

Bioaktivne komponente suhe smokve sorte 'Zamorčica'

Stupin, Šinka

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:234688>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**BIOAKTIVNE KOMPONENTE SUHE SMOKVE
SORTE 'ZAMORČICA'**

DIPLOMSKI RAD

ŠINKA STUPIN

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Ekološka poljoprivreda i agroturizam

**BIOAKTIVNE KOMPONENTE SUHE SMOKVE
SORTE 'ZAMORČICA'**

DIPLOMSKI RAD

Šinka Stupin

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Kristina Batelja Lodeta
dr.sc. Anita Šporec

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Šinka Stupin**, JMBAG 1781194886, rođena 29.09.1998 u Šibeniku, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

BIOAKTIVNE KOMPONENTE SUHE SMOKVE SORTE 'ZAMORČICA'

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Šinke Stupin**, JMBAG 1781194886, naslova

BIOAKTIVNE KOMPONENTE SUHE SMOKVE SORTE 'ZAMORČICA'

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|--|--------|-------|
| 1. | izv. prof. dr. sc. Kristina Batelja Lodeta | mentor | _____ |
| 2. | dr.sc. Anita Šporec | mentor | _____ |
| 3. | doc. dr. sc. Jelena Gadže | član | _____ |
| 4. | izv. prof. dr. sc. Luna Maslov Bandić | član | _____ |

Zahvala

Izuzetnom voljom, strpljenjem i trudom privela sam kraju svoje studiranje na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.

Veliku pomoć do tog cilja imala sam u svojim mentoricama izv. prof. dr. sc. Kristini Batelja Lodeta i dr.sc. Aniti Šporec. Hvala im od srca na sugestijama, strpljenju i vremenu da ovaj diplomski privedem kraju, a da pritom i uživam u svom radu koji je temeljen na obiteljskom naslijeđu na što sam izuzetno ponosna.

Kao i u zahvali za preddiplomski rad, zahvaljujem svojim roditeljima na podršci u svakom smislu te svojim sestrama u malim, ali vrijednim obolima.

Ispred mene je cijeli svijet i veselim se novoj etapi u svom životu te se nadam da ću na temeljima koje mi je usadio fakultet, uspješno graditi dalje.

Sadržaj:

1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja	1
2. Literaturni pregled	2
2.1. Morfologija i taksonomska pripadnost smokve	2
2.2. Taksonomska pripadnost smokve	3
2.3. Važnije sorte smokava u našem priobalnom području	5
2.4. Nutritivna važnost smokve	10
2.5. Tehnologija sušenja plodova smokve	12
2.5.1. Pred tretman-sumporenje	13
2.5.2. Sušenje na suncu	13
2.5.3. Solarno sušenje	14
2.5.4. Umjetno sušenje-sušenje u industriji	15
3. Materijali i metode	18
3.1. Biljni materijal	18
3.2. Kemijske analize	20
3.2.1. Ukupni fenoli	20
3.2.1.1. Kemikalije	20
3.2.1.2. Priprema otopina	20
3.2.1.3. Postupak analize	21
3.2.2. Antioksidacijska aktivnost	21
3.2.2.1. Kemikalije	21
3.2.2.2. Priprema otopina	22
3.2.2.3. Postupak analize	23
3.2.3. Ukupni flavonoidi	23
3.2.3.1. Kemikalije	23
3.2.3.2. Priprema otopina	23
4. Rezultati i rasprava	26
4.1. Morfološki parametri svježih plodova smokve	26
4.2. Sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijska aktivnost	26
4.3. Sadržaj ukupnih flavonoida	27
5. Zaključak	29
6. Literatura	30

SAŽETAK

Diplomskog rada studentice **Šinka Stupin**, naslova

BIOAKTIVNE KOMPONENTE SUHE SMOKVE SORTE 'ZAMORČICA'

Smokva (*Ficus carica* L.), jedna od najstarijih voćnih vrsta, izvorno potječe s Bliskog istoka i ima dugu povijest uzgoja i prehrambene upotrebe. U ovom istraživanju analizirani su suhi plodovi sorte 'Zamorčica' uzgajani na otoku Prviću, s ciljem utvrđivanja sadržaja ukupnih fenola, flavonoida i antioksidativne aktivnosti. Suhi plodovi pokazali su visok sadržaj ukupnih fenola (1,344 mg GAE g⁻¹) i flavonoida (6,7 mg ekvivalenata kvercetina g⁻¹), pri čemu je maceracija tijekom 24 sata dala najbolje rezultate u ekstrakciji flavonoida. Antioksidativna aktivnost iznosila je 1,007 mM Trolox g⁻¹ uzorka. Dobiveni rezultati potvrđuju visok nutritivni potencijal suhe smokve, što upućuje na njezinu vrijednost kao izvora fenolnih spojeva i antioksidanasa te važnost u prehrani.

Ključne riječi: antioksidativna aktivnost, fenoli, flavonoidi, *Ficus carica* L.

Summary

Of the master's thesis - student **Šinka Stupin**, entitled

BIOACTIVE COMPONENTS OF THE DRIED FIG VARIETY 'ZAMORČICA'

The fig (*Ficus carica* L.), one of the oldest fruit species, originates from the Middle East and has a long history of cultivation and use as food. In this study, dried fruits of the 'Zamorčica' variety grown on the island of Prvić were analysed to determine the content of total phenols, flavonoids and antioxidant activity. Dry fruits had a high content of total phenols (1.344 mg GAE g⁻¹) and flavonoids (6.7 mg quercetin equivalents g⁻¹), with maceration for 24 hours providing the best results for flavonoid extraction. The antioxidant activity was 1.007 mM Trolox g⁻¹ of the sample. The results obtained confirm the high nutritional potential of dried figs, indicating their value as a source of phenolic compounds and antioxidants and their importance in nutrition.

Keywords: antioxidant activity, phenols, flavonoids, *Ficus carica* L.

1. Uvod

Smokva (*Ficus Carica L.*) je jedna od najstarije uzgajanih voćnih vrsta (Weiblen, 2000) koja se spominje i u Bibliji (Rahmani i sur., 2017). Njezin uzgoj potječe još od 5000 g.pr.Kr., a naziva se 'voćem raja', jer su se njezini egzotični plodovi smatrali izuzetno vrijednom hranom za ljude i životinje (Morton, 1987). Hirst (1996) navodi da je smokva udomaćena čak 5.000 godina ranije od prosa i pšenice. Plod smokve spominje se u mnogim vjerskim tekstovima, uključujući Bibliju i Kuran. Kuran spominje smokvu kao najmekše, najnježnije voće bez ikakvih štetnih ili neprobavljivih sastojaka.

Smokva je listopadno drvo Srednjeg istoka, a njezin izvorni uzgoj potječe iz plodnih Arapskih dolina. Rasprostranjena je na Bliskom istoku, Africi i južnoeuropskim zemljama. Kultivacija ove voćne vrste dovela je do značajnog povećanja obujma i mase plodova kao i sadržaja šećera u njima, također razvila se i mogućnost njena vegetativna razmnožavanja (Zohray i sur., 1975). Stabla smokve karakterizira široka prilagodba na različite uvjete tla i klime (Mars i sur., 1995). Tržna vrijednost smokve u mediteranskim zemljama Europske unije (EU) je mnogo manja u odnosu na vodeće mediteranske kulture – maslinu, vinovu lozu i citrusu. Ipak, uzgoj smokve u Europi zauzima posebno mjesto na lokalnim razinama te ga održavaju kulturne preferencije i tradicionalne prakse. Smokva često uspijeva u kombinaciji s drugim mediteranskim kulturama, posebno u kućnim vrtovima koji su poznati kao jedan od izvora biljne genetske raznolikosti, a koji sadrže jedinstvene ili rijetke ekotipove i genotipove koji su se razvili ili jesu lokalno razvijeni (Engels, 2001).

Najvažnije karakteristike smokve koji su od interesa za potrošače su kvaliteta mesa ploda i njegov vrlo sladak okus. Uzgajivači također obraćaju pozornost na neke od pomoloških svojstava kao što su veličina i težina ploda, oblik peteljke te prilagodba na okolišne uvjete (Trad i sur., 2013). Plod smokve dobro je poznato hranjivo i ukusno voće koje se može konzumirati u svježem ili osušenom obliku. Dnevno konzumiranje jedne svježe smokve može osigurati 20% preporučenih dijetalnih vlakana po porciji. Smokve imaju utjecaj i na regulaciju krvnog tlaka i kolesterola u krvi zbog prisutnosti kalija, omega - 6 i omega - 3 masnih kiselina. Plodovi se mogu sušiti i pri tome su suhe smokve jedno su od najstarijih i najpopularnijih sušenih plodova. Mogu se koristiti kao konzervirano voće, džem, sok, vino i prah (Mir i sur., 2018). Obzirom da je smokva vrlo kvarljivo voće i ne može dugo zadržati kvalitetu-do najviše 3 dana nakon berbe preferira se sušenje njezinih plodova (Morton, 1987).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovoga rada bio je utvrditi sadržaj ukupnih fenola i flavonoida kao i ukupnu antioksidativnu aktivnost kod suhih plodova smokve sorte 'Zamorčica' sušenih na tradicionalan način otoka Prvića.

2. Literaturni pregled

2.1. Morfologija i taksonomska pripadnost smokve

Smokva je malo grmoliko stablo, visine 10 - 12 m sa brojnim rasprostranjenim granama. Može rasti na različitim tipovima tla, od laganog pjeskovitog tipa do bogate ilovače, teške gline ili vapnenca. Odabrana tla moraju imati dovoljnu dubinu, stoga se uglavnom preferira pjeskovito tlo zbog svoje srednje suhe teksture i dostatne količine vapna koji služi kao važan mineral za ukupni rast i dobar razvoj ploda. Tla niže pH vrijednosti, kisela tla, su nepogodna za uzgoj smokve, optimalan pH tla iznosi 6-6,5. Smokva je kultura otporna na sol i sušu te stoga može tolerirati i visoku razinu sulfata i kloridne soli (Morton, 1987).

Korijenov sustav ove biljke je vrlo plitak te podržava biljku čak i u najnepovoljnijim uvjetima (Chawla i sur.,2013). Kod vlažnijeg tla korijenje se razvija slabije zbog viška vode, a kod suhog tla razvija se jače. Znanstvenim dokazima utvrđeno je da se korijen smokve može razviti i do 100 m od matične biljke u potrazi za vodom i potrebnim hranjivima. Deblo se proteže od korijenovog vrata, pa sve do početka krošnje (Prgomet i sur.,2020). Glatke je sive ili bijele kore bez sjaja, promjera, uglavnom oko 17 cm (Al-Snafi, 2017). Veličina krošnje ovisi o vrsti smokve, a sastoji se od primarnih, sekundarnih i tercijarnih skeletnih grana. Skeletne grane se reguliraju rezidbom kako bi se sačuvao poželjni uzgojni oblik. Grane su lako lomljive, a stablo obiluje mliječnim sokom koji sadržava enzim fikain. Navedeni mliječni sok se koristi u narodnoj medicini (Hussain i sur., 2021). Učestalom rezidbom smokve ostvaruje se poželjan oblik krošnje te dobra rodnost plodova, a smanjuje se pojava štetnika te izbijanje izdanaka (Prgomet i sur., 2020). Listovi su veliki, oblika dlana i duboko razdijeljeni na 3 - 7 glavnih režnjeva, tamnozeleno boje. Dužina listova je 12 - 25 cm, a širina 10 - 18 cm. Listove karakterizira hrapava gornja površina i meka, dlakava donja strana (Frodin, 2004). Kod smokve je redovito prisutna heterofilija, a to znači da se na istoj biljci pojavljuju različiti listovi što može biti posljedica okoline (inducirana) ili ontogenetičkog razvoja (generativna). Pupovi mogu biti vegetativni i generativni (Slika 1.). Na jednogodišnjim granama nalaze se okruglasti-plodni te šiljasti-drveni pupovi. Iz plodnih pupova se u prvom dijelu vegetacije razvija cvjetunica (sazrijeva u lipnju/srpnju), dok se na mladica pojavljuje ljetni rod (sazrijeva od kolovoza nadalje). Cvat smokve uobičajeno nazivamo plodom (sikonijem) i uvijek kad se govori o plodu smokve misli se na tehnološki plod, a to je vrećasta, kruškolika tvorevina ove biljke.

Plodovi smokve većinom su kruškasto-okruglasta oblika, a na njima se nalazi peteljka duljine do 2 cm. Plod je prekriven mekom pokožicom. Kod bijelih smokava, pokožica je zeleno-žute boje, a kod crnih sorti je ljubičasto-plava do crna. Mesnata stijenka varira od blijedo crvenkaste, pa sve do tamnocrvene boje. Ono što je kod uzgoja smokve češće prisutnije nego kod drugih voćnih vrsta jest partenokarpija, a to je pojava normalnog razvitka plodova kojima nije prethodilo oprašivanje ni oplodnja, pa stoga

nemaju ni sjemenke. Partenokarpija se više javlja kod sorata suptropskog pojasa, u krajevima gdje nema divlje smokve (Prgomet i sur., 2020). Inače, po Stover i sur. (2007) veličina sjemena varira, od malih do srednje velikih. Oko 30 - 1600 sjemenki prisutno je u jednom plodu smokve. Cvati se nalazu na vrhovima ljetorasta u proljetnoj cvati, odnosno u pazušcima listova mladica u ljetnoj cvati. Smokva razvija četiri tipa cvjetova, tri tipa ženskih i jedan tip muških. Od ženskih tipova, samo jedan razvija fertilne cvjetove, a preostala dva tipa su sterilni. Muški cvjetovi su uvijek rodni, a razvija ih samo divlja smokva. Smokva posjeduje dva tipa stabla s 3 funkcionalne cvjetne forme

1. tip: **pitoma smokva**- stvara sikonij s ženskim cvjetovima dugog vrata tučka (žensko stablo)
2. tip: **divlja smokva**- stvara sikonij s ženskim cvjetovima kratkog vrata tučka (mjesto za polaganje jajašaca) i muškim cvjetovima (funkcionalno muško stablo) Beck i sur., 1988).



Slika 1. Vršni vegetativni i postrani generativni pupovi
Izvor: Prgomet i sur., 2020. – pristup 19.04.2024.

2.2. Taksonomska pripadnost smokve

Smokva (*Ficus Carica* L.) pripada redu *Uriticales*, porodici dudovki - *Moraceae* (tablica 1.) sa preko 1400 vrsta razvrstanih u oko 40 rodova (Watson i sur., 2004). Rod *Ficus* sadrži oko 750 vrsta podijeljenih u šest podrodova koji dijele karakterističan cvat; sikonij. Smokva je kao vrsta okarakterizirana samo jednospolnim aksilarnim cvjetovima i ginodioecizmom (Ferguson i sur., 1990). Zbog ploda se samo kultiviraju dvije vrste *Ficus Carica* i *Ficus sycomorus* (u Egiptu). Za proizvodnju plodova najvažnija je *Ficus Carica*

L. Godini (1991.) u svojoj knjizi navodi dva osnovna tipa koja ističe moderna sistematika i ne promatra ih više kao različite podvrste

- tip divlje smokve, kozja smokva, ili muška smokva (ex *Ficus carica Caprificus* Risso) s jednospolnim muškim ili ženskim cvjetovima i nejestivim plodovima
- tip kultivirane smokve (uzgajane) ili domaća, ženska smokva (ex *Ficus carica Sativa* Fiori) sa samo ženskim cvjetovima i jestivim plodovima

Smokva je ginodioecijska vrsta s biseksualnim stablima i uniseksualnim ženskim stablima što znači da je divlja smokva monoecija (jednodomna) s odvojenim muškim i ženskim cvjetovima. Domaća ili jestiva smokva sadrži isključivo ženske cvjetove. Iako se smokva smatra ginodioecijom prije nego dioecijom, ona je anatomski ginodioecija, ali funkcionalno dioecija - dvodomna (Vego i sur., 2008). Domaća smokva izvorno potječe od divlje smokve. Oba su diploidi, s brojem somatskih kromosoma $2n = 26$ i s biološki kompatibilnom morfološkom strukturom kromosoma (Godini, 1991).

Tablica 1. Taksonomska pripadnost smokve.

ODJELJAK	<i>Angiosperma (Magnoliophyta)</i> -skriveno sjemenjače
RAZRED	<i>Magnoliatae</i> - dikotile
RED	<i>Urticales</i>
PORODICA	<i>Moraceae</i> - dudovi
ROD	<i>Ficus</i>
PODROD	<i>Eusyce</i>
VRSTA (SPECIES)	<i>Ficus carica</i> L.
PODVRSTE (SUSPECIES)	a) <i>Ficus carica caprificus</i> - divlja smokva b) <i>Ficus carica sativa</i> – pitoma smokva

(Izvor: Bakarić, Brzica, Omičkuš, 1989).

U našem priobalnom području postoji velik broj sorti, no obzirom da postoji znatan broj lokalnih naziva, kao i homonima i sinonima, još nije točno poznato o kojim se sve sortama radi. Rentabilnost te visina prinosa primarno ovisi o sortnim karakteristikama, pa je zbog toga vrlo važno odabrati odgovarajuću sortu za uzgoj (Prgomet i sur., 1989).

Sorte smokava dijelimo prema razlikama u plodnošenju (jednorotke i dvorotke) i u razlikama u boji pokožice ploda (bijele i crne).

2.3. Važnije sorte smokava u našem priobalnom području

'Petrovača bijela' (*sin.: Petrovka bijela, Dvoljetka*)

Sorta 'Petrovača bijela' (Slika 2) pripada u dvorotke i bijele sorte. Rasprostranjena je na cijelom uzgojnom području smokve. Ova sorta ima bujan rast te veliku okruglastu krošnjju. Prvi rod dozrijeva krajem lipnja. Plod je okruglastog oblika, a pokožica tanka, svijetlo zelene boje. Težina ploda iznosi 50 – 100 g. Meso je crvenkasto, sočnog i slatkog okusa. Drugi rod dopijeva sredinom kolovoza, pa sve do sredine listopada. Drugi rod je sitniji od prvog, težine 40 – 50 g, okruglastog oblika, svijetlo zelene, tanke pokožice. Plodovi sorte 'Petrovače bijele' vrlo su ukusni u svježem, ali i u osušenom stanju. Zbog dobrih sortnih karakteristika, poželjno bi bilo da se ova sorta više proizvodi. Izuzetno je osjetljiva na crnu smokvinu muhu (Prgomet i sur., 2020).



Slika 2. Sorta 'Petrovača bijela'

Izvor: <https://big.win.hr/proizvod/smokva-petrovaca-bijela> – pristup 19.04.2024.

'Petrovača crna' (sin.: 'Dvorotka crna')

Sorta 'Petrovača crna' je dvorotka i crna sorta smokve. Rasprostranjena je gotovo u cijeloj Dalmaciji. Cvjetunica dozrijeva od sredine lipnja do sredine srpnja. Plod je kruškolikog oblika, težine oko 75 g. Pokožica je zeleno - ljubičaste boje. Meso je ljubičasto, a unutrašnjost blijedo crvenkaste boje. Drugi rod dozrijeva početkom rujna. Plod je spljošten, okruglog oblika. Meso je sočno, ali je okus slabijeg intenziteta nego kod prvog roda (Prgomet i sur., 2020).



Slika 3. Sorta 'Petrovača crna'

Izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Crna_petrova%C4%8Da_Kri%C4%8Dke.JPG
– pristup 19.04.2024.

'Bjelica' (sin.: 'Bilica', 'Bjeluša', 'Morkinja')

Sorta 'Bjelica' (Slika 4.) je sorta talijanskog porijekla poznata pod imenom 'Ficoottato' (dottato). Ovo je dvorotka, bijela sorta smokve. Prvi rod dozrijeva sredinom srpnja, nesigurnih je prinosa i nije obilat. Cvjetunica je kruškolikog oblika, težine 40 – 60 g. Pokožica je deblja svijetlo zelene do žute boje. Drugi rod je obilat te dozrijeva od sredine kolovoza do sredine listopada. Plod drugog roda je okrugao sa glatkom, debelom, žuto - zelenom pokožicom. Meso je bijelo, iznutra blijedo žute boje, blagog okusa. Bjelica je sorta visoke rodnosti te dobro uspijeva u sjevernijim uzgojnim područjima na dubljim tlima. Plodovi 'Bjelice' konzumiraju se u svježem i osušenom stanju (Prgomet i sur., 2020).



Slika 4. Sorta 'Bjelica'

Izvor: https://www.sadnicaudom.hr/slr/w600q90/modules/uploader/uploads/s_product/pics_s_product/540077a85cc23_Figa_smokva_Istrska_belica.jpg – pristup 19.04.2024.

'Šaraguja' (sin.: 'Šaragulja', 'Crnica')

Sorta 'Šaraguja' (Slika 5.) je jednorotka crna sorta, vrlo otporna na niske temperature, a odlične rezultate daje na dubljim tlima uz navodnjavanje. Plodovi ove sorte dozrijevaju od sredine kolovoza do sredine listopada, spljoštenog su oblika, teže 30 – 50 g. Pokožica je sivo - ljubičaste boje. Meso je žute boje, a unutrašnjost intenzivne crvene boje. Plodovi su vrlo aromatičnog okusa te se pretežito koriste u svježem stanju. Ova sorta preferira dublja tla s dobrim vodnim kapacitetom, a upravo zbog takvih uvjeta daje vrlo kvalitetne i aromatične plodove. U slučaju nedovoljne količine vode u tlu, sklona je pucanju plodova i brzom kvarenju (Prgomet i sur., 2020).



Slika 5. Sorta 'Šaraguja'

Izvor: Prgomet i sur., 2020. – pristup 19.04.2024.

'Zamorčica' (*Sinonimi: 'Laščica' 'Sušilica', 'Sušioka', 'Poljarica', 'Primorka', 'Tjenica'*)

Sorta 'Zamorčica' (Slika 6) je jedna od naših najboljih i najraširenijih sorti. Njezin uzgoj proteže se duž cijelog hrvatskog obalnog područja i priobalja. Ono što karakterizira 'Zamorčicu' jest njena iznimna otpornost na sušu i hladnoću. Ova sorta se odlikuje plodovima za potrošnju u svježem stanju i za sušenje (Galić i sur., 2012).

Spada u jednorotke bijele sorte, a plodovi dozrijevaju od početka kolovoza do polovine listopada. Rodnost je redovita i obilata. Srednje je bujnosti, a grane su iznimno krhke. Plod je krušolikog, izduženog oblika s dugim vratom i peteljkom. Pokožica je zeleno - žućkaste boje, vrlo je tanka te se zbog toga lako odvaja. Meso je žućkasto, a unutrašnjost crvenkasta. Smatra se našom najboljom sortom. S obzirom da je vrlo osjetljiva na virus mozaik koji napada listove, plodove i izboje, potrebno je ukloniti sva zaražena stabla u blizini te saditi novi sadni materijal (Prgomet i sur., 2020).

Ono što je zanimljivo je to što sorta 'Zamorčica' ima puno sinonima, pa tako Bandelj i sur. (2008) genotipizacijom otkrivaju da smokve koje imaju ime 'Sušioka' i 'Laščica' nisu ista sorta sa Zamorčicom ovisno o lokalitetu, pa ih prikazuju odvojeno u pomološkim analizama. Ipak, za sinonime Laščice navode: Laškica, Laštica, Zamorčica, Guštota, Čiblica, a za sinonime Sušioke: Zamorčica, Sušilica, Poljarica.



Slika 6. Sorta 'Zamorčica'
Izvor: Stupin, 2022.

U tablici 2. prikazan je opis sorte 'Zamorčica' prema različitim autorima i sinonimu 'Tenica' za koje se utvrdilo da se radi o sorti 'Zamorčica'.

Tablica 2. Opis sorte 'Zamorčica'.

Autor	Opis sorte
Bakarić i sur.,(1989) 'Zamorčica'	<p>Srednja bujnost Malen list, debela plojka s razvijenom nervaturom Redovita i obilna rodost. Plodvi zriju od 1.8-1.10 Kruškolik oblik ploda, dugi vrat i peteljka Pokožica je zeleno-žučkasta, tanka i lako se guli Meso je intenzivno crvene boje Osjetljiva na virus mozaik</p>
Vego i sur., (2008) 'Tenica'	<p>Srednje bujnosti, habitus stabla otvoren Plodovi su sferoidni, pa je oblik ovalan Vrat je kratak Pokožica je zelena ili žuto-zelena, srednje čvrstoće Meso je ružičasto ili tamnocrveno</p>

2.4. Nutritivna važnost smokve

Svježi plodovi smokve poznati su po svom atraktivnom okusu i odličnom nutritivnom sastavu. Plod je bogati izvor proteina, aminokiselina, ugljikohidrata, minerala, vitamina i vlakana, bogato je kalorijama, ugljikohidratima, lipidima, fenolima i enzimima (Mitra, 1997). Plod smokve ima nutritivni indeks 11, što je više od jabuke -indeks 9 i datulje - indeks 6 (Gani i sur., 2018). Suhe smokve su koncentrirani izvor raznih hranjivih tvari i stoga se u mediteranskim zemljama često nazivaju prehranom siromašnih ljudi (Hussain i sur., 2021).

Smokva je voće s visokim udjelom ugljikohidrata te je dobar izvor dijetalnih vlakana. Udio ugljikohidrata u svježoj smokvi je 19,2 g u 100 g mase svježeg ploda. Oko 92% ugljikohidrata u smokvi su u obliku šećera (Gani i sur., 2018). Glukoza, fruktoza i saharoza su glavni šećeri prisutni u ovom voću. Ostatak se sastoji od netopljivih dijetalnih vlakana, celuloze u pokožici i topljivih proteina. Ukupni sadržaj šećera smokve iznosi 16,3 g, a dijetalna vlakna čine oko 5 g u 100 g svježe smokve (Hussain i sur., 2021). Nutritivni profil suhe smokve pokazao je svoj potencijal zdravstvene prednosti. Otkriveno je da suhi plod smokve ima visoki udjel ugljikohidrata koji odgovara njegovoj visokoj energetske vrijednosti od 249 kcl u 100 g. suhog ploda (tablica 3) Također, suhi plod smokve ima vrlo nisku količinu masti, pa se koristi u regulaciji tjelesne mase (Soni i sur., 2014).

Smokva sadrži relativno manji udio bjelančevina (0,8 g/100 g sv.m.) naspram ostalog jestivog voća. Međutim, poznato je da smokva sadrži najveći broj aminokiselina (Soni i sur., 2014). Glavne aminokiseline prisutne u smokvi su leucin, triptofan, fenilalanin lizin i histidin. Mnogi proteolitički enzimi kao npr. dijastaza, esteraza, lipaza, katalaza i peroksidaza ekstrahiraju se iz smokve u komercijalne svrhe. Lateks smokve također je bogat izvor enzima kao što su fikain, proteaze, lipodijastaze i amilaze (Canal i sur., 2000).

Smokve sadrže zanemarivu količinu masti (0,3g/100g sv.m.). Triacilgliceroli, slobodni i monoesterificirani steroli, glikozidi, cerebrozidi, esterificirani sterol i fosfatidil gliceroli neki su od lipidnih spojeva ekstrahiranih iz ploda smokve (Kolesnik i sur., 1986). Neke od uobičajenih masnih kiselina koje se nalaze u smokvi su: miristinska kiselina, palmitinska kiselina, stearinska kiselina, oleinska kiselina, linolna kiselina i linolenska kiselina. Plod smokve također je dobar izvor sterola, posebno sitosterola (Marwat i sur., 2009).

Tablica 3. Nutritivna vrijednost svježe i suhe smokve.

Nutritivne komponente	Plod svježe smokve 100 g	Plod suhe smokve 100 g
Voda (g)	79,11	30,05
Energetska vrijednost (kcal)	74,0	249,0
Proteini (g)	0,75	3,30
Ukupne masti (g)	0,30	0,93
Dijetalna vlakna (g)	2,9	9,8
Šećeri (g)	16,26	47,92
Kolesterol (mg)	0,0	0,0
Kalciji (mg)	35,0	162
Željezo (mg)	0,37	2,03
Magneziji (mg)	17,0	68,0
Fosfor (mg)	14,0	67,0
Natriji (mg)	1,0	10
Cink (mg)	0,15	0,55
Vit. A (IU)	142,0	10
Vit C (mg)	2,0	1,2
Tiamin -B1 (mg)	0,060	0,085
Riboflavin -B2 (mg)	0,050	0,082

(Izvor: USDA National Nutrient Database for Standard References, 2018.)

Smokva je izvrstan izvor raznih fitokemikalija. Fitokemijska istraživanja ploda smokve otkrila su prisutnost različitih bioaktivnih spojeva. Preko 100 bioaktivnih spojeva identificirano je u smokvi kao što su arabinoza, β -amirini, β -karoteni, glikozidi, β -sitosterol i ksantotoksol (Duke, 1992). Osim toga, smokva sadrži fenolne spojeve, fitosterole, organske kiseline, antocijane, 10 terpenoida, kumarine te hlapljive spojeve kao što su ugljikovodici i alifatske alkoholi. Unatoč bogatom fenolnom sastavu smokve, njen sadržaj fenola nije visok (Arvaniti i sur., 2019). Najistaknutiji fenolni spoj koji je prisutan u smokvi je rutin, a zatim kvercetin rutinozid, katehin, klorogenska kiselina, epikatehin, galna kiselina i siringinska kiselina, ferulinska kiselina (Veberic i sur., 2008). Također, rijedak protein metalotionein, koji sadrži sumpor pronađen je u plodu smokve. Metalotionein kao protein neophodan je za normalno funkcioniranje mozga, a mala količina proizvodi se u mozgu kod ljudi i životinja (Slatnar i sur., 2011).

Najviši sadržaj minerala koji se nalazi u smokvi je željezo. Sadržaj željeza u smokvi je gotovo pola vrijednosti sadržaja željeza u goveđoj jetri (Lydia, 2009). Kalcij i kalij također su prisutni u većoj razini.

Smokve su najbogatiji izvor vitamina, osobito vitaminom A i vitaminom B. Vitamin C i E također se nalaze u plodovima nekim sorata. Prisutnost vitamina K zabilježena je kod plodova suhih smokava (Morton, 1987).

Na smokve kao i na svako drugo voće utječe sastav šećera i organskih kiselina. Plodovi smokva imaju nizak sadržaj kiselina, a to su uglavnom organske kiseline poput oksalne, limunske, jabučne, kininske, šikimska i fumarna kiselina (Morton, 1987).

2.5. Tehnologija sušenja plodova smokve

Jedna od najdužih metoda očuvanja hrane je njeno sušenje, a suha smokva pripada u jednu od najvećih svjetskih proizvodnja sušenog voća (Desa i sur., 2019).

Sušenje je proces uklanjanja vlage djelovanjem topline. Prednost sušenja kao načina očuvanja hrane nije samo u tome što je tehnički prikladno, već su troškovi povezani sa preradom, pakiranjem, prijevozom i skladištenjem manji za sušene proizvode nego za konzervirane i smrznute namirnice (Rahman, 2007). Općenito, sušenje namirnica sastoji se od 3 koraka: obrada prije sušenja, sušenje samo po sebi te naknadno sušenje o kojoj ovisi njihov učinak na kvalitetu konačnog proizvoda (Lewicki, 2006). Mnoge sorte voća su sezonske, a njihova dostupnost za dužu konzumaciju omogućena je sušenjem (Jairaj i sur., 2009). Jedna od najvećih svjetskih proizvodnja suhog voća je smokva. Konzumacija suhih smokava varira ovisno o njihovom uzgoju u lokalnoj kulturi. Smokva je jedno od najzastupljenijeg voća u mediteranskoj prehrani za koje se navodi da promiče zdravlje i kvalitetu života (Russo, 2012). Sušenje smokava uglavnom se provodi u mediteranskim zemljama gdje se smokva smatra vrlo bitnom u prehrani. Sušenje se može postići mnogim metodama, bilo umjetnim sušenjem, izravno sušenje na suncu ili sušenje uz pomoć sunca.

2.5.1. Pred tretman-sumporenje

Nakon berbe, smokve se tretiraju sumporom. To je obavezna i redovita mjera prije sušenja. Sumporenje sprječava pojavu plijesni, gljivica, bakterija i ličinka (crva) od muha, sprječava se vrenje, oksidacija, truljenje i promjena boje plodova. Sumporenje se izvodi na način da se na žeravicu zapali sumporni prah (mogu se koristiti i komadi sumpora), tako se razvija dim SO₂. Dim sumpora djeluje na pokožicu ploda mijenjajući boju, a istovremeno dezinficira plod sprječavajući pojavu nametnika. Boja ploda nakon sumporenja prelazi u svjetliju i bjelkastu. Sumporenjem se makne površinski dio pokožice, pa se tako stvaraju pore i ubrzava sušenje. Najučinkovitiji način sumporenja izvodi se u posebnim komorama. Umjesto posebnih komora za sušenje smokvih plodova, može se koristiti svaka čista prostorija, važno je da se može zatvoriti. Također, mogu se koristiti i drugi zatvoreni prostori kao što su bačve, kace, sanduci i slično, samo se trebaju okrenuti prema dolje da ne ispuštaju dim. Za paljenje sumpora koristi se sumporača koja se inače koristi za sumporenje vinskih bačava. Na 1 m² treba izgorjeti 42,8 g čistog sumpornog praha da se postigne 3%-tna koncentracija SO₂ (Bakarić, 1979). Preporučuje se 4g sumpornog praha na 1 kg smokava (Arendt, 1979). Plodovi se mogu sumporiti samo kad nisu vlažni. Proces sumporenja u komori traje oko 40 minuta. Inače traje od 30 do 60 minuta, ovisno o količini plodova u komori i o sorti (Bakarić, 1979).

2.5.2. Sušenje na suncu

Ova metoda sušenja plodova smokvi još uvijek se mnogo koristi zemljama Sredozemlja poput Hrvatske, Grčke, Španjolske i Turske (Haug i sur., 2013). To je tipično sušenje plodova na suncu koje podrazumijeva okretanje ploda smokve jednom dnevno i pokrivanje plastičnom folijom noću kako bi se spriječilo atmosfersko djelovanje reapsorpcije vlage. Obično, smokva potpuno sazrije i djelomično dehidrira na stablu, a zatim se stavlja u komoru sa sumpornim parama oko pola sata. Nakon toga, plodovi se stavljaju na sunce i svakodnevno se okreću kako bi se postiglo ravnomjerno sušenje. Prilikom sušenja poželjno je smokvu pritisnuti. Proces traje od 5 do 7 dana (Oksar i sur., 2017).

Sušenje plodova smokava na otoku Prviću

Nakon berbe plodova smokve se stavljaju na tzv. prostirke ili ljese (Slika 7.) te se unose u zatvorenu prostoriju sa sumporom na otprilike 45 minuta do jedan sat. Smokve se sumpore kako bi se omekšala kožica, inhibirao razvoj mikroorganizama i produžila njihova svježina. Također, sumpor djeluje kao konzervans čime se produljuje njihov rok trajanja tijekom sušenja i skladištenja. Nakon toga, smokve se suše tradicionalnom

metodom sušenja na suncu. Kod ove metode sušenja, ubrani plodovi postavljeni su na prostirke koje su postavljene na mjestima gdje ima dovoljno sunčeve energije i gdje je omogućen protok zraka koji pospješuje brže i lakše sušenje (Vego i sur., 2008).



Slika 7. Sušenje plodova sorte 'Zamorčica' na ljhama

Izvor: Stupin, 2022.

2.5.3. Solarno sušenje

Solarni sustav se može koristiti za cijeli proces sušenja ili kao dopunski sustav u umjetnom sušenju, koji pritom pomaže smanjiti potrošnju goriva (Sharma, 2009). Nakon berbe, smokve prolaze kontrolu kvalitete te sortiranje, a prije kemijskog tretiranja sa sumporom, smokve se operu u slanoj vodi. Kod korištenja hibridne sušilice koja koristi solarnu energiju i fosilna goriva, prosječno vrijeme sušenja traje 4 - 5 sati.

Iznad polica solarne ekološke sušilice (Slika 8) ugrađen je izmjenjivač topline preko kojeg u atmosferu odlazi zasićeni zrak iz procesa sušenja. U protustruji ulazi vanjski svjež zrak koji preuzima toplinu otpadnog zraka. Za moguće dogrijavanje koristi se električni grijač koji djeluje kao kalorifer, a uključuje se pomoću termostata ugrađenog ispod izmjenjivača – rekuperatora temperature oko 60 °C. Vrijeme sušenja skraćuje se za polovicu vremena klasičnog načina sušenja i što je posebno važno, bez prisutnosti ikakvih insekata. Osim toga, sušenje traje bez premještanja i za kišnog vremena, a i bez okretanja plodova

smokve. Korištenje solarne energije u zatvorenom sustavu zasigurno doprinosi poboljšanju kvalitete proizvoda (MPŠR, 2007).



Slika 8. Upotreba solarne sušilice pri sušenju plodova smokva.

Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/2007/08/24/susenje-smokava-na-suncu-i-u-solarnoj-ekoloskoj-susilici/> – pristup 25.04.2024.

Prije nego što proizvod dođe na tržište, mora biti tretiran insekticidom fumigacijom s fosfotoksinom te analiziran radi prisutnosti mikroorganizama koristeći službenu AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) metodu analize. Kada su suhe smokve u pitanju, rezultati istraživanja su pokazali da primjena solarnog sušenja rezultira smanjenjem ukupnog vremena sušenja. Osim toga, ova metoda sušenja rezultira dobivanjem čistih proizvodima koji imaju dulje vrijeme skladištenja i trajnosti, bolje zadržavaju okus te imaju ljepši izgled u usporedbi s smokvama sušenim izravno na suncu (Chimi sur., 2008). Gallali i suradnici (2000) su utvrdili da je sušenje pomoću kombinirane metode rada solarne sušilice učinkovitije. Korištenjem ove metode, udio vlage u smokvama smanjuje se na 23,5%, dok je udio vlage prirodnim sušenjem na suncu za isto vremensko razdoblje iznosio 46,9%. Korištenje ove metode također je rezultiralo povišenim pH-vrijednostima, većim udjelom šećera, nižim postotkom pepela te boljom senzornom prihvatljivošću suhih smokava.

2.5.4. Umjetno sušenje-sušenje u industriji

Opseg sušenja hrane može se podijeliti u dvije glavne kategorije ovisno o korištenom mediju za dehidraciju; u zraku ili u vakuumu (Chen i Mujumdar, 2008). U praksi, toplina se može opskrbljivati materijalima za sušenje različitim načinima kao što su konvekcija, kondukcija, zračenje, mikrovalna pećnica, radiofrekvencija i Jouleovo zagrijavanje (Chen & Mujumdar, 2008.). Tijekom procesa sušenja dolazi do dva istovremena prijenosa -

prijenos topline od izvora grijanja do proizvoda i prijenos vlage iz unutrašnjosti plodova na površinu sušenja, a zatim s površine na okolinu (Ekechukwu & Norton, 1999.).

Umjetno sušenje hrane može se kategorizirati u dvije glavne grupe prema njihovoj radnoj temperaturi; sušilice na visokim i niskim temperaturama (Ekechukwu i Norton, 1999). Visoko temperaturne sušilice ili konvencionalne sušilice koje pokreću fosilna goriva ili električna energija uglavnom se koriste u razvijenijim zemalja i općenito nisu ekonomski dostupne za poljoprivrednike u zemljama u razvoju zbog visokih troškova i varijabilnosti procesa (Tiwari, 2016). Konvencionalne sušilice smanjuju veliki gubitak mase proizvoda te je krajnji proizvod izvrsne kakvoće proizvoda, jer se parametri sušenja mogu se kontrolirati i prilagođavati tijekom procesa sušenja (Muji i sur., 2014). Zbog svog brzog procesa sušenja, ova metoda je se najviše primjenjuje u industriji zbog minimalnog izlaganja proizvoda toplini što pridonosi poboljšanju ukupne kvalitete proizvoda (Ekechukwu i Norton, 1999; Muji i sur., 2014).

Za sustave sušenja na niskim temperaturama, sušilice mogu raditi uz pomoć fosilnih goriva ili sunčeve energije. Obično su nisko temperaturni sustavi najprikladniji za primjenu sušenja na solarnu energiju, jer mogu primiti promjenjivu i povremenu opskrbu toplinom iz prirode (Ekechukwu i Norton, 1999). Ovaj sustav koristi stalno uključenu ventilaciju za uklanjanje vlage što rezultiralo mnogo sporijim procesom u usporedbi sa sušilicama na visokim temperaturama. Općenito, ovaj sustav umjetnog sušenja je bezopasan i netoksičan s poboljšanom ujednačenošću i rokom trajanja, međutim poznato je da drastično smanjuje kvalitetu proizvoda kod većine kultura (Onwude i sur. 2016).

Babalis i suradnici (2004) proveli su dva istraživanja o umjetnom sušenju smokava koristeći standardnu industrijsku praksu sušenja. Pri temperaturi zraka i brzini strujanja zraka u rasponu 55 do 85°C odnosno 0,5–3 ms⁻¹, mehanički sušači pokazali su preferenciju za rad pri brzini strujanja zraka od 1 do 2 ms⁻¹ kako bi bili ekonomičniji i učinkovitiji.

Piga i sur. (2004) proveli su istraživanje kako bi odredili kinetiku sušenja cijelih smokava u pilot sušaču. Pri blagim uvjetima sušenja na 55°C, primijećena je sporija kinetika sušenja gdje se sušenje događa samo tijekom razdoblja pada brzine sušenja. Primjerice, uz blanširanje i tretman sumporom, uzorci su se osušili do 15% suhe tvari u 55 sati, dok je taj proces mogao biti prepolovljen. U sličnim uvjetima sušenja, Tan (2017) je u svom istraživanju pokazao da se prosječno vrijeme sušenja može smanjiti s 40 sati na 27 sati rezanjem smokava na četvrtine. Ukupni sadržaj fenola i ukupna antioksidativna aktivnost u osušanim uzorcima četvrtastih smokava također su značajno viši nego u cijelim smokvama. Primijećeno je da umjetno sušenje pomoću sušilice u komorama poboljšava ukupni sadržaj fenola i antioksidativnu aktivnost smokava, budući da se njihov sadržaj značajno povećava nakon sušenja.

U istraživanju sušenja pomoću električne sušilice za ladice, Martinez-Garcia i sur. (2013) otkrili su da se koeficijent difuzije vlage, ($Deff$) povećava pri višim temperaturama, a viši je za smokve koje su prerezane na pola nego za smokve koje su mljevene. Pri temperaturama sušenja od 45 do 65 °C, smokvama koje su mljevene trebalo je 12–20 sati, dok je smokvama koje su prerezane na pola trebalo 22–37 sati da se osuše.

Xanthopoulos (2007) proučavao je različite aspekte mehaničkog sušenja smokava. U matematičkom modeliranju cijelih smokava, korišten je toplinski crpni uređaj zatvorenog ciklusa s rasponom brzine sušenja zraka i temperature od 1,0 do 5,0 ms^{-1} odnosno 46,1 do 60 °C kako bi se smokve osušile na manje od 30% vlažnosti na osnovu mase. Od sedam modela sušenja tankih slojeva koji su korišteni, logaritamski model pokazao se kao najbolji model u smislu prilagodbe performansama nelinearne regresijske analize. Procjena koeficijenta efektivne difuzije ($Deff$) za cijele smokve u sušilici obavljena je i pomoću analitičkih i numeričkih rješenja uzimajući u obzir učinak skupljanja. Nedavno istraživanje koje istražuje ulogu kore smokve u sušenju pokazalo je da su $Deff$ vrijednosti veće kod oguljenih smokava, međutim manje razlike primijećene su između oguljenih i neoguljenih uzoraka pri povećanju temperature zbog efekta stvrdnjavanja površine koji je značajniji pri višim temperaturama.

3. Materijali i metode

3.1. Biljni materijal

Nasad smokava nalazi se na otoku Prviću (Slika 9.), točnije mjestu Prvić Luka, koje se nalazi u šibenskom arhipelagu. Otok Prvić se nalazi na 43.752°N geografske širine i 15.795°E geografske dužine. Otok karakterizira Sredozemna klima sa suhim i vrućim ljetom. Ovakav tip klime podrazumijeva kasno jesenski maksimum padalina, dok su ljeta vrlo suha što pogoduje upravo uzgoju smokve. Starost ovog ekološkog nasada je oko 50 godina, a uzgajana sorta dovedena je iz okolice Dugog Rata kraj Omiša. Na promatranoj parceli (Slika 10.) nalaze se 12 stabala smokava s početkom dozrijevanja plodova sredinom kolovoza. Prirod na 12 stabala bude oko 700 kg, od kojih se 100 kg plodova tradicionalno suši. Plod smokve je pravilnog okruglog oblika, zelene boje s vrlo tankom pokožicom. Meso je žućkasto a unutrašnjost crvenkasta. Težina plodova varira od 30 do 50 g.



Slika 9. Otok Prvić

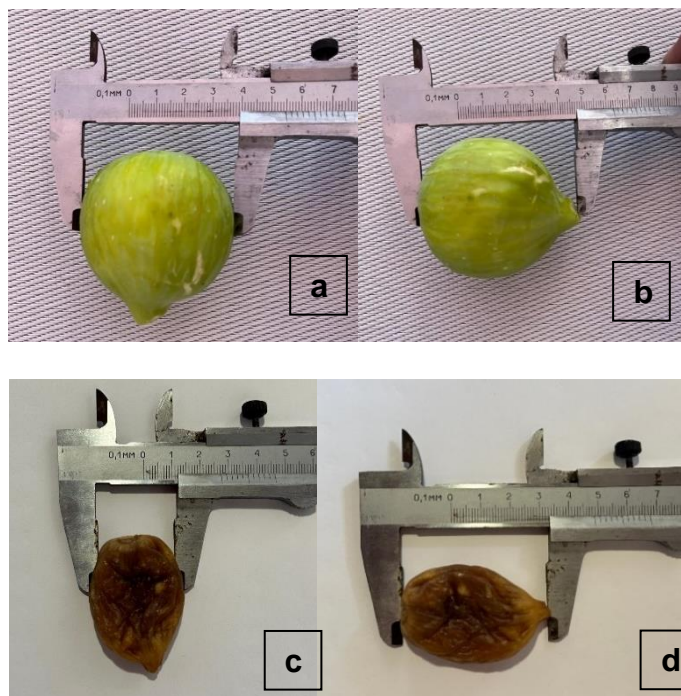
Izvor: <https://2easygroup.hr/wp-content/uploads/2022/05/otok-Prvic.jpg>– pristup 10.05.2024.



Slika 10. Prikaz katastarske čestice nasada smokava

Izvor: ARKOD <https://preglednik.arkod.hr/ARKOD-Web/> – pristup 10.05.2024.

Nakon berbe koja je bila sredinom kolovoza u uzorku od 50 svježih plodova (prije stavljanja na sušenje) odredila se prosječna masa ploda. Uz pomoć pomoćne mjerke na položaju gdje su plodovi bili najširi odredila se prosječna širina ploda (Slika 11.), a prosječna dužina odredila se mjerenjem od vrha do baze plodova.



Slika 11. Mjerenje širine (a,c) i dužine (b,d) svježeg i suhog ploda smokve.

Izvor: Stupin, 2022.

3.2. Kemijske analize

3.2.1. Ukupni fenoli

Sadržaj ukupnih fenola određen je prema modificiranoj metodi Fernandes i sur. (2012). Određivanje ukupnih fenola se temelji na reakciji fenolnih spojeva sa Folin - Ciocalteu reagensom prilikom čega iz žute boje nastaje plavo obojenje koje se mjeri pri 725 nm.

3.2.1.1. Kemikalije

I.	Natrijev karbonat, bezvodni, za analizu
II.	Galna kiselina, p.a
III.	Folin - Ciocalteu fenolni reagens, p.a
IV.	Visoko pročišćena voda

3.2.1.2. Priprema otopina

a) Priprema 20%, m/V, otopine natrijeva karbonata

U odmjernu tikvicu od 100 mL odvagane se 20 g natrijeva karbonata i otopi u visoko pročišćenoj vodi uz mućkanje, te nadopuni do oznake s visoko pročišćenom vodom.

b) Priprema ishodne otopine galne kiseline

U odmjernu tikvicu od 10 mL odvagane se 10 mg galne kiseline, otopi u visoko pročišćenoj vodi uz pomoć ultrazvučne kupelji (Falc Instruments srl., Treviglio, Italija) te se nadopuni do oznake. C (galna kiselina, ishodna otopina) = 1 mg mL^{-1}

c) Priprema kalibracijskih otopina

Kalibracijske otopine galne kiseline koncentracije od 10 do $250 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1}$ pripremljene su prema postupku opisanom u Tablici 4.

Tablica 4. Postupak pripreme kalibracijskih otopina galne kiseline.

Otopina galne kiseline	$c / \mu\text{g mL}^{-1}$	V (ishodne otopine) / mL	Vuk / mL
St-1	10	0,0	10
St-2	25	0,25	10
St-3	50	0,50	10
St-4	100	1,00	10
St-5	150	1,50	10
St-6	250	2,50	10

d) Priprema uzorka ploda smokve

U epruvetu od 50 mL vagano je 0,5 g uzorka usitnjenog ploda smokve a zatim je dodano 30 mL visoko pročišćene vode te homogenizirano. Otopina je stavljena u ultrazvučnu kupelj (Falc Instruments srl., Treviglio, Italija), te je ekstrakcija fenola iz ploda smokve provedena tijekom 30 min, na sobnoj temperaturi. Zatim su otopine centrifugirane (LYNX 4000, Thermo Scientific, Massachusetts, SAD) tijekom 10 minuta pri 5000 rpm na sobnoj temperaturi. Supernatant je korišten u daljnjim analizama.

3.2.1.3. Postupak analize

U 0,25 mL otopine uzoraka ili kalibracijske otopine galne kiseline dodano je 0,10 mL Folin-Ciocalteu fenolnog reagensa, 0,25 mL 20% otopine Na₂CO₃ i 4,40 mL visoko pročišćene vode. Nakon 60 minuta reakcije, izmjerena je apsorbanca otopine pri 725 nm u kvarcnoj kivetu širine 1 cm. Za mjerenje je korišten UV-Vis spektrofotometar Cary 100 (Agilent Technologies, Santa Clara, SAD). Rezultati sadržaja fenola su izraženi kao milligram ekvivalenata galne kiseline po 1 g svježe tvari (mg GAE g⁻¹), prema formuli:

$$\text{Ukupni fenoli / mg GAE g}^{-1} = \frac{c \cdot V}{m \cdot 1000}$$

Gdje je:

Ukupni fenoli / mg GAE g⁻¹ – ukupni fenoli izraženi u mg galne kiseline u 1 g uzorka; c – koncentracija galne kiseline izračunata iz kalibracijskog pravca (μg mL⁻¹); V – volumen otopine uzorka (izražen u mL); m – masa uzorka (izražena u gramima); 1000 – korekcijski faktor

3.2.2. Antioksidacijska aktivnost

Antioksidacijska aktivnost određena je korištenjem DPPH metode prema Oyvindu (1989), s modifikacijama prema Bartozseku i Polaku (2016). DPPH je 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil, stabilan dušikov radikal, koji je ljubičasto obojen a djelovanjem antioksidansa reducira se u DPPH spoj blijedožute boje. Sposobnost bioaktivnih spojeva u biljnom materijalu plodu smokve da djeluju antioksidacijski tj. da vežu DPPH radikal prati se mjerenjem promjene apsorbanca pri 515 nm.

3.2.2.1. Kemikalije

I.	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil, slobodni radikal (DPPH), p.a.
II.	6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametil kroman-2-karboksilna kiselina (Trolox), p.a.
III.	Etanol, 99% za kromatografiju, p.a.
IV.	Visoko pročišćena voda

3.2.2.2. Priprema otopina

a) Priprema ishodne otopine DPPH

U odmjernu tikvicu od 100 mL vagne se 10 mg DPPH-a, koji se potom otapa uz pomoć ultrazvučne kupelji (Falc Instruments srl., Treviglio, Italija) te nadopuni do oznake s 80% v/v etanolom. Koncentracija pripravljene ishodne otopine iznosi $c(\text{DPPH}) = 0,10 \text{ mg mL}^{-1}$.

b) Priprema radne otopine DPPH

U odmjernu tikvicu od 50 mL pipetira se 15 mL ishodne otopine DPPH, a zatim nadopuni do oznake s 80% v/v etanolom. Koncentracija pripravljene radne otopine iznosi $c(\text{DPPH}) = 0,03 \text{ mg mL}^{-1}$.

c) Priprema ishodne otopine Trolox-a

U odmjernu tikvicu od 100 mL vagne se 25 mg Trolox-a, koji se potom otapa uz pomoć ultrazvučne kupelji te nadopuni do oznake s 80% v/v etanolom. Koncentracija ishodne otopine iznosi $c(\text{Trolox}) = 0,25 \text{ mg mL}^{-1}$.

d) Priprema e otopine Trolox-a

Radne otopine Trolox-a pripremaju se iz ishodne otopine Trolox-a prema uputama prikazanim u Tablici 5. Radno područje pripremljenih otopina je u rasponu koncentracija od 0,03 do 0,25 mg mL^{-1} .

Tablica 5. Priprema radnih otopina Trolox-a.

Otopina Trolox-a	$c(\text{Trolox}) / \text{mg mL}^{-1}$	V (ishodna otopina) / mL	V (ishodna otopina Trolox) / μL	V (80% EtOH) / mL
s.p.	s.p.	/	/	2,50
St-1	0,03	0,30	300	2,20
St-2	0,05	0,50	500	2,00
St-3	0,07	0,70	700	1,80
St-4	0,10	1,00	1000	1,50
St-5	0,20	2,00	2000	0,50
St-6	0,25	2,50	2500	0,00

e) Priprema otopine uzorka

U plastične epruvete zapremnine 50 mL odvagano je po 2 g svakog uzorka ploda smokve. U svaku epruvetu dodano je 20 mL 80 % v/v etanola te je otopina miješana na rotacijskoj stolnoj miješalici tijekom 15 minuta na sobnoj temperaturi. Nakon toga otopine uzoraka su centrifugirane (LYNX 4000, Thermo Scientific, Massachusetts, SAD) pri 5000 rpm, na sobnoj temperaturi, tijekom 5 minuta. Supernatant nastao nakon centrifugiranja koristio se u daljnjoj analizi.

3.2.2.3. Postupak analize

U plastične epruvete od 5 mL pipetirano je 3,90 mL otopine DPPH koncentracije 0,03 mg mL⁻¹ i 100 µL kalibracijske otopine Trolox-a ili supernatanta uzorka. U slijepu probu dodano je 3,90 mL otopine DPPH koncentracije 0,03 mg mL⁻¹ i 100 µL 80 % v/v etanola. Otopine su ostavljene stajati na sobnoj temperaturi točno 30 minuta. Nakon toga je apsorbancija priređenih otopina izmjerena u kvarcnoj kiveti širine 1 cm, pri valnoj duljini 515 nm primjenom UV-Vis spektrofotometra UV-vis Cary 100 (Agilent, Technologies, Santa Clara, SAD).

Antioksidacijska aktivnost, izražena u mM mL⁻¹ Troloxa u 1 gramu uzorka, izračunava se prema formuli:

$$\text{Antioksidacijska aktivnost} = \frac{cxV}{m}$$

Gdje je:

Antioksidacijska aktivnost – antioksidacijska aktivnost izražena kao mM mL⁻¹ Troloxa u 1 gramu uzorka; c – koncentracija Troloxa izračunata iz kalibracijskog pravca (mM mL⁻¹); V – volumen etanola korišten za ekstrakciju (mL); m – masa uzorka svježe tvari (g).

3.2.3. Ukupni flavonoidi

Za određivanje ukupnih flavonoida primijenjena je modificirana kolorimetrijska metoda s aluminijevim (III) kloridom prema Khlifi i suradnicima (2011). Određivanje flavonoida se temelji na stvaranju kompleksa flavonoida sa aluminijevim (III) kloridom pri čemu nastaje obojena otopina. Intenzitet nastale boje proporcionalan je količini flavonoida prisutnih u biljnom materijalu, plodu smokve. Prisutnost flavonoida se izražava miligram ekvivalentni kvercetin.

Kako bi se što bolje izdvojili flavonoidi iz ploda smokve, uzorci su podvrgnuti ekstrakciji na tri različita načina: 1) ultrazvučnom ekstrakcijom; 2) maceracijom; 3) kiselom maceracijom. Detalji ekstrakcijskih postupaka opisani su u nastavku.

3.2.3.1. Kemikalije

I.	Metanol, za kromatografiju, p.a.
II.	Aluminijev (III) klorid (AlCl ₃), p.a.
III.	Kvercetin hidrat, p.a.
IV.	min. 37% HCl, p.a.

3.2.3.2. Priprema otopina

a) 2% m/V otopina aluminijeva (III) klorida u metanolu

U odmjernu tikvicu od 100 mL odvagane se 2 g aluminijska (III) klorida, koji se otopi u metanolu uz lagano zagrijavanje tijekom 2-3 minute u ultrazvučnoj kupelji. Nakon hlađenja otopine, dodaje se metanol do oznake. Konačna koncentracija otopine aluminijska (III) klorida iznosi $c(\text{AlCl}_3) = 0,02 \text{ g mL}^{-1}$.

b) Priprema ishodne otopine kvercetina

U odmjernu tikvicu od 10 mL odvagane se 10 mg kvercetin dihidrata i otopi u metanolu. Zatim se dobivena otopina razrijedi dodavanjem 1,0 mL te otopine u tikvicu od 10 mL i nadopunjavanjem metanolom do oznake. Koncentracija kvercetina u otopini iznosi $c(\text{kvercetin}) = 0,10 \text{ mg mL}^{-1}$.

c) Priprema kalibracijske otopine kvercetina

Iz ishodne otopine kvercetina koncentracije $0,10 \text{ mg mL}^{-1}$ pripremaju se kalibracijske otopine kako je prikazano u Tablici 6.

Tablica 6. Priprema kalibracijskih otopina kvercetina u metanolu.

Otopina kvercetina	V (ishodna otopina kvercetina) / μL	V (metanol) / μL	c (kvercetin) / $\mu\text{g mL}^{-1}$
St-1	50	950	5
St-2	100	900	10
St-3	150	850	15
St-4	200	800	20
St-5	250	750	25
St-6	300	700	30
St-7	350	650	35
St-8	400	600	40

d) Priprema otopine uzorka

Kao što je rečeno, flavonoidi iz ploda smokve su ekstrahirani na sljedeća tri načina: 1) ultrazvučnom ekstrakcijom; 2) maceracijom; 3) kiselom maceracijom. Detaljni opis svakog od navedenih postupaka naveden je u nastavku.

1) Ekstrakcija flavonoida ultrazvučnom ekstrakcijom

U epruvete od 50 mL stavljeno je 0,50 g uzorka usitnjenog ploda smokve, koji je zatim pomiješan s 10 mL metanola. Epruvete su začepljene i uzorak je ostavljen 30 minuta u ultrazvučnoj kupelji pri sobnoj temperaturi, na frekvenciji od 50 kHz (Falc Instruments srl., Treviso, Italija). Nakon ekstrakcije, ekstrakti su centrifugirani (LYNX 4000, Thermo Scientific, Massachusetts, SAD) pri 5000 rpm tijekom 5 minuta, na sobnoj temperaturi. Supernatant nakon centrifugiranja je pomoću pipete prenešen u epruvete od 15 mL. Na preostali biljni materijal je dodano još 5 mL metanola i ekstrahirano dodatnih 30 minuta

Ponovljena je ekstrakcija tijekom dodatnih 30 minuta u ultrazvučnoj kupelji, pri sobnoj temperaturi, na frekvenciji od 50 kHz (Falc Instruments srl., Treviglio, Italija). Nakon toga je ponovno provedeno centrifugiranje (LYNX 4000, Thermo Scientific, Massachusetts, SAD) pri 5000 rpm tijekom 5 minuta, na sobnoj temperaturi. Supernatanti su prenešeni u odmjerne tikvice od 10 mL te su nadopunjeni metanolom do oznake.

2) Ekstrakcija flavonoida maceracijom

U epruvete od 50 mL stavljeno je 0,50 g uzorka, koji je zatim pomiješan s 10 mL metanola. Nakon toga, epruvete su začepljene i ostavljene 24 sata na sobnoj temperaturi. Nakon 24 sata, uzorci su centrifugirani (LYNX 4000, Thermo Scientific, Massachusetts, SAD) tijekom 5 minuta pri 5000 rpm, također na sobnoj temperaturi. Supernatanti su prebačeni u odmjerne tikvice od 10 mL te su nadopunjeni metanolom do oznake.

3) Ekstrakcija flavonoida kiselom maceracijom

U epruvete od 50 mL stavljeno je 0,50 g uzorka, koji je zatim pomiješan s 10 mL metanola i 2 mL 37 % m/m HCl. Nakon toga, epruvete su začepljene i ostavljene 24 sata na sobnoj temperaturi. Nakon 24 sata, uzorci su centrifugirani (LYNX 4000, Thermo Scientific, Massachusetts, SAD) tijekom 5 minuta pri 5000 rpm, na sobnoj temperaturi. Supernatanti su prebačeni u odmjerne tikvice od 10 mL te su nadopunjeni metanolom do oznake.

Pripremljeni ekstrakti ploda smokve, razrijeđeni su s metanolom u omjeru 1:20. To znači da je 0,50 mL ekstrakta uzorka pomiješano je s 9,50 mL metanola. Svi uzorci pripremljeni su u duplikatu. Zatim je u 1,0 mL razrijeđenog uzorka dodano je po 1,0 mL 2 % m/V otopine AlCl_3 . Otopine su ostavljene da se dogodi reakcija s reagensom tijekom 15 minuta, pri sobnoj temperaturi, nakon čega je izmjerena apsorbancija uzoraka u kivetama širine 1 cm, pri 415 nm primjenom UV-Vis spektrofotometra UV-vis Cary 100 (Agilent, Technologies, Santa Clara, SAD).

Sadržaj ukupnih flavonoida je izražen kao mg ekvivalenta kvercetina po gramu uzorka sviježe tvari izračunat je prema sljedećoj formuli:

$$\text{Ukupni flavonoidi} = \frac{c_{uz} \times V \times 0,001}{m}$$

gdje je:

Ukupni flavonoidi – ukupni flavonoidi izraženi kao mg ekvivalenta kvercetina u 1 gramu uzorka; c_{uz} – koncentracija ispitivanog uzorka ($\mu\text{g mL}^{-1}$); V - volumen otopine uzorka (mL); m - masa ispitivanog uzorka(g); 0,001 – faktor korekcije.

4. Rezultati i rasprava

Cilj ovog rada bio je analizirati sadržaj ukupnih fenola, flavonoida i antioksidativne aktivnosti suhih plodova smokve sorte 'Zamorčica'. U okviru istraživanja određeni su i morfološki parametri svježih plodova sorte 'Zamorčice'.

4.1. Morfološki parametri svježih i suhih plodova smokve

Izmjerene prosječne vrijednosti svježeg i suhog plodova smokve prikazane su u tablici 7. i 8.

Tablica 7. Morfološki parametri svježih plodova sorte 'Zamorčica' dobiveni mjerenjem 50 plodova.

Sorta	Prosječna svježa masa ploda (g)	Prosječna najveća širina ploda (cm)	Prosječna dužina ploda (cm)
'Zamorčica'	60,00	3,26	3,84

Tablica 8. Morfološki parametri svježih plodova sorte 'Zamorčica' dobiveni mjerenjem 50 plodova.

Sorta	Prosječna suha masa ploda (g)	Prosječna najveća širina ploda (cm)	Prosječna dužina ploda (cm)
'Zamorčica'	0,016	1,46	3,10

4.2. Sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijska aktivnost

Povezanost sadržaja fenolnih spojeva i antioksidacijske aktivnosti opisana je u više radova. Sadržaj fenola je pokazatelj antioksidacijskog kapaciteta biljnog ekstrakta (Chanda i Dave, 2009). Danas je poznato oko 8000 fenolnih spojeva koji uglavnom imaju antioksidacijska djelovanja (Antal, 2010).

Fenolni spojevi su uobičajeni sekundarni metaboliti koji biljaka koji pored fiziološke uloge u samoj biljci imaju i pozitivne učinke na ljudsko zdravlje (Sandhu i sur., 2023). Tako fenolni spojevi smokve djeluju pozitivno u liječenju srčanih bolesti, neurodegenerativnih, ili imaju antitumorsko djelovanje. Fenoli djeluju antioksidativno donirajući atom vodika ili elektron drugim spojevima hvatajući slobodne radikale i guše singletni kisik.

Crno vino i čaj su dva najpoznatija izvora fenolnih spojeva no manje je poznato da smokve sadrže veće koncentracije fenola (Vallejo i sur., 2012).

Sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijska aktivnost u suhim plodovima smokve sorte 'Zamorčica' prikazani su u Tablici 9.

Tablica 9. Sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijska aktivnost u plodovima suhe smokve - EO1.

Sorta	Sadržaj ukupnih fenola (mg GAE g ⁻¹ uzorka)	Antioksidacijska aktivnost (mM mL ⁻¹ Trolox g ⁻¹ uzorka)
'Zamorčica'	1,344 ± 0,01	1,007 ± 0,1

Dobiveni rezultati sadržaja ukupnih fenola u suhim plodovima sorte 'Zamorčica' iznose 1,344 ± 0,01 mg GAE g⁻¹ uzorka. Udio ukupnih fenola u suhim smokvama (Veberic i Mikulic-Petovsek, 2015., Bey i sur. 2013.) prosječno iznosi od 0,178 mg GAE g⁻¹ uzorka do 8,15 mg GAE g⁻¹, što je u skladu s rezultatima dobivenim u ovom radu. Veliki raspon vrijednosti autori objašnjavaju razlikama u sortama, podneblju uzgoja, načinu sušenja te uvjetima skladištenja. Na sadržaj ukupnih fenola utječe i boja kore, smokve tamnije boje daju više vrijednosti ukupnih fenola Kamiloglu i sur. (2013).

Istraživanja biokemijskih komponenti na našim sortama smokve ('Šaraguja', 'Termenjača', 'Crnica', 'Bjelica' i 'Bružetka bijela') koje su provodili Bucić-Kojić i sur. (2011) te Mujić i sur. (2012) dobivene vrijednosti ukupnih fenola, ovisno o istraženoj sorti, kretale su se od 2,6 mg GAE g⁻¹ uzorka do 11,17 mg GAE g⁻¹ uzorka. Navedeni autori su plodove svježih smokava smrznuli te neposredno prije kemijskih analiza liofilizirali, stoga su analize rađene na drugačije pripremljenom biljnom materijalu.

Slatnar i sur. (2011) dobili su kod plodova osušenih na suncu veći sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijsku vrijednost u odnosu na svježe plodove, ali dobivene vrijednosti bile su manje u odnosu kod plodova koji su se sušili u industrijskoj sušilici.

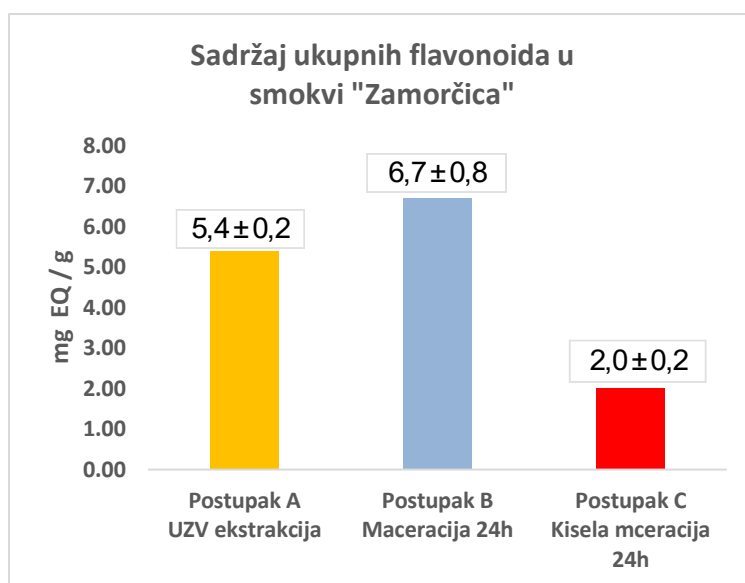
Antioksidacijska aktivnost kod suhih plodova 'Zamorčice' iznose 1,007 ± 0,1 mM Trolox g⁻¹ uzorka. Dobivena vrijednost antioksidacijske aktivnosti je viša od vrijednosti 0,184 ± 0,16 mM Trolox g⁻¹ uzorka ploda suhe smokve koju su dobili indijski istraživači (Maurya i sur. 2021) uz ekstrakciju uzorka u istom otapalu 80% v/v etanolu.

4.3. Sadržaj ukupnih flavonoida

Flavonoidi pripadaju klasi fenolnih spojeva ali su složenije građe, u strukturi sadržavaju tri fenolna prstena. Djele se na flavanole, flavonole, flavone i antocijanide. Pronađeno je da je najzastupljeniji flavonoid u plodu smokve kvercetin a u lišću luteolin. Brojni drugi flavonoidi nalaze se u kori ploda smokve (Walia i sur., 2022). Plod smokve sadrži i flavonol glikozide, pri čemu su najzastupljeniji kampferol-3-glukozid i kvercetin-3-glukozid (Vallejo i sur., 2012).

Rezultati sadržaja ukupnih flavonoida (UFL) u plodovima smokve 'Zamorčica' prikazani su na slici 12.

Najviši sadržaj ukupnih flavonoida dobiven je postupkom B, prilikom kojeg su flavonoidi ekstrahirani maceracijom suhih plodova smokve u trajanju od 24 h te sadržaj iznosi $6,7 \pm 0,8$ mg ekvivalenata kvercetina u jednom gramu uzorka (mg EQ g^{-1}). Nešto niže vrijednosti su dobivene ultrazvučnom ekstrakcijom, postupak A, te iznose $5,4 \pm 0,2$ mg mg EQ g^{-1} . Značajno niža vrijednost UFL je dobivena kiselim maceracijom ploda smokve tijekom 24 h, postupak C, što se može ukazivati da je došlo do degradacije flavonoidnih spojeva u kiseljoj otopini.



Slika 12. Usporedba sadržaja ukupnih flavonoida u suhoj smokvi sorte 'Zamorčica' nakon ekstrakcije s tri različita postupka: Postupak A - ultrazvučna ekstrakcija; Postupak B - maceracija pri sobnoj temperaturi tijekom 24h; Postupak C - kisela maceracija pri sobnoj temperaturi tijekom 24h.

U literaturi je manji dio informacija objavljen o sadržaju ukupnih i pojedinačnih flavonoida u hrvatskim sortama suhih smokvi. U međunarodnom revijalnom radu iz 2019. g. (Arvaniti i sur., 2019) za hrvatske sorte su navedeni podaci sadržaja ukupnih flavonoida u svježim smokvama i kreću se u rasponu od 512 do 568 mg EQ / 100 g svježe tvari prema podacima iz rada Mujic i sur. (2012).

5. Zaključak

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

- Svježa masa plodova u prosjeku je iznosila 60,0 g, prosječna dužina plodova iznosila je 3,84 cm, a prosječna širina plodova bila je 3,26 cm. Kod suhih plodova smokve prosječna masa iznosila je 0,016 g, prosječna dužina 3,10 cm, a prosječna širina 1,46 cm.
- Sadržaj ukupnih fenola u suhim plodovima smokve sorte 'Zamorčica' iznosila je 1,344 mg GAE g⁻¹ svježe tvari uzorka.
- Sadržaj ukupnih flavonoida iznosio je 6,7 mg ekvivalenti kvercetina g⁻¹ svježe tvari uzorka te je bio najviši kod postupka ekstrakcije maceracijom tijekom 24 h, dok su vrijednosti kod druga dva tipa ekstrakcije bile niže, što očito ukazuje na degradaciju flavonoida kod plodova smokve pri eksperimentalnim uvjetima
- Antioksidacijska aktivnost kod suhih plodova smokve iznosila je 1,007 mM Trolox g⁻¹ svježe tvari uzorka

Istraživanja na suhim plodovima smokve sorte 'Zamorčica' ukazuju da je plod bogat ukupnim fenolima i flavonoidima te značajne antioksidacijske aktivnosti.

Mišljenja smo da bi trebalo razvijati svijest o tome kako je suha smokva izvor hranjivih tvari, kao i značaj autohtonog sortimenta smokava.

6. Literatura

Al-Snafi A. E. (2017.). Nutritional and pharmacological importance of *Ficus carica*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 7(3), 33–48. <http://dx.doi.org/10.9790/3013-0703013348>.

Antal D. S. (2010). Medicinal plants with antioxidant properties from Banat region (Romania): a rich pool for the discovery of multi-target phytochemicals active in free-radical related disorders. *Analele Universitatii din Oradea-Fascicula Biologie* 17 (1), 14-22.

Arvaniti O. S., Samaras Y., Gatidou G., Thomaidis N. S., Stasinakis A. S. (2019.). Review on fresh and dried figs: Chemical analysis and occurrence of phytochemical compounds, antioxidant capacity and health effects. *Food Research International*, 119, 244–267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.055>.

Aksoy U. (1998.). Why fig? An old taste and a new perspective. *Acta Hort.* 480:25–26. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.480.1>.

Babalis S. J., Belessiotis V. G. (2004.). Influence of the drying conditions on the drying constants and moisture diffusivity during the thin-layer drying of figs. *Journal of Food Engineering*, 65(3), 449–458. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.02.005>.

Beck N.G, Lord E.M. (1988.). Breeding system in *Ficus Carica*, The Common fig. II. Pollination events. Department of Botany and Plant Sciences. University of California, Riverside, California 92521, 75(12):1913-1922.

Bucic-Kojic A., Planinic M., Tomas S., Jokic S., Mujic I., Bilic M., Velic D. (2011.). Effect of extraction conditions on the extractability of phenolic compounds from lyophilised fig fruits (*Ficus carica* L.). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61, 195–199. <https://doi.org/10.2478/v10222-011-0021-9>.

Canal J. R., Torres M. D., Romero A., Pérez C. (2000.). A chloroform extract obtained from a decoction of *Ficus carica* leaves improves the cholesterolaemic status of rats with streptozotocin-induced diabetes. *Acta Physiologica Hungarica*, 87(1), 71–76. <http://dx.doi.org/10.1556/APhysiol.87.2000.1.8>.

S. Chanda S. i Dave R. (2009.). In vitro models for antioxidant activity evaluation and some medicinal plants possessing antioxidant properties: An overview. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 3(13), 981-996.

Chawla A., Singh S., Sharma A. K. (2013.). *Salacia oblonga* wall: A review on its pharmacognostic, phytochemical and pharmacological aspects. *Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 4(4), 1215–1228.

Chen X. D., Mujumdar A. S. (2008.). *Drying technologies in food processing*. Blackwell publishing <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.12.004>.

Ekechukwu O. V., Norton B. (1999.). Review of solar - energy drying systems I: An overview of drying principles and theory. *Energy Conversion and Management*, 40, 615–655. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(98\)00092-2](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(98)00092-2).

Engels J. (2001.) Home gardens—a genetic resources perspective. In: Watson, J.W., Eyzaguirre, P.B. (Eds.), *Home gardens and in situ conservation of plant genetic resources in farming systems*, IPGRI: Proceedings of the Second International Home Gardens Workshop. Witzenhausen, Germany, pp. 3–9.

Frodin D. G. (2004.). History and concepts of big plant genera. *Taxon*, 53(3), 753–776. <http://dx.doi.org/10.2307/4135449>.

Galić A., Pliestić S., Dobričević N., Voća S., Šic Žlabur J., Martinec J. (2012.). Konvektivno sušenje ploda smokve (*Ficus carica* L.) sorte Zamorčica u elementarnom (tankom) sloju. *Zbornik radova 47. hrvatskog i 7. međunarodnog simpozija agronoma*. Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 835-838.

Gallali Y. M., Abujnah Y. S., Bannani F. K. (2000.). Preservation of fruits and vegetables using solar drier: A comparative study of natural and solar drying, III; chemical analysis and sensory evaluation data of the dried samples (grapes, figs, tomatoes, and onions). *Renewable Energy*, 19(1–2), 203–212. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(99\)00032-4](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(99)00032-4).

Gani G., Fatima T., Qadri T., Gulzar B., Jan N., Bashir O. (2018.). Phytochemistry and pharmacological activities of fig (*Ficus carica*): A review. *International Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3, 80–82.

Hirst K. (1996.). Fig trees and archaeology. The history of the domestication of fig trees. About.com Archaeology. http://archaeology.about.com/od/domestications/a/fig_trees.htm.

Hussain S. Z., Naseer B.; Qadri T., Fatima T., Bhat T. A. (2021.). Fig (*Ficus Carica*)—Morphology, Taxonomy, Composition and Health Benefits In: *Fruits Grown in Highland Regions of the Himalayas*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75502-7_6.

Jairaj K. S., Singh S. P., Srikant K. (2009.). A review of solar dryers developed for grape drying. *Solar Energy*, 83 (9), 1698–1712. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2009.06.008>.

Kolesnik A. A., Kakhniashvili T. A., Zherebin Y. L., Golubev V. N., Pilipenko L. N. (1986.). Lipids of the fruit of *Ficus carica*. *Chemistry of Natural Compounds*, 22(4), 394–397. <https://doi.org/10.1007/BF00579808>.

Lydia D. E. (2009.). Wonders of Figs. In Summaries and short reviews. <http://www.shvoong.com/medicine-and-health/nutrition/1866223-wonders-figs/>. (pristupljeno 19.05.2024).

Lewicki P. P. (2006.). Design of hot air drying for better foods. *Trends in Food Science & Technology*, 17 (4), 153–163. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.10.012>.

Martinez-Garcia J. J., Gallegos - Infante J. A., Rocha-Guzman N. E., Ramirez-Baca P., Candelas-Cadillo M. G., Gonzales-Laredo R. F. (2013.). Drying parameters of half-cut and ground figs (*Ficus carica* L.) var. Mission and the effect on their functional properties. *Journal of Engineering*, ID 710830, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/710830>.

Mars M. (1995.). La culture du grenadier (*Punica granatum* L.) et du figuier (*Ficus carica* L.) en Tunisie. *Cahiers Options Méditerranéennes* 13:85–95.

Marwat S. K., Khan M. A., Khan M. A., Ahmad M., Zafar M., Fazal-ur-rehman Sultana S. (2009.). Fruit plant species mentioned in the Holy Qura'n and Ahadith and their ethnomedicinal importance. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 5, 284–295.

Maurya A., Priyadarshini E., Rajamani P. (2021.). Evaluation of Antioxidant Capacity and Antiproliferative Activity of Fruit Extract of Dry Figs (*Ficus carica* L.) on MDA MB-468 Cell L. *Research Square*, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1145771/v1>.

Ministarstvo Poljoprivrede, ribarstva i šumarstva. <https://www.savjetodavna.hr/2007/08/24/susenje-smokava-na-suncu-i-u-solarnoj-ekoloskoj-susilici/> (pristupljeno 19.05.2024).

Mir M. M., Kumar A., Iqbal U., Mir S. A., Rehman M. U., Banday S. A., Rather G. H., Fayaz S. (2018.). Characterization of Fig (*Ficus carica* L.) Germplasm in Central Kashmir of North Western Himalayan Region. *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, 31(1), 57–63. <http://dx.doi.org/10.5958/0976-1926.2018.00009.8>.

Mitra S. K. (Ed.). (1997.). *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits* (No. 04; SB359, P6.). CAB international.

Morton J. F. (1987.). *Fruits of warm climates*. Creative Resource Systems. Inc. NDTV Foods. Health benefits of Anjeer (Fig): From weight management to boosting heart health. NDTV Food. <https://www.webmd.com/diabetes/potassium-diabetes>. (pristupljeno 19.07.2024).

Mujic I., Dudas S., Zekovic Z., Lepojevic Z., Radojkovic M. (2012.). Determination of antioxidant properties of fig fruit extracts (*Ficus carica*). *Acta Horticulturae*, 940, 369–376. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.940.52>.

Muji I., Kralj M. B., Joki S. (2014.). Characterisation of volatiles in dried white

varieties figs. *Ficus carica* L.), 51(September), 1837–1846. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0740-x>.

Oksar R. E., Şen F., Aksoy U. (2017.). Effect of drying under plastic tunnels on drying rate and quality of fig (*Ficus carica* L. 'Sarilop'). *Acta Horticulture* <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1173.51>.

Onwude D. I., Hashim N., Chen G. (2016.). Recent advances of novel thermal combined hot air drying of agricultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 57,132–145. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.012>.

Piga A., Pinna I., Özer, K. B., Agabbio M., Aksoy U. (2004.). Hot air dehydration of figs (*Ficus carica* L.): Drying kinetics and quality loss. *International Journal of Food Science and Technology*, 39 (7), 793–799. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00845.x>.

Rahmani A. H., Aldebasi Y. H. (2017.). *Ficus carica* and its constituents role in management of diseases. *The Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(6), 49–53. <https://doi.org/10.22159/AJPCR.2017.V10I6.17832>.

Rahman S. M. (2007.). *Handbook of food preservation*. CRC Press [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00143-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00143-5).

Russo M., Di Sanzo R., Cefaly V., Fuda S., Postorino S., Suraci F. (2012.). Quality and nutritional composition of dried figs: A traditional Calabria region (Italy) product. *Acta Horticulturae*, 939, 189-196. DOI: 10.17660/ActaHortic.

Sandhu A.K., Islam M., Edirisinghe I., Burton-Freeman B. (2023.). Phytochemical Composition and Health Benefits of Figs (Fresh and Dried): A Review of Literature from 2000 to 2022. *Nutrients* 3;15(11):2623. doi: 10.3390/nu15112623. PMID: 37299587; PMCID: PMC10255635.

Sharma A., Chen C. R., Vu Lan N. (2009.). Solar-energy drying systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (6–7), 1185–1210. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.08.015>.

Slatnar A., Klancar U., Stampar F., Veberic R. (2011.). Effect of drying of figs (*Ficus carica* L.) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (21), 11696–11702.

Solomon A., Golubowicz S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb H. E., Altman A., Kerem Z., Flaishman M. A. (2006.). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20), 7717–7723. <http://dx.doi.org/10.1021/jf060497h>.

Soni N., Mehta S., Satpathy G., Gupta R. K. (2014.). Estimation of nutritional, phytochemical, antioxidant and antibacterial activity of dried fig (*Ficus carica*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 3(2), 158-165.

Stover E., Aradhya M., Ferguson L., Crisosto C. H. (2007.). The fig: Overview of an ancient fruit. HortScience, 42(5), 1083–1087. <http://dx.doi.org/10.21273/HORTSCI.42.5.1083>.

Tan N. (2017.). Effect of cabinet drying method on dried fruit quality and functional properties of 'Sarilop' (*Ficus carica* L.) fig cultivar, 359–364. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1173.62>.

Tiwari A. (2016.). A review on solar drying of agricultural produce. Journal of Food Processing & Technology, 7(9) <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000623>.

Veberic R., Colaric M., Stampar F. (2008.). Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. Food Chemistry, 106(1), 153–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.061>.

Vallejo F., Marin J. G., Tomas-Barberan F. A. (2012.). Phenolic compound content of fresh and dried figs (*Ficus carica* L.). Food Chemistry, 130, 485–492. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.032>.

Walia A, Kumar N., Singh R., Kumar H., Kumar V., Kaushik R., Kumar A.P. (2021.). Bioactive Compounds in *Ficus* Fruits, Their Bioactivities, and Associated Health Benefits: A Review. Journal of Food Quality, <https://doi.org/10.1155/2022/6597092>

Watson L., Dallwitz M. J. (2004.). The families of flowering plants: Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. <http://biodiversity.uno.edu/delta>. (pristupljeno 19.05.2024).

Weiblen G. D. (2000.). Phylogenetic relationships of functionally dioecious *Ficus* (Moraceae) based on ribosomal DNA sequences and morphology. Amer. J. Bot. 87: 1342–1357. <https://doi.org/10.2307/2656726>.

Xanthopoulos G., Oikonomou N., Lambrinos G. (2007.). Applicability of a single-layer drying model to predict the drying rate of whole figs. Journal of Food Engineering, 81(3), 553–559. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.11.033>.

Zohary D., Spiegel-Roy P. (1975.). Beginnings of fruit growing in the Old World. Science 187, 319–327.

Životopis

Šinka Stupin rođena je 29.09.1998 u Šibeniku. Pohađala je Osnovnu školu Fausta Vrančića u Šibeniku. Školovanje nastavlja u Ekonomskoj školi Šibenik, smjer ekonomist. Nakon završetka srednje škole upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu kao svoj prvi izbor. Godine 2021. završava preddiplomski studij i stječe akademski naziv: Sveučilišna prvostupnica inženjerka ekološke poljoprivrede. Iste te godine nastavlja sa svojim obrazovanjem te upisuje diplomski studij Ekološka poljoprivreda i agroturizam. Nakon završetka svih ispita na diplomskom studiju upisuje apsolventsku godinu te odlazi u SAD na program kulturne razmjene namijenjen isključivo studentima. Engleskim jezikom vlada u govoru i pismu. Također, tijekom cijelog studiranja, uz uobičajene studentske obaveze radi raznorazne studentske poslove. Studentsku praksu obavila je na OPG-u Luka Mažibrada sa sjedištem na otoku Prviću gdje je i radila 5 sezona. Područje njezina interesa je ekološki uzgoj mediteranskog voća te uzgoj aromatičnog i ljekovitog bilja.