Utjecaj godine i lokacije na sadržaj fenola i flavonoida u mljevenoj začinskoj paprici

Arežina, Andrea

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josip Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:905071

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Andrea Arežina
Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

UTJECAJ GODINE I LOKACIJE NA SADRŽAJ FENOLA I FLAVONOIDA U MLJEVENOJ ZAČINSKOJ PAPRICI

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Andrea Arežina

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

UTJECAJ GODINE I LOKACIJE NA SADRŽAJ FENOLA I FLAVONOIDA U MLJEVENOJ ZAČINSKOJ PAPRICI

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog

1. Prof.dr.sc. Nada Parađiković, predsjednik
2. Doc.dr.sc. Tomislav Vinković, mentor
3. Prof.dr.sc. Vlatka Rozman, član

Osijek, 2016.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Podrijetlo paprike 2
1.2. Morfološka svojstva 2
1.3. Uvjeti uzgoja paprike 5
1.4. Tehnološki postupak dobivanja mljevene začinske paprike 5
1.5. Podjela paprike 7
2. Pregled literature 9
2.1. Ljekovita i začinska svojstva paprike 9
2.2. Nutritivna vrijednost crvene paprike 11
2.3. Antioksidativna aktivnost 12
2.4. Biljni pigmenti 15
2.5. Kapsaicinoidi 15
2.5.1. Scoville-ova ljestvica 18
2.6. Flavonoidi i fenoli 19
2.7. Cilj istraživanja 21
3. MATERIJALI I METODE 22
3.1. Postupak ekstrakcije i određivanje ukupnih fenola i flavonoida 22
3.2. Statistička analiza 23
4. REZULTATI 24
5. RASPRAVA 28
6. ZAKLJUČAK 31
7. POPIS LITERATURE 32
8. SAŽETAK 41
9. SUMMARY 42
10. POPIS TABLICA 43
11. POPIS SLIKA 43
12. POPIS GRAFIKONA 44
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA 45
BASIC DOCUMENTATION CARD 46

1. UVOD

Paprika (*Capsicum annuum* L.) je jednogodišnja, toploljubiva biljka iz porodice pomoćnica (Solanaceae). Proizvodi se prvenstveno za prehrambene svrhe, uzgaja se za jestivi plod i od paprike se mogu dobiti različite vrste prerađevina. Među najpoznatijima je mljevena začinska paprika. Osim u prehrambenoj industriji, paprika svoju primjenu pronalazi u medicini zbog svojih ljekovitih svojstava, a rasprostranjena je i u kozmetičkoj industriji. Dijeli se na slatku i ljutu.

Crvena začinska paprika je svjetski poznata, a proizvodi se sušenjem i mljevenjem svježe crvene paprike *Capsicum annuum* L., i *Capsicum frutescens* L. Paprika je vrlo dobar izvor zdravih sastojaka poput flavonoida, karotenoida, fenola i kapsaicina (Bae i sur., 2012.). U Europi, značajne količine proizvode se u Mađarskoj, Srbiji, Hrvatskoj, Španjolskoj i Makedoniji, gdje se koristi u tradicionalnoj kuhinji. Može biti ne-ljutog ili slatkog i ljutog okusa, ovisno o sorti, a većina tih sorti pripada *longum* grupi (*Capsicum annuum* L. var. *longum*). Oporost u paprici potječe od alkaloida pod nazivom kapsaicinoidi, odnosno od kapsaicina i dihidrocapsaicina koji su odgovorni za više od 90% oporih paprika (Cisneros-Pineda i sur., 2007., Giuffrida i sur., 2013.). Zdravstveno djelovanje kapsaicinoida leži u njihovim antioksidativnim svojstvima i protuupalnim djelovanjima, čak i antikancerogenom djelovanju (rak dojke, debelog crijeva, prostate i želuca) (Djamgoz i Isbilen, 2006., Mori i sur., 2006., Antonious i sur., 2006.). Osim ljutine paprike u procjeni kvalitete same paprike važna je boja (crvena) paprike. Crvena obojenost paprika ovisi o djelovanju ketokarotena, kapsantina i kapsorubina, odnosno karotenoidima.

Flavonoidi imaju utjecaj na ukupnu kvalitetu paprike. Oni su sveprisutne fitokemikalije i prisutni su u svim sortama paprike. Pokazuju značajno antioksidativno i antikancerogeno djelovanje (Lu i sur., 2006., Tonin i sur., 2005.). U skladu s tim, popularnost paprike proizlazi iz kombinacije različitih faktora kao što su boja, okus i oporost. Stupanj oporosti, kao i sadržaj drugih fitokemikalija, vrlo je važan ne samo za potrošače, nego i za industrijske svrhe. S obzirom na definiranu vrijednost paprike, vrlo je važno da se ona može upotrijebiti kao sastojak u prehrambenoj industriji, kao začin, ali i u proizvodnji lijekova. Sadržaj fitokemikalija u biljkama, koje su odgovorne za organoleptička svojstva pod utjecajem su različitih faktora. Tehnika proizvodnje, datum berbe, metode sušenja i uvjeti skladištenja uvelike utječu na promjenu sadržaja fitokemikalija u paprici i tlu na kojem se ona uzgajala.

Slatka paprika se koristi kao začin i kao svježe povrće, a intenzitet oporosti ili ljutine ovisi o svrsi uporabe. Stupanj ljutine ili oporosti može ovisiti o nekoliko segmenata kao što

su stadij biljke u razvoju, stres, obogaćenost tla potrebnim hranjivima, a temperaturni stres može utjecati na metabolizam biljke i povećati koncentraciju kapsaicina u slatkoj paprici.

Paprika je važna kultura, dijeli se na slatku i ljutu te ima važan ekonomski i nutricionistički značaj, jer je izvrstan izvor prirodne boje i antioksidativnih spojeva, uključujući flavonoide, fenolne kiseline i karotenoide (Lee i sur., 1995., Zaki i sur., 2013.). Slatka paprika je važna povrtlarska kultura diljem svijeta (Peet, 2006.) koja zauzima treće mjesto povrća nakon rajčice i luka (Akinfasoye i sur., 2006.). Procjenjuje se da je više od 7,5 milijuna jutara paprike uzgajano diljem svijeta (Peet, 2003.).

1.1. Podrijetlo paprike

Paprika je toploljubiva biljka koja potječe iz Meksika i Gvatemale odakle se širi po Južnoj Americi do Čilea i Argentine. Nakon Kolumbova otkrića Amerike uvozi se u Europu i zbog svog ljutog, oporog okusa koristi se kao začin. U Hrvatskoj se godišnje paprikom zasadi oko 3700 ha, a najviše se proizvede u kontinentalnoj zoni, oko 82%. Najviše ukupne proizvodnje nalazi se u Virovitičko-podravskoj županiji. Godišnje se proizvede oko 30 000 tona plodova, a od toga najveći dio proizvedene paprike koristi se u svježem stanju ili za prerađevine. Prosječni prinosi paprike u Hrvatskoj kreću se nešto više od 7 t/ha. Uz domaću proizvodnju u Hrvatsku se uveze oko 3000 t plodova svježe i smrznute paprike, najvećim dijelom iz Turske, Španjolske, Mađarske i Italije.[1] Zrela crvena paprika bogata je karotenoidima koji određuju boju, a ljutinu joj daje alkaloid kapsaicin (Garcia i sur., 2007.).

1.2. Morfološka svojstva

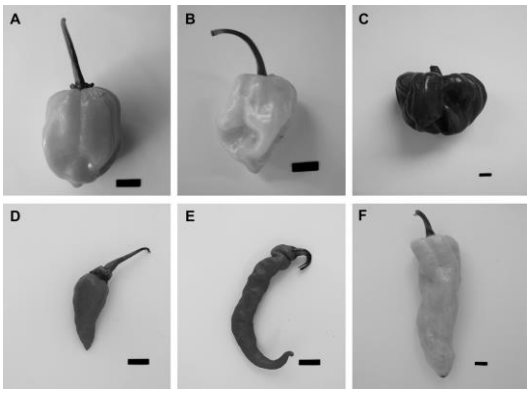
Paprika je jednogodišnja povrtna kultura koja pripada porodici pomoćnica (Solanaceae). Sastoji se od uspravne, razgranate stabljike visine 50 do 80 cm. Listovi se pojavljuju naizmjenično na granama, a sastoje se od peteljke i plojke dugačke desetak centimetara. Korjenov sustav slabije je razvijen od nadzemne mase biljke, a sastoji se od primarnog i bočnog korijena. Bočno korijenje razvija se plitko u tlu, šireći se horizontalno 30 do 50 cm, dok se primarni korijen nalazi od 30 do 60 cm u tlu. Cvjetovi se formiraju pojedinačno ili nešto rjeđe više cvjetova zajedno nasuprotno listovima. Oni se sastoje od čaške svijetlozelene boje koju čine pet ili više lapova, i vjenčića od po pet do osam međusobno sraslih latica, blijedo žućkaste ili tamnoljubičaste boje. Najčešće ima pet prašnika, a tučak

ima nadraslu plodnicu sa puno sjemenih zametaka. Prema botaničkoj klasifikaciji, plod paprike je boba različitog oblika, boje i veličine (Slika 1.). U njegovoj unutrašnjosti nalazi se sjemena loža na kojoj se nalazi većina sjemenki, dok se na stjenkama pregrada unutrašnjosti ploda nalazi manji broj sjemenki. U plodu paprike može se razviti i do 500 sjemenki, ovisno o veličini ploda i razvijenosti sjemene lože. Sjeme u povoljnim uvjetima zadržava klijavost i do 5 godina, a ono je bubrežastog oblika, glatke površine, dužine 3 do 4 mm i širine 2 do 3 mm, te debljine 1 mm, a u jednom gramu ima 150 do 200 sjemenki.[2]

Slika 1. Paprika, *Capsicum annuum* L.

Izvor: http://www.agropin.hr/o-proizvodn

Na slici (2.) su prikazani plodovi sorti ljutih paprika kultiviranih u Mexicu

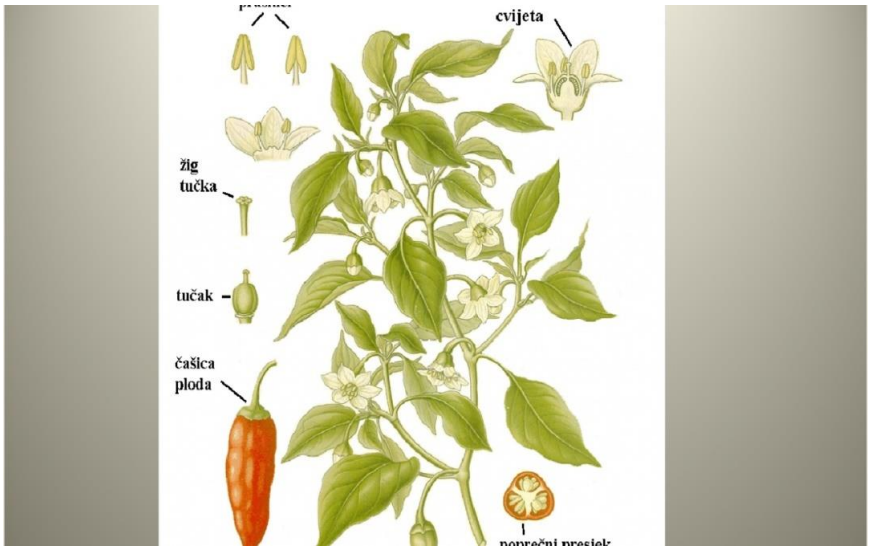


Slika 2. Morfologija ploda *Capsicum annuum* L. i *Capsicum chinense* Jacq. uzgojene u Yucatanu, Mexico.

Habanero orange (A) i habanero white (B) (*Capsicum chinense* Jacq.). Dulce (C), sukurre (D), chawa (E) i xcat'ik (F) (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*).

Izvor: Teran i sur., 1998.

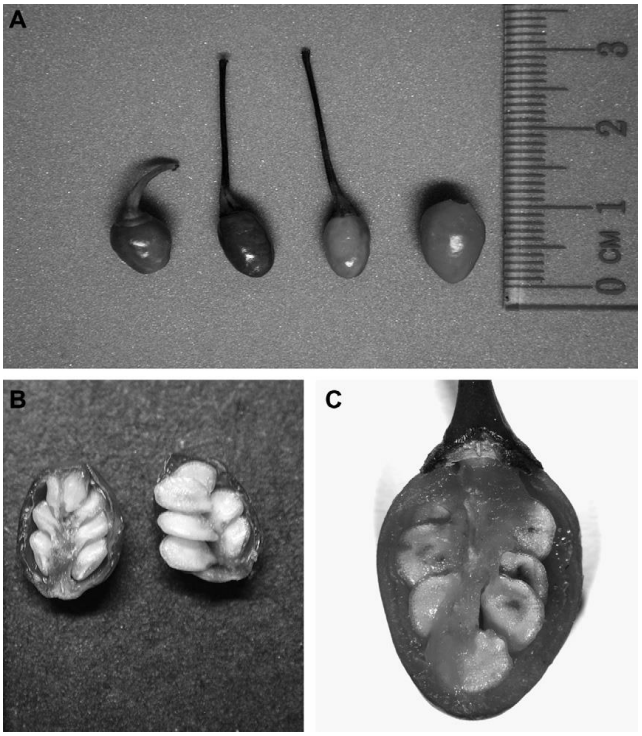
Morfologija čili papričice, prikazana je na slici (3.)



Slika 3. Morfologija čili paprike

Izvor: http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/povrcarstvo/papri

Na slici (4.) je prikazana morfologija i presjek maax čili papričice, prema slici možemo vidjeti kako se u malom plodu nalazi veliko sjeme.



Slika 4. Plodovi maax čilija (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare*). Morfologija ploda (A) i presjek ploda (B, C)

Izvor: Arzudia i Gonzalez, 1986.

Plodovi su izvrstan izvor spojeva koji služe zdravlju ljudi, kao što su askorbinska kiselina (vitamin C), karotenoidi (provitamin A), tokoferoli (vitamin E), flavonoidi i kapsaicinoidi (Marti i sur., 2011.).

1.3. Uvjeti uzgoja paprike

Optimalna temperatura za rast i razvoj paprike je od 22 do 25ºC, dok na temperaturama ispod 15ºC i preko 36ºC prestaje s razvojem. Sjeme počinje nicati na temperaturi od 13ºC. Paprika je veliki potrošač vode, a optimalan pH tla iznosi 6,0-6,8. Monokultura smanjuje prinose, stoga je potrebno pravilno vršiti plodored, jednu od najvažnijih agrotehničkih mjera. Od ostalih agrotehničkih mjera primjenjuje se duboko oranje tla 30 do 35 cm, a kako paprika iz tla iznosi velike količine dušika, fosfora i kalija potrebna je pojačana gnojidba tla prije sadnje. Osnovna gnojidba tla primjenjuje se u jesensko-zimskoj brazdi stajskim gnojivom u količini 40 do 50 t/ha i NPK 6:18:36, 200 do 300 kg/ha ili u omjeru NPK 7:14:26. Kod primjene dopunske gnojidbe dodaje se NPK 15:15:15 ili NPK 20:10:10, 150 do 200 kg/ha. Berba se vrši 50 dana nakon sadnje, ovisno o klimatskim uvjetima. Bere se ručno, svakih 5 do 6 dana, a u kasnije nakon 2 do 3 dana. Paprika se ne može dugo skladištiti, stoga je dovoljno 4-6 tjedana na temperaturama od 2 do 4 ºC.[3]

1.4. Tehnološki postupak dobivanja mljevene začinske paprike

Mljevena začinska paprika je proizvod koji se dobiva sušenjem i mljevenjem cijelog, fiziološki zrelog ploda određene vrste. Začinsku papriku odlikuju svojstva intenzivne crvene boje, karakteristična aroma i okus koji znatno poboljšava organoleptička svojstva hrane. Za proizvodnju mljevene začinske paprike koriste se sorte koje se, u fiziološkoj zrelosti, odlikuju crvenom bojom ploda, visokim sadržajem suhe tvari, biljnih pigmenata i tankim perikarpom. Prije prerade paprike potrebno je utvrditi stupanj zrelosti plodova, odnosno odrediti najpovoljniji trenutak berbe. Tijekom berbe i transporta posebno pažnju treba obratiti na plodove kako ne bi bili oštećeni i kako se ne bi pokvarili. Paprika se razvrstava prema boji i veličini ploda u klase, a zatim se spremaju za dozrijevanje.

Za kvalitetno dozrijevanje paprike potreban je nesmetan pristup, kapaciteti i najkraće veze sa pogonom, a vrlo važno je i omogućiti adekvatno skladištenje te smanjenje negativnih utjecaja. Dozrijevanje se odvija najčešće na betonskim pistama sa odgovarajućim nagibom radi odvođenja vode, na kojima se paprika skladišti u prizmama sa osnovom 80-100 cm,

visine do 80 cm. Daleko bolji rezultati se mogu postići u specijalno izgrađenim, suhim i prozračenim skladištima, gdje se paprika raspoređuje, slaže jedna iznad druge, tako da je omogućeno intenzivno provjetravanje, lak pristup i kompletna kontrola. Kvalitetno dozrijevanje paprike postiže se i u specijalnim kontejnerima od žičanog pletiva, odgovarajućih dimenzija. Konstrukcija kontejnera omogućuje lako i racionalno slaganje, dobro provjetravanje, dobru kontrolu, jednostavan i racionalan prijenos na preradu (Marković i Vračar, 1998.).

Dozrijevanjem sirovine povećava se sadržaj biljnih pigmenata odgovornih za boju (sinteza karotenoida) 30-300 puta (Deli i Toth, 1997.), kao i sadržaj suhe tvari. Smanjuje se sadržaj šećera kao posljedica sinteze karotenoida, ali je ovaj gubitak tehnološki poželjan, jer se smanjuje mogućnost nepoželjnog neenzimatskog posmeđivanja tijekom sušenja i mljevenja. Za mljevenje se koriste mlinovi sa kamenom i sitima. Početni sadržaj vode u paprici se smanjuje s 82-85 % na oko 20-30 %. Dozrijevanje traje 10-40 dana, a u tom periodu poželjno je da ima što više sunčanih dana. Nakon ovog postupka, paprika se pere, a zatim je elevator prebacuje u stroj za fino pranje, ili sa rotacijskim bubnjem u koji su ugrađeni tuševi s pritiscima do 2 bara, koji znatno pospješuju ispiranje. Ovom operacijom se uklanjaju mehaničke nečistoće i prašina, a mikrobiološka kontaminacija je svedena na minimum.

Nakon ovog dijela postupka slijedi usitnjavanje i sušenje. Cijeli plodovi zajedno sa peteljkom i čaškinim listovima upadaju u prostor između rotirajućih i fiksnih noževa, gdje se sijeku na 4-5 dijelova. Oštrina noževa i odgovarajući broj obrtaja sprječavaju gnječenje plodova i istjecanje soka. Sječenje je obavezna operacija kojom se povećava specifična površina ploda, pospješuje isparavanje vode, odnosno olakšava sušenje, a sadržaj vlage se smanjuje sa početnih 20-25 % na 8-10 %. Začinska paprika se suši u trakastim sušarama. U početnoj fazi sušenja temperatura može biti nešto viša ali ne iznad 80°C za svježu papriku, a 75°C za djelomično prosušenu. U završnoj fazi sušenja, temperatura ne bi trebala biti preko 60°C. Vrijeme sušenja je najčešće 3-5 sati.

Osušenu papriku prihvaća transporter kojim se, uz polovično hlađenje, prenosi u kondicioniranu prostoriju u kojoj se puni u veće sanduke ili kontejnere. Poslije potpunog hlađenja i izjednačavanja vlage, daljnja priprema i čuvanje osušene začinske paprike odvija se na jedan od sljedećih načina:

- direktno punjenje u odgovarajuću ambalažu
- grubo mljevenje na mlinovima čekićarima, a potom punjenje

- izdvajanje sjemena, grubo mljevenje perikarpa i odvojeno pakiranje

Završna faza proizvodnje mljevene začinske paprike je njeno pakiranje kao poluproizvoda ili gotovog proizvoda. Za pakiranje se koriste ambalažni materijali nepropusni za svjetlost, vlagu i ulja. To su najčešće poliester vrećice različitih veličina (Marković i Vračar, 1998.). Internacionalni standard ISO 7540-1984 (E) za mljevenu začinsku papriku propisuje tri klase mljevene začinske paprike u zemljama koje su glavni proizvođači (Mađarska, Španjolska, Hrvatska, Bugarska i Rumunjska). U prvu klasu ubrajaju se delikates ekstra, delikates i crvena slatka mljevena začinska paprika, a u drugu klasu ubraja se crvena ljuta mljevena začinska paprika, dok trećoj klasi pripada blijedo-crvena ljuta mljevena začinska paprika.

1.5. Podjela paprike

U svijetu postoji mnoštvo sorata paprike s obzirom na njezina svojstva i primjenu. Zbog svojih ljekovitih i začinskih svojstava koristi se najčešće u prehrambenoj industriji, a može se koristiti i u medicini te kozmetičkoj industriji. Rodu *Capsicum* pripada veliki broj vrsta, a najznačajnije su: *Capsicum annuum* L., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum pendulum* Willd., *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav., *Capsicum chinense* Jacq..

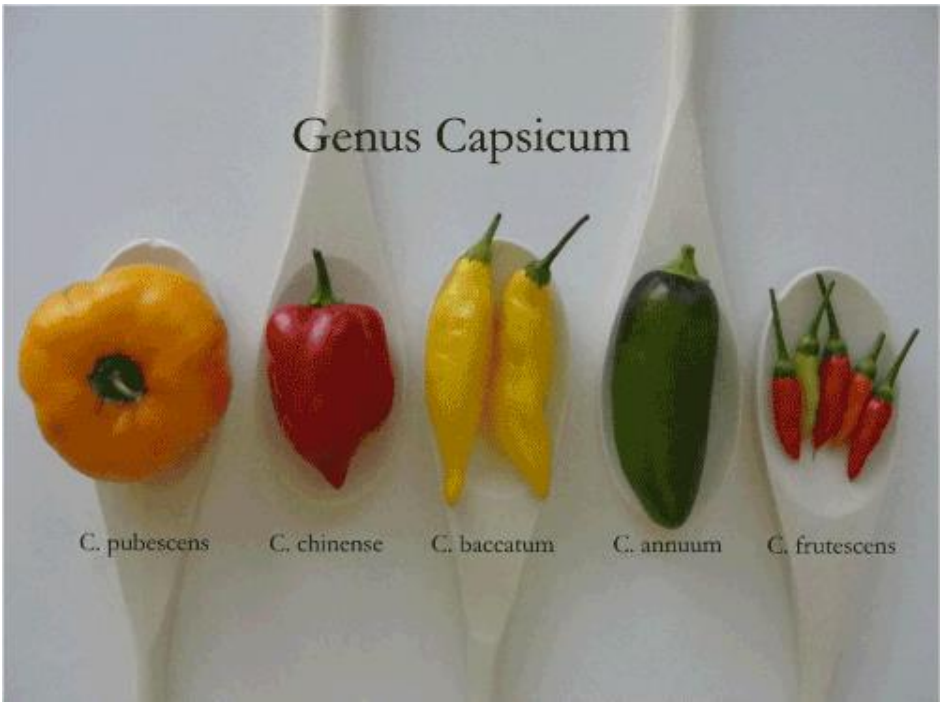
Osnovna podjela kultivara s obzirom na primjenu:

Krupnopolodne paprike (lat. *Capsicum annuum* var. *macrocarpum* L.), za korištenje u svježem stanju ili za prerađevine (ajvar, kiseljenje) i začinske paprike u koje ubrajamo sitnoplodne paprike ili feferone (lat. *Capsicum annuum* var. *microcarpum* L.) i ″Tabasco″ (lat. *Capsicum frutescens* L.). Perikarp začinskih paprika je tanak (2 - 3 mm) kako bi se lakše osušio. U tehnološkoj zriobi su tamnozelene, a u fiziološkoj tamnocrvene boje. Unutar začinskih paprika razlikujemo kultivare bez kapsaicina (slatke paprike) ili one sa manje ili više kapsaicina (ljute paprike). Plodovi su stožasti sa omjerom širine i dužine 1 : 2 do 3.

Sitnoplodne paprike ili feferoni (lat. *Capsicum annuum* var. *microcarpum* L.) - ovisno o prisutnosti kapsaicina u plodu se dijele slatke i ljute feferone. Među njima je također razvijeno više sorata no najveću primjenu imaju oni sa stožastim oblikom ploda kojem je omjer širine i dužine 1 : 5 - 9. Perikarp je tanak. a boja u tehnološkoj zriobi svjetlo zelena ili tamnozelena koja u fiziološkoj prelazi u žutu ili crvenu.

"Tabasco" (lat. *Capsicum frutescens* L.), ovi kultivari imaju 2 ili više jako sitna ujedno i jako ljuta ploda, po izgledu slični feferonu. Koriste se u fiziološkoj zriobi za vrlo ljute umake. Mogu se uzgajati kao ukrasne biljke.[4]

Čili pripada rodu *Capsicum*, koji se sastoji od više od 200 vrsta svrstanih u više od 30 podvrsta, od kojih je pet domaćih: *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. i *C. pubescens* Ruiz & Pav. (Slika 5) (Hernandez i sur. 1999.).



Slika 5. Najpoznatije čili vrste paprike

Izvor: https://www.healthtap.com/topics/what-is-capsaicin

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Ljekovita i začinska svojstva paprike

Velike količine informacija i znanstveni dokazi koji pokazuju korisne učinke raznih sastojaka hrane na ljudsko zdravlje uvelike se gomilaju. Voće i povrće su neizmjerno vrijedni ne samo zbog svoje nutritivne vrijednosti, nego i zbog svoje potencijalne zdravstvene funkcije u službi protiv raznih bolesti poput raka, srčanih oboljenja, dijabetesa i neuro-degenerativnih bolesti poput Alzheimerove i Parkinsonove (Kaur i Kapoor, 2001.).

Pokazalo se da flavonoidi imaju antibakterijsko, protuupalno, antialergijsko, antimutageno, antiviralno, antikancerogeno kao i druga svojstva. Ta svojstva su rezultat sposobnosti flavonoida da hvataju slobodne radikale, inhibiraju specifične enzime i stimuliraju neke hormone i neurotransmitere. Zbog pozitivnih učinaka na zdravlje flavonoidi su izuzetno važan dio ljudske prehrane. Ljudi normalnom dnevnom prehranom, osobito voćem i povrćem unose 1-2 g flavonoida dnevno. Bioraspoloživost, metabolizam i biološka aktivnost flavonoida ovise o konfiguraciji, ukupnom broju hidroksilnih skupina i supstituciji funckionalnih grupa unutar njihove nuklearne strukture (Kumar i Pandey, 2013.).

Ova izravna i pozitivna veza između zdravlja i prehrane sada je privukla pažnju agronoma i biotehnologa koji usmjeravaju svoje napore za uzgoj genotipa s visokim sadržajem fitokemikalija (Cevallos-Casals i sur., 2005.).

Unos tih spojeva u hrani je važan zdravstveni zaštiti faktor. Oni su također korisni u prevenciji rasprostranjenih bolesti. Postoje dokazi koji sugeriraju da antioksidansi mogu održavati zdravlje i spriječiti nastanak mnogih kroničnih bolesti kao što su određene vrste raka, kardiovaskularnih bolesti i drugih bolesti povezanih sa starenjem (Thompson, 1994.).

Imunološki sustav može se modificirati prehranom i farmakološkim tvarima. Pojedini flavonoidi značajno utječu na funkciju imunološkog sustava i upalnih stanica (Kumar i Pandey, 2013.). Klasični primjer brzog liječenja pomoću flavonoida je liječenje upale grla i povišene tjelesne temperatura s etanolnim ekstraktom propolisa. Neki flavonoidi poput hesperidina, apigenina, luteolina i kvercetina posjeduju protuupalne i analgetičke učinke (Kumar i Pandey, 2013.). Flavonoidi mogu inhibirati izoforme inducibilne dušikov-oksid sintaze, ciklooksigenaze, lipooksigenaze, a koji su odgovorni za proizvodnja velike količine dušikovog oksida, prostanoida, leukotriena i drugih medijatora upalnog procesa kao što su citokini, kemokini ili adhezijske molekule (Kumar i Pandey, 2013.). Također, bol i groznica su rezultat slanja signala iz ozlijeđenog tkiva u mozak (Havsteen, 2002.).

Slatka paprika sadrži brojne kemikalije, uključujući eterična ulja, masne kiseline, kapsaicinoide, karotenoide, vitamine, proteine, vlakna i mineralne elemente (Bosland i Votava 2000.). Mnogi sastojci u paprici imaju važnu prehrambenu vrijednost kao što su okus, miris, teksturu, i boju. Ove osobine potječu od antioksidativnih komponenata koje prenose svoje biološke učinke neutralizirajući slobodne radikale tako pročišćavajući organizam (Padayatty i sur., 2003.).

Fenoli su sekundarni metaboliti u biljkama koji se sastoje od fenolne kiseline i polifenola (uključujući flavonoide). Brojne studije pokazale su da fenoli i flavonoidi posjeduju brojna biološka, antioksidativna, farmakološka i ljekovita svojstva, uključujući antimutagena, antikancerogena, protuupalna i antialergijska svojstva, kao što je mogućnost izmjene ekspresije gena (Lee i sur., 1995.).

Paprika se koristi kao želučani stimulans te za liječenje grčeva, proljeva i zubobolje. Pomaže kod reume i artritisa. Čisti pluća i sinuse, štiti želudac i potiče mozak na oslobađanje endorfina, neutralizira kiselinu u usnoj šupljini i pomaže zaštititi tijelo od raka kroz antioksidativno djelovanje. Glavni izvor ljutine i oporosti kod paprike potječe od alkaloida kapsaicinoida (Andrews, 1995.). Kapsaicin posjeduje značajne antitoksične i antikancerogene učinke te stoga ima veliku kemoprevencijsku aktivnost (Surh i sur., 1998.). Također, kapsaicin posjeduje protu-tumorsko djelovanje (Oikawa i sur., 2006.). Paprika posjeduje antihiperglikemijski i antihipertenzivni potencijal (Ranilla i sur., 2010.).

Kapsainocidi iz ljutih čili papričica se dijele na dihidrokapsaicin, nordihidrokapsaicin, hoodihidrokapsaicin i homokapsaicin koji pokazuju farmakološke i fiziološke učinke, odnosno antikancerogene učinke te djeluju kao analgetik i pomažu u borbi protiv gojaznosti (Luo i sur., 2011.). Za to su zaslužni ekstrakti iz svježe paprike *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L. i *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. sorte koje pokazuju i različiti stupanj inhibicije rasta bakterija i gljiva: *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium tetani* i *Streptococcus pyogenes* (Cichewicz i Thrope, 1996.).

Etil acetatni, acetonski i metanolni ekstrakti paprike djeluju protiv bolesti pluća te razvoja bakterija: *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas aeroginosa*, *Escherichia coli*, *Corynebacterium Xserosis* i *Streptococcus faecalis* (Kskin i Toroglu, 2011.). Ekstrakt paprike ima antibakterijsko djelovanje protiv *Salmonella typhimurium* i *Pseudomonas aeruginosa* što je dokazano cijepljenjem sirovog goveđeg mesa (Careaga i sur., 2003.).

Kapsaicin ima specifično djelovanje, on inhibira rast bakterije *Helicobacter pylori* ovisno o dozi, pri koncentracijama većim od 10 mg/ml, ali ne inhibira rast *Escherichia coli*

što znači da konzumacija čili sorata paprike ima jak zaštitni učinak protiv *Helicobacter pylori* (Jones i sur., 1997.).

2.2. Nutritivna vrijednost crvene paprike

Crvena paprika je prepoznata kao odličan izvor antioksidanata, a bogata je askorbinskom kiselinom (Vitamin C) i drugim supstancama poput karotenoida (provitamina A) (Vega-Galvez i sur., 2009.) te ima povoljan omjer mineralnih tvari važnih za ljudski organizam (Tablica 1 i 2).

Tablica 1. Mineralni sastav crvene paprike u mg/100g svježeg ploda (http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/povrcarstvo)

Minerali	**Količina u mg/100 g svježeg ploda**
Natrij	0,5 – 13
Kalij	160 – 435
Magnezij	12
Kalcij	6 – 20
Fosfor	22 – 38
Željezo	0,4 -1,7
Sumpor	91

Tablica 2. Sadržaj vitamina u plodu crvene paprike u mg/100g svježeg ploda (http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/povrcarstvo)

Vitamini	**Količina u mg/100 g svježeg ploda**
Karoten	0,11 – 3
E	0,25 – 1
B_1	0,04 - 0,09
B_2	0,03 - 0,07
B_3	0,2 - 0,4
Folna kiselina	0,004 - 0,011
C	91– 260

Uz visoku nutritivnu vrijednost, odlikuje se i niskom energetskom vrijednošću (samo 20 kcal/100g svježeg ploda). Količina vitamina C ovisi o sorti, klimatskim uvjetima i o zrelosti ploda paprike. Crvena paprika sadrži rutin koji je zaslužan za svojstvo paprike da što duže zadrži vitamin C. Naime, duga izloženost zraku i visokim temperaturama uvjetuje smanjenje sadržaja vitamina C [5]. Najveći sadržaj vitamina C imaju plodovi koji dostignu punu tehnološku zriobu, a sadrže 4-5 puta više vitamina C od limuna (Jurišić, 2009.).

2.3. Antioksidativna aktivnost

Najbolje opisana i proučena osobina flavonoida je upravo njihova sposobnost da djeluju kao antioksidansi. Antioksidansi su spojevi koji igraju važnu ulogu u zaštiti od štetnog djelovanja slobodnih radikala, na način da neutraliziraju već nastale slobodne radikale ili sprječavaju njihovo nastajanje. Slobodni radikali su molekule ili atomi koji u vanjskoj ljusci imaju jedan ili više slobodnih elektrona. Njihovi slobodni elektroni uzrokuju njihovo davanje ili uzimanje elektrona drugim molekulama te ih to čini izrazito nestabilnim i visoko reaktivnim pri čemu reagiraju s organskim ili neorganskim spojevima. Slobodni radikali i reaktivni kisikovi spojevi nastaju svakodnevno u ljudskim stanicama tijekom normalnog metabolizma, ali i zbog izlaganja okolišnim čimbenicima poput dima cigarete ili brojnih drugih zagađivača. U svakom organizmu postoji ravnoteža između oksidativnog stresa, tj. oštećenja koje radikali i oksidansi izazivaju na površinskim membranama i receptorima i

antioksidativne reparacije. Ako izostane antioksidacijska zaštita protiv nastajućih slobodnih radikala, može doći do brojnih bolesti kao što su: astma, tumori, kardiovaskularne bolesti, katar, dijabetes, gastrointestinalne upalne bolesti, bolesti jetre, makularna degeneracija, periodontalne bolesti i drugi upalni procesi. Reaktivni kisikovi spojevi pridonose starenju stanica, mutagenezi, karcinogenezi i koronarnim bolestima srca putem destabilizacije membrana, oštećenja DNA i oksidacije lipoproteina niske gustoće (Kazazić, 2004.).

Fenolni spojevi također djeluju kao antioksidansi na brojne načine, jedan od njih je zbog prisutnosti hidroksilnih skupina u molekuli fenola koje su dobri proton donori koji mogu reagirati s reaktivnim kisikom i dušikom te na taj način spriječiti nastanak novih radikala (Paya i sur., 1992.). Antioksidativna aktivnost je važan parametar za utvrđivanje zdravstvene i funkcionalne vrijednosti prehrambenog proizvoda. Antioksidacijski kapacitet voća i povrća ispitan je pomoću raznih postupaka. Prema istraživanju sastava u Marokanskoj paprici, DPPH metoda se koristi za procjenu antioksidativne aktivnosti začinske paprike (*Tablica 3*). Ova metoda je korištena za procjenu antioksidativnog kapaciteta i u istraživanju Deepa i sur. (2007.).

Tablica 3. Ukupni sadržaj fenola, flavonoida, flavonola i antioksidantska aktivnost u Marokanskoj paprici (Lee i sur., 1995., Menichini i sur., 2009.).

Vrijeme berbe i prerade	Ukupni fenoli mg AG/100g	Ukupni flavonoidi mg kvercitin/100g	Ukupni flavonoli mg rutin/100g	DPPH IC50 µg/mol
Rujan	820 ± 72.63b	128.84±21.07	123.28±1.67	370±10.4
Listopad	675 ± 63.83c	126.80±25.74	124.10±0.49	425±11.6
Studeni	1360 ± 122.78a	130.20±3.89	123.45±0.86	260±7.4
Prosinac	871.66 ± 77.67b	121.36±10.65	142.45±1.58	395±6.4

Najbolje vezanje slobodnih radikala vrši se pomoću paprike proizvedene u periodu do studenog s vrijednošću IC50 od 260 µg/ml. Ovo opažanje se slaže s rezultatima istraživanja Tundis i sur., (2011.). Conforti i sur., (2007.) objavio je podatak o slabom vezanju radikala kisika s vrijednosti IC50 od 419,0 ug/ml za papriku u punoj fazi zrelosti. Osim toga, paprika proizvedena u studenom pokazala je manju aktivnost od crvene paprike posebne vrijednosti

IC50 150.40 ug/mg (Kim i sur., 2011.). Isti podatak je bio prijavljen od Tundisa i sur. (2012.) s vrijednošću IC50 od 85,3 g/ml.

Kapsaicin, fitokemikalija, koju proizvodi isključivo *Capsicum annuum* L. uvelike se koristi u hrani, medicini i farmaceutskoj industriji (Prasad i sur., 2005.). Kapsaicin pokazuje visoku antioksitativnu aktivnost (Lee i sur., 1995.) i njegov sadržaj u slatkoj paprici niži je u odnosu na ljute, čili papričice. Svježe paprike su značajan izvor provitamina A i imaju visoku razinu flavonoida i fenolnih kiselina (Marin i sur., 2004.). Ove fitokemikalije i vitamini su odgovorni za visoku antioksidativnu aktivnost koja je snažno povezana sa ljudskim poremećajima (Chu i sur., 2002.). Karotenoidi iz paprike se također koriste u prehrambenoj industriji kao prirodna sredstva za bojenje. Svježe paprike su ocijenili kao jedan od glavnih izvora hrane askorbinske kiseline (vitamin C), kao i porcija od 100 g svježe paprike opskrbljuje više od 100% preporučene prehrambene količine (Simonne i sur., 1997.).

Sadržaj antioksidansa u povrću postaje sve važnija za uzgajivače koji žele zadovoljiti potražnju potrošača za proizvodima s visokim sadržajem koji sastojaka koji pospješuju zdravlje. Povećanje sadržaja antioksidansa u svježoj paprici može se postići poboljšanjem proizvodnje usjeva, npr. izabirati sorte bogate fitokemikalijama i poboljšati optimizaciju hraniva (Lee i sur., 1995.).

Materska i Perucka (2005.) proučavali su sadržaj fenola i antioksidacijske aktivnostina četiri sorte paprike. Dvije frakcije fenola, flavonoida i kapsaicinoidi izolirani su iz perikarpa paprike u dvije faze rasta (zelena i crvena). Frakcije iz crvenog ploda bile su veće aktivnosti od onih iz zelenog. Antioksidativna aktivnost kapsaicinoida, flavonoida i fenolne kiseline iz crvenog ploda bile su približne vrijednosti. Ionizacija zrelih zelenih plodova paprike, u dozama od 5 i 7 kGy, izazvala je značajanu štetu u plodovima, budući da povećana oksidacija i smanjen antioksidacijski sustav enzima uzrokuju ultrastrukturalne promjene na razini stanice (Martínez-Solano i sur., 2005.).

Sun i sur., (2007.) istraživali su antioksidativno djelovanje različitih spojeva iz četiri različite boje ploda paprike (zelena, žuta, narančasta i crvena) slatke paprike. Crvena paprika imala je znatno veći ukupni sadržaj fenola i također više razine beta-karotena, kapsantina, kvercetina i luteolina. Zeleni paprika imala je najnižu DPPH aktivnost. Sve četiri boje paprike pokazale su značajne sposobnosti u sprječavanju oksidacije kolesterola ili dokosaheksaenoične kiseline (DHA) za vrijeme zagrijavanja. Ekstrakti iz različitih dijelova ploda *Capsicum baccatum* L. pokazali su dobro antioksidativno djelovanje, ali slabo antimikrobno djelovanje (Kappel i sur., 2008.).

2.4. Biljni pigmenti

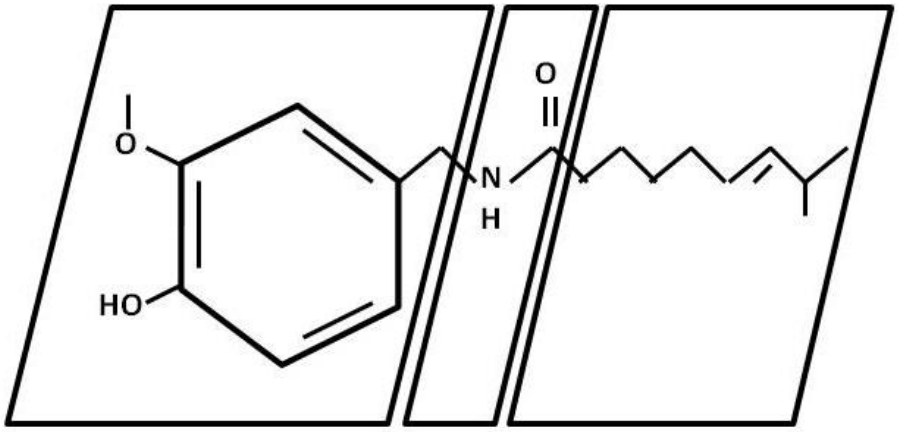
Biljni pigmenti pomažu i našem organizmu jer imaju brojne zaštitne osobine i djeluju kao prirodni antioksidansi. Boja svježeg voća i povrća potječe od prirodnih pigmenata. Najčešći i najviše zastupljeni prirodni biljni pigmenti, prisutni u svježem voću i povrću su: klorofili, karotenoidi i flavonoidi. Značajni su u formiranju izgleda i ukupnih senzornih svojstava voća, povrća i njihovih prerađevina. Nestabilni su tokom procesa prerade. Boja prerađevina potječe od prirodnih pigmenata ili dodanih bojila. Za vrijeme prerade nastoji se što više očuvati prirodna boja voća i povrća u gotovom proizvodu. Umjetne boje u hrani su najčešće štetne po zdravlje, dok prirodne najčešćen imaju zaštitni karakter. Preveniraju nastanak kardiovaskularnih bolesti (bolesti srca, arteroskleroze) te smanjuju rizik od pojave tumora želuca, debelog i tankog crijeva, mjehura, prostate, pluća, dojki, pankreasa i usne šupljine.

Pigmenti su prirodne tvari, nosioci boje, a nalaze se u stanicama i tkivima biljaka. Voće i povrće su posebno privlačni zbog svoje jasne, atraktivne boje koja potječe od pigmenata. Žute i narančaste boje potječu od karotenoida i flavonoida. Crvene, plave i ljubičaste boje potječu od antocijanina. Zelena boja lista potječe od klorofila koji je zaslužan za fotosintezu. Kod mnogih vrsta voća i povrća pomoću boje se određuje njihova kvaliteta i trajnost. Obojenje može biti rezultat prisutnosti pigmenata u tkivima ili optičkih efekata zraka svjetlosti. Prirodni pigmenti su vrlo podložni kemijskim promjenama, a naročito pri zrenju ploda. Osjetljivi su na kemijske i fizikalne utjecaje tijekom prerade. U prehrani, značajna mjesta zauzimaju pigmenti jer mnoge medicinske studije ukazuju na njihov antioksidativni i ljekovit karakter. Boja se mjeri pomoću različitih kolorimetara. Takvi uređaji mjere karakteristiku svjetla odbijenog od površine materijala kojem se mjeri boja.

Glavni pigmenti u paprici su beta karoten, lutein, kapsantin i kapsorubin (Howard, 2001., Topuz i Ozdemir, 2007.). Crvena paprika je izvrstan izvor vitamina C (Guil-Guerrero i sur., 2006., Topuz i Ozdemir, 2007.) i polifenola, naročito flavonoida, kvercetina i luteolina (Chuah i sur., 2008., Materska i Perucka, 2005.).

2.5. Kapsaicinoidi

Kapsaicinoidi se smatraju glavnim bioaktivnim komponentama ljutih paprika (Marin i sur., 2004., Matsufuji i sur., 1998.). Na slici 6 je prikazana molekula kapsaicina koja sadrži; aromatski prsten, amidnu vezu i hidrofobni bočni lanac.

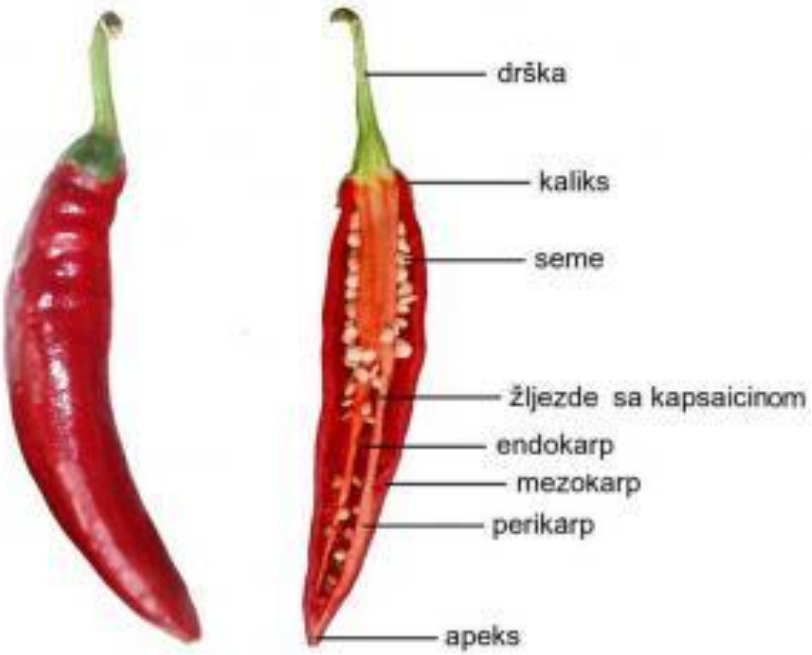


Slika 6. Molekula kapsaicina

Izvor: http://www.3dchem.com/molecules.asp?ID=105

Kapsaicinoidi su skupina sekundarnih metabolita karakteristični samo za rod *Capsicum* (Zewide i Bosland, 2000., Wang i Bosland, 2001., Cisneros-Pineda i sur., 2007.) U feferonima su identificirane najveće količine kapsaicina i dihidrokapsaicina, a njihov sadržaj je iznosio više od 75% ukupne ljutine (Zewide i Bosland, 2000., Topuz i Ozdemir, 2007.) Drugi spojevi identificirani su u znatno manjim količinama, poput: homokapsaicina, dihdrokapsaicina i nordihidrokapsaicina (Gibbs i O'Garro, 2004., Topuz i Ozdemir, 2007., Ayso i sur., 2008., Wesołowska i sur., 2011., Ben Mansour-Gueddes i sur., 2012.).

Najveća količina kapsaicinoida nalazi se u placenti ploda, dok je njihov sadržaj niži u perikarpu i sjemenu (Slika 7). Biosinteza se odvija u placenti gdje ih stanice epiderme akumuliraju u vakuole (Contreras-Padilla i Yahia, 1998., Estrada i sur., 2002., Ben Mansour-Gueddes i sur., 2012.).



Slika 7. Presjek ploda začinske paprike

Izvor: http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/paprika

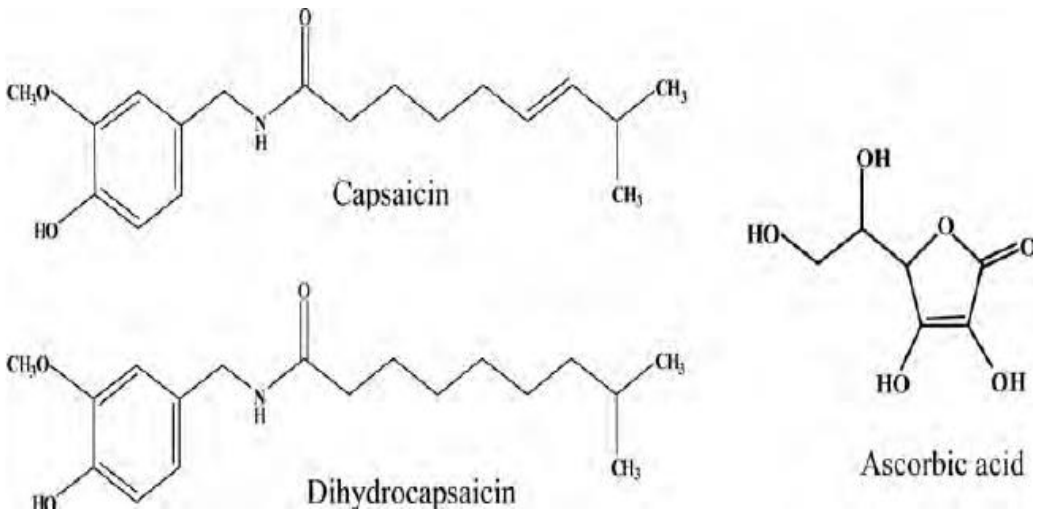
Akumulacija kapsaicinoida u feferonima određena je mnogim čimbenicima, a najviše ovisi o genetskim osobinama određene sorte (Buczkowska i sur., 2001., Golcz i Kujawski, 2005., Wang i Bosland, 2001., Cisneros-Pineda i sur., 2007., Topuz i Ozdemir, 2007., Ben Mansour- Gueddes i sur., 2012.). Sadržaj kapsaicinoida se određuje prema stupnju dozrelosti ploda u vrijeme berbe. Plodovi u početnoj fazi sazrijevanja su pokazali da imaju veći sadržaj ovih spojeva (Perucka, 1995., Contreras-Adilla i Yahia, 1998., Gibbs i O'Garro, 2004.).

Okolišni i vremenski uvjeti tijekom razdoblja rasta, kao i oplodnje mogu imati značajan učinak na sintezu kapsaicinoida u ljutim paprikama (Buczkowska i sur., 2001., Zewide i Bosland, 2000., Golcz i sur., 2004., Golcz i Kujawski, 2005.).

Sadržaj kapsaicinoida u plodu paprike ovisi o vremenu berbe. Prema Perucka (1995.), identificirana je veća koncentracija kapsaicinoida u plodovima paprike koje su ubrane u rujnu u odnosu na one koje su ubrane u kolovozu. Biljka sintetizira i akumulira kapsaicinoide prije svega u tkivu posteljice u susjedstvu sjemena (Ben-Chaim, i sur., 2006.) prema tome, koncetracija kapsaicinoida ovisi o genotipu, dozrelosti ploda i uzgojnim uvjetima (Zewdie i Bosland, 2000.).

Kapsaicinoidi dijele zajednički aromatsku polovicu vanililamina, a razlikuju se po duljini i stupnjem nezasićenosti bočnog lanca masne kiseline. Dva najčešća predstavnika

kapsaicinoida, kapsaicin i dihidrokapsaicin, (Slika 8) razlikuju po stupnju nezasićenosti masne kiseline (Curry i sur., 1999.).



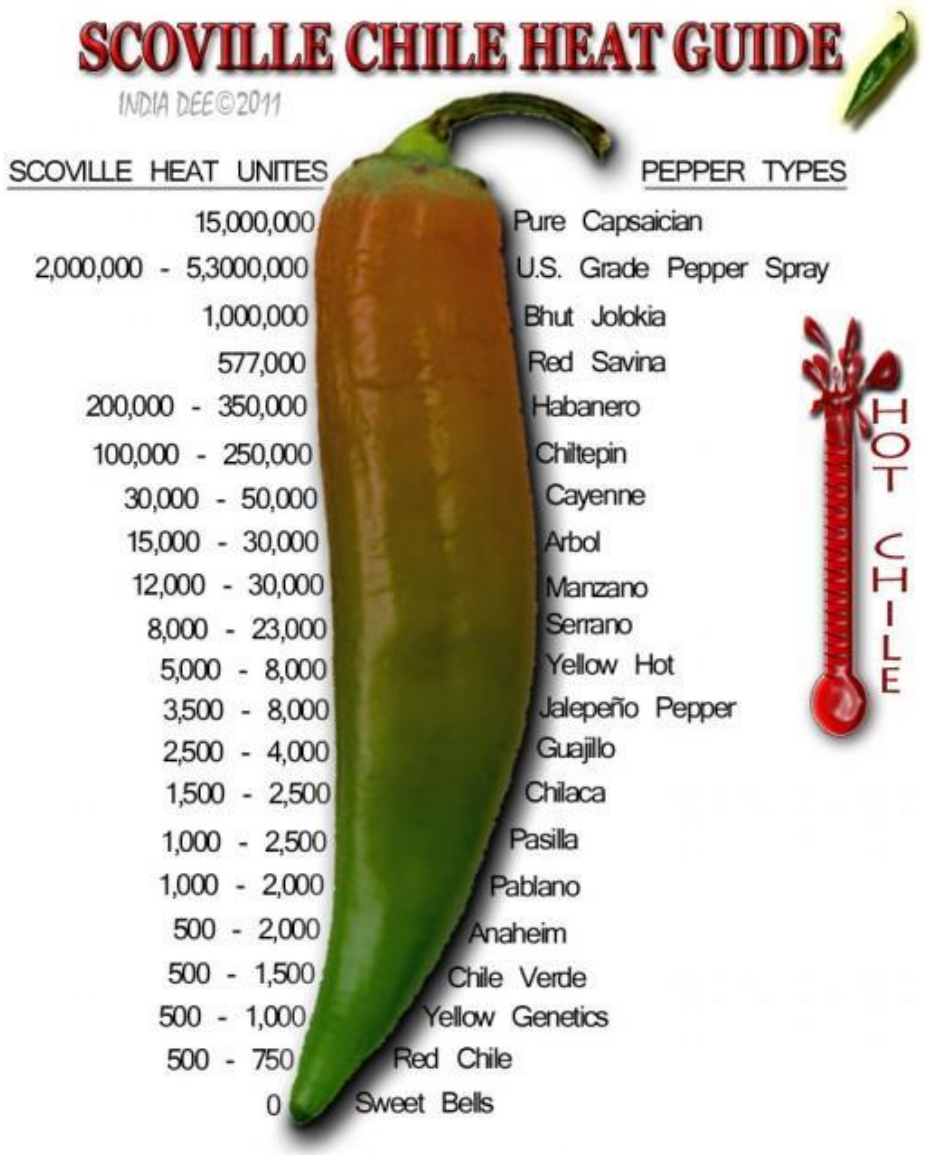
Slika 8. Kemijske strukture kapsaicina, dihidrokapsaicina i askorbinske kiseline
Izvor: https://www.researchgate.net/figure/232321255_fig1_Figure-1-Structures

2.5.1. Scoville-ova ljestvica

Ljutina paprike je ključna karakteristika koja je povezana sa vrstama roda *Capsicum*, a također je važan atribut kvalitete ploda (Jarret i sur., 2007.). Ljute čili sorte se uzgajaju zbog hranjivih sastojaka koje sadrže, a pospješuju i ljudsko zdravlje (Alvarez-Parrilla i sur., 2011.). Najveći utjecaj na sadržaj plodova imaju voda, sunčeva svijetlosti i temperatura (Wilson i sur., 1995.).

Ljutina papričica mjeri se Scoville-ovom ljestvicom, a iskazuje se Scoville-ovim jedinicama SHU (Scoville heat units). Označava količinu alkaloida kapsaicina sadržanog u ljutoj paprici. Ova skala dobila je ime po američkom farmaceutu Wilburu Scoville-u koji je prvi našao način da se kapsaicin u ljutim papričicama izmjeri (Slika 9.).

Postoji pet razina ljutine, koje se mjere prema Scoville toplinskim jedinicama (SHU): Ne ljut (0-700 SHU), blago opor (700-3,000 SHU), umjereno opor (3,000-25,000 SHU), vrlo opor (25.000 -70.000 SHU), i vrlo, vrlo ljut (> 80.000 SHU) (Weiss i sur., 2002.).



Slika 9. Scoville-ova ljestvica

Izvor: http://www.esciencecentral.org/journals/antimicrobial-properties-of-chili

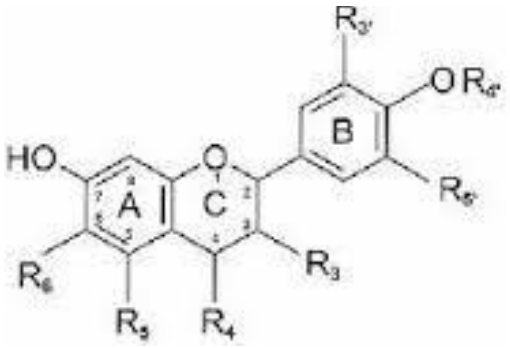
2.6. Flavonoidi i fenoli

Flavonoidi su skupina polifenolnih spojeva koji su pronađeni u voću, povrću, sjemenkama, cvijeću te pićima poput čaja i vina. Godine 1930. nobelovac Albert Szent Gyorgyi izolirao je novi spoj iz naranče, vjerujući da se radi o novoj vrsti vitamina nazvao ga je vitamin P. Kasnije se uspostavilo da je riječ o flavonoidu (rutin) te su započela brojna istraživanja kojima se pokušalo izolirati različite pojedinačne flavonoide te utvrditi njihovi mehanizmi djelovanja. U samim biljkama flavonoidi djeluju antioksidacijski, antimikrobno, kao fotoreceptori, regulatori rasta te kao agensi za privlačenje kukuaca (Kazazić, 2004.).

Glavni flavonoidi u svježoj paprici (*Capsicum annuum* L.) u sortama: „jalapeno“, „yellow wax“, „Chile“, „ancho“ i „serrano“ su kvercetin i luteolin, prisutni u konjugiranom obliku (Lee i sur., 1995.). Sorte „Chile“, „yellow wax“ i „ancho“ sadržavaju veće količine flavonoida, askorbinske kiseline i posjeduju veću antioksidativnu aktivnost od „jalapeno“ sorte.

Luteolin ima najjače antioksidativno djelovanje, slijedi kapsaicin i kvercetin na ekvimolarnoj osnovi. Koncetracije karotenoida, flavonoida, fenolnih kiselina i askorbinske kiseline u vrstama *Capsicum frutescens* L. i *Capsicum chinense* Jacq. povećavale su se sa dozrijevanjem ploda (Howard i sur., 2000.). Regulirajući katabolizam i količinu biljnog hormona auksina flavonoidi imaju važnu ulogu u interakciji između biljke i njenog okoliša.

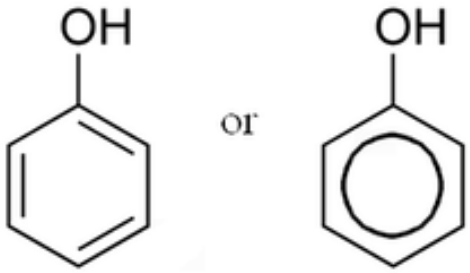
Osnovna kemijska struktura flavonoida je kostur od petnaest ugljikovih atoma raspoređenih u dva aromatska prstena povezana heterocikličkim prstenom (Slika 10). Danas je identificirano više od 6000 flavonoida. Flavonoidi se mogu podijeliti u različite kategorije kao što su flavoni, flavonoli, flavanoli, izoflavoni, antocijani. Strukturna raznolikost flavonoida rezultat je brojnih modifikacija osnovne skeletne strukture, koje uvjetuju reakcije hidrogenacije, hidroksilacije, O-metilacije hidroksilnih grupa, dimerizacije, vezanja neorganskog sulfata i glikolizacije hidroksilnih grupa (O-glikozidi) ili flavonoidne jezgre (C-glikozidi). Flavonoidi se pojavljuju kao glikozidi, aglikoni i metilirani derivati. Oko 90% flavonoida biljaka nalazi se u obliku 3 glikozida (Swain i sur., 1979.).



Slika 10. Osnovna kemijska struktura flavonoida

Izvor: (Hertzog i Tica, 2012.)

Fenoli su aromatski organski spojevi s jednom ili više hidroksilnih skupina (–OH) vezanih izravno na ugljikov atom benzenskoga prstena (Slika 11).



Slika 11. Osnovna kemijeska struktura fenola

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Fenoli

Fenoli su čvrste, kristalne tvari osjetljive na svjetlost i zrak, djeluju baktericidno. Za razliku od alkohola, fenoli imaju kiseo karakter zbog utjecaja aromatskoga prstena; otapanjem u jakim lužinama stvaraju soli fenolate. Najvažniji fenoli su fenol (karbolna kiselina), krezoli, hidrokinon, rezorcinol, pirogalol, naftoli i dr. Fenol se kao prvi antiseptik u kirurgiji upotrebljavao još od 1865. (J. Lister), a danas je potpuno zamijenjen sredstvima koja ne oštećuju živo tkivo i služi samo za dezinfekciju različitog pribora i sl. Velike količine karbolne kiseline i drugih fenola služe u kemijskoj industriji za pripravu mnogih aromatskih spojeva (bojila, lijekova, polimernih materijala, eksploziva, mirisa i dr.), stoga je fenol jedan o najvećih zagađivača industrijskih otpadnih voda. Fenolni spojevi su sekundarni biljni metaboliti prisutni u velikom broju biljnih vrsta u značajnim količinama, poznato ih je oko 8000 te čine jednu od najbrojnijih skupina spojeva u prirodi (Spanos i Wrolstad, 1992.). Međusobno se razlikuju po strukturi, ali njihovu osnovnu strukturu čini aromatski prsten na koji može biti vezana jedna ili više hidroksilnih skupina (Bravo, 1998.). Tanini, lignini i melanini su najraširenij složeni fenoli. Veliki broj fenolnih spojeva se sintetizira iz šikiminske kiseline gdje je polazni spoj aminokiselina fenilalanin, a imaju više značajnih funkcija poput stimulacije rasta i razvoja biljaka, zaštite od patogena, boje cvjetova, arome plodova, djeluju kao signalne komponente pri simbiozi s bakterijama fiksatorima dušika (*Rhizobia*), štite biljku od UV zračenja i dr.

2.7. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je utvrditi utjecaj godine, lokacije proizvodnje i sorte na sadržaj fenola i flavonoida u mljevenoj začinskoj paprici.

3. MATERIJALI I METODE

Za određivanje utjecaja godine i lokacije na ukupni sadržaj fenola i flavonoida, korišteni su uzorci mljevene začinske paprike proizvedeni tijekom 2012. i 2013. godine na 5 različitih lokacija u Baranji. Proizvodne lokacije (L) su bile kako slijedi: Kopačevo (L1), Branjin Vrh (L2), Čeminac (L3), Lug (L4) i Vardarac (L5). Na svakoj odabranoj lokaciji prikupljeni su uzorci slatke (sorta Szegedi 80) i ljute (sorta Kalocsai V2) mljevene začinske paprike. Mljevena začinska paprika je proizvod koji se dobiva sušenjem i mljevenjem plodova koji predstavljaju gotov proizvod odnosno začin. Na ovaj način je ukupno prikupljeno dvadeset reprezentativnih uzoraka (10 uzoraka slatke i 10 uzoraka ljute začinske paprike) koji su podvrgnuti laboratorijskim analizama te je utvrđena koncentracija ukupnih fenola i flavonoida.

3.1. Postupak ekstrakcije i određivanje ukupnih fenola i flavonoida

Uzorci mljevene začinske paprike su dehidrirani u sušioniku te su podvrgnuti ekstrakciji u metanolu. Ekstrakcija u metanolu je obavljena dodavanjem 1 g osušene začinske paprike u 10 ml 80%-nog metanola (v/v). Proces ektrakcije je ubrzan koristeću ultrzvučnu kupelj pri 25°C tijekom 30 minuta. Nakon toga, ekstrakti su filtrirani kroz filtere s veličinom pora od 0,2 μm (Whatman Inc.). Ovako pripremljeni ekstrakti su poslužili za određivanje ukupnih fenola i flavonoida.

Sadržaj ukupnih fenola je određene prema Folin–Ciocalteu metodi (Singleton i Rossi, 1965.). Ukratko, 0,5 ml ekstrakta svakog uzorka je razrjeđeno s 6 ml destilirane vode i 0,5 ml Folin–Ciocalteu-ovog reagensa. Nakon 5 minuta, 2 ml otopine natrijevog karbonata koncentracije 0,25 g/L je dodano u mješavinu te dobro izmješano na laboratorijskom vrtlogu. Nakon inkubacije pri 40°C tijekom 30 minuta, zabilježena je apsorbanca pri 765 nm koristeći spektrofotometar Cecil 9000 UV–vis. Ukupni sadržaj fenola je izražen u mg ekvivalenta galne kiseline na 100 g suhe tvari (mg GAE/100 g). Sva mjerenja su izvršena u tri tehnička ponavljanja.

Sadržaj ukupnih flavonoida je određen prema prethodno utvrđenoj metodi opisanoj u istraživanju Molina-Quijada i sur. (2010.). Apsorbanca uzoraka je izmjerena na 415 nm pomoću istog spektrofotometra. Sadržaj ukupnih flavonoida je izražen u ekvivalentima kvercetina (mg kvercetina/100 g suhe tvari paprike. Sva mjerenja su izvršena u tri tehnička ponavljanja.

3.2. Statistička analiza

Statistička analiza podataka je obavljena dvofaktorijalnom ili trofaktrijalnom analizom varijance ANOVA. Utvrđivanje razlika između lokacija, godine i sorte je određeno pomoću Fisher-ovog LSD tesat ($p = 0,05$) koristeći programsku aplikaciju SAS 9.2.

4. REZULTATI

Faktorijalnom analizom varijance je utvrđeno da je ukupan sadržaj ili koncentracija fenola i flavonoida značajno varirala u ovisnosti o lokaciji, godini proizvodnje te sorti. Koncentracija i flavonoida i fenola je bila najveća na lokaciji L3. Međutim, koncentracija flavonoida nije bila pod utjecajem godine uzgoja, dok je značajno veća koncentracija fenola utvrđena tijekom 2013. godine. Sorta je također značajno utjecala na koncentraciju flavonoida i fenola. Značajno veća koncentracija flavonoida od 264,82 mg kvercetina /100 g i fenola od 200,93 mg GAE/100 g je zabilježena kod ljute paprike Kalocsai V2 (Tablica 4).

Analizom varijance s lokacijom kao neovisnom varijablom utvrđeno je da ista značajno utječe na koncentraciju fenola i flavonoida kod slatke paprike Szegedi 80 tijekom 2012. godine. Najveća koncentracija flavonoida je utvrđena na lokaciji L3 te se nije značajno (p=0,05) razlikovala od lokacije L5. Najmanja koncentracija flavonoida je utvrđena na lokaciji L2 u Branjin Vrhu te je bila značajno (p=0,05) manja u usporedbi sa svim ostalim lokacijama (Grafikon 1). Također, značajno najveća (p=0,05) koncentracija fenola utvrđena je na lokaciji L3 u Čemincu, a najmanja na lokaciji L5 u Vardarcu (Grafikon 1).

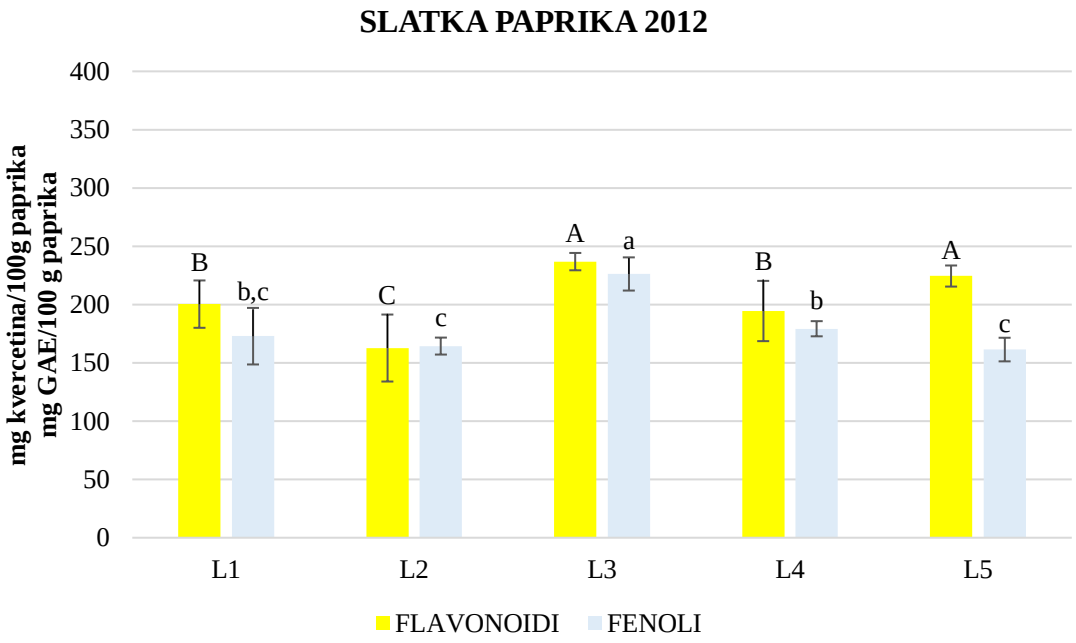
Tablica 4. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola pod utjecajem lokacije, godine uzgoja i sorte. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\ ;\ A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.

Faktor	**Ukupni flavonoidi (mg kvercetina/100g paprike)**	**Ukupni fenoli (mg GAE/100 g paprike)**
Lokacija		
L1	$219.02^{b,c}$	196.36^{b}
L2	233.18^{b}	201.18^{a}
L3	262.14^{a}	204.16^{a}
L4	214.11^{c}	190.54^{c}
L5	252.59^{a}	170.89^{d}
Godina uzgoja		
2012.	233.19^{a}	189.46^{b}
2013.	239.23^{a}	195.78^{a}
Sorta		
Slatka	207.60^{b}	184.32^{b}
Ljuta	264.82^{a}	200.93^{a}

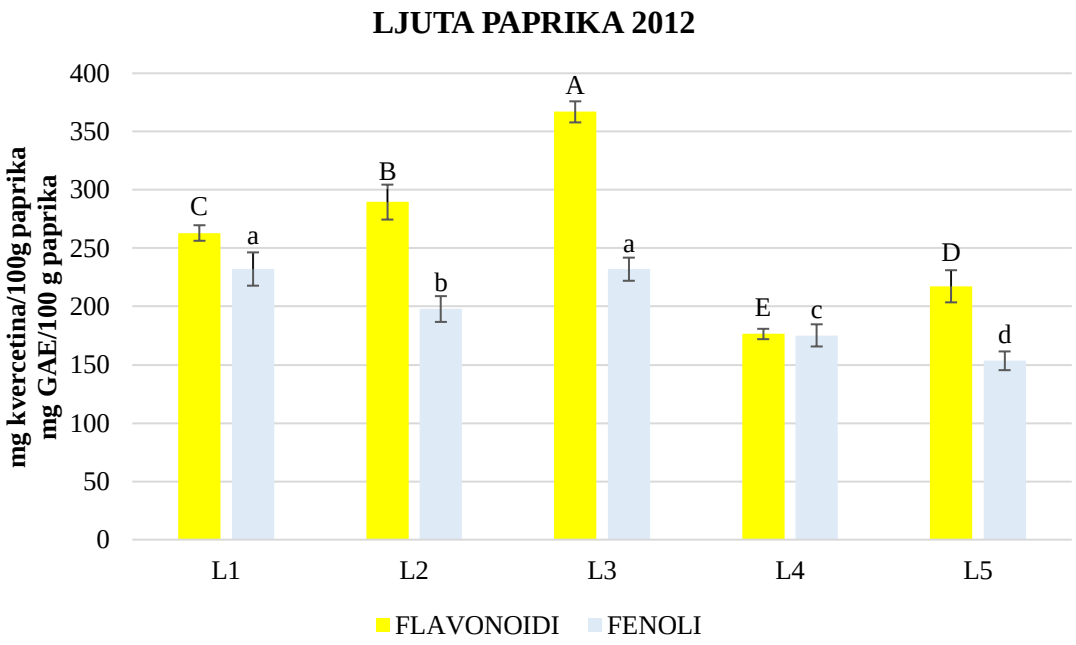
Kod ljute paprike sorte Kalocsai V2 tijekom 2012. godine je utvrđeno da lokacija značajno (P≥0,0001) utječe na koncentraciju flavonoida i fenola. Najveća koncentracija flavonoida je utvrđena na lokaciji L3 te je bila značajno veća (p=0,05) u usporedbi sa svim ostalim lokacijama koje su se također međusobno značajno razlikovale. Najmanja koncentracija flavonoida je zabilježena na lokaciji L4 u Lugu (Grafikon 2).

Najveća koncentracija fenola je utvrđena na lokacijama L3 i L1 koje se nisu značajno razlikovale. Međutim, značajno manje (p=0,05) koncentracije fenola su utvrđene na lokacijama L2, L4 i L5 (Grafikon 2).

Kod sorte Szegedi 80 tijekom 2013. godine nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji flavonoida između lokacija iako je najveća koncentracija zabilježena na lokaciji L5 u Vardarcu. Ipak, koncentracija fenola je bila značajno najveća (p=0,05) na lokaciji L2. Najmanja koncentracija fenola tijekom iste godine je utvrđena na lokaciji L3 te je bila značajno manja (p=0,05) u usporedbi s ostalim lokacijama (Grafikon 3).



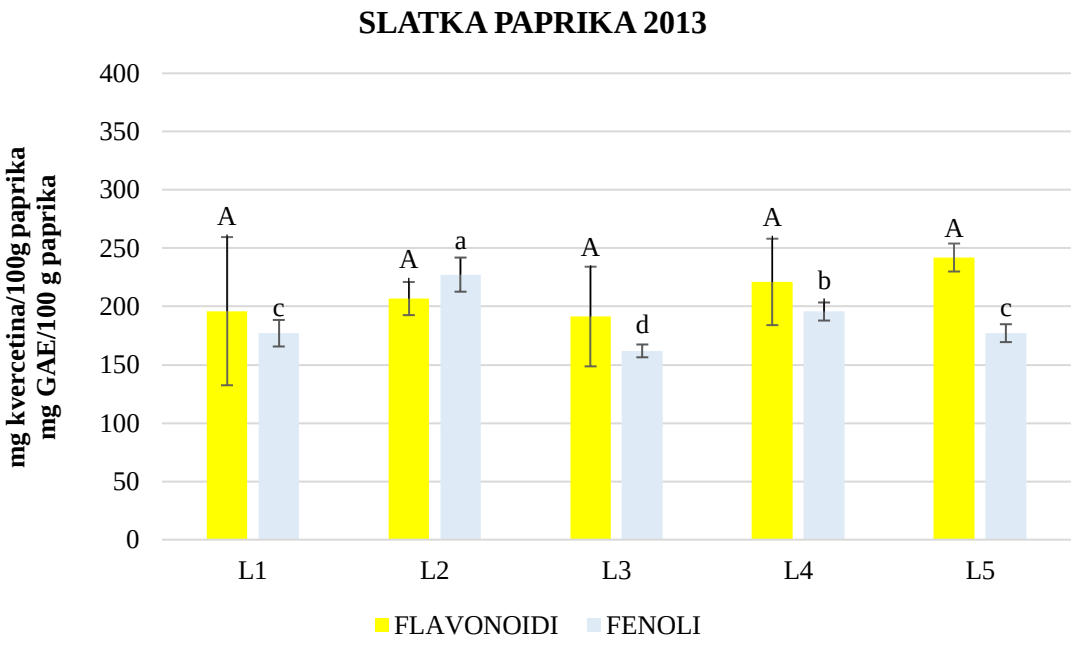
Grafikon 1. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola kod sorte Szegedi 80 pod utjecajem lokacije tijekom 2012. godine. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\ ;\ A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.



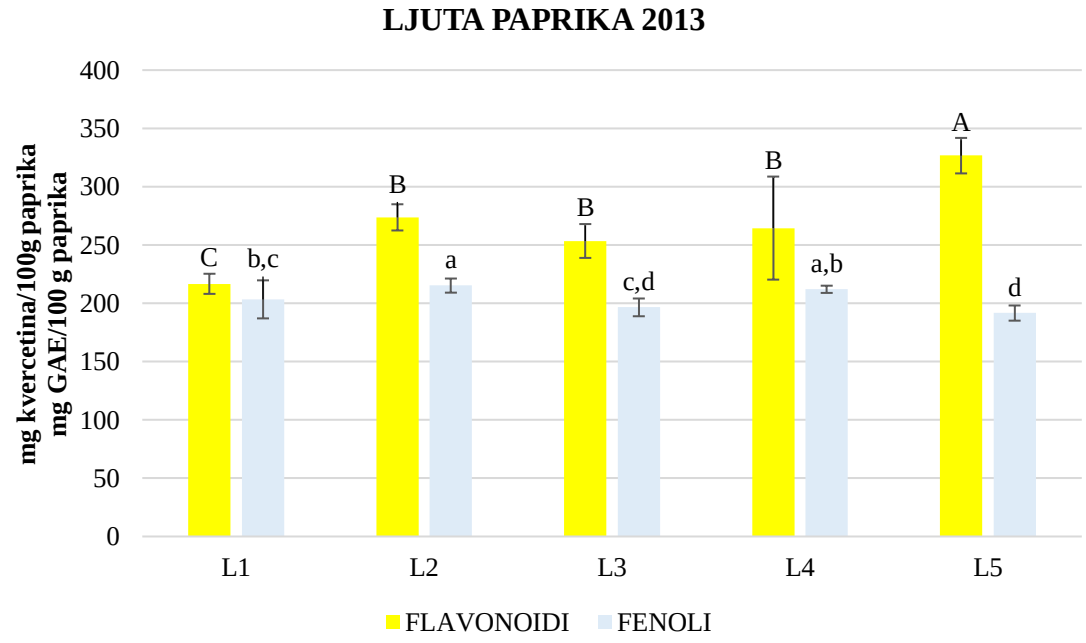
Grafikon 2. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola kod sorte Kalocsai V2 pod utjecajem lokacije tijekom 2012. godine. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\,;\,A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.

Kod ljute sorte Kalocsai V2 je također utvrđena najveća koncentracija flavonoida na lokaciji L5 u Lugu koja je bila značajno veća (p=0,05) u usporedbi s koncentracijom na ostalim lokacijama. Koncentracija flavonoida na lokacijama L2, L3 i L4 nije bila značajno različita dok je značajno manja (p=0,05) koncentracija utvrđena na lokaciji L1 u Kopačevu (Grafikon 4).

Najveća koncentracija fenola je pak utvrđena na lokaciji L2, ali nije bila značajno veća u usporedbi s lokacijom L4. Značajno manje (p=0,05) koncentracije fenola utvrđene su redom na lokacijama L1, L3 i L5 (Grafikon 4).



Grafikon 3. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola kod sorte Szegedi 80 pod utjecajem lokacije tijekom 2013. godine. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\ ;\ A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.



Grafikon 4. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola kod sorte Kalocsai V2 pod utjecajem lokacije tijekom 2013. godine. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\ ;\ A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.

5. RASPRAVA

Genetske karakteristike sorti mogu značajno doprinijeti različitim vrijednostima sadržaja fenola u paprici (Russo i Howard, 2002., Vallejo i sur., 2003., Deepa i sur., 2007.) što je potvrđeno u našem istraživanju gdje je utvrđena značajna razlika u koncentraciji fenola između istraživanih sorata. Također, upotreba različitih dijelova paprike (sa ili bez sjemena) može promijeniti status fenola, zbog toga što sjeme iz različitih biljaka može doprinijeti značajnim razlikama u sadržaju fenola (Velioglu i sur., 1998.). Sadržaj fenola i flavonoida u određenim sortama, na određenim lokacijama, tijekom 2012. i 2013. godine značajno je varirao. Prema Koç i sur. (2010.) u uvjetima nižih temperatura i okolišnog stresa u biljkama paprike se povećava sadržaj proteina, ukupnih fenola i prolina, a sadržaj klorofila se smanjuje. Sadržaj fenola ima pozitivan utjecaj na ljudsko zdravlje zbog svojih biološki aktivnih sastojaka. Poznate su različite sorte paprike, ali za proizvodnju mljevene začinske paprike važno je razlikovati slatku papriku i ljutu papriku. Odabrane sorte za proizvodnju mljevene začinske paprike podvrgavamo dehidraciji i brojnim tehnološkim procesima kako bi se proizvela visokokvalitetna slatka mljevena začinska paprika (crvena) i ljuta mljevena začinska paprika. S obzirom na brojna ljekovita i začinska svojstva koja paprika posjeduje u ovome radu istraživan je sadržaj flavonoida i fenola, jednih od najvažnijih fitokemikalija.

Uzorci mljevene začinske paprike prikupljeni su na 5 različitih lokacija u Baranji i prikupljeno je 20 uzoraka za analiziranje, odnosno 10 uzoraka slatke mljevene začinske paprike (Szegedi 80) i 10 uzoraka ljute mljevene začinske paprike (Kalocsai V2). Prema rezultatima analize, tijekom 2012. godine utvrđen je najviši sadržaj fenola i flavonoida na lokaciji tri (L3), odnosno u Čemincu. Ukupni sadržaj fenola i flavonoida bio je viši u ljutoj sorti mljevene začinske paprike u odnosu na slatku sortu mljevene začinske paprike. Najniži sadržaj ukupnih fenola i flavonoida tijekom 2012.godine bio je u slatkoj mljevenoj začinskoj paprici na lokaciji 2 (L2), odnosno u Branjinom Vrhu, dok je u ljutoj mljevenoj začinskoj paprici najniži sadržaj ukupnih fenola i flavonoida bio na lokaciji četiri (L4), odnosno u Lugu. Tijekom istraživanja provedenih na slatkim i ljutim sortama mljevene začinske paprike tijekom 2013.godine, utvrđen je najviši sadržaj ukupnih fenola i flavonoida u ljutoj sorti na lokaciji pet (L5), odnosno u Vardarcu. Najniži ukupni sadržaj fenola i flavonoida tijekom 2013.godine utvrđen je u slatkoj mljevenoj začinskoj paprici na lokaciji tri (L3), odnosno u Čemincu.

Prema tome, tijekom istraživanja je utvrđeno ponajprije značajno djelovanje okolišnih čimbenika na ukupan sadržaj fenola i flavonoida u slatkoj mljevenoj začinskoj paprici u

proizvodnoj godini 2012., gdje je na lokaciji tri (L3), u Čemincu bio najviši ukupni sadržaj, dok je na istoj sorti 2013. godine ukupni sadržaj fenola i flavonoida bio najniži. Tijekom 2012. godine u ljutoj sorti mljevene začinske paprike zabilježen je najviši ukupni sadržaj fenola i flavonoida na lokaciji tri, dok je tijekom 2013. godine na lokaciji tri zabilježen najniži sadržaj ukupnih fenola i flavonoida.

Prema Asami i sur. (2003.) ukupni sadržaj fenola povećan je u crvenim plodovima paprike na tlima s povišenim salinitetom, za razliku od zelenih plodova gdje je ukupni sadržaj fenola nepromijenjen. Jedan od glavnih faktora koji utječu na koncentraciju fenolnih spojeva kod biljke *Myrcia tomentosa* (Aubl.) su folijarna gnojiva. U istraživanju Borges i sur. (2012.) navodi se kako folijarna gnojidba kalcijem utječe na sadržaj ukupnih fenola, odnosno sekundarnih metabolita u listovima biljke *Myrcia tomentosa* (Aubl.). Marschner (1997.) i Lin i sur. (2005.) navode da biljke s nedostatkom mangana podliježu procesu lignifikacije i na taj način fenolne spojeve skupljaju u biljnim tkivima. Stres uzrokovan hladnoćom također povećava sintezu fenola u biljci i omogućuje njihovu naknadnu ugradnju u stanične stjenke kao suberin ili lignin (Griffith, 2004.) što je utvrđeno i u našem istraživanju jer je veća koncentracija fenola utvrđena tijekom 2013. godine koja je imala prosječno niže temperature tijekom intenzivnog plodonošenja (Tablica 5).

Tablica 5. Prosječne temperature zraka (°C) tijekom 2012. i 2013. godine u vrijeme intenzivnog plodonošenja.

Godina	**Lipanj**	**Srpanj**	**Kolovoz**	**Rujan**
	Temperatura zraka °C			
2012	22,5	24,8	24,1	18,9
2013	20	22,9	22,9	15,9

Izvor: DHMZ

Prema nekim autorima, okolišni čimbenici, poput vremenskih promjena u periodu od nekoliko mjeseci ne utječu značajno na koncentraciju fenola u biljci. Istraživanje Alam i sur. (2016.) provedeno u Memorial University of Newfoundland, u Kanadi pokazuje kako utjecaj vanjskih faktora na ukupan sadržaj fenola u brusnici nije jednak u listovima i plodovima. Testirane su varijacije ukupnog sadržaja fenola i antioksidativne aktivnosti na vanjske faktore, koji su pokazali različite učinke u listovima i plodovima. Rezultati su pokazali kako ukupan sadržaj fenola nije bio u korelaciji s antioksidativnom aktivnosti niti u listovima, niti u plodu. Ukupan sadržaj fenola bio je veći u plodovima, nego u listovima. Prema Padda i

Picha (2008.) i Albert i sur. (2009.) čini se da postoji jaka veza između temperature i razine fenola u tkivima biljaka, u čijim je istzraživanjima utvrđeno kako niže temperature uzrokuju visoke koncentracije fenolnih spojeva. Povišene razine fenola u listovima mogu biti povezane s povišenom aktivnosti fenilalanina, amonij liaze pri nižim temperaturama, s obzirom na činjenicu da je amonij liaza važan enzim u biogenezi različitih fenolnih spojeva (Padda i Picha, 2008.). Mikroelementi, mangan i cink su uključeni u procese sinteze i pretvorbu fenola kao enzimatskih kofaktora (Marschner, 1997.). Međutim, to može značiti da su visoke temperature odgovorne za ograničavanje fotosinteze (Taiz i Zeigerom, 2004.), što također utječe na sintezu fenolnih spojeva u listovima. Prema istraživanjima vanjskih čimbenika na sadržaj fenola i flavonoida biljaka u Brazilu, otkriveno je kako hranjivost i plodnost tla imaju mali utjecaj na *Lafoensia pacari* St.-Hil. Mangan i aluminij su u korelaciji s koncentracijom fenolnih spojeva u listovima. Najveći dio hranjivih tvari prisutnih u prikupljenim uzorcima tla i njihovih parametara plodnosti ne utječe značajno na sekundarni metabolizam biljke. U istom istraživanju je također utvrđeno da postoji veliki utjecaj sezonskih čimbenika poput mikroelemenata, temperature, hranjiva i drugih na proizvodnju fenolnih spojeva u listovima biljke *Lafoensia pacari* St.-Hil (Sampaio i sur., 2011.).

6. ZAKLJUČAK

Iz navedenih rezultata istraživanja se može zaključiti da okolišni i genetski faktori zanačjno utječu na koncentraciju fenola i flavonoida u mljevenoj začinskoj paprici. Tijekom istraživanja utvrđeno je slijedeće:

1. Godina proizvodnje, lokacija i sorta značajno utječu na koncentraciju fenolnih spojeva u začinskoj paprici
2. Godina proizvodnje, lokacija i sorta značajno utječu na koncentraciju flavonoida u začinskoj paprici
3. Koncentracija fenola je viša u hladnijim godinama te je tijekom 2013. utvrđena veća koncentracija fenolnih spojeva u mljevenoj začinskoj paprici
4. Koncentracija fenola više ovisi o godini jer je bila različita na istim lokacijama u ovisnosti o godini

Zaključno, koncentracija navedenih biološki aktivnih komponenata strogo varira u ovisnosti od okolišnih čimbenika te se može smatrati dijelom odgovora biljke na okolišni stres.

7. POPIS LITERATURE

1. Alam, Z., Morales, H.R., Roncal, J. (2016.): Environmental conditions affect phenolic content and antioxidant capacity of leaves and fruit in wild partridgeberry (*Vaccinium vitis-idaea*). Botany, 94(7): 509-521.
2. Andrews, J. (1995.): Peppers: The Domesticated Capsicums; University of Texas Press: Austin, TX, USA.
3. Antonious, G.F., Kochhar, T.S., Jarret, R.L., Snyder, J.C. (2006.): Antioxidants in hot pepper: Variation among accessions. Journal of Environmental Science and Health B 41: 1237–1243.
4. Albert, N. W., Lewis, D. H., Zhang, H., Irving, L. J., Jameson, P. E., Davies, K. M. (2009): Light - induced vegetative anthocyanin pigmentation in Petunia. Journal of Experimental Botany 60(7): 2191-2202.
5. Akinfasoye, I.A., Ninyan, D.J., Tairu, R.M. (2006.): Effect of harvesting frequency on the duration, yield and quality of Pepper. In proceeding of 24th conference of Horticulture Society of Nigeria, 17-22 September, Gombe.
6. Alvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L.A., Amarowicz, R., Shahidi, F. (2011.): Antioxidant activity of fresh and processed Jalapeño and Serrano peppers. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(1):163-73.
7. Arzudia, C., Gonzalez, M. (1986.): Collection of some native crops of Guatemala. Final Report. Facultad de Agronomiıa. Guatemala: Universidad de San Carlos, p. 256.
8. Asami, D.K., Hong, Y., Barret, D.M. (2003.): Comparison oft he total phenolic content and ascorbic acid content of freeze-dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practies. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51, 1237 1241.
9. Bae, H., Jayaprakasha, G.K., Jifon, J., Patil B.S. (2012.): Extraction efficiency and validation of an HPLC method for flavonoid analysisin peppers. Food Chemistry, 130,751–758.
10. Blekić M., Režek-Jambrak A., Chemat F. (2011.): Mikrovalna ekstrakcija bioaktivnih spojeva. Croatian Journal of Food Science and Technology, 3 (1) 32-47.
11. Borges, S.F. Alves, F.M., Carneiro, E.C., Conceição, M.T.F., Bara, J.R., Paula (2012.): Influence of environmental factors on the concentration of phenolic

compounds in barks of Myrcia tomentosa (Aubl.) DC. Journal of Pharmacy Research 5, pp. 1323-1327.

12. Bosland, P.W., Votava, E.J. (2000.): Peppers: Vegetable and Spice Capsicums, Crop Production Science in Horticulture 12. CAB International Publishing, Wallingford, England, UK. 204 pp.
13. Bravo, L. (1998.): Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition Review, 56, 317-333.
14. Buczkowska H., (2001.): Ocena wpływu wielokrotności zbioru na plon handlowy owoców kilku odmian papryki ostrej. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, 234, Rolnictwo 46, 21–26.
15. Camejo, D., Vallejo, F., Romojaro, F., Bacarizo, S., Palma, J.M., Sevilla, F., Jiménez, A. (2011.) Influence of fuit ripening stage and harvest period on the antioxidant content of sweet pepper cultivars. Plant Food for Human Nutrition, 66(4):416-23.
16. Careaga M, Fernández E, Dorantes L, Mota L, Jaramillo ME, Hernandez-Sanchez H. (2003.): Antibacterial activity of Capsicum extract against Salmonella typhimurium and Pseudomonas aeruginosa inoculated in raw beef meat. International Journal of Food Microbiology, 83(3):331-5.
17. Cevallos-Casals, B., Byrne, D., Okie, W.R., Cisneros-Zevallos, L. (2005.):Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. Food Chemistry, 96:273–280.
18. Chu, Y. F., Sun, J., Wu, X., Liu, R. H. (2002.): Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 6910-6916.
19. Chuah, A.M. Lee, Y.C. Yamaguchi, T.Takamura, H.Yin,L.J. Matoba,Y. (2008.): Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. Food chemistry, 111, 20-28.
20. Cichewicz, R. H., Thorpe, P. A., (1996.): The antimicrobial properties of Chile peppers (Capsicum species) and their uses in Mayan medicine. Journal of Ethnopharmacology. 52:61-70.
21. Cisneros-Pineda, O., Torres-Tapia, L.W., Gutiérrez-Pacheco, L.C., Contreras-Martín, F.;González-Estrada, T.; Peraza-Sánchez, S.R. (2007.): Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. Food Chemistry 104, 1755–1760.

22. Conforti, F. , Statti, G. A., Menichini, F. (2007.): Chemical and biological variability of hot pepper fruits (Capsicum annuumvar.acuminatum L.) in relation to maturity stage. Food Chemistry, 102 (4), 1096–1104.
23. Collins, M. D., Mayer-Wasmund, L., Bosland, P. W. (1995.): Improved method for quantifying capsaicinoids in *Capsicum* using high-performance liquid chromatography. HortScience, 30, 137-139.
24. Curry, J., Aluru, M., Mendoza, M., Nevarez, J., Melendrez, M. (1999.): Transcripts for possible capsaicinoid biosynthetic genes are differentially accumulated in pungent and non-pungent Capsicum spp. Plant Science 148, 47−57.
25. Deepa, N., Kaur, C., George, B., Singh, B., Kapoor, H. C. (2007.): Antioxidant constituents in some sweet pepper (Capsicum annuum L.) genotypes during maturity. LWT – Food Science and Technology, 40, 121–129.
26. Deli, J., Toth, Gy. (1997.): Carotenoid composition of the fruits of Capsicum annuum Cv Bovet 4 during ripening. Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und – Forschung A, 205, 388–391.
27. Djamgoz, M.B.A.; Isbilen, B. (2006): Dietary compounds as anti-cancer agents: A preliminary evaluation of ion channels and membrane excitability as possible target mechanisms. Turkish Journal of Biochemistry 31, 57–68.
28. Estrada B., Bernal M.A., Diaz J., Pomar F., Merino F., (2002.): Capsaicinoids in vegetative organs of *Capsicum annuum* L. in relation to fruiting. Journal Agricultural of Food Chemistry 50, 1188–1191.
29. García, M.I., Lozano, M., Montero, V., Ayuso, M.C., Bernalte, M.J., Vidal-Aragón, M.C. & Pérez, M. (2007.): Agronomic characteristics and carotenoid content of five Bola-type paprika red pepper cultivars. Scientia Horticulturae, 113, 202-207.
30. Gibbs H.A.A., O'Garro L.W. (2004.): Capsaicin content of west indies hot pepper cultivars using colorimetric and chromatographic techniques. HortScience 39(1), 132–135.
31. Giuffrida, D., Dugo, P., Torre, G., Bignardi, C., Gavazza, A., Corradini, C., Dugo, G. (2013.): Characterisation of 12 Capsicum varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. Food Chemistry, 140, 794–802.
32. Golcz A., Kujawski P. (2005.): Wpływ odmiany i rodzaju nawozu potasowego na plon i jakość polskich odmian papryki ostrej (*Capsicum annuum* L.). Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo 86, 515, 165–71.

33. Golcz A., Kujawski P., Politycka B., (2004.): Wpływ rodzaju nawozu potasowego na plonowanie papryki ostrej (*Capsicum annuum* L.). Folia Univ. Agric. Stetin. 239(95), 109–114.
34. Guil-Guerrero, J.L., Martinez-Guirado, C., del Mar Robelloso-Fuentes, M., Carrique-Perez, A. (2006.): Nutrient composition and antioxidant activity of 10 pepper (Capsicum annuum) varieties. European Food Research and Technology, 224, 1–9.
35. Griffith, M., Yaish, M.W.F. (2004.): Antifreeze protein sin overwintering plants: a tale of two activities. Trends Plant Science 9, 399-405.
36. Havsteen, B. (2002.): The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacology and Therapeutics 96, 67–202.
37. Hertzog, D.I., Tica, O.-S., (2012.): Molecular mechanisms underlying the anticancerous action of flavonoids. Current Healt Sciences Journal 38.
38. Hernández, V., Dávila, S.A.P., Oyama, K. (1999.): Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género Capsicum. Boletín de la Sociedad Botánica de *México*, 64, 65–84.
39. Howard, L. R. (2001). Antioxidant vitamin and phytochemical content of fresh and processed pepper fruit (Capsicum annum). In R. E. C. Wildman (Ed.), Handbook of nutraceuticals and functional foods (pp. 209–233). CRC Series in Modern Nutrition.
40. Jarret, R.L., Baldwin, E., Perkins, B., Bushway, R., Guthrie, K. (2007.): Diversity of fruit quality characteristics in Capsicum frutescens. HortScience 2007.
41. Jones, NL., Shabib, S., Sherman,PM. (1997.): Capsaicin as an inhibitor of the growth of the gastric pathogen Helicobacter pylori. FEMS Microbiol Lett, 146:223–7.
42. Jurišić, M. 2009.).: Ekonomika i proizvodnja začinske paprike (Capsicum annuum L.) na OPG-u Đumbić iz Đakova.
43. Kappel,V.D., Costa G.M., Scola, G., Silva, F.A. (2008.): Phenolic content and antioxidant and antimicrobial properties of fruits of *Capsicum baccatum* L. var. pendulum at different maturity stages. Journal of Medicinal Food, 11, pp. 267–274.
44. Kaur, C.H. & Kapoor, H.C. (2001.): Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. International Journal of Food Science and Technology. 36, 703-725.
45. Kazazić, S.P. (2004): Antioksidacijska i antiradikalska aktivnost flavonoida. Arh Hig Rada Toksikol 55, 279.290.

46. Keskin, D., Toroglu, S.J. (2011.): Studies on antimicrobical activities of solvent extracts of different spices. Enviromental Biotehnology 32 (2): 251-256.
47. Kim, J. S., Ahn, J., Lee, S. J., Moon, B. K., Ha, T. Y., Kim, S. (2011.): Phytochemicals and antioxidant activity of fruits and leaves of paprika (*Capsicum annuum* L., var. special) cultivated in Korea. Journal of Food Science, 76(2), 193–198.
48. Koç, E., Işlek, C., Üstün, A.S. (2010.): Effect of Cold on Protein, Proline, Phenolic Compounds and Chlorophyll Content of Two Pepper (*Capsicum annuum* L.) Varieties. G.U. Journal of Science 23(1): 1-6.
49. Kumar, S., Pandey, A.K., (2013): Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: AnOverview. The Scientific World Journal 2013, 1-16.
50. Lin, C.C., Chen, L.M., Lui, Z.H. (2005.): Rapid effect of copper on lignin biosynthesis in soybean roats Plant Science, 168, pp. 855–86.
51. Lu, J., Papp, L. V., Fang, J., Rodriguez-Nieto, S., Zhivotovsky, B., & Holmgren, A. (2006.): Inhibition of mammalian thioredoxin reductase by some flavonoids: Implications for myricetin and quercetin anticancer activity. Cancer Research, 66, 4410–4418.
52. Lee, Y., Howard, R. L., Villalon, B. (1995.). Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. Journal Food Science, 60, 473-476.
53. Lee, J. J., Crosby, K. M., Pike, L. M., Yoo, K. S., Leskovar, D. I. (2005.): Impact of genetic and environmental variation on development of flavonoids and carotenoids in pepper (Capsicum spp.). Scientia Horticulturae, 106, 341–352.
54. Luo H, Huang J, Liao WG, Huang QY, Gao YQ (2011.): The antioxidant effects of garlic saponins protect PC12 cells from hypoxia-induced damage. British Journal od Nutrition 105:1164–1172.
55. Marschner, H., (1997.): Mineral Nutrition of Higher Plants 2. Academic Press, London
56. Matsufuji, H., Nakamura, H., Chino, M., & Takeda, M. (1998.): Antioxidant activity of capsanthin and the fatty acid esters in paprika (Capsicum annuum). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(9), 3468–3472.
57. Materska M., Perucka I., 2005. Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit. (*Capsicum annuum* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(5), 1750–1756.

58. Marin, A., Ferreres, F., Tomás Barberán, F.A., Gil, M. (2004.): Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (Capsicum annuum L.), Journal of Agricultural and Food Chemistry 52, 3861-3869.
59. Marti, M.C., Camejo, D., Vallejo, F., Romojaro, F., Bacarizo, S., Palma, J.M.,Sevilla, F., Jiménez, A. (2011.): Influence of fuit ripening stage and harvest period on the antioxidant content of sweet pepper cultivars. Plant Food for Human Nutrition 66, 416–423.
60. Martínez-Solano P. Sánchez-bel I., Egea E., Olmos E., Hellin F.(2005.): Electron Beam Ionization Induced Oxidative Enzymatic Activities in Pepper (*Capsicum annuum* L.), Associated with Ultrastructure Cellular Damages. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2005**,** 53 (22), pp 8593–8599.
61. Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M.R., Conforti, M.,Cindio B. (2009.): The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense*Jacq. cv Habanero. Food Chemistry 114:553-560.
62. Molina-Quijada DMA, Medina-Juarez LA, Gonzalez-Aguilar GA, Robles-Sanchez RM and Gamez-Meza N. (2010.): Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cáscara de uva (*Vitis vinifera* L.) de mesa cultivada en el noroeste de México. *CyTA* - Journal of Food 8:57–63.
63. Mori, A., Lehmann, S., O'Kelly, J., Kumagai, T., Desmond, J.C., Pervan, M., McBride, W.H.,Kizaki, M., Koeffler, H.P. (2006.): Capsaicin, a component of red peppers, inhibits the growth of androgen-independent, p53 mutant prostate cancer cells. Cancer Research 2006, 66, 3222–3229.
64. Marković,V.,Vračar,L.O. (2003.): Proizvodnja i prerada paprike, Novi Sad
65. Oikawa, S., Nagao, E., Sakano, K., Kawanishi, S. (2006.): Mechanism of oxidative DNA damage induces by capsaicin a principal ingredient of hot chili pepper. Free Radical Research, 40 (9): 966-973.
66. Padda, M.S., Picha, D.H. (2008.): Quantification of Phenolic Acids and Antioxidant Activity in Sweet Potato Genotypes. Scientia Horticulturae, 119, 17-20.
67. Padayatty, S.J., Katz, A., Wang, Y., Eek, P., Kwon, O., Lee, J., Chen, S., Corpe, C., Dutta, A., Dutta, S.K. & Levine, M. (2003.): Vitamin C as an Antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. Journal of the American Collage of Nutrition 22 (1), 18-35.

68. Payá, M., Halliwell, B., Hoult, J.R.S. (1992.): Interactions of a series of coumarins with reactive oxygen species. Scavenging of superoxide, hypoclorous acid and hydroxil radical. Biochemical Pharmacology. 44 (2) 205-14.
69. Perucka I. (1995.): Efekty działania etefonu na wzrost roślin oraz akumulację karotenoidów w owocach papryki ostrej *Capsicum annuum* L. Rozpr. Nauk., AR Lublin, 181, 1–48.
70. Perucka I., Materska M., (2003.): Antioxidant activity and content of capsaicinoids isolated from paprika fruits. Polish Journal of Food and Nutrition Science 12/53, 2,15–18.
71. Peet, M. (2003.): Sustainable Practice for Vegetable Production in the South North Caroline State University, USA.
72. Peet, M., (2006.): Sustainable Practices for Vegetable Production in South Carolina Crop new profile pepper, NCSU. USA.
73. Prasad, N. B. C., Shrivastava, R., Ravishankar, G. A. (2005.): Evidence Based Integrative Medicine, 2, 147-166.
74. Ranilla LG, Kwon YI, Apostolidis E, Shetty K (2010.): Phenolic compounds, antioxidant activity and in vitro inhibitory potential against key enzymes relevant for hyperglycemia and hypertension of commonly used medicinal plants, herbs and spices in Latin America. Bioresourch Technology 101(12):4676- 4689.
75. Russo, V. M., Howard, L. R. (2002.): Carotenoids in pungent and nonpungent peppers at various developmental stages grown in the field and glass house. Journal of Science of Food and Agriculture, 82, 614–615.
76. Sampaio, B.L., Bara, M.T.F., Ferri, P.H., Santos, S.C., Paula, J.R. (2011.): Influence of environmental factors on the concentration of phenolic compounds in leaves of *Lafoensia pacari*. Revista Brasileira de Farmacognosia: 21(6): 1127-1137.
77. Simonne, A. H., Simonne, E. H., Eitenmiller, R. R., Mills, H. A., Green, N. R. (1997.): Ascorbic acid and provitamin A contents in unusually colored bell peppers (*Capsicum annuum* L.). Journal of Food Composition and Analysis, 10,299-311.
78. Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965.): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagens. American Journal of Enology and Viticulture 16: 144-158
79. Spanos, G.A., Wrolstad, R.E. (1992.): Phenolics of apple, pear, and white grape juices and their changes with processing and storage-a review. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 40 (9) 1478–1487.

80. Sun, T., Xu, Z., Wu, C. T., Janes, M., Prinyawiwatkul, W.,No, H. K. (2007.): Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (Capsicum annuum L.). Journal of Food Science, 72, S98–S102.
81. Surh Y. J, Lee E, Lee J. M.(1998.): Chemoprotective properties of somepungent ingredients present in red pepper and ginger. Mutation Research 402(1-2):259–67.
82. Swain, T., Harborne, J.B., Sumere, C.F., (1979.): Biochemistry of Plant Phenolics, Recente Advances in Phytochemistry. Plenum Press: New York, SAD.
83. Taiz, L., Zeiger, E., (2004.): Fisiologia vegetable 3 Ed. Porto Alegre: Editora Artmed.
84. Thompson, L.U. (1994.): Antioxidant and hormone-mediated health benefits of whole grains. Critical Review in Food Science Nutrition, 34, 473-497.
85. Teran, S., Rasmussen, C. H., May-Cauich, O. (1998.): Las plantas de la milpa entre los mayas. Yucatan, Mexico: Tun Ben Kin.
86. Tonin, F. G., Jager, A. V., Micke, G. A., Farah, J. P. S., Tavares, M. F. M. (2005.): Optimization of the separation of flavonoids using solvent-modified micellar electrokinetic chromatography. Electrophoresis, 26, 3387–3396.
87. Topuz A., Ozdemir F., (2007.): Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 20, 596–602.
88. Tundis, R., Loizzo MR., Menichini, F., Bonesi, M., Conforti, M. (2011.): Comparative study on the chemical composition antioxidant properties and hypoglycaemic activities of two Capsicum annuum L.cultivars (Acuminatumsmall and Cerasiferum). Plant Foods for Human Nutrition 66(3): 261-269.
89. Tundis, R., Loizzo, M. R., Menichini, F., Bonesi, M., Conforti, F., Luca, D.D. Menichini F. (2012.): Air-dried capsicum annuum var. acuminatum medium and big: Determination of bioactive constituents, antioxidant activity and carbohydrate-hydrolyzing enzymes inhibition. Food Research International 45, 170-175.
90. Vallejo, F., Garcia-Viguera, C., Tomas-Barberan, F. A. (2003.): Changes in Broccoli (Brassisca oleracea L. Var. italica) healthpromoting compounds with infloresence development. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 3776–3782.
91. Vega-GaLvez, A. Lemus-Mondaca, R. Bilbao-SaıInz, C. Fito, P. Andres, A. (2008.): Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var.Lamuyo). Journal of Food Engineering. 85: 42–50.

92. Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B. D. (1998.): Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 4113–4117.
93. Vračar, Lj. (2001.): Priručnik za kontrolu kvaliteta svežeg i prerađenog voća, povrća i pečurki i osvežavajućih bezalkoholnih pića. Tehnološki fakultet, Novi Sad .
94. Wang D., Bosland P.W., (2001.): The genes of Capsicum. HortScience 41(5),1169–1187.
95. Weiss, E.A. (2002.): Spice Crops. CABI Publishing International: New York, NY, USA.
96. Wilson, D.R.; Muchow, R.C.; Murgatroyd, C.J. (1995.): Model analysis of temperature and solar radiation limitations to maize potential productivity in cool climate. Field Crops Research.
97. Zaki N., Hasib A., Hakmaoui A., Dehbi F. and Ouatmane A. (2013.): Assessment of color, capsaicinoids, carotenoids and fatty acids composition of paprika produced from Moroccan pepper cultivars (*Capsicum Annuum* L.). Journal of Natural Sciences Research, 3(7):111-11.
98. Zewdie, Y., Bosland, P. W. (2000.): Evaluation of genotype, environment, and genotype-by-environment interaction for capsaicinoids in Capsicum annuum L.. Euphytica, 111, 185 190.

Internet stranice:

[1] http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/povrcarstvo/paprika (15.6.2016.)
[2] http://www.povrce.com/?IDP=007&P=pro&L=H (15.6.2016.)
[3] http://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/paprika-148/ (14.6.2016.)
[4] http://www.tehnologijahrane.com/ (22.5.2016.)
[5]http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja (18.6.2016.)
[6] http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja (18.6.2016.)
[7] http://www.uppt.hr/savjeti-mainmenu-44 (22.7.2016.)
[8]http://www.tehnologijahrane.com (23.7.2016.)
[9]https://www.volimljuto.com/blog/sto-je-scoville-skala?v=fd4c638da5f8 (10.8.2016.)
[10] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=19233 (20.7.2016.)

8. SAŽETAK

Paprika (*Capsicum annuum* L.) je povrtlarska vrsta koja pripada porodici pomoćnica lat. Solanaceae i obuhvaća veliki broj sorti koje se razlikuju po svojim morfološkim i fiziološkim svojstvima. Osnovna podjela crvene začinske paprike je na slatku i ljutu. Njena primjena je široko rasprostranjena i zato je možemo uzgajati za jestivi svježi plod, salatu, a veliku ulogu i primjenu ima u tradicionalnoj kuhinji. Začinska paprika je bogata različitim aktivnim komponentama koje pozitivno utječu na kvalitetu proizvoda te ljudsko zdravlje. Značajne biološki aktivne komponente rasprostranjene su u različitim organima paprike, ali se najveća koncentracija nalazi upravo u plodu koji se koristi kao začin. Među važnijim komponentama su fenoli i flavonoidi koji imaju značajnu ulogu u sastavu paprike. Posjeduju značajna antioksidativna svojstva i primjenu u medicini, a najznačajniji među flavonoidima su luteolin i kvercetin. Najvažniji fenoli su galna kiselina, kafeinska kiselina, hidrokinon, katehol, cimetna kiselina, eugenol i dr. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi utjecaj okolišnih i genetskih faktora kao što su godina proizvodnje, lokacija i sorta na sadržaj fenola i flavonoida u mljevenoj začinskoj paprici. Tijekom istraživanja je utvrđeno da svi istraživani faktori utječu značajno na koncentraciju fenolnih spojeva i flavonoida. Međutim, tijekom dvije godine istraživanja je utvrđena različita koncentracija fenola i flavonoida na istraživanim lokacijama u ovisnosti o vegetacijskoj godini. Također, utvrđena je značajno veća koncentracija fenola tijekom 2103. godine koja je bila popraćena nižim temperaturama zraka tijekom intenzivnog plodonošenja. Na kraju, iz dobivenih rezultata laboratorijskih i statističkih analiza se može zaključiti da je koncentracija fenola i flavonoida pod značajnim utjecajem okolišnih faktora kao dio odgovora biljke na okolišni stres.

Ključne riječi: paprika, fenoli, flavonoidi, ljekovita svojstva, okolišni i genetski faktori

9. SUMMARY

Pepper, *Capsicum annuum* L., is a very well-known vegetable specie which belongs to the family Solanaceae and includes a large number of cultivars and varieties, which differ in their morphological and physiological characteristics. The basic division of red spice pepper is on sweet and hot. Its use is widespread and therefore it can be grown for its edible fresh fruit and as a spice which is made by drying and grinding of fruits. This spice has a major role and application in a traditional cuisine. Red spice pepper is rich in active compounds which positively effects on product quality and human health. Important biological active compounds such as phenols and flavonoids are spread in different plant organs but most of their quantity is being synthesized in pepper fruit which is used as a spice. They have significant antioxidative properties and application in medicine. Most known flavonoids are gallic acid, caffeic acid, hydroquinone, catechol, cinnamic acid, eugenol etc. The aim of this investigation was to determine the influence of environmental and genetic factors such as production year, location and cultivar on concentration of phenols and flavonoids in grounded red spice pepper. During investigation, it was determined that all investigated factors significantly effects on concentration of these active compounds. However, during the two years of investigation concentration of phenols and flavonoids was found to have different concentration pattern amongst location depending on production year. Also, significantly higher concentration of phenols was obtained during 2013 which had lower temperatures during stage of intensive fruit set and harvesting. At the end, results of laboratory and statistical analysis points out that concentration of phenols and flavonoids is under significant influence of environmental factors as part of plant response to environmental stress.

Key words: pepper, phenols, flavonoids, medicinal properties, environmental and genetic factors

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Mineralni sastav crvene paprike u mg/100g svježeg ploda

Tablica 2. Sadržaj vitamina u plodu crvene paprike u mg/100g svježeg ploda

Tablica 3. Ukupni sadržaj fenola, flavonoida, flavonola i antioksidantska aktivnost u Marokanskoj paprici

Tablica 4. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola pod utjecajem lokacije, godine uzgoja i sorte. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\ ;\ A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.

Tablica 5. Prosječne temperature zraka (°C) tijekom 2012. i 2013. godine u vrijeme intenzivnog plodonošenja.

11. POPIS SLIKA

Slika 1: Paprika, *Capsicum annuum* L. (15.6.2016.)

Slika 2 : Morfologija ploda *Capsicum annuum* L. i *Capsicum chinense* Jacq. uzgojene u Yucatanu, Mexico (20.7.2016.)

Slika 3: Mofologija čili paprike (15.6.2016.)

Slika 4: Plodovi maax čilija (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare*). Morfologija ploda (A) i presjek ploda (B, C) (20.7.2016.)

Slika 5: Najpoznatije čili vrste roda *Capsicum* (22.7.2016.)

Slika 6: Molekula kapsaicina (25.7.2016.)

Slika 7: Presjek ploda začinske paprike (25.7.2016.)

Slika 8: Kemijska struktura kapsaicina, dihidrokapsaicina i askorbinske kiseline (23.7.2016.)

Slika 9: Scoville-ova ljestvica (10.8.2016.)

Slika 10: Osnovna kemijska struktura flavonoida (15.7.2016.)

Slika 11: Osnovna kemijska strukura fenola (15.7.2016.)

12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola kod sorte Szegedi 80 pod utjecajem lokacije tijekom 2012. godine. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\,;\,A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.

Grafikon 2. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola kod sorte Kalocsai V2 pod utjecajem lokacije tijekom 2012. godine. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\,;\,A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.

Grafikon 3. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola kod sorte Szegedi 80 pod utjecajem lokacije tijekom 2013. godine. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\,;\,A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.

Grafikon 4. Ukupni sadržaj flavonoida i fenola kod sorte Kalocsai V2 pod utjecajem lokacije tijekom 2013. godine. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\,;\,A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Diplomski rad

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer: Povrćarstvo i cvjećarstvo

Utjecaj godine i lokacije na sadržaj fenola i flavonoida u mljevenoj začinskoj paprici

Andrea Arežina

Sažetak: Paprika (*Capsicum annuum* L.) je povrtlarska vrsta koja pripada porodici pomoćnica lat. Solanaceae i obuhvaća veliki broj sorti koje se razlikuju po svojim morfološkim i fiziološkim svojstvima. Osnovna podjela crvene začinske paprike je na slatku i ljutu. Njena primjena je široko rasprostranjena i zato je možemo uzgajati za jestivi svježi plod, salatu, a veliku ulogu i primjenu ima u tradicionalnoj kuhinji. Začinska paprika je bogata različitim aktivnim komponentama koje pozitivno utječu na kvalitetu proizvoda te ljudsko zdravlje. Značajne biološki aktivne komponente rasprostranjene su u različitim organima paprike, ali se najveća koncentracija nalazi upravo u plodu koji se koristi kao začin. Među važnijim komponentama su fenoli i flavonoidi koji imaju značajnu ulogu u sastavu paprike. Posjeduju značajna antioksidativna svojstva i primjenu u medicini, a najznačajniji među flavonoidima su luteolin i kvercetin. Najvažniji fenoli su galna kiselina, kafeinska kiselina, hidrokinon, katehol, cimetna kiselina, eugenol i dr. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi utjecaj okolišnih i genetskih faktora kao što su godina proizvodnje, lokacija i sorta na sadržaj fenola i flavonoida u mljevenoj začinskoj paprici. Tijekom istraživanja je utvrđeno da svi istraživani faktori utječu značajno na koncentraciju fenolnih spojeva i flavonoida. Međutim, tijekom dvije godine istraživanja je utvrđena različita koncentracija fenola i flavonoida na istraživanim lokacijama u ovisnosti o vegetacijskoj godini. Također, utvrđena je značajno veća koncentracija fenola tijekom 2103. godine koja je bila popraćena nižim temperaturama zraka tijekom intenzivnog plodonošenja. Na kraju, iz dobivenih rezultata laboratorijskih i statističkih analiza se može zaključiti da je koncentracija fenola i flavonoida pod značajnim utjecajem okolišnih faktora kao dio odgovora biljke na okolišni stres.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: doc.dr.sc. Tomislav Vinković, mentor

Broj stranica: 46

Broj grafikona i slika: 15

Broj tablica: 5

Broj literaturnih navoda: 98+10

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: paprika, fenoli, flavonoidi, ljekovita svojstva, okolišni i genetski faktori

Datum obrane: 30.09.2016.

Stručno povjerenstvo za obranu:
1. prof.dr.sc.Nada Parađiković, predsjednik
2.doc.dr.sc.Tomislav Vinković, mentor
3.prof.dr.sc.Vlatka Rozman, član

Rad je pohranjen u : Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**

Faculty of Agriculture in Osijek

University Graduate Studies: Vegetable and flower growing

Influence of year and location on phenolics and flavonoids content in ground paprika

Andrea Arežina

Abstract: Pepper, *Capsicum annuum* L., is a very well-known vegetable specie which belongs to the family Solanaceae and includes a large number of cultivars and varieties, which differ in their morphological and physiological characteristics. The basic division of red spice pepper is on sweet and hot. Its use is widespread and therefore it can be grown for its edible fresh fruit and as a spice which is made by drying and grinding of fruits. This spice has a major role and application in a traditional cuisine. Red spice pepper is rich in active compounds which positively effects on product quality and human health. Important biological active compounds such as phenols and flavonoids are spread in different plant organs but most of their quantity is being synthesized in pepper fruit which is used as a spice. They have significant antioxidative properties and application in medicine. Most known flavonoids are gallic acid, caffeic acid, hydroquinone, catechol, cinnamic acid, eugenol etc. The aim of this investigation was to determine the influence of environmental and genetic factors such as production year, location and cultivar on concentration of phenols and flavonoids in grounded red spice pepper. During investigation, it was determined that all investigated factors significantly effects on concentration of these active compounds. However, during the two years of investigation concentration of phenols and flavonoids was found to have different concentration pattern amongst location depending on production year. Also, significantly higher concentration of phenols was obtained during 2013 which had lower temperatures during stage of intensive fruit set and harvesting. At the end, results of laboratory and statistical analysis points out that concentration of phenols and flavonoids is under significant influence of environmental factors as part of plant response to environmental stress.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD, Tomislav Vinković, assistant professor

Number of pages: 46

Number of figures: 15

Number of tables: 6

Number of references: 98+10

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: pepper, phenols, flavonoids, medicinal properties, environmental and genetic factors

Thesis defended on date: 30.09.2016.

Reviewers:

1.PhD Nada Parađiković, full professor
2. PhD, Tomislav Vinković, assistant professor
3. PhD Vlatka Rozman, full professor

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.