su konzumirali kofeinsku, odrade zadanu fizičku aktivnost jednako uspješno poput onih koji su stvarno konzumirali kofeinsku kavu. U istraživanju doktorice Pollo također je dokazano da se placebo učinak može pojaviti kod nekoga tko naslućuje u kakvom istraživanju sudjeluje (Brooks, 2010) što je dokazano i u našem istraživanju jer nas je nekoliko naših ispitanika upitalo radimo li istraživanje vezano uz placebo učinak. Nakon što smo im odgovorile da to nije tema našeg istraživanja, određeni ispitanici su svejedno odradili zadane vježbe jednako

uspješno poput ostalih ispitanika koji nisu naslućivali ništa. Literaturni podaci pokazuju da postoji placebo učinak djelovanja kofeina u domeni fizičkih performanasi (Karkin-Tais, 1999) što je potvrđeno našim istraživanjem (vidljivo iz slike 5 i 6 – stupci BKPL i KKPL). Rezultati našeg istraživanja također se poklapaju s navodima prof. dr. sc. Živkovića (1998) da kofein uklanja umor i produljuje izdržljivost te na taj način povisuje radnu sposobnost ispitanika (također vidljivo iz slike 5 i 6 – stupci KK i BK).

Metodološki nedostaci ovog istraživanja su moguća „neposlušnost“ ispitanika. Iako je ispitanicima rečeno da na dane provođenja mjerenja ne konzumiraju kavu te kofeinske i energetske napitke, ne možemo sa sigurnošću potvrditi da ih oni stvarno nisu konzumirali. Ispitanici su se također noć prije izvođenja mjerenja mogli nedovoljno naspavati što je moglo rezultirati manjkom energije za obavljanje fizičke aktivnosti. Nadalje, pretjeran unos hrane mogao je uzrokovati višak energije, dok je izostavljen unos mogao uzrokovati manjak energije što je moglo utjecati na rezultate izvođenja fizičkih aktivnosti.

Naše istraživanje je potvrdilo postojanje statistički značajne razlike kontrolne i KK skupine ($p<0,01$) čime je dokazana jedna od naših pretpostavki, a to je da kofein povoljno utječe na tjelesnu aktivnost. Usporedbom rezultata kontrolne i BK skupine nije dobivena statistički značajna razlika ($p>0,05$) što je očekivano s obzirom da je BK skupina u ovom pokusu konzumirala bezkofeinsku kavu. Usporedbom rezultata kontrolne i KKPL skupine ponovno je dobivena statistički značajna razlika ($p<0,01$) kojom je potvrđena i naša druga hipoteza da postoji placebo učinak djelovanja kofeina na tjelesnu aktivnost. Usporedbom grupa BKPL i KKPL dobivena je statistički značajna razlika ($p<0,01$) što znači da je skupina u KKPL pokusu napravila puno bolje rezultate, nego u BKPL pokusu čime je zapravo dokazan dvostruki placebo učinak.

Iz dobivenih rezultata prikazanih grafovima, jasno se može zaključiti da osobe muškog spola u prosjeku imaju bolju fizičku spremu od osoba ženskog spola (slika 5 i 6) te iz tablica 3 i 4 da sportaši i sportašice u prosjeku imaju bolju fizičku spremu od nesportaša i nesportašica. Iz ovih zaključaka, ali i iz rezultata pokusa može se izvesti i zaključak da su sportaši kroz svih pet pokusa imali prosječno najbolje rezultate, dok su najmaje rezultate kroz svih pet pokusa imale nesportašice. Također su analizirani rezultati iz kategorije dob (tablica 1 i 2) čime se uočava da u istoj postoje određene pravilnosti.

ZAKLJUČCI

- Kofein je u našoj eksperimentalnoj skupini očekivano pospješio ispitivane tjelesne aktivnosti ispitanika
- Naš eksperiment dokazao je postojanje snažnog placebo učinka djelovanja kofeina u domeni tjelesnih aktivnosti
- Osobe muškog spola u prosjeku imaju veću izdržljivost od osoba ženskog spola
- Sportaši i sportašice uglavnom imaju veću izdržljivost od nesportaša i nesportašica (odstupanje u KK pokusu; preskoci preko vijače)
- Sportaši u prosjeku imaju najveću, a nesportašice najmanju izdržljivost kroz svih 5 pokusa
- Postoji pravlinost u kategoriji dob pri izvođenju fizičke aktivnosti.

ZAHVALA

Zahvaljujemo profesorima tjelesno-zdravstvene kulture Dubravki Jadranki Christ, Sanji Kosović i Žarku Bratonji što su nam dozvolili prisustvovanje na svojima satima te na taj način omogućili realizaciju projekta. Također zahvaljujemo svim učenicima na sudjelovanju te svojoj mentorici Romani Halapir Franković, prof.

LITERATURA

Brooks M., 2010., Placebo efekt, 13 stvari koje nemaju smisla, Ljevak, Zagreb, str. 200.
Duraković Z., S crnom kavom umjereno, Vaše zdravlje, http://www.vasezdravlje.com/izdanje/clanak/627/, pristupljeno 14.3.2016
Goldacre B., 2008., Placebo, Farkaš-Sfeci G.(ur.), Loša znanost, OceanMore d.o.o., Zagreb, str. 62.-63.; 66.; 70.
Jošić M., Kava i zdravlje, Zdravo budi, http://www.zdravobudi.hr/8838/kava-i-zdravlje , pristupljeno 9.12.2015.
Karkin-Tais A., 1999., Placebo efekat, Maglajić M. (ur.), Liječenje bola, Šahinpašić, Sarajevo, str 195
Thomas P., 2004., Placebo, Borovac I.(ur.), Što djeluje, a što ne djeluje, Mozaik knjiga, Zageb, str. 203.
Živković R., 1998., Kava – droga ili lijek, Medicinska naklada, Zagreb, str. 16.; 31.-32.; 34.-35.; 86.-87.; 89.; 95.-96.; 167.

PRILOG

Prilog 1. Upitnik dan ispitanicima prije testiranja

Ime i prezime:

Razred:

Spol: M/Ž

Koliko imaš godina (punih)?

Jesi li sportaš? DA/NE.

Želiš li sudjelovati u istraživanju učenica 3. razreda naše škole vezanom s tjelesnom aktivnošću?

DA/NE.

Imaš li zdravstvenih problema?

DA/NE

Ako da, kojih?

Hvala!

Prilog 2. Klasifikacija uhranjenosti prema SZO

Stupanj uhranjenosti	ITM
Pothranjenost	< 18,5
Normalni	18,50 – 24,99
Pretilost I. stupnja	25 – 29,99
Pretilost II. stupnja	30 – 39,99
Pretilost III. stupnja	>40

ŽLJEZDASTI PAJASEN (AILANTHUS ALTISSIMA MILL.) SWINGLE (SIMAROUBACEAE) NA SPLITSKOM PODRUČJU

Kate Ivković, 3. razred
Mario Jerčić, 3. razred

III. gimnazija,Split
Mentor: Ines Alujević

SAŽETAK
Pajasen (Ailanthus altissima (Mill.) Swingle) je jedna od invazivnih vrsta zastupljenih na gradskom području Splita. Cilj ovog rada bio je istražiti njegovu rasprostranjenost na ovom području te utvrditi utjecaj koji njegova prisutnost ima na sastav fitocenoze ispitivanih postaja. Odabrane postaje se razlikuju po orijentaciji, nadmorskoj visini i antropogenom utjecaju. Na svakoj od postaja mjerenje i sakupljanje materijala izvršeno je na tri različite točke površine 10x10 m (postaja 1 u Park šumi Marjan, postaja 2 u samoj gradskoj jezgri te postaja 3 u industrijskoj zoni). Kao kontrolna postaja 4 odabran je travnjak bez pajasena na sjeveroistočnom dijelu Splita. Izmjerena je i uspoređena pH vrijednost tla. Analiza flore provedena je s obzirom na brojnost, pokrovnost vrsta prema Braun-Blanquetu, određeni su florni elementi istraženih vrsta. Nalazišta pajasena određena su uz pomoć GPS uređaja. Sastav flore na različitim postajama uspoređen je Sörensenovim indeksom sličnosti. Najveća brojnost i pokrovnost pajasena utvrđena je na postaji 1 (Marjan), ali zbog najmanjeg antropogenog utjecaja na toj postaji, uz kontrolnu postaju 4, zabilježeno je najviše autohtonih vrsta. Jedino su na postajama 1 i 4 zabilježene endemične vrste. Na postaji 2 dominiraju južnoeuropsko-mediteranske biljke i biljke široke rasprostranjenosti. Biljke široke rasprostranjenosti najprisutnije su na postaji 3 gdje je i najizraženiji antropogeni utjecaj i izmjerena najniža pH vrijednost. Uz pajasen adventivne biljke poput invazivne Conyza canadensis L. zabilježene su na svim postajama osim na postaji 4. Pajasen negativno utječe na autohtonu floru, a najveći negativni učinak na postaji 3 posljedica je njegova prisustva u kombinaciji s intenzivnim antropogenim utjecajem. Pajasen se širi na području Splita, utvrđen je na 26 novih točaka u odnosu na prethodno provedena istraživanja.

Ključne riječi: *autohtone vrste, alohtone vrste, florni element, brojnost, pokrovnost*

UVOD

Flora Hrvatske je vrlo raznolika i broji oko 5010 svojti (Nikolić, 2001). To su uglavnom zavičajne, samonikle, autohtone biljke, prisutne na pojedinom staništu bez posredovanja čovjeka, prirodno se rasprostranjuju. Osim ovih, u flori Hrvatske razlikujemo i strane, alohtone biljke, koje prirodno nisu pripadale staništima na području Republike Hrvatske niti su prirodno rasprostranjene na navedenom teritoriju, a najčešće su unesene posredstvom čovjeka, namjerno ili nenamjerno. Ukoliko naseljavanje ili širenje strane vrste negativno utječe na bioraznolikost, zdravlje ljudi ili pričinjava ekonomsku štetu na području na koje je unesena, tada se ta vrsta smatra invazivnom.

Namjerno prenošenje biljaka iz jednog područja u drugo traje otkad je i čovjeka, npr. otkrićem Amerike u Europu su prenesene dotad nepoznate biljke, uglavnom biljke za uzgoj i proizvodnju hrane kao što su primjerice krumpir, grah, rajčica, paprika, suncokret i kukuruz. Nenamjerno prenošenje biljaka je spontano, slučajno, neželjeno unošenje biljaka ili njihovih dijelova (sjemenke, plodovi, vegetativni dijelovi, spore) s jednog područja na drugo (na odjeći, obući, transportnim sredstvima..., ili zajedno s drugom transportnom robom). Namjerno ili nenamjerno unesene biljke su najčešće uzgajane u kulturi, ali neke od njih nastavile su se uspješno razmnožavati i širiti izvan kulture te su postale naturalizirane biljke. Neke naturalizirane biljke postale su invazivne jer su postigle veliku sposobnost razmnožavanja i širenja na nova staništa, stvarajući veliki broj potomaka. Širenje ovih biljaka ili njihovih dijelova je povoljno uz pomoć vjetra, vode, ptica i dr., pretežito se samooplođuju i sjemenke brzo kliju (Nikolić i

sur., 2014). Štetan utjecaj invazivnih biljaka očituje se u smanjenju bioraznolikosti, promjeni kemijskog sastava tla, smanjenom urodu biljaka u kulturi i štetnom utjecaju na zdravlje ljudi (npr. ambrozija). Kontrola invazivnih vrsta i smanjivanje njihova utjecaja na zavičajne vrste i cjelokupne ekosustave danas je jedan od najvećih izazova zaštite prirode u Europi. Stranu invazivnu vrstu, nažalost, gotovo nikad nije moguće ukloniti iz staništa u koje se proširila, osim možda na otocima te na ograničenim dijelovima kopna. Zbog toga je važno rano otkrivanje prisutnosti potencijalno invazivne strane vrste u ekosustavu, a hitne mjere kontrole širenja i uklanjanja najčešće su jedine učinkovite mjere borbe protiv takvih vrsta. Jedna od invazivnih vrsta zastupljenih na gradskom području Splita je žljezdasti pajasen Ailanthus altissima (Mill.) Swingle.

Pajasen (Ailanthus altissima (Mill.) Swingle) je listopadno stablo iz porodice pajasena (Simaroubaceae) (Nikolić, 2015). Brzorastuće je stablo široke i rijetke krošnje, naraste do 30 metara visine (slika 1 A). Kora mu je siva, tek lagano izbrazdana s izraženim bijelim, uzdužnim prugama (slika 1 B). Listovi su neparno perasti, naizmjenično smješteni, dugi do 80 cm te sastavljeni od 10-40 lisaka. Liske se nalaze na jedva primjetnoj, kratkoj dršci, pri osnovi su okruglaste, ušiljenog vrha. Sitni cvjetovi su zelenkastožuti, kasnije crvene boje, skupljeni u duge metličaste cvatove, a cvjetaju tijekom kasnog ljeta. Razlikujemo muške i ženske biljke. Muška stabla neugodno mirišu u vrijeme cvjetanja, čime zapravo privlače oprašivače. Plodovi su dvostruko okriljeni oraščići, s jednom sjemenkom, koji se na stablu zadržavaju i kroz zimu, a pri kraju sazrijevanja postaju crvenkasti (slika 1 C).

Prirodno raste na području Kine, Tajvana i sjeverne Koreje, a u Europu je unesen 1740. godine kao ukrasna vrsta. Svako stablo godišnje proizvede izrazito veliki broj sjemenki (do 325 000) koje lako kliju, a raznose ih vjetar, voda i ptice. Također, osim sjemenkama, razmnožava se i tjeranjem podzemnih podanaka, luči alelopatske kemijske spojeve kojima potiskuje druge vrste, slično kao i orah. Zbog takvog agresivnog rasta pajasen ima status jedne od najinvazivnijih biljaka koje snažno potiskuju autohtonu floru. Stablo je otporno na gradska onečišćenja, nalete jakog vjetra, niske temperature te razdoblja suše. Heliofilna je vrsta. Zbog razvijenog korijenovog sustava dobro učvršćuje erozivna tla. Pajasen se nakon tretmana herbicidima obnavlja, a nakon sječe broj izboja raste tako da je za uspješno suzbijanje potrebna upornost uz kombinaciju mehaničkih i kemijskih mjera tijekom nekoliko godina (Novak i Kravarščan, 2013).

A **B** **C**

Slika 1. Prikaz stabla (A), debla (B) i ploda (C) pajasena (preuzeto sa: http://hirc.botanic.hr)

Sustavna inventarizacija invazivne flore urbanih sredina Hrvatske nije provedena, izuzev u sklopu sveobuhvatnijih floristićkih istraživanja pojedinih gradova (npr. Split, Zadar, Šibenik i Knin) (Nikolić i sur., 2014). U flori Hrvatske je preliminarno utvrđena prisutnost 70 invazivnih svojti (Nikolić i sur., 2014). Prostorna analiza je pokazala najveću raznolikost invazivnih vrsta u glavnim urbanim središtima smještenim na križištima glavnih prometnih koridora i u morskim lukama. Dodatno, kao žarišta invazivnih vrsta utvrđene su i doline najvećih rijeka. Za većinu državnog teritorija izvan ovih područja, raznolikost invazivnih vrsta je relativno niska (Nikolić i sur., 2013).

U istraživanju urbane flore splitskog područja (Ruščić, 2002) utvrđene su 842 biljne svojte, a od toga 44 svojte (5,22 %) pripadaju invazivnim stranim svojtama. Najveći udio od 57 % invazivnih vrsta potječe s američkog kontinenta. Pojedine invazivne strane vrste kao Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, Conyza canadensis (L.) Cronquist, Conyza bonariensis (L.) Cronquist, Aster squamatus (Spreng.) Hieron., Eleusine indica (L.) Gaertn., Bidens subalternans DC., su zastupljene u svim gradskim četvrtima, a osobito u onima gdje su veći antropogeni utjecaji na prirodna staništa; najčešće se lako rasprostiru anemohorno (Ruščić, 2002).

Split je najveći grad u Dalmaciji, drugi po veličini grad u Hrvatskoj. Druga je po veličini hrvatska teretna luka, ali i jedna od vodećih putničkih luka na Mediteranu i time povoljan lokalitet za naseljavanje invazivnih vrsta poput pajasena.

Cilj ovog rada je istražiti:

- rasprostranjenost vrste žljezdasti pajasen A. altissima na području Splita;
- utvrditi i usporediti tipove staništa pojedinih gradskih područja na kojima se najčešće širi pajasen (slika 2);
- utvrditi brojnost i pokrovnost vrste u ukupnoj flori na prirodnim staništima i vegetaciji;
- odabirom ciljanih ploha uz pajasen izraditi popise vrsta na ciljanim staništima (postajama);
- usporediti pH tla staništa na kojem živi pajasen s pH okolnih staništa drugih biljnih vrsta;
- provesti analizu flore s obzirom na brojnost, pokrovnost i florne elemente istraženih vrsta;
- odrediti nalazišta pajasena pomoću GPS uređaja.

Slika 2. Ispitivane postaje na području grada Splita označene su žutom bojom (Google maps, 2015).

Naša pretpostavka je da će pajasen biti zabilježen i na novim lokacijama u odnosu na prethodno provedena istraživanja, te da će njegova prisutnost biti značajnija na staništima s izraženim antropogenim utjecajem kao i na postajama sa siromašnijim sastavom tla. Također, sastav fitocenoze na postajama na kojima je pajasen prisutniji znatnije će odstupati od sastava fitocenoze staništa na kojem nije zabilježen. Rad bi trebao pridonijeti inventarizaciji invazivne flore Hrvatske i podizanju svijesti o štetnom utjecaju invazivnih vrsta.

METODE RADA

Područje istraživanja

Područje istraživanja obuhvatilo je područje grada Splita u ukupnoj površini od 10 km2. Split je smješten na jadranskoj obali, u srednjoj Dalmaciji, na Splitskom (Marjanskom) poluotoku. Premda s tri strane okružen morem, Split je obilježen i okolnim planinama, Mosorom na sjeveroistoku, Kozjakom na sjeverozapadu te brdom Marjan na zapadnom dijelu poluotoka. Split ima sredozemnu klimu, koju karakteriziraju suha i vruća ljeta i prohladne, ali umjerene i vlažne zime. Prosječna temperatura zraka najtoplijeg mjeseca viša je od 22°C, a najhladnijeg viša od 4°C. Postaje se razlikuju po orijentaciji, nadmorskoj visini i antropogenom utjecaju. Na svakoj od postaja mjerenja sakupljanje materijala izvršeno je na tri različite točke površine 10 x 10 m. Postaja 1 nalazi se u Park šumi Marjan (slika 3), postaja 2 u samoj gradskoj jezgri (slika 4) te postaja 3 u industrijskoj zoni (Sjeverna luka -Dujmovača) (slika 5). Kao kontrolna postaja (postaja 4) odabran je suhi travnjak bez pajasena na sjeveroistočnom dijelu Splita-područje Vrboran (slika 6).

A B C

Slika 3. Izgled postaje 1 (Marjan , borova šuma) točka 1 (A) poviše botaničkog vrta, točka 2 (B) Sedlo i točka 3 (C) sjeverna strana.

A B C

Slika 4. Izgled postaje 2 (gradska jezgra) točka 4 (A) bedem sjeverozapadna strana, točka 5 (B) jugoistočna strana i točka 6 (C) zapadna obala.

A B C

Slika 5. Izgled postaje 3 (sjeverna luka- Dujmovača) točka 7 (A), uz usijek pruge i cestu, točka 8 (B) uz usijek pruge i točka 9 (C) uz cestu.

Slika 6. Izgled postaje 4 (travnjak) točka 10 sjeveroistočni dio Splita Vrboran.

Rad na terenu

Terenske aktivnosti provedene su tijekom 2015. i početkom 2016. godine. Na cjelokupnom području bilježena su nalazišta pajasena pomoću GPS uređaja. Na odabranim točkama unutar svake od postaja obilježena je klinovima i konopom površina od 100 m2, sakupljen floristički materijal je determiniran i herbariziran te je utvrđena brojnost i pokrovnost determiniranih vrsta. Na svim točkama s pajasenom izbrojani su izbojci pajasena. Biljni materijal je determiniran uz korištenje slijedećih florističkih djela: Domac (2002); Pignatti (1982) i Tutin i sur. (1968-1980). Nomenklatura svojti je usklađena s Nikolić (2015). U popisu flore svojte su navedene abecednim redom, a uz svaku svojtu navedeni su: porodica, florni element. Procjene brojnosti temelje se na uporabi standardiziranih ljestvica za procjenu brojnosti jedinki neke svojte (Nikolić, 2006). U ovom istraživanju upotrijebljena je ljestvica prema Braun-Blanquetu (1964) s pet stupnjeva, a svakom je stupnju opisno pridružena određena brojnost (tablica 1).

Tablica 1. Ljestvica za procjenu brojnosti jedinki prema Braun-Blanquetu

Stupanj	Opis
1	vrlo rijetko nazočna
2	rijetko nazočna
3	slabo nazočna
4	brojno nazočna
5	vrlo brojno nazočna

Pokrovnost je mjera koja određuje površinu tla koju pokrivaju nadzemni dijelovi neke svojte (uglavnom stabljike s listovima) kao da se promatraju odozgo (tlocrtno). Procjena se također temelji na uporabi standardiziranih ljestvica za procjenu pokrovnosti neke svojte (Nikolić, 2006) prema Braun-Blanquetu (tablica 2). Kombinirana procjena brojnosti i pokrovnosti prikazana je decimalnim brojem u kojem prva

znamenka označava brojnost, a druga pokrovnost (npr. kombinirana procjena brojnosti i pokrovnosti vrlo rijetko nazočne vrste čija je pokrovnost 25-50 % je 1.3).

Tablica 2. Ljestvica za procjenu pokrovnosti prema Braun-Blanquetu

Stupanj	Pokrovnost (%)
5	75-100 %
4	50-75 %
3	25-50 %
2	10-25 %
1	1-10 %

Određivanje pH vrijednosti tla obavljeno je pomoću pH metra tipa Checker uz prethodno baždarenje pH metra pomoću destilirane vode (pH=7). Pomoću pH metra mjerena je pH vrijednost tla staništa gdje živi pajasen i pH tla kontrolne postaje. Uzorak tla je otopljen u destiliranoj vodi, dobivena je suspenzija u koju se uranjala elektroda pH metra i očitavala pH vrijednost.

Pojam florni element označava skupinu svojti međusobno ujedinjenih u nekom kriteriju. Na temelju spektra flornih elemenata moguće je odrediti pripadnost flore nekom širem geobotaničkom području. Razvrstavanje svojti u pripadajuće florne elemente obavljeno je prema Horvatić (1963), Horvatić i sur. (1967/1968) i Pignatti (1982). Korišteno je 11 temeljnih skupina s pripadajućim podskupinama (tablica 3).

Tablica 3. Temeljne skupine flornih elemenata s pripadajućim podskupinama.

1.	**MEDITERANSKI (SREDOZEMNI) FLORNI ELEMENT**
	1A - općemediteranske ili cirkummediteranske biljke
	1B – zapadnomediteranske biljke
	1C – istočnomediteranske biljke
	1D – ilirsko-mediteranske biljke
	1Da – ilirsko-južnoeuropske biljke
	1Db – ilirsko-jadranske biljke
	$1Db_1$ – ilirsko-jadranske endemične biljke
	$1Db_2$ – ilirsko-apeninske biljke
	$1Db_3$ – kvarnersko-liburnijske endemične biljke
	1E – mediteransko-atlantske biljke
	1F – europsko – mediteranske biljke
	1G – mediteransko-pontske biljke
2.	**ILIRSKO-BALKANSKI FLORNI ELEMENT**
	2A – ilirsko-balkanske endemične biljke
	2B – balkansko-apeninske biljke
3.	**JUŽNOEUROPSKI FLORNI ELEMENT**
	3A – južnoeuropsko-mediteranske biljke
	3B – južnoeuropsko-pontske biljke
	3C – južnoeuropsko-montane biljke
	3D – južnoeuropsko-kontinentalne biljke
	3E – južnoeuropsko-atlantske biljke
4.	**ISTOČNOEUROPSKO-PONTSKIFLORNI ELEMENT**
5.	**JUGOISTOČNOEUROPSKI FLORNI ELEMENT**
6.	**SREDNJOEUROPSKI FLORNI ELEMENT**
7.	**EUROPSKI FLORNI ELEMENT**
8.	**EUROAZIJSKI FLORNI ELEMENT**
9.	**BILJKE CIRKUMHOLARKTIČKE RASPROSTRANJENOSTI**
10.	**BILJKE ŠIROKE RASPROSTRANJENOSTI**
11.	**KULTIVIRANE I ADVENTIVNE BILJKE**

Sörensenov indeks sličnosti korišten je u cilju utvrđivanja sličnosti fitocenoza različitih postaja i podloga na postajama. Izračunat je prema formuli:

$$S = \frac{2xZ}{A+B} x100(\%)$$

S- indeks sličnosti ili identičnosti dviju zajednica;
A- broj vrsta jedne zajednice B- broj vrsta druge zajednice koja se uspoređuje s prvom;
Z- broj vrsta koje se pojavljuju na obje zajednice, broj zajedničkih vrsta (Durbešić, 1988).

REZULTATI

Geomorfološke karakteristike postaja

Postaje se razlikuju po orijentaciji, nadmorskoj visini i antropogenom utjecaju (postaja 1-Park šuma Marjan (slika 3), postaja 2-sama gradska jezgra (slika 4), postaja 3-industrijska zona Sjeverna luka-Dujmovača) (slika 5). Na svakoj postaji mjerenje je obavljeno na tri točke površine 100 m2; pomoću GPS uređaja su određene koordinate, nagib, nadmorska visina te je procijenjena ekspozicija, sjenovitost i pokrovnost kao i tip staništa (tablica 4). Kao kontrolna postaja 4 odabran je travnjak bez pajasena na sjeveroistočnom dijelu Splita-područje Vrboran (slika 6).

Tablica 4. Prikaz zastupljenosti pajasena (brojnost i pokrovnost) po postajama; tipovi staništa* označeni su kraticama (bš-šuma alepskog bora, pz-pukotine zidina; zidovi i krovovi kuća, rs-suha ruderalna staništa u naselju; pn-rubni dijelovi prometnica i nogostupa, žp-uz željezničku prugu, st-suhi travnjaci).

Postaja	Marjan			Gradska jezgra			Sjeverna luka			Travnjak
Točka	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Koordinata x	43.508	43.509	43.510	43.509	43.510	43.506	43.529	43.529	43.529	43.515
Koordinata y	16.423	16.424	16.426	16.442	16.440	16.431	16.484	16.483	16.484	16.493
Nagib	40°	15°	20°	80°	20°	0°	50°	50°	20°	0°
Nadmorska visina	122m	123m	75m	16m	18m	6m	14m	16m	16m	75m
Sjenovitost %	20	20	15	12	15	13	17	17	13	0
Ekspozicija	J	Z	S	SZ	SI	Z	J	J	SZ	SZ
Pokrovnost	100%	100%	55%	60%	80%	20%	100%	100%	100%	100%
Tip staništa*	bš	bš	bš	pz	Pz	Rs	žp	žp	pn	St
pH-vrijednost	6.70	6,74	6,73	6,81	6,72	6,71	6,10	6,07	5,87	7,10

Izmjerene pH vrijednosti podloge kreću se od 5,87 do 7,10. Najniža pH vrijednost tla izmjerena je na točki 9 (5,87) dok su najviše pH vrijednosti tla na kojem raste pajasen izmjerene na točki 4. Na kontrolnoj točki izmjerena pH vrijednost iznosi 7,10. Na postaji 2 uočljiva je najmanja pokrovnost, posebno na točki 6, gdje iznosi svega 20%.

Zastupljenost pajasena (brojnost i pokrovnost) po postajama

Na svim točkama postaja utvrđena je brojnost i pokrovnost determiniranih vrsta (prilog 2). Na točkama s pajasenom izbrojani su izbojci pajasena (tablica 5). Najviše izbojaka pajasena ima na Marjanu gdje je ujedno i brojnost i pokrovnost najveća dok na postajama 2 i 3 ima manje izbojaka i manja je pokrovnost, osim na točki 9 gdje je brojnost i pokrovnost znatno veća nego na točkama 7 i 8. Najveća razlika broja izbojaka je uočena između točaka 1 i 6 te iznosi 79. Najmanja brojnost i pokrovnost (3.2) uočena je na postajama 4 i 5.

Tablica 5. Prikaz zastupljenosti pajasena (brojnost i pokrovnost) po postajama.

Postaja	Marjan			Gradska jezgra			Sjeverna luka			Travnjak
Točka	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Brojnost i pokrovnost	4.5	4.4	4.5	3.2	3.2	3.4	3.4	3.5	4.5	0
Broj izbojaka	97	92	96	78	30	18	32	41	47	0

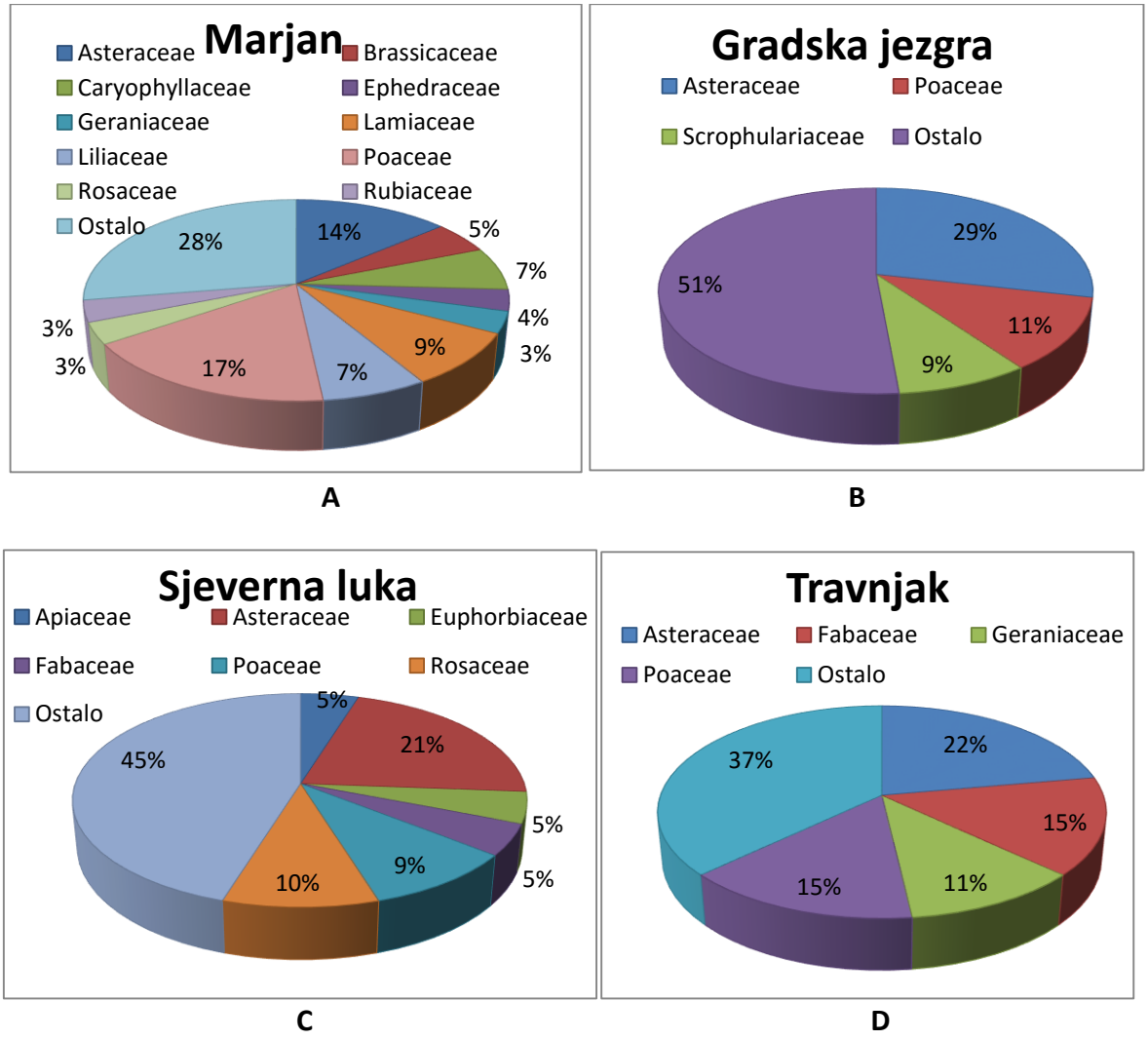
Opis flore

U popisu flore sa istraživanih postaja navedeni su latinski nazivi vrsta, pripadnost porodici, odjeljku te pripadnost flornom carstvu . Zastupljenost pojedinih porodica u ukupnoj flori prikazana je u tablici 6.

Tablica 6. Prikaz zastupljenosti porodica s brojem vrsta u ukupnoj flori.

PORODICA	BROJ VRSTA	% u ukupnoj flori	PORODICA	BROJ VRSTA	% u ukupnoj flori
Anacardiaceae	1	0.88	Lamiaceae	8	7.08
Apiaceae	3	2.65	Liliaceae	5	4.43
Araceae	1	0.88	Malvaceae	1	0.88
Araliaceae	1	0.88	Moraceae	1	0.88
Asparagaceae	1	0.88	Oleaceae	2	1.77
Aspleniaceae	1	0.88	Papaveraceae	1	0.88
Asteraceae	16	14.16	Pinaceae	1	0.88
Brassicaceae	4	3.54	Platanaceae	1	0.88
Cactaceae	1	0.88	Poaceae	14	12.39
Caprifoliaceae	2	1.77	Polygonaceae	1	0.88
Caryophyllaceae	5	4.43	Ranunculaceae	1	0.88
Chenopodiaceae	1	0.88	Resedaceae	1	0.88
Convolvulaceae	1	0.88	Rhamnaceae	1	0.88
Crassulaceae	2	1.77	Rosaceae	4	3.54
Cucurbitaceae	1	0.88	Rubiaceae	3	2.65
Cyperaceae	1	0.88	Santalaceae	1	0.88
Dipsacaceae	1	0.88	Saxifragaceae	1	0.88
Ephedraceae	2	1.77	Scrophulariaceae	3	2.65
Euphorbiaceae	2	1.77	Simaroubaceae	1	0.88
Fabaceae	6	5.31	Theligonaceae	1	0.88
Geraniaceae	4	3.54	Ulmaceae	2	1.77
Hypericaceae	1	0.88	Urticaceae	1	0.88

Tijekom istraživanja prebrojano je 113 vrsta i 44 različite porodice. U ukupnoj flori dominantna je porodica Asteraceae sa 16 predstavnika (14.16 %). Sljedeća najbrojnija porodica je Poaceae sa 14 predstavnika (12.39 %). Od ostalih popisanih porodica ističe se porodica Lamiaceae sa 8 predstavnika (7.08 %) dok su ostale porodice znatno manje prisutne. Najmanja zastupljenost sa samo jednim predstavnikom (0.88 %) uočena je kod 26 porodica. Zastupljenost porodica na ispitivanim postajama prikazana je na slici 7.

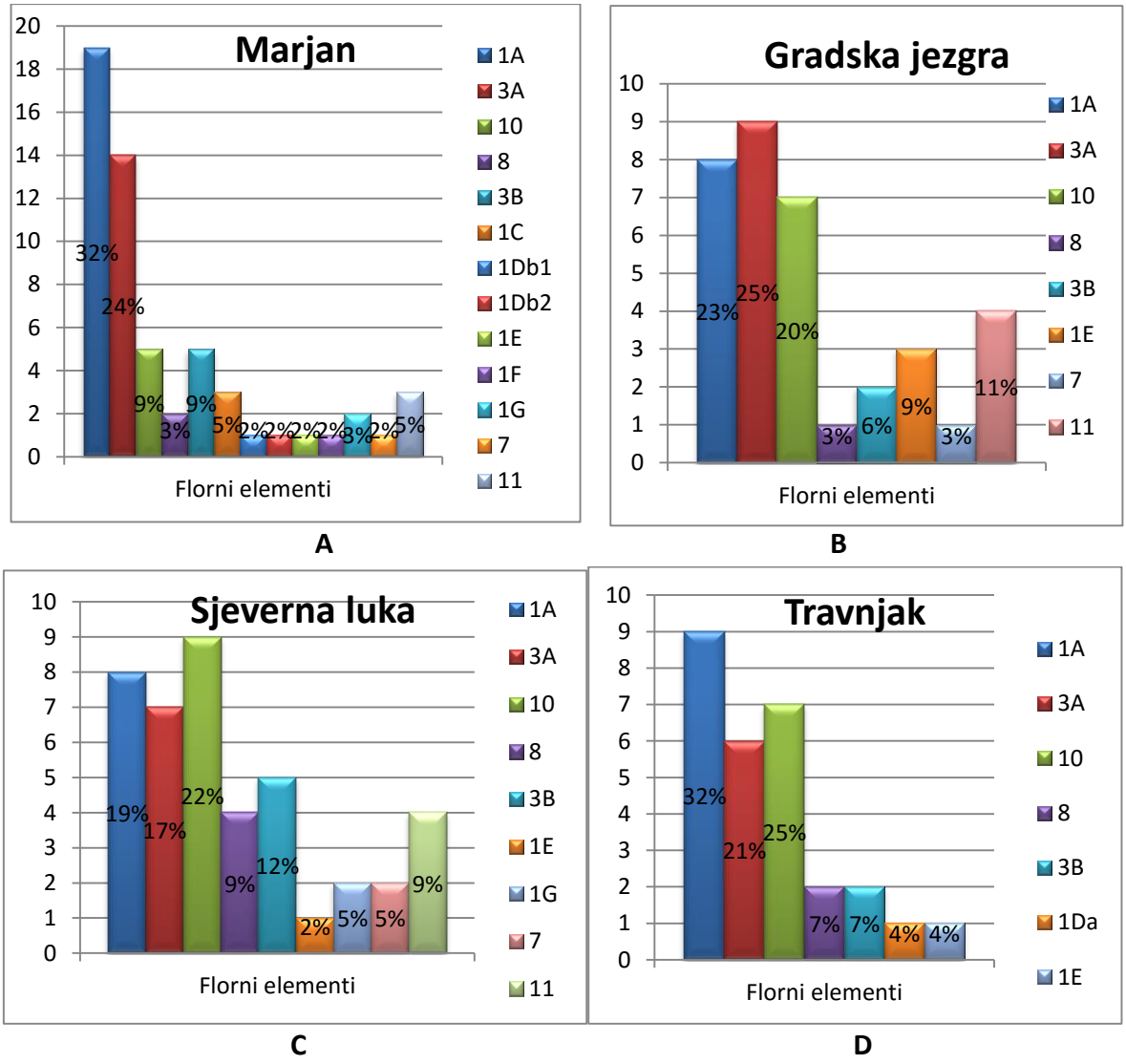


Slika 7. Zastupljenost porodica na postaji 1 (A), postaji 2 (B), postaji 3 (C) i kontrolnoj postaji 4 (D).

Na postaji 1 najveći udio vrsta imaju porodice Poaceae (17 %), Asteraceae (14 %) i Lamiaceae ((9 %). Na postaji 2 najzastupljenija porodica je Asteraceae (29 %), zatim slijedi porodica Poaceae (11 %) te porodica Scrophulariaceae (9 %). Ostale porodice znatno su manje zastupljene (3 %). Na trećoj postaji dominira porodica Asteraceae (21 %) ,a jednaku zastupljenost imaju porodice Poaceae i Rosaceae (10 %). Porodica Asteraceae ujedno je i najzastupljenija na postaji 4 (21 %), dok su porodice Poaceae i Fabaceae malo manjeg udijela (14 %). Uočljivo je da porodica Asteraceae najčešće ima najveću zastupljenost na postajama, a veliki udio među njima ima i porodica Poaceae.

Zastupljenost vrsta po flornim elementima

Zastupljenost vrsta s obzirom na pripadnost pojedinom flornom elementu na ispitivanim postajama prikazana je na slici 8.



Slika 8. Udio flornih elemenata na postaji 1 (A), postaji 2 (B), postaji 3 (C) i kontrolnoj postaji 4 (D).

Na postaji 1 dominiraju općemediteranske ili cirkummediteranske biljke (1A) s udjelom od 32 %. Te biljke pripadaju mediteranskom flornom elementu koji je i najzastupljeniji na prvoj postaji. Na ovoj postaji uočena je jedna ilirsko-jadranska endemična vrsta ($1Db_1$) te jedna ilirsko-apeninska biljka ($1Db_2$). Veliku zastupjenost ima i južnoeuropski florni element ponajviše s južnoeuropsko-mediteranskim biljkama (3A), kojima je udio 24 %. Euroazijski florni element zauzima udio od 3 % te su pronađene dvije vrste koje mu pripadaju. Na postaji 2 najviše su zastupljene južnoeuropsko-mediteranske biljke (3A) (25%), općemediteranske (1A) (23 %) i biljke široke rasprostranjenosti (10) (20 %). Na ovoj postaji uočen je i velik udio kultiviranih i adventivnih biljaka (11) koji iznosi 11 %. Na postaji 3 dominiraju biljke široke rasprostranjenosti (10) s 22 %. Veoma su zastupljene općemediteranske (1A) i južnoeuropsko-mediteranske biljke (3A). Južnoeuropsko-pontske biljke (3B) imaju udio od 12 %, dok euroazijski florni element (8) te kultivirane i adventivne (11) biljke imaju jednak udio od 9 %. Na postaji 4 najzastupljenije su općemediteranske biljke (1A) s udjelom od 32 %, zatim slijede biljke široke rasprostranjenosti (10) sa 25 % te južnoeuropsko-mediteranske biljke (3A) sa 21 %.

Na ovoj postaji uočen je jedan predstavnik ilirsko-južnoeuropskih biljaka (1Da). Jednak udio od 7 % imaju južnoeuropsko-pontske biljke (3B) i euroazijski florni element (8).

Sörensenov indeks sličnosti

Sličnost među postajama utvrđena je uz pomoć Sörensenovog indeksa (tablica 7).

Tablica 7. Sörensenov indeks sličnosti.

Usporedbe postaja	1. i 2.	1. i 3.	1. i 4.	2. i 3.	2. i 4.	3. i 4.
Sörensenov indeks	13,04%	26,26%	13,95%	37%	32,25%	40,57%

Najveća sličnost uočena je između postaje 3 i 4 i iznosi 40,57 %, dok je najmanja sličnost između postaje 1 i 2.

Nalazišta pajasena na području Splita

Na području grada Splita uočena nalazišta pajasena bilježena su pomoću GPS uređaja i unesena na kartu. Točke utvrđene u istraživanju urbane flore splitskog područja (Ruščić, 2002) koje se podudaraju s našim nalazištima označene su žutom bojom, a novoutvrđene točke označene su zelenom bojom (slika 9) . Uz nalazišta koja su utvrđena u istraživanju urbane flore splitskog područja (Ruščić, 2002) zabilježeno je još 26 točaka na kojima se nalazi pajasen (*Ailanthus alitissima*).

Slika 9. Nalazišta pajasena na području Splita; žutom bojom označena su nalazišta pajasena na već poznatim lokacijama, a zelenom bojom nova nalazišta (Google maps, 2015).

RASPRAVA

Pajasen je zbog agresivnog rasta jedna od najinvazivnijih biljaka koja luči aleopatske spojeve i zbog toga potiskuje brojne autohtone vrste. Heliofilna je vrsta otporna na gradska onečišćenja, nalete jakog vjetra, niske temperature te razdoblja suše (Novak i Kravarščan, 2013). Za istraživanje odabrane su tri

postaje (svaka s tri točke, površine 100 m^2) s različitim geomorfološkim karakteristikama i antropogenim utjecajem, te jedna kontrolna točka (slika 2 i tablica 4). Najviše izbojaka pajasena ima na Marjanu (97) gdje je ujedno i brojnost i pokrovnost najveća (tablica 5). Odabrane točke nalaze se u okviru Park šume Marjan gdje nije dozvoljeno vršiti bilo kakve intervencije u sastavu flore, stoga se pajasen nesmetano širi. Na svim postajama s pajasenom zabilježena je niža pH vrijednost s obzirom na kontrolnu postaju. Najniža pH vrijednost zabilježena je na točki 9 i iznosi 5,87 (tablica 4). Na toj točki ujedno je zabilježena visoka brojnost i pokrovnost pajasena (4.5) (tablica 5). Bitno je naglasiti da se točka 9 nalazi neposredno uz prometnicu u industrijskoj zoni gdje je jako izražen antropogeni utjecaj. Najmanji broj izbojaka pajasena zabilježen je na točki 6 zbog male vegetacijske pokrovnosti (betonizacija), ali je zabilježena relativno velika pokrovnost pajasena zbog veličine i starosti biljaka. Na točki 4, na kojoj je najveća zasjenjenost zbog blizine parka s drvećem i sjeveroistočne orijentacije, najmanja je brojnost i pokrovnost pajasena (3.2) (tablica 5). Veliki broj izbojaka na toj postaji utvrđeni su na rubnom djelu koji je osunčan. Izbojci su zabilježeni i u samim pukotinama bedema. Postaja se nalazi u blizini prometnice.

Na svim postajama utvrđen je sastav flore. Tijekom istraživanja prebrojeno je 113 vrsta i 44 različite porodice. U ukupnoj flori dominiraju porodice Asteraceae sa 16 vrsta (14.16 %) i Poaceae sa 14 vrsta (12.39 %) (tablica 6). Dominacija ovih porodica posljedica je prilagodbe pripadajućih vrsta rasprostiranju anemohorijom. Porodica Asteraceae ima najveću zastupljenost na postajama izuzev postaje 1 (slika 7). Analizom flornih elemenata utvrđeno je da na svim postajama dominiraju općemediteranske (1A) i južnoeuropsko-mediteranske biljke (3A), osim na postaji 3 gdje dominiraju biljke široke rasprostranjenosti (10) (slika 8 C).

Na postaji 1 na kojoj dominira pajasen, najveći udio po broju vrsta ima porodica Poaceae (17 %) (slika 7 A). Najveća brojnost i pokrovnost, uz pajasen, na sve tri točke utvrđena je kod vrste *Brachypodium retusum* (Pers.) P.Beauv. (4.5). Ova postaja ima najveći biodiverzitet s utvrđenih 58 vrsta (prilog 1), te pokazuje najmanji indeks sličnosti u odnosu na sve ostale postaje zbog najmanjeg antropogenog utjecaja (Park šuma Marjan) (tablica 7). Najzastupljeniji je mediteranski florni elementu u kojem dominiraju općemediteranske ili cirkummediteranske biljke (1A) s udjelom od 32 % (slika 8 A). Na ovoj postaji uočena je jedna ilirsko-jadranska endemična vrsta *Aurinia sinuata* (L.) Griseb te jedna ilirsko-apeninska endemična biljka, *Stachys cretica* L. *ssp. salviifolia* (Ten.) Rech.f. (prilog 1). Veliku zastupljenost ima i južnoeuropski florni element ponajviše s južnoeuropsko-mediteranskim biljkama (3A) kojima je udio 24 % (Slika 8 A). Ove endemične biljke zabilježene su i u istraživanju urbane flore splitskog područja (Ruščić, 2002). Od adventivnih biljaka zabilježene su invazivna *Conyza canadensis* L. i *Opuntia ficus indica* (L.) Miller (prilog 1). Fitocenoza borove šume prilagođena je nižim pH vrijednostima tla zbog prekrivenosti podloge borovim iglicama pa prisustvo pajasena na takvoj podlozi u manjoj mjeri remeti njen sastav.

Na postaji 2 najzastupljenija po broju vrsta je porodica Asteraceae (29 %) (slika 7 B). Uz pajasen najprisutnija na sve tri točke je korovna biljka *Parietaria judaica* L. (prilog 1). Na postaji je zabilježeno 35 vrsta, a najmanja raznolikost vrsta utvrđena je na točki 6 zbog vrlo male vegetacijske pokrovnosti (betonizacija). Najzastupljeniji florni element je južnoeuropski florni element (slika 8 B). Sörensenov indeks sličnosti ukazuje na najveću sličnost s postajom 3 (37 %) što je posljedica jakog antropogenog

utjecaja (tablica 7). Od adventivnih vrsta zabilježene su invazivne vrste *Conyza canadensis* L. i *Aster squamatus* (Sprengel) Hieron (prilog 1).

Na postaji 3 (usjek željezničke pruge i cesta) dominira porodica Asteraceae (21 %) (slika 7 C). Uz pajasen najprisutnije su vrsta *Rubus ulmifolius* Schott (kupina), kojoj pogoduje zapušteno stanište u industrijskoj zoni, i adventivna vrsta *Sorghum halepense* (L.) Pers. (prilog 1). Ova postaja se ističe s najnižom pH vrijednošću pH=5.87 (tablica 5 i 6) zbog industrijalizacije i velike brojnosti i pokrovnosti pajasena. Na ovoj postaji je zabilježen visok biodiverzitet (42 vrste) (prilog 1) što se poklapa s istraživanjem flore splitskog područja (Ruščić, 2002). Utvrđene vrste, u najvećoj mjeri (22 %), pripadaju biljkama široke rasprostranjenosti (10) (slika 8 C). Od adventivnih vrsta , uz pajasen, zabilježene su *Aster squamatus* (Sprengel) Hieron., *Conyza canadensis* L. i *Sorghum halepense* (L.) Pers. (prilog 1). Najveći indeks sličnosti utvrđen je s postajom 4 (40,57 %) (tablica 7).

Na postaji 4, bez pajasena, prevladava tipična vegetacija travnjaka s najzastupljenijom vrstom *Poa annua* L. (prilog 1). Porodica Asteraceae je najzastupljenija (21 %) (slika 7 D). Na ovoj postaji obrađena je samo jedna kontrolna točka površine 100 m^2. Utvrđeno je 28 vrsta što je analizirajući pojedinačne točke druga vrijednost biodiverziteta nakon točke 3 (Marjan). Na postaji 4 najzastupljenije su općemediteranske biljke (1A) s udjelom od 32 %, zatim slijede biljke široke rasprostranjenosti (10) sa 25 %. Na ovoj postaji uočen je jedan endemični predstavnik ilirsko-južnoeuropskih biljaka (1Da) *Medicago arborea* L. (slika 8 D, prilog 1). Nije uočena niti jedna adventivna vrsta. Sličnost s postajom 3 posljedica je antropogenog utjecaja (blizina prometnica i trafostanice).

Tipične općemediteranske biljke dominiraju na postajama 1 i 4. Jedino su na tim postajama zabilježene endemične vrste. To je rezultat najmanjeg antropogenog utjecaja na postaji 1 i izostanka pajasena sa postaje 4 zbog čega je pH vrijednost znatno viša u odnosu na ostale postaje te pogoduje autohtonim vrstama. Pajasen negativno utječe na autohtonu floru, međutim veći negativni utjecaj na autohtonu floru, prema rezultatima našeg istraživanja, imaju industrijalizacija, niska pH vrijednost i općenito antropogeni utjecaj. Kombinacija antropogenog utjecaja (onečišćenja) i prisutnosti pajasena u najvećoj mjeri potiskuje autohtone vrste.

Van ispitivanih postaja potvrđena su nalazišta pajasena utvrđena u istraživanju urbane flore splitskog područja (Ruščić, 2002). Uz ta nalazišta zabilježeno je još 26 točaka na području Splita na kojima se nalazi pajasen (*Ailanthus alitissima*) što potvrđuje njegovo širenje (slika 9).

ZAKLJUČCI

- Najveći broj izbojaka i najveća brojnost i pokrovnost pajasena utvrđeni su na postaji 1 (Marjan).
- Najniža pH vrijednost tla (5,87) izmjerena je na postaji 3 u industrijskoj zoni, a najviša (7,10) na postaji 4 (travnjak bez pajasena).
- Najzastupljeniji florni element je mediteranski florni element s najvećim udjelom općemediteranskih biljaka (1A).
- Endemične vrste zabilježene su samo na postajama 1 (Marjan) i 4 (travnjak bez pajasena).
- Relativna očuvanost postaje 1 posljedica je najmanjeg antropogenog utjecaja, a autohtonost postaje 4 posljedica je izostanka pajasena.

- Pajasen negativno utječe na autohtonu floru, a najveći negativni utjecaj ima kombinacija prisustva pajasena, niske pH vrijednost tla i antropogenog utjecaja.
- Pajasen je utvrđen na 26 novih točaka na području Splita što potvrđuje njegovo širenje.

LITERATURA

Braun–Blanquet J. 1964. Phlanzensoziologie. Gustav Springer Verl. 3. Aufl., Wien-New York.
Horvat I. 1949. Nauka o biljnim zajednicama. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb.
Domac R. 2002. Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb.
Dubrešić P. 1988. Upoznavanje i istraživanje kopnenih člankonožaca, Mala ekološka biblioteka 4, Zagreb, pp. 60, 68-71.
Google maps, 2015.https://www.google.hr/maps/@43.5154249,16.4321168,5457m/data=!3m1!1e3. Pristupljeno 5. 12. 2015.
Horvatić S. 1963. Biljnogeografski položaj i raščlanjenje našeg primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja. Acta Bot. Croat. 22: 27-81.
Horvatić S., Ilijanić LJ., Marković-Gospodarić Lj. 1967/1968. Biljni pokrov okoline Senja. Senjski zbornik 3: 298- 322.
Nikolić T. 2001. The diversity of Croatian vascular flora based on the Checklist and CROflora datebase. Acta Bot. Croat. 60 (1): 49-67.
Nikolić T. 2006. Flora : priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja /Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb: 46-49.
Nikolić T., Mitić B., Boršić I., (2014.), Flora hrvatske – invazivne biljke, Zagreb: Alfa d.d.
Izvor: Pajasen http://www.plantea.com.hr/pajasen/ Pristupljeno 17. 5. 2015.
Nikolić T. (ed.) (2015) Flora Croatica baza podataka /Flora Croatica Database. On-Line URL: http://hirc.botanic.hr/fcd. Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Pristupljeno 17. 5. 2015.
Novak N., Kravarščan M. 2013. Pajasen (Ailanthus altissima (Mill.) Swingle) - invazivna biljna vrsta u Hrvatskoj. Izvor: Glasilo biljne zaštite, Zbornik sažetaka 57. seminara biljne zaštite http://www.plantea.com.hr/pajasen. Pristupljeno 17. 5. 2015.
Pignatti S. 1982. Flora d'Italia I-III.Edagricole, Bologna.
Ruščić M. 2002. Urbana flora Splita. Magistarski rad. Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., MooreD. M., Valentine D. H., Walters S. M., Webb D. A., ur. (1968-1980) Flora Europaea 1-5. University Press, Cambridge.

PRILOZI

Prilog 1. Brojnost i pokrovnost vrsta po postajama; crvenom bojom istaknute su najveće vrijednosti brojnosti i pokrovnosti na uzorkovanim točkama

Broj svojte	Biljna vrsta	Marjan			Gradska jezgra			Sjeverna luka			Travnjak
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	4.5	4.4	4.5	2.2	2.2	3.4	3.4	3.5	4.5	0
2	*Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
3	*Alium subhirsutum* L.	1.1	3.3	1.1	0	0	0	0	0	0	0
4	*Antirrhinum majus* L.	0	0	0	1.2	2.2	0	0	0	0	0
5	*Arabis hirsuta* (L.) Scop.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
6	*Arenaria serpyllifolia* L.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
7	*Artemisia abshntium* L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
8	*Arum italicum* L.	0	0	0	0	0	0	0	1.1	1.1	0
9	*Arumndo domax* L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
10	*Asparagus acutifolius*	2.2	1.2	2.2	0	0	0	0	1.1	1.1	0
11	*Asplenium catarach*	0	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0
12	*Aster squamatus* (Sprengel) Hieron.	0	0	0	1.1	1.1	0	0	1.1	1.1	0
13	*Aurinia sinuata* (L.) Griseb	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	*Avena sterilis* L.	1.1	1.1	1.1	0	0	0	0	0	0	0
15	*Ballota nigra* L.	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0	0
16	*Bituminaria bituminosa* (L.)Stirton	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2
17	*Brachypodium distachyon* (L.) P.Beauv	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
18	*Brachypodium retusum* (Pers.) P.Beauv.	4.5	4.5	4.5	0	0	0	0	0	0	0
19	*Briza maxima* L.	1.1	1.1	1.1	0	0	0	0	0	0	0
20	*Bromus erectus* Huds.	1.1	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
21	*Bromus madritensis* L.	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0
22	*Calamintha nepetoides* (L.) Savi	1.1	1.2	1.1	0	0	0	0	0	0	0
23	*Calendula arvensis* L.	0	0	0	0	0	2.1	0	0	0	1.1
24	*Carduus pycnocephalus* L.	0	0	1.1	0	1.1	0	1.2	2.1	0	2.1
25	*Carex hallerana* Asso	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
26	*Celtis australis* L.	0	0	0	2.2	0	0	0	0	0	0

Broj svojte	Biljna vrsta	Marjan			Gradska jezgra			Sjeverna luka			Travnjak
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	*Centaurea solstitialis* L.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
28	*Cerastium brachypetalum* Pers.	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0
29	*Chenopodium murale* L.	0	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0
30	*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.	0	0	1.1	0	0	0	0	2.1	0	0
31	*Clematis vitalba* L.	0	1.1	0	0	0	0	2.3	2.3	1.1	0
32	*Convolvulus althaeoides* L.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
33	*Conyza canadensis* (L.) Croncq.	0	0	1.1	1.1	1.1	0	0	0	2.1	0
34	*Coronilla emerus ssp. emeroides* Boiss. et Spruner	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	*Cymbalaria muralis* P.Gaertn., B.Mey. et Scherb.	0	0	0	2.1	0	0	0	0	0	0
36	*Dactylis glomerata* L.	1.2	1.2	1.2	0	0	0	2.2	2.2	2.2	2.1
37	*Daucus carota* L.	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0
38	*Desmazeria rigida* (L.) Tutin	0	0	1.1	1.2	1.1	0	0	0	0	0
39	*Dittrischia viscosa* (L.) W. Greuter	0	0	0	1.2	2.1	0	1.1	1.2	1.2	2.2
40	*Ecballium elaterium* (L.) A.Richard	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
41	*Ephedra fragilis ssp. campylopoda*	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
42	*Ephedra major* Host	0	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0
43	*Erodium cicutarium* L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1
44	*Erodium malacoides* (L.) L'Her.	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0	2.1
45	*Euphorbia helioscopia* L.	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	2.1
46	*Ferula communis* L.	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	*Ficus carica* L.	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0
48	*Foeniculum vulgare* Mill.	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0	2.2
49	*Fraxinus ornus* L.	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0
50	*Fumaria officinalis* L.	0	0	0	0	0	0	0	1.1	1.1	0
51	*Galium aparine* L.	0	0	0	0	0	2.1	0	1.2	1.2	0
52	*Galium lucidum* All.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
53	*Geranium purpureum* Vill.	0	0	1.1	0	0	0	0	1.1	1.1	0
54	*Geranium rotundifolium* L.	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	2.1
55	*Hedera helix* L.	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	0
56	*Hypericum perforatum* L.	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0
57	*Inula conyza* DC.	0	0	1.2	0	0	0	0	0	1.2	0
58	*Knautia arvensis* (L.) Coult	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	3.2
59	*Lactuca viminea* (L.) J.&C. Presi	0	0	1.1	0	1.1	0	0	0	0	0
60	*Lagurus ovatus* L.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
61	*Lepidium graminifolium* L.	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.1	0
62	*Malva silvestris* L.	0	0	0	0	0	1.1	0	1.1	0	1.1
63	*Medicago arborea* L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1
64	*Melica ciliata* L.	1.1	1.1	1.1	0	0	0	1.1	0	0	0
65	*Mercurialis annua* L.	0	0	0	0	0	0	1.1	1.1	0	0
66	*Micromeria juliana* (L.) Bentham ex Reichenb.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
67	*Muscari comosum* (L.) Miller	1.1	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
68	*Muscari neglecta* Guss. ex Ten.	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0
69	*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	*Osyris alba* L.	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
71	*Parietaria judaica* L.	0	0	0	2.2	2.2	2.1	1.2	1.2	1.2	1.1
72	*Picris echioides* L.	0	0	1.1	0	0	0	2.3	0	0	0
73	*Pinus halepensis* Miller	1.4	1.4	2.1	0	0	0	0	0	0	0
74	*Piptatherum miliaceum* (L.) Cosson	0	1.2	1.2	1.2	0	0	2.3	2.2	3.4	3.3
75	*Pistacia terebinthus* L.	0	0	1.2		0	0	0	0	0	0
76	*Platanus orientalis* L.	0	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0
77	*Poa annua* L.	0	0	0	0	0	3.1	0	0	0	5.5
78	*Prasium majus* L.	1.2	0	0		0	0	0	0	0	0
79	*Prunus mahaleb* L.	0	0	1.2	0	0	0	0	0	1.2	0
80	*Pylacantha coccinea* M. J. Roemer	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0
81	*Reichardia picroides* (L.) Roth	0	0	0	2.1	1.2	0	0	0	0	0
82	*Reseda alba* L.	0	0	0	0	2.2	0	0	0	0	1.1
83	*Rhamnus alaternus* L.	0	1.3	1.2	0	0	0	0	0	0	0
84	*Rosa canina* L.	0	0	1.2	0	0	0	2.2	0	0	1.1
85	*Rubus ulmifolius* Schott	0	0	0	0	0	0	3.4	3.5	0	0
86	*Rumex pulcher* L.	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.1	3.1
87	*Ruscus aculeatus* L.	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
88	*Sambucus nigra* L.	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0
89	*Satureja montana* L.	0	0	0	1.2	3.2	0	0	0	0	0

Broj svojte	Biljna vrsta	Marjan			Gradska jezgra			Sjeverna luka			Travnjak
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
90	*Saxifraga petraea* L.	0	0	0	0	1.2	0	0	0	0	0
91	*Sedum dasyphyllum* L.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
92	*Silene latifolia* Poir.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
93	*Silene vulgaris* (Moench)	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0
94	*Sisymbrium officinale* (L.) Scop.	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0
95	*Smilax aspera* L.	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
96	*Sonchus oleraceus* L.	0	0	1.1	1.1	0	2.1	0	1.2	0	0
97	*Soncus asper* (L.) Hill.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
98	*Sorghum halepense*(L.) Pers	0	0	0	0	0	0	0	2.2	0	0
99	*Stachys cretica* L. *ssp. salviifolia* (Ten.) Rech.f	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
100	*Stellaria media* L.	0	0	0	1.1	1.1	0	0	1.2	0	0
101	*Syringa vulgaris* L.	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	0
102	*Taraxsacum laevigatum* Hand. Mazz.	0	0	0	1.1	0	0	0	1.1	1.1	2.1
103	*Teucrium chamaedrys* L.	0	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0
104	*Theligonum cynocrambe* L.	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0
105	*Trifolium pratense* L.	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0
106	*Trifolium repens* L.	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	2.1
107	*Ulmus minor* L.	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	0
108	*Umbilicus horizontalis*	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0
109	*Urospermum picroides* L.	0	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0
110	*Valantia muralis* L.	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
111	*Veronica cimballaria* Bodard	0	0	0	1.1	0	0	0	1.2	1.2	2.1
112	*Viburnum tinus* L.	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
113	*Vicia cracca* L.	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	3.2
	Broj vrsta na točkama:	19	26	40	24	15	10	16	27	25	28
	Broj vrsta na postajama:		58			35			42		28

RAZLIKE U PRISUTNOSTI ČIMBENIKA IMUNOSTI KOD UČENIKA S OBZIROM NA UČESTALOST AKUTNIH RESPIRATORNIH INFEKCIJA

Natalija Bosnar, 3. razred
Adrijana Strabić, 3. razred

Srednja škola Pregrada, Pregrada
Mentor: Neala Čuljat Tomašić

SAŽETAK
Jedan od najčešćih razloga izostajanja učenika s nastave zbog bolesti su akutne respiratorne infekcije. S obzirom na to da se učenici jako razlikuju po broju izostanaka s nastave zbog bolesti, ovim istraživanjem je analizirana povezanost učestalosti izostajanja zbog akutnih respiratornih infekcija s jačinom imunosnog odgovora na infekciju učenika, odnosno sa čimbenicima koji na nju utječu.
Uzorak čine dvije skupine učenika: rijetko i često bolesni od akutnih respiratornih infekcija. Učenici su izabrani temeljem dva kriterija: upitnik o učestalosti akutnih respiratornih infekcija i broj izostanaka zbog bolesti tijekom prethodne školske godine dobiven uvidom u školsku dokumentaciju.

Pretpostavka je da se učenici koji rjeđe obolijevaju od akutnih respiratornih infekcija, pa zbog toga i manje izostaju s nastave, razlikuju od učenika koji češće obolijevaju, po jačini odnosno kvaliteti imunosnog odgovora na infekciju i prisutnosti čimbenika koji na nju utječu: životne navike (prehrana, pušenje, česta upotreba antibiotika, premalo sna i odmora, dehidracija), ITM, kondicija, način suočavanja sa stresnim situacijama.

Prisutnost čimbenika imunosnog odgovora ispitana je pomoću upitnika o životnim navikama, mjerenjem indeksa tjelesne mase, mjerenjem indeksa tjelesne sposobnosti i testom o anksioznosti – načinu suočavanja sa stresnim situacijama u školi.

Rezultati upitnika o životnim navikama su obrađeni računalnim programom Microsoft Excel. Izračunati su postoci pojedinih odgovora za dvije skupine ispitanika te prikazani tabelarno. Dobiveni podaci su obrađeni Hi-kvadrat testom kako bi se utvrdila statistički značajna razlika između ispitivanih skupina.
Rezultati testa o anksioznosti, odnosno načinu suočavanja sa stresnim situacijama u školi, indeksa tjelesne mase i indeksa tjelesne sposobnosti obrađeni su računalnim programom Microsoft Excel. Izračunate su aritmetičke sredine dobivenih vrijednosti i grafički uspoređene za dvije skupine ispitanika. Dobiveni podaci su obrađeni T-testom kako bi se utvrdila potencijalna statistički značajna razlika između ispitivanih skupina.
Statistički značajne razlike u prisutnosti čimbenika imunosti utvrđene su za čestu upotrebu antibiotika, pušenje i život u kućanstvu u kojem puši jedna ili više osoba. Ovakvi rezultati djelomično potvrđuju postavljenu hipotezu.

Ključne riječi: *imunost, učestalost obolijevanja, životne navike, antibiotici, pušenje*

UVOD

Škole se danas suočavaju s velikim brojem izostanaka učenika s nastave od čega je dobar dio zbog zdravstvenih problema. Istovremeno, dio učenika nastavnu godinu završava bez izostanaka.

Prema iskustvima i navodima stručne literature, kod izostanaka zbog bolesti, najčešće se radi o akutnim respiratornim infekcijama (Žagar-Petrović, 2015). U ovom je istraživanju analizirana povezanost učestalosti izostajanja učenika zbog akutnih respiratornih infekcija s jačinom imunosti učenika, odnosno čimbenicima koji na nju utječu.

Imunost je prirođena ili stečena fiziološka sposobnost organizma da se brani od štetnog djelovanja brojnih skupina antigena (mikroorganizama, gljivica i dr.) (Springer i Pevalek-Kozlina, 2013). Svi su

ljudi rođeni s različitom mogućnosti stvaranja jačine i preciznosti imunosnog odgovora. No, postoje brojni čimbenici koji mogu ojačati imunost, ali i oni koji je oslabljuju. Oslabljen imunosni sustav povećava rizik od nastanka infekcija i upala. Mnoge čimbenike koji oslabljuju imunost može se kontrolirati, a to su nepravilna prehrana, pretilost, stres, konzumiranje alkohola, pušenje, dugotrajna uporaba lijekova, premalo sna i odmora, neredovita tjelesna aktivnost, dehidracija (Manojlović, 2015). Mnogi su od navedenih čimbenika prisutni kod učenika jer oni puno vremena provode u školi gdje se često nemaju priliku zdravo hraniti i suočeni su s mnogim stresnim situacijama. Svoje slobodno vrijeme, osim za učenje, najčešće provode za računalom ili gledaju televiziju umjesto da se bave sportom i borave na svježem zraku.

Akutne respiratorne infekcije dišnog sustava najčešće su bolesti suvremenog čovjeka. Najčešća od svih infekcija gornjeg dišnog sustava je prehlada. Dišni sustav ljudskog organizma je najotvoreniji organski sustav uopće i u stalnoj je komunikaciji s vanjskom sredinom. Odrastao čovjek u prosjeku oboli 3 - 5 puta godišnje od akutnih infekcija dišnog sustava, dok školska djeca obolijevaju u prosjeku 4 - 7 puta. Djeca koja idu u vrtić mogu oboljeti i do 12 puta godišnje (Žagar- Petrović, 2015). Česte prehlade, nedostatak energije, nesanica, kronični umor i česta pojava herpesa na usni sigurni su znaci da je došlo do pada imunosti (Divković, 2015). Dakle, učestalost akutnih respiratornih infekcija kod učenika uzeta je kao pokazatelj jačine njihove imunosti.

Za zdravlje organizma neophodna je pravilna prehrana koja podrazumijeva obroke s optimalnom količinom hranjivih tvari. Nepravilna prehrana vodi k pretilosti koja je također sve prisutnija kod mladih. Pothranjene, ali i pretile osobe, kao i one na raznim dijetama za mršavljenje, lakše podliježu infekcijama nego njihovi vršnjaci koji imaju normalnu tjelesnu težinu i uravnoteženu prehranu (Divković, 2015).

Prema podacima iz dokumenta o nacionalnim smjernicama za prehranu djece u osnovnim školama (2013), nađeno je da značajni dio učenika i učenica (11, 13 i 15 godina) u Hrvatskoj uopće ne doručkuje (15 % radnim danom i 6 % vikendom), dok svega 56 % učenika i učenica uvijek doručkuje radnim danom, a 80 % uvijek doručkuje subotom i nedjeljom. Karakteristično je da se učestalost doručkovanja smanjuje s povećanjem dobi. Istraživanja su pokazala da oni koji preskaču doručak češće tijekom dana konzumiraju hranu bogatu mastima, a siromašnu vlaknima.

Nadalje, konzumacija voća i povrća kod najvećeg dijela mladih u Hrvatskoj ne zadovoljava stručne preporuke. Tako 66 % učenika i učenica ne jede voće svaki dan, a čak 76 % ne jede povrće svaki dan. Prema preporukama stručnjaka, pravilna i uravnotežena prehrana trebala bi uključivati ne samo svakodnevnu konzumaciju voća i povrća, već najmanje pet porcija dnevno (tri porcije povrća i dvije porcije voća). Opisana nezadovoljavajuća konzumacija voća i povrća postaje još nepovoljnija s porastom dobi ispitanika. Voćem i povrćem, osim vitamina i minerala, u organizam unosimo i druge tzv. fitokemikalije koje također djeluju kao antioksidansi. Budući da ni prerađena hrana ni proizvodi životinjskog podrijetla ne sadrže značajniju količinu antioksidansa te uopće ne sadrže fitokemikalije, suvremena prehrana znatno pogoduje obolijevanju (Furhman, 2013). Za imunosni sustav korisno je i uzimanje prebiotika – tvari koje povoljno utječu na rast „dobrih bakterija“.

Stres je stanje u kojem je poremećena unutrašnja (psihofiziološka) ravnoteža organizma i koje zahtijeva ulaganje dodatnih napora radi prilagodbe. Djelovanje stresa na imunost je dvojako. Kratkotrajni stresori (ubodi, ozljede,…) povoljno utječu na imunosni sustav jer mobiliziraju stanice kako bi stigle do oštećenog tkiva. Kronični, dugotrajni stres potiskuje imunosni sustav. Što stres dulje traje, pozitivne prilagodbe u imunosnom sustavu zamjenjuju negativne (Maršić, 2015.).

Posljedica stresa je i anksioznost – neugodna emocija straha i strepnje. Simptomi anksioznosti, osim o samoj stresnoj situaciji, ovise i o urođenoj sposobnosti organizma da se bolje ili lošije nosi sa stresnim situacijama. Analizirajući strahove i simptome anksioznosti kod adolescenata, najistaknutiji su oni vezani uz događaje u i oko škole, osobne kompetencije i fizičko zdravlje. Pojačanu nesigurnost u sebe prati i sve jači strah da će se ispasti „glup“ (prema Miščević, 2007). Ovi strahovi mogu dijelom biti posljedica povećanog naglaska koji se stavlja na uspjeh u srednjoj školi, no također mu pridonose i adolescentove osobne povećane sposobnosti za uspostavljanje razmjerno stabilnih standarda i brige oko njihova ostvarenja. Sukladno tome, mnoga istraživanja ukazuju da su pad na ispitu, loše ocjene i domaća zadaća veliki generatori straha (Orton, 1982, prema Miščević, 2007).

Sastojci dima cigarete između ostalog oštećuju trepetljikavi epitel u dušniku i dušnicama koji radom trepetljiki stvaraju struju sluzi i prenose većinu stranih čestica koje su ušle sa zrakom iz pluća prema ždrijelu (Springer i Pevalek-Kozlina, 2013). Udisanjem duhanskog dima u plućima se talože štetni sastojci te ulaze u krvotok i krvotokom se šire po tijelu. Imunosni sustav ljudskog organizma bori se protiv sastojaka duhanskog dima. Međutim, problem je što se na taj način iscrpljuje imunost te organizam postaje ranjiviji na ostale štetne antigene (Matešan, 2015). Osim što je aktivno pušenje čimbenik rizika za oboljenja, to je i pasivno pušenje. Prema Piasek (2000), istraživanja su pokazala da su prehlade kod djece izložene pušenju obaju roditelja bile dvostruko češće, a kod djece izložene pušenju jednog roditelja 1,65 puta češće negoli u djece roditelja nepušača.

Unatoč tome što je poznato da antibiotici ne djeluju na viruse, liječnici ih često propisuju upravo prilikom prehlade, bronhitisa i drugih virusnih infekcija dišnih putova. Kao što navodi Furhman (2013), više od 90 % propisanih antibiotika koristi se neprimjereno. Jedan od primjera štetnog djelovanja antibiotika je uništavanje korisnih bakterija (probiotika) u probavnom sustavu koje imaju važnu ulogu u imunosnom sustavu. Naime, one sprečavaju razvoj štetnih patogenih bakterija i stimuliraju imunosni sustav.

Tijekom sna organizam se regenerira. Prosječno ukupno vrijeme spavanja, ovisno o dobi, za osobe između 10 i 14 godina iznosi 9 sati, a za osobe između 19 i 30 godina 8 sati (Springer i Pevalek-Kozlina, 2013).

Neredovita tjelesna aktivnost rizični je čimbenik za mnoge bolesti, a istraživanja su pokazala da ljudi koji vježbaju ili se aktivno kreću pet puta tjedno rjeđe obolijevaju od prehlade, a ukoliko do nje dođe, nije jaka. Vježbanje stimulira stvaranje imunoglobulina i kretanje imunosnih stanica kroz tijelo. Što osoba češće vježba, imunosni sustav je „budniji i oprezniji“. Također, vježbanjem se smanjuje razina hormona stresa koji nepovoljno djeluju na imunost.

Voda je sastavni dio ljudskog tijela, čini 70-75 % ukupne tjelesne mase. Udio vode u tijelu varira s obzirom na dob i spol pa se tako smanjuje sa starenjem te je veći kod muškaraca nego u žena. U vodenom mediju se odvijaju svi procesi izmjene tvari u organizmu: probava i apsorpcija hrane, prijenos hranjivih tvari i kisika prema svim stanicama u organizmu, uklanjanje štetnih tvari iz organizma te regulacija tjelesne temperature. Da bi organizam mogao normalno funkcionirati, sadržaj vode u tijelu mora biti konstantan tj. mora postojati ravnoteža između unesene tekućine i one koja se izgubi (Stručna radna skupina za izradu prehrambenih smjernica te standarda i normativa za prehranu školske djece, 2013).

Potreba za vodom ovisi o ravnoteži između unosa i gubitka tekućine te varira ovisno o prehrani, tjelesnoj aktivnosti, temperaturi okoliša i vlažnosti zraka. Potreba za unosom vode proporcionalna je potrebama za energijom - što su veće potrebe za energijom, veće su i potrebe za vodom. Djeci između 4. i 14. godine preporuča se unos 1,2 - 1,8 L vode dnevno (5 - 7 čaša), a između 14. i 18. godine 2,6 L (oko 11 čaša) dnevno za dječake, odnosno 1,8 L (oko 8 čaša) dnevno za djevojčice. Uzimanjem dovoljnih količina tekućine sprečavaju se stanja blage dehidracije koja mogu utjecati na tjelesne i mentalne mogućnosti osobe. Prvi znak dehidracije odnosno nedovoljnog unosa tekućine je pojava žeđi koju kontroliraju centri za žeđ u mozgu. Što je veći gubitak vode, simptomi nedostatka su ozbiljniji: loša koncentracija, glavobolja, pospanost, oštećena regulacija temperature tijela, ubrzano disanje, grčenje mišića, gubitak ravnoteže.

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati razlike u prisutnosti čimbenika imunosti kod učenika i njihovu povezanost s jačinom imunosnog odgovora, odnosno učestalosti pobolijevanja od akutnih respiratornih infekcija. Pretpostavka je da se učenici koji rjeđe obolijevaju od akutnih respiratornih infekcija pa zbog toga i manje izostaju s nastave, razlikuju od učenika koji češće obolijevaju, po svojoj imunosti i prisutnosti čimbenika koji na nju utječu: životne navike, ITM, kondicija, način suočavanja sa stresnim situacijama. Pretpostavlja se da će kod učenika koji rjeđe obolijevaju prisutnost čimbenika koji povoljno utječu na imunost biti veća. Iako su učenici tijekom školovanja upoznati sa smjernicama za zdrav i kvalitetan život, potrebno je kontinuirano ukazivati na rizične čimbenike za zdravlje. Rezultati ovog istraživanja doprinijet će unapređenju edukacije učenika te ih potaknuti na zdraviji način života.

METODE RADA

Uzorak

Istraživanje je provedeno na uzorku od 92 učenika u dobi 15 - 18 godina. Učenici su izabrani na temelju dva kriterija: upitnik o učestalosti akutnih respiratornih infekcija i broj izostanaka zbog bolesti tijekom prethodne školske godine dobiven uvidom u školsku dokumentaciju. Prije samog ispitivanja, roditelji učenika pismenim su putem informirani o ciljevima i aktivnostima ovog istraživanja te su uključeni oni učenici koji su imali pismenu suglasnost za sudjelovanje.

Kako bi se ispitale životne navike ispitanika koje mogu utjecati na jačinu odgovora njihovog imunosnog sustava na infekciju, proveden je upitnik o životnim navikama (prilog 1). Prvu skupinu čine učenici koji su se u upitniku izjasnili da su tijekom prethodne školske godine rijetko imali akutnu respiratornu infekciju (0 - 3 puta), a izostali su 0 - 43 sata zbog bolesti (48 učenika).

Drugu skupinu čine učenici koji su se u anketi izjasnili da su prethodne školske godine srednje često ili vrlo često imali akutnu respiratornu infekciju (4 - 10 puta), a izostali su 23 - 170 sati zbog bolesti (44 učenika). Nekolicina učenika s manjim brojem izostanaka izjasnila se da su često bolesni. Ovo nepodudaranje proizlazi iz činjenice da ti učenici bolesni dolaze u školu o čemu su dodatno ispitani i zatim uključeni u skupinu često bolesnih.

Izračunavanje indeksa tjelesne mase

Indeks tjelesne mase (ITM) izračunat je tako što je tjelesna masa ispitanika (u kg) podijeljena s kvadratom njegove visine (u m). Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) indeks tjelesne mase između 18,5 i 24,9 predstavlja idealnu tjelesnu težinu, između 25 i 29,9 povišenu tjelesnu težinu, a iznad 30 pretilost.

Izračunavanje indeksa tjelesne sposobnosti

Indeks tjelesne sposobnosti ispitanika određen je Harvardskim step–testom za koji je potrebna klupica visine 50,8 cm, zaporni sat i metronom. Harvardski step-test koristi se za procjenu maksimalnog primitka kisika, na temelju čega se procjenjuje kondicija ispitanika. Ispitanik izvodi vježbu na sljedeći način: na jedan stavi desnu nogu na klupicu, na dva se penje i prinosi lijevu nogu desnoj, na tri stavlja desnu nogu na pod, a na četiri prinosi lijevu nogu desnoj. Te se četiri radnje moraju izvesti u dvije sekunde. Vježba se zatim ponavlja na isti način sve dokle ispitanik izdrži, a najviše 5 min. Za održavanje ritma koristi se muzički metronom koji udara 120 puta u minuti. Na taj se način jedno penjanje i jedno spuštanje izvodi točno dvije sekunde što u minuti iznosi 30 penjanja. Kada ispitanik više ne može izvoditi vježbu, zabilježi se vrijeme izvođenja vježbe, a ispitanik sjeda na pripremljenu stolicu. Nakon jedne minute mirovanja mjeri se puls u trajanju od 30 s, a zatim nakon druge i treće minute ponovno.

Indeks sposobnosti (IS) računa se prema formuli:

IS = vrijeme penjanja u sekundi x 100/2x (suma od tri vrijednosti pulsa)

Indeks sposobnosti < 55 pokazuje lošu kondiciju, 55 - 64 nizak prosjek, 65 - 79 visoki prosjek, 80 - 89 dobru kondiciju, a >90 odličnu kondiciju (Heimer S. i sur. 1997).

Test o anksioznosti - načinu suočavanja sa stresnim situacijama u školi

Prema preporuci školske psihologinje, korištena je skala dječje anksioznosti autorice Purić (1992; prema Miščević, 2007) koja je namijenjena ispitivanju anksioznosti djece školske dobi. Sadrži 27 tvrdnji (prilog 2) koje obuhvaćaju različite anksiozne simptome, a ispitanik treba odlučiti je li tvrdnja za njega točna (T) ili ne (N). Skala obuhvaća tri područja anksioznosti: ispitnu anksioznost (anksioznost vezanu uz školsku nastavu i zahtjeve školskog obrazovanja); socijalnu anksioznost (anksioznost vezanu uz kontakte s drugim ljudima); opću anksioznost (anksioznost koja nije vezana uz specifične situacije). Tvrdnja koju dijete označi kao točnu ukazuje na postojanje simptoma anksioznosti i boduje se jednim bodom. U suprotnom, ispitanik joj dodjeljuje 0 bodova. Ukupan rezultat računa se zbrajanjem bodova, tako da je maksimalni raspon od 0 do 27. Veći broj bodova ukazuje na veću anksioznost.

Metode analize podataka

Rezultati upitnika o životnim navikama su obrađeni računalnim programom Microsoft Excel. Izračunati su postoci pojedinih odgovora za dvije skupine ispitanika prikazani tabelarno. Dobiveni podaci su također obrađeni Hi-kvadrat testom kako bi se utvrdile potencijalne statistički značajne razlike između ispitivanih skupina. Korišten je Hi-kvadrat test za dva ili više nezavisnih uzoraka uz razinu značajnosti od 5 % .

Rezultati testa o anksioznosti – načinu suočavanja sa stresnim situacijama u školi, indeksa tjelesne mase i indeksa tjelesne sposobnosti su obrađeni računalnim programom Microsoft Excel. Izračunate su aritmetičke sredine dobivenih vrijednosti i grafički prikazane za obje skupine ispitanika. Dobiveni podaci su obrađeni T-testom kako bi se utvrdila potencijalna statistički značajna razlika između skupina ispitanika. Korišten je T-test za utvrđivanje razlika između aritmetičkih sredina malih nezavisnih uzoraka uz razinu značajnosti od 5 %.

REZULTATI

Rezultati upitnika o životnim navikama

U obje skupine je za svako pitanje iz upitnika o životnim navikama izračunat postotak ispitanika te su podaci obrađeni Hi-kvadrat testom (tablica 1).

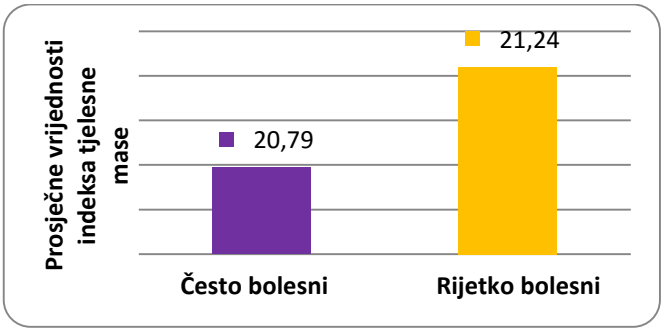
Tablica 1 Rezultati upitnika o životnim navikama izraženi u postocima i Hi-kvadrat test

ŽIVOTNE NAVIKE –ČIMBENICI IMUNOSTI		ČESTO BOLESNI (udio ispitanika %)	RIJETKO BOLESNI (udio ispitanika %)	Hi – kvadrat test
Prisutnost kronične bolesti dišnog sustava		13,64	8,33	X^2=2,02 p>0,05
Učestalost upotrebe antibiotika		**59,09**	**22,92**	**X^2=12,48 p<0,05**
Podjednaka zastupljenost namirnica biljnog i životinjskog podrijetla		68,18	75	X^2=0,55 p>0,05
Veća zastupljenost namirnica biljnog podrijetla		20,45	22,92	X^2=0,09 p>0,05
Svakodnevno doručkovanje		63,64	66,67	X^2=0,1 p>0,05
Svakodnevno konzumiranje najmanje dvije porcije voća		54,55	45,83	X^2=0,7 p>0,05
Svakodnevno konzumiranje najmanje tri porcije povrća		9,09	10,42	X^2=15,13 p>0,05
Svakodnevno konzumiranje mliječnih proizvoda		56,82	66,67	X^2=0,98 p>0,05
Dnevno pijenje barem 8 čaša vode		54,55	58,33	X^2=0,14 p>0,05
Redovita tjelesna aktivnost		40,91	47,92	X^2=0,45 p>0,05
Svakodnevno pušenje		**18,18**	**2,08**	**X^2=6,96 p<0,05**
Život u kućanstvu u kojem se puši		**50,00**	**44,00**	**X^2=6,96 p<0,05**
Prosječno vrijeme spavanja	<8 sati	61	46	X^2= 3,43 p>0,05
	8 sati	34	40	
	>8 sati	5	15	

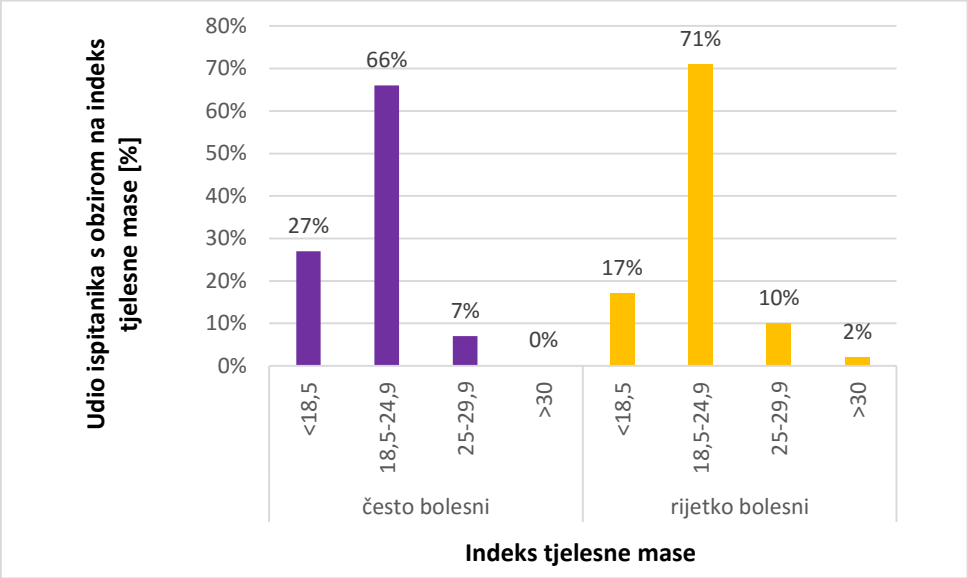
Indeks tjelesne mase

U obje skupine ispitanika izračunata je prosječna vrijednost indeksa tjelesne mase (slika 1). Također su za svaku skupinu ispitanika izračunati postoci ispitanika s obzirom na indeks tjelesne mase za kategorije: < 18,5 – pothranjenost, 18,5 - 24,9 – idealna tjelesna težina, 25 - 29,9 – povišena tjelesna

težina i >30 pretilost (slika 2). Razlike između prosječnih vrijednosti obrađene su T-testom: t= 0,703 (< 1,99); p>0,05.



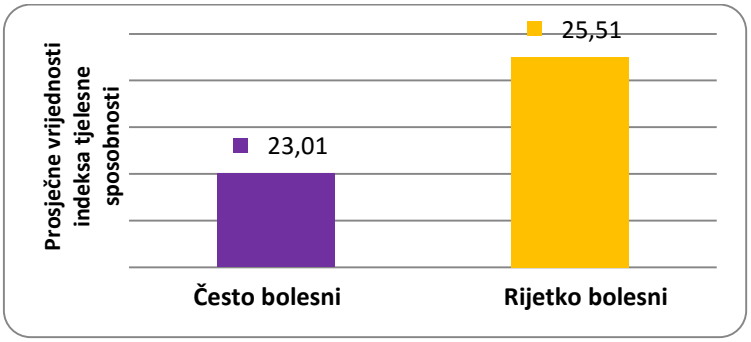
Slika 1. Prosječne vrijednosti indeksa tjelesne mase



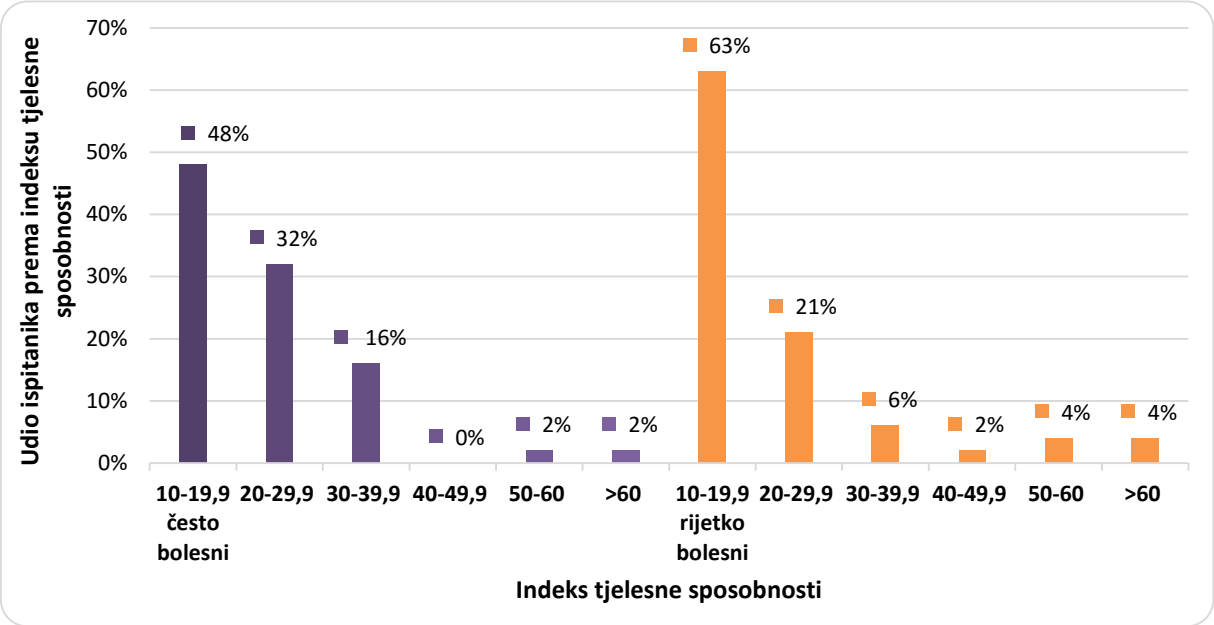
Slika 2. Udio ispitanika s obzirom na indeks tjelesne mase

Indeks tjelesne sposobnosti

U obje skupine ispitanika izračunata je prosječna vrijednost indeksa tjelesne sposobnosti (slika 3). Također su za svaku skupinu ispitanika izračunati postoci ispitanika s obzirom na indeks tjelesne sposobnosti za kategorije: 10-19,9; 20-29,9; 30-39,9; 40-49,9; 50-60 i >60 (slika 4). Razlike prosječnih vrijednosti obrađene su T-testom: t= 0,61 (< 1,99); p>0,05.



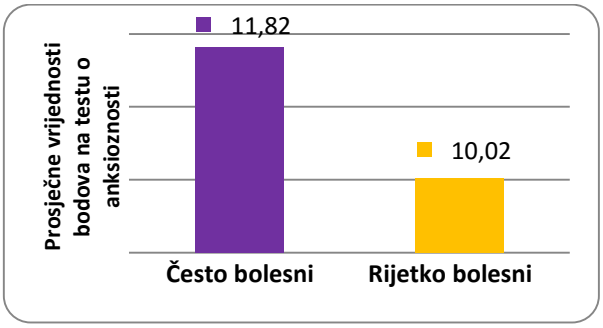
Slika 3. Prosječne vrijednosti indeksa tjelesne sposobnosti



Slika 4. Udio ispitanika prema indeksu tjelesne sposobnosti

Rezultati testa o anksioznosti – načinu suočavanja sa stresnim situacijama u školi

U obje skupine ispitanika izračunata je prosječna vrijednost bodova ostvarenih na testu o anksioznosti – načinu suočavanja sa stresnim situacijama u školi (slika 5). Razlike prosječnih vrijednosti obrađene su T-testom: t= 1,82 (<1,99); p>0,05.



Slika 5. Prosječne vrijednosti bodova na testu o anksioznosti – suočavanju sa stresnim situacijama u školi

RASPRAVA

Analiza rezultata upitnika o životnim navikama pokazala je da za većinu čimbenika koje smo uspoređivali ne postoji statistički značajna razlika, osim za učestalost korištenja antibiotika, X^2=12,48 , svakodnevno pušenje, X^2=6,96, i život u kućanstvu u kojem se puši, X^2=6,96. Rezultati obrade podataka Hi – kvadrat testom pokazuju da na razini značajnosti od 0,05 ima statistički značajno više često bolesnih ispitanika koji često koriste antibiotike, svakodnevno puše i žive u kućanstvu u kojem se puši.

Ovaj je rezultat u skladu s podacima o sve češćoj upotrebi antibiotika koja dovodi do rezistencije bakterija i negativno utječe na crijevnu floru odnosno imunost. Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstveno osiguranje u 2009. godini u ljekarnama je izdano 4.392,726 pakiranja različitih

antibiotika koje su propisali liječnici primarne zdravstvene zaštite što je nešto više od jedne kutije po stanovniku prema važećem popisu (Soldo i Katić, 2016.).

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je pušenje mladih kao i pušenje njihovih roditelja važan čimbenik koji doprinosi obolijevanju od ARI-a. Imunosni sustav ljudskog organizma bori se protiv sastojaka duhanskog dima. Međutim, problem je što se na taj način iscrpljuje imunost te organizam postaje ranjiviji na različite bolesti (Matešan, 2015). Obitelj ima presudan utjecaj na pojavu pušenja kod mladih. Istraživanja pokazuju da u obiteljima u kojima puše oba roditelja najčešće pušači postaju i njihova djeca (Brbora, 2016). Djeca čiji roditelji puše: kašlju i „sviraju" u prsima češće nego druga djeca, imaju češće upale srednjeg uha (i uz povećanu sekreciju glavni je uzrok gluhoće u male djece), dva puta češće obolijevaju od infekcija dišnih putova kao što su bronhitis ili pneumonija (upala pluća), skloniji su razvoju astme i češćim i ozbiljnijim astmatičnim napadajima, imaju smanjeni kapacitet pluća, češće izostaju iz škole zbog bolesti (četiri puta češće u odnosu na djecu u čijim se kućama ne puši), imaju veći rizik razvoja raka pluća i srčanih tegoba (Džono-Boban, 2016)

Unatoč tome što za ostale čimbenike iz upitnika o životnim navikama ne postoji statistički značajna razlika između dviju skupina ispitanika, usporedili smo ih kao razlike u postocima. Kod ispitanika koji su često bolesni od ARI-a udio ispitanika s kroničnim bolestima dišnog sustava veći za 5,31 % u odnosu na drugu skupinu. Dosadašnja istraživanja ne potvrđuju ove rezultate.

Što se tiče prehrambenih navika, usporedba rezultata pokazuje da je u svakodnevnoj prehrani kod ispitanika koji rijetko obolijevaju od ARI-a u odnosu na drugu skupinu ispitanika:

- veća učestalost ispitanika kod kojih su u svakodnevnoj prehrani podjednako zastupljene namirnice biljnog i životinjskog podrijetla za 6,82 % ,
- veća učestalost ispitanika kod kojih su u svakodnevnoj prehrani više zastupljene namirnice biljnog podrijetla za 2,47 % ,
- veća učestalost ispitanika koji svakodnevno konzumiraju najmanje tri porcije povrća za 1,33 % ,
- manja učestalost ispitanika koji svakodnevno konzumiraju najmanje dvije porcije voća za 8,72 % .

Dobiveni rezultati ukazuju na to da je kod ispitanika koji su rjeđe bolesni od ARI-a više prisutna uravnotežena prehrana kao i prehrana u kojoj ima više namirnica biljnog podrijetla – povrća. Konzumacija voća kod ispitanika koji rjeđe boluju od ARI-a je manja u odnosu na drugu skupinu, što je suprotno našim očekivanjima. Zanimljivo je da je postotak ispitanika koji svakodnevno konzumiraju voće - i to najmanje dvije porcije voća, u obje skupine ispitanika veći od postotka iz dokumenta o nacionalnim smjernicama za prehranu djece u osnovnim školama (2013) (34 %) i iznosi 54,55 % i 45,83 % , a konzumacija povrća je manja i iznosi 9,09 % i 10,42 % u odnosu na 24 %. Veća konzumacija voća je možda rezultat toga što učenici voće mogu ponijeti u školu, dok je za povrće potrebna priprema.

I učestalost ispitanika koji svakodnevno doručkuju je veća za 3,03 % kod ispitanika koji rjeđe obolijevaju od ARI-a u odnosu na drugu skupinu. U odnosu na podatke iz dokumenta o nacionalnim smjernicama za prehranu djece u osnovnim školama (2013) prema kojima radnim danom doručkuje svega 56 % učenika i učenica te da se taj postotak smanjuje s povećanjem dobi, postotak ispitanika koji svakodnevno doručkuje je u obje skupine naših ispitanika veći i iznosi 63,64 % kod često bolesnih i 66,67 % kod rijetko bolesnih.

Učestalost ispitanika koji svakodnevno konzumiraju mliječne proizvode je veća za 9,85 % kod ispitanika koji rjeđe obolijevaju od ARI-a u odnosu na drugu skupinu. Vidljivo je da ispitanici iz obiju skupina često konzumiraju mliječne proizvode i to njih 56,82 % kod često bolesnih i 66,67 % kod

rijetko bolesnih. Mliječni proizvodi lako su dostupni našim ispitanicima jer su u ponudi Zdravljaka u našoj školi.
Učestalost ispitanika koji dnevno piju barem 8 čaša vode veća je za 3,78 % kod ispitanika koji rjeđe obolijevaju od ARI-a u odnosu na drugu skupinu.Barem 8 čaša vode dnevno u obje skupine ispitanika pije više od 50 % ispitanika.
U odnosu na skupinu ispitanika koji često obolijevaju od ARI-a, učestalost ispitanika koji redovito vježbaju je za 7,01 % veća u skupini koja rjeđe obolijeva.
Analiza prosječnog vremena spavanja pokazuje da je preporučeno prosječno vrijeme spavanja od 8 sati za 6 % više zastupljeno kod ispitanika koji rjeđe obolijevaju od ARI-a, a udio ispitanika koji premalo spava je kod te skupine manja za 15 %. Dakle, ispitanici koji rjeđe obolijevaju imaju urednije navike spavanja, iako u obje skupine ispitanika manje od 50 % ispitanika spava manje od preporučenih 8 sati.

Indeks tjelesne mase (ITM)

Analiza prosječnih vrijednosti indeksa tjelesne mase za dvije skupine ispitanika pokazuje da je njihova razlika vrlo mala (0,45), a rezultati T-testa pokazuju da ona nije statistički značajna**.** To je vidljivo i iz Slike 2 koja pokazuje kako su udjeli ispitanika s obzirom na ITM po različitim kategorijama podjednaki u obje skupine ispitanika. Istraživanje je također pokazalo kako najveći broj naših ispitanika ima idealnu tjelesnu težinu .

Analiza prosječnih vrijednosti indeksa tjelesne sposobnosti za dvije skupine ispitanika pokazuje da je ta vrijednost, kao što smo i očekivali, veća kod skupine ispitanika koji su rjeđe bolesni od ARI-a, ali je njihova razlika vrlo mala (2,5), a rezultati T-testa pokazuju da ona nije statistički značajna.

Prosječne vrijednosti indeksa tjelesne sposobnosti su u obje skupine ispitanika vrlo niske, <55 i pokazuju kako većina naših ispitanika ima lošu kondiciju. Iz Slike 4, koja pokazuje udio ispitanika prema indeksu tjelesne sposobnosti, vidljivo je kako u obje skupine ispitanika ima najviše onih s izrazito niskim indeksom tjelesne sposobnosti, te da je udio tih ispitanika, suprotno našem očekivanju, veći kod ispitanika koji rjeđe obolijevaju od ARI-a. Ovi su rezultati u skladu s dobivenim podacima o redovitosti vježbanja koji pokazuju da u obje skupine manje od 50 % ispitanika redovito vježba. Sami ispitanici nevoljko su pristupali ovom testiranju i upravo ih je nekolicina zbog toga odustala od sudjelovanja u istraživanju. I nastavnici tjelesne i zdravstvene kulture upozoravaju da sve veći broj učenika traži oslobođenje od nastave. Vjerujemo da bi rezultati indeksa kondicije bili bolji kada bi učenici imali određenu motivaciju, npr. ocjenu.

Analiza prosječnih vrijednosti bodova na testu o anksioznosti za dvije skupine ispitanika pokazuje da je ta vrijednost veća kod skupine ispitanika koji su češće bolesni od ARI-a, ali je njihova razlika vrlo mala (1,8), a rezultati T-testa pokazuju da ona nije statistički značajna.

Prosječne vrijednosti od 11,82 u skupini često bolesnih i 10,02 u skupini rijetko bolesnih od ARI-a manje su od polovice moguće ostvarenih bodova (0 - 27) te na razini ili nešto više od prosjeka od 10 bodova (Caser, 1997,prema Miščević, 2007). Rezultati ne ukazuju na povećanu anksioznost naših učenika.

Iako su razlike u učestalosti većine čimbenika imunosti, koje smo ispitivali u dvije skupine ispitanika, bile u skladu s našim očekivanjima, većina ih nije statistički značajna. Mogući razlog za to je mali uzorak ispitanika, ali i njihova dob u kojoj se još ne očituje utjecaj životnih navika na zdravstveno stanje.

ZAKLJUČCI

- Čimbenici imunosti za koje postoje statistički značajne razlike u prisutnosti između dviju skupina ispitanika su: česta upotreba antibiotika, svakodnevno pušenje ispitanika i život u kućanstvu u kojem puši jedna ili više osoba**.** Navedeni čimbenici doprinose slabljenju imunosti i prisutniji su kod ispitanika koji su se izjasnili da često obolijevaju od akutnih respiratornih infekcija nego kod onih koji su se izjasnili da od akutnih respiratornih infekcija obolijevaju rijetko. Ovi rezultati potvrđuju koliko je štetno ne samo aktivno, već i pasivno pušenje i ukazuju na potrebu još intenzivnije edukacije učenika o štetnosti pušenja.
- Za ostale ispitivane čimbenike imunosti - uravnotežena prehrana, veća zastupljenost namirnica biljnog podrijetla, svakodnevno konzumiranje najmanje tri porcije povrća i dvije porcije voća, redovito doručkovanje, svakodnevno konzumiranje mliječnih proizvoda, pijenje barem 8 čaša vode dnevno, redovito vježbanje, dovoljno sna, indeks tjelesne mase, indeks tjelesne sposobnosti, kronična bolest dišnog sustava i anksioznost, ne postoje statistički značajne razlike u prisutnosti između ispitanika koji su se izjasnili da često odnosno rijetko obolijevaju od akutnih respiratornih infekcija.
- Istraživanjem čimbenika imunosti dobiveni su korisni podaci o stilu života učenika koji će poslužiti za unapređenje odgojno – obrazovnog procesa. Među ispitivanim čimbenicima imunosti kod učenika naše škole, pronađene su zabrinjavajuće vrijednosti sljedećih čimbenika: indeks tjelesne sposobnosti, konzumacija povrća i prosječno vrijeme spavanja. Većina ispitanika ima lošu kondiciju, a u obje skupine ispitanika ima najviše onih sa izrazito niskim indeksom tjelesne sposobnosti. Nadalje, učenici jedu premalo povrća, a mali je i udio ispitanika koji spavaju preporučenih 8 sati dnevno.
- Provedenim istraživanjem djelomično je potvrđena hipoteza da se učenici koji rjeđe obolijevaju od akutnih respiratornih infekcija, pa zbog toga manje izostaju s nastave, razlikuju od učenika koji često obolijevaju po svojoj imunosti i prisutnosti čimbenika koji na nju utječu.

LITERATURA

Brbora I. I pušenje ubija mlade.*http://www.zzjzdnz.hr/hr/zdravlje/pusenje_i_zdravlje/268-ch-0?&l_over=1*, pristupljeno 10.3.2016.
Divković S. Vrijeme je za jačanje imuniteta.*http://www.adiva.hr/vrijeme-je-za-jacanje-imuniteta.aspx* , pristupljeno 30.9.2015.
Divković S. Nahranite imunološki sustav. Vaše zdravlje.*http://www.vasezdravlje.com/izdanje/clanak/1618/* , pristupljeno 30.9.2015.
Džono-Boban A. Djeca su pasivni pušači.*http://www.zzjzdnz.hr/hr/zdravlje/pusenje_i_zdravlje/173-ch-0?&l_over=1*, pristupljeno 10.3.2016.
Furhman J. 2013. Superimunitet: Revolucionarni vodič za jačanje prirodnog obrambenog sustava. Planetopija, Zagreb
Heimer S. i sur. 1997. Praktikum kineziološke fiziologije. Sveučilište u Zagrebu – Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb
Manojlović A. Jačanjem imuniteta do zdravlja. Vaše zdravlje.*http://www.vasezdravlje.com/izdanje/clanak/151*, pristupljeno 30. 9.2015.
Matešan K. Javno zdravstvo*. https://issuu.com/nzjz/docs/6_12_web/2*, pristupljeno 30.9.2015.
Maršić N. Imunološki sustav nije imun na stres. Vaše zdravlje.*http://www.vasezdravlje.com/izdanje/clanak/749/*, pristupljeno 30.9.2015.
Miščević M. 2007. Simptomi anksioznosti i depresivnosti kod osnovnoškolske djece – diplomski rad.

Petz B.1997.Osnovne statističke metode za nematematičare. NAKLADA SLAP, Zagreb, 142-151; 249-272
Piasek M. Procjena izloženosti i zdravstvenih posljedica pasivnog pušenja u djece. Hrvatska znanstvena bibliografija.http://bib.irb.hr/prikazi-rad?&rad=172145, pristupljeno 30.9.2015.
Soldo i Katić,Racionalno propisivanje antibiotika u obiteljskoj medicini-prevencija rezistencije,http://www.hdod.net/rad_drustva/Rac_propis_antib_u_OM.pdf, pristupljeno 10.3.2016.
Springer O.P., Pevalek – Kozlina B. 2013. Živi svijet 3: Fiziologija čovjeka i životni procesi u biljkama. PROFIL, Zagreb, str. 86-100
Stručna radna skupina za izradu prehrambenih smjernica te standarda i normativa za prehranu školske djece. 2013. Nacionalne smjernice za prehranu učenika u osnovnim školama. Ministarstvo zdravlja Republike Hrvatske, Zagreb
Žagar – Petrović M. Jesenske virusne infekcije kucaju na vrata. Zdravo budi. http://www.zdravobudi.hr/7260/jesenske-virusne-infekcije-kucaju-na-vrata, pristupljeno 30.9.2015.

PRILOZI

Prilog 1. Upitnik o životnim navikama

Ime i prezime:_____

Razred:_____

Godina rođenja:_____

U sljedećem upitniku navedene su tvrdnje koje se odnose na životne navike. Za svaku tvrdnju zaokruži DA ili NE, ili slovo ispred tvrdnje koja se odnosi na tebe.

1. **Kronična bolest dišnog sustava (alergijska astma, kronični bronhitis, kronična upala sinusa…)**
   - **a.** Bolujem od neke od navedenih kroničnih bolesti dišnog sustava DA NE
2. **Često koristim antibiotike:**
   - a. DA _____puta godišnje
   - b. NE
3. **Prehrambene navike**
   - a. U mojoj svakodnevnoj prehrani podjednako su zastupljene namirnice biljnog i životinjskog podrijetla DA NE
   - b. U mojoj svakodnevnoj prehrani više su zastupljene namirnice biljnog podrijetla DA NE
   - c. Svakodnevno doručkujem DA NE
   - d. Svakodnevno konzumiram najmanje dvije porcije voća DA NE
   - e. Svakodnevno konzumiram najmanje tri porcije povrća DA NE
   - f. Svakodnevno konzumiram mliječne proizvode (jogurt, kefir, acidofil, kiselo mlijeko) DA NE
   - g. Dnevno pijem barem 8 čaša vode DA NE
4. **Redovito vježbam:**
   - a. DA _____puta tjedno
   - b. NE
5. **Svakodnevno pušim.** DA NE
6. **Ne pušim, ali u mom kućanstvu puši:**
   - a. Jedna osoba
   - b. Dvije osobe
   - c. Više od dvije osobe
7. **U prosjeku spavam:**
   - a. manje od 8 sati
   - b. 8 sati
   - c. više od 8 sati

Prilog 2. SKAN (skala anksioznosti)

Ime i prezime:_____

U sljedećim tvrdnjama govori se o onome što djeca osjećaju, misle ili čine. Pročitaj svaku rečenicu i odluči odnosi li se ona na tebe ili se ne odnosi na tebe.

Ako se odnosi na tebe zaokruži slovo T – točno, a ako se ne odnosi na tebe zaokruži slovo N – netočno.

Primjer:

Mislim da sam dobra sportašica. T N

Pročitaj pažljivo svaku tvrdnju koja slijedi i zaokruži T ili N.

1. Nervozan/na sam kad razgovaram s osobom koju ne poznajem. T N
2. Dok odgovaram za ocjenu srce mi jako lupa. T N
3. Budim se po noći i ne mogu poslije zaspati. T N
4. Plašim se da bi me drugi učenici mogli ismijati. T N
5. Vjerujem da će mi se dogoditi nešto strašno. T N
6. Plašim se ući u mračnu prostoriju. T N
7. Nervozniji/ja sam od većine druge djece. T N
8. Zabrinut/a sam kad imam test u školi. T N
9. Nekih misli se jednostavno ne mogu osloboditi. T N
10. Lako me je omesti dok nešto radim. T N
11. Kad odgovaram za ocjenu, ruke mi se znoje ili podrhtavaju. T N
12. Strah me je reakcija roditelja na loše ocjene. T N
13. Neugodno mi je kada razgovaram sa starijima. T N
14. Neki nastavnici mi tjeraju strah u kosti. T N
15. Navečer teško zaspim. T N
16. Kad me nastavnik prozove, ne mogu se sjetiti nečega što sam ranije znao/la. T N
17. Ponekad ne mogu učiti jer neprestano mislim na to kako će me nastavnik pitati. T N
18. Najradije bih pobjegao/la kad nastavnik počne ispitivati. T N
19. Smeta me kad me netko gleda dok radim. T N
20. Mislim da bih više učio/la i bolje znao/la kada u školi ne bi bilo ocjena. T N
21. Vjerujem da se ostala djeca boje ispitivanja u školi manje od mene. T N
22. Bojim se da ću oboljeti od neke teške, neizlječive bolesti. T N
23. Kad odgovaram pred razredom, glas mi podrhtava. T N
24. Opterećuje me misao da moram imati visoke ocjene u školi. T N
25. Često mi je mučno prije odlaska u školu. T N
26. Čini mi se da ostali prave budalu od mene. T N
27. Lako se uznemirim bez razloga. T N

Ukupan rezultat:_____

SLATKOVODNA MEDUZA (*CRASPEDACUSTA SOWERBYI* LANKESTER) U VODENIM EKOSUSTAVIMA DONJEG MEĐIMURJA

Lovro Rašan, 3. razred

Srednja škola Prelog, Prelog
Mentor: Mišo Rašan

SAŽETAK
Istraživana je prisutnost slatkovodnih meduza (*Craspedacusta sowerbyi* Lankester) u vodenim ekosustavima donjeg Međimurja. Određivan je tip sedimenta dna, sastav ihtiofaune i fizikalna svojstva vode (pH, električna vodljivost i temperatura) na četiri istraživačke postaje. Na navedenim staništima prikupljene su jedinke meduznog oblika u površinskom sloju i na dubini 1,2 m. Terensko prikupljanje podataka je obavljeno od srpnja do listopada tijekom 2014. i 2015. godine. Najveća brojnost jedinki je zabilježena u Perutnici (mrtvica rijeke Drave kraj naselja Otok) tijekom ljeta i jeseni 2014. i 2015. godine. Na svakoj je istraživačkoj lokaciji prikupljan živi materijal osam puta (svaka dva tjedna). Prikupljeni uzorci su testirani na predatore, određivana je varijabilnost promjera meduznog oblika te broj jedinki slatkovodnih meduza u određenom volumenu vode svaka dva tjedna. Na svim postajama je ukupno prikupljeno 1221 jedinke. Tijekom 2014. godine na dvije postaje je prikupljeno 1014 jedinki, a na sljedeće dvije postaje tijekom 2015. godine je prikupljeno 207. Veći broj jedinki je prikupljen na dubini od 1,2 m. Varijabilnost promjera tijela meduznog oblika raste tijekom godišnjeg perioda istraživanja zbog rasta meduza. Zabilježeni promjer je u rasponu od 0,8 cm pa do 2,5 cm. Istraživanjem je ustanovljeno da je jedini mogući testirani predator slatkovodne meduze riječni rak.

Ključne riječi: *meduzni oblik, polip, mrtvica, graba šljunčara, promjer tijela, dnevno-noćne migracije*

UVOD

Prostor Međimurske županije geografski je smješten između dviju velikih reljefnih cjelina: Jugoistočnih Alpa i Panonske nizine. Na tom prostoru razlikujemo dvije različite geomorfološke cjeline. Sjeverni dio je brežuljkasti, dok je donji dio početak Panonske nizine. Sjevernu i istočnu granicu određuje uglavnom rijeka Mura, južnom granicom protječe rijeka Drava, dok zapadnu granicu određuje potok Šantavec. Prema geološkoj građi Međimurje je uglavnom sastavljeno od sedimentih stijena koje su nastale taloženjem sedimenta rijeka koji dolazi sa Alpa još od holocena (Miletić i sur., 1971.). Sediment čine diluvijalni i aluvijalni nanosi, čime su nastale terase šljunkovito–pjeskovitog sastava. Najveće debljine nanošenog materijala (148 m) su izmjerene između Preloga i Cirkovljana (Grđan i sur., 2007.). Zbog takve geološke podloge na prostoru donjeg Međimurja postoje brojni iskopi šljunka i pijeska. Vađenjem materijala, nastale su grabe različitih dubina i površina koje su postale samostalni i izolirani vodeni ekosustavi. Ovisno o starosti, šljunčare su u različitim stupnjevima eutrofikacije. Brojne bivše šljunčare su u vlasništvu športskih ribolovnih društava koji organiziraju povremeno čišćenje tih graba od mulja. Zbog intenzivnog izlova ribe takve grabe se gotovo svake godine poribljavaju ribljom mlađi.

Osim šljunčara na tom prostoru se nalaze brojne mrtvice rijeka neposredno uz Muru i Dravu. Mrtvice su nastale prirodnim ili antropegenim preusmjeravanjem rijeka u nova korita. Mrtvice su uglavnom pliće od graba šljunčara, a njihovo dno je zamuljeno.

Klima tog prostora opisuje se vrućim ljetima i hladnim zimama (umjereno topla kišna klima bez suhog razdoblja). Maksimum količine padalina je u toplom dijelu godine od travnja do rujna i u kasnu jesen. Snježni pokrivač slabo je zastupljen, prosječno 50 dana u godini, a vlažnost zraka je veoma velika, čak

iznad 70%. Prosječna godišnja temperatura zraka iznosi plus 10°C. Maksimalna temperatura zraka može dostići do plus 40°C u srpnju, a minimalna minus 25°C u siječnju (Bartolić i sur., 1995.).

Slatkovodna meduza (*Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880.) je životinjska vrsta iz koljena žarnjaka (Cnidaria). Kao i svi žarnjaci vrlo su jednostavne životinje dvoslojne građe: epiderm i gastroderm. Između ta dva sloja je mezogleja (Alegro i sur., 2014.). U životu slatkovodne meduze izmjenjuju se dvije generecije (metageneza): polip i meduza. Polipi su sjedilački oblici, a meduze su planktonski. Polipi su vrlo mali, do 2 mm i udruženi u kolonije (Stanković, 2014.) koje se sastoje od 3 do 7 polipa. Smješteni su na dnu na glatkim valuticama ili ljušturama školjkaša. Na polipima pupanjem nastaju meduze. Haploidne spolne stanice nastaju mejozom u gonadama. Oplodnja je vanjska i zbiva se u vodi. Iz oplođenje jajne stanice se razvija trepetljikava ličinka planula. Iz ličinke se razvije polip koji se pričvrsti na dnu.

Prema DeVriesu (1992) promjer tijela meduznog oblika iznosi od 5 do 25 mm. Za prihvat plijena pomažu usni lapovi i lovke. Lovke na sebi imaju žarnice, u žarnicama je otrov za omamljivanje ili usmrćivanje plijena (Alegro i sur., 2014.). Probavilo im je neprohodno. Hranu probavljaju pomoću enzima koje izlučuju žlijezdane stanice gastroderma. Probavljene hranjive tvari difuzijom ulaze u gastroderm te dalje u epiderm. Kisik upijaju cijelom površinom tijela. Živčani sustav im je mrežast i ravnomjerno raspoređen. Podražimo li meduzu na jednom dijelu tijela, podražaj će se sa tog kraja širiti difuzno po cijelom tijelu (Alegro i sur, 2014.). Kreću se pulsiranjem tijela gore, dolje, lijevo i desno. Tijekom dana odmaraju na dnu kopnenih voda i tako štede energiju. Plijen hvataju u sumrak i noću kada se dižu bliže površini jer prate migracije zooplanktona koji im je glavni izvor hrane (Peard, 1997.).

Slatkovodna meduza je vrsta široko rasprostranjena vrsta, njeno prisustvo je zabilježeno u mirnijim kopnenim vodama na prostorima gotovo svih država Europe te na svim kontinentima osim Antartike (Garms i Borm, 1981.). Pojavnost meduznog oblika je sporadična i nepredvidljiva iz godine u godinu (Stanković, 2007.). Prisustvo slatkovodne meduze na prostoru Republike Hrvatske je zabilježeno u vodenim ekosustavima Slavonije, u okolici Đakova (Župan, 2014.) i u Požeškoj kotlini (Samardžić, 2014.), Podravine na jezeru Čingi Lingi (Stanković, 2007.) i u jezeru Kuti (rijeka Neretva)(Benović i Lučić, 2001.).

Na prostoru Europe smatra se nezavičajnom vrstom. Prvi puta je meduzni oblik zabilježen i opisan u Botaničkom vrtu u Londonu u 1880. godine gdje je donesena na vodenom bilju iz Brazila (Boulenger and Flower, 1928.). O invazivnosti slatkovodne meduze u Republici Hrvatskoj možemo samo nagađati jer još uvijek nije načinjena procjena rizika invazivnosti. Pretpostavlja se njen negativni utjecaj na riblja jaja i ličinke te na zooplankton i zoobentos, ali čvrstih dokaza za to nema (Katušić,2015).

Analizom sastava gastrovaskularne šupljine (Stanković, 2007.) utvrđeno je da se slatkovodne meduze u jezeru Čingi Lingi hrane sa svim vrstama planktonskih račića koje mogu omamiti žarnicama i progutati. No, najzastupljenije su bile tri vrste iz podrazreda veslonožaca (*Copepoda*) i pet vrsta podreda rašljoticalaca (*Cladocera*). *C. sowerbyi* uglavnom preferira zooplankton veličine od 0,4 do 1,4 mm. Interesantno je da u nedostaku primarne hrane slatkovodne meduze većeg promjera mogu pojesti i male ribice različitih vrsta (DeVries, 1992.). Isti autor navodi da neke grabežljive vrste riba

nakon konzumacije slatkovodnih meduza istog trena ih ispljunu za razliku od rakova koji ih često jedu.

Prema istraživanjima drugih autora slatkovodne meduze nastanjuju uglavnom stajaće i/ili sporije protočne ekosustave kopnenih voda. Čingi Lingi jezero za vrijeme istraživanja slatkovodnih meduza (2003. i 2004. godine) je bilo oligotrofnog karaktera s povremenim prijelazom prema mezotrofnom tijekom ljetnih mjeseci. Slatkovodne meduze nastanjuju slabo lužnate vode (pH vrijednosti između 7 i 8) (Stanković, 2006.). Prema Harrelu (2002.) raspon pH vrijednosti vode koju nastanjuju slatkovodne meduze iznosi od 6,5 do 7,8.

Površinska temperatura kopnene vode koju nastanjuju slatkovodne meduze kreće se u rasponu od 21°C do 31°C (Stanković, 2006). Najniža temperatura vode u jezeru Čingi Lingi na dubini 8 m gdje su se nalazili polipi direktni izvori meduza iznosila je 13,4°C, što je znantno niže od mjerenja drugih autora (Stanković, 2007.) U literaturnim podacima različiti autori navode različite raspone vrijednosti električne vodljivosti vode u staništima meduza: po Harrel-u (2002.) se kreću se od 249 do 269 µS/cm dok Peard (1997) navodi vrijednosti od 22 do 470 µS/cm.

Tijekom ljeta 2014. godine po prvi puta je zapažena vrsta slatkovodne meduze (*Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880.) u vodenim ekosustavima stajaćica na području Međimurske županije. Slatkovodna meduza pripada koljenu žarnjaka. Uočen je samo meduzni oblik navedene vrste u području pelagijala. Zainteresirala me je pojavnost nove vrste na staništu te njen mogući utjecaj na ostale vrste. Nakon determinacije vrste, pribavljanja i proučavanja podataka iz literaturnih referenci odlučio sam se na nešto opsežnije istraživanje teme.

Ciljevi rada su sljedeći:

- istražiti prisutnost slatkovodnih meduza u ekosustavima voda stajaćica te odrediti tip sedimenta dna na onim lokacijama na kojima obitavaju slatkovodne meduze
- odrediti sastav ihtiofaune u onim vodenim ekosustavima u kojima su zastupljene slatkovodne meduze
- izmjeriti fizikalne pokazatelje vode na staništu (električna vodljivost, pH i temperatura) svaka dva tjedna od srpnja do listopada te usporediti s literaturnim podacima
- testirati moguće predatore na slatkovodne meduze
- odrediti varijabilnost promjera tijela meduznog oblika tijekom sezone od srpnja do listopada 2014. i 2015. godine na uzorcima koji su prikupljani svaka dva tjedna
- odrediti brojnost jedinki slatkovodnih meduza s obzirom na dubinu u određenom volumenu vode u kasnim poslijepodnevnim satima (19,00) svaka dva tjedna od srpnja do kraja listopada
- usporediti brojnost slatkovodnih meduza u odnosu na životne uvjete na istraživanim staništima.

Hipoteze:

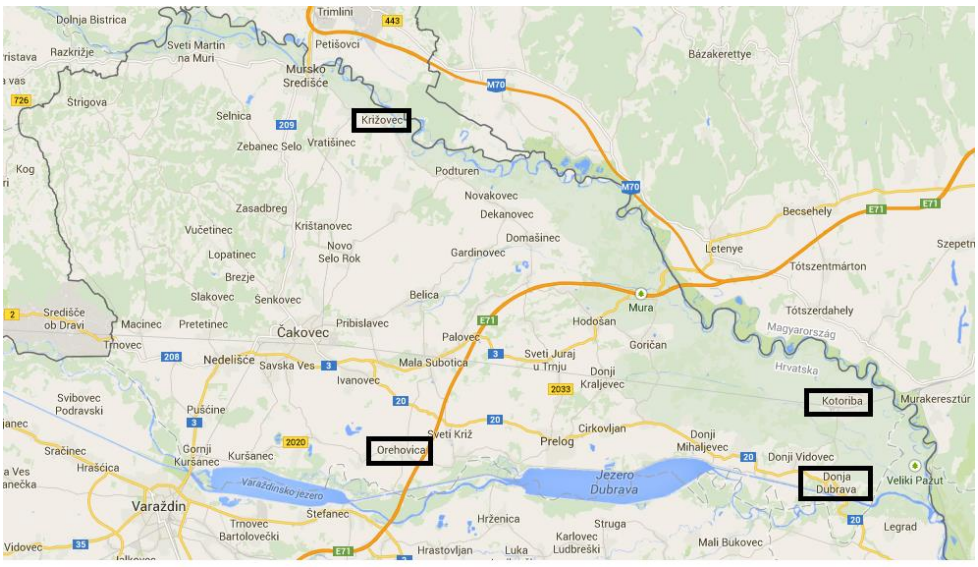
- budući da generacija polipa treba glatku podlogu za obitavanje, pretpostavljam da će slatkovodne meduze nastanjivati ona vodena staništa na kojima se na dnu nalaze valutice i pijesak ili mulj u kojima ima školjkaša

- sastav ribljih vrsta na istraživanim lokacijama ovisi prije svega o unosu riblje mlađi od strane športskih ribolovnih društava koja održavaju vodene ekosustave za svoje potrebe te o migracijama riba iz okolnih kanala i naravno o kvaliteti vode
- pretpostavlja se da staništa u kojima obitavaju slatkovodne meduze pripadaju kategoriji čistih voda (oligotrofnih), pH vrijednosti vode od 6 do 8, električnom vodljivosti vode do 500 µS cm^{-1} i temperaturom vode ne višom od 31°C
- zbog dobrog obrambenog mehanizma slatkovodnih meduza (žarnice s otrovom) pretpostavlja se da će im mali broj vrsta biti predator, eventualno ribe grabežljivci ili desetonožni rakovi
- pretpostavlja se da promjer meduznog oblika neće biti veći od 25 mm te da će se prosječni promjer povećavati tijekom sezone zbog povišenje temperature vode i rasta meduznog oblika
- pretpostavlja se da će dubinska raspodjela brojnosti jedinki u određenom volumenu vode ovisiti o vremenskim prilikama (stanje atmosfere).

METODE RADA

Pomoću aplikacije Google Maps i pretraživanjem terena bilježene su grabe šljunčare ili mrtvice rijeka (ukupno 32) na području donjeg Međimurja od naselja Križovec (uz Muru) i Orehovica (uz Dravu) na zapadu do naselja Kotoriba i Donja Dubrava na istoku (slika 1).

Prisustvo meduza ustanovljeno je preronjavanjem navedenih lokacija u suton kada započinju migracije meduza s dna prema površini. Sediment dna je procjenjivan vizualno prema veličini čestica u četiri kategorije: mulj, pijesak, šljunak i valutice prema Kerovec (1988). Valutice su preko 63 mm duljine, čestice šljunka od 2 do 62 mm, pijesak je veličine 0,06 do 2mm i čestice mulja su manje od 0,06 mm. Na dnu je bilježena prisustnost školjkaša.



Slika 1 . Karta područja istraživanja

Pregledom terena i uz pomoć google maps-a, na cjelokupnom istraživanom prostoru ustanovljena su 32 manja vodena ekosustava u obliku šljunčara ili mrtvica. Samo na četiri takva staništa obitavaju slatkovodne meduze što je ustanovljeno provlačenjem planktonske mreže kroz vodu. To su Perutnica,

mrtvica rijeke Drave kraj naselja Otoka (E 46.324104, N 16.586007) i bivša šljunčara blizu rijeke Mure kod naselja Kotoriba (E 46.345897, N 16.827406) te grabe kraj Cirkovljana (N46.328314, E16.649242) i Oporovca (N46.325533, E16.675665).

Istraživačke postaje su označene na sljedeći način: P1 – mrtvica Perutnica kraj Otoka; P2 – bivša šljunčara kraj Kotoribe; P3 – graba kraj Cirkovljana i P4 – graba kraj Oporovca.

Određivanje ihtiofaune na staništima

Kvalitativni sastav ihtiofaune je određivan vizualno prilikom ronjenja. Vlastite zabilješke su dopunjavane prikupljenim informacijama od članova športskih ribolovnih društava na terenu od srpnja do listopada 2014. Rezultati određivanja se prikazuju pomoću tablice.

Mjerenje električne vodljivosti, temperature i pH vode

Električna vodljivost, temperatura i pH vode mjereni su na staništu, uvijek na udaljenosti 2 m od obale na dubini 5 do 10 cm. Temperatura vode mjerena je digitalnim ubodnim termometrom. Šiljak termometra se uroni u vodu 3 minute. Kada se ustabile brojevi na ekranu očita se vrijednost temperature u °C (tri mjerenja) te se računa prosjek. pH vode je određivana tako da je elektroda pH-metra isprana destiliranom vodom i uronjena u ispitivanu vodu. Nakon što se brojevi na ekranu više nisu mijenjali pročitana je pH vrijednost vode (tri mjerenja). Iz dobivenih mjerenja računana je srednja vrijednost. Električna vodljivost je mjerena uranjanjem uređaja u vodu i očitavana je vrijednost na različitim dijelovima grabe tri puta te je računana prosječna vrijednost.

Navedene fizikalne parametre vode na istraživačkim postajama mjerene su svaka dva tjedna od srpnja do listopada 2014. Rezultati mjerenja električne vodljivosti, temperature vode i pH vode se prikazuju tablično pomoću programa Microsft Excel.

Testiranje na predatore

Ispitivane su određene vrste riba sa staništa te riječni rak kao predatori slatkovodnih meduza. Plastična kanta od 30 litara s poklopcem bušena je na 30 mjesta sa svrdlom promjera 0,3 cm pomoću električne bušilice. U zatvorenu kantu je stavljana testirana riba ili riječni rak i uronjena je u vodu na 24 sata. Izbušene rupe na kanti su osiguravale opskrbu vode kisikom. Nakon što su se ispitivana vrsta ribe te riječni rak (*Astacus astacus* L.) aklimatizirali na novi prostor, u kantu je ubačeno 10 svježe ulovljenih živih slatkovodnih meduza. Kanta je ponovno potopljena i nakon 24 sata su prebrojane preostale meduze. Postupak je ponavljan tri puta s različitim jedinkama iste vrste ribe. Riječni rakovi za ispitivanje su izlovljavani vršom na samom staništu, a ribe za istraživanje su dobivene od športskog ribolovnog društva. Sve testirane jedinke riba i riječnog raka su vraćene nazad u njihovo stanište. Rezultati testiranja se prikazuju tablično.

Određivanje brojnosti jedinki i dnevne migracije

Brojnosti jedinki slatkovodnih meduza su određivane na četiri lokacije: (1.) Perutnica kod naselja Otok (mrtvica rijeke Drave), (2.) graba šljunčara kod naselja Kotoriba, (3.) graba kod Cirkovljana i (4.) graba kod Oporovca. Jedinke su prikupljane na različitim dubinama pomoću planktonske mreže vlastite izrade svakih dva tjedna od srpnja do listopda 2014. i 2015. godine. Uzorkovanje je uvijek započeto u 19,00 sati. Promjer otvora planktonske mreže iznosi 0.8 m. Na otvor plastičnog koluta je

prišivena mreža konusnog oblika dužine 1,6 m. Na dno mreže je zalijepljen probušeni poklopac s navojem plastične posude volumena 0,25 dm^3. S gornje strane mreže je pomoću špage pričvršćen prazni plastični kanister volumena 5 dm^3. Plastični kanister ima ulogu plovka. S donje strane otvora planktonske mreže ovješen je probušeni komad željeza mase 2,5 kg, kako bi otvor mreže bio položen okomito na površinu vode. Uz pomoć improviziranog plovka pričvršćenog špagom regulirana je dubina vode za prikupljanje slatkovodnih meduza. Planktonska mreža vučena je kroz vodu 50 m u površinskom sloju, a zatim na dubini od 1,2 m. Prikupljene slatkovodne meduze su prebrojane. Volumen vode je izračunan tako da je množena površina kruga [$(0,4)^2$ x π] koji čini otvor planktonske mreže sa dužinom provlačenja planktonske mreže kroz vodu (50 m). Dobiveni rezultati se obrađuju u programu Microsft Excel te se prikazuju grafički. U rezultatima se prikazuje brojnost jedinki slatkovodnih meduza (zavisne varijabla) i datum uzorkovanja u odnosu na volumen vode (nezavisna varijabla) i dubinu sakupljanja životinja. Slatkovodne meduze za određivanje varijabilnosti promjera tijela su pohranjene u 70% etanol.

Dnevno - noćne migracije slatkovodnih meduza na Perutnici su određivane tijekom 24 sata. Uzorkovanje jedinki meduznog oblika je obavljeno od 23. kolovoza 2014. s početkom u 19,00 sati do 24. kolovoza 2014 u isto vrijeme. Svakih 4 sata su prikupljane jedinke na već opisani način na različitim dubinama, nakon prebrojavanja jedinki iste su vraćane nazad u njihovo stanište. Rezultati su bilježini u terenski dnevnik. Tako dobiveni podaci se obrađuju u Excelu. Grafički se prikazuje ovisnost brojnosti jedinki u vremenu tijekom 24 sata (zavisne varijable) na različitoj dubini istog volumena vode (nezavisne varijable).

Mjerenje promjera tijela meduznog oblika

Pomoću kuhinjskog cjedila odvojene su slatkovodne meduze od alkohola i prebačene u petrijevu posudu u koju je prethodno ulivena vodovodna voda. Ispod petrijeve posude je postavljen milimetarski papir. Promjer tijela je očitavan svakoj jedinki pomoću milimetarskog papira. Dobiveni podatci mjerenja su obrađivani u programu Microsoft Excel. Aritmetičku sredinu i medijan promjera tijela u odnosu na datum uzorkovanja (zavisne varijable) prikazivan je grafički u odnosu na određeno stanište (nezavisna varijabla).

REZULTATI

Sediment dna mrtvice Perutnice (P1) je pretežito šljunkovit s mjestimičnom pojavom mulja i pijeska na većim dubinama. Najviša dubina Perutnice iznosi 2,5 do 3 m. Sediment dna u bivšoj šljunčari kraj Kotoribe (P2) je uglavnom mulj, a uz obalu na dnu do 1 m dubine se uglavnom nalazi šljunak. Na najvećem dijelu navedena je šljunčara dubine 2,5 do 3 m. Na svega 10 m^2 površne u sredini grabe dubina iznosi 10 m. Graba kraj Cirkovljana (P3) je dubine do 2-3m, uglavnom zamuljeno s 4-6 školjkaša po m2. Graba kraj Oporovca (P4) je dubine 2-3 m dubine uz rub, na sredini mjestimično i do 5 m. Na dnu je mulj, pijesak ili šljunak. Školjkaši mjestimično prisutni.

Rezultati mjerenja električne vodljivosti, pH i temperature vode na terenu prikazani su u tablici 1 i 2 za istraživačke postaje kod naselja Otok (P1) i Kotoriba (P2) (2014. godine) te Cirkovljana (P3) i Oporovca (P4) (2015. godine).

Tablica 1. Rezultati mjerenja električne vodljivosti, pH i temperature vode -2014.

P1				P2			
datum	električna vodljivost/µS/cm	pH	temperatura /°C	**datum**	električna vodljivost/µS/cm	pH	temperatura /°C
13.7.2014.	218	7,2	24,3	**12.7.2014.**	258	6,9	23,8
27.7.2014.	243	7,4	26,2	**26.7.2014.**	315	7,4	25,9
10.8.2014.	269	7,3	27,9	**9.8.2014.**	347	7,3	27,3
24.8.2014.	297	7,5	27,3	**23.8.2014.**	421	7,6	24,7
7.9.2014.	345	7,7	25,4	**6.9.2014.**	368	7,8	23,6
21.9.2014.	312	7,3	24,1	**20.8.2014.**	316	7,2	22,3
5.10.2014.	274	7,2	19,6	**4.10.2014.**	324	7,4	19,1
19.10.2014.	246	7,4	18,7	**18.10.2014.**	361	7,1	18,2

Tablica 2. Rezultati mjerenja električne vodljivosti, pH i temperature vode - 2015.

P3				P4			
datum	električna vodljivost/µS/cm	pH	temperatura /°C	datum	električna vodljivost/µS/cm	pH	temperatura /°C
13.7.2014.	240	7,1	24	12.7.2014.	252	7	23,8
27.7.2014.	267	7,4	26,8	26.7.2014.	387	7,1	26,2
10.8.2014.	283	7,4	28	9.8.2014.	302	7,3	27,5
24.8.2014.	323	7,5	27,5	23.8.2014.	338	7,6	25,7
7.9.2014.	365	7,5	25,8	6.9.2014.	368	7,6	23,8
21.9.2014.	342	7,4	24,4	20.8.2014.	361	7,4	22,4
5.10.2014.	313	7,3	20,1	4.10.2014.	329	7,4	19,3
19.10.204.	297	7,2	18,8	18.10.2014.	316	7,2	18,1

U tablici 3 prikazan je popis riba i rakova koje su zabilježeni na istraživačkim lokacijama tijekom ljeta 2014. godine za vrijeme istrživanja slatkovodnih meduza.

Tablica 3. Vrste riba i rakova u istraživanim vodenim ekosustavima

vrsta	P1	P2	P3	P4
som (*Silurus glanis* L.)	+	+	+	+
patuljasti somić(*Ameiurus nebulosus* L.)	-	+	+	+
grgeč (*Perca fluviatilis* L.)	+	+	+	+
štuka (*Esox lucius* L.)	+	+	+	+
bodorka (*Ruthilus rutilus* L.)	+	+	+	+
sunčanica (*Lepomis gibbosus* L.)	+	+	+	+
karas (*Carassius carassius* L.)	-	+	+	+
bjelica (*Leucaspius delineatus* Heckel)	+	+	+	+
riječni rak(*Astacus astacus* L.)	+	+	+	+
bolen (*Leuciscus aspius* L.)	+	+	+	+
smuđ (*Sander lucioperca* L.)	+	+	+	+
šaran ribnjačarski (*Cyprinus carpio* L.)	+	+	+	+
šaran dunavski (*Cyprinus carpio* L.)	+	+	+	+
deverika (*Abramis brama* L.)	+	+	+	+
uklija (*Alburnus alburnus* L.)	+	+	+	+
linjak (*Tinca tinca* L.)	+	+	+	+
crvenperka (*Scardinius erythrophthalmus* L.)	+	+	+	+
amur (*Ctenopharyngodon idella* L.)	+	+	+	+
babuška (*Carassius gibelio* Bloch)	+	-	+	+

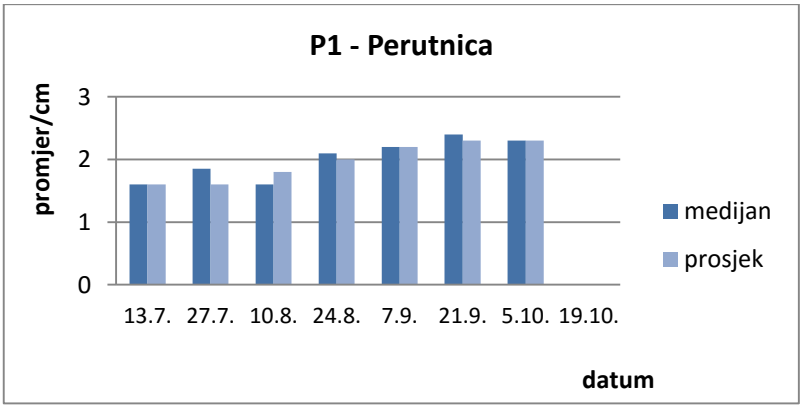
Testiranjem grabežljivih riba sa staništa gdje obitavaju slatkovodne meduze nisam zabilježio niti jednu vrstu riba koja se hrani slatkovodnim meduzama, osimriječnog raka (tablica 4).

Tablica4. Broj slatkovodnih meduza nakon izlaganja potencijalnim

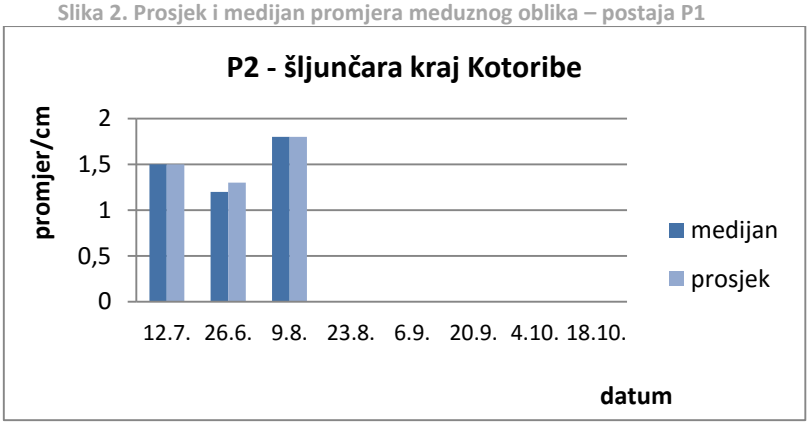
vrsta	broj meduza nakon testiranja
som (*Silurus glanis* L.)	10
patuljasti somić (*Ameiurus nebulosus* L.)	10
grgeč (*Perca fluviatilis* L.)	10
štuka (*Esox lucius* L.)	10
bodorka (*Ruthilus rutilus* L.)	10
sunčanica (*Lepomis gibbosus* L.)	10
karas (*Carassius carassius* L.)	10
bjelica ili keder (*Leucaspius delineatus* Heckel)	10
riječni rak (*Astacus astacus* L.)	9

Od 12. srpnja do 17. listopada 2014. na dvije istraživačke lokacije je prikupljan živi materijal osam puta (svaka dva tjedna). Na obje lokacije je prikupljeno ukupno 1014 jedinki meduznog oblika. Na mrtvici Perutnica je prikupljeno 932 jedinke, a na šljunčari kraj Kotoribe svega 98. Tijekom 2015. godine je prikupljan materijal 11. srpnja do 19. listopada na lokacijama kod Cirkovljana (135 jedinki) i Oporovca (72 jedinke). Ukupno je prikupljeno 207 jedinki tijekom osam izlazaka na teren.

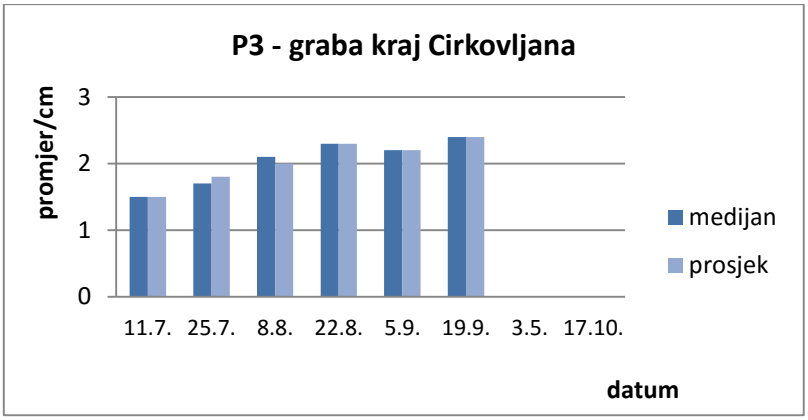
Grafički su prikazani rezultati aritmetičke sredine i medijana promjera tijela jedinki meduznog oblika prema navedenim datumima tijekom istraživačkog perioda u istraživačkim postajama: P1 (slika 2), P2 (slika 3), P3 (slika 4) i P4 (slika 5). Raspon aritmetičke sredine po datumima uzorkovanja se kreće od 1,5 do 2,4 cm.



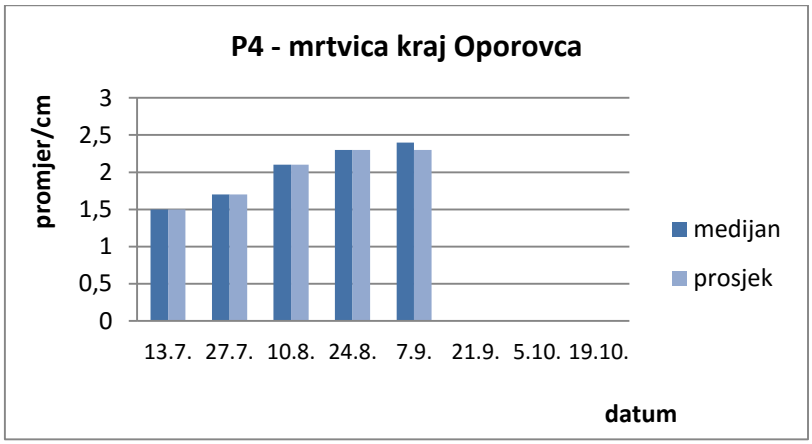
Slika 2. Prosjek i medijan promjera meduznog oblika – postaja P1



Slika 3. Prosjek i medijan promjera meduznog oblika – postaja P2

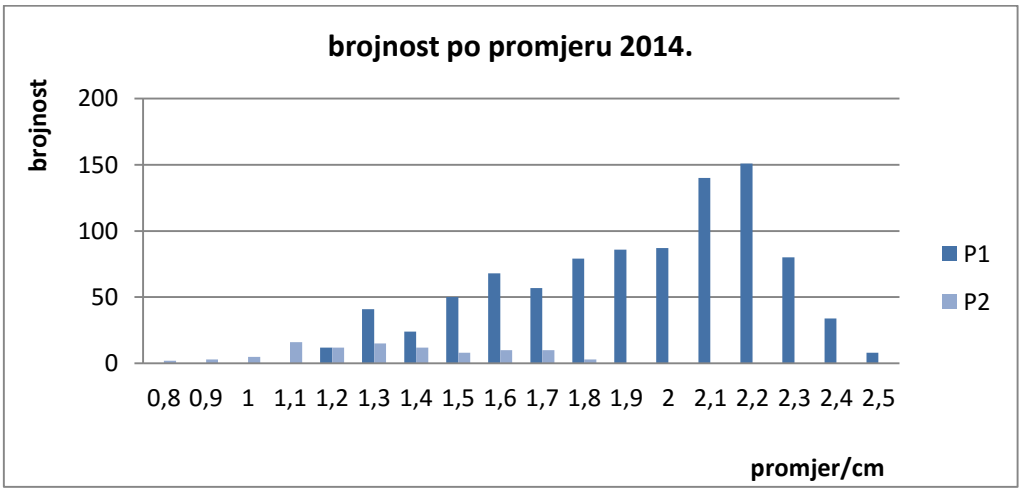


Slika 4. Prosjek i medijan promjera meduznog oblika – postaja P3

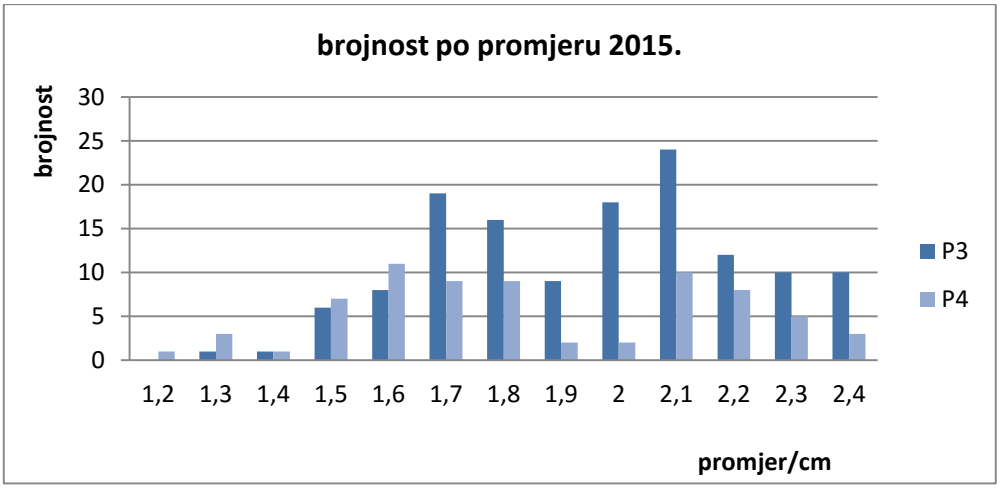


Slika 5. Prosjek i medijan promjera meduznog oblika – postaja P4

Grafički je prikazan odnos brojnosti i promjera tijela uzorkovanih jedinki tijekom 2014. godine (slika 6) i tijekom 2015. godine (slika 7) na istraživanim lokacijama. Iz grafičkog prikaza (2014.) na slici 6 je vidljivo da je najmanja brojnost jedinki najmanjeg i najvećeg promjera tijela. Tijekom 2015. godine (slika 7) na postaji P4 su vidljiva stanovita odstupanja.

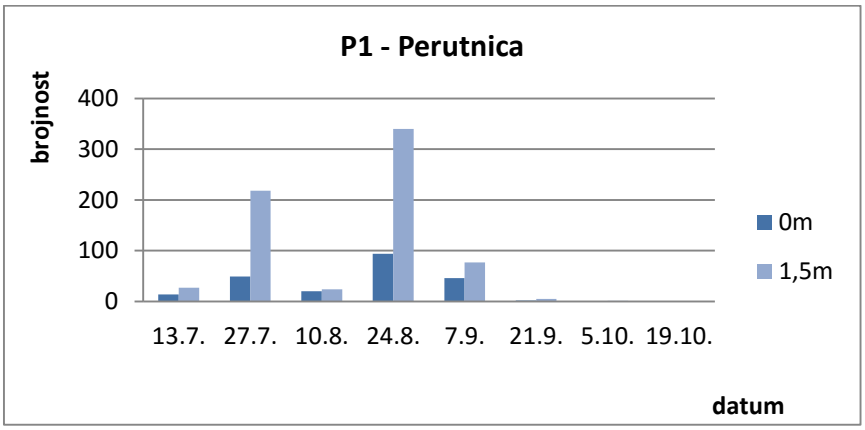


Slika 6. Brojnost meduznog oblika u odnosu na promjer tijela - 2014.

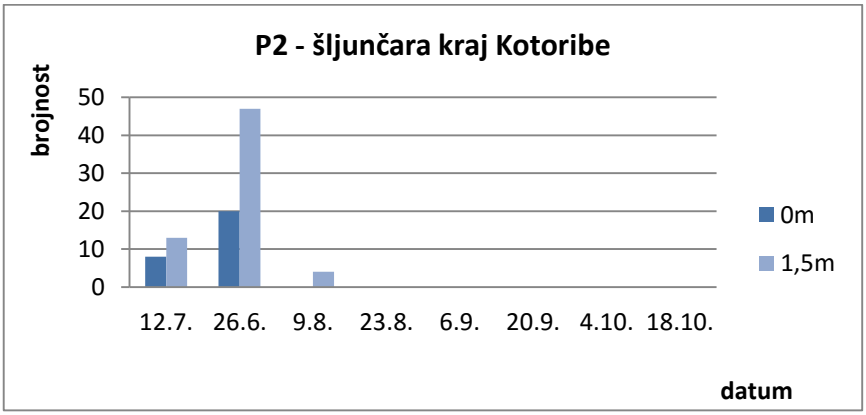


Slika 7. Brojnost meduza u odnosu na promjer tijela - 2015.

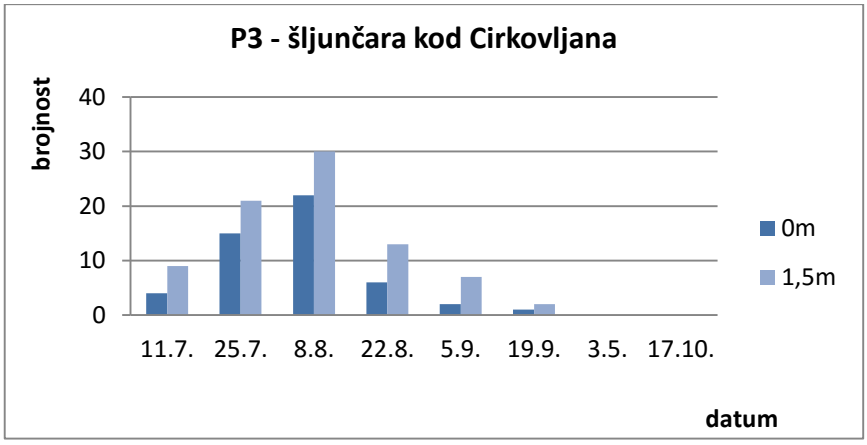
Rapodjela brojnosti jedinki s obzirom na dubinu prikazana je grafički: istraživačka postaja P1 (slika 8), istraživačka postaja P2 (slika 9), istraživačka postaja P3 (slika 10) i istraživačka postaja P4 (slika 11). Na svi ispitivanim lokacijama veća je brojnost jedinki na 1,5 m dubine u odnosu na površinu.



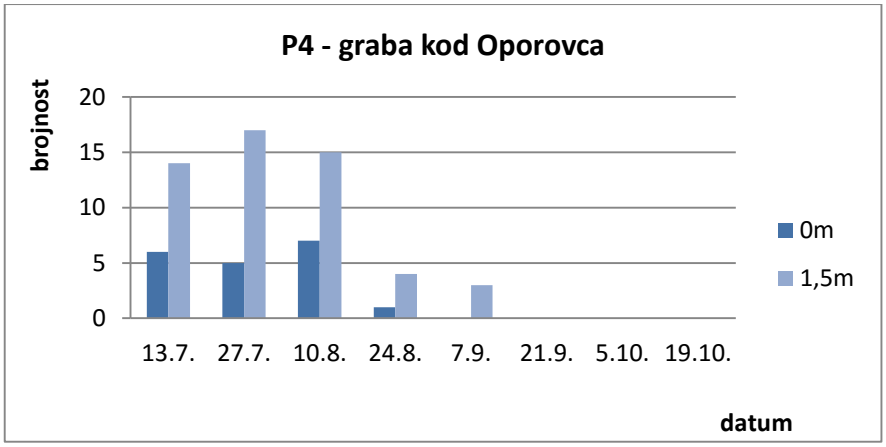
Slika 8. Brojnost meduznog oblika u odnosu na dubinu – postaja P1



Slika 9. Brojnost meduznog oblika u odnosu na dubinu – postaja P2

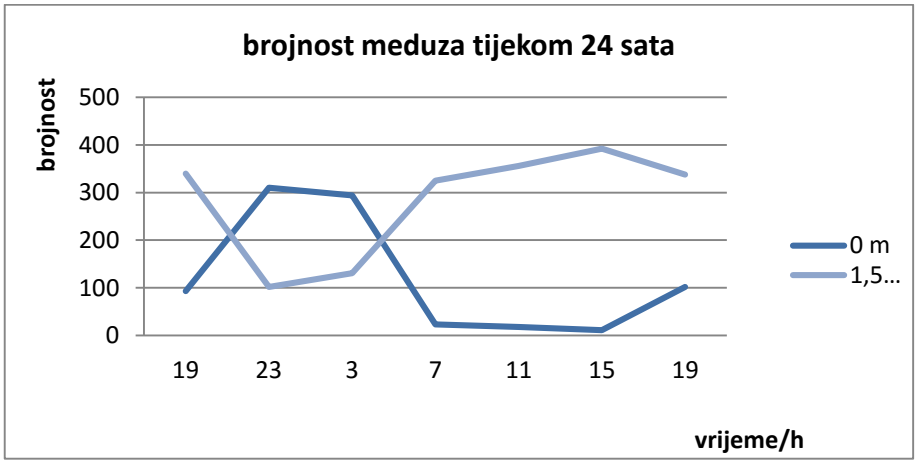


Slika 10. Brojnost meduznog oblika u odnosu na dubinu – postaja P3



Slika 11. Brojnost meduznog oblika u odnosu na dubinu – postaja P4

Brojnost meduza na različitim dubinama tijekom 24 sata u mrtvici kraj Otoka je prikazana grafički na slici 8. Za vrijeme odsustva svijetla, tijekom noći, više je jedinki prikupljeno na u površinskom sloju, a tijekom dana obrnuto.



Slika 12. Brojnost meduza na različitim dubinama tijekom 24 sata

RASPRAVA

Ovim istraživanjem, provedenim tijekom ljeta i jeseni 2014. i 2015. godine na prostoru donjeg Međimurja, zabilježene su svega 4 lokacije na kojima su prisutne slatkovodne meduze. 2014. godine zabilježene su Perutnica kraj naselja Otok (P1) i šljunčara kraj Kotoribe (P2), a u grabama kraj Cirkovljana (P3) i Oporovca (P4) tijekom 2015. godine. Prema literaturnim podacima (Stanković, 2007.) pretpostavlja se da su slatkovodne meduze dospjele u vodene ekosustave Međimurja iz Podravine. Vjerojatno su prenesena oplođena jaja ili ličinke nedezinficiranim ribolovnim priborom i/ili migracijama ptica vodenih staništa. Pretpostavlja se da postoje dva razloga zašto su se slatkovodne meduze nastanile upravo na navedenim lokacijama. Prvi je velika učestalost sportskog ribolova na tim staništima pogotovo ribolovaca koji često mijenjaju prostor izlova. Za razvoj polipa potrebna je glatka površina školjkaša ili valutica. Na izrazito muljevitom sedimentu dna bez školjkaša u različitim stupnjevima eutrofizacije ne postoji mogućnost obitavanja polipa.

Prema izmjerenim vrijednostima električne vodljivosti vode, oba staništa su oligotrofna odnosno pripadaju 1. vrsti prema pokazateljima kvalitete voda (Narodne novine, 107/95, 1998.). Izmjerene vrijednosti istraživanih postaja su u skladu s izmjerenim vrijednostima na području obitavanja slatkovodne meduze iz literaturnih referenci (Harrel, 2002., Peard, 1997.). Pretpostavljam da su blage oscilacije vrijednosti električne vodljivosti djelomično posljedica promjene temperature, a djelomično promjenom količine iona u vodi koji nastaju raspadom organskih tvari. Raspon pH vrijednosti vode na istraživanim vodenim staništima se kreće od 6,9 do 7,8. Dakle, voda koju nastanjuju slatkovodne meduze je neutralna ili blago lužnata. Rezultati su u skladu s mjerenjima drugih autora (Stanković, 2006., Harrel, 2002.). Zbog visokog specifičnog toplinskog kapaciteta vode, njena temperatura se mijenja sporije u odnosu na promjene temperature u atmosferi. To svojstvo vodu čini pogodnijim staništem zbog kolebanja temperature u odnosu na atmosferu (kopnena staništa). Raspon izmjerenih temperatura vode tijekom istraživanja je u skladu literaturnim podacima za temperaturu prirodnih voda u kojima obitavaju slatkovodne meduze (Stanković, 2006., Stanković, 2007.).

Zabilježeni kvalitativni sastav riba istraživanih lokacija je karakterističan za dunavski slijev, pa tako za rijeke Muru i Dravu. Zabilježene vrste riba na svim staništima su dospjele prebacivanjem iz obližnjih rijeka ili poribljavanjem koje provode lokalna Športska ribolovna društva koja svake godine unose mlađ šarana. U Perutnicu je osim šarana još unesena i mlađ amura (Kalšan, 2014.). Šaran je riba koja u potrazi za hranom „ruje“ po dnu. Osim šarana, to još u manjoj mjeri čine i sve ribe koje se hrane pridnenim organizmima, npr. deverika, bodorka, linjak. Na taj način pridonose dizanju čestica mulja sa dna (resuspenzija), a time i neraspadnutih organskih tvari iz mulja. Navedene ribe tako pogoduju boljem pristupu hrane za zooplankton, čime sudjeluju u povećanju brojnosti zooplanktona.

Ni jedna od navedenih vrsta riba ne hrani se isključivo zooplanktonom, a time i meduzama, pa se ne može reći da vrste riba utječu na prisutnost ili odsutnost meduza. Jedino što bi moglo utjecati na brojnost meduza je količina riblje mlađi koja se hrani sitnijom hranom, prvenstveno zooplanktonom, pa mogu s slatkovodnim meduzama biti u kompeticiji za hranu. Međutim, prema literaturnim podacima (DeVries, 1992.) slatkovodne meduze se mogu hraniti bilo kakvom hranom koju mogu pojesti, odnosno one su generalisti, pa prema tome količina ribe koja se hrani primarnom hranom meduza ne bi trebala utjecati na njihovu brojnost.

Rezultati testiranja pokazuju da se niti jedna vrste riba nije hranila slatkovodnim meduzama tijekom 24 sata ispitivanja. Jedino su riječni rakovi mogući predatori slatkovodne meduze. Rezultati su u skladu s DeVriesovim istraživanjima. No, to ne znači da će na prirodnim staništima, gdje je izbor hrane veći, rakovi izabrati baš slatkovodne meduze u prehrani. Riječni rakovi su aktivni noću i hranu uglavnom pronalaze na dnu. Tijekom noći meduzni oblici migriraju prema površini pa se pretpostavlja da neće nikako biti hrana riječnog raka. Veća je vjerojatnost da se riječni rakovi hrane polipnim sjedilačkim oblicima koji su na dnu. Ukoliko se riječni rak doista hrani polipnim oblicima tada može utjecati na biomasu slatkovodnih meduza. U grabi Perutnica (P1) postoji vrlo brojna i stabilna populacija riječnih rakova. Pojavnost riječnih rakova na ostalim zabilježenim staništima slatkovodne meduze je bila sporadična. Brojnost meduznog oblika u Perutnici u istom volumenu vode u odnosu na preostala tri staništa je puno veća. Na osnovi toga nameće se zaključak da riječni rakovi uglavnom nisu izabirali polipe za svoju prehranu.

Na osnovu grafičkih prikaza na slikama 2, 3, 4 i 5 vremenski najduže prisustvo slatkovodne meduze je zabilježeno u postaji P1 (od sredine srpnja do početka listopada 2014.), gotovo tri mjeseca. U postaji P2 meduzni oblik je zabilježen svega tri puta u 2014. godini (od sredine srpnja do početka kolovoza). U postajama P3 i P4 (2015. godine) meduzni oblik je bio prisutan dva mjeseca (od sredine srpnja do sredine rujna). Na svim istraživanim postajama je ustanovljeni porast prosječnog promjera meduznog oblika u odnosu na vrijeme, osim u postaji P2 (slika 9). Povećanje promjera tijela tijekom sezone vjerojatno je posljedica rasta meduznog oblika u optimalnim abiotičkim i biotičkim uvjetima na staništu. Pretpostavlja se da je glavni razlog odstupanja tendencije porasta u postaji P2 premali broj izlovljenih jedinki za statističku obradu (12. 7. 2014. i 9.8. 2014). Na toj lokaciji 9.8.2014. nije izlovljena niti jedna jedninka u površinskom sloju. Mogući razlog tomu je manja početna brojnost jedinki na koju su dodatno djelovali čimbenici iz okoliša. Pretpostavlja se da zbog povoljnijih uvjeta jedan dio jedinki meduznog oblika se preselilo na veću dubinu.

Vrijednost medijana (slike 2, 3, 4 i 5) za promjer tijela meduznog oblika je uglavnom sukladna vrijednosti aritmetičke sredine. To znači da je jednak broj jedinki s manjim i s većim promjerom tijela u odnosu na aritmetičku sredinu.

Uočena su odstupanja brojnosti jedinki prema promjeru tijela slatkovodnih meduza (slika 7) na lokaciji P4 tijekom 2015. godine. Obično u prirodi ima najviše jedinki prosječnih osobina. Mogući razlog odstupanja je promjena u aktivnosti jedinki tijekom uzorkovanja i/ili premali broj uzorkovanih jedinki za statističku obradu.

Na osnovi grafičkih prikaza (slike 8, 9, 10 i 11) u svim istraživačkim postajama je zabilježena veća brojnost jedinki pri dnu u odnosu na površinu. Razlog tome je vrijeme uzorkovanja (oko 19,00 h). To je vrijeme kada se meduzni oblici kreću prema površini. Najviša brojnost jedinki u odgovarajućem volumenu vode (gustoća populacije) je zabilježeno krajem srpnja i početkom kolovoza u svim postajama tijekom istraživanja. To je vjerojatnog zbog najpovoljnijih abiotičkih i biotičkih čimbenika na staništu (temperatura vode i obilje hrane).

Na osnovi rezultata promjera meduznog oblika i brojnosti jedinki tijekom istraživanja u svim postajama nameće se zaključak da je postaja P1 ekološki najpovoljnije stanište u odnosu na ostale za slatkovodne meduze.

Prema literaturnim zapisima slatkovodne meduze se hrane isključivo zooplanktonom. Zooplankton se premješta na različite dubine u stupcu vode (dnevno – noćne aktivnosti). Danju se uglavnom zadržava pri dnu, a noću se uzdiže bliže površini vode. Slatkovodne meduze zbog hranjenja moraju pratiti kretanje plijena kako bi namirile svoje potrebe za hranom. Iz grafičkog prikaza (slika 12) je vidljivo da je aktivnost slatkovodnih meduza tijekom noći veća te se zadržavaju uglavnom u površinkom dijelu vode. Tijekom dana su uglavnom u fazi mirovanja bliže dna. Također prema literaturnim podatcima slatkovodne meduze su laboratorijskim uvjetima pozitivno fototaksične i kreću se prema svijetlosti (Peard,1997.). Rezultati mjerenja u prirodnim staništima ukazuju upravo obrnuto. Najveća aktivnost meduza na površini počinje zalaskom sunca oko 19 sati kada su i rađena mjerenja. Veća aktivnost pri površini traje sve do jutra kada izlaze prve zrake sunca, a meduze odlaze u dubinu.

Svakako bi bilo dobro načiniti opsežnija istraživanja na osnovu kojih bi se odredio stupanj invazivnosti istraživane vrste. Ukoliko bi takva istraživanja pokazala da postoje ekonomske štete na ekosustav tada bi trebalo poduzeti odgovarajuće mjere i postupke za eliminaciju sa staništa.

ZAKLJUČCI

- na prostoru Međimurske županije istočno od linije Križovec - Orehovica zabilježena su 32 vodena ekosustava stajaćica, od toga samo na četiri (mrtvica Perutnica, šljunčara u Kotoribi, graba kraj Cirkovljana i graba kraj Oporovca) je ustanovljeno prisustvo meduznog oblika vrste *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880.
- tri staništa (P1, P3 i P4) su zabilježena u bivšem polojnom području rijeke Drave i jedno (P2) u polojnom području rijeke Mure
- temperatura, električna provodljivost i pH vode na svim lokacijama gdje su prisutne slatkovodne meduze preklapa se sa literaturnim podacima
- prisutnost i brojnost slatkovodnih meduza ovisi o veličini čestica sedimenta dna (preferiraju glatke valutice) i/ili prisustvu školjkaša za koje se može pričvrstiti polipni oblik
- mrtvica Perutnica (P1) povoljnije je stanište slatkovodnim meduzama od ostalih staništa, na što ukazuje veći broj jedinki, duža vremenska pojavnost i veći promjer tijela meduznog oblika u mrtvici Perutnici
- na staništima slatkovodne meduze su zabilježene karakteristične vrste riba za dunavski slijev
- odrasle slatkovodne ribe nisu predatori slatkovodnih meduza, jedini mogući predator je riječni rak
- promjer tijela meduznog oblika povećava se tijekom sezone uslijed rasta jedinki
- na svim istraživanim staništima zabilježene su dnevno-noćne migracije meduznog oblika u stupcu vode - tijekom dana su bliže dnu, a noću tijekom odsutnosti svijetla su bliže površini.

LITERATURA

Alegro A. i sur. 2014. Koljeno: Žarnjaci (Cnidaria), Ćorić S. (ur.) Život 2 – udžbenik biologije u 2. razredu gimnazije, Školska knjiga, Zagreb, str. 85-88.

Bartolić Z. i sur. 1995. Klima donjeg međimurja, Feletar D. (ur.) Prelog monografija, str. 25-31.

Benović A. i Lučić D. 2001. Jellyfish outbreaks: natural cycle or stress respond effect, Prezentirano na: Ciesm 2001. Ciesm Workshop Series 14: Gelatinous zooplankton outrbeaks: theory and practica. Naples, Italy

Boulenger C.L., Flower W.U. 1928. The Regents Park medusa Craspedacusta sowerbyi and its identity with C. (Microhydra) ryderi. Proceedings of the Zoological Society of London 66:1005-1015.

DeVries D.R. 1992. The freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi*: a summary of its life history, ecology and distribution. Journal of Freshwater Ecology 7:716.

Garms G., Borm L. 1981. Žarnjaci, Vujnović D., (ur.), Fauna Evrope, priručnik za raspoznavanje životinjskih vrsta,Mladinska knjiga, Ljubljana, str. 268-433.

Grđan i sur. 2007. Geotehnički elaborat za potrebe kolektorskog sustava „Prelog – Donja Dubrava – Kotoriba“, Hidroekoning Varaždin, str. 6-8. On-LineURL:http://www. medjimurskevode.hr/dokumenti/PDF/Prelog_JZ/geotechnical_elaborate_collector_system _Prelog_DDubrava.pdf. Pristupljeno 24.1. 2015.

Harrel R. C. 2002. New distribution record and ecological notes of the freshwater Hydrozoan Craspedacusta sowerbii in Southeast Texas. The Texas Journal of Science.Texas Academy of Science Audience: Academic; General Format: Magazine/Journal Subject: Science and technology, Texas Academy of Science ISSN: 0040-4403. Volume: 54 Source Issue: 4

Kalšan A. 2014. Usmeni izvor, član ŠRD „Glavatica“ iz Preloga.

Katušić L. 2015. Voditelj Odsjeka za beskralješnjake, Odjel za divlje i udomaćene svojte i staništa, Državni zavod za zaštitu prirode, Trg Mažuranića 5, 10000 Zagreb, Hrvatska. Tel: 01/5502-900, email: luka.katusic@dzzp.hr

Kerovec M. 1988. Karakteristike kopnenih voda i njihovog ţivog svijeta, Kerovec M., Durbešić P., Hršak V. i sur. (ur.), Ekologija kopnenih voda, Hrvatsko ekološko društvo i dr. Ante Pelivan, Zagreb, str. 5-6, 30-32.

Miletić P. i sur. 1971. Hidrogeologija prvog vodonosnog horizonta porječja Drave na područjuHrvatske. Geološki vjesnik br. 24, Zagreb, str. 149-154.

Narodne novine, 1998. Uredbe o klasifikaciji voda, 107/95.

Peard T L. 1997. Habitat characterization of the freshwater hydromedusa, *Craspedacusta sowerbii*, Biology department of the Indiana Universty of PA. On Line URL:http://www.apps.dcnr.state.pa.us/conservationscience/grantreports/GrantReports/279329/279329_report.pdf. Pristupljeno 24.1. 2015.

Samardžić I. 2014. Zanimljivo otkriće Požeškog ronilačkog kluba. On-Line URL: http://pozeska-kronika.hr/zanimljivosti/item/4160-pojavila-se-slatkovodna meduza. html. Pristupljeno 24.1. 2015.

Stanković I. 2007. Slatkovodna meduza *Craspedacusta sowerbyi* Lankester 1880 u jezeru Cingi Lingi – diplomski rad. PMF Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Stanković M. 2006. Novi taksoni u specijskom rezervatu Zasavica, Tumić, M. (ur.), EkoIst' 06, Ekološka Istina / Ecological Truth, 04. – 07. 06. 2006. OnLineURL:http://www.ecoist.rs/Ekoloska%20Istina%2006%20%20Zbornik%20radova.pdf. Pristupljeno 24.1. 2015.

Stanković M. 2014. Prilog rasprostranjenosti slatkovodne meduze (*Craspedacusta sowerbyi* Lankester,1880) u Srbiji. On-LineURL: http:// udruzenjeakvarista. rs/?p=373. Pristupljeno 24.1.2015.

Župan S. 2014. Slatkovodne meduze u đakovačkom Bajeru. Glas Slavonije. On-LineURL:http://www.glas-slavonije.hr/240867/2/Slatkovodne-meduze-u-djakovackom-Bajeru. Pristupljeno 24.1.2015.

UTJECAJ UPORABE ŽVAKAĆIH GUMA RAZLIČITIH OKUSA NA KRATKOROČNO I DUGOROČNO PAMĆENJE

Mia Čop, 3. razred

Prirodoslovna škola Vladimira Preloga, Zagreb
Mentor: Željko Krstanac

SAŽETAK
Pamćenje je mogućnost usvajanja, zadržavanja i korištenja informacija. Tri faze pamćenja su senzorno, dugoročno i kratkoročno. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati ima li žvakanje žvakaćih guma i/ili njihov okus pozitivan utjecaj na kratkoročno i dugoročno pamćenje. Hipoteza: okus žvakaćih guma imat će pozitivan utjecaj na kratkoročno i dugoročno pamćenje, a žvakaće gume s okusom mentola imat će najbolji utjecaj na kratkoročno i dugoročno pamćenje. Istraživanje smo proveli s kontrolnom skupinom i tri skupine ispitanika. Ispitanici su imali 3 minute da zapamte što više pojmova iz tablice, a zatim još 3 minute da zapišu pojmove. Prva skupina ispitanika (PSI)je tijekom pamćenja pojmova i zapisivanja zapamćenih pojmova stiskala anti-stres loptice kako bih ispitala ima li pojačana cirkulacija pozitivan utjecaj na pamćenje. Druga (DSI) i treća skupina ispitanika(TSI) su 3 minute prije pamćenja pojmova i za vrijeme pamćenja i pisanja zapamćenih pojmova žvakale žvakaće gume voćnog okusa odnosno žvakaće gume s okusom mentola. Na ovaj način je ispitivano kratkoročno pamćenje ispitanika. Istraživanje dugoročnog pamćenja je provedeno 7 dana nakon prvog istraživanja na isti način osim što ovoga puta ispitanici nisu pamtili pojmove, već su ih se prisjećali. U ispitivanju kratkoročnog pamćenja najbolji rezultat je imala TSI što je potvrdilo da žvakaće gume s okusom mentola imaju najbolji učinak na kratkoročno pamćenje. PSI je ostvarila bolje rezultate nego kontrolna skupina pa pretpostavljam da pojačana cirkulacija također ima pozitivan utjecaj na kratkoročno pamćenje. U ispitivanju dugoročnog pamćenja su sve skupine ispitanika imale jako slične rezultate, ali su se podosta razlikovali od kontrolne skupine. Pretpostavljam da okus žvakaćih guma nema utjecaj kada je riječ o dugoročnom pamćenju, ali da pojačana cirkulacija ima. Zaključak ovog istraživanja jest da žvakaće gume s okusom mentola imaju pozitivan utjecaj na kratkoročno pamćenje, ali da nemaju utjecaj na dugoročno pamćenje dok pojačan protok krvi zbog pokretanja mišića ima pozitivan utjecaj na kratkoročno i dugoročno pamćenje.

***Ključne riječi**: mentol, jabuka, anti-stres loptice, cirkulacija krvi*

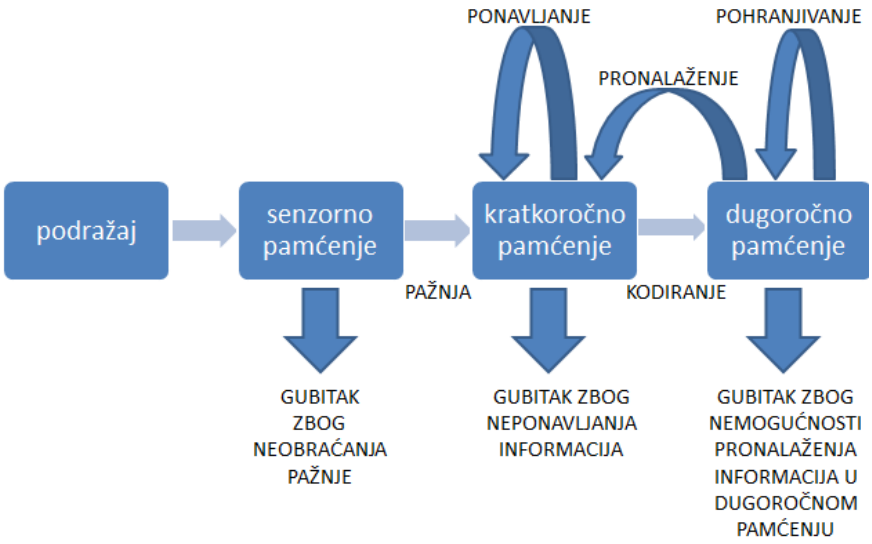
UVOD

Pamćenje je mogućnost usvajanja, zadržavanja i korištenja informacija (Zarevski, 1997.). Tri faze pamćenja su senzoričko, kratkoročno i dugoročno pamćenje. Senzoričko pamćenje je faza pamćenja koja djeluje u susretu s podražajem; zadržava dojmove samo kratko vrijeme, ali to vrijeme je dovoljno dugo da podatci mogu biti dalje procesirani. Kratkoročno pamćenje je faza pamćenja koja zadržava podatke u trajanju od, otprilike, jedne minute nakon nestanka tragova podražaja. Dugoročno pamćenje je faza pamćenja koja relativno trajno pohranjuje upamćene podatke. Tri procesa pamćenja su kodiranje, pohranjivanje i pronalaženje. Kodiranje je modificiranje informacija kako bi mogle biti pohranjene u pamćenju (prva faza procesiranja informacija). Pohranjivanje je održavanje informacija tijekom vremena(druga faza procesiranja informacija). Pronalaženje je lokaliziranje pohranjenih informacija i njihovo vraćanje u svijest(treća faza procesiranja informacija). Senzorni podatci podražajem dolaze do senzoričkog pamćenja gdje se kratko zadržavaju, a pažnjom se prenose u kratkoročno pamćenje. Podatci iz senzoričkog pamćenja zaboravljaju se zbog propadanja. Ponavljanjem podatci ostaju u kratkoročnom pamćenju. Podatci iz kratkoročnog pamćenja zaboravljaju se zbog propadanja ili premještanja. Pohranjivanjem se podatci prenose iz kratkoročnog pamćenja u dugoročno pamćenje. Pronalaženjem se podatci vraćaju iz dugoročnog pamćenja u kratkoročno pamćenje. Podatci iz dugoročnog pamćenja se zaboravljaju zbog

nemogućnosti pronalaženja podataka u dugoročnom pamćenju (Rathus, 2001.). Prelaženje podataka iz pojedine faze pamćenja u neku drugu prikazano je slikom 1.

Žvakaće gume najčešće se koriste kao sredstvo za poboljšanje zadaha, ali prema nekim istraživanjima, imaju pozitivan učinak na pamćenje (Young, 2002.). Još nije razjašnjeno ima li pozitivan utjecaj na pamćenje okus žvakaćih guma ili pojačan protok krvi zbog pokretanja mišića. Na tečajevima učenja, tj. tečajevima tehnika memoriranja obrađuju se metode memoriranja koje pomažu pri učenju redovnog školskog gradiva. Posebno je zanimljiva metoda „Flavourgum“, prema kojoj se pamćenje stimulira tako da se žvače žvakaća guma istog okusa tijekom učenja određenog gradiva i pisanja testa iz tog istog gradiva. Također se preporučuje korištenje žvakaćih guma s okusom mentola, jer navodno, te žvakaće gume imaju najbolji utjecaj na pamćenje. S obzirom na to da je u većini škola žvakanje žvakaćih guma tijekom nastave zabranjeno, ovu metodu se ne koristi.

Hipoteza ovog istraživanja je da žvakanje žvakaćih guma različitih okusa ima pozitivan utjecaj na kratkoročno i dugoročno pamćenje, a žvakaće gume s okusom mentola imaju najjači utjecaj na kratkoročno i dugoročno pamćenje. Pojačana cirkulacija krvi zbog pokretanja mišića nema utjecaj na kratkoročno i dugoročno pamćenje. Cilj ovog istraživanja je ispitati ima li žvakanje žvakaćih guma tijekom pamćenja određenog gradiva pozitivan učinak na kratkoročno i dugoročno pamćenje i imaju li žvakaće gume s okusom mentola najbolji učinak na kratkoročno i dugoročno pamćenje.



Slika 1. Tijek podataka kroz različite faze pamćenja

METODE

U istraživanju je sudjelovalo 66 učenika u dobi od 15 do 17 godina. Učenici su nasumično podijeljeni u 4 skupine, od kojih je jedna bila kontrolna skupina, tj. skupina koja nije koristila žvakaće gume, a činilo ju je 13 ispitanika. Kako bismo ispitali ima li pojačan protok krvi zbog rada mišića utjecaj na pamćenje, prva skupina ispitanika (PSI) je koristila anti-stres loptice, a činilo ju je 20 ispitanika. Druga skupina ispitanika (DSI) koju je činilo 20 ispitanika je žvakala žvakaće gume s voćnim okusom (jabuka), a treća skupina ispitanika (TSI) koju je činilo 16 ispitanika žvakaće gume s okusom mentola. Svi ispitanici istraživanju su podvrgnuti u isto vrijeme, točnije prilikom prvog sata u jutarnjem turnusu, a

dan prije ispitivanja svima je savjetovano da noć prije spavaju osam sati i da doručkuju. Svakoj je skupini objašnjen njezin zadatak. Kontrolna skupina je odmah dobila tablicu s dvadeset nasumično odabranih riječi (tablica 1.). Tablicu su pokušavali memorirati tri minute, nakon čega tablicu više nisu vidjeli, a na papir su morali napisati što više riječi kojih se sjećaju (nije bio bitan raspored riječi u tablici) – za taj zadatak su dobili također tri minute. Vremenska određenja su bila ista za kontrolnu skupinu i za sve tri istraživačke skupine. Svaki ispitanik iz grupe PSI dobio je anti-stres lopticu koju je stiskao dok je memorirala riječi iz tablice. Svaki ispitanik iz grupa DSI i TSI je dobio žvakaću gumu s okusom, ovisno o skupini kojoj pripada, koju je žvakao tri minute. Nakon toga su ispitanici iz sve tri skupine memorirali tablicu i pisali pojmove kojih se sjećaju na papir.

Sedam dana nakon prvog kruga istraživanja, svaka skupina je dobila u zadatak da se prisjeti što je moguće više pojmova iz tablice. Pamćenje kontrolne skupine nije stimulirano ničime, dok je pamćenje grupe PSI stimulirano stiskanjem anti-stres loptica, a pamćenje grupa DSI i TSI žvakanjem žvakaćih guma s istim okusom kao i u prvom krugu istraživanja. ispitanici iz grupa DSI i TSI žvakali su žvakaće gume tri minute, a nakon toga su dobile u zadatak da napišu što više pojmova kojih se sjećaju. Prikupljeni rezultati obrađeni su tako da je za svaku skupinu izračunata aritmetička sredina i postotak točnih pojmova, a u rezultatima je naveden, i u tablicama istaknut, najmanji i najveći broj zapamćenih pojmova. Rezultati kontrolne skupine uspoređeni su posebno s rezultatom svake istraživačke skupine, a na kraju su uspoređene i sve četiri skupine međusobno. Rezultati svih skupina prikazani su tablicama i grafovima.

Tablica 1. Dvadeset pojmova koje su ispitanici memorirali.

pitanje	noć	brijeg	nebesa	kamen
rezbarija	baklja	glava	sjever	zrak
zidine	garda	lađa	vijenac	obzor
milost	bitka	slovo	oholost	košulja

REZULTATI

Analiza rezultata kontrolne skupine

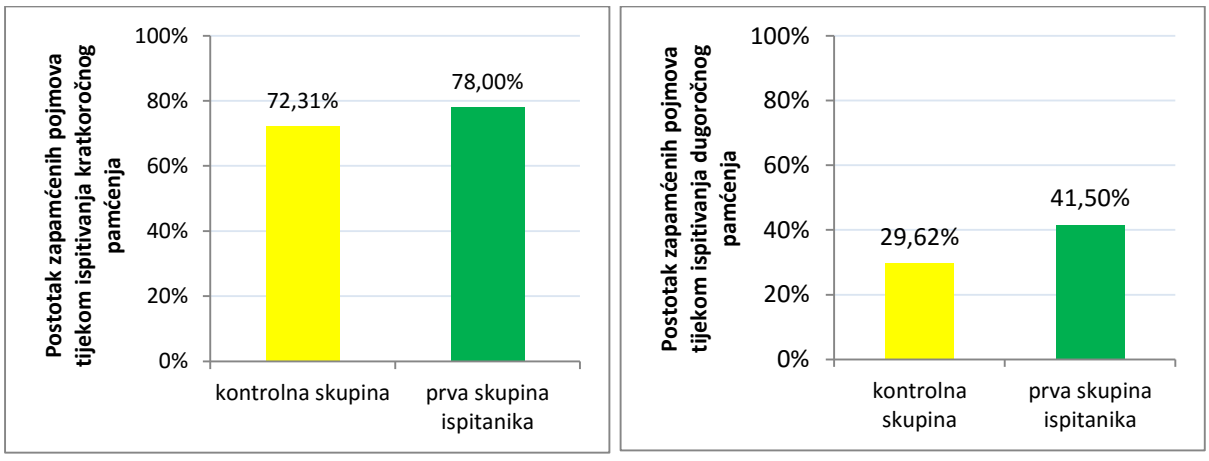
Najveći broj zapamćenih pojmova u ispitivanju kratkoročnog pamćenja kontrolne skupine iznosio je 19, tj. 95%, a najmanji 5 pojmova, tj. 25%. Najveći broj zapamćenih pojmova u ispitivanju dugoročnog pamćenja kontrolne skupine iznosio je 12, tj. 60%, a najmanji 0, tj. 0% (tablica 2.). U tablici 2 je crvenom bojom istaknut najveći broj zapamćenih pojmova u ispitivanju kratkoročnog i dugoročnog pamćenja, a plavom najmanji broj zapamćenih pojmova. Prosječan broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog pamćenja iznosio je 14,46, tj. 72,31%, a tijekom ispitivanja dugoročnog pamćenja 5,92 pojmova, tj. 29,62%. U ispitivanju kratkoročnog pamćenja su dva ispitanika imala isti najveći broj zapamćenih pojmova pa su oba rezultata istaknuta.

Tablica 2. Rezultati kontrolne skupine

	kratkoročno pamćenje		dugoročno pamćenje	
	broj zapamćenih pojmova	postotak zapamćenih pojmova	broj zapamćenih pojmova	postotak zapamćenih pojmova
ispitanik 1	19	95,00%	9	45,00%
ispitanik 2	17	85,00%	7	35,00%
ispitanik 3	15	75,00%	4	20,00%
ispitanik 4	17	85,00%	6	30,00%
ispitanik 5	17	85,00%	11	55,00%
ispitanik 6	14	70,00%	3	15,00%
ispitanik 7	13	65,00%	8	40,00%
ispitanik 8	13	65,00%	5	25,00%
ispitanik 9	16	80,00%	8	40,00%
ispitanik 10	7	35,00%	0	0,00%
ispitanik 11	16	80,00%	2	10,00%
ispitanik 12	19	95,00%	12	60,00%
ispitanik 13	5	25,00%	2	10,00%
prosjek	14,46	72,31%	5,92	29,62%

Analiza ispitanika koji su koristili anti-stres loptice

Ispitanici su tijekom pamćenja pojmova i pisanja zapamćenih pojmova stiskali anti-stres loptice. Najveći broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog pamćenja bio je 20, tj. 100%, a najmanji broj zapamćenih pojmova bio je 10, tj. 50%. Najveći broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja dugoročnog pamćenja bio je 19 pojmova, tj. 95%, a najmanji 3, tj. 15% (tablica 3.). U tablici 3. je crvenom bojom označen najveći broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog i dugoročnog pamćenja, a plavom najmanji broj zapamćenih pojmova. Prosječni broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog pamćenja je 15,6, tj. 78,00%, a tijekom ispitivanja dugoročnog pamćenja 8,3, tj. 41,50%. U ispitivanju kratkoročnog pamćenja su dva ispitanika imala isti najveći broj zapamćenih pojmova pa su oba rezultata istaknuta. Prosječni postotak zapamćenih pojmova je prikazan na slici 2.



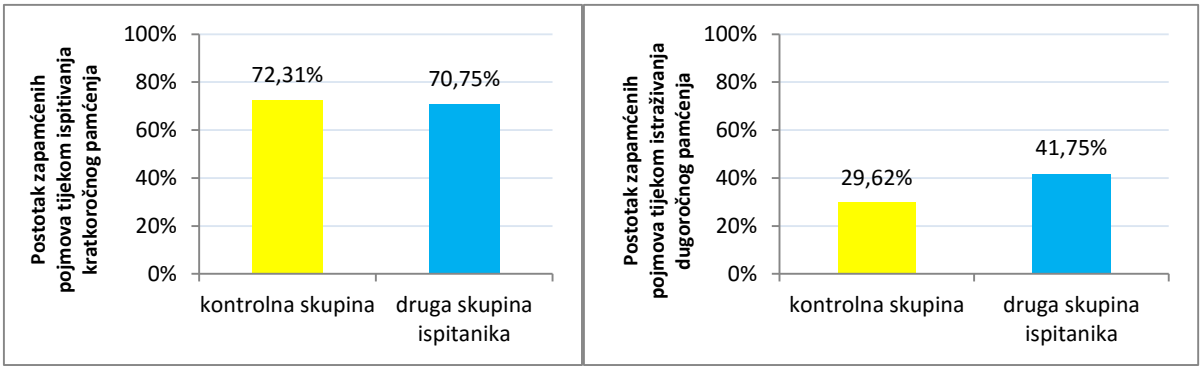
Slika 2. Usporedba rezultata kontrolne skupine (žuto) i prve skupine ispitanika (zeleno) tijekom ispitivanja kratkoročnog (lijevo) i dugoročnog (desno) pamćenja

Tablica 3. Rezultati prve skupine ispitanika

	kratkoročno pamćenje		dugoročno pamćenje	
	broj zapamćenih pojmova	postotak zapamćenih pojmova	broj zapamćenih pojmova	postotak zapamćenih pojmova
ispitanik 1	20	100,00%	19	95,00%
ispitanik 2	17	85,00%	8	40,00%
ispitanik 3	14	70,00%	8	40,00%
ispitanik 4	13	65,00%	6	30,00%
ispitanik 5	15	75,00%	5	25,00%
ispitanik 6	16	80,00%	10	50,00%
ispitanik 7	11	55,00%	6	30,00%
ispitanik 8	14	70,00%	6	30,00%
ispitanik 9	14	70,00%	8	40,00%
ispitanik 10	10	50,00%	4	20,00%
ispitanik 11	18	90,00%	11	55,00%
ispitanik 12	18	90,00%	9	45,00%
ispitanik 13	13	65,00%	7	35,00%
ispitanik 14	19	95,00%	11	55,00%
ispitanik 15	19	95,00%	12	60,00%
ispitanik 16	15	75,00%	7	35,00%
ispitanik 17	20	100,00%	13	65,00%
ispitanik 18	13	65,00%	6	30,00%
ispitanik 19	17	85,00%	7	35,00%
ispitanik 20	16	80,00%	3	15,00%
prosjek	15,6	78,00%	8,3	41,50%

Analiza rezultata ispitanika koji su koristili žvakaće s voćnim okusom

Ispitanici su tijekom pamćenja pojmova i pisanja zapamćenih pojmova žvakali žvakače gume s voćnim okusom (jabuka). Najveći broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog pamćenja bio je 19, tj. 95 %, a najmanji 6, tj. 30%. Najveći broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja dugoročnog pamćenja bio je 13, tj. 65%, a najmanji 5, tj. 25% (tablica 4.). U tablici 4. je crvenom bojom označen najveći broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog i dugoročnog pamćenja, a plavom najmanji broj zapamćenih pojmova. Prosječni broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog pamćenja je 14,14, tj. 70,75%, a tijekom ispitivanja dugoročnog pamćenja 8,35, tj. 41,75%. U ispitivanju dugoročnog pamćenja četiri ispitanika imala su isti najmanji broj zapamćenih pojmova pa su sva četiri rezultata istaknuta. Prosječni postotak zapamćenih pojmova je prikazan na slici 3.



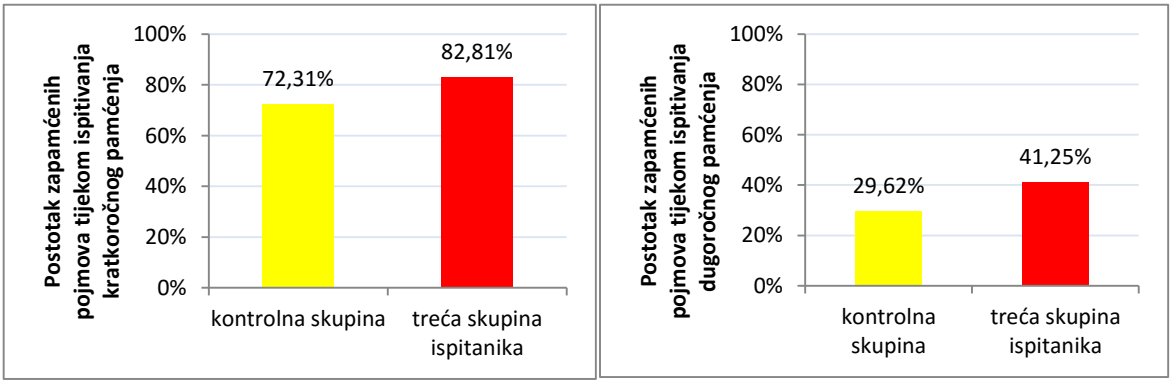
Slika 3. Usporedba rezultata kontrolne skupine (žuto) i druge skupine ispitanika (plavo) tijekom ispitivanja kratkoročnog (lijevo) i dugoročnog (desno) pamćenja

Tablica 4. Rezultati druge skupine ispitanika

	kratkoročno pamćenje		dugoročno pamćenje	
	broj zapamćenih pojmova	postotak zapamćenih pojmova	broj zapamćenih pojmova	postotak zapamćenih pojmova
ispitanik 1	12	60,00%	10	50,00%
ispitanik 2	12	60,00%	7	35,00%
ispitanik 3	13	65,00%	7	35,00%
ispitanik 4	13	65,00%	5	25,00%
ispitanik 5	16	80,00%	11	55,00%
ispitanik 6	6	30,00%	6	30,00%
ispitanik 7	18	90,00%	11	55,00%
ispitanik 8	11	55,00%	5	25,00%
ispitanik 9	12	60,00%	6	30,00%
ispitanik 10	15	75,00%	5	25,00%
ispitanik 11	14	70,00%	10	50,00%
ispitanik 12	14	70,00%	11	55,00%
ispitanik 13	15	75,00%	10	50,00%
ispitanik 14	18	90,00%	12	60,00%
ispitanik 15	13	65,00%	9	45,00%
ispitanik 16	15	75,00%	7	35,00%
ispitanik 17	14	70,00%	5	25,00%
ispitanik 18	18	90,00%	5	25,00%
ispitanik 19	19	95,00%	13	65,00%
ispitanik 20	15	75,00%	12	60,00%
prosjek	14,15	70,75%	8,35	41,75%

Analiza ispitanika koji su koristili žvakaće gume s okusom mentola

Ispitanici su tijekom pamćenja pojmova i pisanja zapamćenih pojmova žvakali žvakaće gume s okusom mentola. Najveći broj zapamćenih pojmova prilikom ispitivanja kratkoročnog pamćenja bio je 20, tj. 100%, a najmanji 11, tj. 55%. Najveći broj zapamćenih pojmova prilikom ispitivanja dugoročnog pamćenja bio je 16, tj. 80%, a najmanji 4, tj. 20 % (tablica 5.). U tablici 5. je crvenom bojom označen najveći broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog i dugoročnog pamćenja, a plavom najmanji broj zapamćenih pojmova. Prosječni broj zapamćenih pojmova tijekom ispitivanja kratkoročnog pamćenja je 16,56, tj. 82,81%, a tijekom ispitivanja dugoročnog pamćenja 8,25, tj. 41,25%. Prosječni postotak zapamćenih pojmova je prikazan na slici 4.



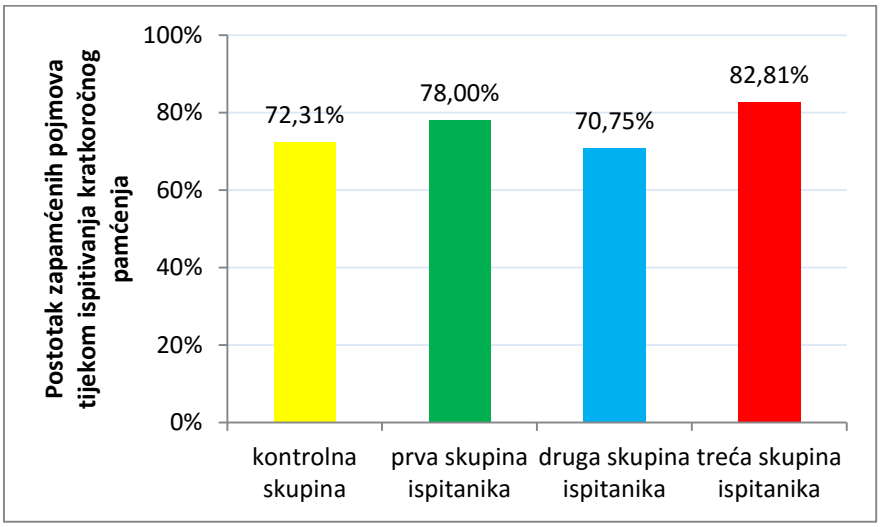
Slika 4. Usporedba rezultata kontrolne skupine (žuto) i treće skupine ispitanika (crveno) tijekom ispitivanja kratkoročnog (lijevo) i dugoročnog (desno) pamćenja

Tablica 5. Rezultati treće skupine ispitanika.

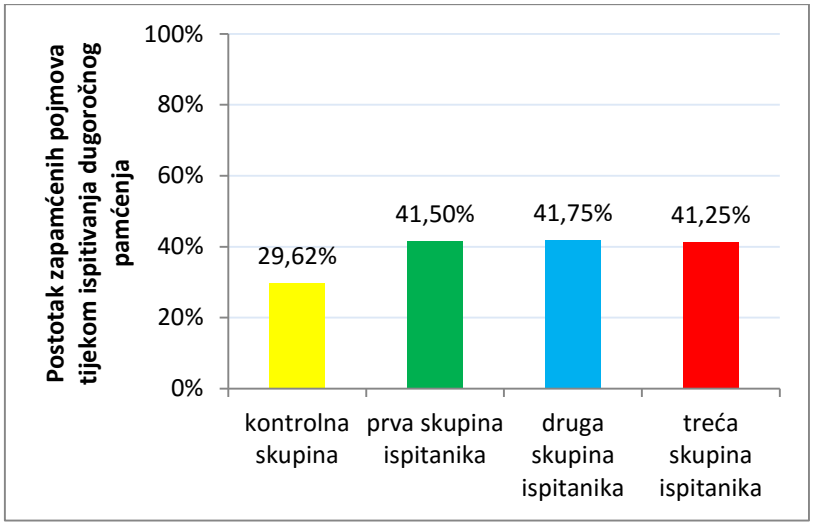
	kratkoročno pamćenje		dugoročno pamćenje	
	broj zapamćenih pojmova	postotak zapamćenih pojmova	broj zapamćenih pojmova	postotak zapamćenih pojmova
ispitanik 1	18	90,00%	16	80,00%
ispitanik 2	19	95,00%	13	65,00%
ispitanik 3	17	85,00%	11	55,00%
ispitanik 4	18	90,00%	10	50,00%
ispitanik 5	12	60,00%	5	25,00%
ispitanik 6	15	75,00%	5	25,00%
ispitanik 7	14	70,00%	4	20,00%
ispitanik 8	18	90,00%	10	50,00%
ispitanik 9	19	95,00%	10	50,00%
ispitanik 10	15	75,00%	5	25,00%
ispitanik 11	17	85,00%	5	25,00%
ispitanik 12	19	95,00%	9	45,00%
ispitanik 13	16	80,00%	7	35,00%
ispitanik 14	11	55,00%	8	40,00%
ispitanik 15	17	85,00%	5	25,00%
ispitanik 16	20	100,00%	9	45,00%
Prosjek	16,56	82,81%	8,25	41,25%

Usporedba svih skupina ispitanika

Usporedba prve, druge i treće skupine ispitanika s kontrolnom i međusobno tijekom ispitivanja kratkoročnog pamćenja prikazana je slikom 5. Usporedba prve, druge i treće skupine ispitanika s kontrolnom i međusobno tijekom ispitivanja dugoročnog pamćenja prikazana je slikom 9.



Slika 5. Usporedba rezultata skupina ispitanika izraženih postotcima tijekom ispitivanja kratkoročnog pamćenja.



Slika 6. Usporedba rezultata skupina ispitanika izraženih postotcima tijekom ispitivanja dugoročnog pamćenja.

RASPRAVA

U ispitivanju kratkoročnog pamćenja, PSI (78,00%) i TSI (82,81%) su, gledajući prosjek, imale veći broj zapamćenih pojmova nego kontrolna skupina (72,31%). DSI (70,75%) je imala manji broj zapamćenih pojmova nego kontrolna skupina. Pretpostavljamo da žvakaće gume s okusom mentola imaju najbolji utjecaj na kratkoročno pamćenje, ali i da pojačan protok krvi zbog pokretanja mišića također ima pozitivan utjecaj na kratkoročno pamćenje.

U ispitivanju dugoročnog pamćenja sve skupine ispitanika su imale, gledajući prosjek, veći broj zapamćenih pojmova nego kontrolna skupina (29,62%). DSI je imala najveći broj zapamćenih pojmova (41,75%), a slijede PSI (41,50%) i TSI (41,25%). Razlike među skupinama ispitanika su male (0,25%), a s obzirom na to da su sve skupine ispitanika imale veći broj zapamćenih pojmova nego kontrolna skupina pretpostavljamo da okus žvakaćih guma nema utjecaj na dugoročno pamćenje, ali da pojačan protok krvi zbog pokretanja mišića ima pozitivan utjecaj na dugoročno pamćenje, bez obzira je li pojačan protok krvi uzrokovan žvakanjem ili stiskanjem anti-stres loptice ili bilo kojom drugom lakšom fizičkom aktivnošću.

Pretpostavljam da razlog zbog kojeg okus žvakaćih guma ima utjecaj na kratkoročno pamćenje jest da jaki okusi (poput mentola) pobuđuju naša osjetila i razbuđuju nas što dovodi do pojačane koncentracije koja nam olakšava zadržavanje podataka u kratkoročnom pamćenju. Ovu moju pretpostavku potvrđuje i istraživanje Bhadania i suradnika iz 2012. godine. Pretpostavljam da je razlog zbog kojeg okus nema jak utjecaj na dugoročno pamćenje jest da naše pamćenje ne veže određeni okus uz određeno gradivo. Pojačan protok krvi zbog pokretanja mišića ima pozitivan utjecaj na kratkoročno i dugoročno pamćenje zbog toga što mozak dobiva više kisika. Iako stiskanje anti-stres loptica i žvakanje žvakaćih guma nisu zahtjevne fizičke aktivnosti, za njih je ipak potrebno više pokretanja mišiće nego u stanju mirovanja. Zbog toga krv pojačano cirkulira i dovodi više kisika u aktivirane mišiće, što ima pozitivan učinak na pamćenje i koncentraciju.

Razlike među rezultatima različitih skupina ispitanika postoje zbog mnogih faktora: razlike u sposobnostima kratkoročnog i dugoročnog pamćenje, koliko je određeni ispitanik spavao noć prije

ispitivanja, što je ispitanik konzumirao taj dan (od hrane i piće, npr. razlike u količini konzumiranog šećera i kofeina), motiviranost ispitanika za sudjelovanje u istraživanju, razlika u dobi ispitanika (dob ispitanika kreće se između 15 i 17 godina), jesu li ispitanici bili preokupirani nekom drugom temom (npr. pismeno ili usmeno ispitivanje) na dan istraživanja, manjak koncentracije ispitanika i mnogi drugi razlozi.

Planiran je nastavak istraživanja na većem uzorku uz statističku obradu podataka.

ZAKLJUČCI

- Žvakanje žvakaćih guma s okusom mentola ukazuje na pozitivan učinak na kratkoročno pamćenje.
- Žvakanje žvakaćih guma s okusom jabuke ne ukazuje na pozitivan učinak na kratkoročno pamćenje.
- Dugoročno pamćenje moguće je stimulirati žvakanjem žvakaćih guma ili nekom lakšom fizičkom aktivnošću koja uzrokuje pojačan protok krvi.

LITERATURA

Bhadania i sur., 2012. Protective effect of menthol on beta-amyloid peptide induced congnitive deficit sin mice, Eur J Pharmacol. 681: 50-4

Rathus S. A., 2001. Pamćenje, Matešić K. (ur.), Temelji psihologije, Naklada Slap, Jastrebarsko, str. 247-285

Zarevski P., 1997. Pamćenje, Matešić K. (ur.), Psihologija pamćenja i učenja, Naklada Slap, Jastrebarsko, str. 25-41

Young E., New Scientist ,Chewing Gum Improves Memory, *https://www.newscientist.com/article/dn2039-chewing-gum-improves-memory/*, pristupljeno 8.12.2015.

UTJECAJ MIKROVALOVA NA KONCENTRACIJU C VITAMINA U CRVENOJ PAPRICI (*CAPSICUM ANNUUM* L.) I LIMUNU (*CITRUS LIMON* L.)

Ana Marija Knez, 4. razred

XV. gimnazija
Mentor: Mihaela Marceljak Ilić

SAŽETAK
Vitamin C ili askorbinska kiselina neophodan je sastav ljudskog organizma. Termičkom obradom voća i povrća koncentracija vitamina C se gubi. To može dovesti do smanjene konzumacije vitamina C od preporučenog. Budući da se u današnje vrijeme hrana uglavnom podgrijava ili kuha u mikrovalnoj pećnici odlučila sam proučiti utječe li mikrovalna pećnica, tj. mikrovalovi, pozitivno ili negativno na koncentraciju vitamina C u odnosu na klasično kuhanje na štednjaku. Različitim uzorcima hrane mjerila se koncentracija vitamina C, pomoću indikatora DCPIP, titracijom. Provedena su tri različita uzrokovanja na limun i crvenu papriku a to su mjerenje sirovog uzorka, uzorka kuhanog na štednjaku te uzorka kuhanog u mikrovalnoj pećnici. Provedena je statistička obrada podataka t-testom. Rezultati su ukazali da se kuhanjem u mikrovalnoj pećnici gubi nešto veća koncentracija vitamina C nego klasičnim kuhanjem kod crvene paprike te da ona gubi veću koncentraciju vitamina C prokuhavanjem nego limun.

Ključne riječi: *Askorbinska kiselina, DCPIP, mikrovalna pećnica*

UVOD

Dugo godina se smatra da mikrovalna pećnica nepovoljno utječe na sastav hrane, vitamine i minerale. Naime, mikrovalne pećnice funkcioniranju na principu mikrovalova. Mikrovalovi su elektromagnetski valovi frekvencije između 0,3 GHz i 300 GHz poput onih koje proizvodi televizija ili radio prijemnik. Mikrovalne pećnice zrače neionizirajuće čestice kroz supstancu. Neionizirajuća zračenja se odnose na bilo kakvo elektromagnetsko zračenje koje ne sadrži dovoljno energije da se ioniziraju atomi ili molekule, odnosno ne uklanjaju se u potpunosti elektroni iz atoma, molekula. Umjesto da stvara nabijene čestice dok prolaze kroz supstancu, elektromagnetsko zračenje ima dovoljno energije samo za ekscitaciju to jest, dovesti elektron na više stanje energije. To znači da takvi valovi ne mogu promijeniti kemijsku strukturu supstance (McKinley, 1930). Mikrovalovi interferiraju s molekulama gdje uzrokuju oscilaciju. To dovodi do zagrijavanja, uzrokujući trenje. Mikrovalna pećnica provodi zračenje kroz hranu na približno 2,45 GHz uzrokujući dielektrično zagrijavanje primarno pomoću apsorpcije energije iz vode. Mikrovalovi trebaju biti u području prirodne frekvencije molekula vode što im omogućava da osciliraju u normalnim uvjetima. Biološki utjecaj mikrovalova je zagrijavanje tijela neke supstance (Schmitt, 2002).

Vitamin C ili askorbinska kiselina je vitamin topljiv u vodi. Pronalazimo ga u različitom voću i povrću te je on neophodan za funkcioniranje ljudskog organizma. Po svojoj strukturnoj građi vitamin C je ketolakton sa šest ugljikovih atoma zbog čega strukturno podsjeća na glukozu. Izuzetno je nestabilan i lako gubi svojstva skladištenjem i prokuhavanjem (Bruchelt, 2009). Podložan je oksidaciji i to posebice na zraku te pod utjecajem alkalija (hidroksidi i oksidi alkalijskih i zemnoalkalijskih metala), željeza i bakra. Najbogatiji izvori vitamina C su agrumi, šipak, višnja, lisnato povrće, kupus, krumpir, paprika i slično. Ako čovjek ne konzumira dovoljno namirnica s vitaminom C nastat će avitaminoza odnosno bolest skorbut. Neki od simptoma skorbuta su nemogućnost stvaranja kolagena, promjene

na kostima, u krvnim kapilarama, na zubima i zubnom mesu, hipokromna anemija, depresija, gubitak energije.

Vitamin C se u namirnicama dokazuje pomoću indikatora DCPIP koji je po svojemu sastavu 2,6-diklorofenolindofenol. DCPIP djeluje na principu redoks reakcije pri čemu dolazi i do oksidacije i do redukcije. DCPIP ima sposobnost na sebe vezati vodik, odnosno reducira se, a vitamin C otpustiti vodik što znači da se oksidira (Vander Jagt i sur., 1986). Vezanjem vodika na sebe, DCPIP gubi tamno plavu boju, odnosno postaje ružičast a potom bezbojan (Cabello i sur., 2009) . Obezbojenje DCPIP-a je točka ekvivalencije množine tvari prije titracije i poslije.

Veliki problem današnjice je što ljudi ne konzumiraju dovoljnu količinu C vitamina iako ima dokazano pozitivno djelovanje kao antioksidans, u borbi protiv tumorskih stanica, podizanju imuniteta i slično (Chen i sur., 2008). Osim što iz gore navedenog zaključujemo da je razlog termička obrada, još neki ključni čimbenici kao što su stres, pušenje, onečišćenje zraka i drugo isto tako utječu na manjak vitamina u organizmu.

Vitamin C postaje kemijski nestabilan pod određenim uvjetima koji mogu ali i ne moraju biti uzrokovani termičkom obradom hrane. Isto tako ispiranje vodom namirnice bogate vitaminom C gube vitamin jer se on otapa u vodi. Dakle i kuhanjem se vitamin C gubi otapanjem u vodi u kojoj se kuha. Ta voda potom ispari.

Cilj ovog istraživanja je utvrditi kako utječe kuhanje u mikrovalnoj pećnici na koncentraciju i masu vitamina C u odnosu na klasično kuhanje na štednjaku kod paprike (*Capsicum annuum* L.) i limuna (*Citrus limon* L.).

Moja pretpostavka je da će limunu i crvenoj paprici kuhanima u mikrovalnoj pećnici biti veća koncentracija i masa vitamina C u odnosu na iste kuhane na štednjaku. Hipoteza je postavljena na činjenici da mikrovalovi toplinu stvaraju u hrani te je za kuhanje u mikrovalnoj pećnici potrebno manje vode nego kod kuhanja na štednjaku. Kod kuhanja na štednjaku potrebna je veća količina vode jer je voda ta koja prokuhava hranu izravnim korištenjem toplinskog izvora. Mikrovalna pećnica samim time ubrzava proces prokuhavanja hrane, odnosno smanjuje izloženost hrane toplini (Schmitt, 2002).

METODE

Glavna metoda korištena u radu je titracija pomoću koje se mogla odrediti koncentracija, a zatim i masa vitamina C u limunu i crvenoj paprici.

Mjerenje vitamina C u tableti

Prije mjerenja koncentracije vitamina C u limunu i crvenoj paprici, potrebno je izmjeriti koncentraciju vitamina u tableti od 500 mg. Tableta se otopila u 50 ml destilirane vode te se 10 min ostavila na stolu. Za to se vrijeme u epruvete titrirao 2 ml DCPIP-a 0,1 postotne vodene otopine. Titracijom vodene otopine vitamina C dobio se prosječan volumen od 0,107 ml koji je potreban da vodena otopina vitamina C obezboji DCPIP. Zatim treba utvrditi kolika je masena koncentracija vitamina C te masu vitamina C.

$$y(vit\ C) = \frac{m(tablete\ vit\ C)}{V(destilirana\ voda)} = \frac{500\ mg}{50\ ml} = 10\frac{mg}{ml}$$

$$m(vit\ C) = y(vit\ C) \cdot V(vit\ C, titracija)$$

Budući da je potrebno 0,107 ml vodene otopine vitamina C da bi se obezbojilo 2 ml DCPIP-a, upola manje je potrebno da bi se obezbojio 1 ml DCPIP-a što je 0,0535 ml.

Množina tvari koje ulaze u reakciju mora biti jednaka množini koja je iz reakcije izašla:

$$n(vit\ C) = n(DCPIP)$$

Iz formule se izrazi koncentracija DCPIP-a koja dalje služi u računu.

Množine također možemo izjednačiti pomoću masenih koncentracija, volumena i molarne mase.

Cijeli račun proveden je u prilogu 7.11. Završna formula koja je korištena u računanju mase vitamina C u uzorku je:

$$m(vit\ C, uzorak) = \frac{y(vit\ C, tableta) \cdot V(utrošeni, tableta)}{V(utrošeni, uzorak)} \cdot V(vit\ C, cijeli\ uzorak)$$

Masa vitamina C u crvenoj paprici računa se jednako. Da bi se masena koncentracija mogla uspoređivati preračuna se u 100 g uzorka te se dobila postotna vrijednost vitamina C u limunu i crvenoj paprici.

Mjerenje koncentracije vitamina C u limunu

Od limuna razrezanog na četiri približno jednaka djela se uzela jedna četvrtina za uzorak. Potom se uzorku izmjerio volumen pomoću čaše i menzure. Za mjerenje vitamina C u sirovom uzorku, uzorku se iscijedio sok koji se zatim titrirao. Ako se promatrala termička obrada onda se uzorak kuhao. Za kuhanje uzorak je stavljen u čašu s 250 ml vode. Postoje podaci da nema razlike između kuhanja uzorka u čaši s vodom u mikrovalnoj pećnici ili bez nje, odnosno sam uzorak (Eheart i Gott, 1964). Uzorak je zatim kuhan 3 minute na štednjaku ili 3 minute u mikrovalnoj pećnici na srednje jakoj jačini. Nakon kuhanja, uzorku se iscijedio sok te se sok titrirao. Titracija je poznata metoda pomoću koje se utvrđuje koncentracija neke tvari u uzorku, a provodi se pomoću pipete. Prvo se u tri epruvete titrira 1 mL DCPIP-a, indikatora. Uzorku se iscijedi sok u čašu, koji se potom prenese u pipetu. Laganim ispuštanjem soka iz pipete, prati se promjena boje indikatora. U trenutku u kojemu je indikator obezbojen, izmjeri se volumen preostalog soka u pipeti koji se oduzme od početnog volumena. Za svaki uzorak potrebno je napraviti tri mjerenja iz kojih se dobije prosječan V(utrošeni) potreban da bi obezbojio DCPIP. Pomoću računa (slika 3.) dobila se masa vitamina C u uzorku. Postupak se ponovio šest puta za svaki promatrani način uzrokovanja limuna. Svaka četvrtina limuna poslužila je kao jedan uzorak te se tako provjerila i točnost izvedbe pokusa.

Mjerenje koncentracije vitamina C u crvenoj paprici

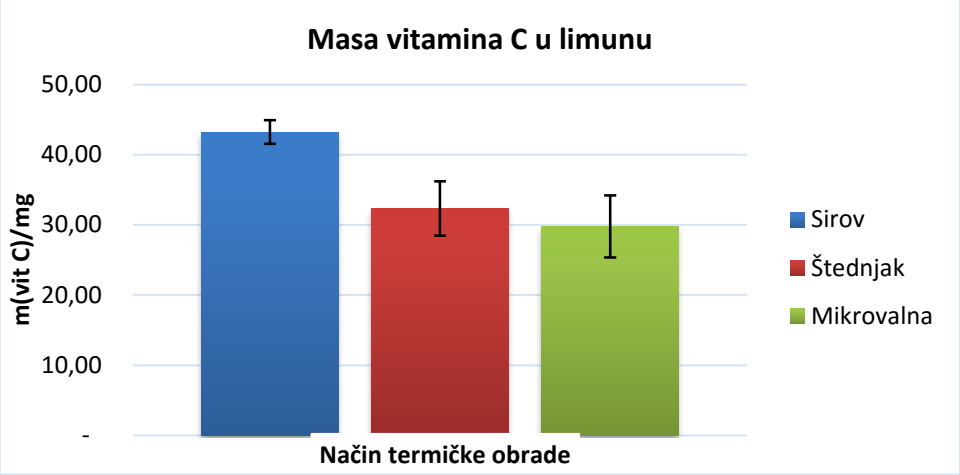
Crvena paprika se razrezala na tri približno jednaka djela. Zatim se uzorku izmjerio volumen pomoću staklene čaše i menzure. Sirovom uzorku se u tarioniku ekstrahirao sok koji se potom titrirao. Ako se promatrala termička obrada, prvo se uzorak morao kuhati. Kuhanje na štednjaku trajalo je 10 minuta, a u mikrovalnoj pećnici 3 minute na srednje jakoj jačini. Paprici je dulje trebalo da se skuha na štednjaku nego što je trebalo da se skuha u mikrovalnoj pećnici. Kao i limun uzorak se kuhao u staklenoj čaši s 250 ml vode. Uzorak se titrirao tri puta iz čega se dobio prosječan V(utrošeni). Pomoću računa (slika 3.) dobila se prosječna masa vitamina C u uzorku. Postupak se ponovio četiri puta za svaki promatrani način uzrokovanja crvene paprike. Jednako kao i kod limuna svaka trećina je poslužila kao zaseban uzorak.

T-test obrada podataka

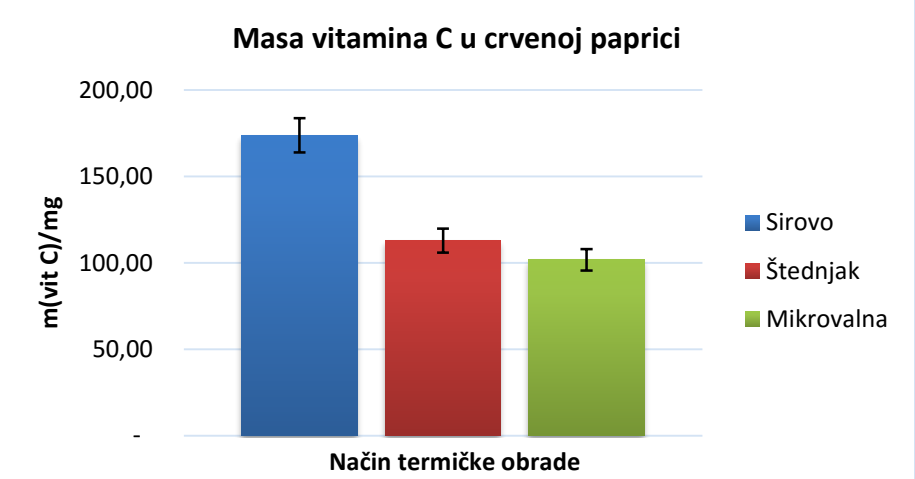
T-test statistički je način provjere značajnosti rezultata preko formule: $t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$ gdje su s_1 i s_2 standardna devijacija uzoraka, $\overline{X_1}$ *i* $\overline{X_2}$ prosječne vrijednosti mase vitamina C, a N_1 i N_2 broj mjerenja.

REZULTATI

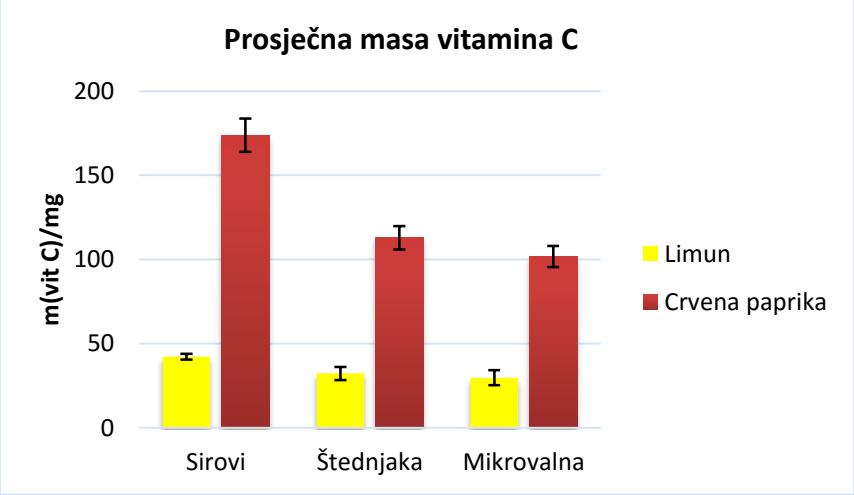
Obradom podataka dobivena je prosječna masa vitamina C koja u sirovom limunu iznosi 43, 23 mg/100 g , u limunu kuhanom na štednjaku 32,33 mg/100 g te u limunu kuhanom u mikrovalnoj pećnici 29,78 mg/100 g. Prosječna masa vitamina C dobivena u sirovoj crvenoj paprici iznosi 173,83 mg/100 g, u crvenoj paprici kuhanoj na štednjaku 112,90 mg/100 g te crvenoj paprici kuhanoj u mikrovalnoj pećnici 101,78 mg/100 g. Na grafikonu (slika 1.) prikazane su prosječne mase vitamina C u 100 g limuna kao i njihova standardna devijacija. Iz grafikona se može uočiti da se standardne devijacije limuna kuhanog na štednjaku i u mikrovalnoj pećnici preklapaju. T-testom je pokazano da nema statističke značajnosti dobivenih rezultata (tablica 1.) što je u skladu s prosječnim masama limuna. Na jednaki način prikazana je i prosječna masa vitamina C u 100 g crvene paprike te standardna devijacija (slika 2.). Iako dolazi do preklapanja standardnih devijacija crvene paprike kuhane na štednjaku i u mikrovalnoj pećnici, t-test je pokazao statistički malu razliku na razini signifikantnosti od 0,05 (tablica 1.). Budući da rezultati pokazuju da crvena paprika ima više vitamina C od limuna na slici 3. prikazan je odnos prosječnih masa dviju namirnica te njihova standardna devijacija. T-test je također pokazao veliku statističku značajnost na razini signifikantnosti od 0,05 usporedivši sirovi limun s limunom kuhanim na štednjaku, odnosno u mikrovalnoj pećnici (tablica 2.) te usporedivši sirovu crvenu papriku sa crvenom paprikom kuhanom na štednjaku i u mikrovalnoj pećnici (tablica 3.)



Slika 1. Prosječna masa vitamina C u 100 g limuna



Slika 2. Prosječna masa vitamina C u 100 g crvene paprike



Slika 3. Usporedba prosječnih masa vitamina C u 100 g limuna i crvene paprike

Tablica 1. Rezultati statističke obrade t-testa

	Limun sa štednjaka i limun iz mikrovalne pećnice	Crvena paprika sa štednjaka i iz mikrovalne pećnice
t-test vrijednost	1,06	2,37
Kritična vrijednost	1,81	1,94
Razina signifikantnosti	0,05	0,05
Rezultat	Nema statističke značajnosti p = (0,16)	Ima statističke značajnosti p = (0,03)

Tablica 2. Rezultati statističke obrade t-testa

	Sirovi limun i limun sa štednjaka	Sirovi limun i limun iz mikrovalne pećnice
t-test vrijednost	6,31	6,95
Kritična vrijednost	1,89	1,94
Razina signifikantnosti	0,05	0,05
Rezultat	Ima statističke značajnosti p = (0,000199)	Ima statističke značajnosti p = (0,000220)

Tablica 3. Rezultati statističke obrade t-testa

	Sirova crvena paprika i crvena paprika sa štednjaka	Sirova crvena paprika i crvena paprika iz mikrovalne pećnice
t-test vrijednost	12,35	10,09
Kritična vrijednost	2,02	2,02
Razina signifikantnosti	0,05	0,05
Rezultat	Ima statističke značajnosti p = (0,000031)	Ima statističke značajnosti p = (0,000082)

RASPRAVA

Podaci pokazuju da je testirano sirovo voće, odnosno povrće najbogatije vitaminom C zato što ne dolazi do termičke obrade vitamina (Juhasz, 2012). Manja koncentracija vitamina C pokazala se kod kuhanja u mikrovalnoj pećnici. Hipoteza je predviđala da će mikrovalna pećnica povoljnije utjecati na vitaminu C zbog toga što mikrovalovi prodiru u hranu te je griju tako što stvaraju trenje među česticama (McKinkley, 1930). Podaci ukazuju na suprotno kod crvene paprike, no kod limuna utjecaj je isti budući da t-test nije pokazao nikakvu značajnu razliku. Moja pretpostavka je da su mikrovalovi pomicanjem čestica uzrokovali gubitak određene koncentracije vitamina C te da se i sam izgubio time što se uzorak nalazio u vodi.

Iako nema značajne statističke razlike između limuna kuhanog na štednjaku i u mikrovalnoj pećnici, t-test je pokazao značajnu razliku između tih dviju metoda pojedinačno uspoređenih s vrijednostima sirovog limuna (tablice u prilogu). Rezultati t-testa za crvenu papriku kod kuhanja na štednjaku i u mikrovalnoj pećnici pokazali su malu statističku značajnost (tablica 1) no usporedbom istih sa sirovom paprikom dobiva se još veća razlika.

Ovi rezultati su djelomično u skladu s nalazima Zhanga i Hamauzua, (2004), koji su dobili da se veći postotak vitamina C izgubio kuhanjem brokule u mikrovalnoj nego na štednjaku. U drugom istraživanju također je dobiveno da se najveći postotak vitamina C nalazi u sirovom špinatu, potom u

špinatu kuhanom na štednjaku, a najmanje se zadržava u uzorku iz mikrovalne pećnice (Klein, Kuo i Boyd, 1981).

Masa vitamina C u sirovom limunu je 50,4 mg na 100 g limuna (Lee i Kader, 2000). Dobiveni rezultati razlikuju se za 13,89% od referentnih vrijednosti. Pogreška se pojavila jer masa vitamina C ovisi o limunu kojeg smo koristili te bi trebalo naglasiti da nismo koristili limunovu koru u kojoj se vjerojatno također nalazi vitamin C. Masa vitamina C u sirovoj crvenoj paprici je 171,1 mg na 100 g crvene paprike što se od dobiveih rezultata razlikuje za 1,17% (Howard i sur., 2000).

Mana rezultata je ta što se proveo malen broj ponavljanja, pogotovo sa crvenom paprikom. Iako je proveden manji broj mjerenja, pokazala se mala statistička značajnost t-testom kod termičke obrade crvene paprike na štednjaku i u mikrovalnoj pećnici. Kuhanjem limuna u mikrovalnoj pećnici vjerojatno je došlo do ispuštanja vode te povećanja koncentracije vitamina C u uzorku, no volumen se smanjio. To ukazuju rezultati u prilogu. Postoji mogućnost da je taj gubitak vode malo utjecao na rezultate te bi se trebalo pripaziti na to. Drugačiji pristup vježbi bio bi stavljanje fiksnog volumena uzorka u epruvete a titriranje indikatora DCPIP-a. Rezultati bi možda bili malo precizniji tom metodom, ali imali smo manje DCPIP-a te smo morali raditi obrnuto. Još jedan manjak rada je što se nisu koristili limuni približno jednakog volumena ili nabavljeni na istom mjestu. Neki limuni su domaći, kupljeni na tržnici, a neki iz lokalnog dućana. I svaki limun se razlikuje sam po sebi u koncentraciji, no to je faktor na koji se ne može utjecati. Crvena paprika je uvijek nabavljena na istom mjestu no i ti rezultati su pokazali malu statističku značajnost. Mana oka je isto ključna u ovakvim istraživanjima jer se moglo pogriješiti u očitavanju volumena. Bilo bi dobro da se izjednače mjerenja limuna i crvene paprike, zbog lakše usporedbe i preciznosti mjerenja. Trebalo bi naglasiti da se i u kori limuna nalazi određena količina vitamina C koju nismo mjerili te bi, u skladu s tim, rezultati trebali biti malo veći od dobivenih.

ZAKLJUČCI

Rezultatima smo djelomično opovrgnuli našu hipotezu jer se kuhanjem crvene paprike u mikrovalnoj pećnici reducira veća masa vitamina C nego kuhanjem na štednjaku, no t-test nije pokazao značajnu statističku razliku kod limuna. Iako se više vitamina C nalazi u crvenoj paprici nego u limunu, termička obrada nepovoljnije utječe na nju nego na limun. T-test je također pokazao da se najviše vitamina C nalazi u sirovom limunu i crvenoj paprici.

ZAHVALA

Zahvala Jurici Barašaniću i Pauli Štancl na pomoći.

LITERATURA

Bruchelt G., 2009., Fact sheet. Vitamin C. e&m-Ernährung und Medizin, 24(2), 72-73.)

Cabello CM, Bair WB, Bause AS, Wondrak GT, 2009., "Antimelanoma activity of the redox dye DCPIP (2,6-dichlorophenolindophenol) is antagonized by NQO1" Biochem Pharmacol., 15;78(4):344-54.

Chen Q., Espey M. G., Sun A. Y., Pooput C., Kirk K. L., Krishna M. C., ... & Levine M. (2008). Pharmacologic doses of ascorbate act as a prooxidant and decrease growth of aggressive tumor xenografts in mice, Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(32), 11105-11109.

Eheart M. S., & Gott, C., 1964., Conventional and microwave cooking of vegetables. Ascorbic acid and carotene retention and palatability, Journal of the American Dietetic Association, 44, 116-119.

Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H. and Villalon, B., 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (Capsicum species) as influenced by maturity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(5), pp.1713-1720.

Juhász M., Kitahara Y., Takahashi S., & Fujii T., 2012., Thermal stability of vitamin C: Thermogravimetric analysis and use of total ion monitoring chromatograms, Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 59, 190-193.

Klein, B. P., Kuo, C. H. Y., & Boyd, G.,1981., Folacin and ascorbic acid retention in fresh raw, microwave, and conventionally cooked spinach, Journal of Food Science, 46(2), 640-641.

Lee, S. K., & Kader, A. A., 2000., Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops., Postharvest biology and technology, 20(3), 207-220.

McKinley G. M., 1930., "Some biological effects of high-frequency electrostatic fields", Proceeding of the Pennsylvania Academy od Science, vol. 4, pp. 43-46

Schmitt R., 2002., Electromagnetics Explained: a handbook for wireless/RF, EMC, and high-speed electronics, Newnes, p. 343

VanderJagt D.J., Garry P.J., Hunt W.C., 1981,. "Ascorbate in plasma as measured by liquid chromatography and by dichlorophenolindophenol colorimetry"., Clin. Chem. 32 (6): 1004–6

Zhang, D., & Hamauzu, Y., 2004., Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking,. Food Chemistry, 88(4), 503-509.

PRILOZI

Prilog 1. Izvod formule

1.korak

$$n(DCPIP) = n(vit\ C, tab)$$

$$c(DCPIP) \cdot V(DCPIP) = c(vit\ C, tab) \cdot V(tab, utr.)$$

$$c(DCPIP) = \frac{c(vit\ C, tab) \cdot V(tab, utr.)}{V(DCPIP)}$$

$$c(vit\ C, tab) = \frac{y(vit\ C, tab)}{M(vit\ C)}$$

$$y(DCPIP) = c(DCPIP) \cdot M(DCPIP)$$

2.korak

$$y(vit\ C, uzorak) \cdot \frac{V(vit\ C, uzorak)}{M(vit\ C)} = y(DCPIP) \cdot \frac{V(DCPIP)}{M(DCPIP)}$$

$$y(vit\ C, uzorak) = \frac{y(DCPIP) \cdot V(DCPIP)}{M(DCPIP)} \cdot \frac{M(vit\ C)}{V(utr, uzorak)}$$

$$y(vit\ C, uzorak) = \frac{c(DCPIP) \cdot M(DCPIP)}{M(DCPIP)} \cdot V(\ DCPIP) \cdot \frac{M(vit\ C)}{V(utr, uzorak)}$$

$$y(vit\ C, uzorak) = \frac{c(vit\ C, tab) \cdot V(tab, utr)}{V(DCPIP)} \cdot V(DCPIP) \cdot \frac{M(vit\ C)}{V(utr, uzorak)}$$

$$y(vit\ C, uzorak) = \frac{y(vit\ C, tab)}{M(vit\ C)} \cdot V(tab, utr) \cdot \frac{M(vit\ C)}{V(utr, uzorak)}$$

$$y(vit\ C, uzorak) = \frac{y(vit\ C, tab) \cdot V(tab, utr)}{V(utr, uzorak)}$$

3.korak

$$m(vit\ C, uzorak) = \frac{y(vit\ C, tab) \cdot V(tab, utr)}{V(utr, uzorak)} \cdot V(vit\ C, cijeli\ uzorak)$$

BESKRALJEŽNJACI – STANOVNICI PLODIŠTA GLJIVA

Mihaela Mihaljević, 4. razred

II. Gimnazija, Zagreb

Mentor: Bojana Davda Sirovina

SAŽETAK

Velika neistraženost odnosa između gljiva i beskralježnjaka potaknula me na ovo istraživanje, a glavni cilj bio je istražiti faunu u plodištima gljiva te ustvrditi o kojim je beskralježnjacima riječ i razlikuju li se ovisno o vrsti gljiva ili veličini plodišta. Na tri lokaliteta uzorkovano je pet vrsti gljiva (obična puza, osjetljiva uvijača, prava rujnica, koprenka i jesenski hrčak), a ekstrakcija beskralježnjaka provedena je u Berlese-Tullgren aparaturi. Iako u svim plodištima nisu bili prisutni beskralježnjaci, determinirano je trinaest taksona beskralježnjaka, od koji je dvanaest bilo člankonožaca i jedan takson mekušaca. Na temelju dobivenih podataka izračunate su dominantnost i konstantnost taksona te indeks faunističke sličnosti različitih vrsta gljiva. Po sastavu faune sličnije su jestive vrste stapčarki i mješinarki čija je fauna ujedno i raznolikija od otrovnih vrsta gljiva. Iako sa sigurnošću ne možemo zaključiti, istraživanje je pokazalo da su za život beskralježnjaka pogodnije za čovjeka jestive vrste gljiva od onih otrovnih.

Ključne riječi: *Berlese-Tullgren aparatura, člankonošci, dominantnost i konstantnost taksona, indeks faunističke sličnosti*

UVOD

Velik dio povijesti gljive su smatrane biljkama sve dok ih sredinom prošloga stoljeća znanstvenici nisu izdvojili u posebno carstvo – carstvo Fungi. Gljive se unutar carstva dijele na 12 glavnih skupina (MycoBank Database, 2015) među kojima su vrstama najbrojnije: mikrosporidije (Microsporidiomycota), sive plijesni (Mucoromycota), mješinarke (Ascomycota) i stapčarke (Basidiomycota). Posljednje dvije skupine smatraju se sestrinskim skupinama i u njih ubrajamo oko 99% poznatih vrsta gljiva. Otprilike jedna šestina svih mješinarki ne razvija plodišta, no plodišta vrsta koja ih razvijaju veličinom su manja od plodišta stapčarki. Povezanost mješinarki i stapčarki vidljiva je u građi stijenke hifa, to jest prisutnosti hitina u oba slučaja te molekularnoj sličnosti i sličnosti u nekim elementima razmnožavanja (Webster i Weber, 2007).

Gljive, heterotrofni organizmi, prilagodile su se okruženju u kojem žive te razvile nekoliko tipova životnih strategija: parazitski, saprotrofni i mutualistički. Svi ti odnosi govore o gljivama kao organizmima koji su životno povezani s drugim organizmima u kojima žive miceliji gljiva ili su u direktnoj vezi s njima, no postoje li životinje koje žive u samim gljivama i njihovim plodištima? Većina životinjskih vrsta koja nastanjuju plodišta gljiva su beskralježnjaci (Ackerman i Schenefelt, 1973).

U Hrvatskoj je raznolikost gljiva velika, ali i neistražena. Do sada je zabilježeno oko 4 500 vrsta, a smatra se da ih u Hrvatskoj živi oko 20 000, što gljive čini četiri puta raznolikijom skupinom od kopnenih biljaka (Tkalčec i sur., 2008). Plodište svake gljive cjelovit je i iznimno kompleksan ekološki sustav u kojem žive i o kojem ovise brojne životinjske vrste (Ackerman i Schenefelt, 1973). Do sada je istražen tek neznantan postatak tih sustava koji se razlikuju već između rodova i vrsta. Istraživanja o beskralježnjacima u plodištima gljiva počela su sredinom 19. stoljeća istraživanjima veza kukaca i gljiva s podzemnim plodištima, postavši mnogobrojnija sredinom prošlog stoljeća, a većinom su se temeljila na istraživanju gljiva većih masa (Fogel, 1975).

U istraživanju sam odabrala četiri vrste stapčarki (Basidiomycota): običnu puzu (*Armilaria mellea*, slika 1.) osjetljivu uvijaču (*Paxillus involutus,* slika 2.), koprenku (*Cortinarius sp,* slika 3.) i pravu rujnicu (*Lactarius deliciosus,* slika 4.). Obična puza i prava rujnica su jestive za čovjeka, a osjetljiva uvijača i koprenka su otrovne. Također, uzorkovala sam i jednu vrstu gljiva koja pripada mješinarkama (Ascomycota*),* a to je jesenski hrčak (*Helvella crispa,* slika 5.).

Slika 1. Obična puza (*Armillaria mellea*)

Slika 2. Osjetljiva uvijača (*Paxillus involutus*)

Slika 3. Koprenka (*Cortinarius sp.)*

Slika 4. Prava rujnica (*Lactarius deliciosus*)

Slika 5. Jesenski hrčak (*Helvella crispa*)

Osjetljiva uvijača živi u bjelogoričnim i crnogoričnim šumama i parkovima i mikorizna je gljiva. Obična puza nastanjuje bjelogorične šume, a saprotrof je na panjevima ili parazit na deblima i korijenju živog drveća. Prava rujnica također je mikorizna gljiva koja raste uz borove u crnogoričnim šumama ili vlažnim travnjacima uz borovu šumu. Jesenski hrčak mikorizna je gljiva koja nastanjuje bjelogorične šume (Lukić, 2015).

Ciljevi ovog istraživanja su:

- Proširiti saznanja o odnosima beskralježnjaka i gljiva.
- Ustvrditi koji taksoni beskralježnjaka žive u plodištima odabranih vrsta gljiva i ovisi li njihova brojnost o masi, promjeru i otrovnosti/jestivosti plodišta.
- Usporediti faunu između plodišta iste vrste te unutar plodišta istog i dva različita odjeljka gljiva i pritom uvidjeti u kojem slučaju su razlike veće.
- Uz pomoć literature povezati ulogu pojedinih redova beskralježnjaka te utvrditi utječe li prisutnost jednog na prisutstvo ili odsutstvo drugog reda.

Pretpostavke koje su postavljene prije samog istraživanja su:

- Sva plodišta gljiva nastanjuje najmanje jedna oku vidljiva jedinka beskralježnjaka, a raznolikost redova i broj jedinki ovisi o jestivosti ili otrovnosti plodišta gljiva (raznolikost je veća kod jestivih vrsta gljiva).
- Broj jedinki smanjuje se proporcionalno smanjenju mase i promjera samog plodišta.

- Veće sličnosti faune plodišta su unutar istog odjeljka (Basidiomycota), nego što je slučaj između dva različita odjeljka gljiva (Basidiomycota – Ascomycota).

Doprinos koji se očekuje od ovog istraživanja isti je prvom postavljenom cilju: razvijanje malobrojnih spoznaja o jednostavnijim i složenijim odnosima između beskralježnjaka i gljiva. Usporedbom vrsta i broja beskralježnjaka nastojat će se odrediti sličnosti i razlike između vrsta gljiva te koliko ovise o samim vrstama, a koliko o staništima na kojima žive.

METODE RADA

Prije izlaska na teren, uzorkovanja i daljnjih mjerenja proučena je sva dostupna literatura kako bi samo istraživanje bilo što sistematičnije i vjerodostojnije.

Područje istraživanja

Uzorkovanje plodišta provedeno je krajem listopada i početkom studenog 2015. godine na tri lokacije u gradu Zagrebu: park-šuma Maksimir, šuma iznad Mikulića i šuma jugoistočno od Štefanovca. Park-šuma Maksimir i šuma jugoistočno od Štefanovca su šume hrasta kitnjaka i običnog graba koje se prostiru na najnižim obroncima Medvednice, nadmorske visine 150-350 metara. Šuma iznad Mikulića je šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena sa zasađenim bijelim borom, a rastu na slabo do umjereno kiselim tlima, nadmorske visine 250-550 m (PP Medvednica, 2015).

Prikupljanje uzoraka

Terensko istraživanje provedeno je u tri navrata krajem listopada i početkom studenog 2015. godine. Metoda korištena pri terenskom radu bila je fizička pretraga terena u prethodno odabranim šumskim staništima. Cilj pretrage bio je pronalaženje nadzemnih plodišta čestih jesenskih vrsta koje se mogu sa sigurnošću identificirati do vrste bez upotrebe mikroskopa. Kod stapčarki odabrane su vrste srednje-velikih plodišta s klobukom promjera 6-15 cm, a kod mješinarki jedina pronađena vrsta velikih plodišta (s obzirom na ostale vrste iz iste skupine) promjera 2-5 cm. Na prvom lokalitetu, park-šumi Maksimir, prikupljena su plodišta obične puze i osjetljive uvijače. U šumi iznad Mikulića uzorkovana su plodišta prave rujnice i koprenke, a u šumi jugoistočno od Štefanovca prikupljena su plodišta jesenskog hrčka. Prema Macfadyenu (1962) ukoliko je istraživanje ograničeno vremenom i brojem aparatura koje su dostupne, bolje je uzeti manji broj uzoraka, no oni trebaju biti uzorkovani na manjoj površini. Tako je, na površini od nekoliko desetaka kvadratnih metara, od svake vrste prikupljeno po 10 plodišta. Dakle, uzorkovano je ukupno 50 plodišta.

Pri pronalasku odabranih vrsta željenih veličina, plodišta su, pomoću nožića, odrezana pri bazi stručka i uzorkovana u cjelosti bez bazalnog micelija. Potom su umotana u aluminijsku foliju zbog očuvanja ukupne faune pojedinog plodišta i smanjenja gubitka mase plodišta kao posljedice sušenja. Svako plodište označeno je rednim brojem i slovom sukladno redom pronalaska i početnim slovom latinskog naziva roda vrste kojoj pripada.

Laboratorijska mjerenja

Povratkom s terena, plodištima su izmjereni promjer (ravnalom, tri puta) i masa (vagom preciznosti 0,1 g). Potom su plodišta postavljena u aparaturu pod nazivom Berlese/Tullgren Funnel (slika 6.). Macfadyen (1953) u svome radu opisuje Berlese/Tullgren aparaturu kao metodu ekstrakcije kukaca i ostalih beskralježnjaka iz tla. Biolog Ford je povezao više aparatura (lijevaka) u jednu složeniju kako bi

se podaci mogli statistički obrađivati, a to je iskorišteno i u ovome istraživanju. Također, u ovom istraživanju aparatura je prilagođena ekstrakciji beskralježnjaka iz plodišta gljiva (Fogel, 2006). Korištenu aparaturu čini lijevak iznad kojega se nalazi žarulja od 25 W kako se uzorci ne bi prebrzo osušili, ispod lijevka je posudica, a cijeli sustav izoliran je aluminijskom folijom. Temperatura unutar sustava bila je 27-32°C. Korišten je lijevak s nagibom od otprilike 60° jer kada ne bi bilo nagiba, beskralježnjaci bi teže dospijevali u posudicu na dnu aparature (Macfadyen, 1953). Aparatura je postavljena u odvojenoj prostoriji sa stalnim uvjetima (stalna temperatura od 15°C i atmosferski tlak zraka). Postavljeno je sveukupno 20 aparatura čiji je broj zadovoljavao broj plodišta uzorkovanih svakim izlaskom na teren. Svako plodište nalazilo se u zasebnom lijevku u vremenskom periodu 3-4 dana, i to cijeli dan i cijelu noć. Plodištima je nakon toga još jednom izmjerena masa.

Slika 6. : Berlese/Tullgren aparatura za ekstrakciju beskralježnjaka iz plodišta gljiva (Fogel, 2006)

Konzerviranje i obilježavanje uzoraka

Beskralježnjaci koji su prešli iz plodišta u vodu ispod lijevka pincetom su prebačeni iz vode u 70%-tni etanol. Posudice s alkoholom čvrsto su zatvorene i obilježene. Uzorci su obilježavani na isti način kao i plodišta gljiva: rednim brojem koji ovisi o redu pronalaska i početnim slovom latinskog naziva vrste kojoj pripada.

Analiza uzoraka beskralježnjaka iz plodišta gljiva

Analiza uzoraka provedena je u školskom biološkom kabinetu. Beskralježnjaci su prebačeni u Petrijevu zdjelicu gdje su promatrani pomoću stereomikroskopa. Determinacija je provedena pomoću ključeva za određivanje beskralježnjaka (Derbušić P., 1998, Meyer J.,2013). Svakom pojedinom plodištu izbrojan je ukupan broj jedinki i broj taksona beskralježnjaka.

Statističke analize

Podaci su statistički obrađeni u programu MS Office Excel (2010). Pomoću aritmetičke sredine, izračunati su prosječni promjeri klobuka i masa plodišta te prosječan broj jedinki i taksona beskralježnjaka po svakom plodištu, a pomoću brojčanih podataka o kvantiteti i kvaliteti beskralježnjaka izračunate su dominantnost i konstantnost taksona u plodištima pojedinih vrsta gljiva i indeks faunističke sličnosti (Sörensenov indeks) prema formulama u tablici 1. Također, pomoću dodatka XLSTAT Version 2014.5.03 (Addinsoft) proveden je i neparametarski Kruskal-Walis test s

višestrukom usporedbom prema Dunn-u. Kao statistički značajne razlike uzete su sve vrijednosti koje imaju p<0,05.

Tablica 1. Formule prema kojima se računaju dominantnost i konstantnost taksona te indeks faunističke sličnosti (Sörensenov indeks)

Dominantnost	Konstantnost	Sörensenov indeks
$\boldsymbol{D_x = \frac{a_x}{\sum_{i=1}^{n} a_i} \times 100}$	$C_{a_x} = \frac{u_{a_x}}{\sum_{i=1}^{n} u_i} \times 100$	$S = \frac{1 \times Z}{A + B} \times 100$
$\boldsymbol{D_x}$ – dominantnost taksona $\boldsymbol{a_x}$ – broj jedinki taksona u plodištu $\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{a_i}$ – ukupni broj jedinki u plodištu	C_{a_x} - konstantnost taksona a_x u_{a_x} - broj uzoraka u kojima se pojavljuje takson u plodištima iste vrste $\sum_{i=1}^{n} u_i$ - ukupni broj uzoraka	S – indeks faunističke sličnosti A – broj taksona jedne vrste B – broj taksona druge vrste Z – broj zajedničkih taksona
Podjela prema vrijednosti: eudominantni: >10 dominantni: 5-10 subdominantni: 2-5 recendentni: 1-2 subrecendentni: <1	Podjela prema vrijednosti: eukonstantni: 75-100% konstantni: 50-75% akcesorni: 25-50% akcidentalni: 0-25%	Što je indeks veći, veći je i stupanj sličnosti dviju vrsta gljiva.

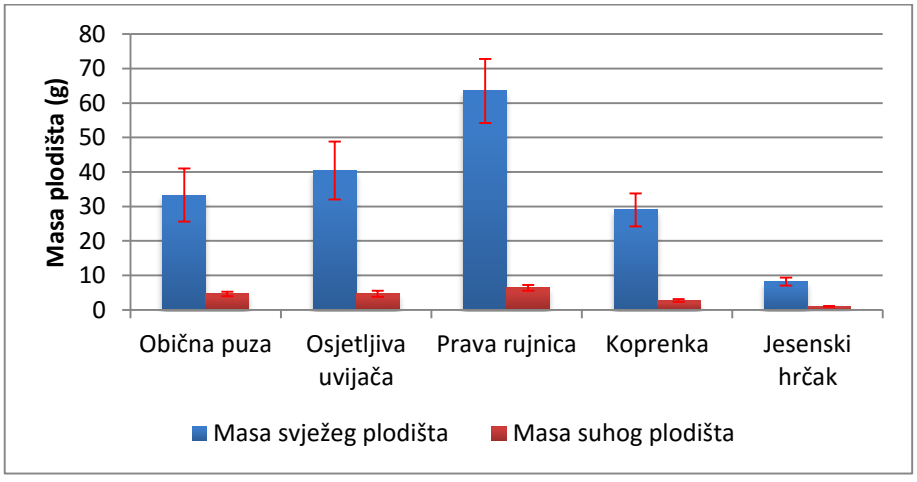
REZULTATI

Svim provedenim mjerenjima i determinacijom taksona beskralježnjaka dobiveni rezultati prikazani su u poglavljima koja slijede.

Opći rezultati

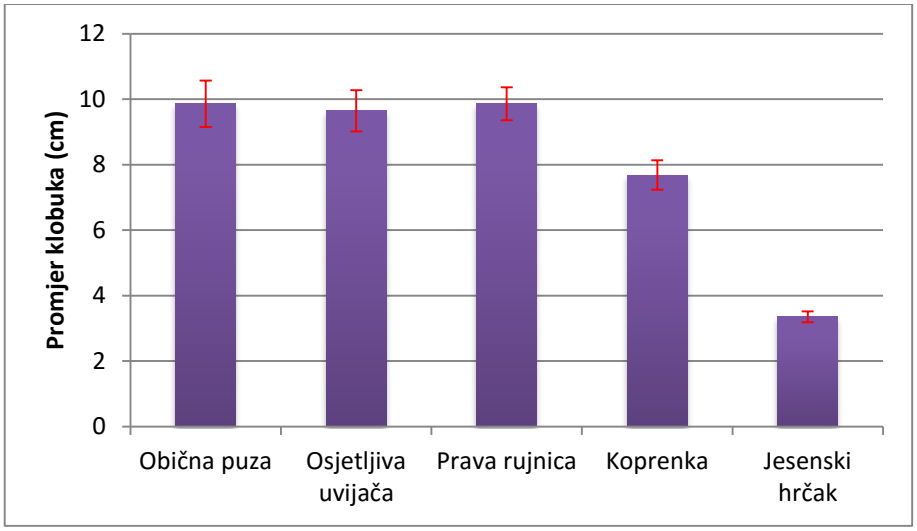
Na temelju izmjerenih podataka o masi i promjeru klobuka plodišta gljiva te brojnosti jedinki i taksona beskralježnjaka koji su u njima uzorkovani izračunati su njihovi prosjeci i standardna pogreška.

Kao što je vidljivo na slici 7, najveća prosječna masa svježeg plodišta izmjerena je kod prave rujnice, dok je najmanja izmjerena masa jesenskog hrčka. Masa suhog plodišta nakon ekstrakcije beskralježnjaka također je bila najveća kod prave rujnice, a s prosječnom masom manjom od 1 g jesenski hrčak je imao najmanju masu suhog plodišta.



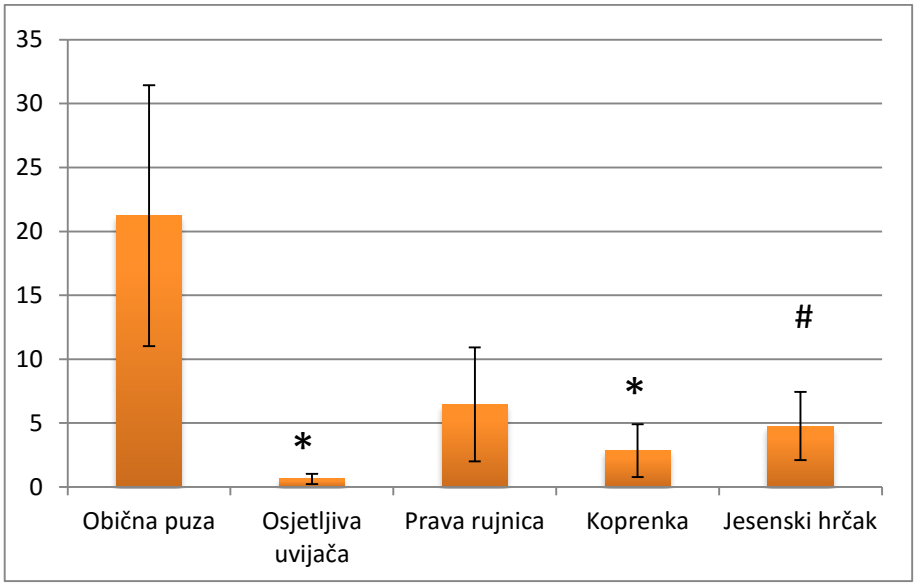
Slika 7. Prosječne mase svježeg plodišta i plodišta nakon ekstrakcije beskralježnjaka

Na slici 8 vidljivo je da je razlika u prosječnim promjerima klobuka plodišta kod stapčarki bila u rasponu od nešto više od 2 cm. Promjer klobuka jedinog predstavnika mješinarki je manji nego što je to kod stapčarki. U skladu s tim najveći prosječni promjer zabilježen je kod dvije vrste stapčarki: obične puze i prave rujnice. Najmanji promjer bio je promjer jesenskog hrčka.



Slika 8. Prosječan promjer klobuka uzorkovanih gljiva

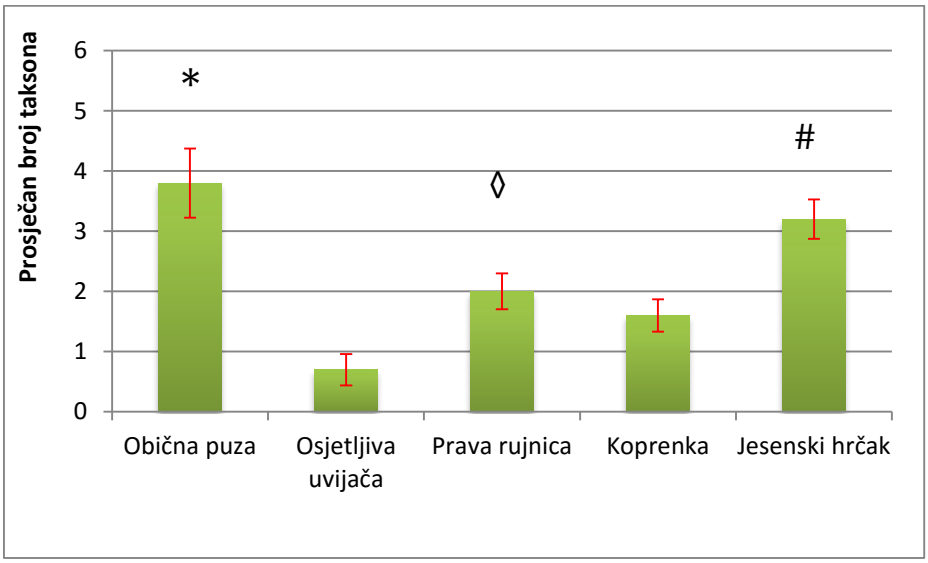
Prosječna brojnost jedinki beskralježnjaka kod obične puze je veća u odnosu na sve ostale vrste gljiva. Najmanja brojnost s tek jednom jedinkom po plodištu bila je kod kod osjetljive uvijače. Sve to vidljivo je na slici 9.



*Statistički značajna razlika između obične puze i osjetljive uvijače te obične puze i koprenke (*p<0,05; Kruskal-Walis test).
#Statistički značajna razlika između koprenke i jesenskog hrčka (#p<0,05; Kruskal-Walis test).

Slika 9. Prosječna brojnost jedinki beskralježnjaka istraživanih gljiva.

Prosječan broj taksona u plodištu prikazan na slici 10. u skladu je s brojnosti jedinki pa je tako najveći broj taksona zabilježen kod obične puze, točnije četiri taksona po plodištu. Jedan takson po plodištu zabilježen je kod osjetljive uvijače.



* Statistički značajna razlika između obične puze te ostalih triju stapčarki, osjetljive uvijače, prave rujnice i koprenke (*p<0,05; Kruskal-Walis test).

◊Statistički značajna razlika između prave rujnice i osjetljive uvijače (◊p<0,05; Kruskal-Walis test).

Statistički značajna razlika između jesenskog hrčka i dviju otrovnih stapčarki, osjetljive uvijače i koprenke (#p<0,05; Kruskal-Walis test).

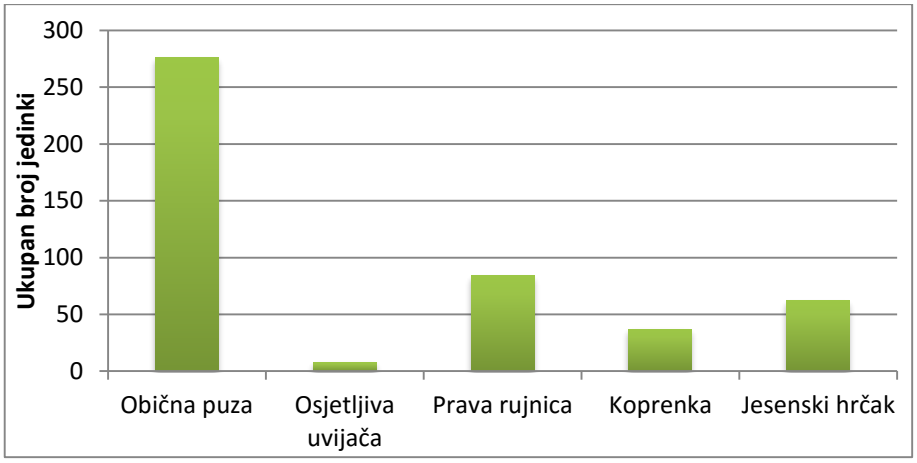
Slika 10. Prosječan broj taksona u uzorkovanim plodištima istraživanih vrsta gljiva.

Taksoni beskralježnjaka determinirani u plodištima gljiva

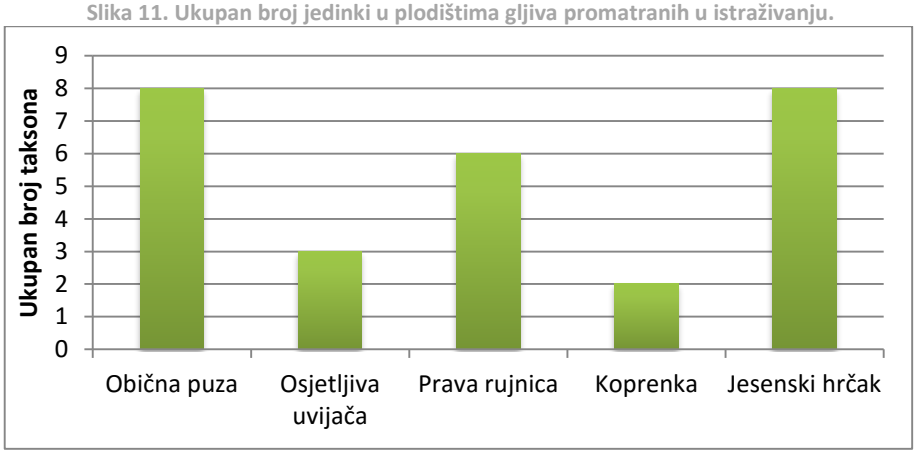
Nakon provedene analize u ukupno 44 od 50 uzoraka determinirano je sveukupno 13 taksona beskralježnjaka, točnije 12 taksona člankonožaca i jedan takson mekušaca. Taksoni člankonožaca su: lažni štipavci/pseudoškorpioni (Pseudoscorpiones), grinje (Acarina), pauci (Aranea), dvojenoge (Diplopoda), štrige (Chilopoda) – Geophilomorpha, skokuni (Collembola) koji su podijeljeni u dvije skupine: skokune bez i skokune s pigmentom, dvorepci (Diplura), mrežokrilci (Neuroptera) te dvokrilaci (Diptera) i kornjaši (Coleoptera) koji su također podijeljeni u dvije skupine: ličinke i odrasle jedinke. Potom opnokrilci (Hymenoptera) i jednakonošci (Isopoda). Od mekušaca je pronađen samo red iz razreda puževa – zavojnjaci (*Stylommatophora*).

Ukupan broj jedinki beskralježnjaka

U 50 plodišta uzorkovano je i determinirano ukupno 476 jedinki od kojih je više od pola uzorkovano u običnoj puzi, točnije 57%. Nešto manje od 20% ukupnog broja uzorkovano je u pravoj rujnici, a otprilike 15% ukupnog broja u jesenskom hrčku. Manje od jedne desetine ukupnog broja uzorkovanih jedinki bilo je u koprenki, dok je 1,5% ukupnog broja bio u osjetljivoj uvijači. Ukupan broj jedinki beskralježnjaka u plodištima prikazan je na slici 11, a ukupan broj taksona na slici 12.



Slika 11. Ukupan broj jedinki u plodištima gljiva promatranih u istraživanju.



Slika 12. Ukupan broj taksona gljiva promatranih u istraživanju.

Obična puza (Armillaria mellea)

Plodišta obične puze uzorkovana su na istom lokalitetu u vremenskom razmaku od par dana pa je tako prvih pet plodišta bilo mlađe, dok je drugih pet plodišta bilo starije. U plodištima obične puze pronađeno je ukupno 11 taksona beskralježnjaka, točnije člankonožaca, od kojih je najviše skokuna bez pigmenta te ličinki kornjaša i dvokrilaca. U šest od deset plodišta determinirano je više od 20 jedinki. Puza je jedina vrsta u kojoj su pronađene jedinke iz redova pauka i kornjaša. Najveća masa plodišta bila je 84 grama u kojemu je uzorkovana 31 jedinka, dok je u dva plodišta s najmanjom masom od 9 i 29 g determinirana tek jedna jedinka beskralježnjaka. Najviše jedinki, 139, uzorkovano je u plodištu mase 25 grama.

Osjetljiva uvijača (Paxillus involutus)

Plodišta osjetljive uvijače također su uzorkovana u istom vremenskom razmaku kao i plodišta obične puze pa je tako prvih pet plodišta mlađe od drugih pet. U plodištima osjetljive uvijače uzorkovana su četiri taksona člankonožaca. Iako su mase plodišta bile velike, s ukupno osam jedinki u svih deset plodišta osjetljiva uvijača bila je vrsta s najmanjom brojnosti beskralježnjaka; u pet plodišta nije pronađena niti jedna jedinka. Najbrojniji red bile su grinje s 5 jedinki.

Prava rujnica (Lactarius deliciosus)

U plodištima prave rujnice determinirano je preko 80 jedinki iz osam taksona što ju čini drugom po redu vrstom gljiva s najbogatijom faunom. Dominirale su ličinke dvokrilaca te skokuni bez pigmenta

koji su pronađeni u gotovo svim plodištima. U petom plodištu obične rujnice determiniran je jedini predstavnik mekušaca, puž iz reda zavojnjaka te u šestom plodištu opnokrilac, točnije mrav. U najmasivnijem plodištu (129 g) pronađeno je i najviše jedinki, njih 19, dok je jedna jedinka pronađena u plodištu s najmanjom masom (36 g).

Koprenka (Cortinarius sp.)

Devet od deset plodišta koprenke bilo je nastanjeno jedinkama barem jednog od četiriju prisutnih taksona. Najbrojniji su skokuni bez pigmenta koji broje 23 jedinke od ukupno 37 prisutnih jedinki u svih deset plodišta. Plodište s najvećim klobukom, ujedno i plodište s najvećom masom, imalo je 5 jedinki, dok je plodište s najmanjom masom od 15 g sadržavalo dvije jedinke. Najveći broj jedinki u pojedinom plodištu je 11, a najmanji jedan. Plodište s najvećim promjerom klobuka nije imalo najveći broj jednki niti je plodište s najmanjim promjerom imalo najmanji broj jedinki.

Jesenski hrčak (Helvella crispa)

U jedinoj mješinarki u ovom istraživanju nema posebno dominantnih taksona beskralježnjaka, iako ih je ukupno deset. Tri taksona determinirana samo u jesenskom hrčku su: red mrežokrilci, štrige reda *Geophilomorpha* te red dvorepci. U plodištu s najvećom masom od 15 g pronađeno je najmanje jedinki, dok je najviše jedinki pronađeno u plodištu tek jedan gram lakšem od najmasivnijeg plodišta. U plodištu s masom od 4 g što je najmanja masa plodišta kod jesenskog hrčka uzorkovane su četiri jedinke.

Dominantnost taksona

Dobivene vrijednosti o dominantnosti taksona izračunate su prema formuli u tablici 1. te svrstane u više kategorija prema kriterijima: eudominantni (>10), dominantni (5-10), subdominantni (2-5), recendentni (1-2) i subrecendentni (<1). Skokuni i dvokrilci eudominantan su takson kod svih vrsta gljiva, a grinje su u dvije vrste gljiva (prave rujnice i jesenskog hrčka) eudominantne. Navedeni i ostali podaci prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Dominantnost taksona beskralježnjaka u plodištima istraživanih vrsta gljiva. Eudominantni taksoni označeni su crvenom, dominantni plavom, subdominantni zelenom, recendentni narančastom, a subrecendentni ljubičastom bojom.

	Pseudoškorpioni	Grinje	Pauci	Skokuni	Dvokrilci	Kornjaši	Mrežokrilci	Dvojenoge	Geophilomorpha	Opnokrilci	Zavojnjaci	Dvorepci	Jednakonošci
Obična puza	0,72	3,99	1,09	28,3	19,6	40,9	-	5,07	-	-	-	-	0,36
Osjetljiva uvijača	-	62,5	-	12,5	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Prava rujnica	-	1,19	-	29,8	65,5	-	-	1,19	-	1,19	1,19	-	-
Koprenka	-	-	-	67,6	32,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Jesenski hrčak	1,61	14,5	-	56,5	14,5	-	3,23	-	3,23	-	-	3,23	3,23

Konstantnost redova

Vrijednosti izračunate na temelju podataka o prisutnosti nekog taksona u plodištima gljiva prema formuli u tablici 1. određuju konstantnost tih istih taksona, a dijele se u četiri razreda prema sljedećem kriteriju: eukonstantni (75-100%), konstantni (50-75%), akcesorni (25-50%) i akcidentalni (0-25%). U običnoj puzi najveća je konstantnost grinja i kornjaša čija je barem jedna jedinka bila prisutna u osam od deset plodišta te oni predstavljaju eukonstantan takson. Ličinke dvokrilaca konstante su, skokuni bez pigmenta i dvojenoge su akcesorni taksoni, a ostali taksoni zastupljeni su u jednom do tri plodišta. Grinje kao akcesoran takson s 40% imaju najveću zastupljenost u osjetljivoj uvijači. Skokuni bez pigmenta s 80% (eukonstantan takson) i ličinke dvokrilaca s 50% (konstantan tankson) najzastupljeniji su u pravoj rujnici. U koprenki eukonstantan takson su skokuni (bez pigmenta), a dvokrilci (ličinke) akcesoran. U jesenskom hrčku u 70% plodišta uzorkovani su pigmentirani skokuni i odrasle jedinke dvokrilaca, grinje u 60%, što ih čini konstantnim taksonima, a skokuni (bez pigmenta) u 40% plodišta, kao što je vidljivo tablici 2.

Tablica 2. Konstantnost taksona (%) beskralježnjaka u plodištima istraživanih vrsta gljiva. Eukonstantni taksoni označeni su **crvenom**, konstantni **plavom**, akcesorni **zelenom**, a akcidentalni **narančastom** bojom.

	Pseudoškorpioni	Grinje	Pauci	Skokuni	Dvokrilci	Kornjaši	Mrežokrilci	Dvojenoge	Geophilomorpha	Opnokrilci	Zavojnjaci	Dvorepci	Jednakonošci
Obična puza	20	80	20	60	70	80	-	30	-	-	-	-	10
Osjetljiva uvijača	-	40	-	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Prava rujnica	-	10	-	80	50	-	-	10	-	10	10	-	-
Koprenka	-	-	-	90	50	-	-	-	-	-	-	-	-
Jesenski hrčak	10	60	-	90	70	-	10	-	20	-	-	20	10

Indeks faunističke sličnosti (Sörensenov indeks)

Indeks faunističke sličnosti ili Sörensenov indeks pokazuje sličnost različitih vrsta u analizi. Prema vrijednosti ovoga indeksa najsličnije su osjetljiva uvijača i koprenka (80%), dok su najmanje slične koprenka i jesenski hrčak (40,00 %). Ostali indeksi sličnosti vidljivi su u tablici 3.

Tablica 3. Broj zajedničkih redova i izračun indeksa faunističke sličnosti između istraživanih vrsta gljiva: obične puze, osjetljive uvijače, prave rujnice, koprenke i jesenskog hrčka.

	Broj zajedničkih taksona	Indeks faunističke sličnosti
Obična puza i osjetljiva uvijača	3	54,55 %
Obična puza i prava rujnica	4	57,14 %
Obična puza i koprenka	2	40,00 %
Obična puza i jesenski hrčak	5	62,50 %
Osjetljiva uvijača i prava rujnica	3	66,67 %
Osjetljiva uvijača i koprenka	2	80,00 %
Osjetljiva uvijača i jesenski hrčak	3	54,55 %
Prava rujnica i koprenka	2	50,00 %
Prava rujnica i jesenski hrčak	3	42,86 %
Koprenka i jesenski hrčak	2	40,00 %

RASPRAVA

Unatoč trudu, pri pretraživanju raznih ključnih referenci i baza podataka, nisu pronađeni radovi koji ukazuju na to da je ikakvo istraživanje slično ovome provedeno na području Republike Hrvatske. U istraživanju je uzorkovano ukupno 50 plodišta, a u 44 plodišta uzorkovana je najmanje jedna jedinka beskralježnjaka. U običnoj puzi, pravoj rujnici i jesenskom hrčku u svih deset plodišta zabilježena je prisutnost beskralježnjaka, dok kod osjetljive uvijače i koprenke to nije slučaj. Naime, polovica od ukupnog broja plodišta osjetljive uvijače nije sadržavala niti jednu jedinku beskralježnjaka. Dakle, prva pretpostavka da svako plodište nastanjuje barem jedna jedinka beskralježnjaka nije u potpunosti potvrđena, već samo za tri od pet vrsta gljiva koje su proučavane. Lawrence (1973) je u svome radu naveo da više organizama nastanjuje starija plodišta koja su već ispustila svoje spore od mlađih plodišta s nezrelim sporama, stoga možemo pretpostaviti da je jedan od uzroka nejednakog broja jedinki beskralježnjaka u plodištima gljiva unutar iste vrste različita starost tih plodišta.

Prema Jonssonu (2002) kukci i njihove ličinke u plodištima gljiva koje razgrađuju drvo su mnogobrojne. Također, u istraživanju Komonena i Koukija (2005) determinirano je preko 30 000 jedinki kukaca u plodištima gljiva iz roda *Trametes.* S obzirom da su u tim istraživanjima uzorkovane gljive s čvrstim plodištima prisutnima tijekom cijele godine, možemo pretpostaviti da je manji broj jedinki beskralježnjaka prisutnih u plodištima gljiva u ovome istraživanju posljedica kratkog vremenskog perioda u kojemu istraživane gljive razvijaju svoja plodišta (tek 2-3 tjedna).

Većina redova beskralježnjaka uzorkovana u ovome istraživanju su redovi člankonožaca (malokolutićavaca), a samo je jedan red mekušaca (beskolutićavaca). Rezultati provedenog istraživanja u skladu su s rezultatima istraživanja koje su proveli Takahashi i sur. (2005). Iako se nisu bavili usporedbom jestivih i otrovnih vrsta gljiva, uzorkovali su 97 vrsta gljiva među kojima su bile i vrste iz četiri roda koji su uzorkovani u ovome istraživanju (*Paxillus*, *Lactarius*, *Cortinarius* i *Hellvela*). Determinirali su petnaest redova člankonožaca, a najviše je bilo jedinki iz redova skokuna (Collembola), dvokrilaca (Diptera) i kornjaša (Coleoptera). U ovome istraživanju 87% od ukupnog broja jedinki bile su iz ta tri reda člankonožaca: 35% su skokuni, 28% jedinke dvokrilaca i 24% kornjaša. Uz tri spomenuta reda, autori su determinirali još četiri reda člankonožaca koji su determinirani i u provedenom istraživanju: grinje (Acarina), pauci (Aranea), opnokrilci (Hymenoptera) i jednakonošci (Isopoda).

Ackerman i Shenefelt (1973) u svojem četverogodišnjem istraživanju proučavali su beskralježnjake i njihov utjecaj na plodišta više od stotinu vrsta gljiva u šumama Wisconsina kako bi doznali mogu li beskralježnjaci pomoći u suzbijanju gljiva koje uništavaju drvo, a samim time i drvnu industriju. Otkrili su cijeli niz organizama, od posjetitelja do onih koji su razvojno u potpunosti bili ovisni o gljivama. S obzirom na dugo razdoblje istraživanja, proučavali su životne cikluse, sezonske migracije i razvoj populacije unutar plodišta samih gljiva. Također, objasnili su na principu gljiva na kori drveta odnose među beskralježnjacima i gljivama. Drvo predstavlja supstrat u kojemu se nalazi micelij gljive, a iz micelija se razvijaju plodišta koja podupiru cijelu faunu beskralježnjaka. Neki od tih beskralježnjaka hrane se plodištima i sporama gljive, a njima se ili dalje hrane predatori ili na njima parazitiraju drugi organizmi. Sve to odnosi se i na gljive kojima je kao supstrat za razvoj plodišta umjesto drveta poslužilo tlo, a upravo su takve vrste uzorkovane u provedenom istraživanju. Tako su prema

njihovom objašnjenju grinje parazitski organizmi, dok se pauci hrane drugim beskralježnjacima unutar, ali i na površini plodišta. Prema radu koji je objavio Graves (1960) skokuni su uobičajeni beskralježnjaci u plodištima gljiva i nanose velike štete u uzgoju gljiva jer se hrane plodištima u kojima žive. U većem broju dolaze u starijim plodištima, a to je slučaj i u ovome istraživanju kod obične puze gdje je u sedmom starijem plodištu bio prisutan veći broj jedinki skokuna nego što je to slučaj u ostalim njezinim plodištima. Jedan od najbrojnijih redova člankonožaca i u istraživanju Ackermana i Schenefelta (1973.) bili su kornjaši. Dok su odrasle jedinke kornjaša u plodištima masivnijih gljiva predatori, uloga ličinki nije točno utvrđena. U rezultatima u tablici 3. vidljivo je da je u ovome istraživanju pronađena samo jedna odrasla jedinka kornjaša i više od stotinu ličinki, stoga možemo pretpostaviti da je život u plodištu odabranih vrsta gljiva samo početna faza u životnom ciklusu kornjaša. Prema Buxtonu (1960) još su sredinom 19. stoljeća provedena istraživanja o odnosima dvokrilaca i raznih vrsta gljiva, a u gore navedenom istraživanju Ackermana i Schenefelta (1973) najprisutniji red bili su upravo dvokrilci, točnije ličinke iz četrnaest različitih porodica dvokrilaca što je u skladu s rezultatima provedenog istraživanja. U tablici 3. vidljivo je da su ličinke dvokrilaca u velikom broju zastupljene u tri vrste gljiva (običnoj puzi, pravoj rujnici i koprenki). Ličinke nanose velike štete svojim domaćinima, a neke vrste dvokrilaca su svoj životni ciklus uskladile sa životnim ciklusom gljiva, i to na način da potpuni razvoj ličinke traje 2-3 tjedna koliko traje i potpuni razvoj plodišta gljiva. Također, u njihovom istraživanju determinirane su, uz brojne jedinke kukaca, i jedinke iz skupina stonoga/dvojenoga (Diplopoda), štriga (Chilopoda) te puževa (Gastropoda). To je u skladu s ovim istraživanjem u kojemu su determinirane jedinke iz tih redova. Jedinke štriga bile su iz reda Geophilomorpha, a jedinka puža iz reda zavojnjaka. Već spomenute stonoge česte su u plodištima gljiva, no ne nanose im štetu. Štrige su također česti beskralježnjaci u plodištima gljiva koji ondje love svoj plijen. Iako točna uloga puževa nije objašnjena, hraneći se plodištima gljiva, puževi uništavaju površinu plodišta, a na oštećenim mjestima dvokrilci liježu svoja jaja. Puževi se smatraju slučajnim (akcendentalnim) jedinkama što je, kao što je vidljivo u tablici 4., u skladu s rezultatima provedenog istraživanja. Prema objašnjenju tog istog istraživanja jedinka mrava pronađena u ovome istraživanju u plodištu prave rujnice samo je prolaznik koji nije imao neku važniju ulogu. U dostupnoj literaturi nisu pronađene uloge i značaj jedinki iz ostalih redova uzorkovanih ovim istraživanjem.

Na dva različita lokaliteta izabrane su po jedna za čovjeka jestiva i jedna otrovna vrsta gljiva kako bi usporedba faune u odnosu na jestivost ili otrovnost bila moguća. Na prvome lokalitetu prema odabranim kriterijima bilo je moguće usporediti običnu puzu kao jestivu i osjetljivu uvijaču kao otrovnu vrstu gljiva. Kao što je vidljivo na slici 11. u običnoj puzi je bilo prisutno gotovo 35 puta više jedinki nego u osjetljivoj uvijači što se kasnije pokazao kao statistički značajan rezultat. Također, statistički značajna razlika je i između taksona koji je, kao što je vidljivo na slici 12., veći kod obične puze. Isto je uočeno i na drugom lokalitetu gdje su u usporedbi prava rujnica kao jestiva i koprenka kao otrovna vrsta. Svi rezultati ukazuju da je u jestivim gljivama fauna mnogobrojnija i raznolikija nego što je u otrovnim gljivama čime je dokazana i druga pretpostavka ovog istraživanja.

Istraživanjem je pretpostavka da se broj jedinki smanjuje smanjenjem mase i promjera plodišta utvrđena kod prave rujnice, uz jedno odstupanje u plodištu sa srednjom vrijednosti. Kod svih ostalih vrsta promjer i masa plodišta nisu utjecali na brojnost jedinki, već možemo pretpostaviti da su ključni neki drugi faktori koji nisu mjereni u istraživanju.

Iz vrijednosti indeksa faunističke sličnosti (Sörensenovog indeksa) koje su prikazane u tablici 5. vidljivo je da je najmanja sličnost između obične puze i koprenke te koprenke i jesenskog hrčka. Isti rezultati dobiveni su i izračunom statistički značajne razlike obične puze i koprenke te osjetljive uvijače i jesenskog hrčka (statistički značajan rezultat je svaki $p<0,05$, a ovdje je $p<0,0001$). Sve statistički značajne razlike potvrđuju da je veća razlika između jestivih i otrovnih stapčarki, a sličnost veća između jestivih stapčarki i mješinarki čime je pobijena zadnja pretpostavka ovog istraživanja. Važno je napomenuti da svi taksoni koji nastanjuju za ljude otrovne vrste nastanjuju i one jestive, ali možemo pretpostaviti da taksonima koji se nalaze samo u jestivim vrstama smetaju neki kemijski spojevi koji se nalaze u otrovnim gljivama pa ih ondje niti ne nalazimo.

U istraživanju su se javila ograničenja kako u provedbi samog istraživanja tako i u analizi podataka. Uzorci beskralježnjaka su nakon ispadanja iz plodišta gljiva prebačeni u 70%-tni alkohol i determiniran je njihov trenutni stadij života. Pritom je zastupljenost ličinki dvokrilaca i kornjaša koje se nisu mogle preciznije determinirati do roda ili vrste bila velika. Jedinke beskralježnjaka zbog toga su determinirane samo do određenog taksona jer detaljnija determinacija u nekim slučajevima nije moguća, a u nekim slučajevima zahtjeva specijalista pa bi konačni rezultati bili klasifikacijski neujednačeni. Preciznije određivanje beskralježnjaka moglo bi se omogućiti uzrokovanjem plodišta u još jednom ili dva stadija sazrijevanja ili nekom metodom uzgoja ličinki u povoljnim uvjetima sve do odraslih jedinki. Zbog svega navedenog, razmatram više metoda kojima bi se moglo doći do jedinki koje je moguće preciznije odrediti pa će iduće istraživanje biti provedeno korištenjem dvije ili tri metode sakupljanja beskralježnjaka. Stoga bi se daljnja istraživanja trebala koncentrirati na pojedini red beskralježnjaka te u plodištima gljiva uspoređivati rodove i vrste samo iz toga reda, a povezivanjem više različitih istraživanja dobila bi se šira i detaljnija slika o odnosima između beskralježnjaka i gljiva.

ZAKLJUČCI

Zaključci istraživanja o beskralježnjacima u plodištima gljiva su:

- U uzorkovanim vrstama gljiva pronađeni su većinom člankonošci te samo jedan red mekušaca.
- Fauna gljiva s istog lokaliteta je slična.
- Raznolikost taksona manja je kod otrovnih vrsta gljiva.
- Sličnost faune jestivih stapčarki i mješinarki je velika.
- Broj jedinki beskralježnjaka unutar plodišta gljiva očito ne ovisi o masi plodišta i promjeru klobuka.

LITERATURA

Ackerman J. K. i Schenfelt R. D. 1973. Organisms, especially insects, associated with wood rotting higher fungy, Basidiomycota, in Wisconsin Forests. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, vol. 61: 185-206.

Buxton P. A. 1960. British Diptera associated with fungi, III. Flies of all families reared from about 150 species of fungi. Entomologist's Mon. vol 96: 61-94.

Durbešić P. 1988. Upoznavanje i istraživanje kopnenih člankonožaca. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, 77 stranica.

Fogel R. 1975. Insect Mycophagy: A Preliminary Bibliography. Pacific Northwest Research Station, U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Portland, Oregon.

Fogel R. 2006. Animals in Mushrooms, The Mushrooms Club, On-Line URL: http://herbarium.usu.edu/fungi/funfacts/Animals%20in%20Mushrooms.htm, pristupljeno: 12.11.2015.

Graves R. C. 1960. Ecological observations on the insects and other inhabitants of woody shelf fungi (Basidiomycetes: Polyporacea) in the Chicago area. Entomological Society of America 53: 61-78.

Jonsson M. 2002. Dispersal Ecology of Insects Inhabiting Wood-Decaying Fungi. Doctoral thesis, Swedish University of Agriculture Sciences, Uppsala.
Komonen A. i Kouki J. 2005. Occurrence and abundance of fungus-dwelling beetles (Ciidae) in boreal forests and clearcuts: habitat associations at two spatial scales. Animal Biodiversity and Conservation, vol. 2: 137-147.
Lawrence J. F. 1973. Host preference in Ciid beetles (Coleoptera: Ciidae) inhabiting the fruiting bodies of Basidiomycetes in North America. Bulletin Museum of Comparative Zoology, vol. 145: 163-184
Lukić T. 2015. Enciklopedija gljiva, Svijet gljiva – Web portal o gljivama, On-Line URL: http://www.svijet-gljiva.com/enciklopedija-gljiva, pristupljeno: 22.11.2015.
Macfadyen A. 1953. Notes on Methods for the Extraction of Small Soil Arthropods. Journal of Animal Ecology, Vol. 22: 65-77.
Macfadyen A. 1962. Soil Arthropod Sampling. Advances in Ecological Research, Vol. 1: 2-31.
MycoBank Database, Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks, On-Line URL: http://www.mycobank.org, pristupljeno: 13.12.2015.
PP Medvednica, Klima, šume Medvednice, Park Prirode Medvednica, On-Line URL: http://www.stari.pp-medvednica.hr/Medvednica_hr/Medvednica.asp, pristupljeno: 27.11.2015.
Meyer J. 2013. Kwik-Key to Soil-Dwelling Invertebrates, Entomology for Educators ENT 525, On-Line URL: https://www.cals.ncsu.edu/course/ent525/soil/kwikey1.html, pristupljeno: 15.1.2015.
Takahashi K. H., Tuno N., Takahashi K. 2005. Abundance of mycophagous arthropods present on different species of fungi in relation to resource abundance at different spatial scales. European Journal of Entomology 102: 39-46.
Tkalčec Z., Mešić A., Matočec N., Kušan I. 2008. Crvena knjiga gljiva Hrvatske: Uvod. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, Zagreb.
Webster J., Weber R. W. S. 2007. Introduction to Fungi: Basidiomycota, Relationships. Cambridge University Press, New York.

FAUNA PAUKA SKAKAČA OKOLICE MALOG POGANCA

Dorian Dević, 4. razred

Gimnazija „Fran Galović“, Koprivnica
Mentor: Ljerka Gazdek

SAŽETAK
Ciljevi istraživanja porodice pauka skakača (Salticidae) u okolici Malog Poganca u vremenskom periodu od 5. mjeseca 2014. do 3. mjeseca 2016. godine bili su: istražiti staništa i mikro-staništa na kojima se vrste pojavljuju te odrediti raznolikost i spolnu strukturu pronađenih jedinki. Time se upotpunjuju znanja o fauni pauka skakača na području Hrvatske. Glavne metode rada bile su ručno pretraživanje i prikupljanje uzoraka pomoću usisavača (exhaustora) vlastite izrade, bilježenje podataka o staništima i mikro-staništima te determinacija vrsta i spola prema postojećim ključevima. Tijekom rada, korištena je binokularna lupa maksimalnog povećanja 60 puta. Cijelo istraživanje popraćeno je i fotografski, korištenjem digitalne tehnike u super-makro izvedbi. Kad god je to bilo moguće, fotografiranje je provođeno u prirodi, a u situacijama u kojima to nije bilo moguće, provedeno je u kućnoj radnoj prostoriji. Radi moguće determinacije, pojedine juvenilne uzorke je bilo potrebno uzgojiti. Uzgoj se odvijao u kutijicama uz prikladne ekološke uvjete. Hranjenje se provodilo svaka 2-3 dana, a glavna hrana bile su vinske mušice uzgajane na supstratu fermentirajućeg voća. Voda im je aplicirana raspršivačem. Na temelju rezultata možemo zaključiti da je na malom prostoru radijusa oko 2 km, u vremenskom periodu od svibnja 2014. do ožujka 2016. godine, pronađeno i determinirano 9 vrsta sa 38 jedinki na raznolikim staništima i mikro-staništima. Za sve pronađene jedinke uspješno je određen spol (22 ženke i 16 mužjaka). Utvđeno je da je najčešće stanište pauka skakača šuma johe i bagrema, a mikro-stanište pod korom stabala. Rezultati ovog istraživanja uvelike pridonose dosadašnjim podacima o fauni pauka Hrvatske, a i šire. Većina vrsta je već poznata na prostoru Republike Hrvatske, ali vrsta *Heliophanus encifer* SIMON, 1871 ovim je radom po prvi put zabilježena za Hrvatsku, a vrijedan je nalaz i za veći dio Europe. Također je ustanovljeno da je najčešći pauk skakač na ovom području *Macaroeris nidicolens* (WALCKENAER, 1802) sa 17 pronađenih jedinki. Pronađena je mirmekomorfna vrsta *Leptorchestes berolinensis* (C. L. KOCH, 1846) koja i bojom i oblikom imitira mrave s kojima živi u zajednici. Ovo istraživanje pokazuje da je područje okolice Malog Poganca pogodno za naseljavanje pauka skakača te su time postavljeni temelji za eventualno daljnje istraživanje na ovom području.

Ključne riječi: *staništa, mikro-staništa, spolna struktura*

UVOD

Pauci skakači (Araneae: Salticidae) najbrojnija su porodica pauka (Platnick, 2016). Do danas su u svijetu poznate 5863 svojte (Metzner, 2016). Najkompletnija istraživanja pauka skakača u Hrvatskoj potječu još iz kraja 19. stoljeća (Damin, 1896; 1900). Rezultati ostalih istraživanja objedinjeni su u popisu Nikolića i Polenca (1981) i oni sadrže do danas oko 86 vrsta. Pauke skakače svrstavamo u termofilne i heliofilne životinje (Roberts, 1996). Njihova temeljna značajka je kretanje malim skokovima pri čemu uvijek iza sebe ostavljaju tanku svilenu nit, koja im pomaže pri bijegu u slučaju opasnosti. Unatoč sposobnosti da proizvode paučinastu nit, oni ne grade mreže, već plijen love skokovima. Predatori su i lovci iz zasjede (Roberts, 1996).

Grade zapredke (kokone) u kojima prezimljavaju i u kojima ženke odlažu jaja i čuvaju potomstvo. Skakače se također može pronaći i izvan tih zapredaka za vrijeme lova, „sunčanja“ i u vrijeme traženja partnera za razmnožavanje. Prehrana im se većinom sastoji od malih kukaca, lisnih uši, ali u nedostatku takvog plijena često love kukce nekoliko puta veće od sebe, na primjer muhe, skakavce (Roberts, 1996). Duljina tijela im se kreće od 3 do 4 mm, a iznimno 10 do 12 mm, što predstavlja u mnogim slučajevima znatnu teškoću prilikom njihova otkrivanja u prirodi. Na frontalnom dijelu

prosome i odozgo na prosomi imaju po dva para očiju. Na taj im način vidno polje zatvara puni krug, zbog čega im se vrlo teško neopaženo približiti.

Nalaze se na raznovrsnim staništima, od kojih su česta, na primjer: ispod kore stabala, pod kamenjem i među stijenama, na tlu te u različitim stambenim objektima (Kranjčev, 2012) Kada se govori o mikro-staništu određene vrste, misli se na mjesto na kojem pauci grade svoj zapredak, mjesto gdje ženke polažu jaja i gdje se odvija početni dio razvitka potomaka. To je životni prostor gdje se životinje sklanjaju noću i danju i gdje se odvija hibernacija. Za razliku od staništa koje u mnogo širem smislu određuje obitavalište životinja, primjerice travnjak, šuma, kamenjara. Životni ciklus većine pauka skakača traje oko godinu dana. Tijekom života, prolaze 8 faza presvlačenja.

U porodici Salticidae postoji skupina pauka koja svojim ponašanjem, vanjskom građom, pa i odgovarajućim kemijskim supstancama (feromonima) imitira određene vrste mrava. U toj skupini pauka skakača možemo razlikovati mirmekofilne vrste koje u većoj ili manjoj mjeri iskazuju sklonost prema mravima, mirmekomorfne pauke koji svojim oblikom nalikuju mravima, te mirmekofagne koji se hrane mravima (Cushing, 2012). Utvrđeno je da samo određena vrsta pauka skakača živi s pojedinom vrstom mrava, i to s onom koju imitira (Cushing, 1997).

Razlog i cilj suživota mrava i mirmekofilnih pauka skakača do sada nije poznat, već se samo pretpostavlja da se pauci koji žive u koloniji mrava hrane istim tvarima kao i mravi ili mravima samima te da lakše dolaze do hrane živjeći u toj neobičnoj zajednici. (Cushing, 2012) Premda su pauci skakači najveća i najraznovrsnija porodica pauka i istražuju se već više od 250 godina, o njihovoj ekologiji za velik broj vrsta još nema potpunih podataka, a osobito za njihova staništa i mikro-staništa (Metzner, 2016). S obzirom na sve navedeno, autor je odlučio što je detaljnije moguće istražiti one vrste pauka skakača koje je mogao naći u svojoj neposrednoj okolici. To se osobito odnosi na otkrivanje njihovih mikro-staništa, određivanje vrsta i identifikaciju spola.

Istraživanje pauka skakača nije nimalo jednostavno. Pauke skakače susrećemo svuda oko nas, na različitim staništima, ali ih teško zamjećujemo. Glavni razlozi tome su veličina tijela koja varira od 3 do 7 mm, brzina kretanja, dobro razvijen vid te zaštitna obojenost i mimikrija.

Nastavni program biologije za gimnazije tek spominje ovu porodicu pauka. Stoga potaknut predavanjem dr. Kranjčeva održanom u Gimnaziji „Fran Galović“ Koprivnica 2014. godine, odlučujem nešto više saznati o tim paucima vlastitim istraživanjem u mom rodnom mjestu i njegovoj okolici. U ovom istraživanju bio sam ograničen izuzetno oskudnom i često kontradiktornom literaturom što upućuje na slabu istraženost ove porodice paukova. Upravo zbog toga, moj interes za pauke skakače je postao još veći te su stoga ciljevi moga rada:

- otkriti njihova staništa i mikro-staništa
- pronaći, zabilježiti i odrediti postojeće vrste
- odrediti spol odraslih jedinki
- upotpuniti znanja o paucima skakačima Hrvatske.

Mali Poganac je mjesto okruženo listopadnim šumama većinom johe i bagrema koje su u literaturi opisane kao pogodna staništa pauka skakača. Iz navedenog razloga i vrlo slabe istraženosti pauka

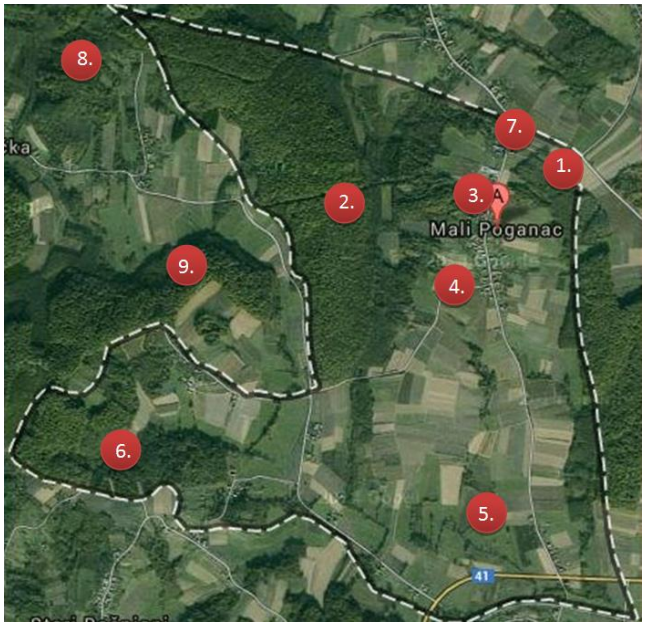
skakača na ovom području, pretpostavljam da ću ostvariti svoje ciljeve, a prema potrebi uzgojem juvenilnih jedinki odrediti spolnu strukturu istih.

METODE RADA

Prikupljanje pauka skakača provedeno je u vremenskom razdoblju od svibnja 2014. do ožujka 2016. godine za vrijeme proljetnih , ljetnih i jesenskih mjeseci kad su to dozvoljavale vremenske prilike.

Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno u sjeverozapadnoj Hrvatskoj u okolici naselja Mali Poganac, smještenog 20-ak kilometara jugozapadno od Koprivnice. Naselje se nalazi na obroncima Kalnika, na nadmorskoj visini od 200 do 250 m. Okruženo je većinom listopadnim šumama, livadama i poljima, a šumom protječe Potok Koprivnica koji okružuju sastojine joha, topola i vrba. Kora ovih biljaka može biti pogodno stanište i mikro-stanište paucima skakačima. Područje istraživanja obuhvaća površinu radijusa otprilike dva kilometra, a podijeljeno je na 9 nalazišta s odgovarajućim GPS koordinatama (slika 1, tablica 1).



Slika 1 Karta naselja Mali Poganac s nalazištima pauka skakača

Tablica 1 Nalazišta pauka skakača naselja Mali Poganac i njegove okolice s odgovarajućim GPS koordinatama

Rb.	Nalazište	GPS koordinate
1.	Duboka jama	46° 6' 56'' N , 16° 39' 50'' E
2.	Jasenje	46° 6' 51'' N , 16° 39' 3'' E
3.	Dvorište i okućnica	46° 6' 53'' N , 16° 39' 31'' E
4.	Sedlarice	46° 6' 37'' N , 16° 39' 26'' E
5.	Mali lug	46° 6' 2'' N , 16° 39' 33'' E
6.	Grdak	46° 6' 11'' N , 16° 38' 11'' E
7.	Groblje	46° 7' 1'' N , 16° 39' 39'' E
8.	Kreke	46° 7' 13'' N , 16° 38' 7'' E
9.	Rečica	46° 6' 41'' N , 16° 38' 28'' E

Nalazište „Duboka jama“ (1.) obilježava udubljenje u tlu (jarak) okružen šumom i oranicama, po čemu je i dobio naziv. U šumi prevladavaju sastojine bagrema i johe, čija kora odlično odgovara paucima

skakačima. Nalazište „Jasenje“ (2.) karakterizira šuma johe, livada i šuma jasena odakle i ovaj naziv. Lokalitetom protječe i Potok Koprivnica. Nalazište „Dvorište i okućnica“ (3.) sastoji se od više stambenih objekata, neautohtonih (donešenih) biljnih vrsta te različitih tvorevina antropogenog podrijetla. Veći dio nalazišta redovno se održava te je zbog toga samo mali prostor pogodan za naseljavanje paucima. Nalazištem „Sedlarice“ (4.) prolazi šljunčani put (makadam) i Potok Koprivnica. Sastoji se većinom od oranica s osamljenim stablima hrasta, topole i johe te šumarcima bagrema. Na tom području također postoji livada te 10-ak godina star nasad oraha. Nalazište „Mali lug“ (5.) sastoji se od livada, oranica, osamljenih stabala hrasta te šumaraka johe, vrbe i topole koje rastu uz liniju potoka. Nalazište „Grdak" (6.) karakteriziraju vinogradi, livade, ali i šume graba, bukve i johe. Nalazište „Groblje“ (7.) sastoji se od nekoliko stabala bora i smreke. Nalazište „Kreke“ (8.) karakterizira šuma graba, bukve i bagrema. Nalazište „Rečica“ (9.) sastoji se većinom od šume johe i bagrema.

Metode rada

Glavna metoda rada, odnosno pronalaska primjeraka pauka bila je ručno pretraživanje (okretanje većeg ili manjeg kamenja, odvajanje kore, protresanje grana). Uzorci su prikupljeni usisavačem (exhaustorom). To je savitljiva plastična cijev kojom se hvataju pauci (slika 2), vlastite izrade. Za pregled uzoraka na terenu korištena je lupa povećanja 10 puta.

Slika 2 Exhaustor s prikladnim kutijicama

Tijekom rada na terenu utvrđen je popis postojećih staništa i mikro-staništa te nalazišta na kojima je vršeno uzorkovanje pauka. Uzorci ulovljeni na terenu spremani su u terenske kutijice. Sve su kutijice na terenu etiketirane s podacima o datumu, staništu, mikro-staništu i nalazištu.

Determinacija je načinjena prema postojećim ključevima (Metzner, 2016; Nentwig i sur., 2016). Zbog lakšeg pregleda morfoloških karakteristika, pri determinaciji uzoraka korištena je binokularna lupa maksimalnog povećanja 60 puta. Osnovni kriterij determinacije sastojao se u detaljnoj usporedbi vanjske građe pojedinih pauka s crtežima u postojećim ključevima. Pri determinaciji je određivan i spol, kod odraslih jedinki odmah, a kod juvenilnih jedinki nakon uzgoja.

Uzgoj se odvijao u plastičnim kutijicama uz prikladne ekološke uvjete (voda, hrana). Hranjenje je provođeno svaka 2 - 3 dana. Glavna hrana bile su vinske mušice (*Drosophila melanogaster* Meigen,

1830). Mušice su uzgajane na supstratu trulog, odnosno fermentirajućeg voća. Pauci su osim hrane redovito dobivali vodu apliciranu raspršivačem. Sve uginule životinje, spremljene su u bočice sa 75 % etanolom.

Cijelo istraživanje popraćeno je i fotografski, korištenjem digitalne tehnike u super-makro izvedbi. Ta metoda omogućila je bolji uvid u pojedinosti građe životinja. Kad god je to bilo moguće, fotografiranje je provođeno „in situ“, a u situacijama u kojima to nije bilo moguće, provedeno je u kućnoj radnoj prostoriji na podlozi koja imitira paukovo mikro-stanište.

Po završetku istraživanja napravljena je statistička analiza podataka, s obzirom na: staništa, mikro-staništa, broj i spol jedinki pojedinih vrsta te ukupan broj jedinki po spolu. Podaci su prikazani tablicama i grafikonima.

REZULTATI

Ovim istraživanjem faune pauka skakača u vremenskom periodu od svibnja 2014. do ožujka 2016. godine, uspješno su utvrđena staništa i mikro-staništa pronađenih jedinki, jedinke su determinirane po postojećim ključevima I određena im je spolna struktura.

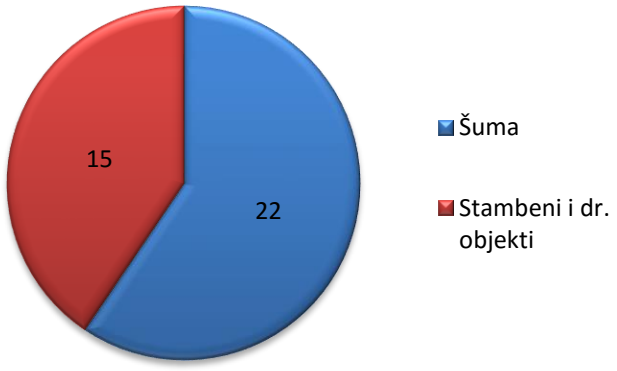
Staništa i mikro-staništa

Najzastupljenije stanište je šuma johe i bagrema (slika 3), a mikro-staništa pod korom stabala, zatim kamenje u cvjetnjaku pred kućom, zid od hrastovih dasaka te unutrašnjost kuće (okvir prozora) (tablica 2, slika 4).

Mikro-stanište pod korom stabala rezultiralo je pronalaskom vrsta isključivo na rubnim, osunčanim stablima, i to na visini 20 cm od tla pa do 2 m.

Tablica 2 Staništa i mikro-staništa

Stanište	Mikro-stanište
A) Šuma	A1) Pod korom stabala
	A2) Pukotine na stablu
	A3) U bršljanu
	A4) Bijela imela na stablu kruške
B) Stambeni i dr. objekti	B1) Unutrašnjost kuće (okvir prozora)
	B2) Zid od hrastovih dasaka
	B3) Pukotine na vanjskim zidovima
	B4) Drvene košnice za pčele
	B5) Kamenje u cvjetnjaku pred kućom



Slika 3 Odnos broja jedinki po utvrđenim staništima

Slika 4 Broj jedinki na mikro-staništima

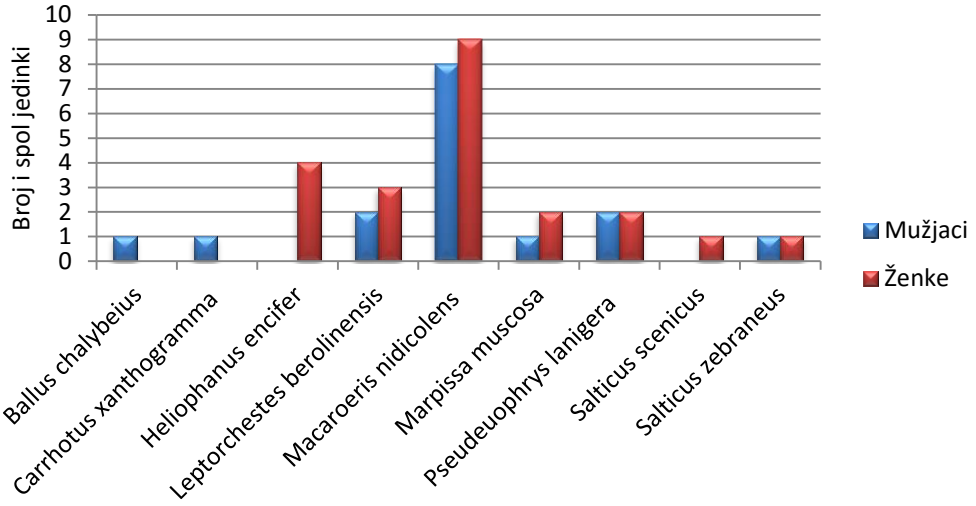
Pronađene vrste

Na području uske okolice mjesta Mali Poganac, pronađeno je ,determinirano te zabilježeno ukupno 9 vrsta pauka skakača s ukupno 38 jedinki. Za svaku pronađenu vrstu zapisani su podaci o nalazištu, staništu, mikro-staništu, vremenu nalaza te brojnosti i spolu (tablica 3).

Tablica 3 Pregled utvrđenih vrsta pauka

Rb.	Vrsta	Nalazište	Stanište i mikro-stanište	Datum (prvog) pronalaska	Broj i spol
1.	*Ballus chalybeius* (WALCKENAER, 1802)	3	/	19. 5. 2014.	1 ♂
2.	*Carrhotus xanthogramma* (LATREILLE, 1819)	2	A1	10. 12. 2015.	1 ♂
3.	*Heliophanus encifer* SIMON, 1871	3	B5	4. 8. 2014.	4 ♀
4.	*Leptorchestes berolinensis* (C. L. KOCH, 1846)	3	B2, B4	6. 6. 2014.	2 ♂ 3 ♀
5.	*Macaroeris nidicolens* (WALCKENAER, 1802)	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9	A1, A3, A4	8. 11. 2014.	8 ♂ 9 ♀
6.	*Marpissa muscosa* (CLERCK, 1757)	2, 8, 9	A1, A2, A3	4. 7. 2014.	1 ♂ 2 ♀
7.	*Pseudeuophrys lanigera* (SIMON, 1871)	3	B1	22. 05. 2014.	2 ♂ 2 ♀
8.	*Salticus scenicus* (CLERCK, 1757)	3	B3	26. 6. 2014.	1 ♀
9.	*Salticus zebraneus* (C. L. KOCH, 1837)	3	A3, B3	17. 7. 2014.	1 ♂ 1 ♀

Vrsta *Macaroeris nidicolens* (WALCKENAER, 1802) zastupljena je s najvećim brojem jedinki (17 jedinki - 8 ♂ i 9 ♀), pronađena je na gotovo svim nalazištima, dok su najrjeđe vrste *Ballus chalybeius* (WALCKENAER, 1802), *Carrhotus xanthogramma* (LATREILLE, 1819) i *Salticus scenicus* (CLERCK, 1757) zastupljene samo s jednom pronađenom jedinkom (slika 5). Najvrijedniji nalaz je vrsta *Heliophanus encifer* SIMON, 1871 s četiri pronađene ženke, koja je ovim radom po prvi puta zabilježena za Hrvatsku.

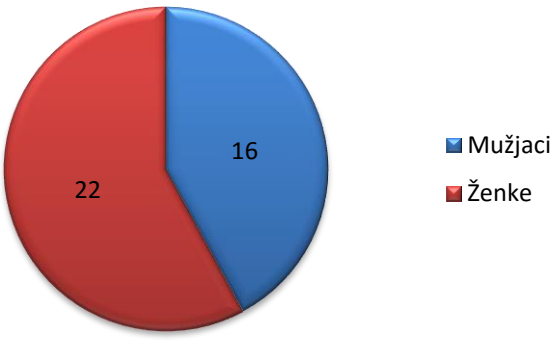


Slika 5 Prikaz broja i spola jedinki zabilježenih vrsta

Određivanje spola

Proučavanjem postojeće literature te detaljnom analizom morfoloških karakteristika pauka, utvrdio sam da je glavni kriterij pri razlikovanju spola razlika u pedipalpima (čeljusnim nožicama) koja je vidljiva tek nakon zadnjeg (osmog) presvlačenja, jer se tek tada u potpunosti razvijaju spolni organi. Pedipalpi su kod mužjaka na vršcima zadebljali, a kod ženke nema zadebljanja (slika 6). Primjetio sam da su ženke kod većine pronađenih vrsta nešto veće od mužjaka. Od ukupno 38 jedinki identificirano je 16 mužjaka i 22 ženke (slika 7).

Slika 6 Pedipalpi mužjaka (lijevo) i ženke (desno) vrste *Leptorchestes berolinensis* (C. L. KOCH, 1846)



Slika 7 Broj jedinki po spolu

Pregled vrsta s obilježjima

1. Ballus chalybeius (WALCKENAER, 1802) (slika 8)

Veličina 3 – 4 mm

Jedan od najmanjih pauka skakača pronađenih na ovom području. Opisthosoma mu se bitno razlikuje od ostalih vrsta pauka skakača (gotovo je iste dužine kao prosoma i okrugla je). Stanište i mikro-stanište nisu utvrđeni.

Slika 8 Uginuli *Ballus chalybeius* (mužjak)

2. Carrhotus xanthogramma (LATREILLE, 1819)

Veličina 4 - 6 mm

Mužjak nakon osmog (zadnjeg) presvlačenja poprima karakterističnu obojenost tijela – jarko crvenu opisthosomu te crnu prosomu.

3. Heliophanus encifer SIMON, 1871 (slika 9)

Veličina: 4 - 5 mm

Sitan pauk skakač. Prisutan isključivo na mikro-staništu odležanog većeg kamenja u cvjetnjaku. Nađene su samo ženke, ali ni jedan mužjak.

Slika 9 *Heliophanus encifer* (ženka)

4. Leptorchestes berolinensis (C. L. KOCH, 1846) (slika 10, slika 11, slika 12)

Veličina: 6 - 9 mm

Mravoliki (mirmekomorfni) pauk skakač. Promatranjem pauka, primjećeno je da pokazuje karakteristike mirmekomorfnosti (građa tijela, boja, veličina).

Slika 10 *Leptorchestes berolinensis* (ženka)

Slika 11 *Leptorchestes berolinensis* (mužjak)

Slika 12 *Leptorchestes berolinensis* (mužjak) na mikro-staništu stara drvna građa

5. Macaroeris nidicolens (WALCKENAER, 1802) (slika 13, slika 14)

Veličina: 4 – 8 mm

Markantan pauk skakač. Najčešći skakač na području istraživanja. Pojavljuje se u više morfoloških varijacija. Lako prilagodljiv na umjetne (kontrolirane) uvjete života.

Slika 13 *Macaroeris nidicolens* (ženka)

Slika 14 *Macaroeris nidicolens* (mužjak)

6. Marpissa muscosa (CLERCK, 1757) (slika 15, slika 16)

Veličina: 7 – 11 mm

Najmasivniji i najveći primjerak pauka skakača nađenog na ovom području. Ženka je bitno veća od mužjaka.

Slika 15 *Marpissa muscosa* (ženka)

Slika 16 *Marpissa muscosa* (mužjak i ženka)

7. Pseudeuophrys lanigera (SIMON, 1871) (slika 17)

Veličina: 4 - 5 mm

Čest pauk skakač u unutrašnjosti stambenih objekata. Prisutan isključivo na mikro-staništu unutrašnjeg dijela okvira drvenih prozora.

Slika 17 *Pseudeuophrys lanigera* (ženka)

8. Salticus scenicus (CLERCK, 1757) (slika 18)

Veličina: 5 - 7 mm

Veoma brz. Morfološki odlično prilagođen mikro-staništu na kojem je pronađen (pukotine na vanjskim zidovima)

Slika 18 *Salticus scenicus* (ženka)

9. Salticus zebraneus (C. L. KOCH, 1837) (slika 19, slika 20)

Veličina: 5 – 8 mm

Izuzetno brz i okretan pauk skakač. Mužjak ima jasno izražene chelicere (kliješta). Mužjak nešto veći od ženke.

Slika 19 *Salticus zebraneus* (mužjak)

Slika 20 *Salticus zebraneus* (ženka)

RASPRAVA

Kao što sam naveo u obrazloženju teme, ovim radom sam nastojao istražiti staništa i mikro-staništa pauka skakača na području okolice Malog Poganca, pronaći i odrediti što veći broj vrsta te odrediti njihov spol. Prvenstveno sam želio proširiti svoje znanje o paucima skakačima te upoznati osnovne principe i metode istraživačkog rada. S obzirom na oskudnu literaturu, loše vremenske prilike (velike vrućine, promjenjivo vrijeme, česte oborine…), tijelo malih dimenzija teško uočljivo u prirodi, brzinu kretanja te izuzetno oštar vid, smatram da sam u tome u potpunosti uspio. Utvrdio sam postojeća staništa i mikro-staništa pronađenih jedinki. Ovim istraživanjem je utvrđeno da se pauci skakači pojavljuju na vrlo različitim mikro-staništima, no uglavnom na mjestima bez nedavnog antropogenog utjecaja. Najzastupljenije stanište je šuma (pretežno johe i bagrema), a mikro-stanište pod korom stabala. To stanište i mikro-stanište paucima pruža dobru zaštitu od vremenskih neprilika i antropogenog utjecaja. Kod mikro-staništa pod korom stabala bitno je napomenuti koji oblik ono najčešće ima. Ono se odnosi isključivo na mrtvi dio kore (lilu), i to u dvije mogućnosti. Prva, češća, na koru pričvršćenu jednim, i to gornjim dijelom za ostatak stabla. Takav poseban oblik skrovišta omogućuje paucima da se sakriju pod koru te da se zaštite od direktnog udara vjetra, ali i kiše s obzirom na to da se voda slijeva niz koru. Druga je, rjeđa mogućnost, kora koja se u većem dijelu odvojila od stabla i pauk lako pronalazi put do unutrašnje komorice pod korom ili se pauk uvlači u komoricu kroz otvor koji je načinio neki drugi kukac.

Ovim je istraživanjem pronađeno i determinirano 9 vrsta pauka skakača s ukupno 38 jedinki, u periodu od svibnja 2014. do ožujka 2016. godine. Ustanovljeno je da je najčešći pauk skakač istraženog područja *Macaroeris nidicolens* (WALCKENAER, 1802) s čak 17 pronađenih jedinki (9 ženki i 8 mužjaka). Među ostalima, ističe se vrsta *Heliophanus encifer* SIMON, 1871 koja je općenito slabo istražena i opisana i do sada nije pronađena u Hrvatskoj, a rijedak je nalaz i za područje Europe (Metzner, 2016; Platnick, 2016; Damin, 1900). Prema literaturi (Metzner, 2016), ta je vrsta vezana za područje mediterana (krš) te je zbog toga logično da je pronađena u cvjetnjaku u sklopu okućnice koji se sastoji od kamenja dopremljenog iz Dalmacije. Determinacija ove vrste vršena je samo na jednoj od pronađenih jedinki, s obzirom da uzgoj ostalih juvenilnih jedinki nije uspješno proveden, tj. jedinke nisu dosegle zadnji stadij presvlačenja. Morfološke karakteristike jedine odrasle jedinke odgovaraju determinaciji, no zamjena sa srodnim vrstama je zbog nedostatka iskustva moguća te bi u skoroj budućnosti trebalo prikupiti još materijala i ponoviti determinaciju.

Utvrđeno je da su jedinke pojedinih vrsta bojom dobro prilagođene mikro-staništu, a posebno treba istaknuti vrstu *Leptorchestes berolinensis* (C. L. KOCH, 1846) koja i bojom i oblikom imitira mrave s kojima živi u zajednici (Cushing, 2012). Determinaciju svih pronađenih pauka skakača potvrdio je i dr. Radovan Kranjčev koji se posljednjih godina i sam bavi istraživanjem ove porodice pauka (Kranjčev, 2012; 2013). Spol je uspješno utvrđen kod svih pronađenih jedinki zahvaljujući uzgoju juvenilnih primjeraka koji su se tijekom uzgoja više puta presvlačili te su time dosegli fazu i morfološke karakteristike odrasle jedinke. Pronađeno je 38 jedinki, a od toga 16 mužjaka i 22 ženke.

Pronađenih 9 vrsta pauka skakača na području uske okolice Malog Poganca nije jako velik broj, ali nije ni zanemarivo mali s obzirom na oko 86 determiniranih vrsta u Republici Hrvatskoj (Nikolić i Polenec, 1981) ili 55 determiniranih vrsta u Hrvatskoj prema Metzneru (2016). To sigurno nije ni konačan broj vrsta koje nastanjuju ovaj prostor, ali je dobar početni pokazatelj o raznolikosti prostora i polazište za daljnja istraživanja.

ZAKLJUČCI

- Za 8 vrsta uspješno su pronađena i zabilježena staništa i mikro-staništa.
- Istraživanjem je ustanovljeno da je, na ovom prostoru, najčešće stanište pauka skakača - šuma johe i bagrema te mikro-stanište pod korom stabala.
- U razdoblju od svibnja 2014. do ožujka 2016. godine, na području uske okolice mjesta Mali Poganac, pronađeno je 9 vrsta s ukupno 38 jedinki pauka skakača.
- Većina vrsta je već zabilježena za prostor Republike Hrvatske, a vrsta *Heliophanus encifer* SIMON, 1871 ovim je radom po prvi put zabilježena za Hrvatsku, a rijedak je nalaz i za veći dio Europe.
- Ustanovljeno je da je vrsta *Macaroeris nidicolens* (WALCKENAER, 1802) najčešća na području istraživanja i pojavljuje se na različitim mikro-staništima.
- Pronađena je mirmekomorfna vrsta *Leptorchestes berolinensis* (C. L. KOCH, 1846).
- Uspješno su određeni spolovi svih pronađenih jedinki.
- Otvorena su mnoga pitanja i postavljeni su temelji za eventualno daljnje istraživanje na ovom području.

ZAHVALA

Zahvaljujem se dr. Radovanu Kranjčevu na nesebičnoj pomoći oko metodologije istraživanja i determinacije vrsta pauka skakača.

LITERATURA

Cushing, P. E. 1997. Myrmecomorphy and myrmecophily in spiders: a review. Florida Entomologist. 80: 165-193.

Cushing, P. E. 2012. Spider-Ant Associations: An Updated Review of Myrmecomorphy, Myrmecophily, and Myrmecophagy in Spiders. URL: *http://www.hindawi.com/journals/psyche/2012/151989/* Pristupljeno: 12. 3 .2016.

Damin, N. 1896. Prilog fauni dalmatinskih i istarskih pauka. Soc. Hist.-Nat. Croat. 9: 298-310.

Damin, N. 1900: Pauci Dalmacije, Hrvatske, Slavonije i Istre. Rad JAZU. 143: 10-53.

Kranjčev, R. 2012. Fauna pauka skakača (Araneae: Salticidae) Nacionalnog parka Paklenica, Republika Hrvatska. Entomol. Croat. 16(1–4): 105–114.

Kranjčev, R. 2013. Pauci skakači (araneae: salticidae) higrofilnih staništa u Hrvatskoj i neke njihove ekološke značajke. Entomol. Croat. 17(1–4): 67–77.

Metzner, H. Worldwide database of jumping spiders (Arachnida, Araneae, Salticidae) URL: *http://www.jumping-spiders.com/* Pristupljeno: 12. 3. 2016.

Nentwig W., Blick T., Gloor D., Hänggi A., Kropf C. : Spiders of Europe. URL: *www.araneae.unibe.ch.* Pristupljeno 12. 3. 2016.

Nikolić, F. i Polenec, A. 1981. Catalogus faunae Jugoslaviae. III/4 Aranea. SAZU. pp. 106-116.

Platnick, N. I. 2015. World Spider Catalog (2016). World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online at *http://wsc.nmbe.ch*, version 16, pristupljeno {12.3.2016}

Roberts, M. J. 1996. Spiders of Britain and Northern Europe. HarperCollins Publishers Ltd, London