



**StES** 2020

STUDENTS ENCOUNTERING SCIENCE

**ZBORNIK RADOVA  
Biotehničke i poljoprivredne nauke**

ISSN 2637-1936 (Online)  
ISSN 2637-1979 (Print))

13. Naučno-stručni skup  
**Studenti u susret nauci – StES 2020**

**ZBORNIK RADOVA**

**Biotehničke i poljoprivredne nauke**

---

13<sup>th</sup> scientific conference  
**Students encountering science – StES 2020**

**PROCEEDINGS**

**Biotechnical and Agricultural Sciences**

Banja Luka  
2020.

Izdavač:  
Univerzitet u Banjoj Luci  
Studentski parlament Univerziteta u Banjoj Luci

Za izdavača:  
prof. dr Goran Latinović  
Angelina Dulić

Urednik:  
Danijel Dević

Lektor za srpski jezik:  
Aleksandra Savić

Lektor za engleski jezik:  
Milica Guzjan

Štampa:  
Mikro print s.p. Banja Luka

Tiraž:  
30

Naučni odbor:  
Prof. dr Goran Latinović, prof. dr Zoran Vujković,  
prof. dr Igor Milinković, prof. dr Vladimir Risojević,  
prof. dr Duško Jojić, prof. dr Željko Vaško  
doc. dr Siniša Lakić

Recenzenti:

Prof. dr Gordana Rokvić  
Prof. dr Svjetlana Lolić  
Prof. dr Miljan Cvetković  
Prof. dr Mirjana Žabić  
Prof. dr Siniša Mitrić  
Doc. dr Branimir Nježić  
Prof. dr Semira Sefo  
Prof. dr Božo Važić  
Doc. dr Biljana Rogić  
Prof. dr Đorđe Savić

## SADRŽAJ:

AMINA MAŠIĆ, UPOTREBA SAMONIKLIH GLJIVA U ISHRANI STANOVNOSTVA NA PODRUČJU OPŠTINE KLADANJ	5
EMINA EMINOVIĆ, Maja Klimentić, PROMJENA SADRŽAJA UKUPNIH FENOLA, FLAVONOIDA I ANTOCIJANA U SORTI JABUKE STARKOVA RANA SA I BEZ INHIBITORA	15
КОНДИЋ АЛЕКСАНДАР, Ђекановић Зорана, Вакић Мишаела, IN VITRO ОГЛЕД ЕФИКАСНОСТИ ПИРОФИЛИТА У ИНХИБИЦИЈИ РАСТА МИЦЕЛИЈЕ ИЗОЛАТА ALTERNARIA ALTERNATA (FR.) KEISSL. ИЗ КУКУРУЗА	29
MIHAJLO VORUNA, Zorana Đekanović, Mariana Radulović, ISPITIVANJE EFIKASNOSTI PIROFILITA U SUZBIJANJU FUSARIUM OXYSPORUM SNYD ET. HANS U KROMPIRU	31
DANIJELA STARČEVIĆ, KOMPARATIVNE KARAKTERISTIKE INTERSPECIES HIBRIDA VINOVE LOZE I SORTE RIZLING RAJNSKI U USLOVIMA BANJALUČKE REGIJE	33
DAVID JOKIĆ, PROIZVODNJA I SASTAV MLJEKA NA FARMI „JOKIĆ“ TOKOM RAZLIČITIH KALENDARSKIH MJESECI	35



## UPOTREBA SAMONIKLIH GLJIVA U ISHRANI STANOVNIŠTVA NA PODRUČJU OPŠTINE KLANDANJ

Autor: Amina Mašić  
 e-mail: amina.masic98@gmail.com  
 Mentor: Prof. dr Tarik Trešić  
 Šumarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu

**Apstrakt:** S ciljem utvrđivanja intenziteta i načina korištenja samoniklih jestivih gljiva na području opštine Kladanj u prvoj polovini 2020. godine, realizovano je kontrolisano anketno istraživanje. U okviru istraživanja, anketirani su ispitanici na različitim dijelovima opštine. Rezultati istraživanja ukazuju na to da stanovništvo u gradskoj jezgri iskazuje veći interes po pitanju konzumacije gljiva u odnosu na stanovništvo koje naseljava periferne dijelove opštine. U rezultatima su prezentovani i podaci o učestalosti konzumacije samoniklih jestivih gljiva, o vrstama koje se najčešće konzumiraju, a analizirane su i prepreke s kojima se lokalno stanovništvo obično susreće prije donošenja odluke o konzumaciji samoniklih gljiva.

Istraživanje daje i preliminarni uvid u educiranost stanovništva opštine Kladanj u vezi s poznatim jestivim vrstama gljiva i njima sličnim otrovnim vrstama.

**Ključne riječi:** Nutricionizam; ishrana; mikologija; gastronomija; Tuzlanski kanton.

### UVOD / INTRODUCTION

Šumski ekosistemi su jedni od najznačajnijih komponenti zaslužnih za neometano funkcionisanje osnovnih životnih procesa i kruženja materija. Oni osiguravaju ljudskom društvu mnogobrojne koristi, koje se obično mogu podijeliti u nekoliko različitih, ali često međusobno intenzivno korelirajućih grupa. U tom smislu, treba izdvojiti: (1) direktnе ili proizvodne koristi, odnosno materijalna dobra u obliku različitih šumskih drvnih sortimenata; (2) koristi od nedrvnih šumskih proizvoda (u daljem tekstu NDŠP), kao što su različite vrste šumskih plodova, jestivih biljaka, ljekobilja, gljiva, ali i koristi od drugih sirovina kao što su smola i drveni ugljen; (3) tradicionalne i kulturno-istorijske koristi u smislu baštinenja kulturno-historijskih vrijednosti, tradicija i običaja naroda; (4) naučno-istraživačke koristi od kontinuiranog proučavanja naučno bitnih područja s izraženim stepenom biodiverziteta; (5) koristi po ukupan biodiverzitet odnosno raznovrsnost biljnih, životinjskih i drugih organizama; (6) duhovna i rekreacijska korist, u smislu opuštanja i relaksiranja tijela i duha, posebno bitnim u savremenom, užurbanom načinu života.

Među svim navedenim koristima od šumskih ekosistema, gljive su kroz historiju predstavljale vrlo važan dio čovjekove tradicije, ali i načina ishrane na ovim prostorima.

Osim prehrambene vrijednosti, narodna, a u pojedinim zemljama, i službena medicina su već odavno prepoznale gljive po širokom spektru terapijske i profilaktičke upotrebe. Iako su njihova svojstva naučnoj zajednici dugo bila nepoznata, posljednjih desetljeća došlo je do značajnih istraživanja usredotočenih na izvore, ljekovita svojstva i primjenu gljiva (Encarnacion et al., 2012; Kalač, 2013; Soares et al., 2013). Osim njihove hranjive vrijednosti, gljive imaju veliki potencijal za proizvodnju korisnih metabolita, što ih čini plodnim resursom za izolaciju i razvoj lijekova (Leung et al., 1997). U Bosni i Hercegovini, prema trenutnim podacima i relevantnim procjenama, živi veliki broj različitih vrsta viših gljiva, što je svrstava u zemlje s izraženim diverzitetom mikobiote. Među poznatim vrstama, njih oko 200 je jestivih, 60 je otrovnih te 30 smrtno otrovnih gljiva. Jesteve samonikle gljive zauzimaju poprilično značajno mjesto u gospodarskom aspektu i ishrani stanovništva općenito.

Raznolikost i brojnost gljiva u Bosni i Hercegovini je prema preliminarnim procjenama i objavljenim publikacijama izuzetno velika (Usčuplić, 2004; Usčuplić, 2009; Usčuplić, 2012; Jukić & Omerović, 2017; Jukić et al., 2019), ali i na veoma niskom stepenu istraženosti.

Na temelju sagledavanja potencijalnih mogućnosti, rasprostranjenosti i brojnosti jestivih samoniklih vrsta gljiva, sakupljanje gljiva je za sve učesnike u lancu (sakupljači, veletrgovina i maloprodaja) radno intenzivna, visoko akumulativna, izvozno orientirana i profitabilna djelatnost. Veliki broj različitih vrsta gljiva i drugih

šumskih plodova rasprostranjen je u svakodnevnom okruženju u različitim tipovima šumskih i drugih ekosistema širom Bosne i Hercegovine. Približno 93% NDŠP koji se komercijalizuju s područja BiH distribuira se na međunarodnom tržištu, a većina prerađivača (78%) nije zainteresovana za domaće tržište zbog niskih cijena, niske potražnje i neizvjesnosti poslovanja. Najveća količina svih NDŠP izvozi se u Njemačku, zatim u Italiju i Austriju, dok se eterična ulja šalju na tržište SAD i Kanade (Delić et al., 2017). U okviru sakupljanja samoniklih jestivih gljiva kao nedrvnih šumskih proizvoda, dominira sakupljanje sljedećih vrsta: vrganji (najčešće *Boletus edulis* Bull., *Boletus pinophilus* i *Boletus aereus*); smrčci (*Morchella spp.*); lisičarke (*Cantharellus spp.*); blagva (*Amanita caesarea*); crna truba (*Craterellus cornucopioides*), rujnice (*Lactarius deliciosus*, *Lactarius deterrimus*, *Lactarius salmonicolor* i dr.).

Sakupljači NDŠP u Bosni i Hercegovini rade uglavnom za 8 kompanija koje se bave otkupom šumskih proizvoda: Klas d. d. Sarajevo, Jolović d. o. o. Milići, Ljekobilje d. o. o. Trebinje, ZZ Agroplod Stolac, Roing d. o. o. Ljubuški, Smrčak d. o. o. Zvornik, Elmar d. o. o. Trebinje, Andelić d. o. o. Trebinje. Samo Smrčak d. o. o. Zvornik je preduzeće koje se bavi sakupljanjem, prerađom i prometom gljiva, kao glavnem djelatnošću, i proizvodnjom jagodičastog voća, kao sporednom, dok se sva ostala preduzeća i drugi oblici pravnih lica bave sakupljanjem i prometom ljekovitog bilja i šumskog voća.

S ciljem utvrđivanja upotrebe i značaja samoniklih jestivih gljiva u ishrani stanovništva na području opštine Kladanj, provedeno je sveobuhvatno anketno istraživanje. Pored toga, istraživano je u kojoj mjeri je lokalno stanovništvo upoznato: s nutritivnim vrijednostima gljiva i prijetnjama koje prate njihovu upotrebu u ishrani.

## MATERIJAL I METODE / MATERIAL AND METHODS

U okviru istraživanja, realizovano je nekoliko pojedinačnih faza: (1) anketno istraživanje među krajnjim potrošačima; (2) intervju u restoranima; (3) intervju u trgovačkim lancima; (4) intervju u uličnih prodavača i (5) intervju u otkupljivača gljiva.

Anketno istraživanje je provedeno u cilju ispitivanja u kojoj mjeri i u koju svrhu se koriste jestive samonikle gljive na području opštine Kladanj. Istraživanje je kvantitativnog i kvalitativnog tipa i provedeno je putem anketnog upitnika i intervjeta. Anketirani su ispitanici na području perifernog i urbanog dijela opštine Kladanj. Urbani dio opštine je sam grad odnosno gradsko jezgro ili čaršija, a periferni dio su seoska naselja i zaseoci na opštinskoj teritoriji.

Za obradu podataka, njihovu analizu i prezentaciju, korišteni su standardni programski paketi *Ms Office (Microsoft Excel)*. Anketni upitnik je sadržavao 17 pitanja. Kod većine pitanja, ispitanici su birali (zaokruživali) jedan od ponuđenih odgovora, s tim da je kod četiri pitanja ostavljena mogućnost da ispitanici upišu odgovor. Također, korištena je metoda direktnog, pismenog i strukturiranog intervjeta s predstavnicima restorana, s ciljem da se utvrdi da li se i u kojoj mjeri koriste samonikle gljive, izvršen je intervju s predstavnicima trgovinskih lanaca, intervju s uličnim prodavačima i otkupljivačima gljiva. Svi ispitanici su odgovarali na ista pitanja, istim slijedom i u ograničenom vremenskom roku.

Grad Kladanj je smješten u centralnom sjeveroistočnom dijelu BiH, na površini od oko 4 km<sup>2</sup> i čini sastavni dio Tuzlanskog kantona. Sam grad je smješten u centralnom dijelu općine uz rijeku Drinjaču. Nalazi se na nadmorskoj visini od oko 560 metara. Okružuju ga sela: Plahovići, Buševići, Vučinići, Mladevo, Konjevići i Gojsalići. Proteklih nekoliko godina, značajno je iseljavanje radno sposobnog stanovništva. Znajući da opština obiluje šumskim bogatstvom, istraživače je interesovalo kakva je situacija po pitanju korišćenja gljiva.

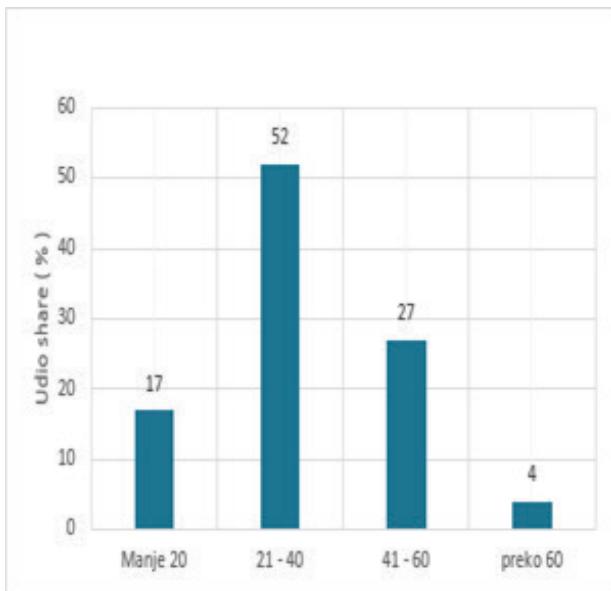
## Legislativa – Legislation

Na području istraživanja, šumama gazduje Javno preduzeće «Šume Tuzlanskog Kantona» d. d. Kladanj. U Federaciji Bosne i Hercegovine nije donesen zakon o šumama. Prema zakonu o šumama Tuzlanskog kantona, navodi se u članu 24, Iskorištavanje nedrvnih šumskih proizvoda, da korisnik državnih šuma i vlasnici privatnih šuma mogu uzgajati i iskorištavati nedrvne šumske proizvode ili odobriti drugim pravnim i fizičkim licima njihovo iskorištavanje u obimu i na mjestima koja su određena u šumsko-privrednoj osnovi. Prema studiji Europske unije s početka 2002. godine, procjenjuje se da je u Bosni i Hercegovini ukupna tržišna vrijednost nedrvnih šumskih proizvoda iznosila 200 milijuna KM, od toga je tržišna vrijednost ljekovitog i aromatičnog bilja iznosila 50 milijuna KM godišnje. Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva je donijelo pravilnik o uzgoju, iskorištavanju, sakupljanju i prometu sekundarnih šumskih proizvoda. Prema odredbama ovog pravilnika, branje gljiva može se vršiti pod sljedećim uslovima: (1) da se prilikom branja gljiva ne oštećuju i ne odnose micelije, te je potrebno gljive brati oprezno, zavrnuti i otkinuti rukom neposredno iznad zemlje, (2) da se ne beru i ne oštećuju stari, crvljivi primjerci gljiva, kako bi oni na istom mjestu ostavili svoje spore, (3) da se ne beru

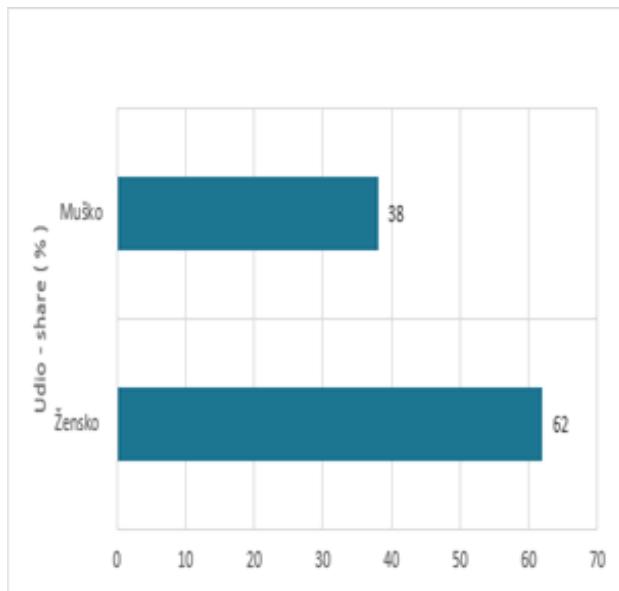
nedorasli primjerici gljiva: smrčak i lisičarka ispod 3 cm visine od površine zemljišta i vrganj ispod 5 cm visine od površine zemljišta, (4) da se prilikom branja gljiva koje rastu u skupinama vrši odabir, tj. da se ostavlja najmanje 20% primjeraka gljiva radi rasipanja spora i održavanja vrste i (5) gljive koje se ne beru ne smiju se oštećivati.

## REZULTATI I DISKUSIJA/ RESULTS AND DISCUSSION

Poslano je 160 anketnih upitnika, od kojih 90 osobama nastanjenim u urbanom i 70 nastanjenim u perifernom području. 83% lica iz urbanog područja je odgovorilo na anketu a iz perifernog 17%. Razlog te nejednakosti može se pripisati migracijama stanovništva, smrti starijeg stanovništva, praznim kućanstvima u pojedinim naseljima te odbijanjem sudjelovanja u istraživanju.



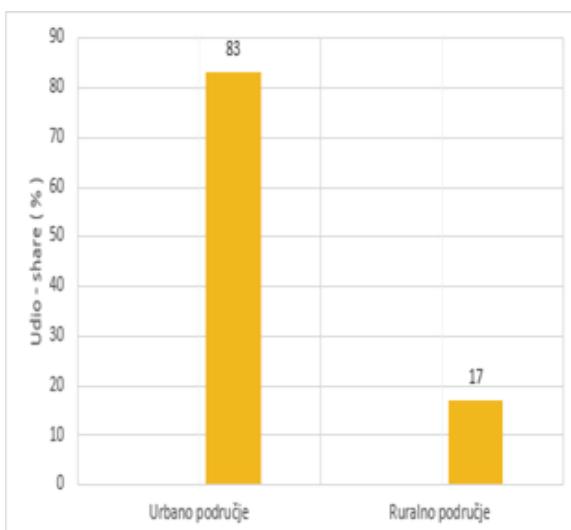
Slika 1 . Prikaz dobne strukture  
Picture 1 . Display of age structure



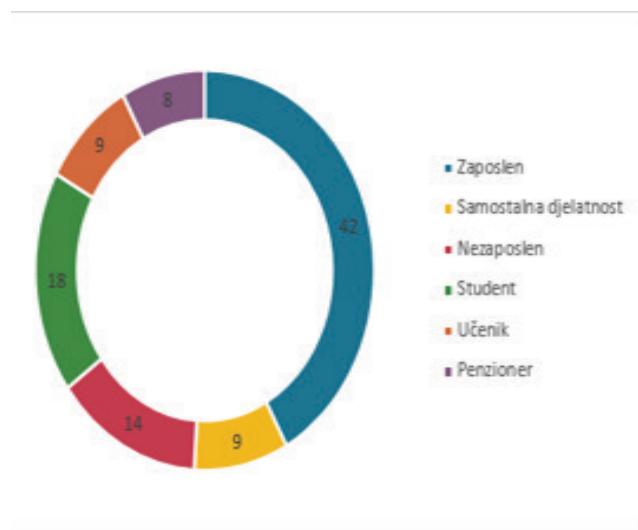
Slika 2. Prikaz spolne strukture  
Figure 2. Representation of sexual structure

Na Slici 1. je prikazana dobna struktura ispitanika. S obzirom na pandemiju izazvanu virusom korona, anketiranje je provedeno u vidu online ankete, na platformi *Google obrazac*. Najviše ispitanika koji su odgovorili na anketna pitanja pripada dobnoj skupini 21–40 godina, a najmanje ih je bilo u dobi preko 60 godina. Razlog tome se može pripisati činjenici da su generacije iz skupine 21–40 godina bolje osposobljene za korištenje informativnih tehnologija u odnosu na skupinu starosti preko 60 godina.

Na Slici 2. prikazana je spolna struktura ispitanika iz koje je vidljivo da 62% čine žene a 38% muškarci. Ovakvi rezultati mogu se pojasniti činjenicom da su žene među lokalnim stanovništvom više angažovane oko pripreme hrane nego muškarci.

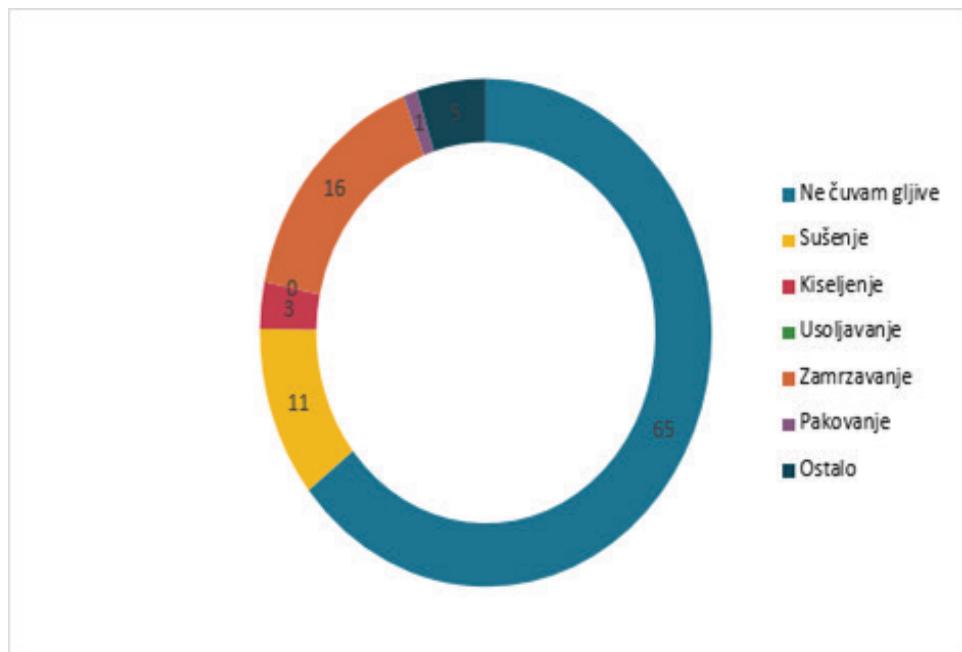


Slika 3. Domaćinstvo  
Figure 3. Household



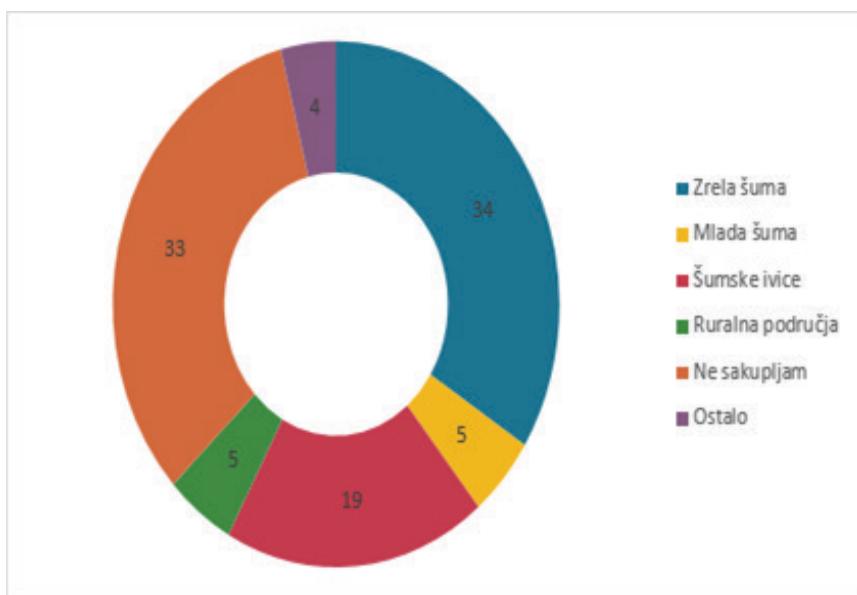
Slika 4. Status  
Figure 4. Status

Na Slici 4. je prikazan status anketiranih lica. Zaposleni čine 42%, drugi po zastupljenosti su studenti 18% i nezaposleni koji čine 14% ispitanih.



*Slika 5. Pitanje 1: Da li čuvate gljive? Ako da, kako?*  
Figure 5: Question 1: Do you keep mushrooms? If so, how?

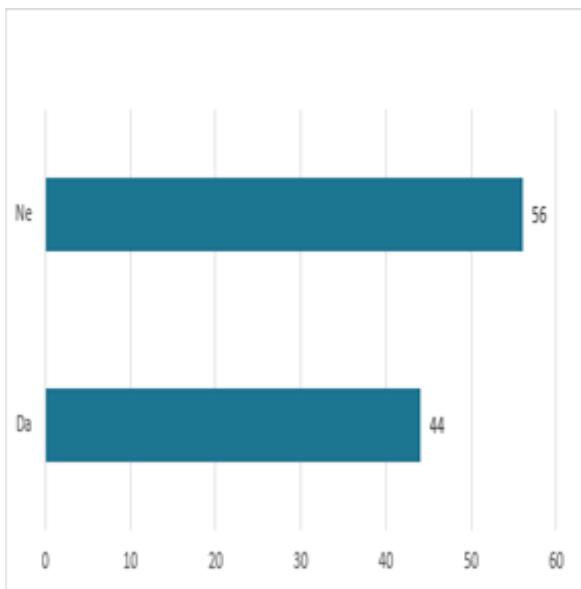
Na tvrdnju „Ne čuvam gljive“ odgovorilo je 65% ispitanih, što znači da konzumiraju gljive neposredno nakon berbe. Razlog tome može biti činjenica da neke samonikle gljive nisu pogodne za čuvanje, te se moraju konzumirati nakon berbe. Gljive zamrzava 16%, suši 11% a kisi 3% ispitanika. Na osnovu toga, možemo zaključiti da oko 1/3 ispitanih priprema i čuva gljive kao zimnicu.



*Slika 6. Pitanje 2: Gdje najčešće sakupljate samonikle jestive gljive?*  
Figure 6: Question 2: Where do you most often collect wild edible mushrooms?

Približno isti broj ispitanika je odgovorio da gljive sakuplja u zrelim šumama i onih koji nikako ne sakupljaju gljive. 1/3 ispitanika ne sakuplja gljive, što znači da se gljive kupuju od uličnih prodavača ili u lokalnim trgovinama. Također, 1/3 ispitanika sakuplja gljive u zrelim šumama, a 19% po šumskim ivicama. U našim krajevima, glavna sezona skupljanja gljiva je u jesen, iako se neke vrste skupljaju i na proljeće, ljetu ili zimu. Gljive rastu na različitim staništima i na različitim supstratima, neke vrste su stanovnici šuma, mnoge rastu samo na livadama, požarištima, parkovima, na pašnjacima, uz ceste ili uz rijeke (Ušćuplić, 2004). U kojim dijelovima šumskih stani-

šta ispitanici sakupljaju gljive uveliko je određeno vrstama gljiva koje sakupljaju. Tako pojedine vrste naseljavaju šumske rubove, dok se druge javljaju u njihovoј unutrašnjosti.



Slika 7. Pitanje 3: Plašite li se za otrov gljiva dok ih jedete?

Figure 7. Question 3: Are you afraid of mushroom poison while eating them?

Realnu prijetnju pri konzumiranju gljiva predstavljaju otrovne gljive. Nedovoljno educirani sakupljači mogu zamijeniti jestive s otrovnim gljivama zbog njihove međusobne sličnosti. Jestive šumske gljive predstavljaju dobar izvor zdrave i ukusne hrane, no nepažnja može dovesti do smrtnih posljedica. Shodno tome, 44% ispitanih se prilikom konzumacije samoniklih jestivih gljiva plaši da one mogu biti zamijenjene s otrovnim. To je još jedan od razloga zašto se samonikle gljive ne prodaju u većim trgovackim lancima.

Oko 75% ljudi jede gljive povremeno, što se može objasniti činjenicom da se samonikle gljive pojavljuju sezonski ili da većina ljudi ima veću potrebu za konzumacijom druge vrste hrane u odnosu na gljive.

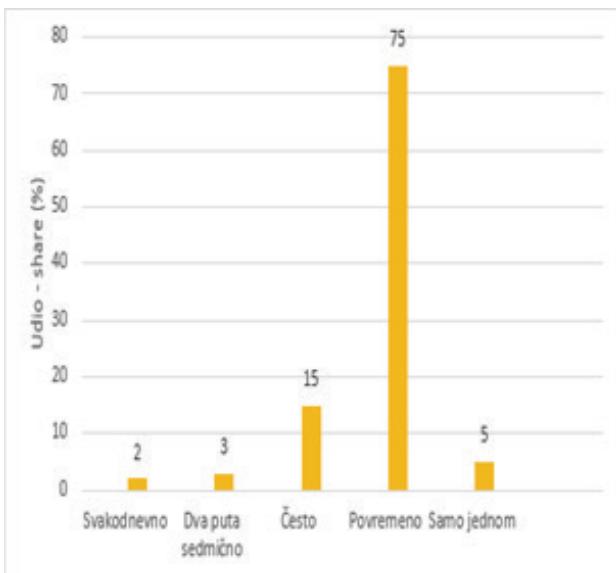
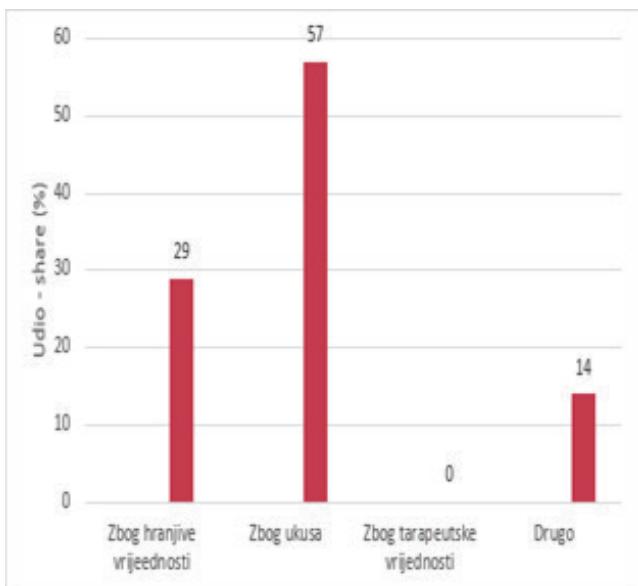


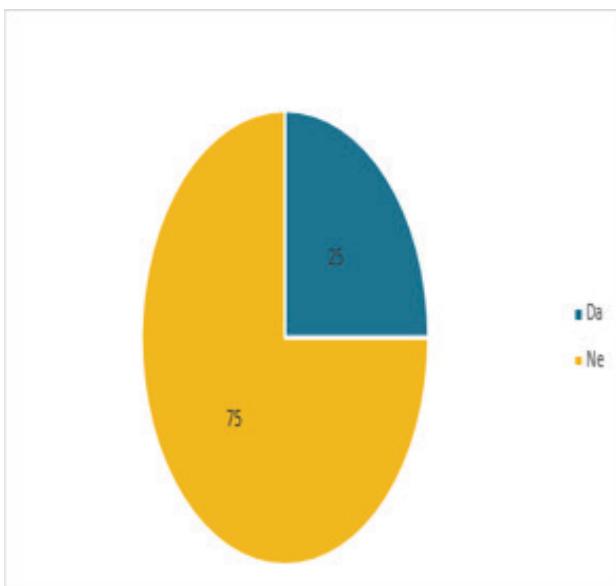
Figure 8. Question 4: How often do you eat mushrooms?

Slika 8. Pitanje 4: Koliko često jedete gljive?



Slika 9. Pitanje 5: Zašto jedete gljive?

Figure 9. Question 5: Why do you eat mushrooms?



Slika 10. Pitanje 6: Želite li uzgajati gljive za vlastitu konzumaciju?

Figure 10. Question 6: Do you want to grow mushrooms for your own consumption?

Više od polovine ispitanika navodi da samonikle gljive konzumira isključivo zbog ukusa, tek 1/3 zbog hranjive vrijednosti, što ukazuje na to da ispitanici nisu u potpunosti upoznati sa drugim vrijednostima gljiva, npr. terapeutskom vrijednosti. Nijedan ispitanik nije upoznat sa terapeutskom vrijednosti gljiva.

1/4 ispitanika želi uzgajati gljive. To se može objasniti značajnim investicionim ulaganjima koja su vezana za uzgoj gljiva: supstrat, prostorije i oprema prostorije za uzgoj i sl.

#### 4.

Ispitanici su kao poznate samonikle gljive najčešće navodili sljedeće vrste: ljetni vrganj (*Boletus edulis*) je navelo 57 anketiranih, veliku sunčanicu (*Macrolepiota procera*) 52, rujnicu (*Lactarius deliciosus*) 31, lisičarku (*Cantharellus cibarius*) 19, redušu (*Agaricus arvensis*) 10, bukovaču (*Pleurotus ostreatus*) devet, paprenu mlječnicu (*Lactiflus piperatus*) osam, ludaru (*Rubroboletus satanas*) pet, turčina (*Leccium auraanticum*) četiri, blagvu (*Amanita caesarea*) tri, pravi smrčak (*Morchella esculenta*) tri, bijelu pupavku (*Amanita verna*) jedan, livadsku puharu (*Vescellum pratense*) jedan, golubaču (*Russula virescens*) jedan, muharu (*Amanita muscaria*) jedan.

##### a)

Kao najvrjednije vrste samoniklih gljiva, od ukupnog broja ispitanika, 29% je navelo vrganj, 21% lisičarku, 17% rujnicu, 6% blagva, 3% paprena mlječnicu, sunčanica 6% a 15% izjasnilo se da ne zna rangirati gljive po vrijednosti. Zašto su ispitanici vrganj rangirali kao najvrijedniju, može se objasniti time što ova gljiva ima višestruku vrijednost u našoj tradiciji kao jedna od najukusnijih gljiva a sunčanica je na posljednjem mjestu jer od cijele gljive je jestiv jedino mekani klobuk, dok je stručak previše žilav i tvrd da bi se mogao konzumirati.

U brojnim naučnim radovima, kao vrijedne samonikle gljive navode se brojne vrste, zavisno od područja istraživanja i njihovog konzumiranja. Tako (Hall i sur. 1998.) ističu da postoji više od 140 mikoriznih gljiva s jestivim plodonosnim tijelima, skupina koja uključuje neke od najskupljih i globalno difuznih namirnica na svijetu (Hall i sur. 2003). Među ovom skupinom gljiva, rod *Boletus* sadrži brojne članove koji su visoko cijenjeni jer su jestivi i ukusni, a nekoliko vrsta koje su usko povezane jedna s drugom i dosta su teške za razlikovanje, često se prodaje na tržištu zajedno s općim imenom *Boletus edulis* (Hall i sur. 1998).

Ispitanici su rangirali različite načine spremanja/obrade gljiva. Mogli su odabratи jedan ili više odgovora. Od ukupnog broja, 67 ispitanika priprema gljive prženjem, 43 kuhanjem a 26 na roštilju. Čuvanje gljiva u vidu zimnice praktikuje osam ispitanika a šest ispitanika samonikle gljive konzumira syječe.

Kao najpoznatije nejestive ili otrovne gljive, ispitanici su navodili sljedeće vrste: zelenu pupavku (*Amanita phalloides*) 24%, ludaru (*Rubroboletus satanas*) je navelo 23%, muharu (*Amanita muscaria*) 11%, bijelu pupavku (*Amanita verna*) 8%. Da ne poznaju nijednu otrovnu gljivu, izjasnilo se 34% ispitanih. Veliki broj ispitanika ne poznaje niti jednu otrovnu gljivu, što predstavlja zabrinjavajuću informaciju. S druge strane, ohrabruje činjenica da se najveći broj ispitanika izjasnio da poznaje našu najotrovniju gljivu, zelenu pupavku. Ova gljiva, 4–5 dana nakon konzumacije, uzrokuje zatajenje jetre i bubrega, što u velikom broju slučajeva dovodi do smrti.

Većina ispitanika (njih 68) je znanja o gljivama steklo od članova porodice, iz knjige i u školi educiralo se njih 22, putem interneta 13, od kolega i prijatelja šest, i televizije dvoje. Tradicija porodice u rubnim opštinaima je branje gljiva. Shodno tome, osnovna znanja o otrovnim i jestivim gljivama daje porodica. Na drugom mjestu se nalaze knjige. U većini knjiga iz biologije u ranim razredima prikazane su gljive. Internet je jedan od najznačajnijih medija u 21. stoljeću, te predstavlja jedan od važnih izvora informacija o gljivama.

#### Intervju – Restorani Interview – Restaurants

Svima su postavljena pitanja, istim redoslijedom. Na 23 adrese restorana, od kojih je pet lovačkih, u Tuzlanskom kantonu poslan je upit vezan za upotrebu gljiva kao sastojka prilozima, predjelima ili glavnim jelima. Od 23 restorana, samo su iz jednog od restorana odgovorili da vrganje koriste u sosovima (prelivima po mesu, šniclama). Ostali restorani kao razlog navode da je rad sa divljim gljivama vrlo specifičan i zahtijeva veliko umijeće i poznavanje samih gljiva, te da to predstavlja jednu od prepreka za korištenje gljiva u kulinarstvu. U opštini Kladanj poslan je upit na adrese dva restorana. Nijedan nije odgovorio potvrđno. U SAD u posljednje 2 godine (od 2004. do 2006) neto upotreba gljiva *shiitake* u restoranima porasla je za 17%, a upotreba gljiva *portabella* porasla je za 23%. Prema studiji, razlog porasta konzumacije gljiva je taj što restorani sve više dodaju specijalne gljive u svoje recepte za pripremu hrane kako bi postigli raznolikost i jedinstvenost, a potrošači, s druge strane, tragaju za jedinstvenim okusima i teksturom koje pružaju upotrijebljene gljive (Gold et al., 2008)

*Intervju – Trgovački lanci u Tuzlanskom kantonu  
Interview – Retail chains in Tuzla Canton*

Na području Tuzlanskog kantona djeluju četiri trgovinska lanca: *Piemonte, Bingo, Mercator i Konzum* sa sjedištem u Tuzli. *Piemonte, Bingo* i *Mercator* su odgovorili da u njihovim marketima nema samoniklih gljiva. Razlog tome je bojazan od trovanja (*Bingo*) i slaba potražnja (*Piemonte*). Iz *Mercatora* nije ponuđeno objašnjenje zašto ne otkupljuju gljive a iz *Konzuma* nisu odgovorili. U svijetu ima i drugačijih iskustava. Tako na primjer, prema Svanbergu (2002), u Švedskoj tvrtka *Eesti And (Estonia Gift)* počela je proizvoditi i plasirati kisele i slane šumske gljive u većim trgovinama, u Poljskoj, kisele gljive se desetljećima prodaju u trgovinama, ali se još uvijek skupljaju i čuvaju u velikoj mjeri.

*Intervju – Ulična prodaja  
Interview – Street sales*

Mnogi ljudi branje gljiva u šumama praktikuju kao rekreativnu aktivnost (Camarasa i sur., 1993.), a neki i prodaju sakupljene gljive na lokalnim tržištima. Na području opštine Kladanj postoji nekoliko porodica koje sakupljaju gljive i druge sporedne šumske proizvode, i tako stiču dodatni izvor zarade. Prihod sakupljača gljiva nije odgovarajući i nije siguran, često zavisi od sezone gljiva, tržišta, konkurenциje, vremenskih nepogoda i sl. Najčešće se prodaju lisicarke i vrganji.

*Intervju – Otkupljavači gljiva  
Interview – Mushroom Buyers*

Preduzeće Smrčak sarađuje sa sakupljačima iz Tuzlanskog kantona, kao i sa pojedinima iz opštine Kladanj. Ovaj broj varira iz godine u godinu, a kreće se između 10 i 20. Svoje proizvode plasiraju u pojedine markete. Ne surađuju s marketima niti prodavnicama u Kladnju. Potražnja zavisi od perioda, ali je pretežno veća za gljivama u odnosu na šumske proizvode. Orijentisani su najviše ka izvozu.

## ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Opština Kladanj je rubna opština u Tuzlanskom kantonu. Na osnovu svih prikupljenih podataka za ovo istraživanje, može se zaključiti da se gljive značajno koriste u ishrani stanovništva (4,5 od 5). Informiranost građanstva o jestivim i otrovnim divljim gljivama nije zadovoljavajuća, pogotovo kada su u pitanju otrovne gljive (ocjena 3 od 5). Kao preporuka, predlaže se organizacija kurseva ili nekih drugih vrsta edukacija, kojim bi omogućilo da što veći broj ljudi stekne osnovna znanja o pravilnoj berbi te skladištenju gljiva. Obukom građanstva podstaklo bi se otvaranje zadruga ili firmi koje bi se bavile otkupom šumskih proizvoda u Kladnju ili bi postojeće firme koje se bave otkupom gljiva na području Tuzlanskog kantona u Kladnju pronalazile svoje saradnike i sakupljače.

## LITERATURA / REFERENCES

- Delić S., Keča L., Ibrahimspahić A., Čabaravdić A., Behlulović D. (2017). Value chain analysis of non-wood forest products in function of sustainable development of forest resources and rural development in Bosnia and Herzegovina. *Agriculture & Forestry* 63(1): 277–290.
- Encarnacion, A. B., Fagutao, F., Jintasataporn, O., Worawattanamateekul, W., Hirono, I., i Ohshima, T. (2012). Application of ergothioneine-rich extract from an edible mushroom *Flammulina velutipes* for melanosis prevention in shrimp, *Penaeus monodon* and *Litopenaeus vannamei* Food Res. Int. 45, 232–237.
- file:///C:/Users/PC/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge\_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/zakon%20o%20sumama%20tk%20(1).pdf
- Ivana Rogić GLJIVE jesti ili ne jesti.
- Hall IR, Lyon JE, Wang Y, Sinclair L. 1998. Ectomycorrhizal fungi with edible fruiting bodies 2. *Boletus edulis*. Economic Botany. 52:44–56.
- <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/19243/Otovne-gljive-kako-izgledaju-simptomi-trovanja.html>

5. 5. 2020. 19.05.

<https://hrv.healthycatchups.com/poleznye-veshhestva-v-gribah.html> 5. 5. 2020. 19.00.

<https://www.vrtlarica.com/uzgoj-velike-suncanice/> 5. 5. 2020. 18.50.

<https://fmpvs.gov.ba/wp-content/uploads/2017/Sumarstvo-lovstvo/Sumarski-program/16-Ostali-proizvodi-su-ma-i-sumskih-zemljista.pdf> 5. 5. 2020 20.11.

<https://fmpvs.gov.ba/wp-content/uploads/2017/Sumarstvo-lovstvo/Sumarski-program/11-Socijalni-aspekt-gospodarenja-sumama.pdf> 8. 5. 2020. 20.55

Jukić N., Omerović N. (2017). Gljive reda Pezizales u Bosni i Hercegovini – Ugroženost, ekologija i biogeografija. Amatersko mikološko udruženje, Sarajevo: 206 str.

Jukić N., Matočec N., Kušan I., Gašić R., Omerović N., Tomić S. (2019). Diversity of Ascomycetous Fungi in the Territories of Protected Areas and in the Areas Evaluated for the Protection in Bosnia-Herzegovina – Establishing Important Fungus Areas (IFA). Mikološko udruženje MycoBH, Sarajevo: 234 str.

Kalač, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *J. Sci. Food Agr.* 93, 209–218.

<http://kladanj.ba/historija> 09.05.2020 13:50

Leung, M. Y., Fung, K. P., i Choy, Y. M. (1997). Izdvajanje i karakterizacija imunomodulacijskog i antitumorskog polisaharidnog pripravka iz Flammulina velutipes. *Imunofarmakologija* 35, 255–263.

Michael A. Gold, Mihaela M. Cernusca, Larry D. Godsey. 2008. A Competitive Market Analysis of the United States Shiitake Mushroom Marketplace. *HortTechnology*. 18: 489–499

Moskalenko, S.(1987). Slavic ethnomedicine in the soviet far east. Part I: Herbal remedies among Russians/ Ukrainians in the Sukhodol Valley, Primorye . *J Ethnopharmacol* ; 21: 231–251.

Pietkiewicz, C.(1938). Kultura duchowa Polesia Rzeczyckiego (Geistige Kultur des Polessie „RzeczycMe”): Towarzystwo Naukowe Warzawskie

Soares AA, de Sa-Nakanishi AB, Bracht A, da Costa SM, Koehlein EA, de Souza CG, Peralta RM. ( 2013). Hepatoprotective effects of mushrooms. *Molecules*, 18(7):7609-7630.

Svanberg I. Att se med allmogens ögon. In: Ett växande vetande. Vetenskapsrådets temabok 2002. Stockholm: Vetenskapsrådet; 2002. p. 45–46

Usčuplić M. (2004). Svet gljiva. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Knjiga LXXX, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka: knjiga 7, 243 str.

Uščuplić M. (2009). Diverzitet gljiva i lišajeva. Bosna i Hercegovina Zemlja raznolikosti, Federalno Ministarstvo okoliša i turizma. Sarajevo: 43–47.

Usčuplić M. (2012). Više gljive – Macromycetes. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Knjiga LXXXV, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka: knjiga 8, 284 str.

## USAGE OF WILD MUSHROOMS AS NUTRITIONAL SOURCE AMONG INHABITANTS OF KLADANJ MUNICIPALITY

Author: AMINA MAŠIĆ

e-mail: amina.masic98@gmail.com

Mentor: Prof. Tarik Treštić

Faculty of Forestry, University of Sarajevo

**Abstract:** There is a large number of different species of higher fungi grown in Bosnia and Herzegovina. About 200 of them are edible, about 60 are poisonous and about 30 are fatally poisonous mushrooms. Wild fungi occupy an important place in the economy and nutrition of the population of Bosnia and Herzegovina. The diversity and abundance of fungi in Bosnia and Herzegovina are very large. The research was proven by a study in which wild mushrooms were measured and used in the municipality of Kladanj. The research was both quantitative and qualitative and I proved it through questionnaires and interviews. Respondents were interviewed in both rural and urban areas of the municipality of Kladanj. There were 160 surveys, 90 of which were sent to people living in urban areas and 70 were sent to people in rural areas. 83% of the people from urban areas responded to the survey, which showed that people from urban areas are more interested in consuming mushrooms. Approximately 75% of people eat mushrooms occasionally, which may be explained by the fact that wild mushrooms can grow only seasonally or that most people have a need to consume other types of food as well. Out of 23 restaurants which participated in the questionnaire, only one restaurant responded positively to the use of premium products in sauces (meat toppings, steaks). An obstacle that prevents restaurants from using mushrooms may be the fact that cooking with wild mushrooms in restaurants must be very precise and requires great skill and knowledge of the mushrooms themselves. Based on all the data collected during this research, the most used rating in the municipality of Kladanj is 4.5 out of 5. Citizens' awareness of edible and poisonous wild mushrooms is divided by a score of 3 out of 5.

**Keywords:** non-wood products; mushrooms; collection; use; purchase; significance



## PROMJENA SADRŽAJA UKUPNIH FENOLA, FLAVONOIDA I ANTOCIJANA U SORTI JABUKE STARKOVA RANA SA I BEZ INHIBITORA

Autorice: EMINA EMINOVIC, Maja Klimentić

e-mail: eminaeminovic998@gmail.com

Mentorica: Dr sc. Edisa Papraćanin, docent

Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli

**Uvod:** Sadržaj ukupnih fenola, flavonoida i antocijana u voću predstavlja bitna svojstva koja su povezana sa antioksidacijskim kapacitetom. Ispitivanja su provedena na sorti jabuke Stark rana. Korištene jabuke nisu tretirane zaštitnim sredstvima, kao što su pesticidi i sl. Kao inhibitor je korišteno jabučno sirće iz domaće proizvodnje. Jabuke korištene za istraživanje ubrane su u momentu maksimalnog stepena zrelosti, a sva mjerena su izvršena odmah nakon pripreme uzorka, zatim nakon 30, 60, 90, 120 i 180 minuta.

**Cilj rada:** Analiza sadržaja biološki aktivnih komponenti sa i bez prisustva inhibitora u različitim vremenskim intervalima u cilju istraživanja promjene sadržaja ovih komponenti uslijed djelovanja enzima polifenol-oksidaze (PPO).

**Materijal i metode:** U ovom radu izvršena je hemijska analiza, kao i spektrofotometrijska određivanja sadržaja ukupnih fenola, flavonoida i antocijana jabuke Stark rana u različitim vremenskim intervalima sa i bez dodatka inhibitora. Korištene su standardne metode za određivanje ovih komponenti, kao i metode za fizikalno-hemijska svojstva uzorka.

**Rezultati:** Vrijednost početnog sadržaja ukupnih fenola iznosila je 361,49 mg GAE/100 g jabuke, dok je ta vrijednost bez inhibitora nakon 180 minuta iznosila 173,19 mg GAE/100 g jabuke, a uz dodatak inhibitora iznosila je 193,35 mgGAE/100 g jabuke.

**Zaključak:** Sorta jabuke koja je korištена u radu ima veoma visok sadržaj ukupnih fenola u odnosu na komercijalne sorte jabuka (najviša vrijednost je izmjerena za Pink Cripps, 251,08 mg GAE/100 g jabuke). Provedena istraživanja se mogu koristiti za ispitivanja procesa koji se odvijaju tokom čuvanja i prerade ove sorte jabuke.

**Ključne riječi:** Sadržaj ukupnih fenola; flavonoidi; antocijani; inhibicija; Stark rana, enzimsko posmedjivanje.

### UVOD

Jabuke su najčešće konzumirana vrsta voća u Evropi i Sjevernoj Americi, te značajno doprinose unosu fenolnih komponenti [1]. Jabuke su bogate brojnim biološkim komponentama koje povoljno djeluju na ljudsko zdravlje. Polifenoli predstavljaju skupinu spojeva koji se nalaze u jabukama, te ih čine veoma vrijednim voćem. Polifenoli su sekundarni metaboliti biljaka u kojima imaju višestruku ulogu:

- senzorska svojstva kao što su boja, aroma ili okus,
- utiču na otpornost biljke prema bolestima i mikroorganizmima,
- neki polifenoli indirektno utiču na rast biljke,
- štite osjetljive ćelijske dijelove od štetnog UV zračenja [2].

Sorta jabuke *Stark rana* (eng. *Starkearliest*) ubraja se među najranije ljetne sorte jabuka. Dozrijeva između 1. i 15. maja, a porijeklom je iz SAD, a rasprostranjena je u Sjevernoj Americi i Evropi. Stablo je umjereno bujno i snažno, te rađa obilno i redovito. Daje srednje krupne plodove težine 150–180g, okruglaste. Pokožica je glatka, sjajna i bijelo zelene boje, a sa osunčane strane ružičasto-crvene boje, najčešće u obliku pruga. Meso je bijelo sa žučkastom nijansom, srednje čvrsto i blago kiselskasto. Sočno i ukusno i može se čuvati do dvije sedmice [3]. Na slikama 1. i 2, prikazan je vanjski izgled jabuke *Stark rana* i izgled presjeka jabuke.



Slika 1. Vanjski izgled jabuke  
*Stark rana*



Slika 2. Izgled presjeka jabuke

Polifenoli su velika porodica prirodnih proizvoda koji su vrlo široko rasprostranjeni u biljnoj hrani, uključujući voće, povrće, orašaste plodove, sjemenke, cvijeće i kore. Sadržaj polifenola je najveći u kori [5]. Mnogi fenoli imaju snažnu antioksidativnu, antikancerogenu, antiaterosklerotsku, antibakterijsku, antivirusnu, i antiinflamatornu aktivnost. Pokazalo se da povećana potrošnja namirnica koje sadržavaju flavonoide smanjuje rizik od glavnih hroničnih bolesti, jer oni imaju snažnu antioksidativnu aktivnost *in vitro*, a mogu pročistiti širok raspon reaktivnih vrsta (hidroksilnih radikala, peroksil-radikala hipohloritne kiseline i super-oksidnih radikala) [4].

Važni dijetetski izvori polifenola su luk (flavonoli); kakao, košpica grožđa (proantocijanidini); čaj, jabuke i crno vino (flavoni i katehini); agrumi (flavononi); bobice i trešnje (antocijanidi); i soja (izoflavoni) [3].

Flavonoidi se nalaze u epidermisu lista i koži voća u visokim koncentracijama i imaju važne funkcije u biljkama, kao sekundarni metaboliti. Oni su prirodni antioksidansi i imaju širok spektar bioloških efekata. Glavne podklase flavonoida su flavoni, flavonoli, flavanoli, halkoni, flavanoni, izoflavonoidi, neoflavonoidi, biflavonoidi, flavanonoli i antocijani.

Antocijani su biljni pigmenti topivi u vodi koji cvijeću, voću i povrću daju plavu, purpurnu i crvenu boju. Različite hemijske strukture antocijanina pokazuju različitu boju u ovisnosti o pH otopenine u kojoj se nalaze [1]. Antocijani, uključujući antocijanidine (cijanidin, delfinidin, malvidin, pelargonidin) i njihovi glikozidi su široko rasprostranjeni. Koža grožđa, borovnice, crveni kupus, grah, crvena/ljubičasta riža i kukuruz i ljubičasti slatki krompir sadrže antocijane. Najčešći antocijanidini su pelargonidin, cijanidin, delfinidin, malvidin, petunidin [3]. Najvažniji spojevi koji jabuci daju crvenu boju su antocijani, čiji sadržaj se povećava više od pet puta tokom dozrijevanja kod nekih sorti [6].

Mnoge fitohemikalije i fitonutrienti – tvari iz voća, povrća i žitarica koji blagotvorno djeluju na zdravlje neutraliziraju slobodne radikale. Fitohemikalije čine zapravo odbrambeni sustav biljaka i vrlo su moćni antioksidansi koji djelotvorno štite od mnogih bolesti, kao što su srčana oboljenja, dijabetes, povišeni krvni tlak, osteoporoza, plućne bolesti i rak [7].

Enzimsko posmeđivanje voća i povrća tokom branja, skladištenja i procesiranja, predstavlja glavni problem koji uzrokuje gubitak kvaliteta. Stvaranje smeđe boje na plodovima voća i povrća prije svega je posljedica oksidacije fenolnih spojeva, kojima su ove vrste bogate. Reakciju posmeđivanja fenolnih spojeva katalizira enzim polifenoloksidaza (EC 1.14.18.1; PPO) [8] u prisustvu molekularnog kisika, pri čemu nastaju spojevi poznati kao o-kinoni, koji polimeriziraju u veće molekule netopivog pigmenta melanina, žute do smeđe boje [4]. Enzimsko posmeđivanje je funkcija aktivnosti enzima i koncentracije supstrata u voću i povrću, a o njihovim koncentracijama ovisi stupanj posmeđivanja. Posmeđivanje ne rezultira samo promjenom boje nego i promjenama drugih senzorskih svojstava kao što su okus, miris i tekstura, te promjenama nutritivne vrijednosti [9]. Jabuke koje su bogatije polifenolima su i sklonije enzimskom posmeđivanju.

Cilj rada je izvršiti analizu ukupnog sadržaja polifenola, flavonoida i antocijana sa i bez prisustva inhibitora u različitim vremenskim intervalima kako bi se pokazalo smanjenje njihovog sadržaja uslijed aktivnosti enzima polifenol-oksidaze.

## TEORETSKI DIO

U ovom poglavlju su prikazane osnovne informacije potrebne za razumijevanje i ispitivanja komponenti korištenih metoda, te izvodi iz literature koji predstavljaju osnovu ispitivanja koja su vršena u ovom radu.

### JABUKA STARK RANA

Jabuka sorte *Stark* vodi porijeklo iz SAD, a u Evropi je od 1944. godine. Plod je crveno-bijele boje, nerijetko prugasti, meso bijelkasto s crvenilom ispod pokožice. Sočna je i aromatična, a najbolja upravo kad dozri. Ako prezreli, postaje preslatka i brašnasta. Ako se ubere u pravo vrijeme, izuzetno je aromatična, kiselo-slatkastog mesa [10]. Plod jabuke bogat je hranjivim sastojcima čija količina ovisi o vrsti, načinu uzgoja, a gotovo svi potrebnii nutrijenti prisutni su barem u minimalnim količinama. Voda čini oko 82% ploda, ugljikohidrata ima oko 12%, masti i bjelančevina oko 1%, a celuloza se nalazi u plodu u količini od oko 1% [11].

Fizikalno-hemijska svojstva analizirane jabuke se mogu vidjeti u poglavlju Rezultati. Jabuka sadrži i druge sastojke koji su neophodni za ljudski organizam: šećer (glukoza, fruktoza i saharoza), netopiva vlakna (pektin), organske kiseline (omjer šećera i kiselina određuju slatkoću), sve esencijalne i neesencijalne aminokiseline ali u malim količinama, aromatične tvari, boje (hlorofil, karotenoidi antocijani), vitamine i minerale (najviše kalija) čak i masnoće (sjemenke sadrže 24% ulja) [12]. Jabuka sadrži 3,3 g dijetalnih vlakana. Od bioflavonoida jabuka sadrži najviše antocijana, koji su koncentrirani u kori i daju jabuci crvenu boju. Iz tog je razloga preporučljivo jesti jabuku s korom. Antocijani imaju protuupalno djelovanje, djeluju zaštitno na jetru i srce, te djeluju na imunološki sustav. Bioflavonoidi pojačavaju djelovanje vitamina C [13].

Količina bioaktivnih komponenti uvoću zavisi od mnogo faktora kao što su geografsko porijeklo i region, klimatski uvjeti u toku zrenja, svojstva zemljišta, sezona, uslovi skladištenja i drugi uslovi [14]. Iz tog razloga su moguće velike varijacije u sadržaju polifenola, flavonoida i antocijana.

### POLIFENOLI

Polifenoli uključuju više od 8.000 spojeva različite hemijske strukture, od jednostavnih hidroksimetilnih kiselina i antocijana (biljni pigmenti) do složenijih flavonoida i tanina, čije je osnovno obilježe prisutnost jednog ili više hidroksiliranih benzenskih prstenova. Postoje različite definicije hemijske prirode polifenola. Riječ polifenol je formirana od stare grčke riječi poli-, što znači „mnogo“ i riječi fenol, što je molekula formirana od fenil (-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>) grupe povezane s hidroksil (-OH) grupom. Polifenoli su fenolni spojevi i topivi su u vodi. Građeni su od 12 do 16 fenolnih skupina sa pet do sedam aromatskih prstenova. Daju uobičajene fenolne reakcije kao što su stvaranje intenzivno plavo-crnog kompleksa na tretman s željezo (III) solima. Imaju izražena posebna svojstva kao što su sposobnost da talože alkaloide i proteine. Mnogi polifenoli se nalaze u obliku glikozida. Kao značajnije aktivne komponente, u strukturi polifenola su fenolne kiseline i flavonoidi. Fenolne kiseline se nalaze isključivo u vanjskim slojevima biljaka, osobito u žitaricama i zelju. One stupaju u kovalentnu vezu s policikličnim aromatskim ugljikohidratima i time potiskuju njihovo kancerogeno djelovanje [13].

U polifenole spadaju flavonoidi, katehini, kao i resveratrol i antocijanidini. Zdravstveni učinak polifenola ovisi o konzumiranoj količini i njihovoj biodostupnosti. Imaju antioksidacijska svojstva: u biljkama su prisutni kao sekundarni metaboliti, a uključeni su u zaštitu od ultraljubičastog zračenja i zaštitu od patogena. Prisutni su u mnogim ljekovitim biljkama, a u hrani posebno u čaju, crnom vinu, kafi, povrću, leguminozama kao i žitaricama. Za resveratrol je eksperimentalno dokazan učinak usporavanja grušanja krvnih pločica [3].

### FLAVONOIDI

Flavonoidi su podijeljeni na nekoliko podgrupa: flavoni, flavonoli, flavanoni, izoflavoni, flavanonoli, flavani, flavanoli, halkoni, dihidrohalkoni, flavan-3,4-dioli te antocijani. Ovu raznovrsnost uglavnom kontroliraju geni biljke, ali i zrelost biljke, klima i način uzgoja. U prirodi se flavonoidi nalaze uglavnom u obliku glikozida, tj. povezani su s različitim molekulama šećera. Osim šećera, supstitucijske skupine koje se nalaze na osnovnoj jezgri su hidroksilna skupina te metoksi skupina što pridonosi velikoj raznolikosti i velikom broju tih spojeva [11]. Bogati izvori flavonoida su: voće i povrće, zeleni i crni čaj, čokolada, crno vino i bobičasto voće.

## ANTOCIJANI

Antocijani (grčki: *anthos* – cvijeće, *kyanos* – plav) pripadaju skupini flavonoida. Oni su biljni pigmenti topivi u vodi koji cvijeću, voću i povrću daju plavu, purpurnu i crvenu boju. Antocijani su glikozidantocijanidin karakterističnom hemijskom strukturalom flavonoida C6-C3-C6. Postoji šest osnovnih antocijanidina: cijanidin, delphinidin, pelargonidin, peonidin, petunidin i malvidin, a vezanjem šećera na ove osnovne antocijanidine nastaju molekule antocijanina. Različite hemijske strukture antocijanina pokazuju različitu boju u ovisnosti od pH otopine u kojoj se nalaze. Pri pH 1 prevladava crveno obojenje, između pH 2 i 4 prevladava plavu boju, kod pH 5 i 6 je bezbojno, a pri pH 7 i višim od 7, molekula antocijanina se raspada [3].

## ENZIMSKO POSMEDIVANJE

Enzimsko posmeđivanje je proces oksidativnog pretvorberaznih supstrata tipa fenola u kinone, koji sudjeluju u daljnjem procesima kondenzacije i zajedno sa visokomolekularnim spojevima daju smeđe do crne obojene spojeve, tzv. melanoide. Enzimsko posmeđivanje je funkcija aktivnosti enzima i koncentracije supstrata u voću i povrću, a o njihovima koncentracijama ovisi stupanj posmeđivanja [5]. Posmeđivanje ne rezultira samo promjenom boje nego i promjenama drugih senzorskih svojstava kao što su okus, miris i tekstura, te promjenama nutritivne vrijednosti [15]. Među reakcije koje dovode do propadanja voća i povrća u prerađevinama je i enzimsko posmeđivanje. Enzimsko posmeđivanje u većini slučajeva predstavlja negativnu pojavu koja je vezana za promjenu boje i sastava voća i povrća kojemu je na bilo koji način (guljenjem, rezanjem i sl.) narušena osnovna struktura. Promjena boje svježeg voća i povrća je kompleksan proces, tijekom kojeg se monofenolni spojevi, uz djelovanje polifenol-oksidaze i kisika hidroksiliraju u o-difenole, koji se kasnije oksidiraju do o-kinona. Nastali kinoni su jako reaktivni [16].

Supstrati PPO u reakcijama enzimskog posmeđivanja su monofenoli, odnosno difenoli sa hidroksilnim skupinama u orto-položaju, odnosno u para-položaju. Fenolni spojevi važni su za postizanje arome i boje proizvoda od voća i povrća. Polifenolni spojevi imaju značajnu ulogu za ljudsko zdravlje zahvaljujući svojim antioksidativnim svojstvima, međutim, mogu imati i negativnu učinkovitost proizvodovača i povrća i gdje se javlja u tvorbine požljajnih taloga, odnosno žutih i smeđih pigmenata. Boja, trpkost, gorčina i aroma su svojstva koja ovise o sadržaju fenolnih tvari [16].

Mehaničkim oštećenjem tkiva, enzim (smješten u citoplazmi) dolazi u kontakt sa supstratom (fenolni spojevi pretežno smješteni u vakuolama) i sa kisikom iz zraka, pri čemu dolazi do posmeđivanja. Ovi čimbenici stupaju u kontakt tek kada je narušena stanična struktura. U tehnologiji prerađevanja voća i povrća to su operacije rezanja, mljevenja, drobljenja i dr. [5].

Boja hrane je prvi i najznačajniji uslov za prihvatljivost prehrambenog proizvoda od strane potrošača. Prehrambeni proizvodi sa visokom kvalitetom boje obično imaju veću vrijednost na tržištu. Jabuke predstavljaju voće koje je podložno enzimskom posmeđivanju, a autohtone sorte su bogatije polifenolima, time i sklonije posmeđivanju [29]. Na Slici 3. „Uzorak jabuke odmah nakon mljevenja (lijevo) i nakon 180 minuta (desno)” je vizuelno prikazano kako enzimsko posmeđivanje utiče na boju jabuke.



Slika 3. Uzorak jabuke odmah nakon mljevenja (lijevo) i nakon 180 minuta (desno)

## SPREČAVANJE ENZIMSKOG POSMEĐIVANJA

Sprečavanje enzimskog posmeđivanja se provodi fizikalnim i hemijskim metodama, a zajedničko im je da se zasnivaju na eliminaciji jednog ili više osnovnih uzročnika koji su odgovorni za posmeđivanje: kisika, enzima ili supstrata. Jednom kada dođe do oštećenja tkiva rezanjem, gnječenjem, guljenjem dolazi do nastajanja smedih pigmenata. PPO oksidiraju o-fenole do o-kinona koji su vrlo reaktivni i brzo ulaze u procese polimerizacije, pri čemu nastaju visokomolekularni spojevi, odnosno smeđi pigmenti (melanini) [16]. PPO može na više načina djelovati u cilju sprečavanja enzimskog posmeđivanja [5]:

1. Termičko tretiranje (inaktivacija);
2. Reakcije s tvarima koje stvaraju komplekse sa bakrom kao aktivnim središtem: halidi, cijanidi, CO<sub>2</sub>, natrij dierilditio-karbamat, azidi, aminokiseline, peptidi, proteini, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, alkoholi;
3. Reakcije sa spojevima strukture sličnim supstratima;
4. Djelovanje sa spojevima koje snižavaju pH [16].

## INHIBITORI POSMEĐIVANJA

Inhibitori posmeđivanja su hemijski spojevi koji se koriste za sprečavanje posmeđivanja hrane. Njihova upotreba u preradi hrane je ograničena posebnim zahtjevima kao što su toksičnost, neškodljivost, utjecaj na okus, miris, sastav i sl. [17]. Inhibitori posmeđivanja mogu imati različite mehanizme djelovanja na sprečavanje posmeđivanja: direktna inhibicija polifenol-oksidaze, neenzimska redukcija o-kinona u deriveate o-difenola, hemijska modifikacija ili uklanjanje fenolnih supstrata [18]. Od sredstava za zakiseljavanje, najčešće se primjenjuje limunska kiselina (najčešće u kombinaciji s drugim inhibitorima posmeđivanja). Za sprečavanje posmeđivanja minimalno procesiranih proizvoda primjenjuje se kao 0,5% do 2%-tina otopina i to najčešće u kombinaciji s drugim inhibitorima. Limunska kiselina, osim što inhibira posmeđivanje snižavanjem pH, ona djeluje i direktno na PPO tako što stvara helate s bakrom koji se nalazi u aktivnom središtu enzima [9]. Od inhibitora koji djeluju po ovom principu imaju značajnu primjenu u industriji minimalno procesiranog voća potrebno je spomenuti i oksalnu kiselinsku polifosfatu. Rezultati istraživanja pokazali su da oksalna kiselina vrlo uspješno sprečava posmeđivanje svježe narezane jabuke. Od ostalih sredstava koji sprečavaju posmeđivanje minimalno procesiranih proizvoda, značajni su i kalcijev hlorid, natrijev hlorid, med, proteaze, aromatske karboksilne kiseline, EDTA i dr. [19]

## REAKCIJE SA SPOJEVIMA KOJE STVARAJU KOMPLEKSE S BAKROM KAO AKTIVNIM SREDIŠTEM U ENZIMU

Spojevi koji imaju svojstvo stvaranja helata s bakrom se mogu koristiti u svrhu sprečavanja posmeđivanja, budući da su esencijalni za aktivnost PPO. Halidi su značajni inhibitori PPO, vežu se na bakar u aktivnom mjestu enzima i tako smanjuju njegovu dostupnost. Vrijednost pH ima značajan utjecaj na inhibiciju halidima zbog interakcije između negativnog naboja inhibitora i pozitivnog naboja imidazolinskupine u aktivnom središtu PPO [29]. Optimalni pH za inhibiciju je 3,5 do 5,0. Neka sredstva koja se koriste za heliranje su CaCl<sub>2</sub>, NaCl, askorbinska kiselina, sorbinska kiselina, karboksilne kiseline (limunska, jabučna, vinska, oksalna, kojična kiselina), makromolekule (porfirini, proteini, polisaharidi), EDTA. Upotreba natrijevog hlorida za inhibiciju PPO ograničena je, budući da utječe na okus proizvoda [16].

## MATERIJALI I METODE

U radu je izvršena analiza ukupnog sadržaja polifenola, flavonoida i antocijana u jabuci sorte *Stark rana* (eng. *Stark Earliest*) iz domaće proizvodnje koja nije tretirana uzgojnim hemikalijama. Analizirane jabuke su ubrane u visokom stupnju zrelosti (16. 7. 2020.) a priprema ekstrakta vršena je 6 dana nakon čuvanja na +4°C. U skladu sa saznanjima iz literaturnih izvora, u radu je korišteno jabučno sirće kao inhibitor enzimskog posmeđivanja.

Ekstrakti uzoraka jabuke su pripremljeni ekstrakcijom sa zakiseljenim metanolom kao pogodnim otapalom [20], miješajući se 30 minuta na magnetnoj mješalici. Uzorak je potom filtriran pomoću naboranog filter-papira u tikvice. Početni (nulti) uzorak je odmah stavljen na ekstrakciju, a ostali uzorci su podvrgnuti ekstrakciji nakon 30, 60, 90, 120 i 180 minuta. U jednu grupu uzoraka je dodan inhibitor, domaćoj jabukovoj sirće, a druga grupa je bez dodatka inhibitora, kako bi se uporedio sadržaj komponenti u određenom vremenskom periodu izloženosti identičnim uslovima.

## INHIBITOR

Jabukovo sirće je korišteno kao inhibitor enzima polifenol-oksidaze. Dobiva se iz soka jabuka sircetnom fermentacijom. Sadrži veliku količinu vitamina, minerala, beta-karotena te drugih aktivnih komponenti. Ono povoljno djeluje na rast i diobu ćelija, te nervnu i mišićnu aktivnost. Dokazano je da održava vitalnost i osvježava organizam, potiče cjelokupni metabolizam, te jača imunitet [21].

Jabukovo sirće korišteno kao inhibitor u analizi je domaćeg porijekla, nepoznatog proizvođača. Titracijom sa NaOH utvrđeno je da korišteno sirće sadrži 4,7% sircetne kiseline. Kao inhibitor je korišteno u količini 0,15 ml/g, što je količina koja neznatno utiče na organoleptična svojstva namirnice.

U literaturi postoje informacije o ispitivanju uticaja drugih organskih kiselina na inhibiciju ovog enzima, ali sircetna kiselina do sada nije ispitivana. Budući da jabukovo sirće ima jak i oštar miris, korištena količina na uzorcima je ona koja nije uzrokovala značajnu promjenu organoleptičkih svojstava uzoraka jabuke

## KORIŠTENE METODE

U ovom radu korištene su metode: ekstrakcija sa otapalom, metode za određivanje fizikalno-hemijskih svojstava i spektrofotometrijske metode.

## EKSTRAKCIJA KOMPONENTI

Ekstrakt je pripremljen od svježe jabuke koja je ubrana u punom stepenu zrelosti i čuvana 6 dana na +4°C. Odvojene su košpice i peteljke od jabuke, a kao uzorak je korištena kora i mesni dio (10–15% kore). Jabuka je samljevena štapnim mikserom, a zatim je odvagan ≈1 g uzorka jabuke koji je kvantitativno prenijet u tikvicu sa 25 ml metanola (zakiseljen sa HCL) [28]. Tikvica sa uzorkom je stavljena na električnu mješalicu i ekstrakcija je vršena 30 minuta. Nakon ekstrakcije, uzorak je filtriran kroz naborani filter-papir u tikvice od 10 ml, a tikvice kvantitativno dopunjene zakiseljenim metanolom. Pripremljeni ekstrakti su stabilni [20] i čuvani su na tamnom, hladnom mjestu.

Pripremljeno je ukupno 11 ekstrakta, gdje je jedan uzorak ekstrahiran odmah nakon mljevenja, a ostalih 10 nakon određenih vremenskih intervala (sa i bez dodatka inhibitora). Uzorci koji su ostavljeni na zraku su stavljeni na ekstrakciju nakon 30, 60, 90, 120 i 180 min. U 5 uzoraka nije dodato ništa, a u drugih 5 dodato je domaće jabukovo sirće kao inhibitor (u količini od 0,15 ml).

## METODE ZA ODREĐIVANJE FIZIKALNO-HEMIJSKIH SVOJSTAVA

Nakon što je uzorak pripremljen, određivane su fizikalno-hemijske karakteristike kaše i soka jabuke. Od fizikalno-hemijskih svojstava određivane su: pH vrijednost, ukupni šećeri (po Brix-u) i suha tvar (po Abbe-u) [20]. Vrijednost pH je određivana u kaši i u soku jabuke nakon mljevenja. Mjerenje je vršeno pH-metrom sa staklenom elektrodom.

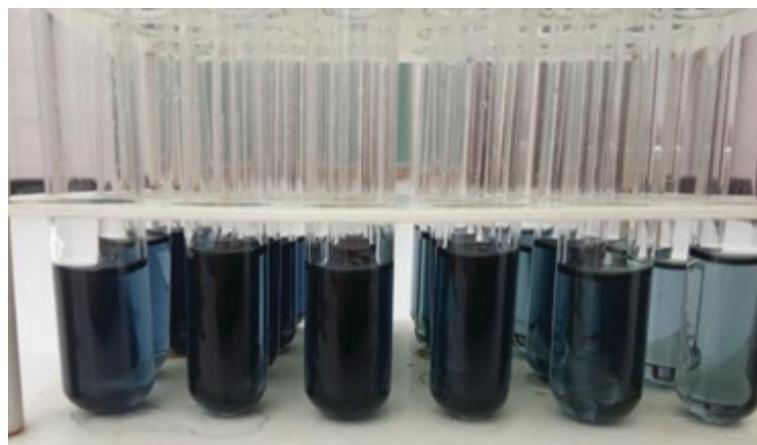
## SPEKTROFOTOMETRIJSKE METODE

### Metoda za određivanje sadržaja polifenola – Folin Ciocalteu

Postupak određivanja ukupnih fenola sastojao se od izrade baždarnog dijagrama i određivanja masenog udjela ekvivalenta galne kiseline (GAE) tj. polifenola u ekstraktima jabuke. Za izradu baždarnog pravca, potrebna je standardna otopina galne kiseline. U tikvici od 100 ml otopljeno je 30 mg galne kiseline, najprije u malo destilovane vode, zatim dopunjeno do oznake i ponovo promiješano. Pripremljeno je 5 x 10 ml tikvica u kojima su napravljene osnovne otopine galne kiseline različitih koncentracija. U svaku tikvicu dati su volumen otopine galne kiseline i voda do oznake. U epruvetama su zatim pripremljeni uzorci za mjerenje apsorbance za baždarni pravac. FC reagens je pripremljen korištenjem FC otopine i destilovane vode 1 : 10. Pripremljene su dvije slijepе probe, i to: 0,2 ml destilovane vode + 2,54 ml FC reagensa + 0,42 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Izvršeno je miješanje i probe su ostavljene da stoje sat vremena, nakon čega je izvršeno spektrofotometrijsko mjerenje [22].

### Priprema uzorka za određivanje polifenola:

Odmjeri se po 0,2 ml uzorka, doda 2,5 ml FC reagensa i 0,42 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Pomiješa se, pusti da stoji 1h, zatim se doda 910 µl destilovane vode, izlije u kivetu i izmjeri apsorbanca. [20] Za sva mjerenja se vrše tri probe. Na Slici 4. „Intenzitet obojenja pripremljenih uzoraka za određivanje polifenola“ se vidi intenzitet obojenja uzoraka nakon pripreme uzoraka, te se već na osnovu obojenja može vidjeti da je sadržaj polifenola u ekstraktu visok.



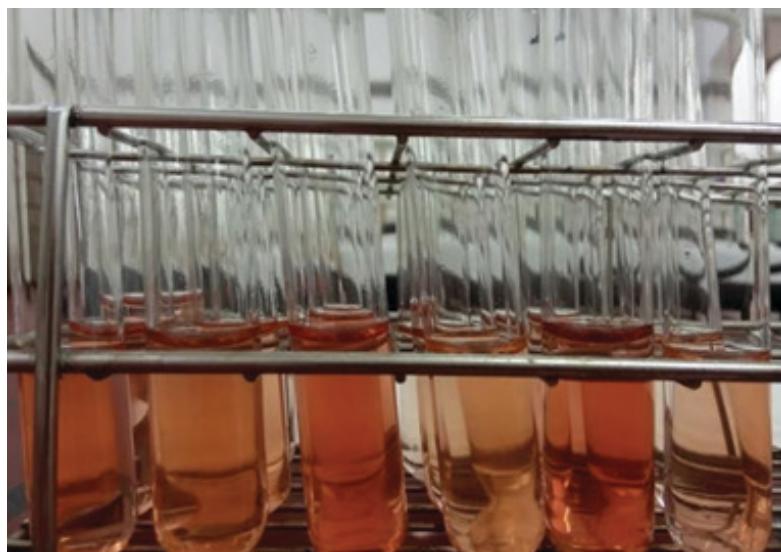
Slika 4. Intenzitet obojenja pripremljenih uzoraka za određivanje polifenola

#### *Metoda za određivanje sadržaja flavonoida*

Postupak određivanja flavonoida sastoja se od izrade baždarnog dijagrama i određivanja masenog udjela flavonoida, tj. ekvivalenta katehina u ekstraktima jabuke. Za izradu baždarnog pravca, potreban je standardni rastvor za katehin-hidrat, 50 mg katehin-hidrata se odvaže i u tirkvici od 100 ml najprije rastvori sa malo metanola, a potom dopuni do oznake. Potrebno je pripremiti 5 uzoraka sa različitim koncentracijama standardnog rastvora i dopuniti metanolom do oznake. U tako pripremljenom uzorku potrebno je očitati apsorbance za baždarni pravac [20].

#### *Postupak određivanja ukupnih flavonoida u ekstraktu sračunatih na katehin:*

Zapremina ekstrakta od 1 ml je rastvorena u 9 ml metanola. Razrijedjeni uzorak se pipetom prenese u epruvetu i doda 0,3 ml 5% NaNO<sub>2</sub>, zatim se poslije 5 minuta doda 0,3 ml 10% AlCl<sub>3</sub> i nakon isteka 6 minuta doda se 2 ml NaOH. Epruveta se dopuni destilovanom vodom do ukupne zapremine od 10 ml. Sadržaj epruvete se izmiješa i na spektrofotometru se mjeri apsorbanca na talasnoj dužini  $\lambda=510$  nm [20]. Na osnovu izmjerenih apsorbanci, konstruisan je dijagram zavisnosti apsorbanci od koncentracije katehina. Dobijena jednačina pravca je korištena za izračunavanje sadržaja ukupnih flavonoida sračunatih na katehin. Na Slici 5 „Intenzitet obojenja pripremljenih uzoraka za određivanje flavonoida“ se vidi intenzitet obojenja uzoraka.



Slika 5. Intenzitet obojenja pripremljenih uzoraka za određivanje flavonoida

#### *Metoda za određivanje sadržaja antocijana*

##### *Priprema pufera*

1. Kalijev hloridni pufer pH 1,0 (kalij-hlorid 0,025 M)

Priprema: u plastičnoj lađici za vaganje odvaže se 1,86 g kalijeva hlorida. Izvagani kalijev hlorid se kvanti-

tativno prenese u staklenu čašu volumena 1L gdje se otopi u deioniziranoj vodi. Čaša se nadopuni deioniziranom vodom do 1L. Nakon toga se pripremljenoj otopini izmjeri pH i podesi na vrijednost 1,0 ( $\pm 0,05$ ) s HCl-om (37% HCl). Kada se pH vrijednosti otopine podesi na pH 1,0 pripremljena otopina se prebací u flašu koja je prethodno dobro isprana deioniziranom vodom [23].

## 2. Natrijev acetatni pufer 4,5 (natrijev-acetat, 0,4 M)

Priprema: U staklenoj čaši volumena 100 ml odvaže se 54,43 g natrijeva acetata trihidrata ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), koji se kvantitativno prenese u staklenu čašu volumena 1 l, koja se prije upotrebe dobro ispere deioniziranom vodom, te se doda 960 ml deionizirane vode i odvaga se otopi. Pripremljenoj se otopini izmjeri pH, i podesi na vrijednost 4,5 ( $\pm 0,05$ ) s HCl-om (37% HCl). Kad je otopina podešena na pH 4,5, prebací se u odmjernu tikvicu volumena 1 l, koja se prije upotrebe dobro ispere, te do oznake nadopuni deioniziranom vodom [23].

### Postupak određivanja sadržaja antocijana:

Reakcija se izvodi u epruvetama na način da se za mjerjenje jednog uzorka pripreme dvije epruvete. U svaku se pipetira po 0,5 ml pripremljenog ekstrakta, a potom se u jednu epruvetu doda 2 mL pufera pH 1,0, a u drugu 2 mL pufera 4,5. Nakon 20 minuta, pripremljenim reakcijskim otopinama, mjeri se apsorbancija pri 520 nm i 700 nm. Kao slijepa proba korišteni su pufer pH 1 i pufer pH 4,5 [23].

Proračun:

Koncentracija monomernih antocijana u uzorku izračunava se kao ekvivalent cijanidin-3-glukozida (mg/l) prema formuli:

$$C = \frac{A \cdot MW \cdot DF \cdot 10^3}{\epsilon \cdot L} \quad (1)$$

gdje je:

$$A = (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH=1} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH=4.5} \quad (2)$$

Pri čemu je: MW - molekulska masa za cijanidin-3-glukozid 449,2 g/mol, DF – faktor razrjeđenja, 1000- faktor za preračunavanjeg u mg,  $\epsilon$  - molarni apsorpcijski ekstinkcijski koeficijent za cijanidin-3-glukozid 26900  $\text{Lmol}^{-1}\text{cm}^{-1}$ , L - debljina kivete (1 cm)

## REZULTATI I DISKUSIJA

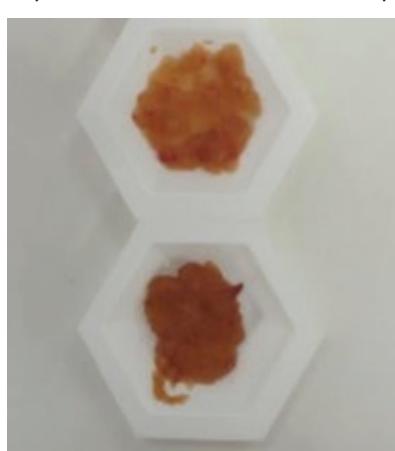
U nastavku rada prikazani su rezultati određivanja fizikalno-hemijskih svojstava i spektrofotometrijskog određivanja ukupnih polifenola, flavonoida i antocijana. Uvidom u dostupnu literaturu, nisu pronađeni podaci o sadržaju polifenola, flavonoida i antocijana za jabuku *Stark rana*, ali su pronađeni za sortu *Stark delicious* ( $76,65 \pm 2,92$ ) [27].

### FIZIKALNO-HEMIJSKA SVOJSTVA

Pored pH vrijednosti, određivani su i ukupni šećeri po Brix-u i ta vrijednost iznosi 11,65%. Prema Pravilniku o voćnim sokovima i određenim srodnim proizvodima namenjenim za ljudsku upotrebu [24], minimalne vrijednosti Brix-a za jabuku iznose 10%, što znači da je sadržaj ukupnih šećera zadovoljavajući. Sadržaj ukupne suhe tvari u analiziranom

uzorku jabuke pa Abbe-u [20] je iznosio 11,75%, što je takođe zadovoljavajuća vrijednost prema Pravilniku [24]. Izmjerena srednja pH vrijednost kaše iznosila je 3,52 a pH soka 3,62 i, prema tome, jabuka spada u kisele sorte [24].

Boja uzorka je praćena vizuelno, te se na slici 6 mogu vidjeti uzorci sa jabukovim sirćetom kao inhibitorom te uzorak bez inhibitora nakon 180 minuta stajanja na zraku i na sobnoj temperaturi. Primijeti se značajna razlika u intenzitetu posmeđivanja kod uzorka sa i bez dodatka inhibitora.



Slika 6 Poređenje boje sa i bez inhibitora nakon 180 minuta: 1 – uzorak sa dodatkom jabukovog sirćeta, 2 – uzorak bez inhibitora

## ODREDIVANJE SADRŽAJA UKUPNIH POLIFENOLA I FLAVONOIDA

U cilju određivanja nepoznate koncentracije ukupnih polifenola i flavonoida u ekstraktima jabuke, bilo je potrebno izraditi baždarne dijagrame, gdje su u slučaju polifenola računati ekvivalenti galne kiseline, a u slučaju flavonoida, ekvivalenti katehina. Preračunavanje koncentracije za uzorke polifenola u ekvivalente galne kiseline (GAE) se vršilo iz fitovane jednačine pravca:  $y = 0,0048x + 0,022$ , pri čemu je  $R^2 = 0,99$ . Jednačina pravca za preračunavanje koncentracije flavonoida u ekvivalente katehina ima oblik:  $y = 2,7744x + 0,0037$  ( $R^2 = 0,99$ ).

### SADRŽAJ POLIFENOLA

U Tabeli 1. prikazani su rezultati spektrofotometrijskog određivanja ukupnih polifenola u ekstraktima jabuke sa i bez dodatka inhibitora u određenim vremenskim intervalima. Kao što se vidi u istoj tabeli, sadržaj polifenola na početku iznosi  $361,49 \pm 88,96$  mg GAE/100g jabuke.

Tabela 1. Sadržaj polifenola

Sadržaj polifenola [mg GAE/100g jabuke]		
Vrijeme (min)	Bez dodatka inhibitora	Sa dodatkom inhibitora
0	$361,49 \pm 88,96$	$361,49 \pm 88,96$
30	$250,41 \pm 6,79$	$233,40 \pm 1,45$
60	$206,96 \pm 10,30$	$204,49 \pm 7,07$
90	$208,31 \pm 6,67$	$223,92 \pm 20,59$
120	$207,23 \pm 6,16$	$213,07 \pm 6,10$
180	$173,19 \pm 1,63$	$193,35 \pm 12,61$

U radu Wolfe i saradnici [25] se vršilo istraživanje sadržaja polifenola, te su vrijednosti u 100 g jabuka iznosile za: *Rome beauty* 159,0; *Golden Delicious* 129,7; *Idared* 120,1; *Cortland* 119,0 mg GAE/100g jabuke. U radu Morresi i saradnici [27] je ispitivan sadržaj polifenola u 11 sorti jabuka (*Gelata*, *Pietra*, *Verdona*, *Golden Delicious*, *Stark Delicious*, *Rosa 101*, *Gentile*, *Rosa Fragola*, *Limoncella*, *Muso di Bue*, *Calville White Winter*) te je sadržaj polifenola bi u rangu 8,2 – 360,75 mg GAE/100g [27]. Na osnovu ovih vrijednosti se može vidjeti da je sadržaj polifenola u uzorcima jabuke *Stark rana* značajno veći od sadržaja u komercijalnim vrstama. Sa dodatkom inhibitora, količina polifenola je snižena za 46,5% dok je ta vrijednost bez inhibitora iznosila 52%. Pronađena je pozitivna veza između sadržaja polifenola i antioksidativne aktivnosti u jabukama [26]. Kada se jabuke analiziraju kao izvor polifenola, potrebno je napomenuti da, iako se u kori generalno nalazi veći sadržaj polifenola, meso ploda je značajniji izvor, jer se u komercijalne svrhe za preradu često odstranjuje kora (koja predstavlja oko 10% cijelog ploda), te bi se fokus trebao staviti na sorte koje imaju veću količinu polifenola u mesu [25]. Vitamin C u jabukama je odgovoran za manje od 0,4% aktioksidativne aktivnosti, što pokazuje da drugi faktori poput polifenola doprinose u značajnoj mjeri zdravstvenim benefitima jabuka [25].

Sadržaj polifenola u jabuci *Stark rana* je visok u odnosu na poznate i ispitivane sorte, dijelom zbog genetičkih svojstava, dijelom zbog slobodnog uzgoja i odsustva pesticida i ostalih hemikalija. Ova sorta jabuke, na osnovu dobivenih podataka ima visok potencijal za daljnja istraživanja. Npr., potrebno bi bilo istražiti kinetiku posmeđivanja sa i bez dodatka jabukovog sirćeta kao inhibitora.

### SADRŽAJ FLAVONOIDA

U Tabeli 2. prikazani su rezultati određivanja ukupnih flavonoida u uzorcima sa i bez dodatka inhibitora u određenim vremenskim intervalima. Dobijena vrijednost sadržaja flavonoida na početku iznosi 3,44 mg ekvivalenta katehina / 100g jabuke, koji je sa inhibitorom nakon 180 minuta smanjen na 1,69 mg, dok je bez inhibitora vrijednost nakon 180 minuta iznosila 1,48 mg ekvivalenta katehina / 100g jabuke.

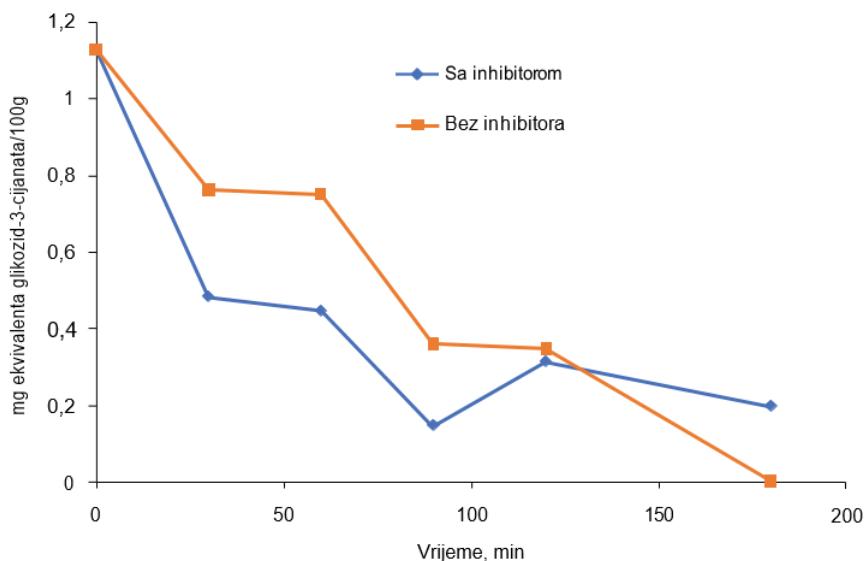
Tabela 2. Sadržaj flavonoida

Vrijeme (min)	Sadržaj flavonoida [mg katehin ekvivalenta/100g jabuke]	
	Bez dodatka inhibitora	Sa dodatkom inhibitorom
0	3,44±0,13	3,44±0,13
30	1,95±0,25	2,90±0,02
60	1,61±0,09	2,00±0,03
90	1,94±0,09	1,86±0,16
120	1,84±0,11	1,74±0,02
180	1,70±0,05	1,48±0,06

Prema istraživanju Wolfe [25], u kojem je takođe izvršena i analiza sadržaja flavonoida metodom određivanja ekvivalenta katehina, dobijeni rezultati u ovom radu su značajno veći: 77,1, 61, 55,8 i 50 mg katehin ekvivalenta / 100g za jabuke *Rome Beauty*, *Golden Delicious*, *Idared*, *Cortland* respektivno. U slučaju flavonoida, sa dodatkom inhibitora izgubljeno je 50,8% od ukupne količine, dok je bez inhibitora izgubljeno 57%. Vrijednosti za sadržaj flavonoida je takođe potrebno dodatno ispitati, jer visok sadržaj polifenola ukazuje na viši sadržaj ostalih biološki aktivnih komponenti, te provjeriti da li je sadržaj flavonoida zaista mnogo niži od sorti ispitivanih u drugim istraživanjima. Također, kako je ranije navedeno, jabuke koje su korištene za istraživanje ubrane su u stadiju maksimalne zrelosti, što vjerovatno dodatno utiče na sadržaj flavonoida, a trebalo bi ovo dalje ispitati.

#### SADRŽAJ ANTOCIJANA

Kao uzorak je korištena cijela jabuka, uključujući i koru. Pretpostavka je da je u uzorcima za pripremu ekstrakta oko 10% kore jabuke. Razlog korištenja cijelog ploda je činjenica da se najveći sadržaj antocijana upravo nalazi u kori ploda. Uvidom u literaturu, istraživači su vršili ispitivanja na različite načine. Neki od istraživača su vršili ispitivanja kore ploda jabuke na sadržaj antocijana, dok su neki istraživači koristili i koru i meso ploda. Prema istraživanju Wolfe i saradnika [25], određivan je sadržaj antocijana kore, odnosno kora + meso ploda. Dobijeni rezultati su: za *Idared* 26,8, *Cortland* 8,4, te *Rome Beauty* 2,1 mg/100g. Početni sadržaj antocijana u mješovitom uzorku (10–15% kore) jabuke *Stark rana* je iznosio 1,1313 mg ekvivalenta glikozid-3- cijanata/100g. U poređenju sa uzorkom kore jabuke sorte Rimske ljepotica, koja je izgledom najsličnija, može se primijetiti da je i sadržaj antocijana veći od sadržaja u komercijalnim sortama crvene boje. Sadržaj antocijana sa dodatkom inhibitora je smanjen za 82,65%, a bez inhibitora smanjen je za 69,5% u odnosu na početni sadržaj. Smanjenje sadržaja antocijana se može vizuelno primijetiti na Dijagramu 1. Može se primijetiti da jabukovo sirće kao inhibitor nema povoljan uticaj na sadržaj antocijana, te ih vremenom degradira. Ovu tvrdnju bi trebalo detaljnije ispitati izvođenjem dodatnih hemijskih analiza.



Dijagram 1. Promjena sadržaja antocijana u uzorku bez i sa dodatkom inhibitora

Kako se vidi na Dijagramu 1, promjena sadržaja antocijana je znatno manja u uzorku sa dodatkom inhibitora do 90 minuta, nakon čega vrijednost sadržaja naglo pada na vrijednost „0”. Ovakvi rezultati bi mogli navesti na zaključak da sirće kao inhibitor nakon određenog vremena djelovanja i uz kombinaciju ostalih faktora (prisustvo kisika), dovodi do totalne razgradnje antocijana, što u svakom slučaju nije poželjno. Budući da antocijani spadaju u skupinu flavonoida, ove rezultate je takođe potrebno dalje ispitati, međutim, ispitivanje vršiti samo na uzorku kore jabuka, kao i dodatna istraživanja uticaja inhibitora na enzimsko posmeđivanje.

Uvidom u dostupnu literaturu može se primijetiti da neke organske kiseline posjeduju sposobnost inhibiranja enzima polifenol-oksidaze. Međutim, jabukovo sirće, odnosno sirćetna kiselina do sada nisu ispitivani kao inhibitori. U ovom radu pokazano je da bez obzira na uticaj na organoleptička svojstva proizvoda jabukovo sirće, odnosno sirćetna kiselina, posjeduje sposobnost inhibiranja enzima polifenol-oksidaze. U procesu prerade jabuke u proizvode, udio jabučnog sirčeta bi uzrokovao promjene, međutim, primjena se može naći u toku procesa prikupljanja i skladištenja sirovih jabuka koje imaju fizička oštećenja, pri čemu bi se promjene na takvim plodovima privremeno zaustavile ili usporile.

## ZAKLJUČCI

U ovom radu je ispitana uticaj domaćeg jabukovog sirčeta kao inhibitora na smanjenje sadržaja biološki aktivnih komponenti u jabuci uslijed reakcije enzimskog posmeđivanja.

Ispitivanje je vršeno na sorti jabuke *Stark rana*. Uvidom u dostupnu literaturu nisu pronađeni podaci o sadržaju biološki aktivnih komponenti u ovoj sorti jabuke, a koje su predmet ovog istraživanja.

Na osnovu izmjerene pH vrijednosti, ova sorta spada u kisele sorte, te je zadovoljavajuće kvalitete u pogledu sadržaja suhe materije i reducirajućih šećera.

Također, uvidom u dostupnu literaturu, fokus većine istraživanja je na komercijalnim sortama jabuke, tako da ovo istraživanje daje podatke koji mogu poslužiti u novim istraživanjima vezanim za nutritivna i antioksidativna svojstva ove sorte jabuke.

U sorti jabuke *Stark rana* sadržaj polifenola iznosi 361,49 mg GAE/100g, što je visok sadržaj u poređenju sa komercijalnim sortama.

Dodatkom inhibitora, količina polifenola je snižena za 46,5%, dok je ta vrijednost bez inhibitora iznosila 52% za 180 minuta. Za isto vrijeme u slučaju flavonoida, uz dodatak inhibitora izgubljeno je 50,8% od ukupne količine, dok je bez inhibitora izgubljeno 57%. Na osnovu prikazanih rezultata, može se vidjeti da jabukovo sirće ima značajni uticaj na smanjenje degradativnih promjena i sadržaja polifenola i flavonoida.

Sadržaj antocijana u ovoj sorti jabuke je relativno visok i iznosi 1,13 mg ekvivalenta glikozid-3-cijanata/100g. Sadržaj antocijana sa dodatkom inhibitora je smanjen za 82,65%, dok je bez inhibitora smanjen za 69,5%. Ove promjene se odnose na vrijeme trajanja od 90 minuta, nakon čega dolazi do totalne razgradnje antocijana, što ukazuje na to da je sirće kao inhibitor u ovom slučaju nepoželjno.

Potrebno je vršiti dalje ispitivanje jer na osnovu sadržaja ukupnih fenola, ova sorta jabuke ima značajnu količinu biološki aktivnih komponenti, te svakako provjeriti sadržaje flavonoida i antocijana.

U budućim istraživanjima bi trebalo izvršiti određivanje antioksidativnog kapaciteta ove vrste jabuke, jer udio polifenola ima značajan uticaj na antioksidativni kapacitet, te bi jabuka *Stark rana* mogla biti odličan izvor antioksidanasa u prehrani. Ovo istraživanje također može dati osnovne informacije za skladištenje i dalje procesiranje jabuke *Stark rana*.

## LITERATURA

1. Kukrić Z., Jašić M., Samelak I. *Biohemija hrane, Biološki aktivne komponente*. Banja Luka: Tehnološki fakultet UNBL, Tehnološki fakultet UNTZ, 2013.
2. Plinova HR. (23. avgust 2020). Plinova HR. Preuzeto od [[http://pinova.hr/hr\\_HR/baza\\_znanja/vocarstvo/vocnevrste/jabuka/ljetne-sorte\\_jabuke?fbclid=IwAR3q\\_jN0pUyZETV5kZLx3WkHcj6PdqNwzzleBUqEkiokJcYg39tPwqeRDUE](http://pinova.hr/hr_HR/baza_znanja/vocarstvo/vocnevrste/jabuka/ljetne-sorte_jabuke?fbclid=IwAR3q_jN0pUyZETV5kZLx3WkHcj6PdqNwzzleBUqEkiokJcYg39tPwqeRDUE)].
3. Jašić, M. *Biološki aktivne komponente hrane*, Modul drugi. *Antioksidansi i slobodni radikali*. Univerzitet u Tuzli 2017.
4. Nicolas J. J., Richard-Forget F., Goupy P., Amiot M. J., Aubert S. *Enzymatic browning reactions in apple and apple products*. C.R.C., Critical Review Food Science Nutrition, 34, 109- 157, 1994.
5. Bušić N., *Enzimsko posmedivanje jabuka*, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2015. MB: 3554/10.
6. Agroklub. (23. avgust 2020). Agroklub. Preuzeto od [<https://www.agroklub.com/vocarstvo/razvoj-crvene-boje-na-jabukama/7348/>].
7. Kazazić SP: *Antioksidacijsko i antiradikalna aktivnost flavonoida*; Institut „Ruđera Boškovića“ Zagreb, 2004.
8. ExPASy, (01. Septembar 2020) *ExPASy Bioinformatics Web Portal*, Preuzeto od [<https://enzyme.expasy.org/EC/1.14.18.1>]
9. Murata M, Kurokami, C, Homma S: *Purification and some properties od chlorogenic acid oxidase from apple (Malus pumila)*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 56:1705-1710, 1992.
10. Večernji.hr (17. Septembar 2020.) Preuzeto od [<https://blog.vecernji.hr/silvija-kolar-fodor/najbolje-rane-jabuke-11155>].
11. Jakobek L, Barron AR. *Ancient apple varieties from Croatia as a source of bioactive polyphenolic compounds*. Journal of Food Composition and Analysis, 2016. Feb 1;45:9-15
12. Kader A, *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, University of California, Division of Agriculture and Natural resources, 1992.
13. Podravka, (6. septembar 2020) *Podravka HR*. Preuzeto od [<https://www.podravka.hr/namirnica/46/jabuka/> ].
14. Albach R.F., Redman G.H., Cruse R.R.: *Annual and seasonal changes in naringin concentration of ruby red grapefruit juice*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1981. 29: 808-811.
15. Komthong P, Katoh T, Igura N and Shimoda M: *Changes in odours of apple juice during enzymatic browning*. Food Quality and Reference 17:497–504, 2006.
16. Šubarić D., *Inhibicija polifenol-oksidaze u svrhu sprječavanja enzimskog posmeđivanja*. Doktorski rad. Prehrambeno-biotehnološki fakultet u Zagrebu, 2-39, 1999.
17. Lozano JE: *Fruit manufacturing. Scientific basis, engineering properties and deteriorative reactions of technological importance*. Springer, New York, 2006.
18. Piližota V, Šubarić D: *Control of enzymatic browning of foods*, Food Technol. Biotechnol. 36: 219-227, 1998.
19. Gracia E, Barrett DM: *Preservative treatments for fresh-cut Fruits and Vegetables*. U Fresh-cut Fruits and Vegetables, ur. Olusola Lamikanra, CRC Press, Boca Raton, 267-303, 2002.
20. Milicevic, Dijana. *Determination of the phenolic substances in some fruits and its stability in fruit juices and model solutions..* PhD Thesis. Tehnološki fakultet, Univerzitet u Tuzli. 2005.
21. Beemed. (23. Avgust 2020). *Beemed*. Preuzeto od [<http://www.beemed.ba/domace-jabukovo-sirce>]
22. Dewanto, V.; Wu, X.; Adom, K. K.; Liu, R. H. *Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity*. J. Agric. Food Chem. 2002, 50, 3010-3014.
23. Giusti MM, Wrolstad RE. *Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry*. 2001. Apr(1):F1-2.
24. Pravilnik o izmenama Pravilnika o voćnim sokovima i određenim srodnim proizvodima namenjenim za ljudsku upotrebu: „Službeni glasnik RS“, broj 94/2019-80/153.
25. Wolfe K, Wu X, Liu RH. *Antioxidant activity of apple peels*. Journal of agricultural and food chemistry.

2003. Jan 29;51(3):609-14.
- 26. Liu, R. H.; Eberhardt, M. V.; Lee, C. Y. *Antioxidant and antiproliferative activites of selected New York apple cultivars*. N. Y. Fruit Q. 2001, 9, 15-17.
  - 27. Morresi, C.; Cianfruglia, L.; Armeni, T.; et al. *Polyphenolic compounds and nutraceutical properties of old and new apple cultivars*. Journal of food biochemistry. December 2018. Volume 42, Issue 6. e12641
  - 28. Milešević, Marina. *Određivanje ukupnih fenola i antioksidacijskog kapaciteta u četiri sorte jabuka*, diplomski rad, preddiplomski, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb. 2014.
  - 29. Podsedek, A.; Wilska-Jeska, J.; Anders, B.; Markowski, J. *Compositional characterisation of some apple varieties*. Eur. Food Res. Technol. 2000, 210, 268-272.

## CHANGE OF CONTENT OF TOTAL PHENOLS, FLAVONOIDS AND ANTHOCYANINS IN STARK EARLIEST APPLE VARIETY WITH AND WITHOUT INHIBITORS

Authors: EMINA EMINOVIĆ, Maja Klimentić

e-mail: eminaeminovic998@gmail.com

Mentor: Assist. Prof. Edisa Papraćanin

Faculty of Technology, University of Tuzla

**Introduction:** The content of total phenols, flavonoids and anthocyanins in fruit is an important property, which is related to the antioxidant capacity. The apples used in this research have not been treated with preservatives such as pesticides. Also, the visual color change was monitored for both cases. Domestic apple cider vinegar was used as an inhibitor. The apples used for the research were harvested at the moment of the maximum stage of maturity and all measurements were performed immediately after the sample preparation, then after 30, 60, 90, 120 and 180 minutes.

**Aim:** Analysis of the contents of bioactive components with and without the inhibitor at various times in order to investigate the change in the content of these components due to the action of the Polyphenol Oxidase enzyme.

**Material and Methods:** A chemical analysis and spectrophotometric measurements of the content of total phenols, flavonoids and anthocyanins in the Stark Earliest apple variety at different time intervals with and without the addition of inhibitors were conducted. Standard methods for these compounds have been used, along with standard methods for physical and chemical properties of the samples.

**Results:** The value of the initial phenol content was 361.49 mg GAE/100g apple, while this value without an inhibitor after 180 minutes was 173.19 mg GAE/100g apple and with the addition of inhibitors it was 193.35 mg GAE/100g apple.

**Conclusion:** The apple variety used for the research has a very high content of total phenols compared to commercial apple varieties (the highest value was measured for Pink Cripps, 251.08 mg GAE/100g apple). The conducted research can be used to examine the processes that take place during the storage and processing of this apple variety.

**Keywords:** total phenol content; flavonoids; anthocyanins; inhibition; Stark Earliest apple; enzymatic browning

**IN VITRO ОГЛЕД ЕФИКАСНОСТИ ПИРОФИЛИТА У ИНХИБИЦИЈИ РАСТА МИЦЕЛИЈЕ  
ИЗОЛАТА *ALTERNARIA ALTERNATA* (FR.) KEISSEL. ИЗ КУКУРУЗА**

Аутори: КОНДИЋ АЛЕКСАНДАР, Ђекановић Зорана, Вакић Мишаела

e-mail: aleksandar.kondic@student.agro.unibl.org

Ментор: Проф. др Душка Делић

Пољопривредни факултет Универзитета у Бањој Луци

**Апстракт:** Визуелним прегледом узорака листа кукуруза са локалитета Шамац уочени су симптоми у виду хлорозе са црним пјегама. Прелиминарна изолација је извршена засијавањем лисног ткива на кромпир декстрозну подлогу (КДА), што је пратила инкубација од 5 дана на 26°C. За добијање чистих култура, пресијавање се извршило на: *V8 juice agar*, *PCA*, *Oatmeal agar*, *Cornmeal agar*, *PSA*, *ATTC*. На свакој подлози посматране су макроскопске и микроскопске карактеристике гљиве под стерео микроскопом и идентификација до нивоа врсте вршена је према кључу за *Alternaria* врсте описаној у Ellis 1971. Један од главних циљева рада био је да се испита антифунгална ефикасност пирофилита, алуминијум силикатног минерала из рудника Парсовићи – Коњиц. Оглед је постављен тако да су три фракције пирофилита (<100µm, -53µm, 0-2µm) са три концентрације (16%; 8%; 4%) додане у КДА храњиву подлогу на коју је засијавана колонија гљиве. Као позитивна контрола служила је засијана КДА подлога без додатог пирофилита. Мјерење раста вршено је након 48 сати, 5 дана и 8 дана. Патогеност добијеног изолата испитивана је вјештачком инокулацијом мицелијске суспензије у пазух листа кукуруза у B4 фази. За молекуларну потврду идентитета изолата екстракција ДНК извршена је из ваздушне мицелије сакупљене директно са седам дана старих колонија одгајаних на V8 и PCA подлогама, кориштењем *DNAeasy Plant Mini Kit* (Qiagen, Hilden, Germany). ДНК је даље анализирана у ланчаној реакцији полимеразе (*Polymerase chain reaction*) са два сета прајмера који амплификују ITS регион. Подлога са најбољим порастом и најмањом контаминацијом била је V8, а PCA се показала као најбоља подлога за спорулацију гљиве. Најбоља ефикасност пирофилита у инхибицији раста мицелије и спорулацији добијена је са фракцијом -53µm у концентрацији од 4%. Након 10 дана од инокулације, уочени су карактеристични симптоми у виду црних пјега неправилног облика на листу тест биљака кукуруза. Реизолацијом на КДА подлогу су добијене црне ваздушне мицелије, микроскопирањем је уочено присуство хламидиоспора карактеристичних за *Alternaria alternata*. Визуализацијом PCR продукта установљено је присуство фрагмената очекиване величине. Добијени резултати указују на позитивно дејство пирофилита као природног материјала на инхибицију *A. alternata*.

**Кључне ријечи:** Гљива, храњиве подлоге; алуминијум силикат; молекуларна идентификација; тест патогености.

**IN VITRO TRIAL OF ANTIFUNGAL EFFECT USING PYROPHYLLITE AGAINST ALTERNARIA  
ALTERNATA (FR.) KEISL. ISOLATE FROM MAIZE**

Authors: ALEKSANDAR KONDIĆ, Zorana Đekanović, Mišaela Vakić

e-mail: aleksandar.kondic@student.agro.unibl.org

Mentor: Prof. Duška Delić

Faculty of Agriculture, University in Banja Luka

**Abstract:** Maize leaves displaying chlorosis and brown spots were observed in a field in Šamac. Symptomatic leaves were sampled and the leaf discs were plated on potato dextrose agar (PDA) medium and incubated at 26°C for 5 days, after which they were replated in order to obtain a pure culture. Several culture media were used, such as V8 juice agar, PCA, Oatmeal agar, Cornmeal agar, PSA and ATTC. Macroscopic and microscopic identification of all isolates up to the species level was made under a stereo microscope and identification at the species level was performed according to Alternaria conidial characteristics using the Ellis Alternaria key. One of the main objectives was to do an in vitro trial of antifungal efficacy of pyrophyllite, which is an aluminium silicate mineral compound. For this purpose, three fractions of pyrophyllite (100µm, -53µm, 0,2µm) from the Parsovići-Konjic Mine, in three concentrations (16%; 8%; 4%), were added to PDA plated with the fungi. Pure PDA without pyrophyllite was used for control. Mycelia development was measured after 48 hours, 5 days and 8 days. Pathogenicity test was carried out on corn plants in the V4 growth stage. The DNA extraction was done using DNEasy Plant Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany). DNA samples were amplified using two sets of primers which amplify the ITS region. The V8 medium proved to be the best for mycelial growth while PCA proved to be the best for sporulation. The best efficacy of pyrophyllite was obtained by fraction -53µm in the 4% concentration. Ten days after the inoculation, characteristic symptoms in the form of black spots were observed on the leaves of test plants. Black mycelia were observed after reisolation on PDA medium. The presence of chlamydospores, characteristic of *Alternaria alternata*, was observed under the microscope. Visualization of the PCR product revealed the presence of fragments of the expected size. The obtained results indicate a positive effect of pyrophyllite as a natural mineral to the inhibition of *A. alternata*.

**Keywords:** fungi; nutrient mediums; aluminium silicate; molecular identification; pathogenicity test

**ISPITIVANJE EFIKASNOSTI PIROFILITA U SUZBIJANJU  
*FUSARIUM OXYSPORUM SNYD ET. HANS U KROMPIRU***

Autori: MIHAJLO VORUNA, Zorana Đekanović, Mariana Radulović

e-mail: mvoruna1612@gmail.com

Mentor: Prof. dr Duška Delić

Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

**Apstrakt:** *Fusarium oxysporum*, prouzrokovac „fuzarioznog uvenuća”, zauzima peto mjesto na listi gljiva prouzrokovaca biljnih bolesti po ekonomskom značaju. Značajne štete pričinjava u proizvodnji: paradajza, paprike, krompira, lubenica, dinja, cvijeća i mnogih drugih povrtarskih biljaka. Kao fakultativni patogen iz zemljišta, ima veoma snažnu saprofitsku aktivnost. Suzbijanje ovog patogena direktnim hemijskim mjerama nije pokazalo rezultat, dok je biološka kontrola slabo istražena. Najbolje rezultate je pokazao višegodišnji plodored. Upotreba prirodnih minerala postaje sve češća u poljoprivredi i cilj ovog rada je ispitivanje efikasnosti aluminijum silikata – pirofilita u suzbijanju *F. oxysporum* u krompiru. Čista kultura *F. oxysporum* je dobijena izolacijom iz zemljišta korišćenjem *Modified Nash and Snyder's Medium* (MNS podloge). U eksperimentu je korišćen pirofilit iz rudnika Parsovići – Konjic, promjera od 0–2 mm i 0–45 µm, koji je miješan sa supstratom u koncentracijama 0,5%, 5% i 10%. U supstrat su sađena okca krompira sorte Agria prethodno tretirana giberelinskom kiselinom. Nakon nicanja u fazi 6 listova, izvršena je inokulacija korišćenjem suspenzije *F. oxysporum* (isolate VS1), odgajan na KDA podlozi. Reakcija je praćena 75 dana od momenta inokulacije, pri čemu je vršeno mjerjenje nekroze na presjeku prizemnog dijela stabla. Radi boljeg poređenja, korištene su i kontrole inokulisanog krompira u supstratu bez pirofilita i kontrole krompira zasađenog sa različitim frakcijama u različitim koncentracijama, a koji nije inokulisan sa gljivom. Kao rezultat svih mjerjenja, najbolju efikasnost pokazala je frakcija pirofilita 0–2mm u koncentraciji 10%. Ovo je pilot istraživanje in vivo, gdje se pirofilit pokazao kao mineral koji ispoljava i antifungalno dejstvo. Svakako, trebalo bi da se ispita praktična i ekomska primjena pirofilita u poljoprivrednoj praksi u budućnosti.

**Ključne riječi:** Uvenuće; zemljište; patogen; Gradiška

## IN VIVO ASSESSMENT OF PYROPHYLLITE EFFICACY AGAINST FUSARIUM OXYSPORUM SNYD ET. HANS IN POTATO

Authors: MIHAJLO VORUNA, Zorana Đekanović, Mariana Radulović

e-mail: mvoruna1612@gmail.com

Mentor: Prof. Duška Delić

Faculty of Agriculture, University of Banja Luka

**Abstract:** Fusarium oxysporum, the cause of fusarium wilt, is in the fifth place on the lists of fungal pathogens which are most important economically. Severe damage of fusarium wilt is recorded in the production of tomatoes, peppers, potatoes, watermelons, melons, flowers and many other vegetable plants. Moreover, as a soil-borne facultative pathogen, it also develops strong saprophytic activity. Generally, there are no effective direct chemical measures against fusarium wilt, also the biological control of this pathogen is not satisfying and the best results are achieved by perennial crop rotations. The use of natural minerals is becoming more common in agriculture and the aim of this paper is to test the in vivo efficacy of aluminum silicate – pyrophyllite to inhibit F. oxysporum in potatoes. The pure culture of F. oxysporum was obtained by isolation from soil using Modified Nash and Snyder's Medium (MNSM). In this research, 0-2mm and 0-45µm pyrophyllite fractions from the Parsovići-Konjic Mine, mixed with a soil substrate in the concentrations of 0.5%, 5% and 10%, were used and potato buds of the cultivar Agria, previously treated with gibberellic acid, were planted. After germination in the phase of 6 leaves, inoculation was performed using the suspension F. oxysporum (isolate VS1), grown on PDA medium. The reaction was monitored for 75 days from the moment of inoculation in which the length of the necrosis on the root neck section was measured. For comparison, controls of potatoes planted and inoculated in a substrate without pyrophyllite and also planted with different fractions in different concentrations of pyrophyllite without fungus were used. As a result of all the measurements, the 0-2mm fraction proved to be the most efficient in a concentration of 10%. This pilot study of in vivo antifungal efficacy of pyrophyllite showed that the mineral could also be useful in antifungal action. The practical and economic application of pyrophyllite in agricultural practice should certainly be tested in the future.

**Keywords:** wilt; soil; pathogen; Gradiška

**KOMPARATIVNE KARAKTERISTIKE INTERSPECIES HIBRIDA VINOVE LOZE  
I SORTE RIZLING RAJNSKI U USLOVIMA BANJALUČKE REGIJE**

Autor: DANIJELA STARČEVIĆ

e-mail: danijela.starcevic.31@gmail.com

Mentor: Prof. dr Tatjana Jovanović Cvetković

Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

**Uvod:** Najnovije generacije interspecies hibrida vinove loze sve više pobuđuju pažnju proizvođača, posebno zbog povećane sigurnosti proizvodnje i smanjene upotrebe pesticida. Ekonomski efekt je evidentan, a dobijeni proizvod prati savremene svjetske trendove proizvodnje bezbjednosne hrane (Jovanović–Cvetković, 2018).

**Cilj rada:** Ispitivanje tehnoloških karakteristika tri sorte – Morava, Johanniter i Rizling rajnski u uslovima Banjalučke regije. Sorte Morava i Johanniter pripadaju grupi interspecies hibrida. Navedene sorte su upoređivane sa sortom Rizling rajnski, koja pripada sortama plemenite loze i predstavlja standard za komparaciju datih sorti. Težište istraživanja je stavljeno na ispitivanje rodnosti sorti, karakteristika grozda i bobica, kao i kvaliteta grožđa. Elementi mehaničkog sastava grozda i bobice su urađeni po metodici Prostoserdova (1946), a karakteristika grožđanog soka (%Brix-a, titrirljivog aciditeta i pH vrednosti) po zvaničnim OIV metodama.

**Zaključak:** Najmanju prosječnu masu grozda imala je sorta Johanniter (73,85 g), a najveću sorta Morava (128,61 g). U grožđanom soku je konstatovan relativno visok sadržaj šećera (22,1 %) kod sorti Johanniter i Rizling rajnski, i visok sadržaj šećera kod sorte Morava (25,93 %). Da bi se interspecies hibridi mogli gajiti, neophodno je, svakako, da su oni po svojim organoleptičkim karakteristikama, nutritivnim terapeutskim svojstvima apsolutno na nivou sorti *V. vinifera*. Po otpornosti prema nepovoljnim uslovima spoljne sredine i rezistentosti prema bolestima, interspecies hibridi treba da su na višem nivou od sorti plemenite loze.

**Ključne riječi:** Sorta; rodnost; grozd; grožđani sok.

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF INTERSPECIES HYBRIDS OF GRAPEVINE AND RIESLING RHINE VARIETIES IN THE CONDITIONS OF BANJA LUKA REGION

Author: DANIJELA STARČEVIĆ

e-mail: danijela.starcevic.31@gmail.com

Mentor: Prof. Tatjana Jovanović-Cvetković

Faculty of Agriculture, University of Banja Luka

**Abstract:** The latest generations of interspecies grapevine hybrids are increasingly attracting the attention of producers, especially due to the increased production safety and reduced use of pesticides. The economic effect is evident, and the obtained product follows modern world trends in the production of safe food (Jovanović - Cvetković, 2018).

The aim of this paper is to examine the technological characteristics of three varieties – Morava, Johanniter and Riesling Rhine – in the conditions of the Banja Luka region. The varieties Morava and Johanniter belong to the group of interspecies hybrids. The mentioned varieties were compared with the Riesling Rhine variety, which belongs to noble vine varieties and represents the standard for comparison of the given varieties. The focus of the research was on examining the yield of these varieties, the characteristics of grapes and berries, as well as the quality of grapes. The elements of mechanical composition of grapes and berries were made according to the method of Prostoserd (1946), and the characteristics of grape juice (% Brix, titratable acidity and pH value) according to official OIV methods.

The variety Johanniter has the lowest weight of grapes (73.85 g), and the variety Morava had the highest weight (128.61 g). The varieties Johanniter and Riesling Rhine had a relatively high sugar content in grape juice (22.1%), and the variety Morava had a high sugar content (25.93%).

In order for interspecies hybrids to be cultivated, it is necessary that their organoleptic characteristics, nutritional and therapeutic properties are absolutely at the level of *V. vinifera* varieties. In terms of resistance to adverse environmental conditions and disease resistance, interspecies hybrids should be at a higher level than tribal vine varieties.

**Keywords:** variety; fertility; bunch; grape juice

**PROIZVODNJA I SASTAV MLJEKA NA FARMI „JOKIĆ“  
TOKOM RAZLIČITIH KALENDARSKIH MJESECI**

Autor: DAVID JOKIĆ  
e-mail: david.jokic@hotmail.com  
Mentor: Prof. dr Stojan Jotanović  
Farma „Jokić“ Prnjavor  
Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

**Uvod:** Mljekarska proizvodnja predstavlja jednu od najvažnijih grana poljoprivrede. Samim tim, ide se ka unapređenju proizvodnje. Od ishrane, kao ključnog faktora za ispoljavanje genetičkog potencijala za proizvodnju mlijeka, zavisi i proizvodnja i sastav mlijeka. To se prvenstveno može primijetiti u različitim godišnjim dobima i kalendarskim mjesecima, kada promjene u ishrani dovode do značajnih odstupanja u količini i sastavu mlijeka.

**Cilj rada:** Da se prikaže količina i sastav mlijeka na farmi „Jokić“ tokom različitih kalendarskih mjeseci i da li sezona utiče na njih.

**Materijal i metode:** Korišteni su podaci prikupljeni prilikom redovne kontrole proizvodnosti koju sprovodi selekcijska služba i na osnovu evidencije koju vodi farma. Podaci o ukupnoj godišnjoj i prosječnoj dnevnoj proizvodnji mlijeka po kravi, kao i o prosječnom broju krava na muži uzeti su za cijelokupni ispitivanu period od 2008. do 2019. godine. Takođe su uzeti podaci o prosječnom sadržaju mlječne masti i proteina u mlijeku, kao i prosječna vrijednost njihovog međusobnog odnosa (odnos mlječna mast : proteini, OMP), zajedno sa proizvodnjom mlijeka u različitim kalendarskim mjesecima, uzeti su za period od 2008. do 2014. godine, dok za ostatak ispitivanog perioda takvi podaci nisu bili dostupni. Razlog za to je prestanak rada laboratorije za kontrolu sirovog mlijeka.

**Rezultati:** Uticaj sezone na proizvodnju i sastav mlijeka krava na farmi „Jokić“ bio je izražen u ljetnim mjesecima, kada je prosječna proizvodnja mlijeka imala opadajući trend, kao i količina masti i proteina u mlijeku.

**Zaključak:** Sezona je jedan od faktora koja utiče na količinu mlijeka i sadržaj hranjivih materija u njemu. Zato je potrebno poboljšati uslove u objektima za smještaj životinja, prije svega u pogledu ventilacije, kako bi se negativan uticaj visokih temperatura ambijenta i toplotnog stresa na proizvodnju mlijeka ublažio.

**Ključne riječi:** Mlijeko; sezona; kontrola mlječnosti; mast; protein.

## MILK PRODUCTION AND COMPOSITION ON JOKIĆ FARM DURING DIFFERENT CALENDAR MONTHS

Author: DAVID JOKIĆ  
e-mail:david.jokic@hotmail.com

Mentor: Prof. Stojan Jotanović  
Jokić Farm, Prnjavor  
Faculty of Agriculture, University of Banja Luka

**Introduction:** Dairy production is one of the most important branches of agriculture. Therefore, we are moving towards improving the production. The production and composition of milk depend on nutrition, which is a key factor for the manifestation of genetic potential for milk production. This can be observed primarily in different seasons and calendar months, when changes in nutrition lead to significant deviations in the amount and composition of milk.

**Aim:** To show the quantity and composition of milk on Jokić Farm during different calendar months and whether different seasons affect them.

**Material and Methods:** The data was collected during regular milk control conducted by the selection service, and based on records kept by the farm. The data on total annual and average daily milk production per cow, as well as the average number of cows milked was taken for the entire study period from 2008 to 2019. The data on the average amount of fat and protein in milk, the average value of their relationship (milk fat-to-protein ratio, FPR), as well as milk production in different calendar months was taken for the period from 2008 to 2014, while for the rest of the study period, this data was not available. The reason for this is the closure of the raw milk control laboratory.

**Results:** The influence of the season on the production and composition of cow's milk on Jokić Farm was expressed in the summer months, when the average milk production had a declining trend, as well as the amount of fat and protein in milk.

**Conclusion:** One of the factors that affect the amount of milk and the content of nutrients in it is the season, so it is necessary to improve conditions in animal housing, especially in terms of ventilation, in order to reduce negative effects of high ambient temperatures and heat stress on milk production.

**Keywords:** milk; season; milk control; fat; protein



СИР - Каталогизација у публикацији  
Народна и универзитетска библиотека  
Републике Српске, Бања Лука

63(082)

НАУЧНО-стручни скуп Студенти у сусрет науци - StES (13 ; Бања  
Лука ; 2020)

Biotehničke i poljoprivredne nauke : zbornik radova / 13. Naučno-  
stručni skup Studenti u susret nauci - StES 2020, Banja Luka 2020. =  
Biotechnical and Agricultural Sciences : proceedings / 13th scientific  
conference Students encountering science - StES 2019 ; [urednik Danijel  
Dević]. - [Banja Luka] : Univerzitet u Banjoj Luci : Studentski parlament  
Univerziteta u Banjoj Luci, 2020 (Banja Luka : Mikro print). - 36 str. :  
илустр. ; 30 cm. - (Biotehničke i poljoprivredne nauke, ISSN 2637-1936,  
ISSN 2637-1979)

Текст лат. и ћир. - Тираж 30. - Библиографија уз сваки рад. -  
Abstracts.

ISBN 978-99976-49-10-2

COBISS.RS-ID 129999361