



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tina GRZETIČ

**ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL PLODOV
ŽLAHTNE ČEŠNJE (*Prunus avium* L.)**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tina GRZETIČ

ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL PLODOV ŽLAHTNE ČEŠNJE
(*Prunus avium* L.)

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij - 1. stopnja

ANTIOXIDANT POTENTIAL OF SWEET CHERRY FRUIT
(*Prunus avium* L.)

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2011

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Valentino USENIK.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Borut Bohanec
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Valentina USENIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: izr. prof. Robert VEBERIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Tina GRZETIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 634.232:547.56(043.2)
- KG češnja/*Prunus avium* /plod/antioksidanti/antioksidativni potencial/fenoli/zdravje
- AV GRZETIČ, Tina
- SA USENIK, Valentina
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2011
- IN ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL PLODOV ŽLAHTNE ČEŠNJE
(*Prunus avium* L.)
- TD Diplomski projekt (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
- OP VII, 19 str., 1 sl., 33 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Oksidativne poškodbe, ki jih povzročijo prosti radikali, povzročijo strukturne in funkcionalne spremembe celičnih makromolekul. Te poškodbe preprečujejo antioksidanti. Dokazali so, da lahko preprečijo oziroma zmanjšajo možnost določenih obolenj in bolezni, kot so kardiovaskularne bolezni, določene oblike raka itd. Izvedene so bile raziskave, ki so ugotavljale vpliv temperature, svetlobe, zrelosti, skladiščenja, vsebnosti fenolov, antocianov, vitaminov in drugih na vsebnost in delovanje antioksidantov. Antioksidativni potencial se meri z različnimi metodami, kot so ORAC, FRAP, DPPH... V diplomskem projektu smo se osredotočila na antioksidativni potencial češnje, delež fitokomponent, posebno fenolov. Na antioksidativni potencial plodov češenj vpliva genotip kot tudi stopnja zrelosti, skladiščenje, dejavniki okolja in tehnike gojenja.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 634.232:547.56(043.2)
- CX cherry/*Prunus avium* L./fruit/antioxidants/antioxidant potential/phenol/health
- AU GRZETIČ, Tina
- AA USENIK, Valentina
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2011
- TY ANTIOXIDANT POTENTIAL OF SWEET CHERRY FRUIT
(*Prunus avium* L.)
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VII, 19 p., 1 fig., 33 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB Oxidative damage induced by free radicals causes structural and functional changes in cellular macromolecules. Antioxidants prevent this damage. It was proven that they can prevent or reduce the chances of certain illnesses and diseases such as cardiovascular disease, certain cancers, etc. Studies were conducted on the effect of temperature, light intensity, maturity, harvesting date, content of phenols, anthocyanins, vitamins, and others on antioxidant potential. Antioxidant potential can be measured with various methods such as ORAC, FRAP, DPPH,.. . Our review focused on sweet cherry antioxidant potential, which is correlated with phenolic content as well as with other phenols and other bioactive compounds. Antioxidant potential of sweet cherry fruit is affected by genotype, maturity stage, handling and storage, environment and cultivation techniques.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	VII
1 UVOD	1
2 ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL	2
2.1 METODE, S KATERIMI MERIMO ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL	3
2.1.1 DPPH metoda	3
2.1.2 FRAP metoda	3
2.1.3 ORAC metoda	4
2.1.4 ABTS metoda	4
2.1.5 NADH metoda	4
2.1.6 Luminescenčna metoda	5
2.1.7 HPLC metoda	5
3 ČEŠNJA (<i>Prunus avium</i> L.)	5
4 ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL PLODOV ČEŠNJE	6
4.1 VPLIV SORTE, STOPNJE ZRELOSTI, NADMORSKE VIŠINE, SKLADIŠČENJA IN TRANSPORTA NA ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL ČEŠNJE	6
4.1.1 Vpliv sorte	6
4.1.2 Vpliv stopnje zrelosti	8
4.1.3 Vpliv nadmorske višine in podlag	8
4.1.4 Vpliv skladiščenja in transporta	9
4.2 VPLIV ANTIOKSIDANTOV V ČEŠNJAH NA ZDRAVJE LJUDI	10
5 VSEBNOST ANTIOKSIDANTOV PRI RAZLIČNIH VRSTAH VRTNIN IN SADJA	11
6 SKLEPI	13
7 VIRI	14
ZAHVALA	

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Zaščitni učinki fenolov v češnji in njihov vpliv na kronične bolezni (Ferretti in sod., 2010)	10

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

HPLC	High-Performance Liquid Chromatography
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
ABTS	2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)
NADH	nicotinamide adenine dinucleotide
FRAP	Ferric Reducing Antioxidants Power
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
CRP	C-reactive protein
NO	Nitric oxide ali nitrogen monoxide
AAPH	2,2'-azobis(2-amidinopropan) dihidroklorid
L-TAA	lipophilic fraction of antioxidant activity (lipofilna frakcija antioksidativnega potenciala)
H-TAA	hydrophilic fraction of antioxidant activity (hidrofilna frakcija antioksidativnega potenciala)
TAA	total antioxidant activity
TPTZ	2,4,6-tri-piril-s-triazin
PMS	fenazin metosulfat
TEAC	Trolox equivalent antioxidant capacity
FW	fresh weight
AEAC	ekvivalent vitamina C

1 UVOD

Oksidacijski procesi lahko povzročijo škodljive posledice v celicah in tkivih človeškega telesa. Dokazano je, da so za nastale poškodbe odgovorne reaktivne vrste kisika in dušika, kot so superoksidni ion O_2^- , hidroksilni ion OH^- , dušikov oksid NO^\cdot in dušikov dioksid NO_2 (Skoog in sod., 2002).

Prosti radikali so nestabilne in zelo reaktivne oblike spojin, ki imajo enega ali več neparnih elektronov. So naraven produkt v celičnih metabolnih procesih ali pa nastanejo pri stiku z zunanjim virom oksidacije (cigaretni dim, pesticidi). Snovi, poznane kot antioksidanti, lahko preprečijo oz. nevtralizirajo delovanje reaktivnih vrst, in sicer tako, da reagirajo s prostim kisikom in ga odstranijo iz reakcije ali preprečujejo prostim radikalom reagiranje pri verižnih reakcijah s tem, da preprečijo tvorbo hidroperoksidov (Korošec, 2000).

Znanih je več mehanizmov delovanja antioksidantov. Antioksidanti lahko odstranijo reaktivne vrste ali njihove predhodne stopnje. Nekateri antioksidanti blokirajo kovinske ione, potrebne za spodbujanje nastanka reaktivnih oksidantov, ali popravijo povzročeno škodo. Zmanjšano nastajanje reaktivnih kisikovih in dušikovih vrst lahko pomeni prisotnost antioksidantov, vendar ne smemo zanemariti vpliva ostalih dejavnikov, kateri ravno tako znižujejo prisotnost reaktivnih prostih radikalov in se jih večkrat zanemari zaradi preširokega spektra raziskave, ali o njih ni dovolj informacij (Skoog in sod., 2002).

Idealna kemijska metoda za analizo antioksidantov bi bila tista, s katero bi kompleksni vzorec kvalitativno in kvantitativno čim bolj natančno analizirali; če bi poznali še fiziološko aktivnost sestavin, bi s primerno računalniško simulacijo lahko napovedali antioksidativno sposobnost take mešanice (Vidrih in Kač, 2000).

Sadje je vir naravnih antioksidantov in ostalih sestavin, katere zmanjšajo možnost obolenja za različnimi boleznimi. Rdeče sadje, tudi češnje spadajo mednje, je bogato z antioksidanti, fenoli in antociani (Serradilla in sod., 2011).

Češnje vsebujejo visok nivo fitokomponent, posebej fenolov, kateri lovijo proste radikale, vendar se koncentracija le teh razlikuje od sorte do sorte (Ferretti in sod., 2010).

V nalogi bomo opredelili, kaj antioksidanti so, s katerimi najbolj pogosto uporabljenimi metodami merimo antioksidativni potencial, kolikšen je antioksidativni potencial češnje, kako češnje vplivajo na zdravje ljudi, ter povzeti dejavnike, ki vplivajo na antioksidativni potencial češenj.

2 ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL

Antioksidant je definiran kot snov, ki znatno preprečuje začetek oksidacije. Antioksidanti, še posebej v sadju in zelenjavi, so v zadnjem času v ospredju tako s strani kupcev kot znanstvenikov zaradi domnevnih in že potrjenih pozitivnih učinkov na zdravje ljudi. Živi organizmi so razvili kompleks antioksidantnega omrežja, da odpravijo reaktivne, človeku škodljive vrste; albumin, askorbinske kisline, beta karoten, sečne kisline in flavonoide. Antioksidativni potencial je sposobnost zaviranja prostih radikalov. Z lovljenjem prostih radikalov se v telesu vzpostavlja ravnotežje, ki se poruši zaradi različnih dejavnikov, kot so klima, temperatura, svetloba itd. (Korošec, 2000).

Antioksidativni potencial je seštevek delovanja antioksidantov (Korošec, 2000):

- vitaminov (vitamin E, vitamin C, ...)
- polifenolov in antocianov
- karotenoidov
- terpenoidov
- flavonoidov, itd.

Parametri antioksidativnega potenciala (Abram, 2000):

- konstanta hitrosti razpada in konstanta hitrosti pobiranja prostih radikalov,
- redoks potencial in pK (referenca za kislost, večja vrednost pK pomeni šibkejšo kislino ter obratno)
- polarnost in nepolarnost spojine.

Vpliv na antioksidativni potencial (Faniadis in sod., 2010; Serrano in sod., 2009):

- rastlinska vrsta, sorta, gojenje v rastlinjaku/na prostem, klima, lega, temperatura, skladiščenje itd.

Učinki predelave na antioksidativni potencial (Ferretti in sod., 2010; Serrano in sod., 2009; Faniadis in sod., 2010):

- jih ni,
- antioksidanti se med skladiščenjem in predelavo izgubijo,
- antioksidanti se povečajo,
- nastanejo nove spojine z antioksidativno aktivnostjo,
- nastanejo nove spojine s prooksidativnimi lastnostmi.

Pro-oksidant je snov, ki lahko povzroči poškodbe lipidov, proteinov, nukleinskih kislin – posledica česar so različne bolezni. Pro-oksidant je sinonim za reaktivne vrste. Zaradi obstoja različnih škodljivih prooksidantov ali reaktivnih vrst (O_2^- , H_2O_2 , OH^\cdot) *in vivo* so antioksidanti bistvenega pomena za zdravo življenje (Korošec, 2000).

2.1 METODE, S KATERIMI MERIMO ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL

Poznamo direktne (na osnovi kinetike peroksidacije lipidov, ORAC, določanje antioksidativnega potenciala z β -karotenom ...) ter indirektne metode (DPPH, ABTS, FRAP ...) merjenja antioksidativnega potenciala (Vidrih in Kač, 2000).

Določene metode merjenja antioksidativnega potenciala merijo predvsem antioksidativni potencial antioksidantov, topnih v vodi (kot npr.: DPPH metoda), Arnao in sod. (2001) pa so razvili metodo merjenja skupnega antioksidativnega potenciala antioksidantov topnih v vodi (hidrofilna frakcija = H-AA) in antioksidantov topnih v maščobah (lipofilna frakcija = L-AA), kar so Serrano in sod. (2009) uspešno uporabili pri vzorcih česenj.

Predstavljenе bodo nekatere metode, ki so najbolj v uporabi.

2.1.1 DPPH metoda

Metoda DPPH temelji na reakciji med stabilnim prostim radikalom DPPH* (2,2-difenil-1-pikrilhidrazila) in donorjem vodika (antioksidanti npr. vitamini), zaradi česar se zmanjša absorbanca vzorca. Molekula DPPH je stabilen radikal, ki ima nesparjen e^- delokaliziran po celotni molekuli, kar onemogoča dimerizacijo molekul, kot je to pogosto pri ostalih radikalih. Delokalizacija je vzrok za intenzivno vijolično obarvanje raztopine, ki ima absorpcijski maksimum okrog 520 nm. Če raztopini DPPH primešamo antioksidante (donor H atomov), pride do redukcije DPPH in posledično do razbarvanja raztopine (bledo oranžne barve) ter s tem do zmanjšanja absorbance. Iz molekule antioksidanta pa nastane nov radikal, ki v naslednji stopnji reagira z novo molekulo DPPH. Eden od načinov podajanja rezultatov meritev, pridobljenih z metodo DPPH, je tako imenovana efektivna koncentracija EC_{50} (tudi IC_{50}), definirana kot koncentracija substrata, ki povzroči zmanjšanje aktivnosti DPPH molekule za 50 %. DPPH se uporablja za trde in tekoče vzorce, ni specifična za posamezne fragmente antioksidanta, pač pa se nanaša na celotno molekulo antioksidanta. Je hitra, poceni in enostavna (Avguštin, 2009). Nižja kot je IC_{50} vrednost, višja je prisotnost antioksidantov v testiranem vzorcu (Kalpna in sod., 2011).

2.1.2 FRAP metoda

FRAP metodo (Ferric Reducing Antioxidants Power), se pogosto uporablja za določanje antioksidativnega potenciala živil. Temelji na sposobnosti antioksidantov (npr.:fenolov), da reducirajo Fe^{3+} do Fe^{2+} . Nastali Fe^{2+} ioni z TPTZ reagentom (2,4,6-tri[2-piridil]-s-triazin) tvorijo obarvan kompleks, ki ima absorpcijski maximum pri 593 nm (Bertoncelj, 2008).

2.1.3 ORAC metoda

Bertoncelj (2008) pravi, da se metoda ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) zelo pogosto uporablja za določanje antioksidativnega potenciala različnih živil – sadja, zelenjave in pijač. Pri tej metodi določamo učinkovitost lovljenja kisikovih radikalov. Preiskovanemu oziroma standardnemu vzorcu dodamo β -fikoeritrin ki, se uporablja kot tarča, na katero delujejo peroksilni radikali, katerih izvor je AAPH (2,2'-azobis(2-amidinopropan) dihidroklorid). Po dodatku AAPH se fikoeritrin oksidira in zato se zmanjša njegova fluorescenca. Trolox – sintetični analog vitamina E, služi kot standard, zato se ORAC vrednosti izražajo v μmol Trolox/g (Roginsky in Lissi, 2004 cit. po Bertoncelj, 2008; Beretta in sod., 2005 cit. po Bertoncelj, 2008).

2.1.4 ABTS metoda

Metoda ABTS temelji na merjenju absorbance raztopine ABTS. ABTS (2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kislina) se po dodatku amonijevega persulfata pretvori v ABTS^+ (2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonat). Nastali radikal je modre barve in ima absorpcijski maksimum pri valovni dolžini 734 nm. Ko raztopini ABTS^+ dodamo antioksidant (fenoli, tioli in vitamin C, donorji vodika), pride do nastanka reducirane oblike molekule in zaradi tega do razbarvanja raztopine. Reakcijo zaznamo s padcem absorbance (Krakar, 2011).

2.1.5 NADH metoda

Antioksidativni potencial snovi merimo na osnovi absorbance NBT (nitromodro – tetrazolijev klorid). Superoksidni anionski radikali (O_2^-) nastanejo po dodatku PMS (fenazin metosulfat) k NADH (nikotin adenin dinukleotid) ob prisotnosti kisika. O_2^- nato povzročijo nastanek reducirane oblike NBT. To opazimo kot vijoličen kompleks. Absorpcijski maksimum obarvanega kompleksa merimo pri valovni dolžini 560 nm. Ob prisotnosti antioksidanta pride do manjše intenzivnosti obarvanja kompleksa; večje kot je zmanjšanje intenzivnosti obarvanja kompleksa, večjo sposobnost lovljenja O_2^- ima antioksidant (Krakar, 2011; Kalpna in sod., 2011).

2.1.6 Luminescenčna metoda

Luminescenca je posledica emisije UV, vidnega ali infrardečega sevanja molekul ali atomov in je rezultat prehajanja elektronov iz vzbujenega stanja v nižji energetske nivo, običajno v osnovno stanje. Princip te metode je, da se tvori luminol, ki v oksidirani obliki oddaja svetlobo. Ta svetloba je zaznana s pomočjo luminometra. Antioksidanti v vzorcu zavirajo to luminescenco za določen čas, ki je sorazmeren s skupno vsebnostjo antioksidativnega potenciala vzorca. Ko so antioksidanti v reakciji porabljeni, se intenziteta luminescence povrne na prvotno vrednost (Guo in sod., 2003). Antioksidativni potencial je povezan z zakasnitvijo luminescence, in na ta način posredno ugotavljamo antioksidativni potencial vzorca (Potočnik, 2009).

2.1.7 HPLC metoda

HPLC metoda ali tekočinska kromatografija visoke ločljivosti, ločuje snovi na osnovi njihovih različnih kislinsko-bazičnih lastnosti (Tominec, 2010). Metodo HPLC uporabljamo za določanje koncentracije fenolov in drugih antioksidantov, vendar samo na osnovi teh meritev težko določimo natančen antioksidativni potencial vzorca.

3 ČEŠNJA (*Prunus avium* L.)

Češnje delimo na sladke (*Prunus avium* L. - češnja) in kisle (*Prunus cerasus* L.- višnja). Vrsti sta si zelo sorodni, vendar se med seboj razlikujeta po mnogih lastnostih. Sorodnost se kaže predvsem v zmožnosti medsebojnega opraševanja in uporabe enakih podlag. Plodovi češnje so sladki, imajo manj kislin, uživamo jih predvsem sveže, uporabljamo pa jih tudi za predelavo (kompot, marmelada, sok, vino, žganje, likerji itd.).

Češnja je listopadno drevo, v višino lahko meri od 20 – 25 m. Rast dreves je bujna, srednje bujna ali šibka (odvisno od podlage). Življenjska doba je lahko preko 100 let, v intenzivnih nasadih pa od 15 do 35 let. Češnje lahko gojimo v gojitveni obliki naravna piramidalna krošnja, v intenzivnih nasadih pa prevladujeta vreteno ali sončna os. Podlage, ki se največ uporabljajo, so: Gisela 5, Maxma 14, Colt, F12/1, sejanec češnje. Drevo zarodi v tretjem do šestem letu po sajenju. Cvetenje v Sloveniji poteka nekje od sredine marca do začetka aprila in traja od 10–20 dni, lahko tudi več, odvisno od sorte in vremenskih razmer. Večina sort je avtosterilnih, narašča pa tudi ponudba avtofertilnih sort (Štampar in sod., 2009).

V številnih krajih so češnje prvo sveže sadje na trgu, uživamo pa predvsem nepredelane (Kirakosyan in sod., 2009).

Kupca prepričajo predvsem barva kože in velikost plodu. Barva je najbolj pomemben parameter oz. indikator kakovosti in zrelosti plodu sveže češnje in je odvisen od vsebnosti antocijanov. Ostali parametri so debelina plodu, trdota mesa, itd. Češnje vsebujejo veliko fenolov in antocijanov, kar določa antioksidativni potencial (Štampar in sod., 2009).

Plod češnje vsebuje 79–89 % vode, 0,9–1,3 % beljakovin, 0,3–0,5 % maščob in 7–18 % ogljikovih hidratov (fruktoze, saharoze, pektina in surovih vlaken). Organske kisline (predvsem jabolčne in citronske) je od 0,3–1,3 %, čreslovin pa 0,09 %. Vsebuje tudi vitamine, kot so provitamin A 0,07–0,3 mg %, vitamin B1 0,05 mg %, vitamin B2 0,06 mg %, nikotinske kisline 0,40 mg % ter 2–12 mg % vitamina C. Med rudninskimi snovmi prevladuje kalij 68–280 mg %, sledijo še fosfor 19–22 mg %, kalcij 15–22 mg %, natrij 1 mg %, magnezij 0,7 mg % in železo 0,4–0,7 mg % (Petauer, 1993).

4 ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL PLODOV ČEŠNJE

Najpomembnejši indikator zrelosti in kakovosti češnje je barva kože, ki je odvisna od vsebnosti antocijanov. Češnje vsebujejo različne fenole in antocijane, kar naj bi prispevalo k antioksidativnemu potencialu (Usenik in sod., 2008), poleg tega pa vitamine, kot je vitamin C (Serrano in sod., 2009).

Rezultati raziskav kažejo, da uživanje češenj in višenj ugodno vpliva na zdravje človeka, ni pa še ugotovljeno, ali imajo take pozitivne učinke tudi predelani plodovi, kot so suho sadje, prah, sokovi in zamrznjene češnje. Ugotovljeno je bilo, da ti plodovi vsebujejo visoke koncentracije antocijanov, iz česar lahko sklepamo, da imajo tudi češnje visok antioksidativni potencial (Kirakosyan in sod., 2009). Na delež antioksidantov vpliva tako genotip kot zunanji dejavniki: vreme, način pridelave, stopnja zrelosti, skladiščenje itd.

4.1 VPLIV SORTE, STOPNJE ZRELOSTI, NADMORSKE VIŠINE, SKLADIŠČENJA IN TRANSPORTA NA ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL ČEŠNJE

4.1.1 Vpliv sorte

Usenik in sod. (2008) so uporabili trinajst sort češenj različnih pomoloških značilnosti in različnih terminov zorenja; uporabljene sorte so bile: 'Vigred', 'Burlat', 'Fercer', 'Ferprime', 'FERNIER', 'Vesseaux', 'Lala Star', 'Early Van Compact', 'Lapins', 'Sylvia', 'Badascony', 'Noire de Meched' in 'Ferrador'. Antioksidativni potencial (DPPH metoda) trinajstih sort češenj je variiral od 8,0 do 17,2 mg askorbinske kisline/100 g sveže mase plodov (FW). Najvišja vrednost antioksidativnega

potenciala je bila izmerjena pri sorti 'Burlat', najnižja vrednost pa pri sorti 'Lala Star'. Antioksidativni potencial dvobarvne sorte 'Ferrador' je bil zelo visok (16,3 mg AEAC/100 g FW), vendar ne značilno različne od najvišje vrednosti (sorta 'Burlat'). Pri sorti 'Burlat' je bila izmerjena tudi visoka koncentracija antocianov. Najnižjo vrednost antioksidativnega potenciala je imela sorta 'Lala Star', sledi ji 'Early Van Compact', obe sorti pa imata temno obarvane plodove.

Pri devetih sortah češenj je bila vrednost antioksidativnega potenciala (FRAP metoda) med 0,44 in 2,67 mmol/100 g FW (Vangdal in Sliestad, 2006); Halvorsen in sod. (2002) pa so za šest sort češenj dobili vrednost antioksidativnega potenciala med 0,62 in 1,42 mmol/100 g FW (FRAP metoda). Antioksidativni potencial je bil večji pri sortah s temnejšimi plodovi (Vangdal in Sliestad, 2006).

Povezava med antioksidativnim potencialom in skupno vsebnostjo fenolov je zelo različna med sortami. Ugotovili so močno korelacijo med antioksidativnim potencialom in skupnimi fenoli pri sortah 'Early Van Compact', 'Fernier', 'Ferprime' in 'Lapins'. Statistično značilna korelacija med antioksidativnim potencialom in antociani je bila ugotovljena pri sortah 'Burlat', 'Early Van Compact', 'Fercer', 'Ferprime', 'Noire de Meched' in 'Sylvia' (Usenik in sod., 2008). Pozitivno korelacijo so našli med antioksidativnim potencialom in vsebnostjo askorbinske kisline, skupnimi fenoli in z antociani (Serrano in sod., 2009).

Usenik in sod. (2008) so dobili rezultate, kateri podajajo informacije o veliki pestrosti med sortami češenj glede antioksidativnega potenciala. Kažejo, da antioksidativni potencial v češnjah ni povezan samo s fenoli in antociani. Plodovi sorte 'Ferrador' vsebujejo nizke koncentracije fenolov in antocianov, pa kljub temu visok nivo antioksidativnega potenciala. Antioksidativni potencial je odvisen od različnih kemičnih lastnosti in je specifičen za posamezno sorto. Pri nekaterih sortah je odvisen od fenolov, pri drugih od antocianov in ostalih bioaktivnih sestavin plodov (Usenik in sod., 2008).

Serrano in sod. (2009) so merili skupni antioksidativni potencial lipofilnih in hidrofilnih sestavin češenj. Analizirali so barvo, topnost trde snovi in skupne kisline, skupne fenole in antociane ter njihovo povezavo z antioksidativnim potencialom (ABTS metoda) pri 11ih sortah ('Brooks', 'Cristalina', 'Newstar', 'No 57', 'NY-6479', 'Prime Giant', 'Santina', 'Somerset', 'Sonata', 'Sunburst' in 'Sweetheart'). Ugotovili so razlike v koncentraciji L-TAA med sortami. Rezultati kažejo, da je hidrofilni del (H-TAA) povezan s skupno vsebnostjo fenolov, ne glede na sorto. L-TAA je bil bistveno manjši kot H-TAA. Ugotovili so, da L-TAA predstavlja 20 – 30 % skupnega antioksidativnega potenciala pri češnjah (Serrano in sod., 2009).

4.1.2 Vpliv stopnje zrelosti

Vsebnost antocianov narašča eksponentno z zorenjem plodu. Serrano in sod. (2005) pišejo o spremembah koncentracije in aktivnosti antioksidantov v češnji kultivarja 4-70.. Češnje so obrali 14. maja 2004 in jih glede na barvo in velikost plodov razporedili v 14 skupin, kar je predstavljalo češnje v 14ih različnih fazah zorenja. Plodovi v fazah od 1 do 3 (drobni, slabo obarvani plodovi) so imeli višji sijaj kože, nizke koncentracije fenolov in antocianov, zanemarljiv antioksidativni potencial, čvrsto meso, majhno vsebnost sladkorjev in višje koncentracije kislin. V fazi 8 se začne naraščanje vsebnosti antocianov in fenolov, višji nivo antioksidativnega potenciala, razpad kislin, povečanje sladkorjev, maksimalno obarvanje ploda, vse manj čvrsto meso in manjši sijaj kože. Od faze 1 do faze 8 je antioksidativni potencial upadal in od faze 8 do faze 14 pa naraščal z eksponentno rastjo antocianov. Največji antioksidativni potencial je bil dosežen v fazi 14 (največja velikost plodov in najbolj obarvani plodovi) (McCune, 2011).

Diaz-Mula in sod. (2008) so imeli na voljo 11 različnih sort: 'Brooks', 'Cristalina', 'Newstar', 'Santina', 'Somerset', 'No. 57', 'Picota', 'Prime Giant', 'Sonata', 'Sunburst' in 'Sweetheart, pri katerih so identificirali skupni antioksidativni potencial (TAA) v hidrofилnem in lipofилnem delu posebej. Lahko bi dejali, da se je nivo TAA v H-TAA in L-TAA med procesom zorenja povečal pri vseh opazovanih sortah češenj. Za vse velja da je bil TAA v H-TAA višji, kot TAA v L-AA (pribl. 80% TAA pri sorti 'Cristalina' in ~50% pri sorti 'Prime Giant'). Ugotovili so, da doseže plod v času zorenja maksimalno hranljivost (najvišji nivo sladkorjev in kislin), čvrstost, obarvanost in vsebnost skupnih antocianov, fenolov in največji antioksidativni potencial.

4.1.3 Vpliv nadmorske višine in podlag

Analizirali so kakovost češenj različnih sort 'Burlat', 'Van', 'Tragana' in 'Mpakirtzeika', pridelanih na treh različnih nadmorskih višinah. Namen raziskave je bil, ugotoviti vpliv različnih sort, nadmorske višine, sadovnjaka in razmer v skladišču na kvaliteto češenj. Hipotetično so predvidevali, da češnje, pridelane na višji nadmorski višini, kjer so razmere slabše, vsebujejo večje koncentracije antioksidantov kot češnje iz sadovnjakov z nižjo nadmorsko višino. Ugotovili so, da imajo večjo vsebnost fenolov in večji antioksidativni potencial plodovi, pridelani na višji nadmorski višini. Npr. skupna vsebnost fenolov je bila 85 % višja na nadmorski višini 490 m v primerjavi s plodovi z nadmorske višine 59 m (Faniadis in sod., 2010).

Ferretti in sod. (2010) so navedli, da se na področjih, kjer rastejo češnje, uporabljajo različne podlage, in sicer glede na klimo, okolje, sadovnjak/teren itd. Višji nivo fenolov v plodovih češenj rastočih na heterogeni kombinaciji (cepič in podlaga sta genetsko različna), lahko pripišemo prilagoditvi metabolizma na genetsko različne podlage in sorte, kar povzroči višji nivo metabolnega stresa.

4.1.4 Vpliv skladiščenja in transporta

Podaljšano trajanje plodov je doseženo z nizkimi temperaturami ali kontrolirano atmosfero. Temperatura skladiščenja in izpostavljenost svetlobi in kisiku so ključnega pomena pri stabilnosti fenolnih antioksidantov v plodovih po spravilu in med skladiščenjem. Za vse sorte in stopnje zrelosti plodov velja, da se med spravilom pridelka proces zorenja pospeši, kislost plodov se zmanjša, intenzivnost barve kožice pa se poveča zaradi večje vsebnosti antocianov (Ferretti in sod., 2010).

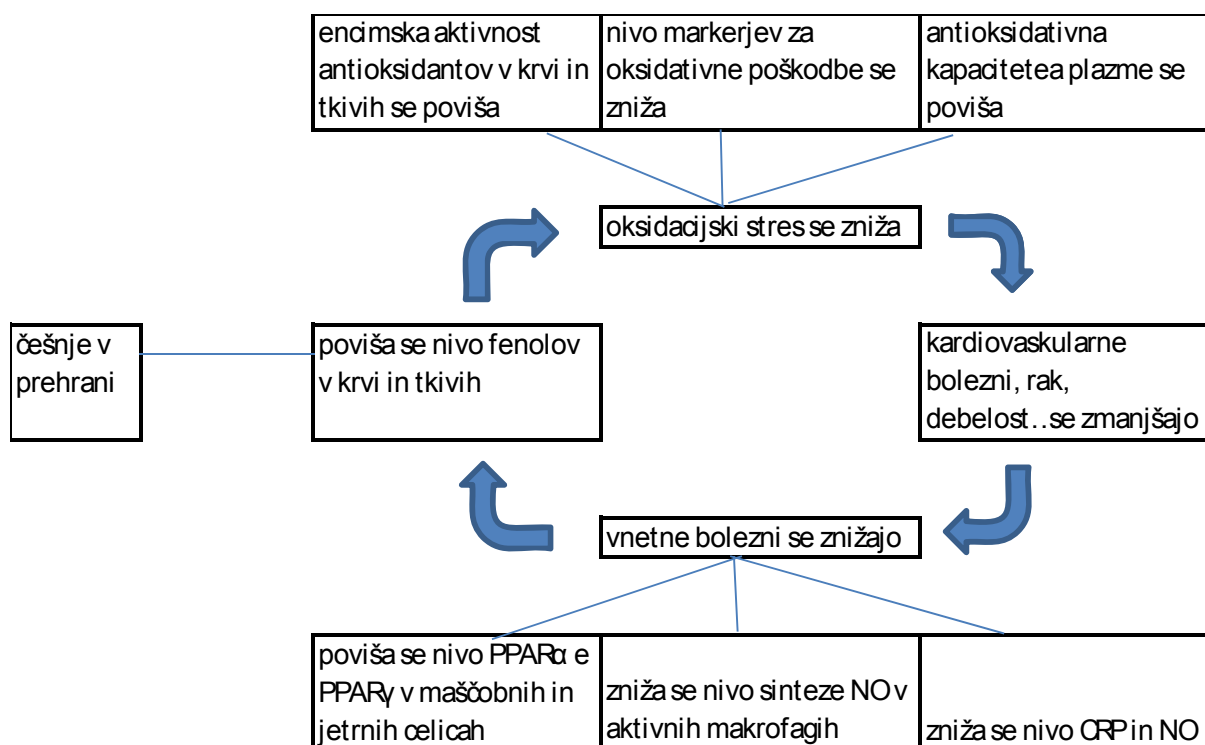
Piljac – Žegarac in Šamec (2011) sta se ukvarjali z vsebnostjo fenolov pri jagodičju, češnjah in višnjah, katere so skladiščili na sobni temperaturi (25 °C) in v hladilnici (4 °C). Najvišjo vsebnost fenolov med in po skladiščenju na 4 °C in 25 °C so imeli plodovi rdečega ribeza in jagod. Tržno vrednost so maline in jagode obdržale najkrajši čas skladiščenja, sledile so jim češnje. Na sobni temperaturi se kakovost omenjenega sadja poslabša 4 dni po obiranju, v hladilnici pa ohranijo tržno vrednost tudi do 11 dni. Rdeči ribez in višnje so lahko spravljene več kot dva tedna na sobni temperaturi in do enega meseca pri temperaturi 4 °C. Sadje, shranjeno v hladilnici, zadrži tržno vrednost v povprečju 9,2 dni dlje kot sadje, shranjeno na sobni temperaturi.

Med skladiščenjem pri 25 °C se je vsebnost skupnih fenolov povečala pri vseh sadnih vrstah (72 % pri češnjah), razen pri jagodah. Po določenem času skladiščenja na 25 °C sta bila skupna vsebnost fenolov in antioksidativni potencial večja pri višnjah, jagodah in malinah, shranjenih na sobni temperaturi. Obratno velja za češnje in rdeči ribez, kjer je bila večja vsebnost skupnih fenolov in večji antioksidativni potencial pri skladiščenju na 4 °C. Skladiščenje v hladilnici ohrani tržno vrednost in kvaliteto analiziranih sadežev dlje, kot bi se ta ohranila na sobni temperaturi (Piljac-Žegarac in Šamec, 2011).

Kirakosyan in sod. (2009) so ugotavljali količino antocianov, flavonoidov in melatonina v različnih višnjevih produktih (posušene višnje, zamrznjene višnje in višnjev sok) v dveh sortah višnje 'Balaton' in 'Montmorency' ter določali antioksidativni potencial (TEAC metoda). Ugotovili so, da so celi sadeži biološko bolj aktivni kot posamezne komponente. Svež ekstrakt iz zamrznjenih češenj ima višji nivo antioksidativnega potenciala kot izdelki dobljeni iz višnjevih plodov. Svež ekstrakt sorte 'Montmorency' je imel antioksidativni potencial 9,804 mM, ekstrakt sorte 'Balaton' pa je imel antioksidativni potencial 9,565 mM (Kirakosyan in sod., 2009).

4.2 VPLIV ANTIOKSIDANTOV V ČEŠNJAH NA ZDRAVJE LJUDI

Uživanje češenj pomaga pri preprečevanju mnogih težav (Slika 1). Češnje pospešujejo tvorbo kolagena, delujejo protivnetno, zmanjšujejo možnosti obolenja za rakom in koronarnimi boleznimi, zavirajo nastajanje škodljivega holesterola (LDL) itd. (Kelley in sod., 2006).



Slika 1: Zaščitni učinki fenolov v češnji in njihov vpliv na kronične bolezni (Ferretti in sod., 2010)

Garrido in sod. (2009) so ugotavljali vpliv uživanja češenj na nočni spanec ljudi treh različnih starostnih skupin – pri mladih (20–30 let), pri ljudeh srednje starosti (45–55 let) in starejših ljudeh (65–75 let). Naredili so mešanico iz sort češenj 'Burlat', 'Navalinda', 'Van', 'Ambrunes', 'Picolimon', 'Pico', 'Negro', 'Pico Colorado', ki so jo ljudje vzeli dvakrat dnevno tri dni zapored; vsak je imel na zapestju aktimeter, ki je meril aktivnost tri dni pred pričetkom poskusa, med tridnevni poskusom in dan za poskusom. Z aktimetrom so dobili prikaz časovnih vzorcev delovanja posameznikov in mirovanja (spanec). V urinu ljudi so merili aminokislino triptofan, serotonin in melatonin – vsi sodelujejo pri regulaciji spanja ter izboljšujejo antioksidativno aktivnost. Opazili so, da uživanje češnjevega pripravka povzroča dvig nivoja antioksidantov v urinu opazovanih. Rezultati so pokazali, da se je čas spanca pri vseh treh skupinah (mladi, srednja starost in starejši) podaljšal in izboljšal (Garrido in sod., 2009).

Zdravim moškim in ženskam (starost od 45 – 61 let), testiranih je bilo skupaj 20 (2 moška in 18 žensk) so dopolnili vsakodnevni jedilnik z uživanjem češnje sorte 'Bing'. Odvzeli so jim vzorce krvi pred začetkom diete (dan pred dieto in sedmi dan raziskave), 14. in 28. dan po začetku diete (21. in 35. dan raziskave) ter 28 dni po prekinitvi diete (64. dan raziskave). Kandidati so bili izbrani na podlagi dobrega zdravja, opravili so zdravniški pregled, psihološki test in standardni odvzem krvi. Izključili so osebe slabega zdravja, predebele ($BMI > 30 \text{ kg/m}^2$) in ljudi, ki uživajo hranilne dodatke, alkohol, rekreativne droge itd. Skupino so prvotno sestavljali 2 moška in 18 žensk, vendar so podatke 2 žensk morali izključiti, saj so v času raziskave morale prekiniti dieto. Moški niso smeli spremeniti svojih dnevnih aktivnosti in diete (prehrane); morali pa so zamenjati del dnevno zaužitih ogljikovih hidratov z ogljikovimi hidrati iz češnje v časovnem intervalu 28 dni. V tem času so morali omejiti uporabo hrane, bogate s polifenoli (jagodičevje, čaj, vino, sadni sokovi in jabolka). Vzorec, ki so ga jemali, je predstavljal 11 % dnevnega vnosa energije (216 kcal) (Kelley in sod., 2006).

Ena tableta z vsebino češnje sorte 'Bing' je povzročila zdravi ženski po dvanajstih urah po zaužitju tablete zmanjšanje CRP (protein v krvi, ki se opazno poveča pri poškodbah tkiva zaradi bakterijske infekcije) in NO (radikal dušikovega oksida, ki nastaja pri dihanju) po obtoku v treh urah. Zaradi drage metode so analize izvedli na le devetih zbranih vzorcih plazme (tri na 7. dan, tri na 35. dan in tri na 64. dan). Vnos češenj je po 14ih in 28ih dneh zmanjšal koncentracijo proteina CRP. Koncentracija CRP se je 28 dni po prenehanju jemanja tablet z ekstraktom češenj povešala. Vnos tablet je zmanjšal koncentracijo CRP in NO pri 12ih ljudeh. Nizke koncentracije vnetnih markerjev (CRP in NO) lahko odražajo dejstvo, da so bili opazovani ljudje zdravi. Koncentracija LDL in HDL holesterola se v raziskavi ni bistveno spremenila zaradi vnosa tablet z češnjevimi ekstraktom. Tudi laboratorijski izvidi urina in krvi niso dali posebnih rezultatov, da bi lahko govorili o večjem vplivu tablet (Kelley in sod., 2006).

5 VSEBNOST ANTIOKSIDANTOV PRI RAZLIČNIH VRSTAH VRTNIN IN SADJA

Guava je zelo zdrav sadež, saj vsebuje šestkrat več vitamina C kot pomaranče. Za določanje antioksidativnega potenciala so uporabili več metod: ABTS, DPPH, FRAP in ORAC. Cilj te raziskave je bil, poleg določitve vsebnosti antioksidantov v guavi, primerjava rezultatov, pridobljenih z različnimi metodami določanja antioksidativnega potenciala. Merili so iz različnih frakcij (kožica, meso in semena) osemindvajsetih različnih sort guave. Večina plodov guave oz. njihove kožice in semena je imelo visok antioksidativni potencial (pri meritvi z metodo FRAP). Pri tem niso zanemarili vpliva vitamina C – vsebnost je odvisna od sorte (Thaipong in sod., 2006).

Majhni sadeži predstavljajo dober vir naravnih antioksidantov. Izvlečki iz sadežev različnih sort borovnic, kosmulj in malin delujejo kot lovci prostih radikalov (Heinonen in sod., 1998). Razlike v vsebnosti antioksidantov v teh sadežih so različne in odvisne od gojitvene tehnike, klime,

nadmorske višine itd. Dokazano je, da obstaja velika raznolikost v antioksidativnem potencialu med rodovi malih sadežev (Pantelidis in sod., 2007).

Slive sodijo v vrh sadežev z visoko vsebnostjo antioksidantov zaradi snovi, kot so karotenoidi, vitamin A, C in E, antocianini in ostali fenoli (Stacewicz-Sapuntzakis in sod., 2001). K antioksidativnemu potencialu sliv v največji meri doprinese velik delež fenolnih snovi (Kristl in sod., 2011).

V študiji so Halvorsen in sod. (2002) sistematično ugotavljali koncentracijo skupnih antioksidantov z metodo FRAP, izraženo kot koncentracijo vseh elektronov – donorji vodika v različnih rastlinah, ki služijo prehrani ljudi. Vključili so rastline z največ antioksidanti iz različnih družin npr.: šipek, robidnice in maline iz družine rožnic, borovnice iz družine vresnic, oreh iz družine orehovk itd.

Vzorce so dobili iz trgovin in tržnic različnih držav. Rezultati kažejo, da je razlika ogromna tako med vrstami kot tudi znotraj njih. Tako spadata sliva in grozdje v skupino z visoko koncentracijo antioksidantov. Med jagodičevjem ima izjemno visoko vsebnost antioksidantov šipek, z veliko nižjimi koncentracijami sledijo višnje in češnje. Pri suhem sadju sta na vrhu marelica in sliva, in sicer z rezultati 3,24 in 2,60 mmol/100 g. Ravno tako so imele suhe fige približno enak delež antioksidantov kot sveže fige. Ti rezultati kažejo na stabilnost antioksidantov med procesom sušenja. Izjema je grozdje, saj so imele rozine veliko manjšo koncentracijo antioksidantov kot sveže grozdje, kar pove, da so antioksidanti grozdja manj stabilni med sušenjem.

Chandra in Ramalingam (2011) sta primerjala prisotnost različnih antioksidantov v tržno pomembnih sortah paradižnika, gojenega v Indiji, razvitega posebej za gojenje na višjih legah regije oz. na višjih nadmorskih višinah. Analizirala sta likopen, kisline in fenole v različnih delih plodu paradižnika – kožica, meso in seme. Med različnimi sortami sta ugotovila pomembne razlike v vsebnosti antioksidantov. Vsebnost likopena je bila višja pri sortah gojenih na višji nadmorski višini ('Sindhua' in 'Shalimar'), koncentracije kislin in fenolov pa so bile višje na nižji nadmorski višini pri sortah 'PKM1' in 'CO3'. Rezultati analize so pokazali, da vsebuje kožica najvišji nivo antioksidantov pri vseh sortah (FRAP in DPPH metodi). Glavna antioksidanta, najdena v teh paradižnikih, sta likopen in vitamin C, ki sta odvisna predvsem od sonca, temperature. Tvorba likopena je najvišja pri temperaturi od 12 °C – 32 °C. Rezultati te študije so pokazali, da imajo najvišji antioksidativni potencial kožica in semena paradižnika (Chandra in Ramalingam, 2011).

6 SKLEPI

Plodovi češnje vsebujejo veliko bioaktivnih snovi z antioksidativnim delovanjem. Z lovljenjem prostih radikalov vzpostavljajo ravnotežje in pripomorejo k normalnem delovanju bioloških funkcij v človeškem telesu in zaviranju nastanka raznih bolezni. Na antioksidativni potencial vplivajo zunanji dejavniki (klima, nadmorska višina, skladiščenje, transport) ter genotip sorte. Antioksidativni potencial merimo z različnimi metodami (ABTS, ORAC, FRAP, NADH, DPPH).

Češnje spadajo med živila z visokim antioksidativnim potencialom.

Poleg vitaminov, k antioksidativnemu potencialu češnje, največ doprinesejo fenoli in antociani.

Primerjava različnih metod za merjenje antioksidativnega potenciala različnih avtorjev je težka, predvsem zaradi različnih enot, ki se jih pri metodah uporablja.

Vsebnost antioksidantov pri češnji se razlikuje med sortami.

Na antioksidativni potencial češenj imata vpliv hidrofilna in lipofilna frakcija.

Uživanje plodov češnje vpliva na zaviranje raznih bolezni pri ljudeh.

Antioksidativni potencial se ohrani med sladiščenjem in tudi po tem, ko češnje predelamo v sekundarne proizvode – marmelada, sok, liker itd.

7 VIRI

- Abram V. 2000. Antioksidativno delovanje flavonoidov. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 26. In 27. oktober. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23–29
- Arnao B. M., Cano A., Acosta M. 2001. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73: 239-244
- Avguštin M. 2009. Analiza vsebnosti antioksidantov in fagopirina v ajdovih kalčkih. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Katedra za farmacevtsko biologijo
www.ffa.uni-lj.si/fileadmin/datoteke/.../Avgustin_Maja_dipl_nal_2010.pdf (26. 8. 2011)
- Bertoncelj J. 2008. Identifikacija in vsebnost nekaterih antioksidantov v slovenskem medu. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd_bertoncelj_jasna.pdf (26. 8. 2011)
- Chandra H. M., Ramalingam R. 2011. Antioxidant potentials of skin, pulp, and seed fractions of commercially important tomato cultivars. *Food Science and Biotechnology*, 20: 15–21
- Diaz-Mula H. M., Castillo S., Martinez-Romero D., Valero D., Zapata P. J., Guillen F., Serrano M. 2009. Sensory, nutritive and functional properties of sweet cherry as affected by cultivar and ripening stage. *Food Science and Technology International*, 15: 535-543
- Faniadis D., Drogoudi P.D., Vasilakakis M. 2010. Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 125: 301–304
- Ferretti G., Bacchetti T., Belleggia A. and Neri D. 2010. Cherry antioxidants: From farm to table. *Molecules*, 15: 6993–7005
- Garrido M., Espino J, Gonzales-Gomez D., Lozano M., Cubero J., Toribidio-Delgado A.F., Maynar M., Pilar Terron M., Munoz J.L., Pariente J.A., Barriga C., Paredes S.D., Rodriguez A.B. 2009. A nutraceutical product based on Jerte Valley cherries improves sleep and augments the antioxidant status in humans. e- SPEN, the European e- Journal of Clinical Nutrition and Metabolism, 4: 321–323
- Guo C., Yang J., Jingyu W., Yunfeng L., Jing X., Yugang J. 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23: 1719-1726

- Halvorsen B. L., Holte K., Myhrstad M. C. W., Barikmo I., Hvattum E., Siv Fagertun Remberg, Anne-Brit Wold, Karin Haffner, Halvard Baugerød, Lene Frost Andersen, Jan Ø. Moskaug, David R. Jacobs, Jr. Blomhoff, Rune Blomhoff. 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *Nutrient Requirements*, 132: 461–471
- Heinonen I.M., Meyer A.S., Frankel E.N. 1998. Antioxidant activity of berry phenolics on human low density lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4107–4112
- Kalpna R., Mital K., Sumitra C. 2011. Vegetable and fruit peels as a novel source of antioxidants. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5: 63–71
- Kelley D. S., Rasooly R., Jacob R. A., Kader A. A., Mackey B. E. 2006. Consumption of Bing sweet cherries lowers circulating concentrations of inflammation markers in healthy men and women. *The Journal of Nutrition*, 136: 981-986
- Kirakosyan A., Seymour E.M., Urcuyo Llanes D.E., Kaufman P.B., Bolling S.F. 2009. Chemical profile and antioxidant capacities of tart cherry products. *Food Chemistry*, 115: 20–25
- Korošec L. 2000. Prosti radikali in vloga antioksidantov v bioloških sistemih. V: *Antioksidanti v živilstvu*. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 26. in 27. oktober. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 11-22
- Krakar D. 2011. Optimizacija metod za ugotavljanje antioksidativne aktivnosti izvlečka lubja navadne jelke (*Abies alba* MILL.). Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
www.ffa.uni-lj.si/fileadmin/datoteke/.../Krakar_Darja_Dipl_nal_2011.pdf (26. 8. 2011)
- Kristl J., Slekovec M., Tojnkó S., Unuk T. 2011. Extractable antioxidants and non-extractable phenolics in the total antioxidant activity of selected plum cultivars (*Prunus domestica* L.): Evolution during on-tree ripening. *Food Chemistry*, 125: 29–34
- McCune L. M., Kubota C., Stendell- Hollis N. R., Thomson C. A. 2011. Cherries and health: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 1–12
- Pantelidis G. E., Vasilakakis M., Manganaris G.A., Diamantidis Gr. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, goosberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102: 77–783
- Petauer T. 1993. *Leksikon rastlinskih bogastev*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 684 str.

- Piljac - Žegarac J., Šamec D. 2011. Antioxidant stability of small fruits in postharvest storage at room and refrigerator temperatures. *Food Research International*, 44: 345–350
- Potočnik S. 2009. Vpliv zorenja antioksidantov v plodovih šipka. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_potocnik_sandra.pdf (26. 8. 2011)
- Serradilla M. J., Lozano M., Bernalte M. J., Ayuso M. C., Lopez-Corrales M., Gonzales-Gomez D. 2011. Physicochemical and bioactive properties evolution during ripening of 'Ambrunes' sweet cherry cultivar. *Food Science and Technology*, 44: 199-205
- Serrano M., Diaz-Mula H., Zapata P. J., Castillo S., Guillen F., Martinez – Romero D., Valverde J. M., Valero D. 2009. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 3240–3246
- Serrano M., Guillen F., Martinez-Romero D., Castillo S., Valero D. 2005. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 2741-2745
- Skoog D. A., West D. M., Holler F. J., Crouch S. R. 2002. *Fundamentals of analytical chemistry*. United States of America, Belmont, Brooks/Cole: 1051 str.
- Stacewicz-Sapuntzakis M., Bowen P.E., Hussain E.A., Damyanti-Wood B.I., Farnsworth N.R. 2001. Chemical composition and potential health effects of prunes: A functional food?. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41: 251–286
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2009. *Sadjarstvo*. Ljubljana, Kmečki glas, 416 str.
- Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros- Zevallos L., Hawkins B. D. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 669–675
- Tominec M. 2010. Kvantitativna določitev aminokislin v medu z metodo HPLC. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_tominec_masa.pdf (26. 8. 2011)
- Usenik V., Fabčič J., Štampar F. 2008. Sugar, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 107:185-192
- Vangdal E., Slimestad R. 2006. Methods to determine antioxidative capacity in fruit. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 123-131

Grzetič T. Antioksidativni potencial plodov žlahrne češnje (*Prunus avium* L.).

Dipl. projekt (UN). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2011

Vidrih R., Kač M. 2000. Analitika antioksidantov. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 26. in 27. oktober. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 101-11

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Valentini USENIK in recenzentu izr. prof. dr. Robertu VEBERIČU za konstruktivne kritike, pomoč in strokovnost.