

# Strategije za postizanje pravilne i uravnotežene prehrane: voće i povrće kao prirodan izvor bioaktivnih spojeva

---

Fabečić, Patricia

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:422561>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Patricia Fabečić  
7158/N**

**STRATEGIJE ZA POSTIZANJE PRAVILNE I URAVNOTEŽENE  
PREHRANE: VOĆE I POVRĆE KAO PRIRODAN IZVOR  
BIOAKTIVNIH SPOJEVA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet: Fizikalna svojstva složenih sustava – hrane**

**Mentor: dr. sc. Predrag Putnik, poslijedoktorand**

**Zagreb, 2019.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KRATICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski studij Nutricionizam

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo

Kabinet za tehnološko projektiranje

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

## STRATEGIJE ZA POSTIZANJE PRAVILNE I URAVNOTEŽENE PREHRANE: VOĆE I POVRĆE KAO PRIRODAN IZVOR BIOAKTIVNIH SPOJEVA

Patricia Fabečić, 0058207512

**Sažetak:** Danas su glavni zdravstveni problemi u svijetu pretilost i nezarazne kronične bolesti poput dijabetesa, raka, neurodegenerativnih i kardiovaskularnih bolesti. Etiološki se povezuju sa smanjenom konzumacijom voća i povrća te s povećanim unosom šećera. Voće i povrće vrijedan su i neizostavan dio uravnotežene prehrane zahvaljujući širokom spektru bioaktivnih komponenata, a za koja su dokazana brojna pozitivna fiziološka djelovanja. U trendu „brze hrane i brzog života“, raznim se strategijama pokušava educirati opću populaciju o povećanju unosa bioaktivnih komponenata iz voća i povrća u svakodnevnu prehranu. Te strategije primarno uključuju: (i) edukaciju populacije o nutritivnim alatima, (ii) korištenje naprednih netermalnih tehnologija u preradi i (iii) proizvodnju hrane iz obnovljivih izvora (nusproizvoda zaostalog nakon prerade) uz sudjelovanje svih dionika u prehrambenom lancu (roditelja, vlade, industrije itd.). U ovom radu obuhvaćen je pregled trenutno najznačajnijih vrsta voća i povrća u smislu nutritivne vrijednosti, dokazanih pozitivnih bioloških djelovanja njihovih bioaktivnih komponenti te potencijala za industrijsku preradu.

**Ključne riječi:** *bioaktivne komponente, voće, povrće, strategije, zdravstveni učinci*

**Rad sadrži:** 32 stranice, 6 slika, 2 tablice, 117 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski jezik

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** dr. sc. Predrag Putnik, poslijedoktorand

**Datum obrane:** 9. rujna 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

**University of Zagreb**

**Faculty of Food Technology and Biotechnology**

**University undergraduate study Nutrition**

**Department of Food Engineering**

**Section for Food Plant Design**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**

**Scientific field: Food Technology**

### **STRATEGIES TO ACHIEVE A HEALTHY AND BALANCED DIET: FRUITS AND VEGETABLES AS A NATURAL SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS**

**Patricia Fabečić, 0058207512**

**Abstract:** The main world health problems are obesity and chronic diseases, e.g. diabetes, cancer and cardiovascular problems. They are etiologically linked with reduced consumption of fruits and vegetables and increased intake of sugars and sugary beverages. Various strategies for educating the public tend to increase bioactives from fruits and vegetables in dieting while creating affordable and nutritious foods from sustainable raw materials. These strategies include educating the public about dietary tools, industrial use of advanced non-thermal food processing and production technologies from renewable sources (e.g. food waste and by-products) with overall involvement of all stakeholders in food chain (parents, governments, industries, etc.). This thesis focuses on fruits and vegetables (apples, berries, onions, peach pears, pumpkins and citrus fruits) as they represent interesting raw materials for the food industry. More so, as they are rich and valuable source of bioactive compounds for improving health and reducing the risks of non-communicable chronic diseases.

**Keywords:** *bioactive compounds, fruits, vegetables, health effects, strategies*

**Thesis contains:** 32 pages, 6 figures, 2 tables, 117 references

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** dr. sc. Predrag Putnik, postdoc

**Defense date:** September 9<sup>th</sup> 2019

# SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Teorijski dio .....	2
3. Metode pregleda literature .....	4
4. Voće i povrće kao izvor bioaktivnih spojeva .....	4
4.2. Zdravstvene prednosti konzumacije voća i povrća povezane s njihovim bioaktivnim spojevima.....	6
4.1.1. Jabuka ( <i>Malus × domestica Borkh.</i> ).....	6
4.1.2. Jagodasto i bobičasto voće.....	7
4.1.3. Nar ( <i>Punica granatum L.</i> ).....	9
4.1.4. Luk ( <i>Allium</i> ).....	10
4.1.5. Indijska smokva ( <i>Opuntia ficus-indica L.</i> ).....	11
4.1.6. Bundeve ( <i>Cucurbita pepo L.</i> ).....	12
4.1.7. Citrusi.....	14
5. Konvencionalna (termalna) i netermalna prerada voća i povrća .....	16
6. Nusproizvodi kao sirovina u prehrambenoj industriji .....	20
7. Strategije za postizanje pravilne prehrane .....	22
8. Zaključak .....	24
Popis literature .....	25

## 1. Uvod

Neadekvatni tipovi prehrane predstavljaju veliki problem za javno zdravstvo kod velikog broja država u svijetu. Najčešći nedostaci u prehrani su nedovoljna konzumacija voća i povrća, jer hrana biljnog porijekla, osobito voće i povrće, predstavljaju temelj zdravog života te smanjuju rizike od mnogih bolesti. Voće i povrće je bogato vitaminima, mineralima, polifenolima, fitoestrogenima i ostalim biološki aktivnim spojevima koji pozitivno utječu na zdravlje [3]. Ozbiljnost ovog zdravstvenog problema je vidljiva, obzirom da se 5,2 milijuna smrtnih slučajeva u 2013. godini pripisuje neadekvatnom unosu voća i povrća. U 2017. godini se ta brojka nešto smanjila i iznosi 3.9 milijuna [4]. U zemljama s niskim i srednjim životnim standardom više od 75 % muškaraca i žena konzumira manje količine voća i povrća od preporučenih [5], stoga je potrebno razviti strategije za postizanje zdrave prehrane koje uključuju povećanje konzumacije voća i povrća i njihovih bioaktivnih spojeva.

Tijekom prerade namirnica biljnog porijekla nastaju značajne količine nusproizvoda (organskog otpada) bogatog biološki aktivnim spojevima, dok najveći postotak otpada nastaje upravo u sektoru prerade voća i povrća, a doseže i do 60 %. Otpad zaostao nakon prerade voća i povrća sastoji se od sjemenki, pokožice, dijela pulpe i dr., te sadrži potencijalno vrijedne karotenoide, polifenole, prehrambena vlakna, vitamine, enzime i ulja. Ovi nusproizvodi mogu se koristiti za razvoj funkcionalnih i obogaćenih namirnica te naći svoju primjenu u raznim industrijama (zdravstvena, farmaceutska, tekstilna, itd.). [6]

Cilj ovog rada jest dati pregled relevantne znanstvene literature na temu strategija za postizanje pravilne i uravnotežene prehrane uz naglasak na preporučene količine za konzumaciju voća i povrća kao prirodnih izvora bioaktivnih spojeva. Nadalje, cilj je i pregledati stanje pojedinih zemalja po ovom pitanju te ukazati na pozitivne učinke bioaktivnih spojeva, prvenstveno iz voća i povrća, na zdravlje čovjeka. Ovim radom će se pobliže prikazati biokemijski sastav te svojstva odabranih vrsta plodova voća i povrća (npr. jabuke, bobičasto voće, nar, luk, indijska smokva, bundeva, citrusi). Osim toga, navest će se i utjecaj najnovijih (ne)toplinskih tehnologija prerade/obrade različitih proizvoda od voća i povrća na stabilnost bioaktivnih spojeva. Kratak osvrt dati će se i na korištenje otpada/nusproizvoda prehrambene industrije u proizvodnji funkcionalne hrane kako bi se naposljetku ovaj potencijalni izvor različitih bioaktivnih spojeva integrirao u strategije za postizanje pravilne prehrane.

## 2. Teorijski dio

Voće i povrće može se definirati kao niskoenergetska hrana biljnog porijekla koja obiluje raznim vitaminima, mineralima, prehrambenim vlaknima i drugim bioaktivnim spojevima. Podložno je raspravi uključuje li povrće mahunarke i krumpir, a voće orašaste plodove i masline. Međutim, pojedine vrste voća u jednoj zemlji mogu predstavljati povrće u drugoj [7]. Klasifikacija voća i povrća otežana je uslijed nepravilnih obilježja unutar razreda i sličnosti među vrstama [8].

Prehrambene smjernice su alati pomoću kojih se populacija educira o pravilnoj prehrani. Treba ih prilagoditi zemlji u kojoj se primjenjuju, dok njihove preporuke ovise o prehrambenim i energetskim potrebama stanovništva, prehrambenim navikama, socioekonomskom statusu, kulturnom okruženju, dobnoj skupini i životnom stilu [9]. Jednom napravljene smjernice ne smiju se smatrati trajnima, već se trebaju periodično ažurirati kako bi sadržavale nove i relevantne podatke koje se dobivaju napretkom istraživanja u znanosti [10].

U Hrvatskoj su 2002. godine izdane prehrambene smjernice za odrasle, te 2008. za djecu od 7-10 godina starosti, dok za adolescente od 11-15 godina starosti su objavljene 2012. godine. Smjernice su izdane od strane Ministarstva zdravlja u suradnji s Ministarstvom obrazovanja, Hrvatskim zavodom za javno zdravstvo i kliničkim bolnicama. Prema ovim smjernicama, preporuka je da se svakodnevno konzumira više od 400 g ili više od 5 porcija svježeg i sirovog voća i povrća. Unosom raznovrsnog voća i povrća osigurava se unos raznih vitamina, minerala, prehrambenih vlakana i bioaktivnih spojeva. Također, smjernice ističu preporuku za konzumaciju tamnijeg i obojenog voća i povrća koje sadrži veće koncentracije provitamina A i flavonoida [11].

Trideset i tri zemlje u sklopu Europske unije izdale su svoje prehrambene smjernice, od čega je 20 zemalja odredilo kako je preporučeni dnevni unos od minimalno 400 g ili 5 porcija voća i povrća, što je u skladu i s našim smjernicama. Kod nekih država nije kvantificiran unos voća i povrća već se navodi da treba konzumirati obilje istih. Ističu se Finska s povećanim preporučenim unosom, čija je preporuka 500 g te Irska s 5-7 porcija voća i povrća. Pojedine zemlje su naznačile i omjer unosa voća i povrća, a to su Austrija, Island, Švicarska, Malta (3 serviranja povrća tj. 240 g i 2 serviranja voća tj. 160 g dnevno), Belgija i Nizozemska (po 200 g i voća i povrća). Preporučuje se konzumacija svježeg i sirovog voća i povrća naspram konzerviranog, a od prerade, tu je sušeno voće i voćni sokovi koji su sezonski i lokalno proizvedeni. Dodatno se naglašava unos bobičastog voća, orašastih plodova, sjemenki i namirnica bogatih ugljikohidratima i vlaknima. Gruzija u svojim prehrambenim smjernicama ne preporučuje čaj tijekom konzumacije biljnih namirnica bogatih željezom (povrće, mahunarke) jer se ograničava biodostupnost ne-hem željeza [12]. Prehrambene smjernice Sjeverne Amerike su detaljne i opširne, te navode pripremu uz količine i vrste voća i povrća koje je najbolje

konzimirati. Prehrambene smjernice Sjedinjenih Američkih Država (eng. *The Dietary Guidelines for Americans*) objavljuju se svakih 5 godina od strane Ministarstva poljoprivrede (*US Department of Agriculture*) i Ministarstva zdravlja te njihove socijalne službe (*Department of Health and Human Services*) [13]. Zadnje, 8. izdanje objavljeno je u siječnju 2016. gdje se od povrća preporučuju sve podskupine povrća (tamno zeleno, crveno, narančasto, mahunarke, povrće s visokim udjelom škroba i drugo), a osobito cjeloviti plodovi voća [14]. Što se tiče Afrike, 7 zemalja je izdalo prehrambene smjernice i u većini se posebno naglašava konzumacija graha, graška, soje, leće, orašastih plodova i sjemenki. Prehrambene smjernice Azije, sa 16 zemalja potpisnica, su znatno kraće u odnosu na ostale zemlje svijeta, te se općenito odnose na unos većih količina voća i povrća [12]. Interesantan je niski preporučeni unos voća i povrća kod Japanaca, gdje se preporučuje barem 350 g povrća i 200 g voća. Unatoč tome, 2011. njihov nacionalni unos povrća i voća bio je 271,3 g i 119,9 g, a 2013. 280,3 g i 105,2 g. Rezultati provedene ankete u Japanu navode da je 24,8 % populacije bilo upoznato s trenutnim preporukama za unos povrća, a 13,2 % populacije bilo je upoznati sa smjericama za voće. Ograničavajući čimbenici za unos voća i povrća bili su mogućnost pripreme obroka i dostupnost istih kada se konzumiraju izvan kuće [15]. Nadalje, istraživanja su pokazala u Japanu, ali i drugim zemljama [16], da povećanje unosa voća i povrća ima važnu ulogu u sprječavanju kroničnih bolesti, značaj u kontroli tjelesne mase te općenitom poboljšanju zdravlja [17].

Na temelju rezultata istraživanja u šest zemalja Latinske Amerike, ustanovljen je razlog manjeg unosa voća i povrća. Dokumentiran je pozitivan učinak socijalnog marketinga, a sastavljen od televizijskih reklamnih kampanja koje su promovirale konzumaciju voća i povrća. Glavnu prepreku u širenju nutritivne edukacije predstavljali su nedostaci javnih i političkih propisa o oglašavanju i trgovanju hranom, druge kampanje i nedostatak političke potpore [18].

Drugo istraživanje u osam zemalja Latinske Amerike pokazalo je da se samo 18 % energetskog unosa ostvaruje iz namirnica bogatih vlaknima i mikronutrijentima, kao što su voće i povrće [19]. Osim toga, istraživanje provedeno s djecom dobi 6-12 godina s područja visoke nadmorske visine sjeverozapadne Argentine ciljalo je na procjenu prehrambenih obrazaca i unosa fenolnih spojeva iz voća i povrća, obzirom da ti spojevi imaju zaštitni učinak na zdravlje, a njihov nizak unos povezan je s razvojem kroničnih nezaraznih bolesti. Tako je utvrđen prosječan unos fenolnih spojeva koji iznosi 412 mg/dan [20]. U posljednjim desetljećima zabilježena je smanjena konzumacija voća i povrća u Argentinaca, koja iznosi 135-155 g povrća i 92-155 g voća. Prosječna konzumacija voća i povrća iznosi 2,1 jedinicu, a samo 4,9 % populacije konzumira 5 jedinica istih [21].



Nutritivne baze podataka služe kao izvor za dobivanje informacija o hranjivim tvarima namirnica. Svjetski najpoznatiju nutritivnu bazu podataka formirao je USDA (eng. *US Department of Agriculture*) iz SAD-a, koja sadrži iscrpne podatke o sastavu namirnica [22]. Baza trenutno sadrži 247 326 zapisa namirnica [23]. *USDA Branded Food Products Database* je službena i javno dostupna baza podataka izdana 16. rujna 2016. U vrijeme objavljivanja, sadržavala je oko 80 000 proizvoda raznih trgovačkih lanaca [24], a danas ima 239 533 proizvoda, uz očekivani daljnji rast broja proizvoda s vremenom [23]. Baza podataka sadrži i popis 26 monomernih spojeva flavonoida svrstanih u 5 skupina flavonoida prisutnih u 505 namirnica. Skupine flavonoida koje obuhvaća su: flavonoli (*kvercetin, kampferol, miricetin, izoramnetin*), flavoni (*luteolin, apigenin*), flavononi (*hesperidin, naringenin, eriodiktiol*), flavan-3-oli (*katehin, galokatehin, epikatehin, epigalokatehin, epikatehin-3-galat, epigalokatehin-3-galat, teaflavin, teaflavin-3-galat, teaflavin-3,-'digalat, tearubigins*) te pigmenti antocijanini (*cijanidin, delphinidin, malvidin, pelargonidin, peonidin, petunidin*) [25]. Baza podataka izoflavona objavljena je 2008. godine i sadržavala je komponente prisutne u 557 namirnica (*daidzein, genistein, glicitein*) [26]. Cilj ove baze podataka je poboljšati javno zdravlje i promovirati bioaktivne tvari prisutne u prehrambenim proizvodima [24].

INFOODS (*International Network of Food Data Systems*) predstavlja međunarodnu mrežu podatkovnih sustava za hranu. Cilj joj je poboljšati kvalitetu, dostupnost, pouzdanost i upotrebu podataka o sastavu hrane. Zajedno s FAO-om, (eng. *Food and Agriculture Organization*), pruža informacije o prehrambenim smjernicama, standardima, bazama nutritivnih podataka i drugo [27]. Osim navedenih, ovdje postoji velik broj drugih baza podataka koje mogu poslužiti za dobivanje relevantnih informacija.

### **3. Metode pregleda literature**

Najčešće korištene izvore znanstvenih podataka predstavljaju elektronske baze podataka, Web of science i PubMed. Korištene ključne riječi i njihove kombinacije pri pretraživanju literature su: dietary, guidelines, usda, nutrition database, nutrition information, bioactive compound, fruit, vegetable, health, intake, antioxidant activity, radical, binding, cancer, nutritional composition, pomegranate, berry, Allium, Opuntia, appel, pumpkin, citrus, diet, benefit, classification, mandarine, processing, juice, potential source, by-product, diet, policy, education, government, antioxidant i strategy.

### **4. Voće i povrće kao izvor bioaktivnih spojeva**

U voću i povrću su prisutni brojni bioaktivni spojevi koji imaju pozitivan utjecaj na zdravstveno stanje organizma [28], a među njima su najzastupljeniji spojevi iz skupina polifenola, fitoestrogena, glukozinolata, karotenoida, klorofila i vitamina. Konzumacijom ovih spojeva smanjuje se rizik od

nezaraznih kroničnih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti, određene vrste raka, neurodegenerativne bolesti, a također je pokazano da pomažu u procesima odgađanja starenja [29]. Polifenolni spojevi, kao sekundarni biljni metaboliti, su spojevi koji imaju različite zaštitne funkcije. Tako osim što utječu na zdravlje pojedinca, uključeni su i u zaštitu biljaka od biljojeda i raznih infekcija uzrokovanih mikroorganizmima te od štetnog djelovanja ultraljubičastog zračenja. Kemijski gledano, polifenolni spojevi se sastoje od najmanje jednog aromatskog prstena na koje su vezane jedna ili više hidroksilnih skupina. Obzirom na razlike u strukturi klasificirani su na dvije velike podskupine: flavonoide i neflavonoide (fenolne kiseline) [29].

Biljni polifenoli posjeduju antioksidacijska svojstva, sposobnost važnu za oksidacijsku stabilnost prerađenih proizvoda tako da vežu slobodne radikale, kisik i apsorbiraju UV svjetlo. U reakcije ulaze zajedno s karotenoidima preko interakcije s aktivnim metalnim ionima poput željeza i bakra, pa postaju prooksidansi (slobodni radikali). Mogu djelovati i s neredoks aktivnim metalima poput kalcija i spriječiti njihovu apsorpciju iz hrane tijekom probave. Kalcij utječe na antioksidacijsku aktivnost jednostavnih biljnih fenola kao što su hidroksibenzoati uz smanjenje njihovih antioksidacijskih svojstava [30]. Reaktivni oblici kisika su vrlo reaktivne oksidacijske molekule koje ulaze u reakcije sa staničnim komponentama, uzrokujući oksidativno oštećenje lipida, proteina i DNA. Antioksidansi inaktiviraju te oblike kisika, pa tako odgađaju ili sprječavaju oksidativna oštećenja. U ljudskim stanicama prirodno su prisutni antioksidansi poput superoksid dismutaze, katalaze i glutation peroksidaze [31].

Antioksidansi poput vitamina E, C, polifenola i karotenoida, koji potječu iz hrane [31], imaju značajku da djeluju protuupalno i poboljšavaju endotelnu funkciju te tako osiguravaju pozitivan učinak na biomarkere krvnih žila. Na endotel žila utječu vazodilatacijski čimbenici kao dušikov oksid (NO) koji inhibira adheziju i agregaciju trombocita uz stvaranje trombina. U skladu s time je istraživanje s mlađim muškarcima (n=22, dobi od 18 do 32 godine) koji su se pridržavali dijeta s niskim sadržajem polifenola naspram dijeta bogate voćem i povrćem gdje je pokazano da za samo 2 tjedna dolazi do povećanja ukupne koncentracije NO uz povećanu konzumaciju voća i povrća. Primijećeno je dvostruko povećanje odnosa molekula vazokonstrukcije tromboksana A<sub>2</sub> (TXA<sub>2</sub>) i vazodilatacije prostaglandina I<sub>2</sub> (PGI<sub>2</sub>), što upućuje da polifenoli mogu pridonijeti u održavanju vaskularne ravnoteže. Polifenolne glukuronide, metil i sulfat konjugate tijelo tretira kao ksenobiotike koji se ubrzano odstrane putem bubrega. Među do sada opisanim i istraženim strukturama polifenola, flavan-3-ol se pokazao kao najdjelotvorniji polifenol u sprečavanju kroničnih bolesti tj. kardiovaskularnih oboljenja, a pogotovo ako dolazi od kakaovca. Bioaktivne komponente u voću i povrću pokazuju protutumorske učinke (inhibiraju proliferaciju stanica, moduliraju stanične signalne puteve i ekspresiju gena te induciraju apoptozu) [32].

## **4.2. Zdravstvene prednosti konzumacije voća i povrća povezane s njihovim bioaktivnim spojevima**

Konzumiranjem 5 ili više serviranja voća i povrća dnevno smanjuje se rizik od nastanka infarkta miokarda, koji je za 15 % niži u odnosu na osobe koje konzumiraju manje od 5 serviranja voća i povrća dnevno. Nadalje, konzumacijom 600 g voća i povrća dnevno može se smanjiti rizik od koronarnih bolesti srca za 31 % te ishemični moždani udar za 19 % [33]. U nastavku će biti navedeni pozitivni učinci određenih bioaktivnih spojeva prisutnih u odabranom voću i povrću na zdravlje čovjeka.

### **4.1.1. Jabuka (*Malus × domestica* Borkh.)**

Plod jabuke se sastoji od kore i usplođa (95 %), sjemene lože (2 do 4 %) i stabljike (1 %). Sadrži prosječno 9 % vode, 2,27 % masti, 2,37 % proteina, 1,6 % pepela, 84,7 % ugljikohidrata, 5,6 % škroba, 54,2 % ukupnog šećera. U jabuci je prosječno određeno ukupnog dušika 6,8 g/kg suhe mase (SuM), ukupnog ugljika 6,8 g/kg SuM, celuloze 127,9 g/kg SuM, hemiceluloze 7,2-43,6 g/kg SuM, pektina 3,5-14,3 %, vlakana 4,7-51,1 %, reducirajućih šećera 10,8-15,0 %, glukoze 22,7 %, fruktoze 23,6 %, saharoze 1,8 %, arabinoze 14-23 %, galaktoze 6-15 %, ksiloze 1,1 %, kalcija 0,06-0,1 %, željeza 31,8-38,3 mg/kg SuM, magnezija 0,02-0,36 % i fosfora 0,07-0,076 %. Udio hranjivih tvari u plodu varira ovisno o sorti, podrijetlu i uvjetima uzgoja [34]. U rezultatima jednog istraživanja kvantificiran je udio polifenolnih spojeva u 8 zapadnoeuropskih sorti jabuka u rasponu od 66,2 do 211,9 mg/100 g svježeg ploda [35]. Istražena su antioksidacijska svojstva i fenolni sastav divlje kineske crvene jabuke. Identificirane su znatne količine ukupnih polifenola u kori (5429,92 mg/kg), usplođu (3087,37 mg/kg) i cijeloj jabuci (3467,47 mg/kg). Cijela jabuka sadržavala je visoke udjele ukupnih flavonoida (1266,86 mg/kg) i antocijana (101,73 mg/kg), sa znatno većim količinama u kori [36]. Royal Delicious je sorta jabuke koja je poznata po svojim pozitivnim svojstvima na zdravlje u indijskoj himalajskoj regiji. Bogata je ukupnim taninima, flavonoidima, flavonolima, procijanidinom B-2, floridzinom i galnom kiselinom. Sorta jabuke Crveni Delišeš odlikuje se visokom koncentracijom ukupnih fenola te posebice epikatehinom, dok je u jabuci sorte Zlatni Delišeš u značajnim udjelima određena klorogenska kiselina. Uočeno je da visinska razlika u uzgoju značajno utječe na svojstva ploda i bioaktivnu raznolikost [37].

Jabuka je četvrta najkonzumiranija voćka diljem svijeta [38], koja ima važnu ulogu u prevenciji kardiovaskularnih bolesti zbog udjela bioaktivnih tvari, a pogotovo polifenola i prehrambenih vlakana. Pokazalo se da blagotvorno djeluje na vaskularnu funkciju, krvni tlak, status lipida, hiperglikemiju i upalne procese. Pretpostavlja se da će se zbog promocije pravilnog načina prehrane konzumacija jabuka povećati u budućnosti [39].

Konzumacijom jabuka smanjuje se rizik od koronarnih bolesti srca i srčanih udara, a kora jabuke je vrijedan izvor antioksidansa i citoprotektivnih komponenata. Polifenoli nakon reakcije sa slobodnim radikalima oksidiraju i aktiviraju eritroid 2 (Nrf2) koji održava i potiče djelovanje zaštitnih enzima protiv oštećenja nastalih oksidacijom. Polifenoli jabuke pokazuju protuupalno djelovanje, osobito procijanidin i floretin. Konzumacijom sušene jabuke kroz 12 mjeseci smanjuje se razina C-reaktivnog proteina (CRP) za 32 %, koji je biomarker za kronične upale, međutim taj podatak nije statistički značajan. Neke druge studije nisu pokazale nikakvu povezanost između jabuka i upalnih markera. Sorte jabuka bogate procijanidinima bile su najuspješnije u inhibiranju nuklearnog faktora kapa B (NF- $\kappa$ B), transkripcijskog faktora uključenog u indukciju proupalnih enzima [35]. Usporedbom koncentracija bioaktivnih tvari između sorti jabuke Gala i Fuji pokazano je da kora Gala jabuke (Slika 1.) sadrži veće količine fenolnih spojeva (1299 mg CAE/kg) kao i *in vitro* antioksidacijsku aktivnost (14263  $\mu$ mol TE/kg). U koncentracijama ispod 10  $\mu$ g/mL ekstrakt kore Fuji jabuke pokazao je citotoksična svojstva, dok je ekstrakt kore Gala jabuke u koncentraciji 10  $\mu$ g/mL povećao vijabilnost stanica. Zaključno, ekstrakt kore Gala jabuke pokazao je zaštitna svojstva u stanici pod uvjetima stresa izazvanog glukozom [40]. Sadržaj ukupnih fenola od konzumacije soka jabuke smanjio se za 7,8 % nakon *in vitro* digestije [41].



**Slika 1.** Plodovi jabuke sorte Gala [42]

#### **4.1.2. Jagodasto i bobičasto voće**

Mnoge podjele voća razlikuju jagodasto i bobičasto voće, najčešće obojeno od crvenih, preko plavih i ljubičastih nijansi za koje su odgovorni biljni pigmenti antocijani. U jagodasto voće se ubrajaju jagoda, kupina, malina i dud, dok bobičasto voće čine grožđe, ribiz, borovnica i brusnica. Uz ostale faktore kao što su konzumacija ostalog voća, povrća, čaja, crvenog vina, luka, karotenoida i vitamina C i E [43] unos bobičastog voća povezuje se sa smanjenjem srčanih bolesti za 60% [33]. Nutritivni sastav voća iz ove skupine uključuje: prehrambena vlakna, organske kiseline, minerale, vitamine i bioaktivne spojeve (ponajviše polifenolne spojeve). Bioaktivnim spojevima pripisuju se snažna

antioksidacijska svojstva koja su odgovorna za poboljšanje zdravlja [32]. Plodovi ovog voća pokazuju kemoprevencijski i terapijski učinak na nekoliko vrsta raka, uključujući i rak dojke. Najveću inhibiciju lipidne peroksidacije pokazale su kupine (*Rubus jamaicensis*, 74 %) i crne maline (*Rubus acuminatus*, 71 %), dok su nešto manju aktivnost pokazale crvene maline (*Rubus rosifolius*, 47 %) (Slika 2.) i crne maline (*Rubus racemosus*, 64 %). Inhibicijom ciklooksigenaze 2 (COX-2) postižu se antikancerogena svojstva, tj. njegovim reguliranjem u upalnim stanicama uz posredovanje citokinima i faktora rasta. *R. acuminatus* sa 71 % inhibicijom COX-2 enzima ciklooksigenaze se pokazala kao plod najveće učinkovitosti, dok je *R. jamaicensis* imala najveći utjecaj na inhibiciju rasta tumorskih stanica od 50 % kod stanica tankog crijeva, dok je kod dojke imala 24 %, pluća 54 % i želuca 37 % [44].



**Slika 2.** Plodovi kupine i crvene maline [45, 46].

Izvore pigmenta betalaina dijelimo na crveno-ljubičaste betacijane i žuto-narančaste betaksantine [47]. Betalaini bobica roda *Rivina humilis* L. djeluju protuupalno, antikancerogeno i štite središnji živčani sustav. Betacijani pri niskom pH pokazuju visoki afinitet za vezanje DPPH radikala (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) od 60 %, ali se pri fiziološkom pH taj afinitet smanjuje na 20 %. Povećanjem pH povećava se i aktivnost betaksantina za vezanje slobodnih radikala [48].

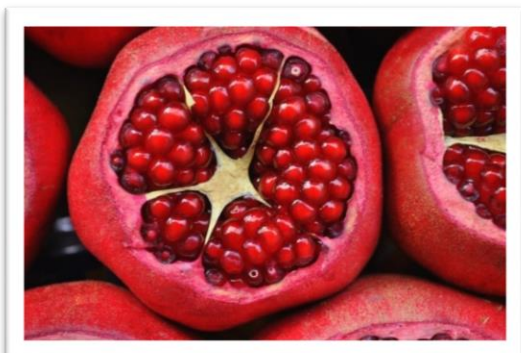
Antocijani prisutni u bobicama imaju važnu ulogu kao bioaktivni spojevi i nosioci su boje ploda. Cijanidin-3-glukozid i cijanidin-3-rutinozid su glavni antocijani prisutni u *R. jamaicensis*. Također, poznato je da se cijanidin-3-sambubiosid, cijanidin-3-glukozid, cijanidin-3-ksilozirutinozid i cijanidin-3-rutinozid nalaze u *R. racemosus*. Osim antocijanima, ovo voće je bogato i flavonolima, fenolnim kiselinama, elagičnom kiselinom, vitaminom C i E, folatom i  $\beta$ -sitosterolom [44].

Jara-Palacios i suradnici su analizirali udio antocijana u 4 vrste crvenih bobica odnosno u borovnicama, malinama, crvenom ribizu i kupinama. Najveće količine antocijana određene su u borovnicama (1188 mg/100 g), dok je crveni ribiz sadržavao najveći udio ukupnih fenola (3447 mg/100 g) [49]. U drugom istraživanju Borges i sur. analizirali su antioksidacijski kapacitet, udio vitamina C i polifenolnih spojeva u crnom i crvenom ribizu, borovnicama, malinama, i

brusnicama. Crni ribiz pokazao je najveću antioksidacijsku aktivnost, zatim borovnica, malina, crveni ribiz i brusnica. Osim toga, crni ribiz je sadržavao najveće koncentracije antocijana (5521 nmol/g) čija količina predstavlja 73 % ukupne antioksidacijske aktivnosti ovog voća (doprinos vitamina C je bio 18 %). S obzirom na udio antocijana, iduća je borovnica (4810 nmol/g), malina (885 nmol/g), brusnica (725 nmol/g) i crveni ribiz (328 nmol/g). Maline su bogat izvor elagitanina u obliku lambertianina C i sanginina H-6 koji čine 58 % antioksidacijske aktivnosti, antocijani doprinose sa 16 %, a vitamin C sa 11 %. Kod borovnice, u udjelu antioksidacijske aktivnosti dominira doprinos antocijana naspram vitamina C, tako da su antocijani odgovorni za 84 % aktivnosti, zajedno s flavonolima čiji je udjel 14 %. Nadalje, antocijani crvenog ribiza čine 23 % ukupne antioksidacijske aktivnosti, a kod brusnica najveći doprinos proizlazi iz prisutnosti procijanidina (12 %) i flavonola (10 %) [33]. Također, ulje sjemenki bobičastog i jagodastog voća pokazuje jako dobru lipidnu oksidacijsku stabilnost, te posjeduje veće količine tokola u usporedbi sa sjemenkama grožđa i suncokreta [44].

#### 4.1.3. Nar (*Punica granatum* L.)

Kora nara čini 50 % mase ploda i vrijedan je izvor bioaktivnih spojeva kao što su elagitanin, katehin, epikatehin i rutin [50]. Jestivi dio sastoji se od 40 % ploda i 10 % arila u kojima se nalaze sitne sjemenke [51]. Sadržaj ulja u sjemenkama varira između 12 % i 20 %. Ulje sjemenki nara dobar je izvor polinezasićenih masnih kiselina (PUFA), osobito linolne i punične masne kiseline, te tokoferola. Također, glavne bioaktivne komponente su ursolna, galna i oleanolna kiselina. Oleanolna i galna kiselina su triterpenoidni spojevi slične kemijske strukture [52]. Nekoliko studija utvrdilo je da



**Slika 3.** Plod nara [1]

nar (Slika 3.) pokazuje antiaterogene, antitumorske, antioksidacijske, protuupalne i antibakterijske učinke te štiti kardiovaskularni sustav [53]. Drugo istraživanje je pokazalo da je i fermentirani sok nara bogat polifenolima, dok hladno prešano ulje sjemenki nara *in vitro* inhibira proliferaciju humanih stanica raka i to kod linija LNCaP (adenokarcinom prostate), PC-3 i DU-145 (rak prostate). Tako se konzumacijom ovog voća smanjuju rizik od ljudskog raka prostate [54]. Punična masna kiselina prisutna u ulju sjemenki nara poznati je inhibitor biosinteze prostaglandina i može spriječiti nastajanje raka kože.

Antioksidacijske tvari nara inhibiraju nastajanje oksidativnog stresa koji ima važnu ulogu u nastajanju aterogeneze čime se usporava tijek napredovanja kardiovaskularnih bolesti. Konzumacijom soka od nara kod zdravih ispitanika značajno se smanjila oksidacija kolesterola tj.

LDL-a (lipoproteini niske gustoće) i HDL-a (lipoproteini visoke gustoće) te povećala aktivnost PON1 što je gen za nastanak enzima paraoksona. Paraokson se veže za HDL i hidrolizira tiolaktone i ksenobiotike, uključujući paraokson koji je metabolit paration insekticida. Tako se na primjer kod bolesnika sa stenozom karotidnih arterija smanjuje oksidativni stres u serumu, te povećava aktivnost PON1, uz bitno smanjenje aterosklerotičnih lezija. Također, kod bolesnika koji pate od koronarnih arterijskih bolesti, antioksidansi nara poboljšavaju stanje ishemije miokarda uzrokovane stresom [55].

Fernandes L. i sur. usporedili su kemijski sastav i udio bioaktivnih spojeva u 9 sorti nara iz Španjolske. Sorta Katirbasi imala je najviši udio punične kiseline po masi sjemenke ploda (10586 mg/100 g, 83,6 % od ukupnih masnih kiselina). Njen udio u ostalim sortama određen je u rasponu od 77,3 % do 83,6 %. Udio PUFA za Katirbasi i Cis 127 se kretao od 88,1-90,3 %, zasićenih masnih kiselina (SFA) za CG8 i Mollar de Elche 6,1-7,4 %, a mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) za White i Wonderful 2 3,9-6,3 %. Najveći sadržaj tokoferola pronađen je u sorti Wonderful 2. Ovdje je najzastupljeniji bio  $\gamma$ -tokoferol, a slijede ga  $\alpha$ -tokoferol i  $\delta$ -tokoferol. Što se tiče sterola, identificirani su  $\beta$ -sitosterol, kampesterol, sitostanol i stigmasterol. Mollar de Elche predstavljala je najbolji izvor sterola (552,7 mg/100 g ulja sjemenki), a najmanji sadržaj pronađen je u Parfianka (363,6 mg/100 g) [56].

#### **4.1.4. Luk (*Allium*)**

Rod *Allium* pripada porodici *Liliaceae*, koja sadrži više od 600 vrsta divljih i kultiviranih vrsta povrća i ukrasnih biljaka, uključujući dva najpopularnija začina, češnjak (*Allium sativum*) i luk (*Allium cepa*). Od ostalih vrsta konzumiraju se poriluk (*Allium ampeloprasum*), vlasac (*Allium schoenoprasum*), medvjedi luk (*Allium ursinum*) i druge vrste češnjaka (*Allium tuberosum*) te luka (*Allium cepa* var. *Aggregatum* i *Allium stipitatum*) [57, 58]. U 2016. godini najveći proizvođači luka (*A. cepa*) su bile Kina i Indija, a slijede ih Egipat, SAD, Iran, Turska, Rusija, Pakistan, Bangladeš i Brazil [59].

Najpoznatiji članovi roda *Allium* (npr. luk) sadržavaju različite vitamine, minerale i bogat su izvor organosumpornih spojeva (OSS). Od sekundarnih metabolita sadrže flavonoide (osobito flavonoli i antocijani), fitosterole i saponine [59]. Kvercetin iz kore luka se pojavljuje u molekularnom obliku 4-monoglukozida i 3,4-diglukozida čime ima veću bioraspoloživost nego aglikonski kvercetin. Oštećenjem tkiva kod članova *Allium* porodice dolazi do hidrolize alk(en)il cistein sulfoksida, čime nastaju hlapljivi alk(en)il-tiosulfinati kao što su alicin i sumporne komponente topljive u lipidima. Karakteristični OSS su: cikloalin, S-metil-L-cistein, S-propil-L-cistein sulfoksid, dimetil trisulfid, S-metil-

L-cistein sulfoksid, N-acetilcistein, dialil sulfid i dialil disulfid te su ove komponente odgovorne za specifični okus i miris luka [60].

Ulje sjemenki luka moglo bi se koristiti i kao jestivo ulje iako su potrebna testiranja za utvrđivanje zdravstvene sigurnosti. Kemijski sastav sjemenki crvenog luka uključuje 10,5 % vode, 20,4 % ulja i 24,8 % proteina. Ulje sjemenki bogato je polinezasićenim masnim kiselinama. Sastav masnih kiselina je slijedeći: palmitinska (6,4-7,1 %), oleinska (24,8-26 %) i linolna kiselina (65,2-64 %) [61]. Ekstrakti češnjaka i luka imaju brojna ljekovita svojstva među kojima se izdvajaju antivirusna, antimikrobna, antifungalna, antiprotozoalna, protuupalna, antikancerogena, i druga. Ovim svojstvima doprinose kombinacije i biološka aktivnost organsko sumpornih spojeva kao što su S-alil-L-cistein, dialil disulfid, dialil trisulfid, ajoen i alicin [62, 63]. Flavonoid *Alliucide G* je pokazao aktivnost inhibicije  $\alpha$ -amilaze i sposobnost hvatanja radikala [59]. Sulfoksidi se nalaze u citoplazmi i vakuoli.

Polifenol kvercetin i organosumporne molekule, pokazale su pozitivne učinke na smanjenje pretilosti [60]. Bioaktivne komponente iz kore luka inhibiraju pankreatičnu lipazu s IC50 vrijednosti od 53,70 mg/mL (koncentracija koja uzrokuje 50 % inhibiciju danoga enzima), soka luka 9,5 mg/mL, dok komponente iz listova nisu postigle 50 % inhibiciju (<40 %). Također, proučavani su učinci luka na adipogenezu. Ekstrakt luka, njegovi OSS i kora bogata kvercetinom inhibiraju diferenciranje bijelih preadipocitnih stanica štakora, čime se može suzbiti akumulaciju lipida ili diferencijaciju u adipocite. Ovdje dolazi do inhibicije aktivnosti GPDH (glicerol-3-fosfat dehidrogenaze), a njegova aktivnost je vezana za sintezu masnih kiselina i triacilglicerola u adipocitima [59].

#### **4.1.5. Indijska smokva (*Opuntia ficus-indica* L.)**

Indijska smokva pripada rodu kaktusa iz porodice *Cactaceae*, tj. porodica koja uključuje oko 1500 vrsta kaktusa (Slika 5.). To je tropska ili subtropska biljka koja raste u područjima Meksika, Latinske Amerike, Južne Afrike i u mediteranskim zemljama. Koristi se u medicini, prehrani, kozmetici i u obliku čaja, džema, soka i ulja iz sjemenki [64]. Indijska smokva (osobito ljubičaste varijante) važan je izvor pigmentnih bioaktivnih tvari. Sadrži betalaine, betacijanine u ljubičastim sortama i betaksantine u narančastim sortama [65]. Voće ovog kaktusa sadrži značajne količine askorbinske kiseline, vitamina E, karotenoida, prehrambenih vlakana, aminokiselina i antioksidacijskih spojeva (flavonoida, betaksantina i betacijana) te ima hipoglikemijsko, hipolipidemijsko djelovanje i antioksidacijska svojstva. Još sadrži velike koncentracije taurina i minerala, kao što su kalcij i magnezij [66].

Ljubičasta sorta uzgajana na jugu Italije poznata je po većim udjelima ukupnih fenola (89,2 mg ekvivalenta galne kiseline (GAE)/100 g svježje mase (SM)) i vitamina C (36,6 mg/100 g



svježeg ploda) [65]. Također je izvor antiulcerogenih, antiidiarelnih, antitumorskih, antiproliferativnih spojeva te komponenata koje štite živčani sustav i jetru. Cvjetovi kaktusa sadrže različite flavonoide, osobito kempferol i kvercetin, a primjenjuju se kao oralni lijek protiv hemeroida, dok se sok koristi za pomoć kod hripavca. Kora i sjemenke ovog kaktusa mogu se koristiti za pripremu ulja jer su lipidi iz kore bogati esencijalnim masnim kiselinama i lipofilnim antioksidansima. Spljošteni plod koji raste iz stabljike biljke (kladod) sadrži vitamine, antioksidanse i razne flavonoide kao što su kvercetin-3-metil eter (visoko djelotvoran antioksidans). Njihovi ekstrakti mogu sniziti razinu kolesterola i djelovati protuupalno i antiulkusno [67].

Chandoura i sur. su usporedili kemijske sastave dvaju sorata *Opuntie* (*Opuntia microdasys* (Lehm.) Pfeiff i *Opuntia macrorhiza* (Engelm.), obzirom na pulpu, sjemenke i kladodij, gdje je nađen znatan udio prehrambenih vlakana u sjemenkama obaju sorata (40 g/100 g SM). Detektirana količina bila je veća od one određene u sjemenkama sorti *Opuntia joconostle* i *Opuntia matudae*, a udio netopljivih prehrambenih vlakana u svim uzorcima je bio veći od topljivih. Također, sjemenke su se pokazale kao najprikladniji izvor mikroelemenata, osobito bakra (392 µg/100 g SM za *O. mycrodasys* i 992 µg/100 g SM za *O. macrorhiza*) i cinka (143 µg/100 g SM za *O. mycrodasys* i 237 µg/100 g SM za *O. macrorhiza*). Od makroelemenata identificirani su kalcij, magnezij, kalij i natrij. U svim je uzorcima u najvećem udjelu određen kalij, osim u sjemenkama *O. mycrodasys*, gdje je u najvećem udjelu određen kalcij. Natrij je određen u vrlo malim količinama, dok su velike količine magnezija pronađene u sjemenkama (7,3 mg/100 g SM) i kladodiju (5,8 mg/100 g SM) *O. mycrodasys* [66].



**Slika 5.** Plodovi indijske smokve [63]

#### **4.1.6. Bundevea (*Cucurbita pepo* L.)**

Bundevea se ubraja u jedno od 10 najpopularnijih vrsta povrća u svijetu, a raste u područjima s umjerenom i subtropskom klimom [68]. Karotenoidni pigmenti koji se nalaze u bučinom ulju pokazuju antikancerogena svojstva, dok prehrana bogata njenim sjemenkama smanjuje rizik od raka

želuca, dojke, pluća i debelog crijeva [69]. Skupina tokoferola ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - i  $\delta$ -) prisutna u bundevi utječe na smanjenje srčanih bolesti, prevenciju raka i odgađanje Alzheimerove bolesti. Omjer  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA ima pozitivan utjecaj na bolesti srca i karcinoma [70].

U hladno prešanom ulju sjemenki bundeve pronađeno je 14 cis masnih kiselina i 3 trans masne kiseline. 14 cis masnih kiselina sastoje se od sedam SFA, četiri MUFA i tri PUFA. Ulje sadržava najveći udio linolne kiseline (53,19-53,27%), pa oleinske (27,52-27,59%), zatim palmitinske (11,90-11,99%) te stearinske kiseline (5,26-5,29%), dok se ostale masne kiseline nalaze u znatno nižim koncentracijama. PUFA su osjetljivije na procese oksidacije, ali su SFA stabilnije, dok je omjer  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA pokazatelj stupnja nutritivne vrijednosti uzorka i stupnja propadanja ulja. Druga istraživanja mogu se razlikovati u profilu i količini određenih masnih kiselina, što ovisi o podrijetlu bundeve, klimatskim uvjetima i rukovođenju nakon žetve [71].

Fitosteroli se mogu klasificirati kao  $\Delta 5$  i  $\Delta 7$ -steroli, gdje su  $\Delta 5$ -steroli najučestaliji kemijski oblik, dok ulje sjemenki bundeve sadrži i  $\Delta 7$ -sterole. Od ukupnih fitosterola (782,1-805,2 mg/100 g) najzastupljeniji su  $\Delta 7,22,25$ -stigmastatrienol (28,3-31,6 mg/100 g) i spinasterol zajedno s  $\beta$ -sitosterolom (42,4-47,20 g/100 g). U nastavku slijede  $\Delta 7$ -stigmasterol (15,1-17,1 g/100 g),  $\Delta 7,25$ -stigmastadienol (4,9-5,9 g/100 g) i  $\Delta 7$ -avenasterol (3,20-4,00 g/100 g). Koncentracija skvalena u ulju sjemenki bundeve razlikuje se ovisno o temperaturi, postupku ekstrakcije ulja i podrijetlu sjemena, te se nalazi u količinama 591,3-632,5 mg/100 g [71].

Tokoli su još jedna skupina spojeva s važnom ulogom u poboljšanju antioksidacijske sposobnosti bundevinog ulja i provođenju lipidnih radikala u stabilnije produkte. U tokole ubrajamo tokoferole ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - i  $\delta$ -T), tokotrienole ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - i  $\delta$ -TT) i prirodne lipofilne antioksidanse pronađene u ulju povrća. U analiziranom uzorku hladno prešanog ulja bundevinih sjemenki vrijednosti tokola iznosile su 94,29-97,79 mg/100 g ulja.  $\gamma$ - i  $\delta$ -tokol izomeri posjeduju veću antioksidacijsku aktivnost od  $\alpha$ - i  $\beta$ - izomera. Međutim,  $\alpha$ -tokol ima veću vitaminsku učinkovitost od ostalih tokolnih izomera i kreće se u koncentraciji od 3,66-4,39 mg/100 g ulja.  $\beta$ -tokoferol pronađen je u najvećim koncentracijama (83,00-86,23 mg/100 g ulja) [71].

Fenolne kiseline u hladno prešanom ulju bundevinih sjemenki identificirane su sljedećim redoslijedom ovisno o koncentraciji: siringinska (7,62-8,03 mg/100 g), ferulinska (4,72-5,17 mg/100 g), kafeinska (3,41-3,83 mg/100 g), vanilinska (2,44-2,75 mg/100 g), *p*-kumarinska (2,48-2,66 mg/100 g) i protokatehinska kiselina (1,56-2,07 mg/100 g). Od ukupnih karotenoida (6,95-7,60 mg/100 g) najzastupljeniji je zeaksantin (2,65-2,91 mg/100 g), a manje su zastupljeni  $\beta$ -karoten, kriptoksantin i lutein. Od svih analiziranih uzoraka ulja, ulje sjemenki bundeve u ovom istraživanju sadržavalo je najveće količine  $\beta$ -karotena [70].

Iz sjemenki bundeve izolirani su proteini MAP2 (*Microtubule-associated protein 2*) i MAP4 (*Microtubule-associated protein 4*) koji inhibiraju rast stanica leukemije K-562, dok ostali pronađeni proteini inhibiraju proliferaciju melanoma. Iz bundeve su izolirane i mnoge antimikrobne komponente, dok bučino ulje inhibira razne sojeve bakterija poput *Acinetobacter baumannii*, *Aeromonas veronii*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella enterica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* i *Staphylococcus aureus* [71].

Konzumacijom bundeve može se smanjiti razina glukoze u krvi, dok se u eksperimentima na štakorima pokazala (uz sjemenke lana) korisnom u sprječavanju dijabetesa. Bundeve su pokazale hipoglikemijsku aktivnost u eksperimentima na kunićima i kod pacijenata s dijabetesom tipa 2. Njene fenolne bioaktivne komponente imaju antidijabetske učinke jer inhibiraju  $\beta$ -glukozidazu i  $\alpha$ -amilazu. Također imaju hipotenzivne učinke koji se ostvaruju inhibicijom enzima angiotenzina I. Protein vezan na polisaharid iz bundeve može povećati razinu serumskog inzulina, smanjiti razinu glukoze u krvi i poboljšati toleranciju glukoze u dijabetičnih životinja. Dalje, ekstrakti polisaharida bundeve povećavaju jetrenu aktivnost superoksid dismutaze i glutation peroksidaze, a smanjuju koncentraciju malonaldehida u mišjem serumu [71].

#### 4.1.7. Citrusi

Citrusi pripadaju porodici *Rutaceae* sa svjetskom godišnjom proizvodnjom od oko 123 milijuna tona za 2010. godinu [72]. Najpoznatiji predstavnici citrusa su limun (*Citrus limon*), limeta (*Citrus latifolia*), mandarina (*Citrus reticulata Blanco*), klementina (*Citrus clementina*), naranča (*Citrus sinensis*), grejp (*Citrus paradisi*), pomelo (*Citrus maxima Burm. Merr.*) i tangerina (*Citrus tangerina Hort. Ex Tanaka*) [73]. Citrusi sadrže značajnu količinu flavonoida kojima se pripisuju hipolipidemijska, hipoglikemijska, protuupalna i antioksidacijska svojstva [74].

Ukupni sadržaj fenola, flavonoida, vitamina C i antioksidacijskih komponenata veći je u kori limuna, naranče i grejpa nego u njihovoj pulpi ili sjemenkama. Kora grejpa ima najveću koncentraciju ukupnih fenola (77,3 mg GAE/g) naspram limuna (49,8 mg GAE/g) i naranče (35,6 mg GAE/g). Nasuprot tome, kora naranče sadrži najveće količine flavonoida (83,3 mg ekvivalenta katehina/g) i vitamina C (110,4 mg/100 g) u odnosu na limun i grejp [75]. Slatke naranče (*Citrus sinensis L.*) su bogat izvor flavanona, a najprisutniji hesperidin odgovoran je za mnoge pozitivne zdravstvene učinke. Ostali spojevi koji pridonose zdravlju uključuju narirutin, fenolne kiseline i flavonole. Svi ovi spojevi imaju antioksidacijska, protuupalna svojstva i štite kardiovaskularni sustav [76].

Song i sur. odredili su koncentracije po gramu SuM ukupnih karotenoida, flavonoida i fenolnih spojeva u sedam uzoraka citrusa (*Miyagawa Wase* uzgajana u zatvorenom i na polju, *Setoka*, *Kanpei*, *Kiyomi*, *Shiranuhi* i *Fortunella japonica*). Najveće količine identificirane u sorti *Setoka* navedenim

redom iznosile su 3,53 µg, 4,50 µg i 6,29 mg, a najniže u *Fortunella japonica* u koncentracijama od 0,75 µg, 1,97 µg, 1,26 mg [77]. Pulpa limuna u usporedbi s pulpom naranče i grejpa ima najveći antioksidacijski potencijal (4480 vs. 2111 vs. 1111 nmol/mL), kao i kora limuna u usporedbi s korom naranče i grejpa (6720 vs. 3183 vs. 1667 nmol/mL) [78, 79].

Glavni flavanoni pronađeni u kori limuna i naranče su neoeriocitrin, naringin i neohesperidin [78]. Jestivi dio mandarine čini 74 % ploda i vrijedan je izvor vitamina C, karotenoida, fenolnih spojeva, šećera, organskih kiselina, aminokiselina, pektina, minerala i hlapljivih organskih spojeva. Najčešći spoj prisutan u eteričnom ulju mandarina je limonen, a slijede ga β-mircen, 3-karen, α-pinen i drugi [80].

Preporučeni dnevni unos vitamina A i C može se ostvariti konzumacijom približno 4 ploda mandarine. Vitamina C najviše doprinosi antioksidacijskom kapacitetu ploda mandarine i čini 80,5 %, a njegova koncentracija varira između 21,19 i 29,80 mg/100 mL. Udio ukupnih karotenoida određen je u rasponu od 25 do 300 µg/g u kori, te od 10 do 40 µg/g u pulpi. Karotenoid β-kriptoksantin odgovoran je za narančasto-žutu boju mandarina, a najveća koncentracija nalazi se u pulpi (55 %), dok u kori čini 19 % udjela. U pulpi su od ostalih spojeva zastupljeni zeaksantin (13 %), a u kori fitoen (44 %) i violaksantin (19 %). Mandarine su dobar izvor fenolnih komponenata (47,1-78,7 mg GAE/g). Najzastupljenije flavonoide čine flavanoni, a najznačajniji flavanoni prisutni u mandarinama su hesperidin, narirutin, neoponcirin, didimin, eriocitrin i izorhoifolin. Za gorak okus odgovorni su limonin i nomilin. Nadalje, dobar su izvor kalija (1340-1668 mg/L), fosfora (58,5-155,6 mg/L) i magnezija (61,0-89,3 mg/L).

Tijekom upalnih procesa u stanici se oslobađaju upalni medijatori koji induciraju stanični stres (npr. citokini i proupalni enzimi), a koji uključuju COX-2, NO, te reaktivne oblike kisika i dušičnog oksida. Taj stres se asocira s kroničnim upalama u brojnim bolestima poput dijabetesa, kardiovaskularnih i neurodegenerativnih bolesti, alkoholne bolesti jetre i kronične bolesti bubrega. Osim toga, sinefrin je fenolni amin, prisutan u mandarinama i narančama te odgovoran za vazokonstrukciju, povišeni krvni tlak i opuštanje bronhijalnog mišića. Također, može smanjiti udio masti stimulacijom lipolize i povećanom termogenezom [80].

Sorta naranče Lempso pokazala je poboljšana antioksidacijska svojstva u odnosu na ostale vrste citrusa, te sadrži veće količine flavanona i antocijana. Ekstrakt polifenola citrusa testiran je na staničnoj liniji makrofaga miša pri upalnom stanju. Dobiveni rezultati pokazuju protuupalna i antioksidacijska svojstva. Dolazi do inhibicije oslobađanja citokina, NO, COX-2 i iNOS. Inhibicija ovih proupalnih faktora povezana je s inhibicijom nuklearnog faktora kB (NF-kB). Što se tiče

antioksidacijskih svojstava dolazi do inhibicije oslobađanja reaktivnih oblika kisika i aktivacije Nrf-2 u makrofagima [72].

## 5. Konvencionalna (termalna) i netermalna prerada voća i povrća

Najrašireniju preradu voća i povrća predstavlja proizvodnja voćnih sokova. Ultrafiltracija je najkorištenija metoda razdvajanja kod proizvodnje sokova temeljena na konceptu membranske permeabilnosti. Odvajanje komponenata postiže se pri niskoj temperaturi i uz mali utrošak energije, dok sok proizveden ultrafiltracijom ima duži rok trajanja zbog odvajanja pektina [81].

Termalna pasterizacija se često koristi za inaktivaciju mikroorganizama iako ima negativne učinke na nutritivnu i senzorsku kvalitetu voćnih sokova [82] pri čemu može negativno utjecati na stabilnost vitamina, pigmenata, polifenola i drugih bioaktivnih spojeva [83]. Suprotno tome, sve više istraživanja je usmjereno na primjenu netermalnih tehnologija kao alternativa pasterizaciji jer je promjenom ovih tehnologija osigurana mikrobiološka stabilnost, a utjecaj na narušavanje kvalitete proizvoda sveden je na minimum. No, za evidentirane su brojne prepreke za masovno uvođenje ovih tehnologija u industriju (npr. ekonomski aspekt) [84]. Interes za proizvodnju i/ili obradu voćnih sokova primjenom netermalnih tehnologija raste uslijed povećanja zahtjeva potrošača za konzumacijom svježih i kvalitetnijih prehrambenih proizvoda [53]. Nekonvencionalne metode, poput obrade visokim tlakom, ultrazvukom, pulsirajućem električnim poljem, mikrovalovima, hladnom plazmom i dr. pokazale su i veliki potencijal za ekstrakciju, sterilizaciju, sušenje i koncentriranje, bilo samostalno ili u kombinaciji s konvencionalnim termalnim metodama. Takve tehnologije mogu smanjiti vrijeme obrade i temperaturu, poboljšati učinkovitost procesa, minimalizirati gubitke nutritivnih komponenti i smanjiti potrošnju energije [85].

U proizvodnji soka veliki problem za zdravstvenu ispravnost proizvoda predstavljaju bakterije, poput *Listeria monocytogenes*, koje mogu preživjeti pri niskim temperaturama u kontroliranim uvjetima pakiranja. Do njihove inaktivacije dolazi uslijed termalne obrade, no to rezultira već navedenim negativnim učincima na kvalitetu. Kao inovativna netermalna alternativa koristi se obrada visokim tlakom, obzirom je dokazano da ova tehnologija osigurava mikrobnu inaktivaciju, dobru stabilnost proizvoda te kontrolira aktivnost nepoželjnih enzima [86] (polifenoloksidaza i peroksidaza) uz minimalan utjecaj na teksturu, boju i aromu [87].

Plijesan *Penicillium expansum* proizvodi mikotoksin patulin, čest kontaminant u jabukama i njihovim proizvodima. Često se nalazi u jabučnom soku jer dobro podnosi toplinu u kiselim uvjetima. Ispitan je utjecaj procesiranja pomoću ozona na smanjenje patulina te status fenola i organskih kiselina u jabučnom soku. Udio patulina u soku od jabuke ovisio je o vremenu ozoniranja. Nakon 15 minuta postupka udio patulina smanjen je za 75,36 % tj. na 50 µg/L, što je u dozvoljenim granicama

propisanim od WHO-a, a nakon dodatnih 30 min nije ga se više moglo detektirati. Nasuprot tome, povećanjem vremena ozoniranja smanjivao se udio fenolnih spojeva i organskih kiselina, dok se nakon 10 minuta tretiranja koncentracija istih smanjila za nešto više od polovice početne vrijednosti [88]. Nadalje, utjecaj obrade visokim tlakom ispitan je na jabukama sorte Zlatni Delišes, a ovisio je o području rasta, uvjetima u kojima se provodi postupak i tipu otapala korištenog pri ekstrakciji. Jabuke koje su uzgajane na području Španjolske i obrađene primjenom visokog tlaka pri 400 MPa/35 °C/5 min sadržavale su povećanu količinu ukupnih flavonola i to za 30 %, dok su jabuke uzgajane na području Italije pri 600 MPa/35 °C/5 min sadržavale povećane koncentracije ukupnih flavonola (75 %), hidrokisicinamičnih kiselina (29 %), flavan-3-ola (58 %), dihidrohalkona (63 %) i fenolnih komponenti (54 %) [86].

Oko 50 % borovnica prerađuje se u sok i druge proizvode kao što su džem i pire [89]. Sok od svježje borovnice tretiran pulsirajućim električnim poljem (PEP) sadržavao je veće razine vitamina C, antocijana, ukupnih fenola i bolje karakteristike boje u usporedbi sa sokom tretiranim toplinskim postupkom pri 95 °C/15 s (High Temperature Short Time, HTST). Također, PEP uzorci su imali bolji okus, tj. bolje su zadržali komponente arome [89]. Ekstrakti borovnice, kupine, brusnice i grožđa sadrže antioksidacijske polifenole koji mogu biti korisni za zamjenu ili smanjenje sintetskih aditiva u mesnim proizvodima [90, 91]. Tako osim što imaju povoljni učinak na zdravlje, korisni su i za stabilizaciju mesnih proizvoda prilikom prerade [92].

Nar se najčešće konzumira kao svjež ili u obliku soka. Netermalne tehnologije koje se koriste za proizvodnju soka od nara uključuju ultraljubičasto zračenje, visoki hidrostatski tlak, PEP, ultrazvuk i hladnu plazmu [53]. Povećanje vremena i temperature prilikom termalnog procesiranja uzrokuje značajno smanjenje ukupne koncentracije antocijana u koncentratu soka od nara, dok se ukupna koncentracija fenola i antioksidacijska aktivnost nisu značajno smanjili. Pri temperaturi od 121 °C kroz 15 minuta udio ukupnih fenola u koncentratu bijelog i crvenog soka od nara povećan je za 7,23 % i 8,24 %, dok se udio ukupnih antocijana smanjio za 75,65 % i 71,67 %. Mogući razlog povećanja ukupnih fenola može biti oslobađanje elaginske kiseline iz molekule elagitanina tijekom termičke obrade. Moguće primjene u industriji uključuju koncentrat bijelog i crvenog soka od nara i praškasti ekstrakt kore nara koji mogu poslužiti za odgađanje procesa oksidacije u mesnim proizvodima (npr. telećoj šunki) i time produljiti rok trajanja. Dalje, ekstrakt kore nara značajno je smanjio rast *Staphylococcus aureus* u piletini tijekom hladnog skladištenja [93].

Plod češnjaka (Slika 6.) se najčešće koristi kao hrana ili začim u mnogim zemljama svijeta [57, 58]. Do stvaranja biološki važnih OSS-a dolazi pri povećanoj izloženosti kisiku uslijed rezanja, guljenja, drobljenja, usitnjavanja, blanširanja i prženja ploda. Spoj odgovoran za tipičan oštar miris češnjaka tako nastaje nakon što enzim alinaza katalizira stvaranje sulfenskih kiselina iz alina u nestabilne

tiosulfinate kao što je alicin [94]. Svi ovi navedeni procesi degradiraju i mijenjaju efektivnost, strukturu i sadržaj OSS-a. Istodobno, prema nekim podacima kuhanje i prženje smanjuje sadržaj fenolnih i OSS-a, te antioksidacijsku aktivnost, dok prema drugim studijama ovaj tip obrade nema utjecaja. Najpoželjnije je kuhati zdrobljeni češnjak zbog formiranja OSS-a i ublaženog smanjenja sadržaja tiosulfinata. Kod termičke obrade, najveći gubitak ukupnih fenola zapažen je pri blanširanju naspram drobljenju i prženju češnjaka. Nasuprot tome, prženje je uzrokovalo najveći gubitak ukupnih fenolnih kiselina, dok je značajno smanjenje OSS-a (pretežito alicina), nastalo u uvjetima



**Slika 6.** Plod češnjaka [2]

blanširanja i prženja. Izmjereni gubitci ukupnih fenola nakon 10 minuta za drobljeni, prženi i blanširani češnjak iznosili su slijedom 31,8 %, 38,5 % i 44,92 %, dok su gubitci ukupnih fenolnih kiselina za te iste tretmane iznosili 48,22 %, 60,89 % i 39,78 %. U zaključku, drobljenje se pokazalo kao najbolja metoda za očuvanje sadržaja fenola i OSS-a [57]. Zbog svega navedenoga, povrće koje sadrži OSS kao što je češnjak, trebalo bi prerađivati putem

netermalnih tehnologija, budući da su to termički nestabilni spojevi. Nove tehnologije pokazuju potencijal u poboljšanju stabilnosti i boljem ekstrakcijskom prinosu OSS-a.

Plodovi kaktusa *O. ficus-indice* se koriste za proizvodnju sokova, džemova i sladoleda pri čemu se sjeme izdvaja iz pulpe. Time se omogućava provedba tehnoloških postupaka za ekstrakciju ulja iz sjemenki ploda koji značajno utječu na njegovu bioaktivnost. Na primjer, ulja dobivena ekstrakcijom pomoću ultrazvuka sadržavala su manje koncentracije bioaktivnih tvari i antioksidansa od ulja dobivenih konvencionalnom Soxhlet aparaturom, dok postupak ekstrakcije nije značajno utjecao na udio masnih kiselina [95]. Tablica 1. daje kratki pregled sastava sjemenki dviju sorti *O. ficus-indice* (Sanguigna i Surfarina).

**Tablica 1.** Sastav sjemenki dvije sorte *O. ficus-indice* (Sanguigna i Surfarina) ovisno o tipu ekstrakcije [95]

Parametar	ULTRAZVUK		SOXHLET APARATURA	
	Sanguigna	Surfarina	Sanguigna	Surfarina
Ulje (g/100g sjemenki)	5,4	5,6	9,3	9,5
$\gamma$ -tokoferol ( $\mu\text{g/g}$ ulja)	153,2	102,9	518,6	344,5
Ukupni karotenoidi (mg/kg)	7,8	7,6	8,4	8,2

Plod bundeve se može preraditi u sok, sušene i smrznute proizvode te pire [87]. Tako se može konzumirati i u obliku juhe, deserata i kao dodatak za jogurt. Obzirom da prerađena bundeva nije široko dostupna na tržištu, njenoj komercijalizaciji pomaže sušenje, konzerviranje i smrzavanje nakon blanširanja, a kako bi se inaktivirali enzimi. Na primjer, pri temperaturi većoj od 75 °C bundevina peroksidaza gubi svoju aktivnost [96]. Inače, svježa bundeva je osjetljiva na mikrobnog i enzimsko kvarenje, jer je mikrobiološki nestabilna čak i pri niskim temperaturama, npr. temperature u hladnjaku. U smislu prerade, bundevu je najkorisnije prerađivati netermalnim tehnikama, jer se tako očuva znatno veći sadržaj karotenoida i fenolnih spojeva tijekom skladištenja. Primjerice, u pireu bundeve obrađenim visokim tlakom od 400-600 MPa određeno je više bioaktivnih spojeva u usporedbi s termički obrađenim uzorcima [87]. Tehnologija poput PEP-a umjerenog intenziteta povećala je sadržaj karotenoida u pireu bundeve uz slabo povećanje ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti, iako nije smanjila broj mikroorganizama. Koncentracija karotena u pireu bundeve najbolje je sačuvana postupkom toplinske sterilizacije uz uporabu visokog tlaka. Odabrana su dva uvjeta u kojima je postupak proveden: visoka pasterizacija (900 MPa/5 min/ $T_{\text{Početna}}=36,7\text{ °C}$  i  $T_{\text{Konačna}}=58\text{ °C}$ ) i sterilizacija (900 MPa/3 min/ $T_{\text{Početna}}=101\text{ °C}$  i  $T_{\text{Konačna}}=121\text{ °C}$ ). Postupak je izmijenio izvornu boju pirea te ostavio aktivnim enzim polifenol oksidazu. Nadalje, smanjio se i broj mikroorganizama ispod granica detekcije uz inaktivaciju spora, što je bitno za očuvanje kvalitete pirea pri skladištenju na sobnoj temperaturi. Nasuprot tome, prilikom postupka pasterizacije dolazi do smanjenja ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti u pireu, dok ih postupak sterilizacije povećava u odnosu na tradicionalne termalne tehnologije [83].

Endokarp mandarine čini pulpa koja je najvažniji dio za proizvodnju soka, dok se cijeli plodovi mogu koristiti u proizvodnji želea, eteričnih ulja, kolača i slatkiša. Eterična ulja kore mandarine mogu se koristiti za aromatiziranje bombona, bezalkoholnih pića, sladoleda, konditorskih i pekarskih proizvoda. Mandarine su manje postojane u odnosu na druge citrusne, te ih je potrebno pravilno skladištiti nakon berbe. Tijekom prerade u sok različitih sorti mandarina, koncentracija vitamina C se smanjuje od uobičajenih 25,4-49,3 mg/100 g SM na raspon od 15-50 mg/100 mL [80]. Što se tiče karotenoida,  $\beta$ -kriptoksantin dominantan je u svježim plodovima kao i u soku mandarine (10,7 mg/mL). Slijedi ga  $\beta$ -karoten (1,6 mg/mL) i violaksantin (1,39 mg/mL). Nakon prerade oko 50 % ploda ostaje neiskorišteno i odbačeno kao otpad [97]. Od ostalih citrusa, sok od limuna predstavlja dobar izvor ukupnih fenola (151,7 mg/100 mL) i flavonoida (20,8 mg/100 mL). Najpoznatiji sok citrusa je sok od naranče, koji tretiran PEP-om zadržava više stabilnih flavonoida, fenolnih kiselina i bolja senzorska svojstva od uzoraka tretiranih termalnim tehnologijama [89].



## 6. Nusproizvodi kao sirovina u prehrambenoj industriji

U današnje vrijeme sve se više pažnje pridaje preradi nusproizvoda voća i povrća zbog potencijalnog izvora fitokemikalija i pigmenata [98]. Nusproizvodi mogu biti jeftine i lako dostupne sirovine s bioaktivnim tvarima, a korisne za prehrambenu i farmaceutsku industriju, tim više jer je koncentracija ukupnih fenola veća u ostacima nakon prerade, kao što su sjemenke i kora. Takve sirovine se mogu koristiti za proizvodnju funkcionalne hrane ili nutraceutskih proizvoda (*eng. nutraceuticals*) [99].

Najčešći nusproizvod voća čini voćna komina i nastaje kao ostatak nakon ekstrakcije soka, a čini oko 20-25 % mase svježeg voća. Što se tiče povrća, nusproizvodi se obično sastoje od lišća, kore i komine. Od ukupne svjetske proizvodnje jabuka, njih 20-40 % se koristi za ekstrakciju soka, a otpad čini komina jabuke [100]. Glavni nusproizvod tijekom prerade soka od naranče (45-60 %) i mrkve (30-50 %) također čini komina. Prah dobiven od otpada navedenog voća i povrća može se dodati u bezglutenske kolačiće tijekom proizvodnje kao zamjena za rižino brašno i time povećati udio prehrambenih vlakana, proteina, pepela i šećera u proizvodu. Pokazano je da ovakav tip obogaćivanja proizvoda nije imao značajan utjecaj na specifični volumen i ostale karakteristike kvalitete. Najbolje rezultate dao je kolačić obogaćen prahom komine naranče te se kao takav može koristiti za proizvodnju bezglutenskih kolačića, a uz povećanje količine prehrambenih vlakana za potrošače [101]. Daljnji primjer predstavljaju antioksidansi ekstrahirani iz kupusa i kore banane koji se mogu koristiti za smanjenje oksidacije lipida u ribljim proizvodima i time produžiti njihovu trajnost. Ovdje fenolni antioksidansi ulaze u reakcije sa lipidperoksi- i lipidoksi- slobodnim radikalima sprječavajući daljnju lipidnu oksidaciju [102].

Polovica mase citrusa čini otpad koji se može iskoristiti za obogaćivanje stočne hrane, dodatak vlakana u konditorske proizvode, ekstrakciju mikro- i makronutrijenata, proizvodnju organskog gnojiva, bio ulja, eteričnog ulja i etana. Ovim mogućnostima ne samo da se izbjegava onečišćenje okoliša, već se doprinosi i ekonomskom profitu industrije [103].

Kora indijske kruške čini 60 % ploda i važan je izvor ugljikohidrata, polinezasićenih masnih kiselina i antioksidansa, poput tokoferola, te vitamina C i E. Brašno indijske kruške može se koristiti kao funkcionalni sastojak zbog svojih fermentirajućih i antioksidacijskih svojstava te visokog sadržaja prehrambenih vlakana. Bakterije mliječne kiseline koje su tijekom rasta koristile brašno indijske kruške kao izvor ugljika proizvodile su veće količine organskih kiselina u usporedbi glukoze [104].

Korištenje nusproizvoda nara za stočnu ishranu može dovesti do poboljšanja kvalitete mesa peradi, obzirom se udio proteina i minerala u prsima peradi povećao uz smanjenje kolesterola [105]. Jedan od nusproizvoda bundeve čini djelomično odmašćeno brašno njenih sjemenki koje su dobar

izvor bioaktivnih tvari, osobito vlakana (26,64 % suhe tvari, s.tv.). Samo 100 g ovog nusproizvoda osigurava više od preporučenog dnevnog unosa makro- i mikronutrijenata kao što su željezo (87,80 mg), magnezij (697 mg), mangan (8,20 mg), bakar (2,30 mg), cink (11,5 mg) i četvrtinu dnevnih potreba kalija (1290 mg). Takvo brašno može se uključiti u prehranu kao što je funkcionalna hrana [106].

Prah dobiven od nusproizvoda prerade luka predstavlja nisko kaloričnu funkcionalnu sirovinu zbog niskog sadržaja lipida (1,34 g/100 g s.tv.) koja je pogodna za proizvodnju hrane. Zanimljiv je izvor fruktana (9,04 g/100 g s.tv.), fruktooligosaharida (2,76 g/100 g s.tv.) i inulina (2,41 g/100 g s.tv.) koji imaju prebiotičke učinke. Osim toga, udio topljivih i netopljivih prehrambenih vlakana, ukupnih fenola i flavonoida redom je iznosio 9,21, 60,52 g/100 g s.tv., 41,04 mg GAE/g s.tv. i 20,44 mg QE/g s.tv., dok se kvercetin, kao glavni flavanoid u luku, nalazio u koncentraciji od 356,77 mg/100 g s.tv. [107].

Koncentracije ukupnih fenola određene su u kori nekih vrsta sirovina poput: manga (22,95 mg GAE/g), ljuskaste anone (17,77 mg GAE/g), kineske masline (13,16 mg GAE/g), gloga (12,66 mg GAE/g), te perikarpa longana (10,92 mg GAE/g). Među sjemenkama, najveće koncentracije polifenola prisutne su u sjemenkama grožđa (22,95 mg GAE/g), a slijede ga sjemenke longana (13,58 mg GAE/g), žižule (9,00 mg GAE/g), avokada (8,39 mg GAE/g) i manga (7,54 mg GAE/g). Najjaču antioksidacijsku aktivnost pokazali su avokado, bokvica, borovnica, kineska maslina, grožđe, guava, glog, longan, mango, karambola, ljuskasta anona i žižula [108]. Tablica 2. prikazuje popis bioaktivnih spojeva koji se nalaze u industrijskom organskom otpadu (nusproizvodu) određenih vrsta voća i povrća.

Glavni nusproizvod banane čini kora (40%) od koje se može proizvoditi brašno. Donedavno, kora se smatrala organskim otpadom, a u novije vrijeme koristi se za proizvodnju brašna sušenjem u pećnici, raspršivanjem, liofilizacijom, primjenom ultrazvuka, pulsni vakuumskih pećnica i mikrovalova. Kora i pulpa banane predstavljaju izvor fenola, karotenoida, flavonoida, biogenih amina, fitosterola, minerala, prehrambenih vlakana i drugih fitokemikalija, a imaju veću antioksidacijsku aktivnost od nekih vrsta voća i povrća [109]. Kora banane sadrži veći udio prehrambenih vlakana, pepela, lipida, proteina i fenolnih spojeva, a zelena kora banane veći udio karotenoida od same pulpe. Također, sadrži 5 puta veće koncentracije galokatehina, dok ekstrakt kore banane bolje inhibira lipidnu oksidaciju u odnosu na pulpu. Zanimljiv je podatak da dodatak brašna od banane u kruh, kolače i tjesteninu nije negativno utjecao na njihova teksturalna svojstva [109].

Brašno dobiveno postupcima liofilizacije i drugim tehnikama sušenja sadržava povećane koncentracije fenolnih kiselina, toplinski osjetljivih vitamina i minerala u usporedbi s tradicionalnim

metodama sušenja, kao što su sušenje vrućim zrakom ili solarno. Brašno od banane može se upotrebljavati za izradu funkcionalne hrane, te kao jeftini izvor antioksidansa, dok ekstrahirani pektin može predstavljati alternativni izvor komercijalnog pektina. Osim toga, mogu se proizvesti i materijali kao što su adsorbenti anionskih boja i teških metala ili se koristiti u proizvodnji bioetanola, celuloznih nanovlakana i za obnavljanje fenolnih spojeva [109].

**Tablica 2.** Bioaktivni spojevi prisutni u industrijskom otpadu voća i povrća [99, 110, 111]

Izvor	Industrijski otpad	Bioaktivni spojevi
Avokado	Kora i koštica	Epikatehin, katehin, cijanidin-3-glukozid, galna, klorogenska
Citrusi	Kora	Hesperidin, naringin, eriocitrin, narirutin
Grožđe	Pokožica i sjemenke	Proantocijanidini, kvercetin-3-o-glukuronid, rezveratrol, fenolne kiseline: kumarinska, kafeinska, ferulinska, klorogenska, cimeta, neoklorogenska, <i>p</i> -hidroksibenzojeva, protokatehinska, vanilinska i galna
Guava	Koža i sjemenke	Katehin, cijanidin-3-glukozid, galangin, kampferol, galna i homogentisična kiselina
Šipak	Kora i perikarp	Galna kiselina, cijanidin-3,5-diglukozid, cijanidin-3-glukozid, delfinidin-3,5-diglukozid
Mrkva	Kora	Fenoli (fenolne kiseline (5-kafeoilkina, 3,5- i 3,4-dikafeoilkina, 5-feruloilkina kiselina), antocijani (cijanidin-3-latirozid, cijanidin-3- $\beta$ -D-glukopiranozid), $\beta$ -karoten
Krastavac	Kora	Klorofil, feofitin, felandren, kariofilen
Krumpir	Kora	Galna, kafeinska i vanilinska kiselina
Rajčica	Pokožica	Karotenoidi (fitoen, fitofluen, lutein, likopen, $\beta$ -karoten)
Kokos	osušena ljuska	4-hidroksibenzojeva i ferulinska kiselina
Badem	Ljuska	4- <i>O</i> -kafeoilkina, 3- <i>O</i> -kafeoilkina i klorogenska kiselina

## 7. Strategije za postizanje pravilne prehrane

Kako bi se podigla svijest o povoljnim učincima zdravog načina prehrane potrebna je promocija edukacije iz područja nutricionizma [112]. Pod pravilnom prehranom podrazumijeva se povećana konzumacija voća i povrća, a smanjen unos hrane i pića bogatih šećerom, te sve ono što je povezano sa zdravom tjelesnom masom populacije. Nasuprot tome, neadekvatna prehrana dovodi do pojave pretilosti i dijabetesa tipa 2, metaboličkog sindroma te drugih morbiditeta povezanih s nepravilnim unosom energije [113]. Korištenje neparticipativnih i nestimulirajućih metoda promocije nutritivne edukacije, kao što su predavanja i prezentacije, rezultiraju ograničenim učinkom ili neuspjehom u postizanju edukativnih ciljeva. Nasuprot tome, strategija aktivnog pristupa ima potencijal za promjenu prehrambenih navika kod ciljane populacije. Na primjer, kod mlade populacije se to može postići poticanjem kritičkog razmišljanja i vlastitog rasuđivanja o predstavljenim temama.

Nadalje, edukativne aktivnosti vezane uz prehranu moraju biti atraktivno predstavljene, budući da adolescenti u današnje vrijeme žive u kompjuteriziranom, dinamičnom i vizualno atraktivnom okruženju. Stoga, strateški alat predstavljaju vizualni prikazi koji privlače pozornost na zdravstveno obrazovne materijale. Ti prikazi uključuju fotografije i modele hrane izrađene od plastike ili sličnog materijala, te slike popraćene opisima ili slikovnim znakovima kako bi se probudila znatiželja i potaknula rasprava o sadržaju. Također, socijalni marketing je učinkovita strategija za postizanje zdravih navika kao i promoviranje zdravih načina života putem mobilnih aplikacija [114].

Mobilne aplikacije mogu predstavljati učinkovitu strategiju za promicanje i poboljšanje zdravlja u općoj populaciji. Na tržištu postoji mnogo takvih aplikacija među kojima su *Mobile food record*, *SoSu-life*, *eBalance*, *My Meal Mate* itd. Pomoću njih moguće je pratiti dnevni unos voća i povrća, pića zaslađenih šećerom, tjelesnu masu, idealnu tjelesnu masu, opseg struka i bokova, tlak, broj koraka itd. Zdrave navike populacije poboljšale su se korištenjem takvih aplikacija [115]. Osim toga u Brazilu je dostupna mobilna kartaška igra u kojoj se karte razlikuju po boji predstavljajući pravilnu i nepravilnu prehranu, obroke i prehrambene navike. Skupina adolescenata koja je podvrgnuta edukaciji o principima pravilne prehrane, klasifikaciji hrane, važnosti čitanja etiketa i slikovnih prikaza zdravih i nezdravih obroka (uključujući sadržaj šećera, soli i masti) 2,5 puta je imala veće znanje o prehrambenim proizvodima od kontrolne skupine. Također, ta grupa je povećala tjednu konzumaciju sirovog ili kuhanog povrća, a smanjila konzumaciju gaziranih pića za 64% [112].

Vlada i javni zdravstveni dužnosnici posvećuju sve veću pažnju održivim sustavima hrane i održivoj prehrani kao strategiji za promicanje i zaštitu zdravlja ljudi i planeta. Održiva prehrana definira se kao ona koja potiče zdravlje te osigurava obnovljive izvore hrane za sadašnje stanovništvo i za buduće generacije. U tom kontekstu iskorištavanje otpada od prerade voća i povrća osigurava obnovljive izvore ekonomičnih sirovina s potencijalom za proizvodnju ekonomski pristupačne i nutritivno vrijedne hrane za širu populaciju. Slično tome, unaprjeđenje tehnologija prerade i proizvodnje (funkcionalne) hrane temeljem usavršavanja i implementiranja održivih tehnologija (npr. visoki hidrostatski tlak, elektrotehnologije, ultrazvuk i druge) potencijalno omogućuje sniženje troškova proizvodnje (npr. manji trošak energije) uz povećanje nutritivne vrijednosti hrane te njene zdravstvene ispravnosti [116].

Veliki utjecaj na izbor prehrambenih namirnica imaju mediji i razni oglašivači čiji interes ima težište na ekonomskom profitu. Tako zbog velikog broja dezinformacija vezanih za pravilnu prehranu, važan alat predstavljaju službeni vodiči za hranu koji pružaju upute u institucijama poput škola, bolnica i zatvora te široj populaciji. Također, naglašava se strateška važnost uloge roditelja da educiraju svoju djecu o medijskom promoviranju nezdrave hrane [117]. Roditelji imaju bitnu ulogu

obzirom da pripremaju obroke i osiguravaju namirnice u kućanstvu. Tako bi pozitivan edukativni utjecaj na njih doveo i do povećane konzumacije voća i povrća među njihovom djecom [113].

Javno-političke institucije bi trebale imati ovlasti kojima bi mogle riješiti problem štetnog marketinga i promoviranja nezdrave hrane koja utječe na zdravlje. Na primjer, mogao bi se nametnuti porez na nezdravu hranu kako bi se negativno motiviralo potrošače na njihovu kupnju zbog povećane cijene. Trebalo bi ograničiti oglašavanje nezdravih proizvoda na televiziji, zabraniti emitiranje oglasa u programima čiju publiku čine većinom djeca i smanjiti broj minuta po satu emitiranja dopuštenih oglasa [117].

## **8. Zaključak**

Nizak postotak konzumacije voća i povrća danas predstavlja veliki problem u svijetu. 75 % populacije dnevno konzumira manje količine voća i povrća od preporučenih. U većini zemalja prema prehrambenim smjernicama preporučuje se svakodnevna konzumacija voća i povrća od 400 g tj. 5 serviranja.

Voće i povrće je potrebno konzumirati zbog sadržaja različitih bioaktivnih tvari koje djeluju vrlo povoljno na ljudsko zdravlje u vidu prevencije i ublažavanja simptoma bolesti te smanjenja rizika od nezaraznih kroničnih bolesti. Konzumacijom 600 g voća i povrća dnevno može se smanjiti rizik od koronarnih bolesti srca i moždanih oboljenja.

Opisane vrste voća i povrća (jabuka, bobičasto voće, nar, luk, indijska smokva, bundeva i citrusi) imaju veliki spektar zaštitnih učinaka među kojima su posebno značajni antikancerogeni, protuupalni, citoprotektivni, antimikrobni itd., dok isti ovise o biljnoj vrsti te udjelu i sastavu bioaktivnih spojeva koje sadrže. Stoga je potrebno promovirati i educirati sve segmente populacije o povećanoj konzumaciji voća i povrća.

Voće i povrće se najčešće prerađuje u voćne sokove, te se u obradi koriste termalni postupci poput pasterizacije koji značajno mogu narušiti kvalitetu gotovog proizvoda u smislu udjela i sastava bioaktivnih spojeva. Stoga se sve više prednost daje primjeni netermalnih tehnologija, koje u kraćem vremenu obrade uz niže temperature osim zdravstvene ispravnosti mogu i pozitivno utjecati na stabilnost bioaktivnih spojeva te tako osigurati proizvodnju hrane koja će populaciji osigurati dostatan unos bioaktivnih spojeva.

Nusproizvodi zaostali nakon prerade voća i povrća predstavljaju vrijedan izvor različitih bioaktivnih spojeva koji se najčešće izoliraju primjenom toplinskih i/ili netoplinskih postupaka ekstrakcije te se mogu naknadno upotrebljavati u proizvodnji funkcionalne hrane.

Zaključno, pravilna prehrana temelji se na povećanom unosu voća i povrća, a smanjenom unosu šećera, masti i soli. Mediji i razni oglašivači imaju negativan utjecaj na prehrambene navike opće populacije. Vlada i vladine organizacije mogu pomoći u promoviranju prehrane, ograničiti prikazivanje „nezdrave“ hrane putem medija i povećati porez na istu. Kao dobri alati u poboljšanju prehrambenih navika pokazale su se mobilne aplikacije, slikovni prikazi i socijalni marketing. Veliku ulogu imaju i roditelju u usmjeravanju svoje djece kako se hraniti, što izbjegavati i osigurati prisutnost „zdravih“ namirnica u domu.

## Popis literature

1. Pixabay (2013) Granada frutas. <<https://pixabay.com/es/photos/granada-frutas-ex%C3%B3ticas-frutas-3383814/>> Pristupljeno 29.4.2019.
2. Publicdomainpictures (2019) Garlic. <<https://www.publicdomainpictures.net/en/view-image.php?image=29054&picture=garlic>> Pristupljeno 29.4.2019.
3. Gray M. S., Wang H. E., Martin K. D., Donnelly J. P., Gutiérrez O. M., Shikany J. M., Judd S. E. (2018) Adherence to Mediterranean-style diet and risk of sepsis in the REasons for Geographic and Racial Differences in Stroke (REGARDS) cohort. *British Journal of Nutrition* **120**: 1415–1421.
4. WHO (2019) Increasing fruit and vegetable consumption to reduce the risk of noncommunicable diseases. WHO – World Health Organization, <[https://www.who.int/elena/titles/fruit\\_vegetables\\_ncds/en/](https://www.who.int/elena/titles/fruit_vegetables_ncds/en/)> Pristupljeno 4.7.2019.
5. Krishnaswamy K., Gayathri R. (2018) Nature's bountiful gift to humankind: Vegetables & fruits & their role in cardiovascular disease & diabetes. *Indian Journal of Medical Research* **148**: 569–595.
6. Sagar N. A., Pareek S., Sharma S., Yahia E. M., Lobo M. G. (2018) Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **17**: 512–531.
7. Riordan F., Ryan K., Perry I. J., Schulze M. B., Andersen L. F., Geelen A., van't Veer P., Eussen S., Dagnelie P., Wijckmans-Duysens N., Harrington J. M. (2016) A systematic review of methods to assess intake of fruits and vegetables among healthy European adults and children: a DEDIPAC (DEterminants of DIet and Physical Activity) study. *Public Health Nutrition* **20**: 417–448.
8. Hameed K., Chai D., Rassau A. (2018) A comprehensive review of fruit and vegetable classification techniques. *Image and Vision Computing* **80**: 24–44.
9. Menal-Puey S., Marques-Lopes I. (2018) Development of Criteria for Incorporating Occasionally Consumed Foods into a National Dietary Guideline: A Practical Approach Adapted to the Spanish Population. *Nutrients* **11**: 58.
10. Albert J. (2007) Global Patterns and Country Experiences with the Formulation and Implementation of Food-Based Dietary Guidelines. *Annals of Nutrition and Metabolism* **51**: 2–7.
11. Antičić Degač K., Hrabak-Žerjavić V., Kaić-Rak A., Matasović D., Maver H., Mesáros Kanjski E., Petrović Z., Reiner Ž., Strnad M., Šerman D., *Prehrambene smjernice za odrasle*, ed. V. Hrabak-Žerjavić and A. Kaić-Rak. 2002, Zagreb, RH: Hrvatski zavod za javno zdravstvo. 16.
12. FAO (2019) Food-based dietary guidelines. FAO – Food and Agriculture Organization, <<http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/en/>> Pristupljeno 29.3.2019.
13. Rose D., Heller M. C., Roberto C. A. (2019) Position of the Society for Nutrition Education and Behavior: The Importance of Including Environmental Sustainability in Dietary Guidance. *Journal of Nutrition Education and Behavior* **51**: 3–15.e1.

14. FAO (2019) Food-based dietary guidelines – United States of America. FAO - *Food and Agriculture Organization*, <<http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/united-states-of-america/en/>> Pristupljeno 29.3.2019.
15. Wang D.-H., Kogashiwa M., Mori N., Yamashita S., Fujii W., Ueda N., Homma H., Suzuki H., Masuoka N. (2016) Psychosocial Determinants of Fruit and Vegetable Consumption in a Japanese Population. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **13**: 786.
16. Tsunoda N., Inayama T., Hata K., Oka J. (2015) Vegetable dishes, dairy products and fruits are key items mediating adequate dietary intake for Japanese adults with spinal cord injury. *Spinal Cord* **53**: 786–790.
17. Dohrmann D. D., Putnik P., Bursać Kovačević D., Simal-Gandara J., Lorenzo J. M., Barba F. J. (2018) Japanese, Mediterranean and Argentinean diets and their potential roles in neurodegenerative diseases. *Food Research International* **120**: 464–477.
18. Olavarria S., Zacarias I. (2011) Barriers and facilitators to increase consumption of fruits and vegetables in six countries in Latin America. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* **61**: 154-162.
19. Kovalskys I., –isberg M., Gómez G., Pareja R. G., Yépez García M. C., Cortés Sanabria L. Y., Herrera-Cuenca M., Rigotti A., Guajardo V., Zalcmán Zimberg I., Nogueira Previdelli A., Moreno L. A., Koletzko B. (2018) Energy intake and food sources of eight Latin American countries: results from the Latin American Study of Nutrition and Health (ELANS). *Public Health Nutrition* **21**: 2535–2547.
20. Rossi M. C., Bassett M. N., Sammán N. C. (2018) Dietary nutritional profile and phenolic compounds consumption in school children of highlands of Argentine Northwest. *Food Chemistry* **238**: 111–116.
21. González V. B., Antún M. C., Lava M. d. P., Rossi M. L., Ruggiero M. d., Mirri M. E. (2018) Validez y fiabilidad de una herramienta para determinar la etapa de cambio de comportamiento en relación al consumo diario de 5 porciones de frutas y hortalizas en adultos. *Revista chilena de nutrición* **45**: 331–337.
22. Musina O., Putnik P., Koubaa M., Barba F. J., Greiner R., Granato D., Roohinejad S. (2017) Application of modern computer algebra systems in food formulations and development: A case study. *Trends in Food Science & Technology* **64**: 48–59.
23. USDA (2019) USDA Food Composition Databases. USDA – United States Department of Agriculture, <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>> Pristupljeno 29.3.2019.
24. Kretser A., Murphy D., Starke-Reed P. (2017) A partnership for public health: USDA branded food products database. *Journal of Food Composition and Analysis* **64**: 10–12.
25. Nutrient Data Laboratory (2013) USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. <<https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory/docs/usda-database-for-the-flavonoid-content-of-selected-foods-release-31-december-2013/>> Pristupljeno 29.3.2019.
26. Bhagwat S., Haytowitz D. B., Wasswa-Kintu S. I., Holden J. M. (2013) USDA Develops a Database for Flavonoids to Assess Dietary Intakes. *Procedia Food Science* **2**: 81–86.
27. INFOODS (2019) About INFOODS. INFOODS – International Network of Food Data Systems, <<http://www.fao.org/infoods/infoods/en/>> Pristupljeno 29.3.2019.
28. Putnik P., Lorenzo J., Barba F., Roohinejad S., Režek Jambrak A., Granato D., Montesano D., Bursać Kovačević D. (2018) Novel Food Processing and Extraction Technologies of High-Added Value Compounds from Plant Materials. *Foods* **7**: E106.
29. Yalcin H., Çapar T. D. (2017) Bioactive Compounds of Fruits and Vegetables U: Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables, 2. izd., Yildiz F., Wiley R.C., ur., Springer, Boston, MA. str. 723–745.
30. Zhao Z., Vavrusova M., Skibsted L. H. (2018) Antioxidant activity and calcium binding of isomeric hydroxybenzoates. *Journal of Food and Drug Analysis* **26**: 591–598.

31. Singh P., Goyal G. K. (2008) Dietary Lycopene: Its Properties and Anticarcinogenic Effects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **7**: 255–270.
32. Reboredo-Rodríguez P., Pan P., Wang L.-S. (2018) Potential roles of berries in the prevention of breast cancer progression. *Journal of Berry Research* **8**: 307–323.
33. Borges G., Degeneve A., Mullen W., Crozier A. (2010) Identification of Flavonoid and Phenolic Antioxidants in Black Currants, Blueberries, Raspberries, Red Currants, and Cranberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**: 3901–3909.
34. Perussello C. A., Zhang Z., Marzocchella A., Tiwari B. K. (2017) Valorization of Apple Pomace by Extraction of Valuable Compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **16**: 776–796.
35. Bondonno N. P., Bondonno C. P., Ward N. C., Hodgson J. M., Croft K. D. (2017) The cardiovascular health benefits of apples: Whole fruit vs. isolated compounds. *Trends in Food Science & Technology* **69**: 243–256.
36. Katiyo W., Yang R., Zhao W. (2018) Phenolic composition and antioxidant activity of Chinese red-fleshed apples (*Malus pumila* Niedzwetzkyana (Dieck) and effect of different pasteurization treatments on the cloudy. *International Food Research Journal* **25**: 2185–2194.
37. Dhyani P., Bahukhandi A., Rawat S., Bhatt I. D., Rawal R. S. (2018) Diversity of bioactive compounds and antioxidant activity in Delicious group of apple in Western Himalaya. *Journal of Food Science and Technology* **55**: 2587–2599.
38. Okatan V., Bulduk I., Sekara A., Melda Colak A., Kaki b., Gundogdu M. (2018) Bioactive components and market quality of apple (*Malus x Domestica* Borkh.) fruits could be effectively controlled by trees pretreatment with boric acid, melatonin and gibberellic acid. *Fresenius Environmental Bulletin* **27**: 6933–6944.
39. Putnik P., Bursać Kovačević D. (2017) Fresh-Cut Apples Spoilage and Predictive Microbial Growth under Modified Atmosphere Packaging U: Food Safety and Protection, 1. izd., Ravishankar Rai V., Jamuna Bai A., ur., CRC Press. str. 29–46.
40. Yassin L. S., Alberti A., Ferreira Zielinski A. A., da Rosa Oliveira-Emilio H., Nogueira A. (2018) Cytoprotective effect of phenolic extract from brazilian apple peel in insulin-producing cells. *Current Nutrition & Food Science* **14**: 136–142.
41. Quan W., Tao Y., Lu M., Yuan B., Chen J., Zeng M., Qin F., Guo F., He Z. (2018) Stability of the phenolic compounds and antioxidant capacity of five fruit (apple, orange, grape, pomelo and kiwi) juices during in vitro-simulated gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Science & Technology* **53**: 1131–1139.
42. Pixabay (2016) Gala Frutas. <<https://pixabay.com/es/photos/las-manzanas-manzanas-gala-frutas-1386386/>> Pristupljeno 29.4.2019.
43. Knekt P., Jarvinen R., Reunanen A., Maatela J. (1996) Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *British Medical Journal* **312**: 478–481.
44. Bowen-Forbes C. S., Zhang Y., Nair M. G. (2010) Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* **23**: 554–560.
45. Pixabay (2016) Frambuesa postre fruta saludable. <<https://pixabay.com/es/photos/frambuesa-postre-fruta-saludable-3106275/>> Pristupljeno 29.4.2019.
46. Pixabay (2016) Blackberry fruta salud. <<https://pixabay.com/es/photos/blackberry-fruta-salud-2409373/>> Pristupljeno 29.4.2019.
47. Mortas H., Sanlier N. (2017) Nutritional evaluation of commonly consumed berries: composition and health effects. *Fruits* **72**: 5–23.
48. Khan M. I., Sri Harsha P. S. C., Giridhar P., Ravishankar G. A. (2012) Pigment identification, nutritional composition, bioactivity, and *in vitro* cancer cell cytotoxicity of *Rivina humilis* L. berries, potential source of betalains. *LWT - Food Science and Technology* **47**: 315–323.



49. Jara-Palacios M. J., Santisteban A., Gordillo B., Hernanz D., Heredia F. J., Escudero-Gilete M. L. (2018) Comparative study of red berry pomaces (blueberry, red raspberry, red currant and blackberry) as source of antioxidants and pigments. *European Food Research and Technology* **245**: 1–9.
50. Lorenzo J. M., Muneakata P. E., Putnik P., Kovačević D. B., Muchenje V., Barba F. J. (2018) Sources, Chemistry, and Biological Potential of Ellagitannins and Ellagic Acid Derivatives. *Studies in Natural Products Chemistry* **64**: 189–221.
51. Mphahlele R. R., Fawole O. A., Makunga N. P., Opara U. L. (2016) Effect of drying on the bioactive compounds, antioxidant, antibacterial and antityrosinase activities of pomegranate peel. *BMC Complementary and Alternative Medicine* **16**: 143.
52. Li Z., Wang K., Zheng J., Cheung F. S. G., Chan T., Zhu L., Zhou F. (2014) Interactions of the active components of *Punica granatum* (pomegranate) with the essential renal and hepatic human Solute Carrier transporters. *Pharmaceutical Biology* **52**: 1510–1517.
53. Putnik P., Kresoja Ž., Bosiljkov T., Režek Jambrak A., Barba F. J., Lorenzo J. M., Roohinejad S., Granato D., Zuntar I., Bursać Kovačević D. (2019) Comparing the effects of thermal and non-thermal technologies on pomegranate juice quality: A review. *Food Chemistry* **279**: 150–161.
54. Albrecht M., Jiang W., Kumi-Diaka J., Lansky E. P., Gommersall L. M., Patel A., Mansel R. E., Neeman I., Geldof A. A., Campbell M. J. (2004) Pomegranate Extracts Potently Suppress Proliferation, Xenograft Growth, and Invasion of Human Prostate Cancer Cells. *Journal of Medicinal Food* **7**: 274–283.
55. Aviram M., Volkova N., Coleman R., Dreher M., Reddy M. K., Ferreira D., Rosenblat M. (2008) Pomegranate Phenolics from the Peels, Arils, and Flowers Are Antiatherogenic: Studies *in Vivo* in Atherosclerotic Apolipoprotein E-Deficient (E<sup>0</sup>) Mice and *in Vitro* in Cultured Macrophages and Lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **56**: 1148–1157.
56. Fernandes L., Pereira J. A., Lopéz-Cortés I., Salazar D. M., Ramalhosa E., Casal S. (2015) Fatty acid, vitamin E and sterols composition of seed oils from nine different pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of Food Composition and Analysis* **39**: 13–22.
57. Putnik P., Gabrić D., Roohinejad S., Barba F. J., Granato D., Mallikarjunan K., Lorenzo J. M., Bursać Kovačević D. (2019) An overview of organosulfur compounds from *Allium* spp.: From processing and preservation to evaluation of their bioavailability, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. *Food Chemistry* **276**: 680–691.
58. Poojary M. M., Putnik P., Bursać Kovačević D., Barba F. J., Lorenzo J. M., Dias D. A., Shpigelman A. (2017) Stability and extraction of bioactive sulfur compounds from *Allium* genus processed by traditional and innovative technologies. *Journal of Food Composition and Analysis* **61**: 28–39.
59. Marrelli M., Amodeo V., Statti G., Conforti F. (2018) Biological Properties and Bioactive Components of *Allium cepa* L.: Focus on Potential Benefits in the Treatment of Obesity and Related Comorbidities. *Molecules* **24**: E119.
60. Gišin L., Dinică R., Neagu C., Dumitrascu L. (2014) Sulfur compounds identification and quantification from *Allium* spp. fresh leaves. *Journal of Food and Drug Analysis* **22**: 425–430.
61. Yalcin H., Kavuncuoglu H. (2014) Physical, chemical and bioactive properties of onion (*Allium cepa* L.) seed and seed oil. *Journal of Applied Botany and Food Quality* **84**: 87–92.
62. S. Bisen P., Emerald M. (2016) Nutritional and Therapeutic Potential of Garlic and Onion (*Allium* sp.). *Current Nutrition & Food Science* **12**: 190–199.
63. Praticò G., Gao Q., Manach C., Dragsted L. O. (2018) Biomarkers of food intake for *Allium* vegetables. *Genes & Nutrition* **13**: 34.
64. Barba F. J., Putnik P., Bursać Kovačević D., Poojary M. M., Roohinejad S., Lorenzo J. M., Koubaa M. (2017) Impact of conventional and non-conventional processing on prickly pear

- (*Opuntia* spp.) and their derived products: From preservation of beverages to valorization of by-products. *Trends in Food Science & Technology* **67**: 260–270.
65. Albano C., Negro C., Tommasi N., Gerardi C., Mita G., Miceli A., De Bellis L., Blando F. (2015) Betalains, Phenols and Antioxidant Capacity in Cactus Pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] Fruits from Apulia (South Italy) Genotypes. *Antioxidants* **4**: 269–280.
  66. Chahdoura H., Morales P., Barreira J. C. M., Barros L., Fernández-Ruiz V., Ferreira I. C. F. R., Achour L. (2015) Dietary fiber, mineral elements profile and macronutrients composition in different edible parts of *Opuntia microdasys* (Lehm.) Pfeiff and *Opuntia macrorhiza* (Engelm.). *LWT - Food Science and Technology* **64**: 446–451.
  67. El-Mostafa K., El Kharrassi Y., Badreddine A., Andreoletti P., Vamecq J., El Kebbjaj M. H., Latruffe N., Lizard G., Nasser B., Cherkaoui-Malki M. (2014) Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease. *Molecules* **19**: 14879–14901.
  68. Saavedra M. J., Aires A., Dias C., Almeida J. A., De Vasconcelos M. C. B. M., Santos P., Rosa E. A. (2013) Evaluation of the potential of squash pumpkin by-products (seeds and shell) as sources of antioxidant and bioactive compounds. *Journal of Food Science and Technology* **52**: 1008–1015.
  69. Montesano D., Rocchetti G., Putnik P., Lucini L. (2018) Bioactive profile of pumpkin: an overview on terpenoids and their health-promoting properties. *Current Opinion in Food Science* **22**: 81–87.
  70. Akin G., Arslan F. N., Karuk Elmaza S. N., Yilmaz I. (2018) Cold-pressed pumpkin seed (*Cucurbita pepo* L.) oils from the central Anatolia region of Turkey: Characterization of phytosterols, squalene, tocopherols, phenolic acids, carotenoids and fatty acid bioactive compounds. *Grasas y Aceites* **69**: e232.
  71. Yadav M., Jain S., Tomar R., Prasad G. B. K. S., Yadav H. (2010) Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. *Nutrition Research Reviews* **23**: 184–190.
  72. Pepe G., Sommella E., Cianciarulo D., Ostacolo C., Manfra M., Di Sarno V., Musella S., Russo M., Messori A., Parrino B., Bertamino A., Autore G., Marzocco S., Campiglia P. (2018) Polyphenolic extract from tarocco (*Citrus sinensis* L. Osbeck) clone “Lemppo” exerts anti-inflammatory and antioxidant effects via NF- $\kappa$ B and Nrf-2 activation in murine macrophages. *Nutrients* **10**: E1961.
  73. Moltó E., Blasco J. (2008) Quality Evaluation of Citrus Fruits U: Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation, 1. izd., Da-Wen Sun, ur., Academic Press. str. 243–264.
  74. Mozaffarian D., Wu J. H. Y. (2018) Flavonoids, dairy foods, and cardiovascular and metabolic health. *Circulation Research* **122**: 369–384.
  75. Sir Elkhatim K. A., Elagib R. A. A., Hassan A. B. (2018) Content of phenolic compounds and vitamin C and antioxidant activity in wasted parts of Sudanese citrus fruits. *Food Science & Nutrition* **6**: 1214–1219.
  76. Gupta V., Iglesias-Carres L., Mas-Capdevila A., Bravo F. I., Aragonès G., Muguerza B., Arola-Arnal A. (2019) Optimization of a polyphenol extraction method for sweet orange pulp (*Citrus sinensis* L.) to identify phenolic compounds consumed from sweet oranges. *Plos One* **14**: e0211267.
  77. Song S. Y., Kim C. H., Im S. J., Kim I.-J. (2018) Discrimination of citrus fruits using FT-IR fingerprinting by quantitative prediction of bioactive compounds. *Food Science and Biotechnology* **27**: 367–374
  78. Putnik P., Bursać Kovačević D., Režek Jambrak A., Barba F., Cravotto G., Binello A., Lorenzo J., Shpigelman A. (2017) Innovative “Green” and Novel Strategies for the Extraction of Bioactive Added Value Compounds from Citrus Wastes—A Review. *Molecules* **22**: E680.
  79. Gorinstein S., Martín-Belloso O., Park Y.-S., Haruenkit R., Lojek A., Číž M., Caspi A., Libman I., Trakhtenberg S. (2001) Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chemistry* **74**: 309–315.

80. Putnik P., Barba F. J., Lorenzo J. M., Gabrić D., Shpigelman A., Cravotto G., Bursać Kovačević D. (2017) An integrated approach to mandarin processing: Food safety and nutritional quality, consumer preference, and nutrient bioaccessibility. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **16**: 1345–1358.
81. Loizzo M., Sicari V., Tundis R., Leporini M., Falco T., Calabrò V. (2019) The Influence of Ultrafiltration of Citrus limon L. Burm. cv Femminello Comune Juice on Its Chemical Composition and Antioxidant and Hypoglycemic Properties. *Antioxidants* **8**: E23.
82. Granato D., Putnik P., Kovačević D. B., Santos J. S., Calado V., Rocha R. S., Cruz A. G. D., Jarvis B., Rodionova O. Y., Pomerantsev A. (2018) Trends in Chemometrics: Food Authentication, Microbiology, and Effects of Processing. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **17**: 663–677.
83. García-Parra J., González-Cebrino F., Delgado-Adámez J., Cava R., Martín-Belloso O., Elez-Martínez P., Ramírez R. (2018) Application of innovative technologies, moderate-intensity pulsed electric fields and high-pressure thermal treatment, to preserve and/or improve the bioactive compounds content of pumpkin. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* **45**: 53–61.
84. Gabrić D., Barba F., Roohinejad S., Gharibzahedi S. M. T., Radojčin M., Putnik P., Bursać Kovačević D. (2018) Pulsed electric fields as an alternative to thermal processing for preservation of nutritive and physicochemical properties of beverages: A review. *Journal of Food Process Engineering* **41**: e12638.
85. Li F., Chen G., Zhang B., Fu X. (2017) Current applications and new opportunities for the thermal and non-thermal processing technologies to generate berry product or extracts with high nutraceutical contents. *Food Research International* **100**: 19–30.
86. Fernández-Jalao I., Sánchez-Moreno C., De Ancos B. (2019) Effect of high-pressure processing on flavonoids, hydroxycinnamic acids, dihydrochalcones and antioxidant activity of apple 'Golden Delicious' from different geographical origin. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* **51**: 20–31.
87. Paciulli M., Rinaldi M., Rodolfi M., Ganino T., Morbarigazzi M., Chiavaro E. (2019) Effects of high hydrostatic pressure on physico-chemical and structural properties of two pumpkin species. *Food Chemistry* **274**: 281–290.
88. Diao E., Wang J., Li X., Wang X., Song H., Gao D. (2019) Effects of ozone processing on patulin, phenolic compounds and organic acids in apple juice. *Journal of Food Science and Technology* **56**: 957–965.
89. Zhu N., Zhu Y., Yu N., Wei Y., Zhang J., Hou Y., Sun A.-d. (2019) Evaluation of microbial, physicochemical parameters and flavor of blueberry juice after microchip-pulsed electric field. *Food Chemistry* **274**: 146–155.
90. Domínguez R., Barba F. J., Gómez B., Putnik P., Bursać Kovačević D., Pateiro M., Santos E. M., Lorenzo J. M. (2018) Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: A review. *Food Research International* **113**: 93–101.
91. Gómez B., Barba F. J., Domínguez R., Putnik P., Bursać Kovačević D., Pateiro M., Toldrá F., Lorenzo J. M. (2018) Microencapsulation of antioxidant compounds through innovative technologies and its specific application in meat processing. *Trends in Food Science & Technology* **82**: 135–147.
92. Lorenzo J. M., Pateiro M., Domínguez R., Barba F. J., Putnik P., Kovačević D. B., Shpigelman A., Granato D., Franco D. (2018) Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. *Food Research International* **106**: 1095–1104.
93. Firuzi M. R., Niakousari M., Eskandari M. H., Keramat M., Gahruei H. H., Mousavi Khaneghah A. (2019) Incorporation of pomegranate juice concentrate and pomegranate rind powder extract to improve the oxidative stability of frankfurter during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology* **102**: 237–245.
94. Putnik P., Gabrić D., Roohinejad S., Barba F. J., Granato D., Rodríguez J. M. L., Bursać Kovačević D. (2019) Bioavailability and food production of organosulfur compounds from

- edible *Allium* species U: Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds, Barba F.J., Saraiva J.M.A., Cravotto G., Rodriguez J.M.L., ur., Woodhead Publishing: Cambridge, UK. str. 293–308
95. Loizzo M. R., Bruno M., Balzano M., Giardinieri A., Pacetti D., Frega N. G., Sicari V., Leporini M., Tundis R. (2019) Comparative chemical composition and bioactivity of *Opuntia ficus-indica* Sanguigna and Surfarina seed oils obtained by traditional and ultrasound-assisted extraction procedures. *European Journal of Lipid Science and Technology* **121**: 10.1002/ejlt.201800283.
  96. Jamali S. N., Kashaninejad M., Amirabadi A. A., Aalami M., Khomeiri M. (2018) Kinetics of peroxidase inactivation, color and temperature changes during pumpkin (*Cucurbita moschata*) blanching using infrared heating. *LWT - Food Science and Technology* **93**: 456–462.
  97. Sharma K., Mahato N., Lee Y. R. (2019) Extraction, characterization and biological activity of citrus flavonoids. *Reviews in Chemical Engineering* **35**: 265–284.
  98. Kumar V., Kushwaha R., Goyal A., Tanwar B., Kaur J. (2018) Process optimization for the preparation of antioxidant rich ginger candy using beetroot pomace extract. *Food Chemistry* **245**: 168–177.
  99. Kumar K., Yadav A. N., Kumar V., Vyas P., Dhaliwal H. S. (2017) Food waste: a potential bioresource for extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. *Bioresources and Bioprocessing* **4**: 18.
  100. Čolović D., Rakita S., Banjac V., Đuragić O., Čabarkapa I. (2019) Plant food by-products as feed: Characteristics, possibilities, environmental benefits, and negative sides. *Food Reviews International* **35**: 363–389.
  101. Kirbaş Z., Kumcuoglu S., Tavman S. (2019) Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology* **56**: 914–926.
  102. Ali M., Imran M., Nadeem M., Khan M. K., Sohaib M., Suleria H. A. R., Bashir R. (2019) Oxidative stability and Sensoric acceptability of functional fish meat product supplemented with plant-based polyphenolic optimal extracts. *Lipids in Health and Disease* **18**: 35.
  103. Chavan P., Singh A. K., Kaur G. (2018) Recent progress in the utilization of industrial waste and by-products of citrus fruits: A review. *Journal of Food Process Engineering* **41**: e12895.
  104. Diaz-Vela J., Totosaus A., Cruz-Guerrero A. E., de Lourdes Pérez-Chabela M. (2013) *In vitro* evaluation of the fermentation of added-value agroindustrial by-products: cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.) peel and pineapple (*Ananas comosus*) peel as functional ingredients. *International Journal of Food Science & Technology* **48**: 1460–1467.
  105. Azizi M., Seidavi A. R., Ragni M., Laudadio V., Tufarelli V. (2018) Practical applications of agricultural wastes in poultry feeding in Mediterranean and Middle East regions. Part 1: citrus, grape, pomegranate and apple wastes. *World's Poultry Science Journal* **74**: 489–498.
  106. Apostol L., Berca L., Mosoiu C., Badea M., Bungau S., Oprea O. B., Cioca G. (2018) Partially defatted pumpkin (*Cucurbita maxima*) seeds - a rich source of nutrients for use in food products. *Revista De Chimie* **69**: 1398–1402.
  107. Prokopov T., Slavov A., Petkova N., Yanakieva V., Bozadzhiev B., Taneva D. (2018) Study of onion processing waste powder for potential use in food sector. *Acta Alimentaria* **47**: 181–188.
  108. Deng G.-F., Shen C., Xu X.-R., Kuang R.-D., Guo Y.-J., Zeng L.-S., Gao L.-L., Lin X., Xie J.-F., Xia E.-Q., Li S., Wu S., Chen F., Ling W.-H., Li H.-B. (2012) Potential of Fruit Wastes as Natural Resources of Bioactive Compounds. *International Journal of Molecular Sciences* **13**: 8308–8323.
  109. Amini Khoozani A., Birch J., Bekhit A. E.-D. A. (2019) Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. *Journal of Food Science and Technology* **56**: 548–559.

110. Grassmann J., Schnitzler W. H., Habegger R. (2009) Evaluation of different coloured carrot cultivars on antioxidative capacity based on their carotenoid and phenolic contents. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* **58**: 603–611.
111. Coyago-Cruz E., Corell M., Moriana A., Mapelli-Brahm P., Hernanz D., Stinco C. M., Beltrán-Sinchiguano E., Meléndez-Martínez A. J. (2019) Study of commercial quality parameters, sugars, phenolics, carotenoids and plastids in different tomato varieties. *Food Chemistry* **277**: 480–489.
112. Louie J., Fonseca L. G., Bertolin M. N. T., Gubert M. B., da Silva E. F. (2019) Effects of a nutritional intervention using pictorial representations for promoting knowledge and practices of healthy eating among Brazilian adolescents. *Plos One* **14**: e0213277.
113. Haidar A., Ranjit N., Saxton D., Hoelscher D. M. (2019) Perceived Parental and Peer Social Support Is Associated With Healthier Diets in Adolescents. *Journal of Nutrition Education and Behavior* **51**: 23–31.
114. Hennink-Kaminski H., Ihekweazu C., Vaughn A. E., Ward D. S. (2018) Using Formative Research to Develop the Healthy Me, Healthy We Campaign. *Social Marketing Quarterly* **24**: 194–215.
115. Lee M., Lee H., Kim Y., Kim J., Cho M., Jang J., Jang H. (2018) Mobile App-Based Health Promotion Programs: A Systematic Review of the Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **15**: E2838.
116. Wegener J. (2018) Equipping Future Generations of Registered Dietitian Nutritionists and Public Health Nutritionists: A Commentary on Education and Training Needs to Promote Sustainable Food Systems and Practices in the 21st Century. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **118**: 393–398.
117. Kraak V. I., Story M., Wartella E. A. (2012) Government and School Progress to Promote a Healthful Diet to American Children and Adolescents. *American Journal of Preventive Medicine* **42**: 250–262

## Izjava o izvornosti

*Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.*

Patricia Faberić

ime i prezime studenta