

# GLASILO FUTURE

ISSN 2623-6575

UDK 60

UDK 631

UDK 663

UDK 630

PUBLIKACIJA FUTURE - STRUČNO-ZNANSTVENA UDRUGA ZA PROMICANJE ODRŽIVOG RAZVOJA, KULTURE I MEĐUNARODNE SURADNJE, ŠIBENIK

VOLUMEN 2 BROJ 4

PROSINAC 2019.



# Glasilo Future

## Stručno-znanstveni časopis

### Nakladnik:

FUTURA



Sjedište udruge: Šibenik

### Adresa uredništva:

Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska / Croatia

☎ / 📠: +385 (0) 022 218 133

✉: urednistvo@gazette-future.eu / editors@gazette-future.eu

🌐: www.gazette-future.eu

### Uređivački odbor / Editorial Board:

Doc. dr. sc. Boris Dorbić, v. pred. – glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-Chief*Emilija Friganović, dipl. ing. preh. teh., v. pred. – zamjenica g. i o. urednika / *Deputy Editor-in-Chief*Ančica Sečan Matijašević, mag. act. soc. – tehnička urednica / *Technical Editor*Antonia Dorbić, mag. art. – zamjenica tehničke urednice / *Deputy Technical Editor*

Prof. dr. sc. Željko Španjol

Mr. sc. Milivoj Blažević

Vesna Štibrić, dipl. ing. preh. teh.

### Međunarodno uredništvo / International Editorial Board:

Prof. dr. sc. Kiril Bahcevandziev – Portugalska Republika (Instituto Politécnico de Coimbra)

Prof. dr. sc. Martin Bobinac – Republika Srbija (Šumarski fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Zvezda Bogevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)

Dario Bognolo, mag. ing. – Republika Hrvatska (Veleučilište u Rijeci)

Prof. dr. sc. Agata Cieszevska – Republika Poljska (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)

Dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emeritus – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Duška Čurić – Republika Hrvatska (Prehrambeno-biotehnološki fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Margarita Davitkovska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)

Prof. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Josipa Giljanović – Republika Hrvatska (Kemijско-tehnološki fakultet u Splitu)

Prof. dr. sc. Semina Hadžiabulić – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Prof. dr. sc. Péter Honfi – Mađarska (Faculty of Horticultural Science Budapest)

Prof. dr. sc. Valeria Ivanova – Republika Bugarska (Fakultet za lozaro - gradinarstvo Plovdiv)

Prof. dr. sc. Mladen Ivić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Doc. dr. sc. Orhan Jašić – Bosna i Hercegovina (Filozofski fakultet Tuzla)

Prof. dr. sc. Tajana Krička – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Dejan Kojić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Slobodan Kulić, mag. iur. – Republika Srbija (Srpska ornitološka federacija i Confederation ornitologique mondiale)

Prof. dr. sc. Biljana Lazović – Crna Gora (Biotehnički fakultet Podgorica)

Prof. dr. sc. Branka Ljevnaić-Mašić – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu)

Doc. dr. sc. Zvonimir Marijanović – Republika Hrvatska (Kemijско-tehnološki fakultet u Splitu)

Doc. dr. sc. Ana Matin – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bosiljka Mustać – Republika Hrvatska (Sveučilište u Zadru)

Hrv. akademik prof. dr. sc. Stanislav Nakić – Bosna i Hercegovina (Sveučilište Hercegovina Mostar)

Sandra Popović, mag. ing. – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Doc. dr. sc. Bojan Simovski – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za šumarski nauki, pejzažna arhitektura i ekoinženjering "Hans Em" Skopje)

Prof. dr. sc. Davor Skejić – Republika Hrvatska (Građevinski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Milan Stanković – Republika Srbija (Univerzitet u Kragujevcu)

Akademik prof. dr. sc. Refik Šećibović – Bosna i Hercegovina (Visoka škola za turizam i menadžment Konjic)

Prof. dr. sc. Andrej Šušek – Republika Slovenija (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor)

Prof. dr. sc. Elma Temim – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Mr. sc. Merima Toromanović – Bosna i Hercegovina (Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću)

Doc. dr. sc. Ivana Vitasović Kosić – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Ana Vujošević – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Vesna Židovec – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Lektura i grafička priprema: Ančica Sečan Matijašević, mag. act. soc.

Objavljeno: 31. prosinca 2019. godine.

Časopis izlazi u elektroničkom izdanju dva puta godišnje, krajem lipnja i prosinca, a predviđena su i dva interdisciplinarna specijalna izdanja tijekom godine iz STEM i ostalih znanstvenih/umjetničkih područja.

Časopis je besplatan. Rukopisi i recenzije se ne vraćaju i ne honoriraju.

Umnožavanje (reproduciranje), stavljanje u promet (distribuiranje), priopćavanje javnosti, stavljanje na raspolaganje javnosti odnosno prerađivanje u bilo kojem obliku nije dopušteno bez pismenog dopuštenja Nakladnika.

Sadržaj objavljen u Glasilu Future može se slobodno koristiti u osobne i obrazovne svrhe uz obavezno navođenje izvora.

## **Glasilo Future**

### **Stručno-znanstveni časopis**

FUTURA – stručno-znanstvena udruga za promicanje održivog razvoja, kulture i međunarodne suradnje, Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska

(2019) 2 (4) 01–74

#### **SADRŽAJ:**

Str.

#### ***Izvorni znanstveni rad (original scientific paper)***

*Žana Delić, Ivana Vuković, T. Svalina, M. Šuste, Emilija Friganović, Mladenka Šarolić, B. Dorbić*

Isparljivi spojevi vina od maline

Volatile compounds of raspberry wines ..... 01–09

*Emilija Friganović, D. Anić, Ančica Sečan Matijaščić, Mladenka Šarolić, B. Dorbić, Žana Delić, M. Šuste*

Ponašanje i stavovi studenata Veleučilišta "Marko Marulić" u Kninu o funkcionalnim napitcima

Behavior and attitudes of students of the Marko Marulić Polytechnic of Knin toward functional beverages ..... 10–20

#### ***Prethodno priopćenje (preliminary communication)***

*E. Delić, B. Dorbić, Nađa Buturović, Azra Bostandžić, Almina Tahirović*

Prikaz modela za održavanje terenske nastave iz primijenjene botanike i ekologije

A presentation of a model for teaching field courses in Applied Botany and Ecology ..... 21–35

#### ***Pregledni rad (scientific review)***

*B. Dorbić*

Sanacija i revitalizacija drvoreda bijelog dudu (*Morus alba* L.) na prostoru luka Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku

Rehabilitation and revitalization of the white mulberry tree (*Morus alba* L.) in the area of port Vrnaža – East (central) part of the port in Šibenik ..... 36–51

#### ***Stručni rad (professional paper)***

*Ž. Zrno, Ivana Pintur*

Elementarne funkcije u poljoprivredi

Elementary functions in agriculture ..... 52–69

#### ***Nekategorizirani rad (uncategorised paper)***

*Zdenka Bilušić*

Prikaz izložbe

Review of exhibition ..... 70–72

*Upute autorima (instructions to authors)* ..... 73–74

## **Isparljivi spojevi vina od maline**

### **Volatile compounds of raspberry wines**

**Žana Delić<sup>1\*</sup>, Ivana Vuković<sup>1,2</sup>, Tomislav Svalina<sup>1</sup>, Marko Šuste<sup>1</sup>, Emilija Friganović<sup>1</sup>, Mladenka Šarolić<sup>1</sup>, Boris Dorbić<sup>1</sup>**

*izvorni znanstveni rad (original scientific paper)*

doi: 10.32779/gf.2.4.1

#### **Sažetak**

Posljednjih godina proizvodnja voćnih vina neprestano raste zbog sve veće potražnje potrošača za visokokvalitetnim voćnim vinima. Voćna vina proizvode se fermentacijom soka ili pulpe koštičavog, jezgričavog, jagodičastog, bobičastog ili ostalog voća (osim grožđa). Cilj ovog rada bio je usporediti sastav isparljivih spojeva vina proizvedenih od šumskih i kultiviranih malina. Isparljivi spojevi izolirani su pomoću mikroekstrakcije vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME) i analizirani vezanim sustavom plinska kromatografija-masena spektrometrija (GC-MS). U uzorku vina od šumske maline identificirano je 37 spojeva što predstavlja 90,5 % udjela isparljivih spojeva, dok je u uzorku vina od kultivirane maline identificirano 20 spojeva što predstavlja 93,9 % udjela isparljivih spojeva. Kiseline, fenoli i ugljikovodici nisu pronađeni u uzorku vina od kultivirane maline za razliku od uzorka vina od šumske maline. Uzorak vina od šumske maline imao je pet puta veći udjel C<sub>13</sub>-norizoprenoida nego uzorak vina od kultivirane maline. Vino od kultivirane maline sadržavalo je značajno veći udjel viših alkohola, dvostruko veći udjel izoamilnog alkohola, ali nije utvrđena veća razlika u sadržaju ukupnih estera između vina od kultivirane i šumske maline. Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da vino od šumske maline ima kompleksniji sastav isparljivih spojeva u odnosu na vino od kultivirane maline.

**Ključne riječi:** malina, vino, isparljivi spojevi, HS-SPME, GC-MS.

#### **Abstract**

In recent years, the production of fruit wines has been steadily increasing due to the increasing consumer demand for high quality fruit wines. Fruit wines are produced by the fermentation of fruit juice or pulp of bone, kernel, soft, berry and other fruits (except grapes). The aim of this study was to compare the composition of volatile compounds of wines produced from forest and cultivated raspberries. The volatile compounds were isolated by solid phase solid phase microextraction (HS-

---

<sup>1</sup> Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu, Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, Republika Hrvatska.

\*E-mail: [zdelic@veleknin.hr](mailto:zdelic@veleknin.hr).

<sup>2</sup> Završeni student preddiplomskog stručnog studija Prehrambena tehnologija.



SPME) and analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). In the forest raspberry wine sample 37 compounds were identified, representing 90.5 % of the volatile compounds content, while in the cultivated raspberry wine sample 20 compounds were identified, representing 93.9 % of the volatile compounds content. Acids, phenols and hydrocarbons were not found in the sample of cultivated raspberry wine as opposed to the sample of forest raspberry wine. C<sub>13</sub>-norisoprenoids were present in five times the proportion in the forest raspberry wine sample than in the cultivated raspberry wine sample. Cultivated raspberry wine contained a significantly higher content of higher alcohols and twice the content of isoamyl alcohol, but no major difference in the content of total esters was found between wines from cultivated and forest raspberry. According to the results obtained, it can be concluded that forest raspberry wine has a more complex composition of volatile compounds compared to cultivated raspberry wine.

**Key words:** raspberry, wine, volatile compounds, HS-SPME, GC-MS.

## Uvod

Voćna vina su najstarije alkoholno piće. Prema Zakonu o vinu (NN 32/19) voćno vino je piće proizvedeno fermentacijom soka ili pulpe svježeg i za to pripremljenog koštičavog, jezgričavog, jagodičastog, bobičastog ili ostalog voća (osim grožđa), a kategorizira se kao voćno vino, likersko voćno vino, aromatizirano voćno vino, biser voćno vino, pjenušavo voćno vino ili razblaženo voćno vino. Posljednjih godina proizvodnja voćnih vina neprestano raste zbog sve veće potražnje potrošača za visokokvalitetnim voćnim vinima (Karlić et al., 2013), a ujedno privlače pažnju jer se smatraju funkcionalnom hranom (Velić et al., 2018). Hrana se može nazvati "funkcionalnom" ako pored svoje osnovne nutritivne vrijednosti na pozitivan i zadovoljavajući način utječe na jedan ili više ciljanih funkcija tijela smanjujući rizike razvoja pojedinih bolesti (Roberfroid, 2000, prema Čalić et al., 2011). Različita voćna vina pokazala su se izvrsnim prehrambenim izvorom minerala, antioksidanata i fitonutrijenata (Vasantha Rupasinghe et al., 2017, prema Velić et al., 2018).

Maline su niskokalorično voće bogato vitaminima (odličan su izvor vitamina C, sadrže vitamine B-kompleksa, vitamine E i K), mineralima (bogate su manganom, sadrže bakar, magnezij, željezo, cink, kalij, kalcij) i vlaknima, te sadrže karotene i ksantofile (USDA, 2018). Izvrstan su izvor prirodnih antioksidanata, polifenolnih spojeva te imaju visoki sadržaj elagitanina i antocijana (Kähkönen et al., 2001). Elagitaninima se pripisuje 58 % antioksidativnog kapaciteta maline (Bobinaitė et al., 2012).

Za proizvodnju kvalitetnih voćnih vina od najvećeg su značaja odabir odgovarajuće sorte kao i zdravstveno stanje plodova. Beru se samo zdravi i zreli plodovi. Nakon berbe, ključno je da se maline transportiraju u što kraćem roku. Tehnološki postupak proizvodnje vina od maline sastoji se od primarne i sekundarne faze. Primarna faza uključuje postupke prihvata sirovine, muljanje i maceraciju. Prvi dio sekundarne faze obuhvaća kontroliranu fermentaciju s maceracijom, otakanje vina s masulja i

prešanje masulja, a drugi dio sekundarne faze uključuje odležavanje vina, pretakanje s prvog taloga, ponovno odležavanje, stabilizaciju, filtraciju te punjenje u boce.

Aromu vinu daju isparljivi spojevi (viši alkoholi, esteri, terpeni, karbonilni spojevi, isparljive kiseline, spojevi sa sumporom, isparljivi fenoli) i neisparljivi spojevi (šećeri, organske kiseline, fenolni spojevi, mineralne tvari). Mirisni utjecaj isparljivih spojeva u vinu ovisi o koncentraciji i vrsti spoja. Određeni spojevi, prisutni u tragovima od samo nekoliko ng/L mogu odigrati glavnu ulogu u aromi, dok neki spojevi kojih ima u izobilju mogu odigrati samo manju ulogu (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

Aroma maline opisana je kao mješavina nekoliko mirisnih nota: ananas, limun, cvjetni miris, ljubičica itd. (Pichler, 2011). Jedna od prvih identificiranih značajnih mirisnih komponenti maline jest fenolni keton 4-(4-hidroksifenil)-2-butanon, stoga nazvan keton maline (Winter, 1961, prema Aprea et al., 2015), a dosad je identificirano gotovo 300 isparljivih spojeva u malini. Čista aroma maline značajno ovisi o koncentraciji ketona maline, dok su  $\alpha$ -ionon i  $\beta$ -ionon odgovorni za sveukupnu aromu, prvi voćnog i cvjetnog mirisa, poput ljubičice (Fehr & Guntern, 1992, prema Aprea et al., 2015), a drugi opisan kao mirisan i cvjetni (Jaeger et al., 2013, prema Aprea et al., 2015). Karakteristične isparljive komponente maline su  $\alpha$ -ionon,  $\alpha$ -ionol,  $\beta$ -ionon,  $\beta$ -damaskenon, linalol, geraniol, benzil-alkohol, (Z)-3-heksenol, acetoin, octena i heksanska kiselina (Paterson et al., 2013). Uz izuzetak ionona, u šumskim malinama udjeli pojedinačnih isparljivih spojeva uglavnom su 3 do 4 puta veći nego u kultiviranim sortama (Aprea et al., 2015). Feng et al. (2015) identificirali su 27 isparljivih spojeva u vinu maline od kojih je najviše pripadalo skupini alkohola, zatim estera i kiselina.

Cilj ovog rada je usporediti sastav isparljivih spojeva vina proizvedenih od šumskih i kultiviranih malina.

## **Materijali i metode**

Za analizu isparljivih spojeva korišten je komercijalni uzorak vina od šumske maline (uzorak I – vino od šumske maline - VŠM) i kultivirane maline (uzorak II – vino od kultivirane maline - VKM) iz 2016. godine. Uzorci su nabavljeni na domaćem tržištu i čuvani u originalnoj ambalaži na temperaturi od 15 °C.

Isparljivi spojevi izolirani su pomoću mikroekstrakcije vršnih para na čvrstoj fazi, a za ekstrakciju uzoraka je korišteno vlakno divinilbenzen/karboksen/polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS, Agilent Technologies, SAD). Prije upotrebe, u skladu s uputama proizvođača, sivo vlakno je aktivirano kondicioniranjem 60 min na 270 °C i to postavljanjem SPME igle u injektor plinskog kromatografa. Nakon kondicioniranja, vlakno je odmah korišteno za ekstrakciju vršnih para uzoraka.

U staklenu vijalicu volumena 15 mL stavljeno je 10 mL uzorka i 2g NaCl. Vijalica sa uzorkom je hermetički zatvorena teflonskom septom te stavljena u vodenu kupelj zagrijanu na 40 °C uz miješanje

uzorka magnetskom miješalicom (750 okretaja/min). Vlakno je nakon 15 minuta uvedeno u vršne pare iznad uzorka. Nakon 30 minuta uzorkovanja, vlakno je uvučeno u iglu i postavljeno u GC injektor gdje je provedena toplinska desorpcija ekstrahiranih spojeva izravno u GC kolonu (250 °C, 7 min).

Analiza isparljivih sastojaka vina od maline provedena je vezanim sustavom plinska kromatografija-masena spektrometrija (GC-MS). U radu je korišten plinski kromatograf GC 7890A i spektrometar masa MS 5575C Agilent Technologies, SAD. Analize su izvršene na nepolarnoj HP-5MS kapilarnoj koloni (5 % fenil-metilpolisiloksan; 30 m × 0,25 mm; debljina sloja stacionarne faze 0,25 µm; J&W, SAD). Uvjeti rada plinskog kromatografa su bili sljedeći: temperaturni program peći (2 minute izotermno na 70 °C, zatim od 70 do 200 °C s porastom temperature od 2 °C/min); temperatura injektora (250 °C, *splitless mode*; volumen injektiranog ekstrakta: 1 µL); plin nositelj (helij s protokom 1 mL/min). Uvjeti rada spektrometra masa su bili sljedeći: energija ionizacije (70 eV); temperatura ionskog izvora (280 °C); interval snimanja masa (30 –350 masenih jedinica).

Za svaki uzorak analiziran vezanim sustavom GC-MS dobiveni su sljedeći podatci:

- kromatogram ukupne ionske struje,
- vrijeme zadržavanja pojedine komponente,
- relativni udjel pojedine komponente izražen u postotcima (udjel površine pika u ukupnoj površini)
- naziv spoja ili spojeva čiji spektar ili spektri su najsličniji spektru nepoznate komponente pojedinog pika iz kromatograma ukupne ionske struje (sličnosti spektara koji se uspoređuju izraženi su vjerojatnošću u postotcima).

Identifikacija pojedinačnih spojeva provedena je usporedbom njihovih spektara masa sa spektrima masa iz *Wiley Library 275 MS* (Wiley, SAD) i *NIST14* (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, SAD) baza podataka.

## Rezultati i diskusija

Rezultati analize kemijskog sastava isparljivih spojeva iz uzorka vina od šumskih i uzorka vina od kultiviranih malina prikazani su u tablici 1.

U uzorku VŠM (uzorak I) ukupno je identificirano 37 spojeva, što predstavlja 90,5 % isparljivih spojeva, a u uzorku VKM (uzorak II) identificirano je 20 spojeva što predstavlja 93,9 % udjela isparljivih spojeva. Identificirani isparljivi spojevi razvrstani su u osam skupina: alkohole, estere, kiseline, monoterpe, C<sub>13</sub>-norizoprenoide, fenole, heterocikličke spojeve i ugljikovodike. Najzastupljeniji spoj u oba uzorka vina od malina je izoamilni alkohol.



**Tablica 1.** Kemijski sastav isparljivih spojeva vina od šumske maline i kultivirane maline (prema Vuković, 2019).

**Table 1.** Chemical composition of volatile compounds of forest raspberry wine and cultivated raspberry wine (according to Vuković, 2019).

R. BR.	SASTOJAK	R <sub>t</sub> (min)	VŠM Udjel (%)	VKM Udjel (%)
<b>Alkoholi</b>				
1.	Izoamil-alkohol	2,377	23,4	48,2
2.	1-oktanol	8,737	0,4	-
3.	2-feniletanol	10,242	7,0	5,7
4.	1-dekanol	16,576	0,3	-
<i>Ukupno alkohola</i>			<b>31,1</b>	<b>53,9</b>
<b>Esteri</b>				
1.	Etil-acetat	1,876	-	8,2
2.	Izoamil-acetat	3,799	3,8	4,8
3.	Etil-heksanoat	6,509	7,9	7,7
4.	Etil-benzoat	12,456	2,2	0,9
5.	Dietil-sukcinat	12,866	8,0	1,9
6.	Etil-oktanoat	13,402	9,7	7,0
7.	4-etilfenil-acetat	15,420	0,8	-
8.	2-feniletil-acetat	15,895	1,1	0,8
9.	Etil-9-dekanoat	21,306	0,1	0,3
10.	Etil-dekanoat	21,655	1,3	2,6
11.	Etil-3-metilbutil-sukcinat	23,071	0,9	-
12.	Etil-cinamat	24,358	0,2	-
13.	Geranil-butanoat	28,123	0,1	-
14.	Etil-dodekanoat	29,431	0,1	0,2
15.	Izopropil-dodekanoat	30,669	-	0,3
<i>Ukupno estera</i>			<b>36,2</b>	<b>34,7</b>
<b>Kiseline</b>				
1.	Heksanska kiselina	5,828	0,8	-
2.	Dekanska kiselina	20,702	0,2	-
3.	Palmitinska kiselina	39,899	0,1	-
4.	Oleinska kiselina	47,194	0,9	-
<i>Ukupno kiselina</i>			<b>2,0</b>	<b>-</b>
<b>Monoterpeni</b>				
1.	Limonen	7,341	0,8	-
2.	Linalol	9,767	0,6	1,2
<i>Ukupno monoterpena</i>			<b>1,4</b>	<b>1,2</b>
<b>C<sub>13</sub>-norizoprenoidi</b>				
1.	Megastigma-3,7(E),9-trien	14,285	1,5	0,8
2.	Megastigma-4,6(E),8(Z)-trien	19,380	0,1	-
3.	TDN	19,796	0,2	0,7
4.	α-ionol	20,911	4,4	0,5

R. BR.	SASTOJAK	R <sub>t</sub> (min)	VŠM Udjel (%)	VKM Udjel (%)
5.	β-damaskenon	21,171	0,2	-
6.	α-ionon	22,911	4,1	0,3
7.	Dihidro-β-ionol	23,643	0,2	-
8.	β-ionon	25,219	2,4	0,2
Ukupno C <sub>13</sub> -norizoprenoida			13,1	2,5
<b>Fenoli</b>				
1.	4-etilfenol	12,233	0,3	-
2.	4-etilgvajakol	16,805	2,5	-
Ukupno fenola			2,8	-
<b>Heterociklički spojevi</b>				
1.	5-acetil-2-hidrazino-4-metilpirimidin	21,886	2,5	1,6
Ukupno heterocikličkih spojeva			2,5	1,6
<b>Ugljikovodici</b>				
1.	(Z)-9-trikosen	46,393	0,8	-
2.	Heneikosan	47,938	0,3	-
3.	Oktadekan	61,820	0,3	-
Ukupno ugljikovodika			1,4	-
<b>Ukupno identificirano (%)</b>			<b>90,5</b>	<b>93,9</b>

R<sub>t</sub> = Retencijsko vrijeme – vrijeme zadržavanja isparljivih sastojaka (min)

VŠM = vino od šumske maline (uzorak I)

VKM = vino od kultivirane maline (uzorak II)

R<sub>t</sub> = Retention time of volatile constituents (min)

VŠM = forest raspberry wine (sample I)

VKM = cultivated raspberry wine (sample II)

Fenoli, kiseline i ugljikovodici su pronađeni samo u uzorku VŠM. Isparljivi fenoli (4-etilfenol i 4-etilgvajakol) nepoželjno utječu na organoleptička svojstva vina, a najčešće nastaju aktivnošću kvasaca roda *Brettenomices/Dekkera* kroz metabolizam hidroksicimetnih kiselina (Merico et al., 2008). Razlikama u anatomskoj i morfološkoj građi plodova šumske i kultivirane maline (odnos udjela sjemenki i pokožice prema udjelu soka u plodu) moglo bi se objasniti to što su isparljive organske kiseline i dugolančani ugljikovodici identificirani samo u uzorku VŠM.

C<sub>13</sub>-norizoprenoidi prisutni su u pet puta većem udjelu u uzorku VŠM nego u uzorku VKM. Norizoprenoidi nastaju razgradnjom karotenoida ili mogu biti pohranjeni u obliku glikokonjugata u plodu koji mogu oslobađati svoj isparljivi aglikon tijekom fermentacije enzimskom i kiselinskom hidrolizom. Sastav karotenoidnog profila ploda, postupak fermentacije i uvjeti skladištenja vina su presudni čimbenici za aromu vina (Mendes-Pinto, 2009).

U oba uzorka vina identificiran je 5-acetil-2-hidrazino-4-metilpirimidin. Biosinteza N-heterocikličkih spojeva povezana je s djelovanjem *Lactobacillus* bakterija i pridonosi neželjenoj pojavi arome "miševine" u vinu (Costello & Henschke, 2002).

Uzorak VKM sadržavao je značajno veći udjel viših alkohola, a dvostruko veći udjel izoamilnog alkohola. Viši alkoholi nastaju tijekom alkoholne fermentacije metabolizmom ugljikohidrata (anabolički) i transformacijom (dezaminacijom i dekarboksilacijom) odgovarajućih aminokiselina (katabolički) – Ehrlichova reakcija. Koncentracije viših alkohola u vinu ovise o kemijskom sastavu mošta, temperaturi fermentacije i tehnologiji proizvodnje (Moreno-Arribas & Polo, 2009).

Nije utvrđena veća razlika u sadržaju ukupnih estera između uzoraka VKM i VŠM. Etil-acetat je identificiran samo u uzorku VKM. Etil-acetat pri niskim koncentracijama pridonosi voćnim aromama i može nadograditi kompleksnost arome vina, a pri visokim koncentracijama se percipira kao pokvarenost (Margalit, 2004).

## **Zaključak**

Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da vino od šumske maline ima kompleksniji sastav isparljivih spojeva u odnosu na vino od kultivirane maline. Iako je u vinu od šumske maline detektiran veći broj poželjnih spojeva (terpeni), utvrđeni su i isparljivi fenoli koji mogu doprinijeti negativnim aromama vina pa je prilikom proizvodnje potrebno koristiti pojačane mjere sanitacije podrumске opreme te pratiti i održavati optimalnu razinu SO<sub>2</sub> u vinu da bi minimizirali pojavu isparljivih fenola. Također, načinom i dužinom trajanja maceracije može se utjecati na količinu slobodnih terpena u moštu i vinu, a radi uspješnijeg oslobađanja primarnih aroma potrebno je koristiti kvasce s aktivnošću β-glukozidaze. Nadalje, vina od kultiviranih malina trebalo bi podvrgnuti dužoj maceraciji na temperaturi do 30 °C da bi se poboljšala ekstrakcija isparljivih kiselina i dugolančanih ugljikovodika.

## **Zahvala**

Rad je izrađen u okviru izrade Završnog rada Ivane Vuković, bacc. ing. preh. teh. (vidi Literaturu).

## **Literatura**

Apréa, E., Biasioli, F., Flavia Gasperi, F. (2015). Volatile Compounds of Raspberry Fruit: From Analytical Methods to Biological Role and Sensory Impact. *Molecules*, 20:445–2474. doi:10.3390/molecules20022445.

Bobinaité, R., Viškelis, P., Venskutonis, P. R. (2012). Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. *Food Chem.*, 132:1495–1501.

Costello, P. J., Henschke P. A. (2002). Mousy Off-Flavor of Wine: Precursors and Biosynthesis of the Causative N-Heterocycles 2-Ethyltetrahydropyridine, 2-Acetyltetrahydropyridine, and 2-Acetyl-1-



pyrroline by *Lactobacillus hilgardii* DSM 20176. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(24):7079–7087.

Čalić, S., Friganović, E., Maleš, V., Mustapić A. (2011). Funkcionalna hrana i potrošači. *Praktički menadžment – stručni časopis teoriju i praksu menadžmenta*, 2(2), 51–57.

Feng, Yiming, Liu, M., Ouyang, Y., Zhao, X., Yanlun, J., Fang, Yulin (2015). Comparative study of aromatic compounds in fruit wines from raspberry, strawberry, and mulberry in central Shaanxi area. *Food & Nutrition Research*, 59:29290. doi:10.3402/fnr.v59.29290.

Kähkönen, M P., Hopia, A. I., Heinonen, M. (2001). Berry Phenolics and Their Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem.*, 49:4076–4082.

Karlić, T., Hadelan, L., Mesić, Ž. (2013). Preferencije potrošača i zastupljenost voćnih vina u ugostiteljskoj ponudi na zagrebačkom području. *Agronomski glasnik*, 75(5-6), 279–294.

Margalit, Y. (2004). *Concept in Wine Chemistry*. San Francisco, USA: The Wine Appreciation Guild, Ltd.

Mendes-Pinto, M. (2009). Carotenoid breakdown products the 'norisoprenoids' in wine aroma. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 483(2):236–245.

Merico, A., Molinari, F., Tirelli, A., i Volonterio, G. (2008). Physiological and oenological traits of different Dekkera/Brettanomyces bruxellensiss trains under wine-model conditions. *FEMS Yeast Research*, 8(7):1087–1096.

Moreno-Arribas, M. V., Polo, M. C. (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. New York, USA: Springer Science & Business Media, LLC.

Paterson, A., Kassim A., McCallum, S., Woodhead, M., Smith, K., Zait, D., Graham, J. (2013). Environmental and seasonal influences on red raspberry flavour volatiles and identification of quantitative trait loci (QTL) and candidate genes. *Theor Appl Genet.*, 126(1):33–48. doi: 10.1007/s00122-012-1957-9.

Pichler, A. (2011). Utjecaj dodataka i skladištenja na kvalitetu, reološka i termofizikalna svojstva paste od maline, Doktorski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*, 2<sup>nd</sup> Edition. Chicester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd.

USDA (2018): USDA Food Composition Databases - Online Edition, Beltsville, Maryland, USA: Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center, dostupno na: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/> (pristup 12. 09. 2019.).

Velić, D., Velić, N., Amidžić Klarić, D., Klarić, I., Petravić Tominac, V., Košmerl, T., Vidrih, R. (2018). The production of fruit wines – a review. *Croatian journal of food science and technology*, 10 (2), 279–290. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2018.10.2.19>.

Vuković, I. (2019). Isparljivi spojevi vina od maline, Završni rad, Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu.

Zakon o vinu, *Narodne novine* br. 32/19.

**Primljeno:** 09. prosinca 2019. godine

**Received:** December 09, 2019

**Prihvaćeno:** 30. prosinca 2019. godine

**Accepted:** December 30, 2019

**Ponašanje i stavovi studenata Veleučilišta "Marko Marulić" u Kninu  
o funkcionalnim napitcima  
Behavior and attitudes of students of the Marko Marulić Polytechnic of Knin  
toward functional beverages**

**Emilija Friganović<sup>1\*</sup>, Danijel Anić<sup>1,2</sup>, Ančica Sečan Matijaščić<sup>3</sup>, Mladenka Šarolić<sup>1</sup>,  
Boris Dorbić<sup>1</sup>, Žana Delić<sup>1</sup>, Marko Šuste<sup>1</sup>**

*izvorni znanstveni rad (original scientific paper)*

doi: 10.32779/gf.2.4.2

**Sažetak**

U radu su ispitani ponašanje i stavovi studenata Veleučilišta "Marko Marulić u Kninu o funkcionalnim napitcima (FN) (uključivo sportski napitci; bez mliječno-baziranih napitaka) te je dana usporedba s učestalošću konzumacije sokova od voća i/ili povrća (SVP), sokova domaće proizvodnje (SDP) i energetske pića s visokim sadržajem kofeina (EPK). Ispitivanje je provedeno od 05. do 15. 10. 2015. godine putem otisnutog anketnog upitnika među dobrovoljnim studentima kojima je omogućena anonimnost. Korištena su pitanja zatvorenog tipa koja su obuhvatila opće podatke, te podatke o ponašanju i stavovima studenata o funkcionalnim napitcima. Dobiveni podaci obrađeni su u MS Excel 2010. Rezultati ispitivanja pokazuju da napitke deklarirane kao funkcionalni sokovi konzumiraju svi ispitanici, a barem jednom tjedno konzumira ih 69,57 % ispitanika. SVP barem jednom tjedno konzumira 73,91 % ispitanika, dok ih 10,87 % ispitanika nikada ne konzumira. SDP ne konzumira 23,91 % ispitanika, a 45,67 % konzumira ih barem jednom tjedno. EPK nikada ne konzumira 45,65 % ispitanika, a 26,08 % konzumira ih barem jednom tjedno. Domaća proizvodnja (43,48 %), pristupačna cijena (28,26 %), utjecaj na organizam (39,13 %) te kvaliteta proizvoda (36,96 %) najznačajniji su razlozi za kupnju SDP, SVP, FN i EPK (tim redom). Prosječna potrošnja SVP, SDP, FN i EPK dnevno po ispitaniku je 1,62 dL, 1,20 dL, 0,65 dL i 0,54 dL (tim redom). Ispitanici preferiraju sokove od baze, cikla, drenjina, jabuke i grožđa te robne marke "Vindi Iso sport" i "Red Bull" na temelju saznanja o sastavu i djelovanju pojedinih napitaka na organizam.

**Ključne riječi:** funkcionalni napitci, studenti, ponašanje potrošača, stavovi.

<sup>1</sup> Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu, Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, Republika Hrvatska.

\* E-mail: emilija.friganovic@veleknin.hr.

<sup>2</sup> Završeni student preddiplomskog stručnog studija Prehrambena tehnologija.

<sup>3</sup> Udruga Futura Šibenik, Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Republika Hrvatska.



## Abstract

The paper examines the behavior and attitudes of students of the Marko Marulić Polytechnic in Knin on functional drinks (FN) (including sports drinks; without milk-based drinks) and compares with the frequency of consumption of fruit and/or vegetable juices (SVP), domestic production juices (SDP) and energy drinks with high caffeine content (EPK). The survey was conducted from 5 to 15 October 2015 through a printed questionnaire among volunteer students who were granted anonymity. Close ended questions were used to gather general data and data on students' behavior and attitudes about functional drinks. The obtained data were processed in MS Excel 2010. The results of the study show that all respondents consume beverages declared as functional juices, and that FN are consumed at least once a week by 69.57 % of respondents. 73.91 % of respondents consume SVP at least once a week, while 10.87 % of respondents never consume SVP. SDP does not consume 23.91 % of respondents, and 45.67 % consume them at least once a week. EPK is never consumed by 45.65 % of respondents, and 26.08 % consume EPK at least once a week. Domestic production (43.48 %), affordable price (28.26 %), effect on the organism (39.13 %) and product quality (36.96 %) are the most important reasons for buying SDP, SVP, FN and EPK, respectively. The average daily consumption of SVP, SDP, FN and EPK per respondent was 1.62 dL, 1.20 dL, 0.65 dL and 0.54 dL, respectively. Respondents prefer juices from elderberry, beetroot, cornelian cherry, apple and grape, and the brands "Vindi Iso sport" and "Red Bull" based on knowledge about the composition and effect of certain beverages on the body.

**Key words:** functional beverages, students, consumer behavior, attitudes.

## Uvod

Činjenicu da pravilna prehrane ima ključnu ulogu u zdravlju potkrepljuju mnoge znanstvene studije (FAO i WHO, 2019; Moguelm et al., 2019; Ohlhorst et al., 2013), a povezanost hrane/prehrane i zdravlja kroz povijest su prepoznali različiti narodi i zajednice (Valls et al., 2013). *Izazov oko razumijevanja povezanosti između načina prehrane i zdravlja rezultirao je stvaranjem novog koncepta funkcionalnih proizvoda što znači novi praktičan pristup balansiraju prehrane s ciljem postizanja optimalnog zdravstvenog stanja i mogućnosti reduciranja rizika razvoja bolesti* (Čalić et al., 2011). Koncept funkcionalne hrane prvi put je predstavljen u Japanu sredinom osamdesetih godina za hranu koja sadržava sastojke koji povoljno djeluju na zdravlje (Ozen et al., 2012). Ministarstvo zdravstva Japana 1991. godine predstavlja pravila za odobrenje specifične zdravstvene kategorije hrane – FOSHU (*Food for Specified Health Uses*) što uključuje i uspostavljanje pravila za specifične zdravstvene tvrdnje za taj tip hrane (Burdock i dr. 2006; Kwak i Jukes, 2001; Menrad, 2003; Roberfroid, 2000, prema Čalić et al., 2011.). U Europi je interes za funkcionalnom hranom započeo drugom polovicom devedesetih, a Europska komisija osniva FuFoSE (engl. *Functional Food Science*

in Europe) s ciljem istraživanja koncepta funkcionalne hrane kroz znanstveno bazirani pristup (Ozen et al., 2012). Radi zaštite potrošača na razini EU donesena je Uredba (EZ) br. 1924/2006 kojom se kontroliraju prehrambene i zdravstvene tvrdnje koje se navode na hrani, Uredba Komisije (EU) br. 432/2012 s popisom dopuštenih zdravstvenih tvrdnji te uredba (EU) br. 1169/2011 kojom se osigurava primjereno informiranje potrošača u vezi s hranom koju konzumiraju.

Ukoliko hrana pored svoje osnovne nutritivne vrijednosti na blagotvoran način utječe na jedan ili više ciljanih funkcija tijela smanjujući rizike razvoja pojedinih bolesti tada ju možemo nazvati "funkcionalnom" (Roberfroid, 2000, prema Čalić et al., 2011). Raspon funkcionalne hrane uključuje različite prehrambene proizvode čiji broj rapidno raste (Ofori i Hsieh, 2013), a koji se mogu svrstati u pet kategorija kako je prikazano u tablici 1.

**Tablica 1.** Tipovi funkcionalne hrane.

**Table 1.** Types of functional food.

<b>Nemodificirana i neprerađena hrana</b> ( <i>engl. whole food</i> )	Najjednostavniji oblik funkcionalne hrane, hrana u svom prirodnom obliku.
<b>Obogaćeni proizvodi</b>	Povećanje količine postojećih nutrijenata. ( <i>engl. fortified food</i> )
	Dodatak novih nutrijenata ili komponenata koji nisu normalno prisutni u određenoj hrani. ( <i>engl. enriched food</i> )
<b>Izmijenjeni proizvodi</b> ( <i>engl. altered food</i> )	Zamjena postojeće komponente i/ili antinutrijenta s nutrijentima koji imaju povoljan učinak.
<b>Poboljšani proizvodi</b> ( <i>engl. enhanced commodities</i> )	Hrana kod koje je jedna ili više komponenata prirodno obogaćena kroz specijalne uvjete uzgoja biljaka, nove formule stočne hrane kod uzgoja životinja, genetske manipulacije i sl.

Izvor: Spence, 2006; Kotilainen et al., 2006, prema Čalić et al., 2011.

Source: Spence, 2006; Kotilainen et al., 2006, as cited in Čalić et al., 2011.

Napitci su posebno interesantna skupina funkcionalne hrane zbog pogodnosti dodavanja funkcionalnih komponenti (hranjivih tvari i bioaktivnih spojeva) i/ili uklanjanje ili smanjenje nepoželjnih komponenti te mogućnosti da zadovolje rastući interes i zahtjeve potrošača za proizvodima koji blagotvorno djeluju na zdravlje (Ofori i Hsieh, 2013; Nadir et al., 2019). Različite vrste komercijalno dostupnih proizvoda se mogu sistematizirati kao mliječno bazirani napitci, napitci od voća i povrća te sportski napitci i energetske napitci, a istima/nekima se mogu dodavati probiotici, prebiotici, sinbiotici te različiti nutrijenti i bioaktivne tvari (Cilla et al., 2019).

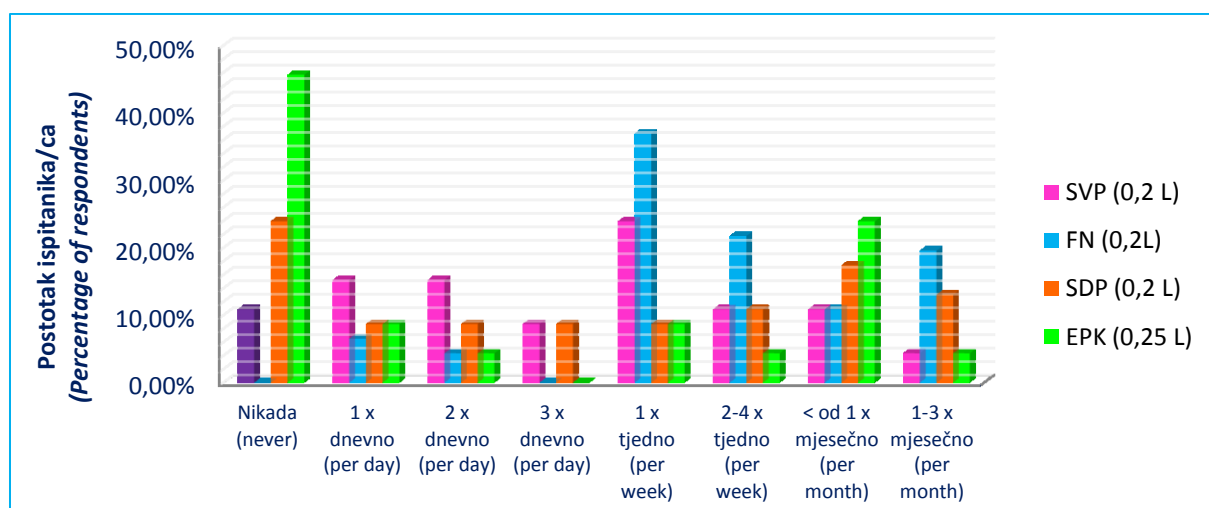
Cilj ovog rada bio je ispitati ponašanje i stavove studenata Veleučilišta "Marko Marulić" u Kninu o funkcionalnim napitcima (FN) (uključivo sportski napitci; bez mliječno-baziranih napitaka) te dati usporedbu s učestalošću konzumacije sokova od voća i/ili povrća (SVP), sokova domaće proizvodnje (SDP) i energetskih pića s visokim sadržajem kofeina (EPK).

## Materijali i metode

Ispitivanje je provedeno od 05. do 15. 10. 2015. godine putem otisnutog anketnog upitnika među studentima koji su dobrovoljno pristali na sudjelovanje, a ispitanicima je omogućena anonimnost. U istraživanju je sudjelovalo 46 ispitanika (34 ♀, 12 ♂) u dobi od 18 do 39 godina ( $\bar{x}=21,24$ ,  $Q_1=19$ ,  $M_e=21$ ,  $Q_3=22$ ). Korištena su pitanja zatvorenog tipa koja su obuhvatila opće podatke te podatke o ponašanju i stavovima studenata o funkcionalnim napitcima. Dobiveni podaci obrađeni su u MS Excel 2010 jednovarijantnim analizama podataka.

## Rezultati i diskusija

Sokove od voća i/ili povrća (0,2 L) barem jednom dnevno konzumira 39,13 % svih ispitanika [38,24 % ♀; 41,67 % ♂], dok 10,87 % svih ispitanika nikada ne konzumira sokove od voća i/ili povrća [5,88 % ♀; 25,00 % ♂], a barem jednom tjedno konzumira ih 34,78 % svih ispitanika [41,18 % ♀; 16,67 % ♂]. Napitke deklarirane kao funkcionalni sokovi (0,2 L) konzumiraju svi ispitanici. Barem jednom dnevno konzumira ih 10,87 % svih ispitanika [5,88 % ♀; 25,00 % ♂], a 58,70 % ih konzumira barem jednom tjedno [64,71 % ♀; 41,67 % ♂]. Sokove domaće proizvodnje ne konzumira 23,91% svih ispitanika [26,47 % ♀; 16,67 % ♂], 26,09 % konzumira ih barem jednom dnevno [17,65 % ♀; 50,00 % ♂], a 19,57% barem jednom tjedno [17,65 % ♀; 25,00 % ♂]. Energetska pića s visokim sadržajem kofeina (0,25 L) nikada ne konzumira 45,65 % svih ispitanika [55,88 % ♀; 16,67 % ♂], 13,04 % konzumira ih barem jednom dnevno [2,94 % ♀; 41,67 % ♂] te 13,04 % barem jednom tjedno [11,76 % ♀; 16,67 % ♂] (Slika 1., Tablica 2.) .



**Slika 1.** Grafički prikaz učestalosti konzumacije pojedinih vrsta napitaka

**Figure 1.** Chart – Consumption frequencies of certain beverages

Legenda za Sliku 1. i Tablicu 2. (Legend for Figure 1. and Table 2.)

SVP = Sokovi od voća i/ili povrća (fruit and/or vegetable juices)

FN = Funkcionalni napitci (functional beverages)

SDP = Sokovi domaće proizvodnje (domestic production juices)

EPK = Energetska pića s visokim sadržajem kofeina (energy drinks with high caffeine content)

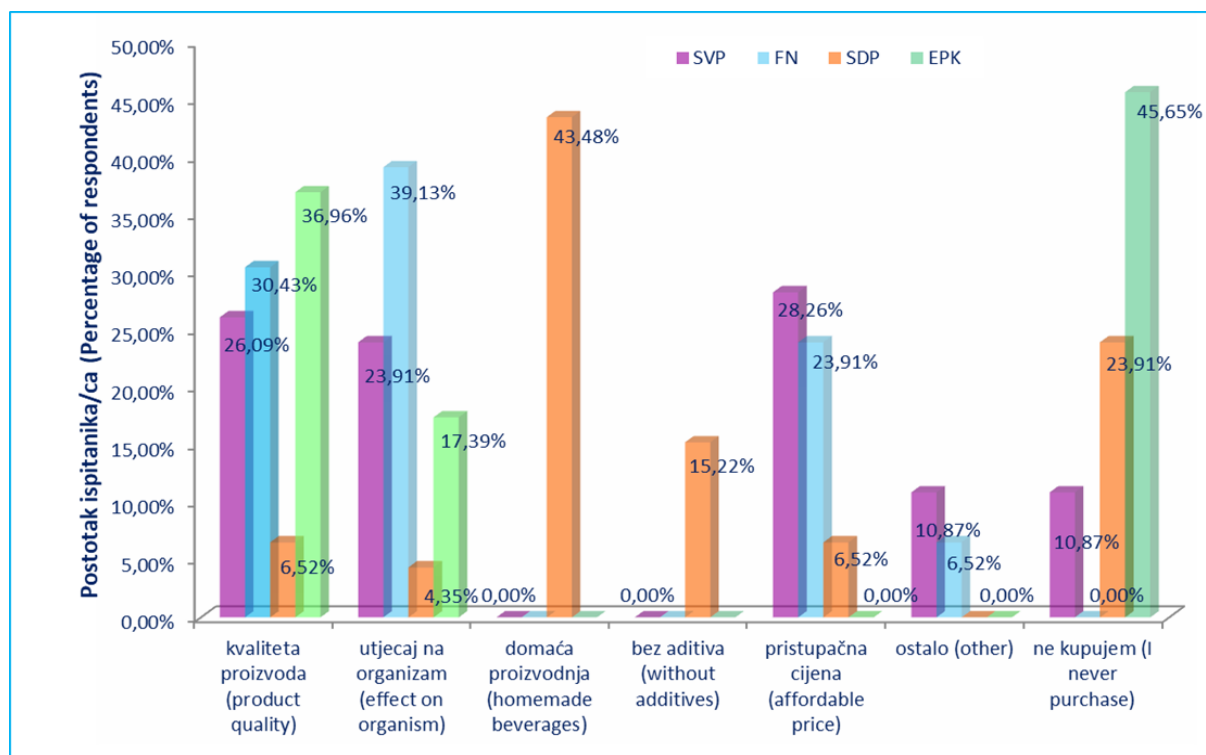


**Tablica 2.** Učestalost konzumacije pojedinih vrsta napitaka  
**Table 2.** Consumption frequencies of certain beverages

Napitci (beverages)	♀+♂			♀			♂		
	Nikad (never) (%)	Barem jednom dnevno (at least once a day) (%)	Barem jednom tjedno (at least once a week) (%)	Nikad (never) (%)	Barem jednom dnevno (at least once a day) (%)	Barem jednom tjedno (at least once a week) (%)	Nikad (never) (%)	Barem jednom dnevno (at least once a day) (%)	Barem jednom tjedno (at least once a week) (%)
SVP	10,87	39,13	34,78	5,88	38,24	41,18	25,00	41,67	16,67
FN	0,00	10,87	58,70	0,00	5,88	64,71	0,00	25,00	41,67
SDP	23,91	26,09	19,57	26,47	17,65	17,65	16,67	50,00	25,00
EPK	45,65	13,04	13,04	55,88	2,94	11,76	16,67	41,67	16,67

Domaća proizvodnja (43,48%) najznačajniji je razlog za kupnju SDP, utjecaj na organizam (39,13%) za kupnju FN, kvaliteta proizvoda (36,96%) za kupnju EPK, a pristupačna cijena (28,26 %) za kupnju SVP (slika 2.).

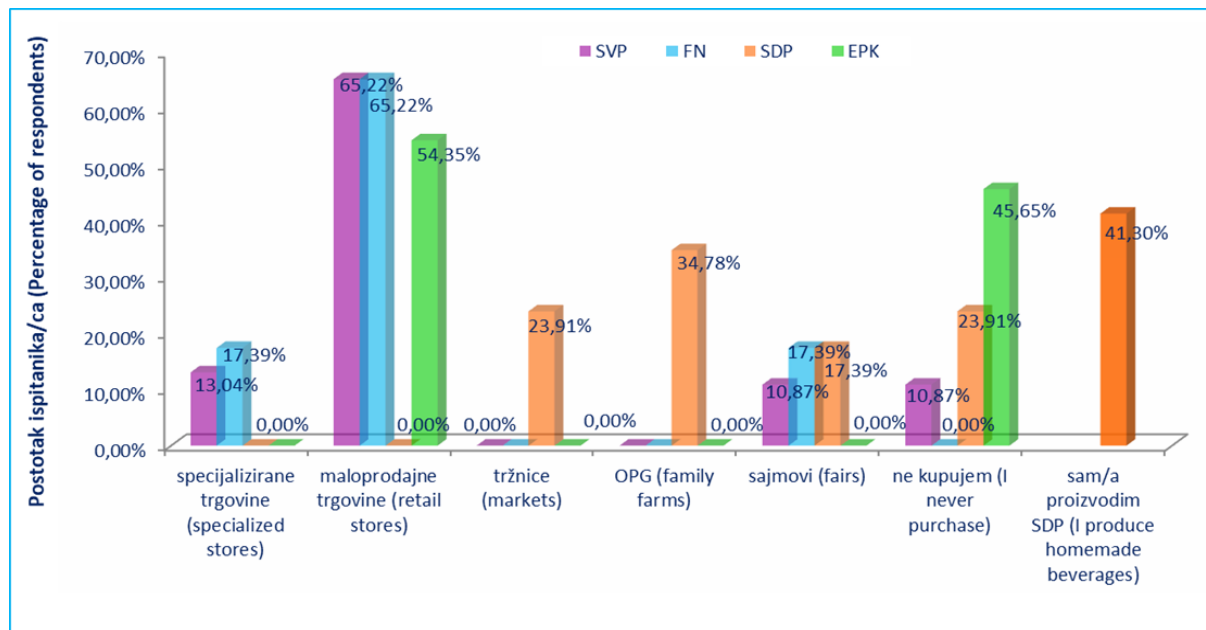
Prosječna dnevna potrošnja SVP po ispitaniku je 1,62 dL (1,50 dL za ♀, 1,94 dL za ♂). Za SDP prosječna dnevna potrošnja po ispitaniku iznosi 1,20 dL (0,91 dL za ♀, 2,02 dL za ♂), za FN 0,65 dL po ispitaniku (0,59 dL za ♀, 0,81 dL za ♂), a za EPK 0,54 dL po ispitaniku (0,16 dL za ♀, 1,60 dL za ♂).



**Slika 2.** Graf – Razlozi kupnje pojedinih vrsta napitaka

**Figure 2.** Chart – Reasons for the purchase of certain beverages

Sokove od voća i povrća (65,22 %), funkcionalne sokove (65,22 %), ili energetska pića s visokim sadržajem kofeina (54,35 %) najveći udio svih ispitanika najčešće kupuje u maloprodajnim trgovinama, a sokove domaće proizvodnje ispitanici (34,78 %) najčešće kupuju na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. 41,30% svih ispitanika samo proizvodi domaće sokove (slika 3.)



**Slika 3.** Graf – Mjesta kupnje pojedinih vrsta napitaka i proizvodnja SDP

**Figure 3.** Chart – Place of purchase of certain beverages and homemade beverages production

Preferirani proizvodi su sok od bazge, sok od cikle, sok od drenjina, sok od jabuke, sok od grožđa, te robne marke "Vindi Iso sport" i "Red Bull". Ispitanici odabiru napitke na temelju podataka o sastavu proizvoda i stavova (saznanja) o djelovanju pojedinog napitka na organizam (tablica 3.).

Pozitivno djelovanje na imunitet (8,70 %), utaživanje žeđi i osvježavajuće djelovanje (6,52 %), zatim antioksidativno djelovanje (4,35 %) i reguliranje razine glukoze u krvi (2,17 %) stavovi su ispitanika o soku od bazge koji preferira 21,74 % ispitanika, a neki od stavova imaju uporište u znanstvenim istraživanjima (različitih metodoloških kvaliteta, pogotovo kod istraživanja antiviralnog djelovanja) uz opasku o mogućem toksičnom djelovanju (Ulbricht et al., 2014), a literaturni podaci navode njena antidijabetička, purgativna, diuretička, hemostatska i dijaforetska svojstva (Tundis et al., 2019).

Antioksidativno djelovanje (6,52 %), zaštita vida (4,35 %), jačanje imuniteta (4,35 %), zaštita krvožilnog sustava (2,17 %), antikancerogeno djelovanje (2,17 %) i povoljan sadržaj mikronutrijenata stavovi su ispitanika o soku od cikle koji također preferira 21,74 % ispitanika, a neki od stavova imaju uporište u znanstvenim istraživanjima. Literaturni podaci navode da cikla sadrži različite bioaktivne sastojke, antioksidanse koji uključuju betalaine, karotenoide, fenolne spojeve te hranjive sastojke – askorbinsku kiselinu, vitamine B kompleksa te minerale željezo, kalcij, kalij, magnezij, natrij (Ibraheem et al., 2016; Neagu i Barbu, 2014; Ahmad et al. 2013; Kumar, 2015, prema Dhawan i

Sharma, 2019), bakar, fosfor, cink, zatim sadrži nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ) koji se u organizmu prevode u dušični oksid (NO) i druge okside dušika ( $\text{NO}_x$ ) što povoljno djeluje na organizam kroz vazodilataciju, smanjenje krvnog tlaka i podržavanje kardiovaskularne funkcije, a smatra se i dobrim izvorom dijetalnih vlakana (Baião et al., 2017).

Za ostale napitke odlučuje se manje od 15 % ispitanika. Antioksidativno djelovanje (4,35 %), jačanje imuniteta (4,35 %), zaštita probavnog sustava (2,17 %) i povoljan sadržaj mikronutrijenata (2,17 %) stavovi su ispitanika o soku od drenjine koji preferira 13,04 % ispitanika. Antioksidativno djelovanje (4,35 %), jačanje imuniteta (2,17 %), poboljšavanje mentalne oštine (2,17 %) i povoljan sadržaj mikronutrijenata (2,17 %) stavovi su ispitanika o soku od jabuke koji preferira 10,87 % ispitanika. Antioksidativno djelovanje (4,35 %), davanje osjećaja sitosti (2,17 %), poboljšavanje mentalne oštine (2,17 %) i povoljan sadržaj mikronutrijenata (2,17 %) stavovi su ispitanika o soku od grožđa koji preferira 10,87 % ispitanika. Sok od naranče preferira 4,35 % ispitanika zbog stava da jača imunitet te antioksidativnog djelovanja. Mnoga su istraživanja pokazala da povrće, voće, divlje cvijeće i ljekovito bilje sadrže antioksidativne tvari koje se mogu upotrijebiti za sprečavanje ili liječenje nekoliko kroničnih nezaraznih bolesti uzrokovanih oksidativnim stresom (Deng et al., 2013; Fu et al., 2011; Deng et al., 2012; Li et al., 2010; Song et al., 2010; Fu et al., 2011; Li et al., 2013; Li et al., 2014; prema Zheng et al., 2017). Konzumacija sokova (bez dodanih šećera) dio je uravnotežene prehrane koja smanjuje pojavu bolesti poput karcinoma, neurodegenerativnih i kardiovaskularnih bolesti (Bhardwaj et al., 2014; Peluso et al., 2014; Rodriguez-Roque et al., 2014, prema Zheng et al., 2017).

"Vindi Iso sport" napitak preferira 10,87 % ispitanika jer su stava da sadrži elektrolite (4,35 %), utažuje žeđ i osvježava (2,17 %), podiže nivo energije (2,17 %) i poboljšava mentalnu oštrinu (2,17 %). Prema literaturnim podacima, osnovni razlozi uzimanja sportskih napitaka jesu nadoknada energije nakon tjelesnog napora, nadoknada tekućine izgubljene znojenjem i nadoknada elektrolita. Sportske napitke dijelimo i s obzirom na cilj nadoknade na izotonične, elektrolitske, energetske, proteinske, rehidracijske i hranjive (Maughan, 2003, prema Legović et al., 2007) pa im i sastav ovisi o namjeni. Stupanj resorpcije unesene tekućine, osim o brzini pražnjenja želuca i stupnju njezine apsorpcije (kroz stijenku crijeva) ovisi i o osmolarnosti napitka u odnosu na osmolarnost krvne plazme (Legović et al., 2007).

"Red Bull" napitak preferira 6,52 % ispitanika jer su stava da podiže nivo energije (4,35 %) i poboljšava mentalnu oštrinu (2,17 %). Najčešći sastojak energetskih napitaka je kofein često u kombinaciji sa taurinom, šećerima (fruktozni sirup, glukoza, saharoza), vitaminima B kompleksa, L-karnitinom i dr. komponentama (Higgins et al., 2010). Iako se često navodi da energetska pića povećavaju mentalnu oštrinu i povećavaju tjelesnu izvedbu, također se navode brojne štetne nuspojave, osobito kardiovaskularne i neurološke prirode (Bailey et al., 2014; Grasser et al., 2014; Svatikova et al., 2015; Scott et al., 2011; Rottlaender et al., 2012; Berger et al., 2009; Gharacholou et

al., 2017; Unal et al., 2015; Solomin et al., 2015; Polat et al., 2013; Wilson et al., 2012, prema Shah et al., 2019).

**Tablica 3.** Preferencije i stavovi ispitanika prema pojedinim napitcima

**Table 3.** Preferences and attitudes of respondents toward certain beverages

Preferencije i stavovi (Preferences and attitudes)	Sok od bazge (Elderflower cordial)	Sok od cikla (Beetroot juice)	Sok od drenjina (Cornelian cherry juice)	Sok od jabuke (Apple juice)	Sok od grožđa (Grape juice)	"Vindi Iso sport"	"Red Bull"	Sok od naranče (Orange juice)
<b>PREFERENCIJE (PREFERENCES)</b>	21,74 %	21,74 %	13,04 %	10,87 %	10,87 %	10,87 %	6,52 %	4,35 %
<b>STAVOVI (ATTITUDES)</b>								
Antikancerogeno djelovanje (Anticancer activity)		2,17 %						
Antioksidativno djelovanje (Antioxidative activity)	4,35 %	6,52 %	4,35 %	4,35 %	4,35 %			2,17 %
Daje osjećaj sitosti (Satiates hunger)					2,17 %			
Jača imunitet (Strengthens the immune system)	8,70 %	4,35 %	4,35 %	2,17 %				2,17 %
Poboljšava mentalnu oštrinu (Improves mental sharpness)				2,17 %	2,17 %	2,17 %	2,17 %	
Podiže nivo energije (Energy boosting)						2,17 %	4,35 %	
Regulira razinu glukoze u krvi (Regulates blood glucose levels)	2,17 %							
Sadrži elektrolite (Contains electrolytes)						4,35 %		
Sadrži mikronutrijente (Contains micronutrients)		2,17 %	2,17 %	2,17 %	2,17 %			
Štiti kardiovaskularni sustav (Protects the cardiovascular system)		2,17 %						
Štiti probavni sustav (Protects the digestive system)			2,17 %					
Štiti vid i zdravlje očiju (Protects vision and eye health)		4,35 %						
Utažuje žeđ i osvježava (Satiates thirst and refreshes)	6,52 %					2,17 %		

## Zaključak

Rezultati ispitivanja pokazuju da je prosječna potrošnja SVP, SDP, FN i EPK dnevno po ispitaniku 1,62 dL, 1,20 dL, 0,65 dL i 0,54 dL (tim redom). Napitke deklarirane kao funkcionalni sokovi konzumiraju svi ispitanici, SVP nikada ne konzumira 10,87 %, SDP ne konzumira 23,91 % ispitanika, a EPK nikada ne konzumira 45,65 % ispitanika. Domaća proizvodnja (43,48 %), pristupačna cijena (28,26 %), utjecaj na organizam (39,13 %) te kvaliteta proizvoda (36,96 %) najznačajniji su razlozi za

kupnju SDP, SVP, FN i EPK (tim redom). Ispitanici preferiraju sokove od bazge, cikle, drenjina, jabuke i grožđa te robne marke "Vindi Iso sport" i "Red Bull" na temelju saznanja o sastavu i djelovanju pojedinih napitaka na organizam. Kod konzumiranja SDP potrošači bi trebali uzeti u obzir moguće toksične učinke pojedinih (dijelova) biljaka. Također, sve osobe, a posebno one sa srčanim problemima i visokim tlakom trebaju biti posebno oprezne kod konzumacije energetskih napitaka.

## Zahvala

U radu su prikazani rezultati istraživanja dobiveni prilikom izrade završnog rada studenta Danijela Anića, bacc. ing. preh. teh. (vidi Literaturu).

## Literatura

Anić, D. (2015). Ponašanje i stavovi studenata Veleučilišta "Marko Marulić" u Kninu o funkcionalnim napitcima, Završni rad, Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu.

Baião, D. dos S., Silva, D. V. T. da, Aguila, E. M. D., Paschoalin, V. M. F. (2017). Nutritional, Bioactive and Physicochemical Characteristics of Different Beetroot Formulations. U: Karunaratne, D. N., Pamunuwa, G.(ur.), *Food Additives* (31–43). London, UK: InTechOpen. doi: 10.5772/intechopen.69301.

Cilla, A., Garcia-Llatas, G, Lagarda, M. J., Barberá, R., Alegría, A. (2019). Development of Functional Beverages: The Case of Plant Sterol-Enriched Milk-Based Fruit Beverages. U: Grumezescu, A. M., Maria Holban, A. M. (ur.), *Functional and Medicinal Beverages, Volume 11: The Science of Beverages* (285–312). Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd.

Čalić, S., Friganović, E., Maleš, V., Mustapić A. (2011). Funkcionalna hrana i potrošači. *Praktički menadžment – stručni časopis teoriju i praksu menadžmenta*, 2(2), 51–57.

Dhawan, D., Sharma, S. (2019). Exploration of the Nourishing, Antioxidant and Product Development Potential of Beetroot (Beta Vulgaris) Flour. *Int J Health Sci Res.*, 9(6): 280-284.

FAO i WHO (2019). *Sustainable healthy diets – Guiding principles*. Rome, Italy: FAO i WHO.

Higgins, J. P., Tuttle, T. D., Higgins, C. L. (2010). Energy Beverages: Content and Safety. *Mayo Clin Proc.*, 85(11): 1033–1041. doi: 10.4065/mcp.2010.0381.

Legović, D., Lopac, D., Šantić, V., Jurdana, H., Gulan, G., Tudor, A. (2007). Sportski napitci i umor sportaša. *Medicina*, 43:215–223.

Moguel, E., Berrocal, J., García-Alonso, J. (2019). Systematic Literature Review of Food-Intake Monitoring in an Aging Population. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19(15), 3265. doi: 10.3390/s19153265.

Nazir, M., Arif, S., Khan, R. S., Wahab, N., Khalid, N., Maqsood, S. (2019). Opportunities and Challenges for Functional and Medicinal Beverages: Current and Future Trends. *Trends Food Sci Technol.*, 88:513–526. doi: 10.1016/j.tifs.2019.04.011

Ofori, J. A., Hsieh, Y-H. P. (2013). Novel technologies for the production of functional foods. U: Bagchi, D., Bagchi, M., Moriyama, H., Shahidi, F. (ur.), *Bio-nanotechnology: a revolution in food, biomedical and health sciences* (141–162). New York, USA: John Wiley & Sons.

Ohlhorst, S. D., Russell, R., Bier, D., Klurfeld, D. M., Li, Z., Mein, J. R., Milner, J., Ross, A. K., Stover, P., Konopka, E. (2013). Nutrition research to affect food and a healthy lifespan. *Advances in Nutrition*, 4(5):579–84. doi: 10.3945/an.113.004176.

Ozen, A. E., Pons, A., Tur, J. A. (2012). Worldwide consumption of functional foods: a systematic review. *Nutr Rev.*, 70(8):472–481. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00492.x.

Shah, S. A., Szeto, A. H., Farewell, R., Shek, A., Fan, D., Quach, K. N., Bhattacharyya, M., Elmiari, J., Chan, W., O'Dell, K., Nguyen, N. McGaughey, T. J., Nasir, J. M., Kaul, S. (2019). Impact of High Volume Energy Drink Consumption on Electrocardiographic and Blood Pressure Parameters: A Randomized Trial. *Journal of the American Heart Association*, 8(11). doi: 10.1161/JAHA.118.011318.

Ulbricht, C., Basch, E., Cheung, L., Goldberg, H., Hammerness, P., Isaac, R., Khalsa, K., Romm, A., Mills, E., Rychlik, I., Varghese, M., Weissner, W., Windsor, R., Wortley, J. (2014). An Evidence-Based Systematic Review of Elderberry and Elderflower (*Sambucus nigra*) by the Natural Standard Research Collaboration. *Journal of dietary supplements*, 11(1):80–120. doi: 10.3109/19390211.2013.859852.

Tundis, R., Ursino, C., Bonesi, M., Loizzo, M. R., Sicari, V., Pellicanò, T., Manfredi, I. L., Figoli, A., Cassano, A. (2019). Flower and Leaf Extracts of *Sambucus nigra* L.: Application of Membrane Processes to Obtain Fractions with Antioxidant and Antityrosinase Properties. *Membranes*, 9(10), 127. doi:10.3390/membranes9100127.

Uredba (EZ) br. 1924/2006 Europskog parlamenta i Vijeća od 20. prosinca 2006. o prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama koje se navode na hrani, *Službeni list Europske unije* 404, 20. 12. 2006., str. 9–25.

Uredba (EU) br. 1169/2011 Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2011. o informiranju potrošača o hrani, izmjeni uredbi (EZ) br. 1924/2006 i (EZ) br. 1925/2006 Europskog parlamenta i Vijeća te o stavljanju izvan snage Direktive Komisije 87/250/EEZ, Direktive Vijeća 90/496/EEZ, Direktive Komisije 1999/10/EZ, Direktive 2000/13/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, direktiva Komisije 2002/67/EZ i 2008/5/EZ i Uredbe Komisije (EZ) br. 608/2004, *Službeni list Europske unije* 304, 22. 11. 2011., str. 18–63.

Uredba Komisije (EU) br. 432/2012 od 16. svibnja 2012. o utvrđivanju popisa dopuštenih zdravstvenih tvrdnji koje se navode na hrani, osim onih koje se odnose na smanjenje rizika od bolesti te na razvoj i zdravlje djece, *Službeni list Europske unije* 136, 35. 05. 2012., str. 1–40.

Valls, J., Pasamontes, N., Pantaleón, A., Vinaixa, S., Vaqué, M., Soler A, Millán S, Gómez, X. (2013). Prospects of functional foods/nutraceuticals and markets. U: Ramawat, K. G., Merillon, J. M. (ur.), *Natural products* (2491–2525). Berlin, Germany: Springer-Verlag.

Zheng, J., Zhou, Y., Li, S., Zhang, P., Zhou, T., Xu, D.-P., Li, H.-B. (2017). Effects and Mechanisms of Fruit and Vegetable Juices on Cardiovascular Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(3), 555:1–555:15. doi:10.3390/ijms18030555

**Primljeno:** 25. studenoga 2019. godine

**Received:** November 25, 2019

**Prihvaćeno:** 30. prosinca 2019. godine

**Accepted:** December 30, 2019



## **Prikaz modela za održavanje terenske nastave iz primijenjene botanike i ekologije**

### **A presentation of a model for teaching field courses in Applied Botany and Ecology**

**Emir Delić<sup>1</sup>, Boris Dorbić<sup>2</sup>, Nađa Buturović<sup>3</sup>, Azra Bostandžić<sup>3</sup>, Almina Tahirović<sup>3</sup>**

*prethodno priopćenje (preliminary communication)*

doi: 10.32779/gf.2.4.3

#### **Sažetak**

Terenska nastava je specifični oblik nastave s ciljem da bi se što učinkovitije realizirali oni nastavni sadržaji gdje je potrebno promatranje u prirodi kao i neposredni kontakt s izvornom stvarnošću. Kroz ovaj rad će se prikazati jedan model održavanja terenske nastave iz primijenjene botanike s hipotezom da ovaj način održavanja nastave studenti u većoj mjeri podupiru i laganije usvajaju znanja. Botanička sekcija je jedna od sekcija koja djeluje u okviru Internacionalnih bioloških kampova koje se održavaju u organizaciji *Udruženja studenata biologije* Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Sudionici botaničke sekcije kroz praktičnu i teorijsku nastavu dobivaju znanja o biljnim ekosustavima, determinaciji vrsta, njihovom očuvanju te korištenju.

Teoretska nastava se održavala u prostorijama Eko centra "Jezera", a terenska na području Eko centra "Jezera". Temeljem dobivenih rezultata ustanovljeno je da su studenti s ocjenom izvrstan ocijenili kvalitetu nastave iz svih bio-ekoloških područja. Samoprocjena znanja studenata je pokazala da su studenti najbolje ocjene dodijelili nivou znanja iz područja dendrologije. Rezultati anketnog istraživanja su potvrdila početnu hipotezu da ovaj tip nastave studenti u većoj mjeri podupiru i lakše usvajaju nastavno gradivo.

**Ključne riječi:** terenska nastava, metodika, model, botanika, ekologija.

#### **Abstract**

Field courses are a specific form of teaching intended to most effectively deliver the teaching content that requires observation of nature, as well as a direct contact with authentic reality. A model of teaching field courses in Applied Botany has been presented through this paper based upon the hypothesis that students largely support this method of teaching and in this way acquire knowledge more easily. The Botany Section is one of the sections that operates within International Biology

---

<sup>1</sup> Slavne Brigade 71, 77000 Bihać, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup> Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu, Odjel Poljoprivreda krša, Krešimirova 30, 22300 Knin, Republika Hrvatska.

\*E-mail: boris.dorbic@veleknin.hr

<sup>3</sup> Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Zmaja od Bosne 33-35, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Camps that are held and organized by *Biology Students Association* of the Faculty of Natural Sciences and Mathematics at the University of Sarajevo. The Botany Section participants are provided knowledge about plant ecosystems, species determination, their preservation and use through both practical and theoretical courses.

Theoretical courses were held at the premises of "Jezera" Eco Centre, while field courses were held outdoors in the area of "Jezera" Eco Centre. Based on the findings, it was determined that students evaluated the quality of the courses in all bioecological fields with the grade excellent. Self-assessment of knowledge acquired by the students showed that students gave the best grades to the knowledge level reached in the field of dendrology. The results of the survey research confirmed the initial hypothesis that this type of teaching is largely supported by students and that in this way they more easily master the teaching content.

**Key words:** field teaching, methodology, model, botany, ecology.

## Uvod

Pod izvanučioničkom nastavom smatra se svaki oblik nastave koji se održava izvan učionice, a za isto se koristi različito nazivlje: terenska nastava, nastavna ekskurzija, šetnja, izlet i slično (Takač, 2013., prema., Sever et al., 2017). To je specifični oblik nastave s ciljem da bi se što učinkovitije realizirali oni nastavni sadržaji za koje je potrebno promatranje u prirodi i kontakt s izvornom stvarnošću (Husanović-Pejnović, 2011., prema., Sever et al., 2017).

Važnost izvanučioničke nastave i terenske nastave u biologiji veoma je važna i poznata te se nalazi u studijskim programima za nastavnike biologije (Bogut et al., 2017). *Aktivno učenje, razvoj istraživačkih vještina te generičkih kompetencija poput organiziranja, planiranja i suradnje, osnovne su odlike terenske nastave* (Šag et al., 2016).

Predavačku – frontalnu nastavu iz "tradicionalnih škola", potrebno je zamijeniti nastavom sa suvremenim metodama za potrebe današnjih učenika kako bismo ih potaknuli na samostalnost u učenju i potaknuli njihovu kreativnost (Glaser, 2005., prema., Žujo Zekić et al., 2017).

Velika odgovornost uspješne izvanučioničke nastave u prirodi leži na učiteljima. Ovakav oblik nastave zahtijeva veću pripremu nastavnika od klasičnog sata u učionici (Sever et al., 2017).

*Nauka daje učenicima poticaj za istraživanje svijeta u kojem žive, za eksperimentiranje kojim se povećava sposobnost analiziranja i shvaćanja svijeta oko sebe, pomaže im da razvijaju osjećaj za složene veze između ljudi i prirode* (Žujo Zekić et al., 2017).

U novije vrijeme korištenjem suvremene obrazovne tehnologije u nastavi biologije smanjilo se ili potpuno isključilo korištenje prirodnog materijala (Ademović et al., 2018).

Botanička sekcija je jedna od desetak bioloških sekcija, koja djeluje u okviru Internacionalnih bioloških kampova koje se održavaju jednom ili nekoliko puta godišnje u organizaciji *Udruženja studenata biologije* Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu (Bosna i Hercegovina).

Botanička sekcija ima znanstveno-istraživački karakter, koja ima za cilj edukaciju sudionika/studenata o vegetaciji i ekološkim faktorima istraživanog područja. Nastava se održava kroz teoretski i praktični dio na terenu.

Sudionici botaničke sekcije kroz praktični i teorijski dio nastave dobivaju znanja o biljnim ekosustavima, determinaciji vrsta, njihovom očuvanju i korištenju. Ovakav tip nastave koji nude Internacionalni biološki kampovi, uvelike doprinose proširenju i utvrđivanju stečenih znanja s "bioloških" fakulteta te pripremaju studente za samostalno istraživanje nakon stečene diplome.

Područje Eko-centra "Jezera" u Bijeljini dio je starog drinskog toka, a smješteno je na Pavlovića putu, prema graničnom prijelazu s Republikom Srbijom. Od centra Bijeljine udaljeno je 12 kilometara. Posjetiteljima nudi različite sadržaje tijekom boravka u prirodi: organiziranje namjenskih radionica i kampova, istraživanje barskih ekosustava, uz upoznavanje s ugroženim biljnim i životinjskim vrstama donjeg toka i ušća rijeke Drine itd. Cilj rada je prikazati jedan model održavanja terenske nastave iz primijenjene botanike s pretpostavkom da ovakav tip nastave studenti u većoj mjeri podupiru i lakše usvajaju dobivena znanja.

## **Materijali i metode**

Terenska nastava je održana u sklopu IX Internacionalnog biološkog kampa Eko-centar "Jezera" u Bijeljini. Studentima su na terenu objašnjeni vegetacijski pojasevi, fitocenološke snimke, metode determinacije, sakupljanja, stratifikacije te načina skladištenja sjemena drvenastih vrsta. Sudionicima je objašnjena i determinaciju drvenastih vrsta pomoću listova, habitusa, izbojaka, pupova, kore i cvjetova. U okviru terenske nastave studenti su upoznati i s najznačajnijim tipovima šumskih tala, koji su prisutni u nizinskom i brdskom vegetacijskom pojasu, kao i klimatskim uvjetima istraživanog područja.

Teoretska nastava se odvijala u prostorijama Eko centra "Jezera", a terenska na širem području Eko centra "Jezera" u nizinskom vegetacijskom pojasu (70 m n. v.), duž obala jezera i bara, zatim na planini Majeveci, koja obuhvaća brdski vegetacijski pojas (700 m n. v.), u termofilnim šumama. Sudionici terenske nastave/studenti trenutno pohađaju Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, I ciklus, odsjek za biologiju, na studijskim programima Ekologija, Genetika i Mikrobiologija. Njihovo dosadašnje znanje iz botanike je bilo na zavidnom nivou.

Nastavu je održavao bsc. šumarstva s iskustvom u visokoškolskoj nastavi prema silabusu za predmete (Tablica 1).

Prilikom izvođenja terenske i teoretske nastave studenata korištena je sljedeća literatura:

Dendrologija (Idžojtić, 2005; Idžojtić, 2009; Idžojtić, 2013; Franjić i Škvorc, 2010; Šilić, 1990-a; Šilić, 1990-b; Šilić, 2005.); Šumarska fitocenologija (Medak, 2018; Stefanović, 1977; Vukelić et al.,

2001; Vojniković et al., 2017.); Šumsko sjemenarstvo (Dorbić et al., 2018; Gurda, 1999; Kajba i Balian, 2007; Mataruga et al., 2013; Mekić, 1997; Mekić, 1998.)



**Slika 1.** Geografski prikaz istraživanog područja (Izvor: Google Earth)  
**Figure 1.** Geographical representation of the study area (Source: Google Earth)

**Tablica 1.** Sažeti silabus održanih predmeta  
**Table 1.** Summarized syllabus of subjects

Naziv nastavne jedinice	Opis nastavne jedinice	Način izvođenja nastavne jedinice / broj sati (h)	
Dendrologija	Sistematika i nomenklatura drvenastih vrsta; morfološke, ekološke, horološke i biološke osobine drvenastih vrsta.	Teorijski	3
		Praktično	5
Šumsko sjemenarstvo	Procjene i prognoze uroda, sakupljanja, čuvanja i determinacije sjemena i plodova drvenastih vrsta.	Teorijski	4
		Praktično	4
Šumarska fitocenologija	Upoznavanje s biljnim zajednicama; izrada fitocenološkog snimka i tablica.	Teorijski	2
		Praktično	6
Osnove pedologije	Osnovne karakteristike i značaj tla; faktori i uvjeti koji utječu na nastanak tla.	Teorijski	4
		Praktično	4
Ukupno:		Teorijski	13
		Praktično	19

Kao izvor primarnih podataka korišteno je i anketno ispitivanje. Cilj navedenog bilo je istražiti percepciju o kvaliteti, interesu i korisnosti terenske nastave iz područja dendrologije i ekologije šuma, kao i samoprocjena znanja studenata iz navedenih područja.

Anketno ispitivanje je provedeno u drugoj polovici 2019. godine na uzorku od 8 ispitanika (7 žena i 1 muškarac), od kojih je 7 ispitanika bilo s područja Sarajevskog kantona, a 1 ispitanik je bio iz ostalih gradova i naselja Bosne i Hercegovine.

Starosna struktura uzorka bila je od 21 do 25 godina. U svrhu statističke izrade korištena je petostupanjska ljestvica s vrijednostima od 1 do 5 (1 – nedovoljan, 2 – dovoljan, 3 – dobar, 4 – vrlo dobar i 5 – odličan).

Obrada podataka provedena je mjerilima centralne tendencije tj. na osnovu izračuna aritmetičke sredine, standardne devijacije i varijance. Statistička obrada podataka je izrađena u programu SPSS 14.

## **Rezultati i diskusija**

### **Kratki prikaz održane terenske nastave**

#### **Šumarska fitocenologija**

S obzirom na područje Eko-centra "Jezerca" koje se nalazi u nizinskom vegetacijskom pojasu (80 – 150 m n. v.), studenti su imali priliku da se teorijski i praktično upoznaju s poplavnim, nizinskim šumama, tj. tipičnom močvarnom, higrofilnom vegetacijom, tzv. ritskim šumama (tipovi šumske vegetacije koja se razvija uz riječne obale, na naplavnim tlima i periodično se poplavljuje, kao što su šume bijele vrbe (*Salix alba* L.), bijele (*Populus alba* L.) i crne topole (*Populus nigra* L.), poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), crne johe (*Alnus glutinosa* L.), hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) itd.). Potom su upoznati i s zakonitostima nastanka, razvitka i propadanja biljnih zajednica, sukcesijama, sindinamskim jedinicama, arealom biljnih vrsta i zajednica, klimatskim čimbenicima (svjetlost, toplina, voda, vlaga, vjetar) te edafskim i orografskim faktorima.

Na području planine Majevice studenti su upoznati i s brdskim vegetacijskim pojasom, gdje su izučavali brdske, kserotermne šume hrasta medunca (*Quercus pubescens* Wild.) i hrasta cera (*Quercus cerris* L.) (500 m n. v.), kao i kulturu crnog bora, te ostale termofilne i kserotermne biljne vrste, tipove tala, klimatske, orografske i edafske faktore i način izrade fitocenološkog snimka.

#### **Šumsko sjemenarstvo**

U okviru ove nastavne jedinice studenti su usvojili teoretska znanja o determinaciji različitih sjemena i plodova najvažnijih autohtonih šumskih vrsta i nekih egzotičnih (alohtonih) vrsta (Slika 2). Dobili su i osnovna teorijska znanja o proizvodnji sadnog materijala, stratifikaciji, skladištenju i transportu šumskog sjemena, načinu klijanja i patogenima sjemena. Upoznali su se i s procjenom i prognozom uroda sjemena, načinom sakupljanja i sjetve sjemena, vrstama sjemena, objektima za proizvodnju šumskog sjemena i načinima ocjenjivanja zrelosti sjemena.

Na terenskim istraživanjima, studenti su imali zadatak prikupiti sjemeni koja su bila dostupna na istraživanom području, utvrditi tip sjemeni i plodova, stupanj zrelosti, sadržaj vlage u sjemenu, stupanj uroda sjemeni i način transporta do rasadnika. Od važnijih šumskih vrsta s kojima su se studenti detaljnije upoznali kako teorijski, tako i praktično, jesu: mezijska bukva (*Fagus moesiaca* (Domin, Maly) Czech.), obična smreka (*Picea abies* (L.) H. Karst.), ilirski crni bor (*Pinus nigra subsp. illyrica*), hrast medunac (*Quercus pubescens* Willd.), hrast cer (*Quercus cerris* L.), obična jela (*Abies alba* Mill.) i druge.



**Slika 2.** Zbirka šumskog sjemeni za edukaciju studenata (Foto: Emir Delić)  
**Figure 2.** Forest seed collection for student education (Photo: Emir Delić)

### Dendrologija

U okviru ovog područja studenti su se teorijski i praktično upoznali s najvažnijim autohtonim i alohtonim drvenastim vrstama koje rastu u užoj okolini istraživanog područja. Tijekom terenske nastave stekli, su nova znanja o morfologiji potonjih vrsta, njihovim ekološkim zahtjevima, arealu, biološkim karakteristikama i gospodarskoj važnosti. Na praktičnim istraživanjima, naučili su raspoznavati drvenaste vrste na osnovi različitih morfoloških karakteristika: habitusa, kore, izbojaka, pupova, listova, cvjetova, sjemeni i plodova (češera kod golosjemenjača).

Nakon praktičnog dijela, na terenu su kroz diskusiju raspravljali o stečenom. Na praktičnim radionicama su dobili lisni materijal sa zadatkom da izdvoje izbojak s pupom, sjeme, te oblicu s korom vrste kojoj pripada lisni materijal u čemu su se pokazali uspješnima (Slika 3).

Pored autohtonih (samoniklih) biljnih vrsta, koje rastu na području Eko-centra, studenti su upoznati i s brojnim prisutnim alohtonim (egzotičnim i invanzivnim) biljnim vrstama (načinom njihovog uklanjanja i kontroliranja, kao i s pojedinim biljnim bolestima).





**Slika 3.** Studenti na dendrološkoj radionici (Foto: Emir Delić)

**Figure 3.** Students in a dendrology workshop (Photo: Emir Delić)

Tijekom terenskih istraživanja i teorijske edukacije studenti su se upoznali sa biljnim vrstama navedenim u Tablici 2.

**Tablica 2.** Biljne vrste obuhvaćene teorijskom i terenskom nastavom

**Table 2.** Plant species covered by theoretical and field teaching

<i>Porodica</i>	<i>Rod i vrsta</i>	<i>Porodica</i>	<i>Rod i vrsta</i>
<i>Aceraceae</i>	<i>Acer campestre</i> L.	<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl
	<i>Acer obtusatum</i> Waldst. et Kit. ex Willd.		<i>Fraxinus excelsior</i> L.
	<i>Acer platanoides</i> L.		<i>Fraxinus ornus</i> L.
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.		<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Cotinus coggygria</i> Scop.		<i>Ligustrum vulgare</i> L.
<i>Apiaceae</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.
	<i>Angelica sylvestris</i>		<i>Picea omorika</i> (Pančić) Purk.
<i>Araliaceae</i>	<i>Hedera helix</i> L.		<i>Pinus mugo</i> Turra
<i>Aristolochiaceae</i>	<i>Asarum europaeum</i>		<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold
<i>Asteraceae</i>	<i>Eupatorium cannabinum</i>		<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	<i>Poaceae</i>	<i>Brachypodium pinnatum</i>
	<i>Betula pendula</i> Roth		<i>Carex brisoides</i>
	<i>Carpinus betulus</i> L.		<i>Deschampsia caespitosa</i>
	<i>Corylus colurna</i> L.	<i>Primulaceae</i>	<i>Lysimachia nummularia</i>
	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Clematis vitalba</i> L.
	<i>Corylus avellana</i> L.		<i>Caltha palustris</i>
	<i>Corylus maxima</i> "Purpurea"	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Frangula alnus</i> Mill.
<i>Caesalpiniaceae</i>	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.
<i>Campanulaceae</i>	<i>Campanula trachelium</i>		<i>Crataegus nigra</i> Waldst. et Kit.
<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Sambucus nigra</i> L.		<i>Prunus avium</i> (L.) L.
	<i>Viburnum lantana</i> L.		<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.
	<i>Viburnum opulus</i> L.		<i>Prunus spinosa</i> L.
<i>Celastraceae</i>	<i>Euonymus europaeus</i> L.		<i>Pyrus pyraister</i> (L.) Burgsd.
<i>Cornaceae</i>	<i>Cornus mas</i> L.		<i>Rosa canina</i> L.



<i>Porodica</i>	<i>Rod i vrsta</i>	<i>Porodica</i>	<i>Rod i vrsta</i>
<i>Cornaceae</i>	<i>Cornus sanguinea</i> L.	<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus fruticosus</i> L.
<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus communis</i> L.		<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz
	<i>Thuja occidentalis</i> L.		<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz
<i>Dipsacaceae</i>	<i>Knautia drymeia</i>		<i>Geum urbanum</i>
<i>Ericaceae</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.
<i>Fabaceae</i>	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium palustre</i>
	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link	<i>Ruscaceae</i>	<i>Ruscus aculeatus</i> L.
	<i>Coronilla emerus</i> L.	<i>Rutaceae</i>	<i>Dictamnus albus</i>
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	<i>Salicaceae</i>	<i>Populus alba</i> L.
<i>Fagaceae</i>	<i>Fagus moesiaca</i> (Domin, Maly) Czech.).		<i>Populus nigra</i> L.
	<i>Quercus cerris</i> L.		<i>Populus tremula</i> L.
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.		<i>Salix alba</i> L.
	<i>Quercus pubescens</i> Willd.		<i>Salix caprea</i> L.
	<i>Quercus robur</i> L.		<i>Salix elaeagnos</i> Scop.
<i>Iridaceae</i>	<i>Iris pseudacorus</i>		<i>Salix fragilis</i> L.
<i>Juglandaceae</i>	<i>Juglans nigra</i> L.		<i>Salix purpurea</i> L.
	<i>Juglans regia</i> L.	<i>Simaroubaceae</i>	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lamium galeobdolon</i>	<i>Thymelaeaceae</i>	<i>Daphne mezereum</i> L.
	<i>Melittis melissophyllum</i>	<i>Tiliaceae</i>	<i>Tilia cordata</i> Mill.
	<i>Ajuga reptans</i>		<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
	<i>Betonica officinalis</i>		<i>Tilia tomentosa</i> Moench
	<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>Ulmaceae</i>	<i>Ulmus glabra</i> Huds
	<i>Glechoma hederacea</i>		<i>Ulmus laevis</i> Pall.
<i>Moraceae</i>	<i>Morus alba</i> L.		<i>Ulmus minor</i> Mill.

## Osnove pedologije

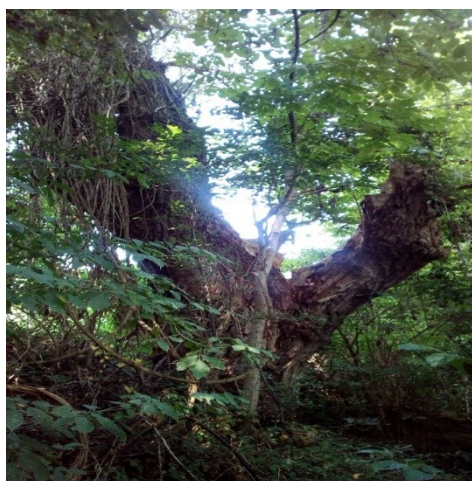
U okviru pedologije, studenti su dobili teoretska saznanja o najvažnijim faktorima koji utječu u formiranju tla, njegovim fizičkim, kemijskim i biološkim svojstvima. Također su se upoznali s najvažnijim tipovima šumskog tla, plodnosti i produktivnosti tla te mikro i makro elementima, neophodnim za rast i razvoj biljnih vrsta.

Praktični dio imao je za cilj da studenti na terenu samostalno opišu tip tla, njegove fizičke, kemijske i biološke karakteristike. Nakon terenskog dijela, studenti su sudjelovali i u praktičnim radionicama, gdje su dobili na uvid nekoliko uzoraka zemljišta sa zadatkom da na osnovi mehaničkog sastava (teksture tla), ljepljivosti tla, gustoće tla i reakcije tla odrede o kojem se tipu tla radi i koje bi vrste drveća na njemu najbolje uspijevale (Slika 4).



**Slika 4.** Odabrane vrste tala za vježbu (Foto: Emir Delić)  
**Figure 4.** Selected types of soils for exercise (Photo: Emir Delić)

Područje Eko-centra "Jezera" kao što je već i spomenuto nalazi se u nizinskom vegetacijskom pojasu, u zoni poplavnih (ritskih šuma) (Slika 6). Najugroženija vrsta kao posljedica djelovanja čovjeka, a nešto manje klimatskih promjena je europska crna topola (*Populus nigra* L.) koja se smatra vrstom u nestajanju iz dva razloga: 1) zbog prisustva gena američke crne topole (*Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall.), u populacijama europske crne topole (*P. nigra*); 2) prirodne populacije ove vrste znatno su smanjene pod utjecajem čovjeka, izravnom sječom ili zahvatima u staništu (regulacija velikih tokova rijeka, izgradnja nasipa i zaštita obala), što je prouzrokovalo sprječavanje plavljenja i uvjetovalo fragmentaciju ritskih staništa te izumiranje autohtone vrste topole, čija je prirodna obnova onemogućena. Navedena vrsta se ubraja u najugroženije drvenaste vrste Europe.



**Slika 5.** *Populus nigra* L.  
 (Foto: Emir Delić)  
**Figure 5.** *Populus nigra* L.  
 (Photo: Emir Delić)



**Slika 6.** Poplavne šume (higrofilna vegetacija) na području Eko-centra "Jezera" (Foto: Emir Delić)  
**Figure 6.** Flood forests (hygrophilic vegetation) in the area of Eko-centar Jezera (Photo: Emir Delić)

Na području Eko-centra pronađena su dva primjerka autohtone crne topole još iz vremena dok je Drina tekla ovim područjem, procijenjene starosti od oko 150 do 200 godina (Slika 5). Njihov opseg debla iznosi otprilike 3 metra. Ostale jedinice čovjek je devastirao izravnom sječom.

### Rezultati anketnog istraživanja

Rezultati anketnog istraživanja su prikazani u dolje navedenim komentarima prema tablicama (3, 4, 5 i 6).

**Tablica 3.** Percepcija o kvaliteti, interesu i korisnosti terenske nastave iz područja dendrologije i ekologije šuma.

**Table 3.** *The perception of quality, interest and usefulness of field work in the field of dendrology and forest ecology.*

R. br.	Pitanje	Aritm. sredina	Stand. devijacija	Varijanca
1.	Procijenite kvalitetu održane terenske nastave iz područja dendrologije i sjemenarstva	5,00	,000	,000
2.	Procijenite kvalitetu održane terenske nastave iz područja šumarske fitocenologije	5,00	,000	,000
3.	Procijenite kvalitetu održane terenske nastave iz područja ekologije šuma (Šumarska fitocenologija i Osnova pedologije)	5,00	,000	,000
4.	Procijenite kvalitetu metodologije izvođenja terenske nastave	5,00	,000	,000
5.	Procijenite korisnost terenske nastave za Vaš budući rad u struci	4,86	,378	,143
6.	Procijenite Vaš interes da nakon ove terenske nastave posjetite botaničku sekciju na biološkom kampu sljedeće godine	5,00	,000	,000

Iz tablice 3. razvidno je da su studenti s ocjenom odličan ocijenili kvalitetu nastave iz svih bio-ekoloških područja, kao i korisnost ovakvog tipa nastave za njihov budući rad u struci. Rezultati pokazuju i to da iduće godine žele ponovno pohađati ovu sekciju.

**Tablica 4.** Samoprocjena nivoa usvojenog znanja iz područja dendrologije.

*Table 4. Self-assessment of the level of acquired knowledge in the field of dendrology.*

R. br.	Pitanje	Aritm. sredina	Stand. devijacija	Varijanca
1.	Prepoznavanje pupova kritosjemenjača s ovog područja i šire	4,43	,535	,286
2.	Prepoznavanje kore raznih drvenastih vrsta s ovog područja i šire	4,43	,535	,286
3.	Prepoznavanje listova i habitusa raznih drvenastih vrsta s ovog područja i šire	4,29	,951	,905
4.	Prepoznavanje sjemena raznih dendroloških vrsta s ovog područja i šire	4,71	,951	,905
5.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela biologije i ekologije drvenastih vrsta s ovog područja i šire	4,57	,535	,286

Iz tablice 4. se uočava da su studenti vrlo dobre (iznad 4,29) i odlične ocjene dodijelili samoprocjeni nivoa usvojenog znanja iz područja dendrologije.

**Tablica 5.** Samoprocjena nivoa usvojenog znanja iz područja šumarske fitocenologije

*Table 5. Self-assessment of the level of acquired knowledge in the field of forest phytocenology*

R. br.	Pitanje	Aritm. sredina	Stand. devijacija	Varijanca
1.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela sindinamike	3,71	,488	,238
2.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela sinmorfolologije	3,86	,378	,143
3.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela invanzivnih vrsta	4,43	,787	,619
4.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela izrade fitocenološkog snimka	3,43	1,272	1,619
5.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela taksona nižih od vrsta	3,71	,756	,571
6.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela sinhorologije	3,71	,756	,571

Prema tablici 5. vidi se da su u području Šumske fitocenologije studenti dodijelili nešto niže ocjene u samoprocjeni znanja (vrlo dobar). Najveća ocjena je dodijeljena nivou usvojenih znanja iz područja invazivnih vrsta, za koji se pretpostavlja da su o tome dobili više prethodnih informacija na studiju biologije.

**Tablica 6.** Samoprocjena nivoa usvojenog znanja iz područja ekologije šuma  
**Table 6.** Self-assessment of the level of acquired knowledge in the field of forest ecology

R. br.	Pitanje	Aritm. sredina	Stand. Devijacija	Varijanca
1.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela osnova pedologije	3,86	1,069	1,143
2.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela sistematike šumskih tala	4,29	1,113	1,238
3.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela problematike šumskih požara	3,71	,756	,571
4.	Procijenite nivo usvojenog znanja iz dijela zaštićenih i ugroženih biljnih vrsta Bosne i Hercegovine	3,57	,535	,286

Iz tablice 6. je razvidno da su studenti najbolje procijenili nivo usvojenih znanja iz dijela sistematike šumskih tala što se može povezati s praktičnim pokaznim vježbama na terenu. Potom slijedi samoprocjena usvojenog znanja iz osnova pedologije, ocjena vrlo dobar (3,86) te ostale procijene iz ovog područja koje su također ocijenjene s vrlo dobrim.

Praktična nastava se može odnositi na obradu novog nastavnog sadržaja, kao i na i ponavljanje već obrađenog gradiva. Ukoliko se radi o terenu, prije samog izlaska na terensku nastavu mora se napraviti i organizacija nastave (Žujo Zekić, 2017). Iz dobivenih rezultata ustanovljeno je da su studenti s ocjenom odličan ocijenili kvalitetu nastave iz svih bio-ekoloških područja, kao i korisnost ovakvog tipa nastave za njihov budući rad u struci. Rezultati pokazuju i to da sljedeće godine polaznici žele ponovno pohađati ovu sekciju. Rezultati drugih istraživanja su pokazali da npr. učenici nekih zagrebačkih osnovnih škola više preferiraju izvanučioničku nastavu u prirodi, nego izvanučioničku nastavu koja se ne održava u prirodi (Sever et al., 2017).

Rezultati ovog istraživanja su pokazali da su studenti vrlo dobre i odlične ocjene dodijelili samo procijeni nivoa usvojenog znanja iz područja dendrologije, dok je nivo samovrednovanja znanja iz šumarske fitocenologije ocijenjen s vrlo dobrim ocjenama. Navedeno se može povezati s prethodno stečenim znanjima sa studija gdje se više obrađivala sistematika bilja u okviru botaničke grupe predmeta. Također je korištenje bioloških zbirki, koje predstavljaju odličan sustav demonstracije pridonijelo lakšem usvajanju znanja iz područja dendrologije. Slično potvrđuju i drugi autori, npr. Dorbić et al., 2013.

Svrha demonstracije bioloških zbirki je način za osposobljavanje samostalnog promatranja i primjenu logičkih operacija u samostalnom stjecanju predodžbi o živom svijetu (Bašić, 2001., prema., Žujo Zekić, 2017).

Dobiveni vrlo dobri rezultati u anketnom istraživanju o samoprocjeni znanja iz dijela sistematike šumskih tala mogu se povezati s praktičnim pokaznim vježbama na terenu. Neka prethodna istraživanja su potvrdila da npr. učenici stječu trajna znanja *učeći na primarnim izvorima znanja jer nijedna slika, crtež ili video snimak ne mogu biti tako vjerodostojni kao prirodni materijal* (Ademović et al., 2018).

Općenito rezimirajući gore navedeno, zadatak suvremene nastave je priprema učenika za cjeloživotno obrazovanje. Kako bi to bilo moguće ostvariti, važno je mijenjati i ulogu učitelja te uvesti promjene u nastavi i nastavnom procesu (Bašić, 2001., prema, Žujo Zekić, 2018).

*Proučavajući povezivanje nastavnih metoda sa prosječnim postotkom njihova uticaja na zapamćivanje William Glasser (2005) izrađuje svoju poznatu piramidu. Idući od vrha prema dnu njegove piramide zaključujemo da usmenim izlaganjem nastavnika učenici će zapamtiti oko 20 %, demonstracijom oko 50 %, a kroz praktični rad i primjenu naučenog čak 80 %* (Ademović et al., 2018). Rezultati anketnog istraživanja u ovom radu su potvrdila početnu pretpostavku da ovakav tip nastave studenti u većoj mjeri podupiru i lakše usvajaju dobivena znanja.

## **Zaključak**

Shodno prikazanom modelu terenske nastave koja se održala u Eko centru "Jezera". nedaleko od Bijeljine (BIH), dobiveni rezultati anketnih istraživanja studenata su pokazala da su studenti s ocjenom odličan ocijenili kvalitetu nastave iz svih bio-ekoloških područja. Samoprocjena znanja studenata je pokazala da su studenti najbolje ocjene dodijelili nivou znanja iz područja dendrologije. Rezultati anketnog istraživanja su potvrdila početnu hipotezu da ovaj tip nastave studenti u većoj mjeri podupiru i lakše usvajaju nastavno gradivo.

## **Literatura**

Ademović, E., Žujo Zekić, D., Martinović, M. (2018). Savremena nastava kao izazov za opstanak bioloških zbirki u nastavi biologije. *Educa*, 11(11), 245–249.

Bašić, M. (2001). *Metodika nastave biologije* (I izdanje). Zenica: Dom štampe.

Bogut, I., Popović, Ž. i Mikuška, A. (2017). The role and importance of outdoor teaching and fieldwork in biology for primary school teacher education. *Život i škola*, LXIII (2), 127–132.

Dorbić, B., Frua, Lj., Zubac, J., Šuste, M., Pamuković, A. i Vrdoljak, M. (2013). Vrt Veleučilišta u Kninu – Ugoda i istraživački rad. *Agronomski glasnik*, 75(5-6), 304–318.

Dorbić, B., Davitkovska, M., Temim, E., Pamuković, A. (2018). *Ukrasno bilje-Uzgoj i primjena*. Šibenik: Ogranak Matice hrvatske u Šibeniku.

Franjić J., Škvorc Ž. (2010). *Šumsko drveće i grmlje Hrvatske*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.

Glasser, W. (2005): *Kvalitetna škola*. Zagreb: Educa.

Gurda, S. (1999). *Tehnologija drveta*. Sarajevo: Šumarski fakultet Sarajevo

Husanović-Pejnović, D. (2011). *Održivi razvoj i izvanučionička nastava u zavičaju*, Zagreb: Školska knjiga.

Idžojić, M. (2005). *Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. Idžojić,

Idžojić, M. (2009). *Dendrologija - List*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.

Idžojić, M. (2013). *Dendrologija - cvijet, češer, plod, sjeme*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.

Kajba, D., Ballian, D. (2007). *Šumarska genetika*. Zagreb – Sarajevo: Šumarski fakultet Sarajevo.

Mataruga, M., Isajev, V., Orlović, S. (2013). *Šumski genetički resursi*. Banja Luka: Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet.

Medak, J. (2018). *Šume bukve*, Javna ustanova "Park prirode Velebit".

Mekić, F. (1997). *Sjemenarstvo u šumarstvu*. Sarajevo: Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.

Mekić, F. (1998). *Rasadnici i nasadi*. Sarajevo: Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.

Sever, I., Vranić, M., Bošnjak, K., Čačić, I., Protulipac, M., Klepac, M. (2017). Procjene učitelja i učenika o izvanučioničkoj nastavi u prirodi u osnovnim školama grada Zagreba. *Metodički ogledi*, 24(1), 95–108.

Stefanović, V. (1977). *Fitocenologija sa pregledom šumskih fitocenoza Jugoslavije*. Sarajevo: IGKRO "Svjetlost".

Šag, M., Turić, N., Čerba, D. i Turković Čakalić, I. (2016). U potrazi za jelenkom (Lucanus cervus Linnaeus, 1758) – Primjer izvanučioničke nastave. *Educatio biologiae*, (2), 67–77.

Šilić, Č. (1990-a.). *Ukrasno drveće i grmlje*. Sarajevo: Svjetlost.

Šilić, Č. (1990-b.). *Atlas drveća i grmlja*. Sarajevo: Svjetlost.



Šilić, Č. (2005). *Atlas dendroflora (drveće i grmlje) Bosne i Hercegovine*. Čitluk: Matica hrvatska.

Takač, M. (2013). Izvanučionička nastava – škola u prirodi. Diplomski rad. Odsjek za učiteljske studije, Učiteljski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Vojniković, S., Bašić N., Beus, V. (2017). *Atlas šumske vegetacije i dendroflora Bosne i Hercegovine i susjednih područja*. Sarajevo: Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine.

Vukelić, J., Gračan, J., Dundović, J. (2001). *Obična jela u Hrvatskoj / Silver fir in Croatia*, Hrvatske šume.

Žujo Zekić, D., Ademović, E., Boškailo, A., Gajević, M. (2018). Savremeni pristupi praktičnom radu u nastavi biologije. *Educa 11*(11), 361 –365.

**Primljeno:** 06. prosinca 2019. godine

**Received:** December 06, 2019

**Prihvaćeno:** 30. prosinca 2019. godine

**Accepted:** December 30, 2019

**Sanacija i revitalizacija drvoreda bijelog duda (*Morus alba* L.) na prostoru luka Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku**

**Rehabilitation and revitalization of the white mulberry tree (*Morus alba* L.) in the area of port Vrnaža – East (central) part of the port in Šibenik**

**Boris Dorbić<sup>1</sup>**

*pregledni rad (scientific review)*

doi: 10.32779/gf.2.4.4

**Sažetak**

Uzgoj i primjena duda na javnim krajobraznim površinama Šibenika i okolice ima dugu tradiciju. Na više lokaliteta u županiji postoje vrijedni drvoredi ili zelenilo s dudom u sklopu javnog gradskog zelenila. Jedan vrijedni sklop zelenila i drvored s dudom se nalazi i na prostoru luke Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku, tj. ex. Palacin u Mandalini. Svi poslovi vezano za valorizaciju i inventarizaciju drvoreda bijelog duda (*Morus alba* L.) obavljeni su tijekom lipnja 2018. godine. U okviru rada/studije popisane su vrste duda, evidentirano je njihovo sadašnje stanje, estetske i funkcionalne vrijednosti kao i povijesni dio vezan za nastanak navedenog drvoreda. Cilj ove studije je dati prikaz stanja u cilju buduće sanacije i revitalizacije prostora.

Rezultati su pokazali da su analizirana stabla duda na istočnom parkingu Vrnaža osrednjeg vitaliteta s vidljivim pojavama bolesti na deblu, granama i lišću, osim drvoreda s lijeve strane ulaza. Stabla su uglavnom slične životne dobi (70 – 75 godina) s visinom od 15 do 20 m. Ovaj "stari" drvored murvi je potrebno sačuvati i zaštititi zbog autentičnosti, a stabla su vrijedna i kao spomenici parkovne arhitekture.

**Ključne riječi:** valorizacija, Luka Vrnaža, *Morus alba*, parkovna arhitektura.

**Abstract**

The cultivation and application of mulberry trees on the public landscapes of Šibenik and the surrounding area has a long tradition. In many localities in the county, there are valuable trees or greenery with mulberry trees within the public urban greenery. One valuable greenery slot and avenue with mulberries is also located in the area of the port of Vrnaža – East (central) part of the port in Šibenik, ex. Palacin in Mandalina. All operations related to the valorization and inventorying of the white mulberry tree (*Morus alba* L.) were done during June 2018. Within the scope of the work / study

---

<sup>1</sup> Agromax-obrt, Bana J. Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Republika Hrvatska.  
E-mail: agromax.info@gmail.com

were listed types of mulberry trees, their current status, aesthetic and functional values as well as the historical part related to the origin of the aforementioned avenue were recorded. The aim of this study is to give the review of the situation with a view to the future rehabilitation and revitalization of the space.

The results showed that analyzed mulberry trees in the eastern parking lot Vrnaža are of mediocre vitality with visible disease occurrences on the trunk, branches and leaves, except for an avenue on the left side of the entrance. The trees are generally similar in age (70 – 75 years) with a height of 15 to 20 m. This "old" avenue of mulberries needs to be preserved and protected for authenticity. The trees are valuable as monuments of park architecture.

**Key words:** valorization, Port of Vrnaža, *Morus alba*, park architecture.

## Uvod

Tijekom 19. stoljeća Talijani su nastojali introducirati dud ili murvu u Dalmaciju zbog proizvodnje svile iz dudovog svilca. Podizali su rasadnike, kao npr. Pinnelijev. Nešto kasnije je i u Skradinu otvoren rasadnik. Ipak je najviše stabala bijelog duda (*Morus alba* L.) posađeno u razdoblju 1854. – 1864. godine. U prvoj polovici 19. stoljeća kultura duda bila je rasprostranjena na čitavom zadarskom području (Čavić, 2010). Istinski razvoj i napredak ova privredna grana doživljava nakon 1854. godine. U unapređenju proizvodnje svile iz dudovog svilca tada se ističu braća Katić iz Zadra i braća Rosa iz Skradina, koji je onda bio najveće dalmatinsko tržište svile<sup>2</sup>. Nakon 1860. godine navedena proizvodnja opada zbog pojave bolesti na murvama (*Morus* sp.) u Dalmaciji. U Turskoj se primjerice dud uzgaja isključivo kao voćna kultura (Ercisli i Celik, 2008).

Krajem prošlog stoljeća se ponovo daje značaj uzgoju dudova svilca, ali je ipak od 1906. godine Skradin ostao jedino dalmatinsko mjesto u kome se proizvodila svila (Čavić, 2010). Upravo zahvaljujući "živopisnim" starim stablima duda grad može pružiti posebnu sliku gostu, koja će jasno izdvajati Skradin, zahvaljujući dudu, od drugih turističkih destinacija (Dorbić et al., 2013). Rezultati dobiveni istraživanjem iz drugih radova (Dorbić et al., 2013) upućuju na činjenicu da građani imaju izrazito pozitivan stav prema stvaranju takvog turističkog brenda Skradina koji obavezno podrazumijeva učešće murve (*Morus alba* L.) u krajobraznoj slici grada, a koji bi doprinosio autentičnosti i raznolikosti turističke ponude Republike Hrvatske.

I u drugim mjestima, gradovima i općinama se nekad i sada murva, vadila i sadila po vrtovima, parkovima, perivojima (Grgurević, 1999). Kao što je već prethodno navedeno ova dekorativna parkovna vrsta ima dugu tradiciju uzgoja na našim prostorima, iako je alohtona (strana udomaćena vrsta) potrebno ju je zbog zaštite autentičnosti mjesta i krajobraza dodatno zaštititi i promicati njen uzgoj. Posebno se to odnosi na starija stabla duda, koja su simboli slavne murvine prošlosti.

---

<sup>2</sup>DAZd, SRN, svež. 1582, 1861, br. 8162 (20519).

Čimbenici poput urbanizacije, klimatskih promjena, neodgovarajućih arborikulturnih zahvata i valorizacije u prostoru dovode do urušavanja funkcionalnih karakteristika urbane dendroflora (Paulić et al., 2015).

U ovom djelu se daju naputci da drvored duda ili murve na prostoru luke Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku, tj. ex. Palacin u Mandalini dobije svoju opće korisnu funkciju.

Popisane su vrste duda, evidentirano je njihovo sadašnje stanje, estetske i funkcionalne vrijednosti kao i povijesni dio vezan za nastanak navedenog drvoreda. Cilj je dati prikaz stanja u cilju buduće sanacije i revitalizacije. Također je potrebno voditi računa da se takva vrijedna stabla duda valoriziraju i kroz turizam (Dorbić i Temim, 2018; Španjol, 1993; Španjol i Španjol, 1995).

## **Materijali i metode**

Znanstveno-istraživački rad se temeljio na proučavanju dostupne stručne i znanstvene literature, arhivske građe i tiskovina. Također je korištena metoda intervjua. Svi poslovi vezano za valorizaciju i inventarizaciju drvoreda bijelog duda (*Morus alba* L.) obavljani su od 01. lipnja do 01. srpnja 2018. godine na prostoru luke Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku, tj. ex. Palacin u Mandalini. Za svaku skupinu stabala bijelog duda određene su koordinate i dana je njihov slikovni razmještaj u prostoru. Vrste su determinirane sukladno relevantnoj literaturi: Šilić, 1983; Vuličević, 1987; Jovanović, 2000; Idžojić, 2009. Izvršena je vizualna procjena fiziološke i biološke kondicije svakog numeriranog stabla duda. Slična su istraživanja provodili i drugi znanstvenici (Gregurović, 2011; Paulić et al., 2012., Paulić et al., 2015 i dr). U cilju buduće sanacije mogu se predložiti sljedeći radovi: orezivanje, posebna skrb o stablu, uklanjanje iz drvoreda, zamjena s drugim stablom itd.

## **Biološke i ekološke osobine bijelog duda (*Morus alba* L.)**

Stablo bijelog duda doseže visinu od 15 do 20 m, do 1 m debljine i doživi do 250 godina starosti (Slike 1. i 2.). Krošnja je svijetla, prozirna i okrugla. Svjetlo-ljubiva je vrsta. Kora je svjetlo siva do smeđa i glatka. Grančice su posute s malim bijelim dlakama, žućkasto sive s bijelim sokom. Pupoljci su široko jajasti, zaobljeni, kraći od 6 mm, smeđe zeleni i goli. Lišće je s plitko srcoliko urezanom osnovom,

3 – 10 cm dugo, često nesimetrično i samo s donje strane po nervaturi dlakavo. Dvodomna je ili jednodomna vrsta. Reše u vidljive u svibnju, nastaju u pazušcima listova i pojavljuju se sa listanjem. Ženske su reše duge. Dudinje su bijele i crvenkaste, rjeđe crveno smeđe. Sazrijeva u lipnju ili srpnju. Voli plodna i svježja tla, ali može uspijevati i na lošijim suhim tlima. Brzorastuća je vrsta (Jovanović, 2000).



**Slike 1 i 2.** Habitus i lišće bijele murve (Foto: B. Dorbić)  
**Figures 1 and 2.** Habitus and leaves of white mulberry (Photo: B. Dorbić)

## Rezultati i diskusija

### **Povijesni pregled nastanka istraživanog drvoreda bijelog duda na prostoru luke Vrnaža (istočnog parkinga) u Mandalini**

Fotografije (Slike 3 i 4.) predstavljaju prednji dio ispred uvale "Furnaža" u Mandalini na prostoru gdje se vidi zgrada austrougarske radio postaje, koja je izgrađena u razdoblju 1910. -1914. godine. Ovaj put koji vodi preko željezničke pruge prema naselju Krvavice presijeca taj prostor i odvaja od 2 zgrade Vojnog zapovjedništva (ex. Palacin), a koje su služile i kao privremeni smještaj austro-ugarske vojske. U razdoblju do 1930. godine nema drvoreda dudova s obje strane ceste ispred željezničke pruge već samo nekoliko manjih stabala u okolišu Radio postaje.

Između zgrade radio postaje i ceste izgrađen je klasičan geometrijski vrt posaden s različitim autohtonim i alohtonim drvenastim i zeljastim ukrasnim vrstama, a koji se održavao do 1941. godine. Postojeća viša stabla duda, do ulaza u Remontni zavod, posađena su neposredno pred Drugi svjetski rat za vrijeme vladavine Banovine Hrvatske. Sadili su ih članovi Društva za poljepšavanje Šibenika i članovi društva Šubićevac, kao i pojedine osobe iz komadantnog sastava. Oni su svesrdno poticali sadnju dudova i pošumljavanje Kulina koje se nalaze na području Mandaline.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Kazivanja mr. sc. Milivoja Blaževića, 2018.



**Slika 3.** Pogled na Obalnu radio postaju Šibenik – pogled 1. (Gulin, 2010)  
**Figure 3.** View of the Coast radio station Šibenik – view 1. (Gulin, 2010)



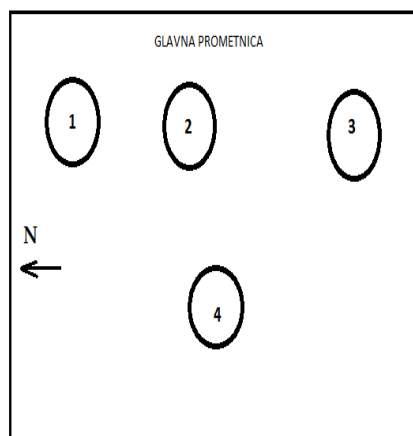
**Slika 4.** Pogled na Obalnu radio postaju Šibenik – pogled 2. (Gulin, 2010)  
**Figure 4.** View of the Coast radio station Šibenik – view 2. (Gulin, 2010)

### **Opis stanja i preporuka za sanaciju prostora (istočnog parkinga) luke Vrnaža s bijelim dudom**

#### **Opis stanja i preporuka za sanaciju drvoreda bijelog duda – ulaz, lijeva strana**

Shodno tablici 1. daje se opis stanja i preporuka za sanaciju drvoreda bijelog duda – ulaz, lijeva strana na istočni parking u luku Vrnaža. Slika 5. prikazuje drvored i shemu promatranih stabala u prostoru, dok slike 6 – 9. pokazuju pojedinačna stabla opisana sukladno gore navedenoj tablici.





**Slika 5.** Drvored bijelog dudu – ulaz, lijeva strana (Foto: B. Dorbić, 2018)

**Figure 5.** White mulberry alley – entrance, left side (Photo: B. Dorbić, 2018)

**Tablica 1.** Opis stanja i preporuka za sanaciju drvoreda bijelog dudu – ulaz, lijeva strana

**Table 2.** Description of the situation and recommendations for rehabilitation of the white mulberry alley – entrance, left side

Red. br.	Promjer (m) Visine 15 – 20 (m)	Preporuke	Opis i napomena N 43, 43, 9.12972 E 15, 54, 22.265287
1.	1,47	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m. Provoditi posebnu skrb o stablu.	Na prsnoj visini debla su uočeni trulež i udubljenja. Krošnja stabla je nepotpuna i asimetrična s vidljivim bolestima na lišću i suhim granam. Stablo je lošeg vitaliteta.
2.	2,24	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m. Provoditi posebnu skrb o stablu.	Na deblu (prsna visina) je uočena trulež. Krošnja je dosta razgranata, gusta i asimetrična te nagnuta prema parkingu na sjevernoj strani. Stablo je lošeg vitaliteta s dosta suhih grana u krošnji.
3.	4,00	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m. Provoditi posebnu skrb o stablu.	Na deblu je uočen veći broj rakastih tvorevina i truleži. Krošnja je dosta razgranata, gusta i asimetrična. Poneke grane su povijene do tla. Stablo je slabo vitalno s dosta suhog lišća u krošnji.
4.	2,15	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m. Provoditi posebnu skrb o stablu.	Deblo je dosta trulo u prsnoj visini. Stablo je slabo vitalno. Ima dvije veće skeletne grane koje su suhe i nagnute prema zapadu. Po stablu je uočeno dosta vodopija koje ga iscrpljuju. Krošnja je asimetrična i netipična za dud. Grane u krošnji polako se počinju sušiti. Vizualnim pregledom nisu uočene bolesti i štetnici na lišću.

Iz tablice 1. je uočljivo da su sva stabla u ovom drvoredu lošeg vitaliteta s vidljivim pojavama bolesti na deblu, granama i lišću. Kod svih stabala je potrebno orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m i kod nekih provoditi posebnu skrb.





**Slika 6.** Bijeli dud – Red br. 1.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 6.** White mulberry – Line no. 1.

(Photo: B. Dorbić)



**Slika 7.** Bijeli dud – Red br. 2.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 7.** White mulberry – Line no. 2.

(Photo: B. Dorbić)



**Slika 8.** Bijeli dud – Red br. 2.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 8.** White mulberry – Line no. 2.

(Photo: B. Dorbić)



**Slika 9.** Bijeli dud – Red br. 2.

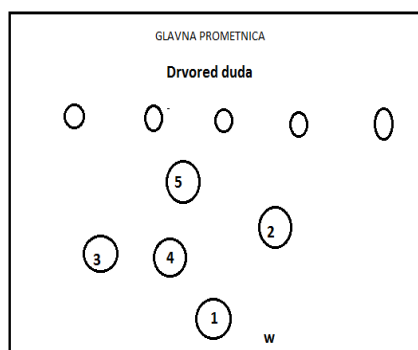
(Foto: B. Dorbić)

**Figure 9.** White mulberry – Line no. 2.

(Photo: B. Dorbić)

### **Opis stanja i preporuka za sanaciju stabala bijelog duda u grupama-centralni dio**

Shodno tablici 2. daje se opis stanja i preporuka za sanaciju stabala bijelog duda u grupama-centralni dio na istočnom parking u luku Vrnaža. Slika 10. prikazuje drvored i shemu promatranih stabala u prostoru, dok slike 11. – 15. pokazuju pojedinačna stabla opisana sukladno gore navedenoj tablici.



**Slika 10.** Bijeli dud u grupama – centralni dio (Foto: B. Dorbić)

**Figure 10.** White mulberry in groups – central part (Photo: B. Dorbić)

**Tablica 2.** Opis stanja i preporuka za sanaciju drvoreda bijelog dudu u grupama – centralni dio

**Table 2.** Description of the situation and recommendations for rehabilitation of the white mulberry alley in groups – central part

Red. br.	Promjer (m) Visine 15 – 20 (m)	Preporuke	Opis i napomena N 43, 43, 10.05384 E 15, 54, 22.40972
1.	2,35	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m.	U donjem dijelu debla su uočena udubljenja kao posljedica truleži. Krošnja je gusta s dosta skeletnih grana koje se mogu slomiti i ugroziti automobile na parkingu. Unutar krošnje se nalazi veći broj suhih grana. Vitalnost stabla je osrednja.
2.	2,93	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m.	Na deblu je prisutna pojava truleži u manjem obimu. Na debljim granama unutar krošnje je uočena trulež. Grane mogu ugroziti automobile na parkingu. Stablo je osrednje vitalnosti.
3.	2,53	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m. Provoditi posebnu skrb o stablu.	Deblo stabla nije oštećeno. Krošnja je asimetrična i gusta s vidljivim simptomima pojave rakastih tvorevina. Lošeg je vitaliteta.
4.	2,15	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m.	Deblo stabla nije oštećeno, ali mu je krošnja asimetrična i gusta s uočenom pojavom truleži. Osrednje je vitalnosti.
5.	1,80	Ukloniti cijelo stablo.	Stablo je jako lošeg vitaliteta s vidljivim simptomima bolesti na lišću, pojavom sušenja grana i rakastim tvorevinama.

Iz tablice 2. je razvidno da su sva stabla u ovoj istorodnoj skupini na parkingu osrednjeg vitaliteta s vidljivim pojavama bolesti na deblu, granama i lišću. Kod svih stabala je potrebno orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m, a stablo br. 5 ukloniti u potpunosti.





**Slika 11.** Bijeli dud – Red br. 2.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 11.** White mulberry – Line no. 2.

(Photo: B. Dorbić)



**Slika 12.** Bijeli dud – Red br. 2.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 12.** White mulberry – Line no. 2.

(Photo: B. Dorbić)



**Slika 13.** Bijeli dud – Red br. 2.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 13.** White mulberry – Line no. 2.

(Photo: B. Dorbić)



**Slika 14.** Bijeli dud – Red br. 2.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 14.** White mulberry – Line no. 2.

(Photo: B. Dorbić)



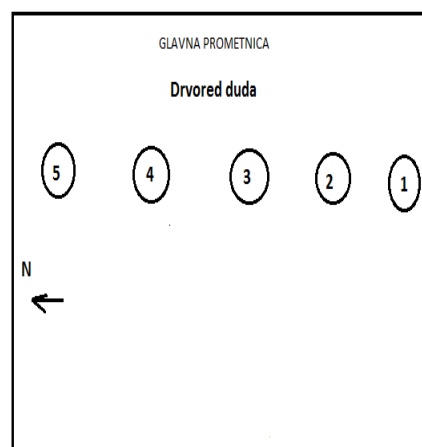


**Slika 15.** Bijeli dud – Red br. 2. (Foto: B. Dorbić)

**Figure 15.** White mulberry – Line no. 2. (Photo: B. Dorbić)

#### **Opis stanja i preporuka za sanaciju drvoreda bijelog duda – ulaz, desna strana**

Shodno tablici 3. daje se opis stanja i preporuka za sanaciju drvoreda bijelog duda – ulaz, desna strana na istočnom parkingu u luku Vrnaža. Slika 16. prikazuje drvored i shemu promatranih stabala u prostoru, dok slike 17 – 21. pokazuju pojedinačna stabla opisana sukladno gore navedenoj tablici.



**Slika 16.** Drvored bijelog duda – ulaz, desna strana (Foto: B. Dorbić)

**Figure 16.** White mulberry tree entrance, right side (Photo: B. Dorbić)

**Tablica 3.** Opis stanja i preporuka za sanaciju drvoreda bijelog dudu – ulaz, desna strana

**Table 3.** Description of the situation and recommendations for rehabilitation of the white mulberry – entrance, right side

Red. br.	Promjer (m) Visine 15 –20 (m)	Preporuka	Opis i napomena N 43, 43, 9.80148 E 15 54, 23.085
1.	1,80	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m.	Na donjem dijelu debla vidljivo je dosta udubljenja od truleži. Krošnja je nagnuta te bi ju trebalo dosta orezati. Osrednje je vitalnosti.
2.	2,36	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m.	Na deblu su vidljiva udubljenja od truleži i udubljenja prouzrokovana navedenom bolešću. Krošnja je asimetrična s vidljivim suhim granama. Osrednje je vitalnosti.
3.	1,41	Ukloniti cijelo stablo iz drvoreda i zamijeniti s novim.	Stablo je jako loše vitalnosti s pojavom truleži.
4.	3,85	Orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m.	Deblo je osrednje vitalnosti, a krošnja je asimetrična s vidljivom pojavom rakastih tvorevina. Uočena je i pojava sušenja skeletnih grana unutar krošnje.
5.	2,30	Ukloniti cijelo stablo iz drvoreda i zamijeniti s novim.	Stablo je jako loše vitalnosti s pojavom truleži.

Iz tablice 3. je razvidno da su sva stabla u ovom drvoredu osrednjeg vitaliteta s vidljivim pojavama bolesti na deblu, granama i lišću (slike 22 – 25.). Kod svih stabala je potrebno orezati krošnju na visini od 2,5 do 3,0 m, a stabla br. 3 i 5 ukloniti u potpunosti (i zamijeniti s novim).



**Slika 17.** Bijeli dud – Red br. 2.  
(Foto: B. Dorbić)

**Figure 17.** White mulberry – Line no. 2.  
(Photo: B. Dorbić)



**Slika 18.** Bijeli dud – Red br. 2.  
(Foto: B. Dorbić)

**Figure 18.** White mulberry – Line no. 2.  
(Photo: B. Dorbić)





**Slika 19.** Bijeli dud – Red br. 2.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 19.** White mulberry – Line no. 2. (Photo: B. Dorbić)



**Slika 20.** Bijeli dud – Red br. 2.

(Foto: B. Dorbić)

**Figure 20.** White mulberry – Line no. 2. (Photo: B. Dorbić)



**Slika 21.** Bijeli dud – Red br. 2. (Foto: B. Dorbić)

**Figure 21.** White mulberry – Line no. 2. (Photo: B. Dorbić)

### **Preporuka i mjere njege drvoreda**

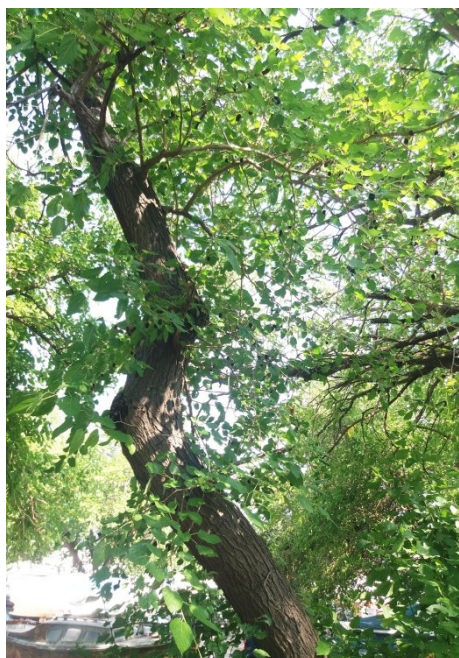
Mjere njege drvoreda su nešto složenije budući da stabla u gradskim uvjetima rastu u znatno složenijim ekološkim uvjetima. Funkcionalnost može zadržati samo ako je posve zdravo, uz pravilno navodnjavanje, ishranu i njegu. Neki autori navode podatke da je jednom odraslom stablu nakon 25 godine života u suhim područjima potrebno dodati 50 L vode tjedno. Također se i tlo oko stabala u drvoredu treba redovito okopavati, a prihrana je ovisna o godišnjem prirastu. Stabla je potrebno



zaštititi i od sunčevog spaljivanja kore (to se posebno odnosi na predložena zamjenska mlada stabla u pojedinim skupinama na analiziranom obuhvatnom području). Opasnosti od mraza u konkretnom slučaju ne postoje ili su svedena na minimum. Značajna mjera njege je i pravovremeno orezivanje suhih i bolesnih grana i grančica u krošnji, kao i stalna fitomedicinska zaštita. U suhom periodu bi bila poželjna mjera orošavanja krošnje. U održavanju gradskih krajobraznih površina veliki je problem zaštita stabala od utjecaja čovjeka, automobili, pješaci itd. (Anastasijević, 2011).



**Slike 22 i 23.** Udubljenja u deblu nastala uslijed truleži (Foto: B. Dorbić)  
**Figures 22 and 23.** Recesses in the trunk due to rot (Photo: B. Dorbić)



**Slika 24.** Sušenje grana zbog truleži (Foto: B. Dorbić)  
**Figure 24.** Branch drying due to rot (Photo: B. Dorbić)



**Slika 25.** Rakaste tvorevine na deblu (Foto: B. Dorbić)  
**Figure 25.** Cancer creations on the trunk (Photo: B. Dorbić)



## **Ostali prostor na parkingu**

Okolna stabla i grmovi na parkirnom prostoru luke Vrnaža – Istočni dio, koja rastu pojedinačno ili u skupinama (sibirski brijestovi, očenašica, alepski bor itd.) (Slike 26. i 27.). nisu posebno vrijedna i daje se na volju investitorima da odluče o možebitnom uklanjanju ili uklapanju u nove prostorne vizure.



**Slika 26.** Parking Vrnaža – pogled 1. (Foto: B. Dorbić)  
**Figure 26.** Parking place Vrnaža – view 1. (Photo: B. Dorbić)



**Slika 27.** Parking Vrnaža – pogled 2. (Foto: B. Dorbić)  
**Figure 27.** Parking Vrnaža – view 2. (Photo: B. Dorbić).

## **Zaključak**

Iz danih istraživanja razvidno je da su analizirana stabla dudu na istočnom parkingu Vrnaža osrednjeg vitaliteta s vidljivim pojavama bolesti na deblu, granama i lišću, osim drvoreda s lijeve strane ulaza. Stabla su uglavnom slične životne dobi s visinom od 15 – 20 m i starosti 70 – 75 godina. Budući da se



nije vodila adekvatna arborikulturna i fitosanitetska njega, potrebno je iste adekvatno i zaštititi (orezivanje grana, krošnja, vodopija, sanacija udubljenja u deblu, zaštita od bolesti i štetnika, prihrana itd.). Kod svih stabala duda potrebno je orezati u potpunosti krošnju na visini od 2,5 – 3,0 m, a neke od njih i ukloniti te ih zamijeniti sa školovanim baliranim sadnicama bijelog duda (promjer debla minimalno 18 – 20 cm ili veći). Ovaj "stari" drvored murvi je potrebno sačuvati i zaštititi jer daje značaj autentičnosti ovom primorskom području, a stabla su vrijedna i kao spomenici parkovne arhitekture. Okolna stabla i grmovi na parkingu koja rastu pojedinačno ili u skupinama (sibirski brijestovi, očenašica, alepski bor itd). nisu posebno vrijedna i daje se na volju investitorima i projektantima da odluče o možebitnom uklanjanju ili uklapanju u nove prostorne vizure.

## Zahvala

Rad je nastao u okviru Studije sanacije i revitalizacije drvoreda bijelog duda (*Morus alba* L.) na prostoru luka Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku, autora Borisa Dorbića (naručitelj Lučka uprava Šibensko-kninske županije), 2018. godine.

Autor zahvaljuje Emiru Deliću, bsc. šum., na stručnim savjetima.

## Literatura

Državni arhiv u Zadru (DAZd), Spisi registrature Namjesništva (SRN), svež. 1582, 1861, br. 8162 (20519).

Anastasijević, N. (2011). *Podizanje i negovanje zelenih površina*. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet.

Čavić, E. (2010): Svilarstvo zadarskog okružja u razdoblju od 1852. do 1860. godine, *Historijski Zbornik LXIII*(2), 421–434.

Dorbić, B., Gardijan, P., Temim, E., Hadžiabulić, A., Krnčević Rak, M. (2013): Pejzažne karakteristike murve (*Morus alba* L.) u turističkom identitetu Skradina. *Zbornik radova veleučilišta u Šibeniku*. Grubišić, Anita, et al (ur.). Veleučilište u Šibeniku, 515–522.

Dorbić, B., Temim, E. (2018). Valorizacija dendro elemenata u parkovima i pejzažnim površinama na području Šibensko-kninske županije. *Annales-Anali za Istrske in Mediteranske studije-Series Historia et Sociologia*, 28(1), 167–192.

Dorbić, B. (2018). Studija sanacije i revitalizacije drvoreda bijelog duda (*Morus alba* L.) na prostoru luka Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku-Studija. Lučka uprava Šibensko-kninske županije.

B. Dorbić / *Sanacija i revitalizacija drvoreda bijelog duda (Morus alba L.) na prostoru luka Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku / Glasilo Future (2019) 2 (4) 36–51*

Ercisli, S., Celik, H. (2008). Mulberry and blueberry cultivation in Turkey. *Pomologia Croatica*, 14(4), 281–288.

Gregurović, G. (2011). Sljemenska cesta: urbano-šumske značajke i mogućnosti arborikulturnih zahvata. Magistarski rad. Šumarski fakultet. Zagreb.

Grgurević, D. (2007). Palme jadranskih perivoja. *Šumarski list*, CXXXI, 7-8; 353–362.

Gulin, D. (2011). *Ratna luka Šibenik*. Šibenik: Gradska knjižnica "Juraj Šižgorić" Šibenik.

Idžojić, M. (2009). *Dendrologija-List*. Zagreb: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Jovanović, B. (2000). *Dendrologija*. Beograd: Univerzitetska štampa Beograd.

Obad-Ščitaroci, M. (1992). *Hrvatska parkovna baština-zaštita i obnova*. Zagreb: Školska knjiga.

Paulić V., M. Oršanić, D. Drvodelić, M. Šango. (2012). Management of Maksimir urban forest: Tree risk assessment survey. 15th European forum on urban forestry, Leipzig, 40–41.

Paulić, V., Drvodelić, D., Mikac, S., Gregurović, G. i Oršanić, M. (2015). Arborikulturna i dendroekološka analiza stanja stabala divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum* L.) na području grada Velike Gorice. *Šumarski list*, 139(1-2), 21–33.

Šilić, Č. (1983). Atlas drveća i grmlja. Sarajevo: Svjetlost.

Španjol, Ž. (1993). Uloga posebno zaštićenih objekata u turizmu. *Glasnik za Šumske Pokuse*, 4, 231.

Španjol, Ž., Španjol, S. (1995). Dendroflora i pejzažno oblikovanje na otoku Rabu. *Glasnik za Šumske Pokuse*, 32, 222.

Vujković, Lj. (1995). *Pejzažna arhitektura planiranje i projektovanje*. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet.

Vukičević, E. (1997). *Dekorativna dendrologija*. Beograd: Naučna knjiga.

**Primljeno:** 02. prosinca 2019. godine

**Received:** December 02, 2019

**Prihvaćeno:** 30. prosinca 2019. godine

**Accepted:** December 30, 2019

## Elementarne funkcije u poljoprivredi

### Elementary functions in agriculture

Željko Zrno<sup>1</sup>, Ivana Pintur<sup>1,2</sup>

*stručni rad (professional paper)*

doi: 10.32779/gf.2.4.5

#### Sažetak

Današnja ekspanzija poljoprivredne proizvodnje nije slučajna. Ona je posljedica primjene matematike. Mnogi procesi u poljoprivredi i općenito u biotehničkim znanostima imaju svoje zakonitosti u kojima se uspostavlja veza između dvije varijable, tj. imamo funkcionalnu ovisnost. U ovom članku obrađene su tipične elementarne funkcije: linearna, kvadratna, eksponencijalna i logaritamska te su dani neki primjeri njihove primjene.

**Ključne riječi:** funkcija (nultočka, ekstremi, graf, linearna, kvadratna, eksponencijalna, logaritamska), ponuda i potražnja

#### Abstract

Today's expansion of agricultural production is no accident. It is the consequence of mathematics applying. Many processes in agriculture and in the biotechnical sciences in general have their own laws in which the relationship between two variables is established, that is, we have functional dependence. This article deals with typical elementary functions: linear, quadratic, exponential and logarithmic, and gives some examples of their application.

**Keywords:** function (zero, extremes, graph, linear, quadratic, exponential, logarithmic), supply and demand

#### Uvod

Opće mišljenje je da je matematika problem. Ona je problem upravo kao i slikanje umjetničkih slika ili pisanje književnih djela. Matematiku je potrebno "vidjeti". Određeni problem predstavljaju školski programi koji ne uzimaju u obzir biološki razvoj mozga te djeca jednostavno ne mogu u određenoj dobi nešto shvatiti. Pritisnuti ocjenama, počinje učenje napamet što tijekom vremena stvori određenu odbojnost. Međutim, matematika je nešto što nas okružuje, nešto kao zrak koji dišemo. Brojevi nisu

---

<sup>1</sup> Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu, Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, Republika Hrvatska.

\*E-mail: zrzno@veleknin.hr

<sup>2</sup> Završena studentica Veleučilišta "Marko Marulić" u Kninu.

samo čudni znakovi. Pretpostavimo da niz od nekoliko brojeva predstavlja jedno slovo. Tada neki realni broj, na primjer broj  $\pi$ , sadrži sva imena na svijetu, u nekom njegovom segmentu su navedeni segmenti brojeva posloženi tako da se tu nalazi kompletno književno djelo. Zamijenimo li neke brojeve notama, negdje u  $\pi$  će se naći i IX simfonija. Ukratko, brojevi i matematika je naš svakodnevni život, naše okruženje. Stoga ne treba čuditi činjenica da matematika ima primjenu i u poljoprivredi. Neki dijelovi matematike su više, a neki manje zastupljeni te će se u ovom radu prikazati onaj dio matematike koji se najčešće koristi u poljoprivredi. U ovom radu, u početku ćemo definirati općenito funkcije, dati osnovne karakteristike funkcija: nultočku, ekstreme, crtanje grafova a zatim ćemo izložiti poznate i dosta česte elementarne funkcije: linearnu, kvadratnu, eksponencijalnu i logaritamsku te dati određene primjene.

## Funkcionalna ovisnost

### Pojam funkcije

Postupak kojim se svakom elementu skupa  $A$  pridružuje jedan i samo jedan element skupa  $B$  nazivamo funkcijom sa skupa  $A$  u skup  $B$  i pišemo  $f: A \rightarrow B$ .

Skup čije elemente preslikavamo nazivamo **domenom**, a element tog skupa **argumentom** ili **nezavisnom varijablom** funkcije  $f$ .

Skup u koji preslikavamo zovemo **kodomenom** funkcije, a element tog skupa nazivamo **vrijednošću** ili **zavisnom varijablom**.

Ako funkcija  $f: A \rightarrow B$  elementu domene  $x \in A$  pridružuje element kodomene  $y \in B$ , tada to zapisujemo u sljedećem obliku:

$$y = f(x).$$

Funkciju kojoj je kodomena skup realnih brojeva ili njegov podskup nazivamo **realnom funkcijom**.

Realna funkcija  $f: A \rightarrow B$  svakom elementu domene,  $x \in A$ , pridružuje broj  $y = f(x) \in B$ , pa možemo promatrati uređeni par  $(x, y)$  kojem smo u koordinatnoj ravnini pridružili točku  $T(x, y)$ . Skup tako dobivenih točaka predstavlja **graf funkcije**  $f$ . Dobivene točke se unose u *Kartezijev koordinatni sustav*.

Funkciju je moguće zadati na tri načina: formulom, tablicom i grafom.

Kao primjer funkcije zadane formulom možemo dati izraz za izračunavanje puta pri slobodnom padu:

$$f(t) = \frac{g}{2} \cdot t^2$$

odnosno, u malo poznatijem obliku

$$s = \frac{g}{2} \cdot t^2,$$

gdje je  $g$  ubrzanje sile teže, koje na zemlji iznosi prosječno  $9,8066 \text{ m/s}^2$ , a  $t$  je vrijeme.

Funkcija zadana tablicom je pogodna za grafički prikaz.

$x$	1	2	5	9
$f(x)$	13	4	8	1

Zadavanje funkcije grafom je često u tehnici i fizici. Može se prikazivati prijedeni put u vezi s vremenom, promjenu brzine u ovisnosti o vremenu.

### Elementarne funkcije i primjena u poljoprivredi

Uobičajeno je kod pisanja formula funkcija da je s lijeve strane  $f(x)$  potom dolazi znak jednakosti te s desne strane nešto što treba obaviti s vrijednosti  $x$  da bi se dobio rezultat. Dakle, može biti nešto kao:

$$f(x) = ax + b$$

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

$$f(x) = a^x$$

$$f(x) = \log x$$

Prikazane formule nekih funkcija su samo dio funkcija u matematici.

### Linearna funkcija

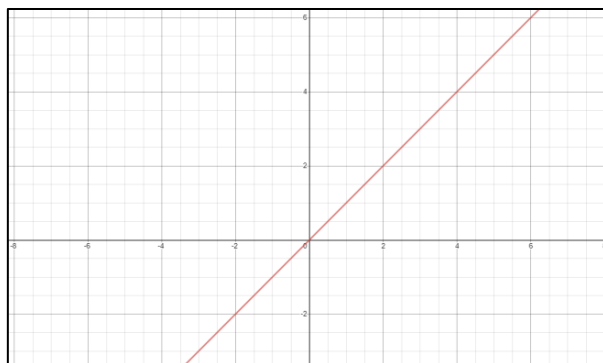
Definicija linearne funkcije glasi: neka su  $k, l$  zadani realni brojevi. Funkciju  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  zadanu formulom  $f(x) = kx + l$  nazivamo linearnom funkcijom.

Graf linearne funkcije je pravac. Sada dajemo definiciju rasta odnosno pada funkcije.

Definicija: Neka je  $A \subseteq \mathbb{R}$ . Za funkciju  $f: A \rightarrow \mathbb{R}$  kažemo da je rastuća (padajuća) ako za sve vrijednosti  $x_1$  i  $x_2$  iz  $A$  takve da je  $x_1 < x_2$  slijedi  $f(x_1) \leq f(x_2)$  [ $f(x_1) \geq f(x_2)$ ].

Linearna funkcija je rastuća ako je  $k > 0$ , odnosno padajuća ako je  $k < 0$ .

Zamijenimo sada  $f(x)$  sa  $y$  i počnimo mijenjati vrijednost  $x$ . Dobiti ćemo neke točke. Ako uzmemo da je  $k=1$  i  $l=0$ , tada su nam  $x$  i  $y$  jednaki, te kad to ucrtamo u koordinatni sustav dobivamo sljedeći graf:

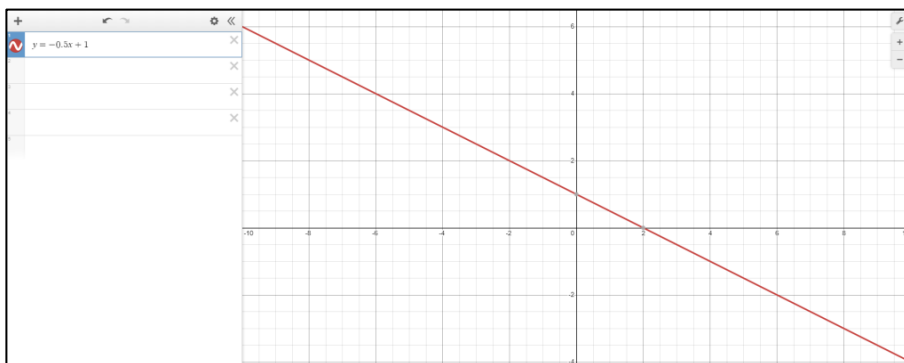


**Slika 1.** Graf funkcije  $f(x) = x$   
**Figure 1.** Function graph  $f(x) = x$

Počnemo li mijenjati vrijednosti  $l$ , uočiti ćemo da se graf kreće po osi  $y$ . Uočavamo da se mijenja nagib pravca – pravac rotira oko koordinatnog početka.

Nacrtajmo graf funkcije  $f(x) = -0,5x + 1$ .

Dovoljno je odrediti dvije točke koje se nalaze na pravcu koji predstavlja graf zadane funkcije. U tu svrhu uzmimo proizvoljne varijable  $x = 0$  i  $x = 2$ . Dobivamo:  $f(0) = 1$  i  $f(2) = 0$ . Dakle, imamo točke  $T_1(0, 1)$  i  $T_2(2, 0)$



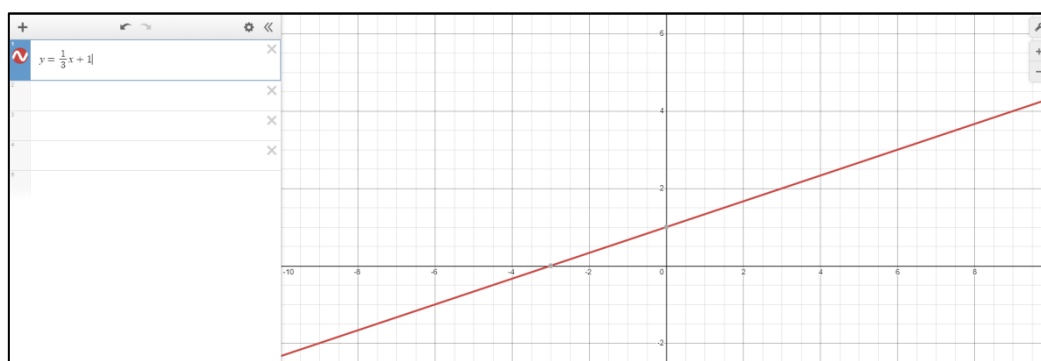
**Slika 2.** Graf funkcije  $f(x) = -0,5x + 1$   
(Izvor: snimka zaslona [www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator))  
**Figure 2.** Function graph  $f(x) = -0.5x + 1$   
(Source: screenshot [www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator))

U oba prikazana slučaja (slike 1 i 2) vidi se da graf funkcije u jednom trenutku siječe os  $x$  tj. da je  $f(x)=0$ . Ta točka se naziva nultočka funkcije. Budući da je os  $x$  pravac, a linearna funkcija je također pravac, i pravci se mogu sjeći u samo jednoj točki, onda je jasno da postoji samo jedna nultočka.

Crtanje grafa linearne funkcije može i ne mora biti problem. Uzmimo na primjer funkciju:

$$f(x) = \frac{1}{3}x + 1$$

Znamo da je pravac jednoznačno definiran sa dvije točke kroz koje prolazi. Dakle, dovoljno je uzeti dvije vrijednosti  $x$ , izračunati  $f(x)$  tj.  $y$  te ucrtati te dvije točke i povući pravac kroz njih. Možemo za  $x$  uzeti vrijednosti 1 i 2. Uz određeno naprežanje u mjerenju izračunat ćemo vrijednosti za  $y$  koordinatu i nacrtati ćemo graf. Jednom zaxuzmemo da je 0, a drugi put da je 3. Sada uopće nije problem odrediti točnu poziciju vrijednosti  $y$  u koordinatnom sustavu. Naime, znatno je lakše odrediti točke  $(0, 1)$  i  $(3, 2)$  nego li točke  $(1, 4/3)$  i  $(2, 5/3)$ .



**Slika 3.** Graf funkcije  $f(x) = \frac{x}{3} + 1$

(Izvor: snimka zaslona [www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator))

**Figure 3.** Function graph

(Source: screenshot [www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator))

Pretpostavimo da imamo zadatak: Odredi nultočku funkcije  $f(x) = -4x + 8$  i utvrdi je li funkcija rastuća ili padajuća.

Prvo, jer je odmah vidljivo, odredimo da li je rastuća ili padajuća. Koeficijent uz  $x$  je negativan, znači da je funkcija padajuća. Sada određujemo nultočku. Dakle:

$$\begin{aligned} f(x) &= 0 \\ -4x + 8 &= 0 \\ -4x &= -8 \\ x &= \frac{-8}{-4} \\ x_0 &= 2 \end{aligned}$$

Dakle  $(2, 0)$  je nultočka funkcije.

Određeni problem mogu predstavljati zadaci tipa: Odredi formulu linearne funkcije ako se zna da njen graf prolazi točkama  $(-1, 3)$  i  $(2, 6)$ .

Znamo da je opći oblik:

$$f(x) = kx + l.$$

Zadane točke definiraju:

$$f(-1) = 3 \text{ i}$$

$$f(2) = 6,$$

Dakle, dobit ćemo dvije jednačbe s dvije nepoznanice i to:

$$-k + l = 3$$

$$2k + l = 6$$

Riješimo sustav jednačbi na neki već opisani način te dobijemo:

$$k = 1,$$

$$l = 4.$$

Sad se vratimo u početni izraz  $f(x) = kx + l$  te zamijenimo  $k$  i  $l$  dobivenim vrijednostima te imamo:

$$f(x) = x + 4.$$

**Potražnja nekog dobra** na tržištu ovisi o nizu faktora: o cijeni toga dobra, o cijeni drugih dobara na tom tržištu, o dohotku potrošača, tj. o njihovoj kupovnoj moći, navikama, ukusu i strukturi. Funkcija potražnje može biti linearna, kvadratna, eksponencijalna itd. U ovom trenutku ćemo problem pojednostavniti te ćemo matematičko ispitivanje funkcije potražnje svesti na određivanje ovisnosti potražnje nekog dobra o njegovoj cijeni. Ovu linearnu funkciju potražnje ćemo napisati u obliku:

$$d(p) = kp + l$$

Funkcija potražnje je padajuća funkcija, ne samo u linearnom nego i u općem slučaju.

**Primjer 1:** Pretpostavimo da se na tržištu nalaze jabuke pri čemu je utvrđen odnos cijene i potražnje prikazan u tablici. Želimo postaviti cijenu od 6 kuna, no ne znamo kakva će tada biti potražnja.

$p$	3	5	8	10
$d$	10	8	7	5

Matematički promatrano, potrebno je odrediti funkciju potražnje  $d(p) = kp + l$  i izračunati kolika će biti potražnja za cijenu  $p = 6$ .



Za linearnu funkciju  $d(p) = kp + l$  koja najbolje aproksimira skup podataka (točaka) (3, 10), (5, 8), (8, 7), (10, 5) potrebno je zapravo dobiti pravac linearne regresije. <sup>3</sup>Definiramo najbolju aproksimaciju tj. sa najmanjim odstupanjem zadanih vrijednosti i regresijskih vrijednosti. On se određuje na dolje opisani način.

Naša zadaća jest nalaženje linearne funkcije  $y = \beta_0 + \beta_1 x$  koja najbolje aproksimira skup podataka  $\{(x_i, y_i): i = 1, 2, \dots, n\}$  tako da zbroj kvadrata odstupanja  $\sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2$  bude minimalan. Iz uvjeta minimalnosti dobije se sustav jednačbi po  $\beta_0$  i  $\beta_1$ .

$$n\beta_0 + \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)\beta_1 = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)\beta_0 + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2\right)\beta_1 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

Budući da imamo 4 podatka (točke), jasno je da je  $n = 4$ . Slijedi:

$$\sum_{i=1}^4 p_i = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 3 + 5 + 8 + 10 = 26$$

$$\sum_{i=1}^4 d_i = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = 10 + 8 + 7 + 5 = 30$$

$$\sum_{i=1}^4 p_i^2 = 198$$

$$\sum_{i=1}^4 p_i d_i = 176.$$

Slijedi:

$$4l + 26k = 30 \quad \rightarrow \quad 2l + 13k = 15$$

$$26l + 198k = 176 \quad \rightarrow \quad 13l + 99k = 88.$$

Rješenje dobivenog sustava jednačbi dobivamo:

$$k = -\frac{19}{29} = -0.65 \quad l = \frac{435}{58} = 87$$

Prema tome, tražena funkcija potražnje je:

$$d(p) = -0,65p + 87.$$

---

<sup>3</sup> Osnove matematike u poljoprivredi za stručne studije, str. 99.

Iz toga slijedi da je  $d(6) = 83,1$  količina robe za cijenu  $p=6$  kn.

Funkcija ponude za razliku od funkcije potražnje, funkcija ponude u pravilu uvijek raste, tj. uvijek je  $k > 0$ , što znači da veće cijene uzrokuju veću ponudu. Linearni oblik glasi:  $s(p) = kp + l$ .

Ako je npr. analizom tržišta utvrđeno da je ponuda jabuka ovisna o cijeni i dana tablicom, problem se rješava na identični način kao i malo prije prikazani problem potražnje.

Određeni problem, barem na prvi pogled, može predstavljati određivanje točke ravnoteže ponude i potražnje. U biti, taj problem je izuzetno jednostavan jer se zapravo radi o zajedničkoj točki grafa ponude i grafa potražnje, ili, jednostavnije rečeno, o sjecištu ta dva pravca. Potrebno je samo riješiti sustav dviju jednačbi s dvije nepoznanice i problem točke ravnoteže je riješen.

### Kvadratna funkcija

Definicija: Funkciju  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  oblika  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , gdje su  $a, b, c \in \mathbb{R}$  i  $a$  različito od 0 nazivamo kvadratnom funkcijom.

Osim skupa realnih brojeva u matematici se služimo i skupom *kompleksnih brojeva*. Algebarski prikaz tog broja je  $z = a + bi$ , gdje je  $a$  realni dio od  $z$ ,  $b$  imaginarni dio od  $z$ . Imaginarna jedinica  $i$  ima svojstvo  $i^2 = -1$ .

Sada možemo definirati skup kompleksnih brojeva:

$$\mathbb{C} = \{a + bi \mid a, b \in \mathbb{R}\}.$$

Graf svake kvadratne funkcije je krivulja koja se zove **parabola**.

Nakon ove digresije, može se vratiti na problem kvadratne jednačbe. Dakle, jednačba oblika  $ax^2 + bx + c = 0$  ( $a \neq 0$ ,  $b$  i  $c \in \mathbb{R}$ ) naziva se kvadratna jednačba u polju  $\mathbb{R}$ . Svaki broj  $x$  (realni ili kompleksni) koji zadovoljava tu jednačbu naziva se rješenje kvadratne jednačbe.

Kod kvadratne jednačbe  $ax^2 + bx + c = 0$  pojavljuju se sljedeći koeficijenti:

$a$  – vodeći koeficijent

$b$  – linearni koeficijent

$c$  – slobodni koeficijent

Rješenja kvadratne jednačbe nalazimo pomoću formula:  $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ .

Navest ćemo opći postupak crtanja grafa i određivanja bitnih elemenata (svojstava) funkcije

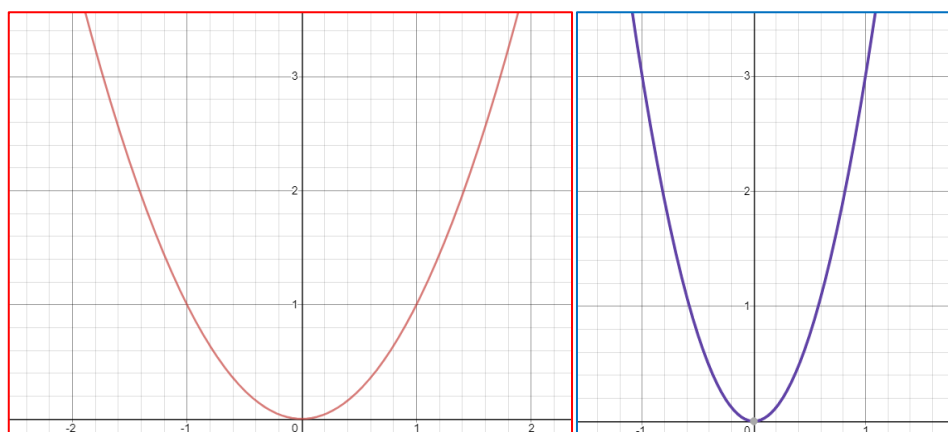
$$f(x) = ax^2 + bx + c.$$

1. Funkcija je definirana za  $\forall x \in \mathbf{R}$
2. Kvadratna funkcija  $f(x) = ax^2 + bx + c$  ima ekstrem u točki s apscisom  $x_0 = -\frac{b}{2a}$ . Vrijednost ekstrema iznosi  $y_0 = \frac{4ac-b^2}{4a}$ , i ekstrem je minimum ako je  $a > 0$ , odnosno maksimum ako je  $a < 0$ .

Točku  $T(x_0, y_0)$  zovemo **tjeme parabole**.

3. Nultočke određujemo rješavanjem pripadne jednadžbe  $ax^2 + bx + c = 0$ 
  - ako su  $x_1$  i  $x_2$  različiti realni brojevi tada graf siječe x os na ta dva mjesta;
  - ako je  $x_1 = x_2$  graf dodiruje x os;
  - ako su  $x_1$  i  $x_2$  kompleksni brojevi, tada graf niti siječe niti dodiruje x os.

Na donjim slikama imamo primjere grafova od dvije kvadratne funkcije. Prvo ćemo uzeti  $f(x) = x^2$ , te potom i  $f(x) = 3x^2$ . Vidimo da što je veća vrijednost koeficijenta  $a$  to je graf "uži".



**Slika 4.** Graf funkcije  $f(x) = x^2$  i  $f(x) = 3x^2$   
(Izvor: snimka zaslona [www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator))  
**Figure 4.** Function graph  $f(x) = x^2$  and  $f(x) = 3x^2$   
(Source: screenshot [www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator))

Uzmimo na primjer funkciju:

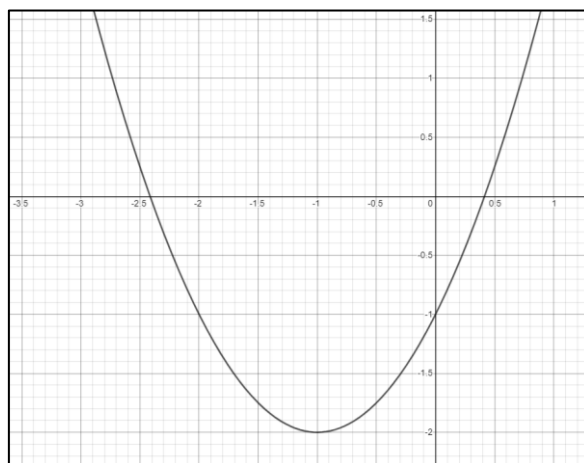
$$f(x) = x^2 + 2x - 1$$

iz nje vidimo da je:  $a = 1$ ;  $b = 2$ ;  $c = -1$

Kad te vrijednosti uvrstimo u izraze

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

dobit ćemo da je:  $x_1 = -2,415$ ;  $x_2 = 0,414$  što predstavlja približne decimalne vrijednosti nultočki naše funkcije. Uvrštavanjem u točku tjemena dobivamo  $T(-1, -2)$ . Uzimajući da je  $a = 1 > 0$  imamo graf zadane funkcije na slici 5.



**Slika 5.** Graf funkcije  $f(x) = x^2 + 2x - 1$   
**Figure 5.** Function graph  $f(x) = x^2 + 2x - 1$

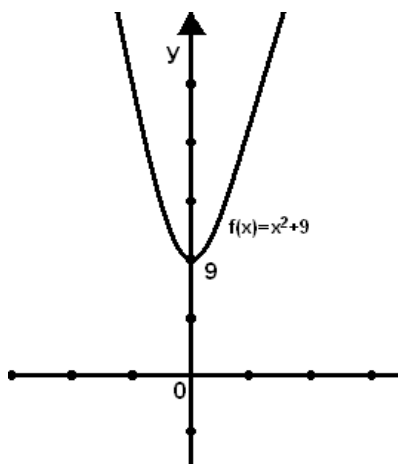
Pretpostavimo da treba riješiti sljedeći zadatak koji glasi: nacrtaj graf funkcije  $f(x) = x^2 + 9$ .

Vidimo da su koeficijenti:  $a = 1$ ;  $b = 0$ ;  $c = 9$

Budući da je  $a > 0$  funkcija ima minimum. Nadalje, lako je odrediti i poziciju tjemena tj. tjeme je u točki  $T(0, 9)$ . Pristupamo rješavanju  $x_1$  i  $x_2$  i dobivamo sljedeći rezultat:

$$x_1 = 3i \quad x_2 = -3i$$

Pojavljuje se blokada. OK, imamo  $x_1$  i  $x_2$ , ali gdje ih ucrtati? Jednostavno, nigdje. Ovaj rezultat zapravo pokazuje da graf ne sječe os x. Graf ćemo nacrtati tako što uz poznato tjeme uzmemo još dvije točke (npr. za  $x = -1$  i  $x = 1$ ) izračunamo y te kroz njih položimo parabolu.



**Slika 6.** Graf funkcije  $f(x) = x^2 + 9$  (Izvor: Zrno, 2007)  
**Figure 6.** Function graph  $f(x) = x^2 + 9$  (Source: Zrno, 2007)

U poljoprivredi postoje različiti postupci koji se ne mogu povezati s linearnom funkcijom već se odvijaju po nekoj krivulji, vrlo često paraboli. Može se raditi o vrenju vina ili piva, sušenju voća ili povrća i brojnim drugim procesima. Koliko god je važna temperatura, važno je i vrijeme.

**Primjer 2.** Pretpostavimo da postoji proces koji se odvija po nekoj kvadratnoj funkciji  $s(t) = -t^2 + 8t$  i potrebno je naći trenutak kad je u vrhuncu (npr. vrhunac vrenja); ( $t$  vrijeme u danima). Uz poznatu zakonitost (funkciju) dovoljno je odrediti maksimum te funkcije. U ovom primjeru bi imali:  $a = -1$ ;  $b = 8$ ;  $c = 0$

$$t_0 = -\frac{b}{2a} = -\frac{8}{-2} = 4.$$

Dakle, ovaj tehnološki proces u četvrtom danu će postići svoj vrhunac.

Kad je bilo govora o linearnim funkcijama, spomenulo se problem ponude i potražnje. Naglašeno je da je taj problem rijetko linearne prirode.

**Primjer 3.** Uzmimo na primjer da je potražnja dana s podacima u tablici i da je pri tome u pitanju kvadratna funkcija.

$p$	4	8	12
$d$	200	120	20

Treba odrediti odgovarajuću formulu funkcije potražnje za podatke iz dane tablice.

$$\text{Opći oblik je: } f(x) = ax^2 + bx + c$$

U ovom slučaju može se pisati:  $d(p) = ap^2 + bp + c$ . Problem je što ne znamo vrijednosti  $a, b, c$  no to se može riješiti. Za početak, uvrstimo brojeve iz tablice u polaznu funkciju. Dobivamo:

$$d(4) = 200 \quad \Rightarrow \quad 16a + 4b + c = 200$$

$$d(8) = 120 \quad \Rightarrow \quad 64a + 8b + c = 120$$

$$d(12) = 20 \quad \Rightarrow \quad 144a + 12b + c = 20$$

Uočava se sustav od tri jednadžbe s tri nepoznanice. Lako se izračunaju. Kao rezultate toga dobivamo:

$$a = -\frac{5}{8}, b = -\frac{25}{2}, c = 260.$$

$$\text{Tražena funkcija potražnje glasi: } d(p) = -\frac{5}{8}p^2 - \frac{25}{2}p + 260.$$

Sada, kad postoje koeficijenti uz varijablu  $p$ , više nije problem nacrtati odgovarajući graf te iz njega vidjeti kretanje potražnje tj. njihovu međuovisnost.

### Eksponencijalna funkcija

Definicija: Neka je zadan realan broj  $a$  takav da je  $a > 0$  i  $a \neq 1$ . Funkciju  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^+$ , oblika  $f(x) = a^x$  nazivamo eksponencijalna funkcija.

Razlikuju se dva slučaja:

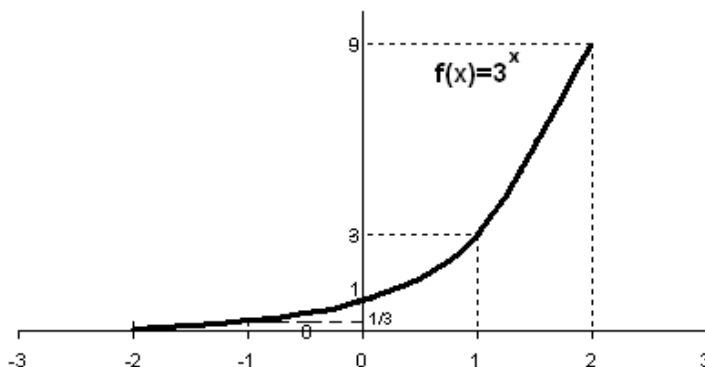
$$a > 1;$$

$$0 < a < 1$$

Uzmimo na primjer graf funkcije  $f(x) = 3^x$ . Odmah je uočljivo da je  $a > 1$ , točnije  $a = 3$ . Za potrebe određivanja točaka kroz koje graf prolaziti uzet ćemo tablicu s proizvoljnim vrijednostima  $x$  te ćemo izračunati odgovarajuće vrijednosti  $f(x)$ .

$x$	-2	-1	0	1	2
$f(x)$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$	1	3	9

Kad te točke unesemo u koordinatni sustav, dobit ćemo sljedeći graf:



**Slika 7.** Graf funkcije  $f(x) = 3^x$ , pri čemu je  $a > 1$  (Izvor: Zrno, 2007)

**Figure 7.** Function graph  $f(x) = 3^x$ ,  $a > 1$  (Source: Zrno, 2007)

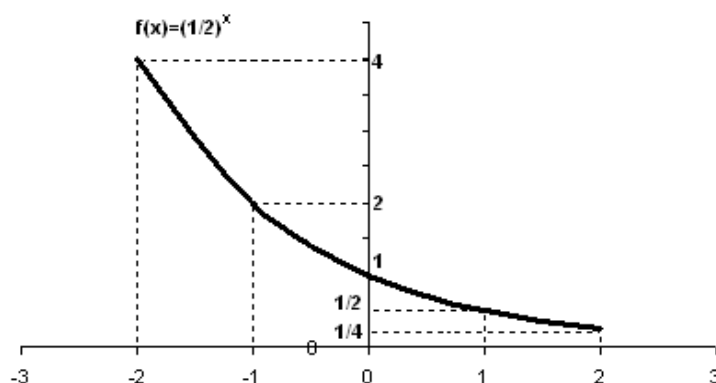
Sada se kao drugi primjer može uzeti funkcija kod koje je  $0 < a < 1$ . Dakle, potrebno je nacrtati graf funkcije:

$$f(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x$$

Kao i u prethodnom slučaju, napraviti ćemo tablicu s proizvoljnim vrijednostima  $x$  te ćemo izračunati vrijednosti  $f(x)$

$x$	-2	-1	0	1	2
$f(x)$	4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$

Unijeti ćemo dobivene točke u koordinatni sustav i nacrtati ćemo graf te funkcije.



**Slika 8.** Graf funkcije  $f(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x$  pri čemu je  $0 < a < 1$  (Izvor: Zrno, 2007)

**Figure 8.** Function graph  $f(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ ,  $0 < a < 1$  (Source: Zrno, 2007)

Općenito imamo sljedeća osnovna svojstva eksponencijalne funkcije  $f(x) = a^x$ :

- funkcija je definirana za svaki realan broj  $x$
- funkcija poprima samo pozitivne vrijednosti, tj.  $f(x) > 0$ ,  $\forall x \in \mathbf{R}$ .
- ako je  $a > 1$ , funkcija je rastuća, a ako je  $0 < a < 1$ , funkcija je padajuća.

Ako je baza  $a = e = 2,718\dots$  ( $e$  je Eulerov broj), tada funkciju  $f(x) = e^x$  zovemo prirodna eksponencijalna funkcija. Često se primjenjuje u ekonomiji kod izračuna prirodnog prirasta.

U poljoprivredi se eksponencijalnom funkcijom može prikazati razvoj bolesti biljaka koje su uzrokovane bakterijama. Naime, bakterije se razmnožavaju binarnom diobom, određenim oblikom mitoze (od jedne bakterije, njezinim "razdvajanjem" nastaju dvije nove bakterije).

**Primjer 4.** U početku je jedna, te nakon nekog vremena imamo dvije bakterije. Potom, nakon istog vremenskog intervala 4, pa 8, pa 16, 32, 64 itd. Upravo zbog brzine ovog razvoja bakterijska oboljenja su izuzetno opasna. Činjenica jest da se može boriti protiv njih no potrebno je brzo reagirati jer problem može izmaći kontroli. Naime, pretpostavimo da za proces mitoze treba 5 minuta. Uz pomoć eksponencijalne funkcije možemo izračunati koliko će biti bakterija nakon jednog dana. Kako riješiti taj zadatak?

Prvo, proučimo povećanje broja bakterija u vezi s vremenom.

$t = 0 \rightarrow 1$  bakterija =  $2^0$  – nulti, polazni trenutak

$t = 1 \rightarrow 2$  bakterije =  $2^1$  – kraj prvog vremenskog intervala

$t = 2 \rightarrow 4$  bakterije =  $2^2$  – kraj drugog vremenskog intervala

$t = 3 \rightarrow 8$  bakterije =  $2^3$  – kraj trećeg vremenskog intervala

$t = 4 \rightarrow 16$  bakterije =  $2^4$  – kraj četvrtog vremenskog intervala

Očito je da se broj bakterija mijenja po eksponencijalnoj funkciji gdje je baza broj 2, a eksponent je broj vremenskih intervala. Dakle, funkcija bi imala oblik:  $f(t) = 2^t$ .

Ako je interval razmnožavanja 5 minuta, u jednom satu će se ciklus ponoviti 12 puta, a tijekom 24 sata odvijalo se 288 ciklusa.

t	0 (početak)	12 (1 sat)	60 (5 sati)	144 (12 sati)	288 (24 sata)
$f(t)$	$2^0$	$2^{12}$	$2^{60}$	$2^{144}$	$2^{288}$
	1	4096	$1,15 \cdot 10^{18}$	$2,23 \cdot 10^{43}$	$4,97 \cdot 10^{86}$

Podaci koji su prikazani u tablici nisu pogodni za crtanje grafa ali daju uvid u broj bakterija. Zapravo, ovi brojevi ukazuju na zastrašujuću progresivnost bakterijskog oboljenja. Ako se ipak želi nacrtati graf te funkcije, zbog "prostornih problema", može se ograničiti samo na prva 3 – 4 ciklusa.

### Logaritamska funkcija

$$\log_b a = c \Leftrightarrow b^c = a \quad (a > 0, b > 0 \text{ i } b \neq 1).$$

Logaritam od  $a$  po bazi  $b$  je eksponent  $c$  kojim treba potencirati bazu  $b$  kako bi se dobio broj  $a$ . Na primjer:

$$\log_2 4 = 2 \text{ jer je } 2^2 = 4$$

$$\log_3 \frac{1}{9} = -2 \text{ jer je } 3^{-2} = \frac{1}{9}$$

$$\log_7 1 = 0 \quad \text{jer je} \quad 7^0 = 1.$$

$$\log_5 5 = 1 \quad \text{jer je} \quad 5^1 = 5.$$

Definicija: Funkciju  $f: \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}$  oblika  $f(x) = \log_a x$ , gdje je  $a > 0$  i  $a \neq 1$ , nazivamo logaritamskom funkcijom po bazi  $a$ .

Slično eksponencijalnoj funkciji, i ovdje postoje dva slučaja i to kad je:

a)  $a > 1$  i

b)  $0 < a < 1$ .

Uzmimo kao prvi primjer graf funkcije  $f(x) = \log_3 x$ . Budući da je logaritamska funkcija inverzna eksponencijalnoj, prvo radimo tablicu vrijednosti eksponencijalne funkcije (odgovarajuće s bazom 3):

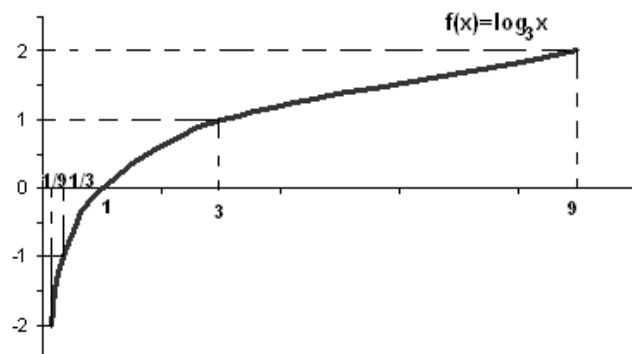
$x$	-2	-1	0	1	2
$3^x$	1/9	1/3	1	3	9

Zbog inverznosti logaritamske i njene odgovarajuće eksponencijalne funkcije, potrebno je zamijeniti (obrnuti) retke prethodne tablice:

$X$	1/9	1/3	1	3	9
$f(x)$	-2	-1	0	1	2



Sada unosimo točke u koordinatni sustav i dobivamo sljedeći graf (graf zadane logaritamske funkcije):



**Slika 9.** Graf funkcije  $f(x) = \log_3 x$  (Izvor: Zrno, 2007)  
**Figure 9.** Function graph  $f(x) = \log_3 x$  (Source: Zrno, 2007)

Sljedeći primjer, u kojem je  $0 < a < 1$ , može biti funkcija, odnosno graf funkcije  $f(x) = \log_{\frac{1}{2}} x$

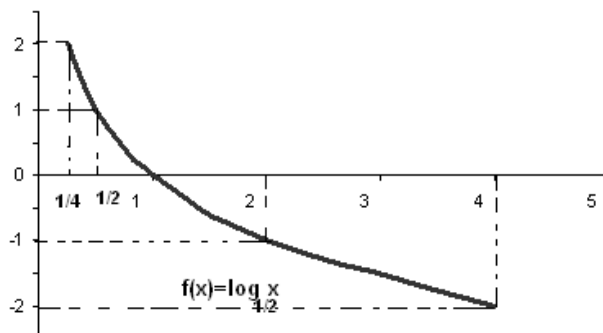
Ponovno, kao kod prethodnog primjera prvo se radi tablicu:

$x$	-2	-1	0	1	2
$(\frac{1}{2})^x$	4	2	1	1/2	1/4

te potom i tablicu za zadanu funkciju:

$x$	1/4	1/2	1	2	4
$f(x)$	2	1	0	-1	-2

Sada unosimo točke u koordinatni sustav i dobivamo sljedeći graf (graf zadane logaritamske funkcije):



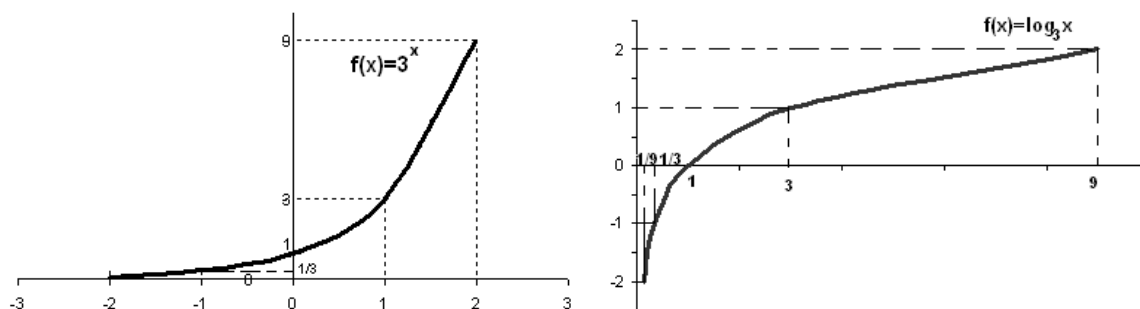
**Slika 10.** Graf funkcije  $f(x) = \log_{\frac{1}{2}} x$  (Izvor: Zrno, 2007)

**Figure 10.** Function graph (Source: Zrno, 2007)

Općenito imamo sljedeća svojstva logaritamske funkcije  $f(x) = \log_a x$ :

- definirana je za pozitivne realne brojeve ( $\mathbf{R}^+$ );
- poprima sve realne vrijednosti;
- rastuća je ako je  $a > 1$ , odnosno padajuća ako je  $0 < a < 1$ .

Usporedimo grafove eksponencijalne funkcije  $f(x) = 3^x$  i logaritamske funkcije  $f(x) = \log_3 x$



**Slika 11.** Grafovi funkcije  $f(x) = 3^x$  i  $f(x) = \log_3 x$  (Izvor: Zrno, 2007)  
**Figure 11.** Function graph  $f(x) = 3^x$  and  $f(x) = \log_3 x$  (Source: Zrno, 2007)

Može se uočiti da su ovi grafovi međusobno osno simetrični likovi u odnosu na pravac  $y = x$  (simetrala prvog i trećeg kvadranta). Zapravo, općenito su grafovi logaritamske funkcije  $f(x) = \log_a x$  i eksponencijalne  $g(x) = a^x$  zrcalno simetrični likovi u odnosu na pravac  $y = x$ .

Logaritamsku funkciju kojoj je baza  $a = e = 2,718\dots$  (e je Eulerov broj) zovemo prirodna logaritamska funkcija i označavamo s  $\ln x$ .

Kad se promatralo eksponencijalnu funkciju uočilo se da tijekom "vremena" (vrijednosti na osi  $x$ ) dolazi do izuzetno velikog porasta (vrijednosti na osi  $y$ ) i to se u primjeru povezalo s razmnožavanjem bakterija. Promatrajući logaritamsku funkciju vidi se da u početku dolazi do velikih pomaka (rasta vrijednosti po osi  $y$ ) no kako vrijeme više prolazi (os  $x$ ) rast se usporava, gotovo staje. Takvo kretanje se može povezati s tovom životinja. Odojak će imati u startu npr. 5 kg, nakon 6 mjeseci će doći do 150 kg, nakon godinu dana će imati 180 kg, a nakon još 5 godina će doći do 200 kg. Jasn, ovi podaci su karikirani no cilj im je ukazati na "usporavanje", na kretanje po logaritamskoj funkciji.

**Primjer 5.** Pretpostavimo da postoji neka realna funkcija vezana uz tov određene vrste životinja i da glasi  $s(t) = 2\log_2 t + 5$ . U tom slučaju ne bi trebao biti poseban problem odrediti tjelesnu masu tovljene životinje nakon 32 dana (32 dana je namjerno uzeto jer je  $32 = 2^5$ ) ili pak nacrtati dijagram "debljanja" životinje.

Za početak će se napraviti sljedeća tablica:

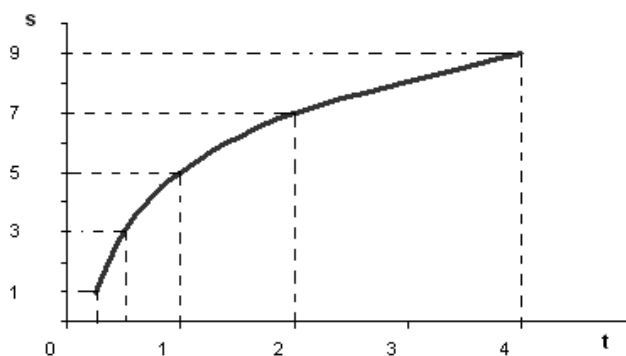
$t$	0	1	2
$2^t$	1	2	4

Za vrijednosti vezane uz vrijeme namjerno nisu uzeti negativni brojevi jer bi to značilo da se prati tjelesnu masu životinje prije nego li je uopće okoćena. Vrijeme 0 je trenutak koćenja životinje.

Sada prethodnu tablicu transformiramo u sljedeći oblik:

$X$	1	2	4
$\log_2 t$	0	1	2
$2\log_2 t$	0	2	4
$2\log_2 t + 5$	5	7	9

Uz ove podatke nije problem nacrtati graf funkcije.



**Slika12.** Grafovi funkcije  $s(t)=2\log_2 t + 5$  (Izvor: Zrno, 2007)  
**Figure 12.** Function graph  $s(t)=2\log_2 t + 5$  (Source: Zrno, 2007)

Računanje tjelesne mase životinje nakon 32 dana nije problem.

$$s(32) = 2\log_2 32 + 5 = 2 \cdot 5 + 5 = 10 + 5 = 15$$

## Zaključak

Čovjek je u početku bio nomad, sakupljač i lovac. U jednom trenutku, vjerojatno slučajno, otkrio je da nema potrebe sakupljati plodove biljaka i loviti životinje već da ih može i uzgajati. Iako nije imao pojma o matematici, dok je crtao po zidovima pećine, shvatio je da ako ima više zemlje ili stoke može proizvesti više hrane. Počeo je "matematički" razmišljati.

Tijekom godina razvijala se matematika. Međutim, ona nije bila sama sebi svrha, ona je bila primjenjiva na svakodnevni život. Određeni problem je bila pismenost tj. educiranost stanovništva i

dostupnost informacija no i to je tijekom vremena savladano. Dakle, današnja ekspanzija poljoprivredne proizvodnje nije slučajna. Ona je posljedica primjene matematike.

Kad je u pitanju poljoprivreda, dijelovi matematike jesu primjenjivi. Stoga je u radu prikazan dio matematike koji se najčešće pojavljuje u poljoprivredi, ili točnije, pomoću kojeg se rješavaju najčešći problemi u poljoprivredi. Mnogi procesi u poljoprivredi imaju svoje zakonitosti u kojima se uspostavlja veza između dvije varijable tj. imamo funkcionalnu ovisnost. Obradene su tipične elementarne funkcije: linearna, kvadratna, eksponencijalna i logaritamska i dani neki primjeri njihovih primjena. Pri tome je poseban naglasak stavljen na grafove funkcija i njihovu analizu jer je pomoću njih, zbog njihove "vidljivosti", izuzetno lako uočiti neka kretanja i eventualne probleme. Nadamo se da smo kod čitatelja pobudili veći interes za matematiku koja se može primijeniti na poljoprivredu.

## Zahvala

Rad je nastao u okviru izrade Završnog rada, diplomantice Ivane Pintur na Veleučilištu "Marko Marulić" u Kninu, 2019. godine: *Primjena elementarnih funkcija u poljoprivredi*.

## Literatura

Dakić, B., Elezović, N. (2004). *Matematika 2*. Zagreb: Element.

Pintur, I. (2019). *Primjena elementarnih funkcija u poljoprivredi*, Završni rad, Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu.

Schumacher E., (2005). *Matematika za agronome*. Zagreb: interna skripta Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Zrno, Ž. (2007). *Osnove matematike u poljoprivredi za stručne studije*. Knin: Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu.

<https://ucimmatematiku.wordpress.com/2014/09/02/pojam-skupa-elementi>

<https://www.desmos.com/calculator>

**Primljeno:** 05. prosinca 2019. godine

**Received:** December 05, 2019

**Prihvaćeno:** 30. prosinca 2019. godine

**Accepted:** December 30, 2019

## Izložba starih razglednica Šibenika iz fonda Knjižnice

Zdenka Bilušić<sup>1</sup>

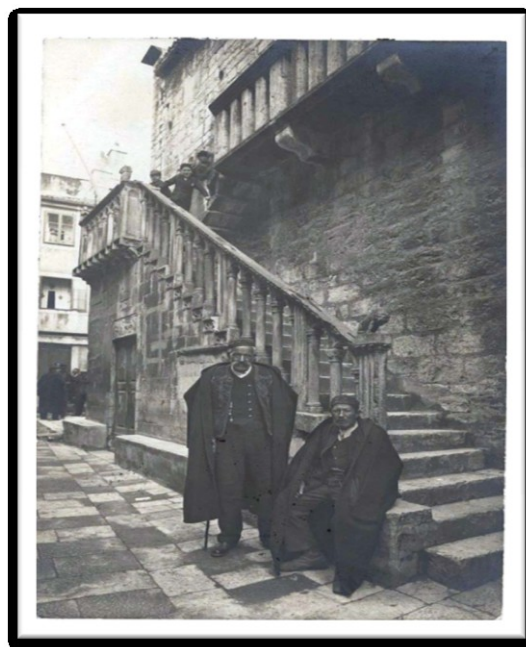
*prikaz izložbe (review of exhibition)*

26. rujna 2019. godine na prvom katu Knjižnice otvorena je izložba starih razglednica Šibenika iz fonda Knjižnice. Izložba je postavljena povodom Dana grada i njegova zaštitnika sv. Mihovila. Gradska knjižnica "Juraj Šižgorić" u svom fondu čuva oko 400 starih razglednica. Većina ih je iz 19. i 20. stoljeća, točnije do sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

Već osamdesetih godina, a naročito devedesetih, ulaskom digitalnih tehnologija u ovo područje, njihova popularnost opada i one pomalo postaju relikv prošliosti. Virtualno doba ne trpi materijalne uspomene pa je ova izložba tim značajnija ne samo u kronološkom, dokumentarističkom i umjetničkom smislu već i u sociološkom. Gledatelj će na izložbi moći vidjeti nekoliko tematskih cjelina, od markantnih gradskih predjela poput Poljane, Katedrale i drugih crkava, đardina, spomenika Tommaseu, Doca, obale s Grand hotelom Krka, različitih vojnih pomorskih postrojbi i brodovlja, manifestacija, svakodnevnih prizora, narodnih nošnji, umjetničkih interpretacija grada. Zbirka je ovo koja stalno raste, a njen dobar dio je digitaliziran i može se vidjeti na mrežnim stranicama Knjižnice.



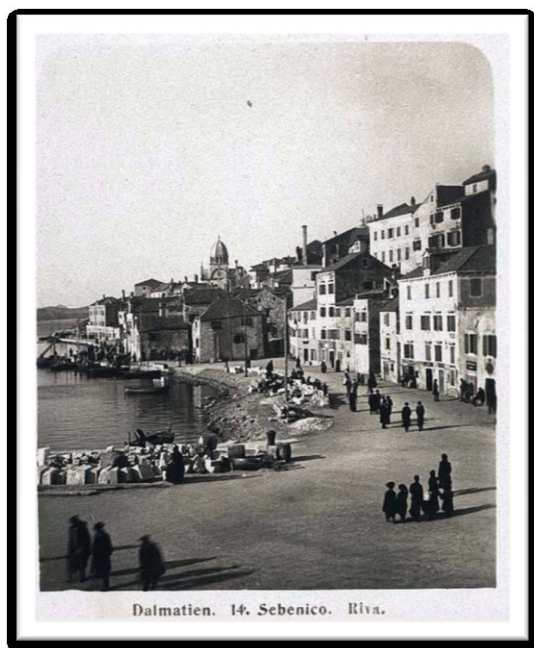
**Slika 1.** Crkva Svetog Ivana, Šibenik  
**Figure 1.** Church of St. John, Šibenik



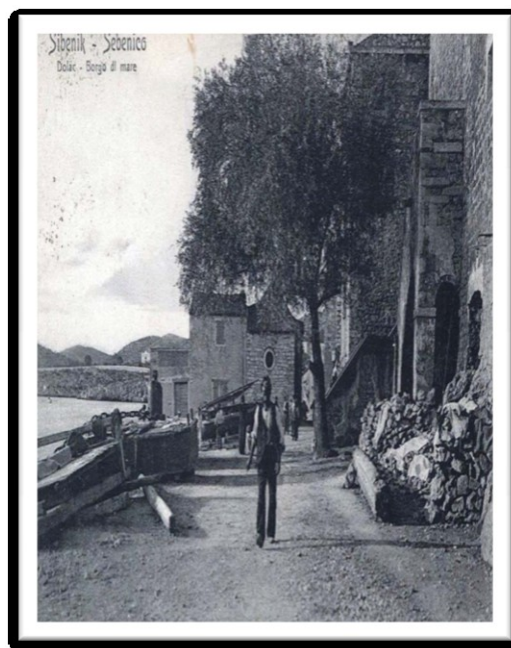
**Slika 2.** Crkva Svetog Ivana, Šibenik, 1931. godine  
**Figure 2.** Church of St. John in 1931, Šibenik

<sup>1</sup> Gradska knjižnica "Juraj Šižgorić" Šibenik. Poljana 6, 22000 Šibenik, Republika Hrvatska.

\*Email: zbilusic@knjiznica-sibenik.hr



**Slika 3.** Šibenska riva  
**Figure 3.** Šibenik waterfront



**Slika 4.** Dolac, Šibenik, 1906. godine  
**Figure 4.** Dolac, Šibenik, 1906



**Slika 5.** Engleska mornarica u Šibeniku 1928. godine  
**Figure 5.** English Navy in Šibenik in 1928





**Slika 6.** Hotel Krka, Šibenik  
**Figure 6.** Hotel Krka, Šibenik

## **Upute autorima**

Stručno znanstveni časopis Futura objavljuje znanstvene i stručne radove iz biotehničkih znanosti (poljoprivrede, šumarstva, drvne tehnologije, prehrambene tehnologije, nutricionizma, biotehnologije i interdisciplinarne biotehničke znanosti) kao i društvene vijesti, bibliografije, zatim prikaze knjiga i radova, popularne znanstvene radove, polemike i dr. Objavljaju se samo radovi koji nisu drugdje predani za objavljivanje, niti objavljeni. Znanstveni radovi se kategoriziraju: – izvorni znanstveni rad (original scientific paper) – pregledni znanstveni rad (scientific review) – prethodno priopćenje (preliminary communication) – konferencijsko priopćenje (conference paper) – rad prethodno prezentiran na konferenciji. Radove recenziraju dva ili više znanstvenika iz odgovarajućeg područja. Rad ne smije imati više od 17 tipkanih stranica, veličina slova 11, font Times New Roman, prored 1,5, margine 2,5. Izuzetno, uz odobrenje uredništva, neki interdisciplinarni ili uredništvu interesantni radovi mogu sadržavati do 25 ili više tipkanih stranica. Rukopisi se predaju u elektroničkom obliku na hrvatskom ili engleskom jeziku (e-mail: urednistvo@gazette-future.eu).

Izvorni znanstveni rad treba sadržavati: puna imena i prezimena autora s nazivima institucija, adresom i e-poštom u bilješkama – font 10, naslov, sažetak, abstract, uvod, materijale i metode, rezultate istraživanja, diskusiju, zaključak i literaturu – font 12 podebljano za naslove. Radovi napisani na engleskom jeziku se predaju bez naslova na hrvatskom jeziku i hrvatskog sažetka.

Naslov rada treba biti što kraći, na hrvatskom i engleskom jeziku. Kategoriju rada predlažu autori, a potvrđuju recenzenti i glavni urednik.

Sažetak treba sadržati opći prikaz, metodologiju, rezultate istraživanja i zaključak. Rad je potrebno pisati u trećem licu s min. 3 do 5 ključnih riječi. Obim sažetka ne bi smio biti veći od 250 riječi. Abstract je prijevod sažetka s ključnim riječima.

Uvod treba sadržavati što je do sada istraživano i što se željelo postići danim istraživanjem. Materijale i metode istraživanja treba ukratko izložiti. U rezultatima i diskusiji (raspravi) potrebno je voditi računa da se ne ponavlja iznijeto. U zaključcima je potrebno izložiti samo ono što pruža kratku i jasnu predstavu istraživanja. Literaturu treba poredati prema abecednom redu autora i to: prezime i početno slovo imena autora ili Anonymous (nepoznat autor), godina izdanja u zagradama, naslov knjige ili članka, naziv časopisa te broj ili godište, kao i mjesto izdavanja i oznaku stranica od–do. Više od tri autora se u literaturi navodi kao npr. (Prezime et al., 2018). Fusnote u radu treba izbjegavati ili eventualno koristiti za neka pojašnjenja. Autori se u tekstu citiraju sukladno APA standardu npr. (Prezime, 2018); (Prezime1 i Prezime2, 2016); (Prezime et al., 2018) (više od dva autora). Citate prate navodnici ("n") i stranica preuzimanja citiranog teksta (Prezime, 2018, str. 44).

Tablice se numeriraju i navode iznad na hrvatskom i u kurzivu na engleskom jeziku.



Slike se numeriraju i navode ispod na hrvatskom i u kurzivu na engleskom jeziku.

Rezolucija slika (grafikon, fotografija, crtež, ilustracija, karta) treba iznositi najmanje 300 dpi.





Fotografija: petrovac (*Crithmum maritimum* L.),  
Kanal Sv. Ante, Šibenik.

Autorica: Emilija Friganović.