

# Procjena unosa fitokemikalija u djece osnovnoškolske dobi

---

Škorvaga, Petra

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:056143>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2023.

Petra Škorvaga

**PROCJENA UNOSA  
FITOKEMIKALIJA U DJECE  
OSNOVNOŠKOLSKE DOBI**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kemiju i biokemiju hrane na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Martine Bituh, te uz pomoć dr. sc. Ane Ilić.



Diplomski rad je izrađen u sklopu europskog znanstveno-istraživačkog projekta Horizon 2020 – Strengthening European Food Chain Sustainability by Quality and Procurement Policy (akronim: Strenght2Food; broj 678024-2).

Voditelj: Matthew Gorton

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za kemiju i biokemiju hrane

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Nutricionizam

**Diplomski sveučilišni studij:** Nutricionizam

### PROCJENA UNOSA FITOKEMIKALIJA U DJECE OSNOVNOŠKOLSKE DOBI

*Petra Škorvaga, univ. bacc. nutr.*  
0058212374

**Sažetak:** Poznato je da fitokemikalije imaju pozitivan utjecaj na zdravlje, no podaci o njihovom unosu u populaciji djece osnovnoškolske dobi su manjkavi. Stoga je cilj ovog rada bio procijeniti unos fitokemikalija u djece osnovnoškolske dobi na području grada Zagreba. U istraživanje je bilo uključeno 195 djece, dobi 8,9 (8,6 - 9,2) godina. Prehrambeni unos procijenjen je pomoću trodnevnih dnevnika prehrane te Indeksom za procjenu unosa fitokemikalija prehranom (*engl. Dietary Phytochemical Index, DPI*). Utvrđen je prosječan dnevni unos polifenola (706,53 mg), karotenoida (3179,65µg), glukozinolata (2,34 mg) i fitosterola (126,05 mg). Prosječan broj bodova dobiven Indeksom za procjenu unosa fitokemikalija prehranom iznosio je 11,8 (7,7 – 16,2). Rezultati su pokazali kako djeca unose najviše polifenola i fitosterola, a najmanje glukozinolata. Voće i žitarice su kao skupine namirnica najviše doprinjele unosu fitokemikalija, dok je povrće imalo nešto manji doprinos. Rezultati pokazuju da djevojčice unose više namirnica koje doprinose DPI-u od dječaka, no nije utvrđena razlika u udjelu djece unutar pojedinih tercala ostvarenih DPI bodova s obzirom na stupanj obrazovanja roditelja te kućanske prihode.

**Ključne riječi:** fitokemikalije, djeca osnovnoškolske dobi, prehrana, Indeks za procjenu unosa fitokemikalija prehranom

**Rad sadrži:** 57 stranica, 5 slika, 16 tablica, 115 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Martina Bituh

**Pomoć pri izradi:** dr. sc. Ana Ilić, viši asistent

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. doc. dr. sc. Sandra Pedisić (predsjednik)
2. izv. prof. dr. sc. Martina Bituh (mentor)
3. izv. prof. dr. sc. Ivana Rumbak (član)
4. izv. prof. dr. sc. Ivona Elez Garofulić (zamjenski član)

**Datum obrane:** 14. srpnja 2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**Department of Food Quality Control**  
**Laboratory for Food Chemistry and Biochemistry**

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Nutrition

**Graduate university study programme:** Nutrition

### ASSESSMENT OF PHYTOCHEMICAL INTAKE IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN

*Petra Škorvaga, univ. bacc. nutr.*

0058212374

**Abstract:** It is well known that phytochemicals have a positive impact on health, but data on their intake in the population of primary school children are lacking. Therefore, the aim of this work was to assess the intake of phytochemicals in primary school children in the city of Zagreb. 195 children, aged 8.9 (8.6 - 9.2) years, were included in the research. Dietary intake was assessed using three-day food diaries and Dietary Phytochemical Index (DPI). The average intake of polyphenols, carotenoids, glucosinolates and phytosterols was determined, and was 706.53 mg, 3179.65 µg, 2.34 mg, and 126.05 mg per day, respectively. The average Dietary Phytochemical Index score was 11.8 (7.7 – 16.2). The results showed that polyphenols and phytosterols were consumed the most and glucosinolates the least. As food groups, fruits and cereals contributed the most to the intake of phytochemicals, while vegetables contributed slightly less. The results showed that girls consumed more foods contributing to DPI than boys, but no difference was found in the proportion of children within each tercile of DPI score achieved in relation to parental education level and household income.

**Keywords:** phytochemicals, primary school children, diet, Dietary Phytochemical Index

**Thesis contains:** 57 pages, 5 figures, 16 tables, 115 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in:** The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** Martina Bituh, PhD, Associate professor

**Technical support and assistance:** Ana Ilić, PhD

#### **Reviewers:**

1. Sandra Pedisić, PhD, Assistant professor (president)
2. Martina Bituh, PhD, Associate professor (mentor)
3. Ivana Rumbak, PhD, Associate professor (member)
4. Ivona Elez Garofulić, PhD, Associate professor (substitute)

**Thesis defended:** July 14<sup>th</sup>, 2023

## Sadržaj

<b>1.</b>	<b>UVOD</b> .....	1
<b>2.</b>	<b>TEORIJSKI DIO</b> .....	2
<b>2.1.</b>	<b>PREHRANA DJECE</b> .....	2
2.1.1.	Prehrambene navike djece.....	3
2.1.2.	Smjernice za prehranu djece osnovnoškolske dobi.....	4
<b>2.2.</b>	<b>FITOKEMIKALIJE</b> .....	6
2.2.1.	Alkaloidi.....	7
2.2.2.	Fenoli.....	8
2.2.3.	Organosumporni spojevi .....	12
2.2.4.	Fitosteroli .....	12
2.2.5.	Karotenoidi.....	13
2.2.6.	Metode procjene unosa fitokemikalija .....	15
<b>3.</b>	<b>EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	17
<b>3.1.</b>	<b>DIZAJN ISTRAŽIVANJA I ISPITANICI</b> .....	17
<b>3.2.</b>	<b>OPĆI UPITNIK</b> .....	17
<b>3.3.</b>	<b>ANTROPOMETRIJSKA MJERENJA</b> .....	18
<b>3.4.</b>	<b>PROCJENA RAZINE TJELESNE AKTIVNOSTI</b> .....	18
<b>3.5.</b>	<b>DIJETETIČKE METODE</b> .....	19
3.5.1.	Dnevnik prehrane .....	19
3.5.2.	Indeks za procjenu unosa fitokemikalija prehranom.....	19
3.5.3.	Analiza unosa fitokemikalija.....	19
<b>3.6.</b>	<b>OBRADA PODATAKA</b> .....	22
<b>4.</b>	<b>REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	23



<b>4.1.</b>	<b>PROCJENA UNOSA FITOKEMIKALIJA POMOĆU DPI.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.</b>	<b>POVEZANOST POJEDINIH SOCIO-DEMOGRAFSKIH KARAKTERISTIKA I STILA ŽIVOTA DJECE S PROCJENJENIM UNOSOM FITOKEMIKALIJA POMOĆU DPI .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.</b>	<b>RAZLIKA U PREHRAMBENIM KARAKTERISTIKAMA DJECE S OBZIROM NA PROCJENJENI UNOS FITOKEMIKALIJA POMOĆU DPI.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.</b>	<b>PROCJENA PROSJEČNOG DNEVNOG UNOSA FITOKEMIKALIJA .....</b>	<b>33</b>
<b>5.</b>	<b>ZAKLJUČCI.....</b>	<b>44</b>
<b>6.</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>45</b>

# 1. UVOD

Fitokemikalije su biološki aktivne molekule koje su nastale kao posljedica interakcije između biljke i njezinog okoliša (Leitzmann, 2016). Mogu se izolirati iz različitih biljnih izvora poput cjelovitih žitarica, voća, povrća, orašastih plodova, sjemenki i leguminoza, a do danas je identificirano više od tisuću fitokemikalija (Jaeger i Cuny, 2016). Unos fitokemikalija povezuje se s pozitivnim učincima na zdravlje (Leitzmann, 2016), no nema točno definiranih preporuka za njihov unos. Prehrambene smjernice poput smjernica Svjetske Zdravstvene Organizacije (WHO, 2003), Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA, 2019) i Nacionalnih smjernica za prehranu učenika u osnovnim školama (Capak i sur., 2013) sadrže preporuku za dnevni unos energije, makronutrijenata, vitamina i mineralnih tvari, no ne sadrže preporuku za unos fitokemikalija. Međutim, naglašavaju važnost unosa voća, povrća, leguminoza, orašastih plodova, sjemenki te cjelovitih žitarica, a upravo su to skupine namirnica bogate fitokemikalijama.

Problematika definiranja preporuka leži i u činjenici da je procjena unosa fitokemikalija u fokusu tek posljednjih godina. Jedan od razloga tome je nepostojanje jedinstvene baze podataka sa sadržajem fitokemikalija u pojedinoj namirnici. S obzirom da je kvantifikacija fitokemikalija iz namirnica skupa te nepraktična za velike epidemiološke studije, McCarty je 2004. godine predložio korištenje alternativne metode, Indeksa za procjenu unosa fitokemikalija prehranom (*engl. Dietary Phytochemical Index, DPI*) koji se definira kao udio energijskog unosa koji potječe iz namirnica bogatih fitokemikalijama te pruža jednostavan i praktičan način za procjenu kvalitete prehrane.

Budući da je poznato kako fitokemikalije imaju brojne pozitivne učinke na zdravlje (Leitzmann, 2016) kako odraslih, tako i djece, a podaci o njihovom unosu u djece osnovnoškolske dobi su manjkavi, cilj ovog rada bio je procijeniti unos fitokemikalija u djece osnovnoškolske dobi iz dnevnika prehrane pomoću Indeksa za procjenu unosa fitokemikalija prehranom (DPI). Nadalje, obzirom na ostvarene bodove DPI, analizirati postoji li razlika u unosu pojedinih fitokemikalija i sociodemografskih karakteristika djece.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. PREHRANA DJECE

Djetinjstvo je vrijeme ubrzanog rasta i razvoja tijekom kojega poseban značaj treba pridati pravilnoj prehrani koja će osigurati adekvatan unos energije i hranjivih tvari koje su organizmu u tom periodu potrebne te također smanjiti rizik od razvoja kroničnih nezaraznih bolesti (WHO, 2003). Neadekvatna prehrana u djetinjstvu i adolescenciji povezana je s kratkoročnim, ali i dugoročnim učincima na zdravlje. Kratkoročno, neadekvatan unos energije, bjelančevina ili određenih mikronutrijenata u prehrani rezultirat će sporijim stopama rasta, odgođenim spolnim sazrijevanjem, manjim rezervama mikronutrijenata i neadekvatnom koštanom masom (Story i sur., 2002). Neadekvatan prehrambeni unos može utjecati na rizik od razvoja niza zdravstvenih problema, poput nedostatka željeza i zubnog karijesa, dok također smanjuje otpornost na zarazne bolesti (Institute of Medicine, 2007).

Jedna od navika koja djecu prati i u odrasloj dobi je prehrambeno ponašanje naučeno u obitelji, zbog čega je važno djeci i adolescentima usaditi pravilne prehrambene navike kako bi mogli ostvariti adekvatan prehrambeni unos i u odrasloj dobi (Scaglioni i sur., 2018). Navedeno potvrđuje i longitudinalno istraživanje Verloigne i sur., (2013) koje je pokazalo kako će dijete koje je redovito konzumiralo zajutak s roditeljima, kasnije u adolescenciji i samo češće konzumirati zajutak. Zajednički obiteljski obroci i obiteljsko okruženje iznimno su bitni u usvajanju obrazaca pravilne prehrane u djece (Woodroof i sur., 2010) jer je djetinjstvo kritičan period za razvoj pretilosti (Oldham-Cooper i sur., 2017). Adolescenti i djeca koji rjeđe konzumiraju obroke u krugu obitelji konzumiraju više hrane visoke energijske, a niske nutritivne gustoće što pokazuje da postoji pozitivna veza između čestih obiteljskih obroka i veće konzumacije nutritivno bogatih namirnica (McIntosh i sur., 2011). Na prehrambeno ponašanje djece znatno utječe i način odgoja. Istraživanja su pokazala kako je autoritativan stil roditeljstva manje povezan s razvojem pretilosti (Rhee i sur., 2006). U obesogenom okruženju potreban je autoritativan stil roditeljstva i roditeljska kontrola kako bi se ograničio unos hrane visoke energijske, a niske nutritivne gustoće u djece (Scaglioni i sur., 2018). To je osobito važno jer se upravo takva hrana najčešće prikazuje u medijima kojima su djeca danas izrazito izložena. Takva visoko prerađena hrana, bogata mastima, soli i dodanim šećerom pridonosi epidemiji pretilosti koja se širi među odraslima, ali i djecom (Folkvord i sur., 2022). Pokazalo se da je gotovo polovina hrane prikazane u dječjim animiranim filmovima upravo hrana visoke energijske, a niske nutritivne gustoće – brza hrana, slane grickalice, zaslađeni napitci i slatkiši

(Folkvord i sur., 2016). Ipak, prehrambeno ponašanje djece u osnovi je određeno hranom koja im je dostupna te će naposljetku ona hrana koja im je dostupna i poznata utjecati na ono što konzumiraju (Rasmussen i sur., 2006). Aktivno uključivanje djece u uzgoj, pripremu i odabir hrane koju jedu pristup je kojemu se isplati težiti u budućnosti. Pokazalo se da kuhanje i vrtlarstvo pozitivno utječu na prehrambeno ponašanje djece te ih podučava korisnim životnim vještinama i kritičkom razmišljanju, koje drugi pristupi možda neće stimulirati (Miller, 2007).

S obzirom na razinu tjelesne aktivnosti, djeci je potreban adekvatan unos energije i hranjivih tvari. Međutim, osim makronutrijenata i mikronutrijenata, u hrani se nalazi niz fitokemikalija poput polifenola, karotenoida, glukozinolata i fitosterola kojima se pripisuju pozitivni učinci na zdravlje, osobito u borbi protiv kroničnih nezaraznih bolesti poput kardiovaskularnih bolesti, tumora, dijabetesa tipa 2, osteroporoze i katarakte. Također, imaju antikancerogeni, antioksidativni, antimikrobni, protuupalni i imunomodulatorni učinak (Leitzmann, 2016). Fitokemikalije se najčešće nalaze u voću i povrću, cjelovitim žitaricama, leguminozama, orašastim plodovima i sjemenkama za koje se pokazalo da djeca imaju nižu preferenciju i smanjeni unos (Ilić i sur., 2022a; Williams i sur., 2020).

#### 2.1.1. Prehrambene navike djece

Kao što je ranije navedeno, vrlo je važno djeci usaditi adekvatne prehrambene navike jer se navike formirane u djetinjstvu prenose kroz adolescenciju u odraslu dob (Scaglioni i sur., 2018). Prehrana bogata voćem i povrćem povezana je s prevencijom pretilosti i ostalih kroničnih nezaraznih bolesti, kao i s poboljšanim ukupnim zdravstvenim statusom zbog velikih količina vlakana i fitonutrijenata koji se nalaze u voću i povrću (Liu, 2003). Unatoč dugoročnim dobrobitima koje su povezane s adekvatnom konzumacijom voća i povrća primijećena je smanjena učestalost njihove konzumacije. Tako Svjetska Zdravstvena Organizacija izvještava da samo 27 % djece (dobi od 6 do 9 godina) u Moldaviji svakodnevno konzumira voće dok ta brojka u Italiji i San Marinu iznosi 72 % odnosno 75 %. Također, u San Marinu, 70 % djece svakodnevno konzumira povrće, dok ta brojka u Turskoj iznosi samo 18 % (WHO, 2018a).

Prema istraživanju Rippin i sur. (2019) u zemljama Europe dnevni unos energije u djece dobi do 10 godina iznosi od 1266,75 kcal do 2031,58 kcal. Dječaci i djevojčice u prosjeku unose od 126 do 258 g ugljikohidrata na dan, no djeca ove dobi u niti jednoj zemlji u Europi nisu

ostvarila preporučenih 55 % od ukupnog dnevnog unosa energije iz ugljikohidrata. Unos vlakana je također manji od preporučenih vrijednosti u svim zemljama Europe. U svih 18 zemalja uključenih u istraživanje proteini su pridonijeli s više od 10 % cjelodnevnog unosa energije, a u polovici zemalja unos je iznosio između 10 i 15 % cjelodnevnog unosa energije. Gotovo u svim zemljama unos masti i zasićenih masnih kiselina premašuje preporuke.

Europska inicijativa Svjetske zdravstvene organizacije za praćenje pretilosti (COSI) utvrdila je da samo 33,8 % osmogodišnje djece u Hrvatskoj svakodnevno konzumira voće, a samo 16,7 % svakodnevno konzumira povrće (Williams i sur., 2020). Posljednjih je godina u svijetu uočena veća potrošnja ultra-procesirane hrane u odnosu na neprocesiranu ili minimalno procesiranu hranu. Ultra-procesirana hrana je dostupnija, praktična za konzumaciju bilo kada i bilo gdje, jeftina za proizvodnju i distribuciju te ukusnija i trajnija (Monteiro i sur., 2018). Prema istraživanju Ilić i sur., (2022b) neprocesirana ili minimalno procesirana hrana pridonosi prosječno 38,1 % dnevnom unosu energije u djece osnovnoškolske dobi. Od toga voće čini 4,2 %, povrće 0,7 %, žitarice, zrnje i brašno 4,7%, dok prosječan unos energije iz leguminoza, orašastih plodova i sjemenki iznosi 0 kcal. Zanimljivo, visoko prerađena hrana također doprinosi prosječnom dnevnom unosu sa 38,1%. Navedeno istraživanje provedeno je u urbanoj sredini, na području Grada Zagreba, no pokazalo se da se prehrambene navike djece ruralne sredine Hrvatske ne razlikuju značajno od navika djece iz urbane sredine (Sila i sur., 2018). Istraživanje Miškulin i sur. (2019) zaključilo je kako djeca školske dobi istočne Hrvatske imaju lošiji obrazac prehrane poput ne konzumiranja doručka (32,0 %), konzumacije manje od 5 obroka dnevno (67,3 %), svakodnevne konzumacija pekarskih proizvoda ili slatkiša (51,6 %) te 46,7 % djece ne konzumira barem jedan kuhani obrok kod kuće. Ne konzumiranje doručka zajedno s obitelji povezano je s manjim pridržavanjem mediteranske prehrane u djece osnovnoškolske dobi mediteranske regije Hrvatske (Matana i sur., 2022). Također, u djece, adherencija mediteranskoj prehrani smanjuje se s povećanjem dobi, to jest s većim stupnjem obrazovanja. Navedeno je povezano s činjenicom da vrtići i škole imaju institucionaliziranu prehranu koja promiče unos neprerađene ili minimalno prerađene hrane poput voća i povrća (Capak i sur., 2013).

### 2.1.2. Smjernice za prehranu djece osnovnoškolske dobi

Osnovne škole u Republici Hrvatskoj dužne su osigurati prehranu za svoje učenike (Narodne novine, 2008). Sukladno tome, 2013. godine izdane su Nacionalne smjernice za prehranu

učenika u osnovnim školama (Capak i sur., 2013). Navedene smjernice sadrže preporuku za dnevni unos energije, makronutrijenata, vitamina i mineralnih tvari, preporuku za učestalost konzumacije pojedinih kategorija hrane te preporuke za planiranje školske prehrane (vrijeme posluživanja obroka, raspodjela preporučenog dnevnog unosa energije ovisno o broju obroka konzumiranih u školi), no ne sadrže preporuku za unos fitokemikalija. Prema Nacionalnim smjericama za prehranu učenika u osnovnim školama preporuča se svakodnevna konzumacija voća i povrća.

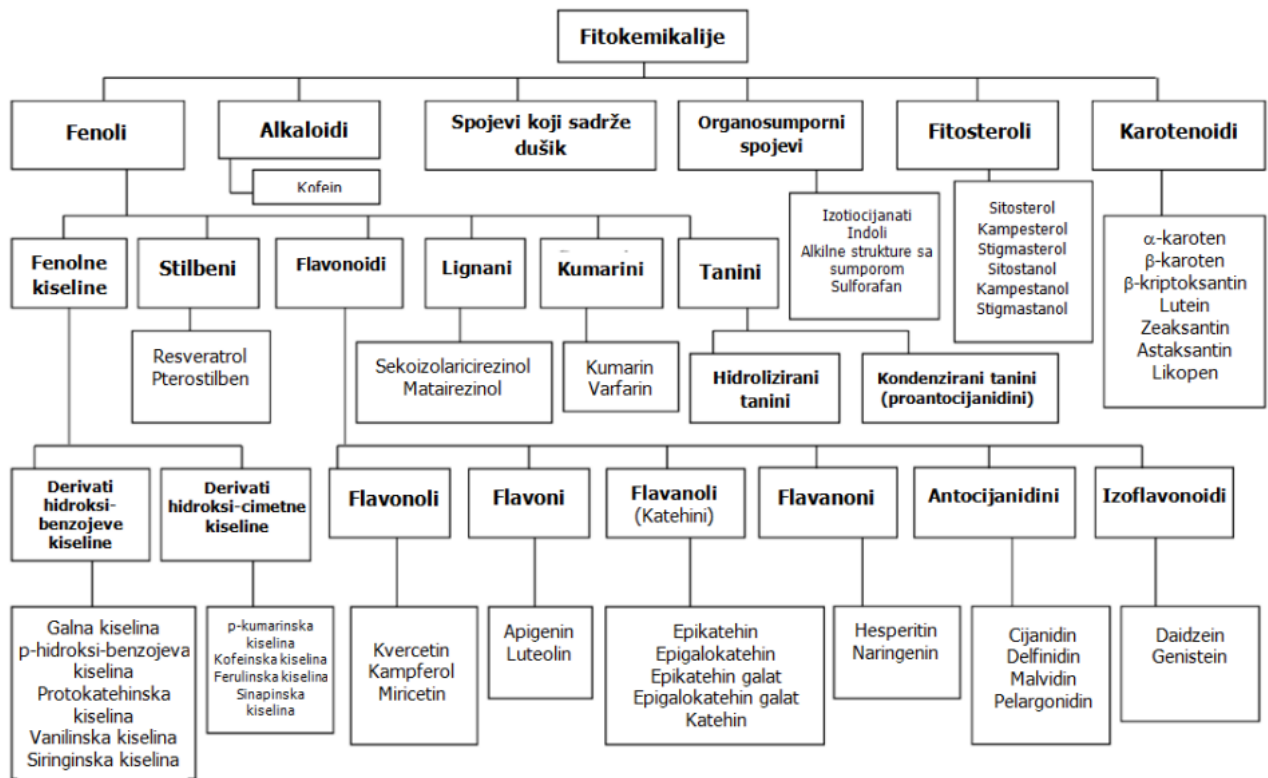
Ministarstvo poljoprivrede SAD-a je 2011. godine u svrhu promocije prehrambenih preporuka i u edukacijske svrhe razvio MyPlate. MyPlate je vizualna ikona osmišljena kao jednostavan prikaz preporuke unosa skupina namirnica s obzirom na unos energije (USDA, 2020), aukazuje kako bi polovicu tanjura trebalo činiti voće i povrće te naglašava cjelovitost i raznolikost. U kategorije voća i povrća spadaju i sokovi od voća i povrća (100 % voće i povrće), no prednost se daje cjelovitom voću i povrću. Američke preporuke izražene su u šalicama, pa tako Ministarstvo poljoprivrede SAD-a preporuča unos od 1 do 2 šalice voća te od 1,5 do 2,5 šalice povrća dnevno (U.S. Department of Agriculture, 2020). Ovaj pojednostavljen prikaz ne ističe važnost unosa makronutrijenata i mikronutrijenata te također ne sadrži preporuku za unos fitokemikalija.

U Europskoj Uniji također se koriste preporuke Svjetske Zdravstvene Organizacije te Europske agencije za sigurnost hrane (engl. *European Food Safety Authority, EFSA*). Preporuke Svjetske Zdravstvene Organizacije sadrže preporuku za unos voća, povrća, leguminoza, orašastih plodova i cjelovitih žitarica, preporuku za unos energije iz dodanih šećera, masti (WHO, 2003), zasićenih masti, trans-masti (WHO, 2018b) te preporuku za unos soli (WHO, 2012). Svjetska Zdravstvena Organizacija preporuča unos 400 g voća i povrća dnevno (World Health Organisation, 2003). Vrijednosti referentnog unosa (engl. *Dietary Reference Values, DRV*) Europske agencije za sigurnost hrane sadrže preporuku za unos energije, makronutrijenata i mikronutrijenata te vode (European Food Safety Authority, 2019). Preporuke Svjetske Zdravstvene Organizacije te Europske agencije za sigurnost hrane ne sadrže preporuku za unos fitokemikalija.

## 2.2. FITOKEMIKALIJE

Fitokemikalije su sekundarni metaboliti niske molekularne mase koji se prirodno nalaze u biljkama te uvelike doprinose specifičnom mirisu, boji i okusu dijelova biljaka (Ahmed i sur., 2017). Ove biološki aktivne molekule razvile su se kao posljedica interakcije između biljke i njezinog okoliša (Leitzmann, 2016) te ih biljke proizvode za svoju zaštitu (Jaeger i Cuny, 2016). Mogu se izolirati iz različitih izvora kao što su cjelovite žitarice, voće, povrće, orašasti plodovi, sjemenke i leguminoze, a do danas je identificirano više od tisuću fitokemikalija (Jaeger i Cuny, 2016). Dugi niz godina fitokemikalije su uglavnom smatrane prirodnim otrovima koji su potencijalno štetni jer sudjeluju u obrambenim mehanizmima biljaka, posebno protiv patogena (Ahmed i sur., 2017; Leitzmann, 2016). Tijekom posljednjih godina zdravstvene dobrobiti prehrane bogate biljnom hranom sve su više prepoznate. Zbog sve većeg broja epidemioloških dokaza koji pokazuju zaštitni učinak unosa povrća i voća protiv niza kroničnih bolesti, ponovno se razvio interes za sekundarne biljne metabolite. Razlika između primarnih i sekundarnih biljnih metabolita je u njihovoj funkciji. Primarni metaboliti su proteini, masti i ugljikohidrati, uključujući i dijetalna vlakna, koji doprinose metabolizmu energije i dio su strukture biljne stanice. Sekundarni biljni metaboliti su nenutritivne komponente koje su bitne za interakciju biljke s njezinim okolišem te služe kao obrana od insekata, gljivica i drugih mikroorganizama (Ahmed i sur., 2017; Leitzmann, 2016), ali i kao regulatori rasta, pigmenti i arome. Sekundarni biljni metaboliti vrlo su raznoliki kemijski spojevi koji su uglavnom prisutni u vrlo malim količinama (Leitzmann, 2016).

Prema Liu (2013) fitokemikalije se, s obzirom na kemijsku strukturu i fizikalna svojstva, dijele na: fenole, karotenoide, spojeve koji sadrže dušik, organosumporne spojeve, fitosterole i alkaloidne. (slika 1).



**Slika 1.** Klasifikacija prehranbenih fitokemikalija (prema Liu, 2013)

### 2.2.1. Alkaloidi

Alkaloidi su široka skupina organskih spojeva te spadaju u skupinu fitokemikalija (Rosales i sur., 2020). Prekursori alkaloida su aminokiseline poput tirozina, lizina, ornitina, fenilalanina i triptofana. Prisutni su kao sekundarni metaboliti u oko 20 % biljnih vrsta i imaju obrambenu ulogu protiv biljojeda i napada patogena (Ahmed i sur., 2017). Dolaze u mnogo različitih kemijskih oblika, od kojih većina ima heterociklički tercijarni dušik u svojoj strukturi (Dey i sur., 2020). Poznato je oko 20000 alkaloida (Dey i sur., 2020), uglavnom izoliranih iz biljaka. Na staničnoj razini djelovanje alkaloida je vrlo različito, neki utječu na živčani sustav, neki na sintezu proteina, dok drugi utječu na membranski transport i aktivnost enzima (Ahmed i sur., 2017). Ljudi diljem svijeta svakodnevno konzumiraju alkaloidne kao što su teobromin i kofein koji se nalaze u kavi, sjemenkama kakaovca i listovima čaja. Kod ljudi mnogi alkaloidi imaju snažne biološke učinke što se djelomično može objasniti njihovom strukturnom sličnošću s neurotransmiterima dopaminom, noradrenalinom, serotoninom i acetilkolinom. Alkaloidi imaju jedinstvene karakteristike te stoga mogu biti korišteni u medicinske svrhe. Topljivi su u vodi u kiselim uvjetima te su topivi u mastima u neutralnim i alkalnim uvjetima (Dey i sur.,



2020). Rezultati istraživanja Botwina i sur., (2020) sugeriraju da biberin, alkaloid iz papra ometa proces replikacije virusa gripe tipa A, bolesti koja je česta u djece, ali i odraslih.

## 2.2.2. Fenoli

Fenoli su skupina spojeva s jednim ili više aromatskih prstenova koji također sadrže jednu ili više hidroksilnih skupina. U skupinu fenola spadaju podskupine: fenolne kiseline, flavonoidi, stilbeni, kumarini i tanini. Osim što fenoli igraju vitalnu ulogu u reprodukciji, rastu i metabolizmu biljaka, djeluju protiv virusnih i gljivičnih infekcija, parazita i predatora te doprinose boji biljaka. Prehrana bogata fenolnim spojevima može smanjiti rizik od kroničnih bolesti poput raka, bolesti srca i dijabetesa (Liu, 2013).

### 2.2.2.1. Fenolne kiseline

Fenolne se kiseline uglavnom dijele u dvije skupine: hidroksibenzojeve i hidroksicimetne kiseline (Liu, 2013). Fenolne kiseline posjeduju mnogo veću *in vitro* antioksidacijsku aktivnost od dobro poznatih antioksidativnih vitamina. Hidroksicimetne kiseline (C6 – C3), izvedene iz cimetne kiseline, u hrani su često prisutne kao jednostavni esteri s kininskom kiselinom ili glukozom. Ferulinska, kafeinska, *p*-kumarinska i sinapinska kiselina su najzastupljenije slobodne hidroksicimetne kiseline, a klorogenska kiselina, ester kafeinske i kininske kiseline je također široko rasprostranjena u biljkama.

S druge strane, hidroksibenzojeve kiseline (C6-C1) izvedene su iz benzojeve kiseline, a prisutne su u topljivom obliku (konjugirane sa šećerima ili organskim kiselinama) i vezane za frakcije stanične stijenke poput lignina. U usporedbi s hidroksicimetnim kiselinama, hidroksibenzojeve kiseline općenito se nalaze u nižim koncentracijama u crvenom voću, luku, rotkvi itd., a četiri najzastupljenije hidroksibenzojeve kiseline su *p*-hidroksibenzojeva, protokatehinska, vanilinska i siringinska kiselina (Kumar i Goel, 2019).

#### 2.2.2.2. *Flavonoidi*

Flavonoidi su polifenolni spojevi koji se sastoje od 15 atoma ugljika te imaju dva aromatska prstena povezana preko mosta od 3 ugljika. Prisutni su u koži plodova i epidermi lišća te imaju mnoge važne funkcije. Daju pigmentaciju dijelovima biljke, štite od UV zračenja i sudjeluju u obrani biljaka od bolesti (Pierpoint, 2000). Važni flavonoidi uključuju flavonole, flavone, flavanole, flavanone, antocijanidine i izoflavone. Ostali flavonoidi koji se nalaze u manjim količinama uključuju kumarine, aurone, halkone, flavan-3,4-diole i dihidrohalkone (Ahmed i sur., 2017).

Flavonoli su najrasprostranjeniji flavonoidi koji se uglavnom pojavljuju kao O-glikozidi te uključuju kvercetin, kampferol, miricetin i izoramnetin (Ahmed i sur., 2017). Luk, kelj, zelena salata, rajčice, jabuke, grožđe i bobičasto voće bogati su izvorima flavonola. Osim voća i povrća, izvori flavonola su i čaj te crno vino. Unos flavonola povezan je sa širokim rasponom pozitivnih učinaka na zdravlje koji uključuju antioksidativni potencijal te smanjen rizik od krvožilnih bolesti (Panche i sur., 2016). Flavonoli imaju antikancerogeni i kardioprotektivni učinak. Kvercetin koji se nalazi u biljkama može suzbiti stvaranje i proliferaciju prekursora raka debelog crijeva (Almodaifer i sur., 2017) te smanjuje koncentraciju kolesterola u plazmi (Tanwar i Modgil, 2012). Kampferol, miricetin i kvercetin mogu inhibirati agregaciju trombocita (Tanwar i Modgil, 2012).

Flavoni su jedna od važnih podskupina flavonoida. Široko su prisutni u listovima, cvjetovima i plodovima biljaka kao glukozidi. Celer, peršin, crvena paprika, kamilica, menta i ginko biloba među glavnim su izvorima flavona. Luteolin, apigenin i tangeritin pripadaju ovoj potklasi flavonoida (Panche i sur., 2016).

Flavanoli su najsloženija potklasa flavonoida, u rasponu od monomernih do oligomernih i polimernih oblika. Flavanoli su također poznati kao flavan-3-oli jer je hidroksilna skupina uvijek vezana na položaj 3 u prstenu (Panche i sur., 2016). U visokoj su koncentraciji prisutni u zelenom čaju kao epigalokatehin galat, epigalokatehin, epikatehin galat, epikatehin i katehin (Ahmed i sur., 2017). Flavanole nalazimo u visokim koncentracijama u bananama, jabukama, borovnicama, breskvama i kruškama (Panche i sur., 2016).

Flavanoni su još jedna važna skupina flavonoida koja je općenito prisutna u svim citrusima kao što su naranče, limuni te u grožđu. Hesperitin i naringenin najznačajniji su primjeri ove skupine flavonoida. Flavanoni su povezani s brojnim zdravstvenim prednostima zbog svojih svojstava

vezanja slobodnih radikala. Ovi spojevi odgovorni su za gorak okus soka i kore citrusa. Flavonoidi citrusa pokazuju zanimljive farmakološke učinke kao antioksidansi, protuupalni agensi, sredstva za snižavanje lipida i kolesterola u krvi (Panche i sur., 2016).

Antocijanidini su pigmenti odgovorni za crvenu, ljubičastu i plavu boju cvijeća i voća kojom biljke privlače oprašivače te služe za zaštitu od prekomjerne sunčeve svjetlosti. Cijanidin, delphinidin, malvidin, pelargonidin i peonidin su najčešće proučavani antocijanidini. Pojavljuju se uglavnom u vanjskim slojevima stanica različitog voća kao što su brusnice, crni ribiz, crveno grožđe, maline, jagode, borovnice i kupine. Boja antocijanidina ovisi o pH vrijednosti te o metilaciji ili acilaciji hidroksilnih skupina na A i B prstenu (Panche i sur., 2016). Imaju protuupalni učinak, analgetsku i antikancerogenu aktivnost, smanjuju krvni tlak te štite jetru (Mohammed i Khan, 2022). Antocijanidini su povezani s prevencijom i liječenjem dijabetesa tipa 2. Mehanizmi uključuju zaštitu beta stanica gušterače od oksidacije, protuupalno i antioksidativno djelovanje te smanjenu probavu škroba zbog potiskivanja aktivnosti probavnih enzima. Studije pokazuju da konzumacija namirnica koje sadrže antocijanidine poboljšava regulaciju glukoze natašte, poboljšava toleranciju glukoze i osjetljivost na inzulin (Xiao i Hoyer, 2015).

Izoflavonoidi su velika i vrlo karakteristična podskupina flavonoida. Nalaze se gotovo isključivo u mahunarkama, a znatne količine daidzeina i genisteina nalaze se u soji (Del Rio i sur., 2013). Imaju ulogu u razvoju biljaka, a njihova sinteza je povećana u biljkama tijekom obrane od raznih stresora iz okoliša. Izoflavonoidi pokazuju značajan potencijal u borbi protiv brojnih bolesti. Zbog svoje strukturne sličnosti s estrogenom, izoflavoni se klasificiraju kao fitoestrogeni. Vežu se i aktiviraju intracelularne estrogenske receptore te na taj način imaju ulogu u ublažavanju simptoma menopauze. Imaju fungistatska, antibakterijska, antivirusna i antioksidativna svojstva. Izoflavonoidi također sprječavaju angiogenezu te su stoga važni u borbi protiv malignih tumora (Křížová i sur., 2019).

### 2.2.2.3. *Stilbeni*

Stilbeni su polifenoli koji se u mnogim biljkama proizvode kao obrambeni mehanizmi te djeluju preventivno protiv neurodegenerativnih bolesti, kardiovaskularnih bolesti i raka (Sirerol i sur., 2016). Resveratrol, jedan od najčešćih stilbena, nalazimo u crnom vinu, grožđu, kikirikiju i bobičastom voću (Neveu et al., 2010). Resveratrol je prirodni fenol koji djeluje preventivno protiv raznih vrsta raka na način da inhibira enzim ciklooksigenazu-2 (COX-2) (Sirerol i sur., 2016).

Pterostilben, prirodni analog resveratrola, sprječava proliferaciju stanica i metastatski rast, izazivajući apoptozu u različitim stanicama raka, kao što su rak prostate, dojke, želuca, debelog crijeva i gušterače. Piceatanol, stilben koji se nalazi u kikirikiju, marakuji i čaju, ima snažno protuupalno i antioksidativno djelovanje (Sirerol et al., 2016.).

#### 2.2.2.4. Lignani

Lignani su fenolni spojevi dostupni u biljnim izvorima, kao što su sjemenke lana i sezama. Najčešći lignani su laricirezinol, sekoizolaricirezinol, mediorezinol, siringarezinol i pinorezinol. Sjemenke lana sadrže veliku količinu lignana do 8000 µg/g. Lignani iz sjemenki lana imaju antioksidativna svojstva i pružaju zaštitu od raka i kardiovaskularnih bolesti (Wu et al., 2021). Nakon ingestije, crijevna mikrobiota u gornjem dijelu debelog crijeva pretvara biljne lignane u enterolakton i enterodiol, koji se nazivaju enterolignanima sisavaca. Enterolakton, suzbija rast stanica raka prostate pokrećući apoptozu (Del Rio i sur., 2013).

#### 2.2.2.5. Kumarini

Kumarini su važni spojevi u obrambenom mehanizmu biljaka i štite biljke od biljojeda, patogenih insekata, bakterija i gljivica. Nalazimo ih u cimetu, trešnjama, jagodama, lavandi te u slatkoj djetelini. Mogu biti prisutni kao halogenirani ili hidroksilirani kumarini te kao takvi imaju veću stabilnost od slobodnih kumarina. Spomenuti derivati kumarina pokazuju antifungalno djelovanje (Ahmed i sur., 2017).

#### 2.2.2.6. Tanini

Tanini su skupina neflavonoidnih polifenola s rasponom molekulske mase od 500 do 3000 Da (Serrano i sur., 2009). Dijele se na hidrolizirajuće i na nehidrolizirajuće odnosno kondenzirane tanine. Hidrolizirajući tanini sadrže fenolne kiseline i jednostavne šećere, najčešće glukozu te se nalaze u plodovima, lišću, sjemenkama i kori biljaka iz obitelji *Leguminosae*, *Fabaceae*, *Combretaceae* i *Anacardiaceae*. Nehidrolizirajući tanini su složeni polimeri ili oligomeri flavan-3-ola ili flavan-3, 4-diola ili njihove mješavine (Oluwole i sur., 2022). Tanini imaju toksična svojstva i djeluju kao sredstvo koje odvraća biljojede od hranjenja. Tijekom konzumacije izazivaju adstringentni osjećaj jer se spajaju s proteinima slin i. Također, mogu se vezati s proteinom kolagena u životinjskoj koži i uzrokovati njegovo taloženje (Ahmed i sur., 2017).

### 2.2.3. Organosumporni spojevi

#### 2.2.3.1. Glukozinolati

Glukozinolati su sekundarni biljni metaboliti koji sadrže sumpor te se obično nalaze u povrću iz skupine krstašica. Zbog strukturne raznolikosti bočnog lanca danas razlikujemo oko 130 različitih spojeva, od kojih je samo manji dio prisutan u uobičajenoj prehrani ljudi (Blažević i sur., 2020). Pri pucanju stanice biljni enzim mirozinaza cijepa glukozinolate te ovisno o strukturi bočnog lanca mogu nastati izotiocijanati ili metaboliti indola. Navedeni produkti razgradnje odgovorni su za tipičan opor okus povrća vrste *Brassica* te se smatraju dijelom obrambenog sustava biljaka (Steinbrecher i Linseisen, 2009).

Glukozinolati i njihovi metabolički produkti djeluju protuupalno te su snažni agensi u prevenciji raka zbog njihove sposobnosti da inhibiraju metaboličku fazu I supresijom enzima citokroma P450 koji metabolizira i time aktivira mnoge kancerogene agense (Grundermann i Huber, 2018).

#### 2.2.4. Fitosteroli

Biljni steroli ili fitosteroli su bioaktivni spojevi s molekularnom strukturom sličnom kolesterolu (Dufourc, 2008). Do danas je identificirano više od 250 fitosterola, od kojih su najznačajniji  $\beta$ -sitosterol, kampesterol, stigmasterol, brasikasterol i ergosterol (Feng i sur., 2020). Najrasporstanjeniji jest  $\beta$ -sitosterol i čini približno 80 % unosa fitosterola u prehrani (Jiménez-Escrig i sur., 2006). Klinički dokazi pokazuju da fitosteroli imaju umjeren učinak na snižavanje LDL-a i triglicerida. Sitosterol može suzbiti kroničnu upalu povezanu s pretilošću smanjenjem cirkulirajućeg interleukina-6 i tumorski faktor nekroze alfa (TNF- $\alpha$ ) (Kurano i sur., 2018). Fitosteroli se smatraju umjerenom aktivnim antioksidansima, imaju imunomodulirajuća svojstva te je utvrđeno da prehrana bogata fitosterolima, posebice  $\beta$ -sitosterolom, sprječava razvoj raka te snižava razinu kolesterola u krvi (Jiang i sur., 2019). Osim  $\beta$ -sitosterola, i kampesterol također ima ulogu u sprječavanju razvoja raka te služi kao biomarker apsorpcije kolesterola (Dedekula i sur., 2022). Ergosterol je prekursor vitamina D2 koji ima ulogu u prevenciji rahitisa. Prema Vanmierlo i sur., 2011. brasikasterol se može koristiti kao biomarker kod Alzheimerove bolesti. Najveći sadržaj biljnih sterola imaju biljna

ulja, posebno ulje kukuruza, te sjemenke sezama, a dobar izvor fitosterola su i orašasti plodovi (Witkowska i sur., 2021).

#### 2.2.5. Karotenoidi

Karotenoidi su prirodni pigmenti topljivi u mastima koji se nalaze u voću i zelenom lisnatom povrću, algama i gljivama. Nazivaju se pigmentima jer imaju karakterističnu crvenu do žutu boju (Kiokias i sur., 2016). Na primjer, žućkasto-narančasta boja mrkve potječe od  $\beta$ -karotena, jednog od najpoznatijih karotenoida i prekursora vitamina A, od kojeg također potječe naziv cijele klase karotenoida (Langi i sur., 2018). Žuto-narančasto voće i povrće osim  $\beta$ -karotenom bogato je i  $\alpha$ -karotenom; narančasto voće (kao što je mandarina)  $\alpha$ -kriptoksantinom; tamnozeleno povrće ima visok sadržaj luteina i zeaksantina, a likopenom su bogate rajčice i proizvodi od rajčice. Lutein i zeaksantin su također u visokim koncentracijama prisutni u žumanjcima (Langi i sur., 2018).

Prema njihovoj funkciji, karotenoidi se mogu klasificirati u dvije skupine: ksantofili poput luteina i zeaksantina te karoteni poput  $\alpha$ -karotena,  $\beta$ -karotena i likopena (Langi i sur., 2018). Osnovni dio molekule karotenoida čini ugljikovodični lanac koji se sastoji od 40 atoma ugljika, to jest sastoji se od 8 međusobno povezanih izoprenskih jedinica. Središnji dio molekule sastoji se od niza konjugiranih dvostrukih veza koje karotenoidima daju oblik, kemijsku reaktivnost i svojstvo apsorpcije svjetlosti (Liu, 2013). U prirodi je identificirano više od 600 različitih karotenoida, no u prosječnoj ljudskoj prehrani prisutno ih je samo 40 od kojih su najzastupljeniji likopen, lutein, zeaksantin,  $\beta$ -kriptoksantin i  $\beta$ -karoten. S obzirom da se ne mogu sintetizirati u organizmu, karotenoide je potrebno unositi prehranom. Karotenoidni pigmenti imaju važnu ulogu u fotosintezi i fotozaštiti u biljnim tkivima. Fotozaštitna uloga karotenoida proizlazi iz njihove sposobnosti da gase i inaktiviraju singletni kisik nastao izlaganjem svjetlu i zraku (Liu, 2004). Fotozaštitna uloga ujedno je povezana s antioksidativnom aktivnošću karotenoida koji imaju važnu ulogu u prevenciji bolesti u ljudi i održavanju dobrog zdravlja (Kiokias i sur., 2016). Njihovo antioksidativno svojstvo umanjuje štetne učinke slobodnih radikala te stoga potencijalno mogu zaštititi ljude od kompromitiranog imunološkog odgovora, preranog starenja, određenih vrsta raka, kardiovaskularnih bolesti i artritisa. Voće i povrće glavni su prehrambeni izvori karotenoida u prehrani ljudi.

### *2.2.5.1. Ksantofili*

Ksantofili, lutein i zeaksantin su relativno polarni karotenoidni pigmenti. Nalaze se u različitom voću i povrću, a posebno su bogati izvori tamnozeleno lisnato povrće, uključujući špinat, kelj, zelje repe, brokulu, prokulice i raštiku (Liu, 2013). Lutein i zeaksantin djeluju na dva načina; kao antioksidansi te kao filter ultraljubičastog svjetla. Zbog jedinstvenih krajnjih funkcionalnih skupina, zeaksantin i lutein potentni su u hvatanju slobodnih radikala čime štite od oksidativnog oštećenja (Langi i sur., 2018). Prehrana bogata zeaksantinom i luteinom povezana je sa smanjenim rizikom od razvoja katarakte i makularne degeneracije (Liu, 2013) te je važna za poboljšanje zdravlja očiju (Abdel-Aal i sur., 2013). Ovi ksantofili čine glavne pigmente koji se nalaze u žutoj pjegi (makuli) odnosno u središnjem dijelu retine ili mrežnice, a štite makulu od oštećenja plavim svjetlom, poboljšavaju vidnu oštrinu i neutraliziraju slobodne radikale (Abdel-Aal i sur., 2013). Lutein također može zaštititi kožu u uvjetima prekomjerne izloženosti štetnim zračenjima te naročito od oštećenja izazvanih UV zračenjem, može smanjiti rizik od kardiovaskularnih bolesti i bolesti živčanog sustava (Cena i sur., 2008). Nadalje, istraživanja pokazuju da lutein može zaštititi od razvoja određenih vrsta raka te da poboljšava imunološki odgovor. Pokazalo se da su niže koncentracije luteina u mozgu u bolesnika s blagim kognitivnim oštećenjem nego u onih s normalnom kognitivnom funkcijom (Langi i sur., 2018).

### *2.2.5.2. Karoteni*

$\beta$ -karoten je karotenoid koji se sastoji od 40 atoma ugljika te je uz likopen, najčešće prisutan karotenoid u prehrani ljudi. U visokoj koncentraciji se nalazi u krvi tj. u krvnoj plazmi (Wawrzyniak i sur., 2013).  $\beta$ -karoten je prekursor vitamina A te se u organizmu metabolizira do vitamina A (retinala), što ga čini najvažnijim izvorom vitamina A. Unos  $\beta$ -karotena prehranom iz voća i povrća povezano je s održavanjem normalnog vida, poboljšanjem rasta, diferencijacijom tkiva i reprodukcijom, kao i sa smanjenom učestalošću kroničnih nezaraznih bolesti poput dijabetesa tipa 2 (Slujis i sur., 2015) te kardiovaskularnih bolesti (Wang i sur., 2014). Međutim, suplementacija visokim dozama  $\beta$ -karotena u osoba koji su pušači povezana je s povećanim rizikom od razvoja raka pluća (Kordiak i sur., 2022). Neke od namirnica koje su bogate  $\beta$ -karotenom su marelice, šljive, borovnice, mrkva, tikva, brokula i špinat (Xavier i Perez-Galvez., 2016).

Karoten likopen je lipofilni karotenoidni pigment koji se nalazi u crvenom, ružičastom i narančastom voću i povrću kao što su rajčice, marelice, dinje, papaje, grožđe, breskve, lubenice i brusnice. Likopen je povezan s brojnim biološkim aktivnostima. Djeluje antikancerogeno, antioksidativno, kardioprotektivno, neuroprotektivno, poboljšava san te ima protuupalni i antihipertenzivni učinak. Međutim, njegova pretjerana konzumacija može dovesti do likopenemije (žute do narančaste pigmentacije kože zbog nakupljanja likopena), a dodatna suplementacija osim unosa prehranom može dovesti do smetnji u trudnoći poput prijevremenog poroda te niske porođajne mase (Khan i sur., 2021). Najznačajniji izvor likopena je rajčica i proizvodi od rajčice, a s obzirom da je likopen lipofilan, njegova se bioraspoloživost povećava konzumacijom obroka koji uz izvor likopena sadrži i izvor masti (Ghadage i sur., 2019).

#### 2.2.6. Metode procjene unosa fitokemikalija

Prehrambeni unos fitokemikalija teško je kvantificirati te nema definiranog zlatnog standarda za procjenu njihova unosa. U nedostatku sveobuhvatne baze podataka koja bi sadržavala podatke o količini fitokemikalija u pojedinoj namirnici, u obradi podataka koriste se razne metode. Određivanje količine fitokemikalija u pojedinoj namirnici dodatno komplicira broj fitokemikalija koje ona sadrži, njihova bioraspoloživost prilikom konzumacije te njihova interakcija s drugom hranom ili hranjivim tvarima iz prehrane. Također, količina fitokemikalija nije jednaka u sirovim i termički obrađenim namirnicama te ovisi i o načinu termičke obrade (Probst i sur., 2018).

Probst i sur. (2018) pregledali su radove objavljene od siječnja 2004. do studenog 2014. godine, odnosno metode kojima je u tim radovima procijenjen unos polifenola. Među šest najčešće korištenih alata za procjenu unosa polifenola bile su: objavljena literatura, USDA baza podataka za sastav flavonoida (Bhagwat i Haytowitz, 2016), USDA-Iowa State University baza podataka za sastav izoflavona (Bhagwat i sur., 2008), objavljeni analitički podaci, USDA baza podataka za sastav proantocijanidina ((Bhagwat i Haytowitz, 2015) te Phenol-Explorer baza podataka (Rothwell i sur., 2013). Phenol-Explorer je prva sveobuhvatna baza podataka o sadržaju polifenola u hrani. Baza podataka sadrži više od 35 000 vrijednosti za 500 različitih polifenola u više od 400 namirnica (Rothwell i sur., 2013).



Nadalje, USDA baza podataka osim podataka o sadržaju flavonoida sadrži i podatke o sadržaju karotenoida i fitosterola, no ne sadrži podatke o glukozinolatima. Danska (Food data, 2022) i Talijanska (Gnagnarella i sur., 2022) nacionalna baza podataka o sastavu hrane ne sadrže podatke o fitokemikalijama, osim  $\beta$ -karotena. Finska nacionalna baza podataka o sastavu hrane (Finnish Institute for Health and Welfare, 2019) sadrži isključivo podatke o ukupnim karotenoidima.

Poznato je da su cjelovite biljne namirnice bogate fitokemikalijama, sekundarnim metabolitima koje imaju ulogu u zaštiti zdravlja ljudi, osobito u očuvanju zdravlja kardiovaskularnog sustava te da smanjuju rizik od raka. Za ovaj su učinak zaslužni brojni mehanizmi, od kojih su najistraženiji antioksidacijska aktivnost te modulacija ekspresije ili aktivnosti enzima koji sudjeluju u detoksikaciji (McCarty, 2004), no takva su se istraživanja uglavnom koncentrirala na određenu vrstu fitokemikalija, ne na ukupan sadržaj fitokemikalija u prehrani (Eslami i sur., 2020). S obzirom da je kvantifikacija fitokemikalija iz namirnica skupa te nepraktična za velike epidemiološke studije, McCarty je 2004. godine predložio korištenje alternativne metode, Indeks za procjenu unosa fitokemikalija prehranom (engl. *Dietary Phytochemical Index*, DPI) koji se definira kao udio dnevnog unosa energije koja potječe iz namirnica bogatih fitokemikalijama te pruža jednostavan i praktičan način za procjenu kvalitete prehrane.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

#### **3.1. DIZAJN ISTRAŽIVANJA I ISPITANICI**

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta „Pilot projekt: školski obroci i unos voća i povrća u školama sa i bez vrtova“, koji je dio Europskog Horizon 2020 projekta „Strengthening European Food Chain Sustainability by Quality and Procurement” (Strength2Food, H2020-SFS-2015-2, broj ugovora: 678024) (Colić Barić i sur., 2021). Protokol ovog istraživanja osmišljen je i proveden u skladu s Helsinškom deklaracijom, a odobrilo ga je Etičko povjerenstvo Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (380-59- 10106-19-11/307). Protokol provođenja pilot-projekta odobrilo je Etičko povjerenstvo Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada (100-21/16-8), a dozvolu za njegovu implementaciju u škole dodijelili su Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta te Agencija za odgoj i obrazovanje (602-01/16-01/00388).

Ispitanici su učenici iz 14 osnovnih škola s područja grada Zagreba. Dnevnicu prehrane prikupljani su tijekom školske godine 2018./2019. Od ukupnog uzorka ispitanika (n=681) u ovo istraživanje uključena su djeca koja su uz pomoć roditelja ispunila trodnevni dnevnik prehrane (28,6 %). U istraživanju je sudjelovalo 195 djece, dobi 8,9 (8,6 - 9,2), od kojih je 52 % dječaka i 48 % djevojčica.

#### **3.2. OPĆI UPITNIK**

Putem Google obrasca za izradu upitnika svim je roditeljima podijeljen opći upitnik koji je sadržavao pitanja o datumu rođenja djece, navikama spavanja, sjedilačkom ponašanju, o roditeljima te o kućanstvu. Prosječno trajanje spavanja djece unutar tjedan dana izračunato je na temelju odgovora roditelja u koliko sati u prosjeku njihovo dijete ide na spavanje i kada se budi tijekom školskog tjedna te u koliko sati u prosjeku ide na spavanje i kada se budi tijekom vikenda. Iz dobivenih podataka izračunata je prosječna vrijednost trajanja spavanja djece unutar tjedan dana (Erna i sur., 2011; Wolfson i Carskadon, 1998). Sjedilačko ponašanje djece odnosi se na vrijeme provedeno ispred ekrana (televizije, računala, mobitela itd.), te su roditelji trebali procijeniti trajanje takvog ponašanja tijekom školskog tjedna i vikenda. Iz navedenih je podataka izračunato prosječno vrijeme provedeno ispred ekrana tijekom tjedna (World Health Organization, 2018; Roman-Viñas i sur., 2016; Erna i sur., 2011). Podaci o roditeljima odnose

se na njihovu samoprijavljenu tjelesnu visinu i tjelesnu masu, iz kojih je naknadno izračunat indeks tjelesne mase te na njihov stupanj obrazovanja. Podaci o kućanstvu obuhvaćaju pitanja o mjesečnim prihodima te broju ljudi u kućanstvu.

### **3.3. ANTROPOMETRIJSKA MJERENJA**

Tijekom nastave Tjelesne i zdravstvene kulture u pojedinoj školi napravljena su antropometrijska mjerenja. Tjelesna masa i visina mjereni su na kombiniranoj medicinskoj vagi i stadiometru (Seca, Type 877-217, Vogel & Halke GmbH & Co., Germany) s preciznošću od 0,1 kg odnosno 0,1 cm, a djeca su prilikom mjerenja bila bez obuće i odjevena u laganu sportsku odjeću. Pomoću dobivenih podataka o tjelesnoj masi i tjelesnoj visini izračunat je indeks tjelesne mase ( $\text{kgm}^{-2}$ ), a pomoću programa AnthroPlus Svjetske zdravstvene organizacije izračunate su standardizirane z-vrijednosti za tjelesnu masu, tjelesnu visinu i indeks tjelesne mase prema dobi i spolu za svako dijete (Blössner i sur., 2009). Za procjenu stupnja uhranjenosti korištene su kategorije i njihove granične vrijednosti preporučene od strane Svjetske zdravstvene organizacije (WHO, 2006).

### **3.4. PROCJENA RAZINE TJELESNE AKTIVNOSTI**

Razina tjelesne aktivnosti svakog djeteta procijenjena je pomoću Upitnika tjelesne aktivnosti za stariju djecu (engl. PAQ-C) koji je validiran za hrvatsku dječju populaciju (Kowalski i sur., 2004; Vidaković Samaržija i Mišigoj-Duraković, 2013). Upitnik je dostavljen roditeljima te su dobili upute da ga ispune uz pomoć svoje djece. Upitnik se sastoji od 9 pitanja koja odražavaju tjelesnu aktivnost djece tijekom prošlog tjedna. Vrednovanje je provedeno kroz ljestvicu od 5 stupnjeva pomoću kojega se a djeca klasificiraju kao nedovoljno aktivna (rezultat 1 do 2), umjereno tjelesno aktivna (rezultat 3) i vrlo tjelesno aktivna (rezultat 4 do 5).

### 3.5. DIJETETIČKE METODE

#### 3.5.1. Dnevnik prehrane

Roditelji/skrbnici, uz pomoć djece, vodili su dnevnike prehrane kroz tri ne uzastopna dana tako da su bilježili svu hranu i piće koju su djeca konzumirala. Od tri dana u kojima su bilježili konzumaciju hrane, dva su dana trebala biti u tjednu i jedan dan unutar vikenda (subota ili nedjelja). Roditelji/skrbnici dobili su detaljne upute o načinu izražavanja količine konzumirane hrane i pića te su evidentirali namirnice u gramima ili korištenjem standardnih kuhinjskih mjera (žlica, žličica, šalica itd.). Potom su dnevnici prehrane analizirani pomoću programa Prehrana (Infosistem d.d., Zagreb) u koji su unesene konzumirane namirnice te su dobiveni podaci o unosu energije, makronutrijenata i mikronutrijenata.

#### 3.5.2. Indeks za procjenu unosa fitokemikalija prehranom

DPI se definira kao postotak dnevnog unosa energije koja potječe iz namirnica bogatih fitokemikalijama te pruža jednostavan i praktičan način za procjenu kvalitete prehrane. Svo voće, povrće (osim krumpira), leguminoze, sjemenke, orašasti plodovi, cjelovite žitarice te maslinovo ulje iz dnevnika prehrane korišteni su za izračun DPI-a. Ovo je istraživanje u izračun uključilo i začine s obzirom na njihov visok sadržaj fitokemikalija. Trodnevni prosjek unosa energije iz navedenih namirnica podijeljen je sa prosječnim trodnevnim ukupnim unosom energije za pojedino dijete te pomnožen sa 100.

$$DPI = \frac{\text{dnevni unos energije iz hrane bogate fitokemikalijama (kcal)}}{\text{ukupni dnevni unos energije (kcal)}} \times 100 \quad [1]$$

#### 3.5.3. Analiza unosa fitokemikalija

Iz prikupljenih dnevnika prehrane analizirano je kakav je prosječan unos fitokemikalija: polifenola, karotenoida, glukozinolata te fitosterola.

### 3.5.3.1. Polifenoli

Za izračun unosa polifenola korištena je baza podataka Phenol-Explorer (Phenol-Explorer, 2023). Za svaku namirnicu koja je izvor polifenola iz baze je uzet podatak o koncentraciji pojedinog polifenola (izraženo u mg/100 g sirove namirnice) te je preračunato na masu namirnice koju je dijete konzumiralo. Podatak za ukupne polifenole iz Phenol-Explorer baze podataka dobiven je spektrofotometrijski pomoću Folin-Ciocalteu metode. Podaci za pojedine polifenole dobiveni su kromatografijom i/ili kromatografijom nakon hidrolize. Za namirnice koje u bazi nisu imale dostupne podatke dobivene kromatografijom, korišteni su podaci dobiveni kromatografijom nakon hidrolize. Podaci su korigirani pomoću retencijskih faktora ukoliko se radilo o različitim načinima termičke obrade. Korišteni retencijski faktori iznose 0,59 za kuhanje, 0,5 za prženje te 1,09 za pečenje (Rothwell i sur., 2015). Izračunat je unos antocijana, flavanola, flavanona, flavona, flavonola, izoflavona, halkona, dihidrohalkona, dihidroflavonola, ukupnih flavonoida, hidroksibenzojevih kiselina, hidroksicimetnih kiselina, ukupnih fenolnih kiselina, stilbena, lignana, ostalih polifenola te ukupnih polifenola.

### 3.5.3.2. Karotenoidi

Pri procjeni unosa karotenoida korišteni su podaci o sadržaju luteina i zeaksantina u namirnicama iz rada Cena i sur. (2008) te su nadopunjeni podacima iz tablica s kemijskim sastavom namirnica (USDA, 2017). Podaci za  $\beta$ -karoten preuzeti su iz Tablica o sastavu namirnica i pića (Kaić-Rak i Antonić, 1990), a podaci za likopen iz USDA baze podataka. Podaci su preračunati na masu namirnice koju je dijete konzumiralo te korigirani pomoću retencijskih faktora ukoliko se radilo o različitim načinima termičke obrade. Korišteni su dostupni retencijski faktori iz USDA Tablice retencijskih faktora za nutrijente (USDA, 2007) (tablica 1, 2 i 3).

**Tablica 1.** Retencijski faktori za likopen (prema USDA, 2007)

Namirnica	Kuhano	Pečeno	Prženo
Rajčica, svježa	0,95	0,95	0,90
Mrkva	0,90	0,95	0,90
Kobasice	0,85	0,85	0,85
Jetrica	-	0,75	0,75
Kupus, crveni	0,95	0,95	0,95

**Tablica 2.** Retencijski faktori za lutein i zeaksantin (prema USDA, 2007)

Namirnica	Kuhano	Pečeno	Prženo
Mrkva	0,90	0,90	0,90
Špinat	0,95	0,95	0,90
Buča	0,95	0,90	0,80
Tikvica	0,95	0,90	0,80

**Tablica 3.** Retencijski faktori za karotenoide (prema USDA, 2007)

Namirnica	Kuhano/pirjano (za meso)	Pečeno	Prženo
Sir	1,0	1,0	1,0
Jaja	1,0	1,0	1,0
Mlijeko	1,0	1,0	1,0
Piletina, puretina	0,80	0,75	0,75
Svinjetina	0,80	0,75	0,75
Kobasice	0,95	0,85	-
Junetina	0,75	0,75	0,75
Teletina	0,80	0,75	0,75
Jetrica	0,75	0,75	0,75
Povrće, zeleno lisnato	0,95	0,95	0,90
Povrće, korjenasto	0,90	0,90	0,90
Povrće, ostalo	0,95	0,95	0,85
Leguminoze	0,85	-	-
Krumpir	1,0	1,0	1,0
Tjestenina	0,95	0,95 zapečena 0,90 kuhana pa pečena	-

### 3.5.3.3. Glukozinolati

Za procjenu unosa glukozinolata korišteni su podaci iz istraživanja Steinbrecher i Linseisen (2009). Podaci su preračunati na masu namirnice koju je dijete konzumiralo te korigirani pomoću retencijskih faktora ukoliko se radilo o različitim načinima termičke obrade. Procijenjen je unos slijedećih glukozinolata: glukoibervirin, glukoerucin, dehidroerucin, glukoberteroin, glukoiberin, glukorafanin, glukorafenin, glukoalizin, glukoheirolin, glukoerizolin, glukokohlearin, sinigrin, glukonapin, glukobrasikanapin, progoitrin, epiprogoitrin, napoleiferin, glukotropaeolin, glukonasturtin, sinalbin, glukobarbarin, glukobrasicin, 4-hidroksiglukobrasicin, neoglukobrasicin, 4-metoksiglukobrasicin te ukupni

glukozinolati. Korišteni su retencijski faktori iz radova Possenti i sur. (2017), Baenas i sur. (2019) te Korus i sur. (2014) (tablica 4).

**Tablica 4.** Retencijski faktori za glukozinolate (*prema* Possenti i sur., 2017., Baenas i sur., 2019. te Korus i sur., 2014.)

<b>Namirnica</b>	<b>Kuhano</b>
Cvjetača	0,75
Brokula	0,77
Bijeli kupus	0,65
Prokulica	0,58
Kelj	0,70

#### 3.5.3.4. *Fitosteroli*

Za procjenu unosa fitosterola korišteni su podaci iz istraživanja Witikowska i sur. (2021) (za stigmasterol, kampesterol i  $\beta$ -sitosterol) te su nadopunjeni podacima iz USDA baze podataka (USDA, 2023) za brasikasterol, ergosterol i ostale fitosterole. Podaci su preračunati na masu namirnice koju je dijete konzumiralo te korigirani pomoću retencijskih faktora ukoliko se radilo o različitim načinima termičke obrade. Korišteni su retencijski faktori iz istraživanja Witikowska i sur. (2021).

### 3.6. OBRADA PODATAKA

Podaci su analizirani pomoću računalnog programa SPSS verzija 23.0 (IBM SPSS Statistics za Windows operacijski sustav, 2015, Armonk, NY: IBM Corp.), a grafička obrada podataka napravljena je pomoću programa Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft, Seattle, WA). Za razinu značajnosti u svim analizama korišten je  $\alpha = 0,05$ . S obzirom na ne-normalnu distribuciju utvrđenu Shapiro-Wilk testom numeričke varijable su prikazane kao medijan i interkvartilni raspon dok su kategorijske varijable prikazane kao frekvencije ili udjeli. Za potrebe analize podataka ispitanici su podjeljeni u tercile temeljem postignutih bodova izračunatih Indeksom za procijenu unosa fitokemikalija. Za utvrđivanje razlika u numeričkim varijablama između ispitanika podijeljenih u tercile korištene je Kruskal-Wallis test s post hoc Dunnettovim testom. Nadalje, pomoću Hi-kvadrat testa ili Fisehrovog egzaktnog testa utvrđene su razlike u kategorijskim varijablama između ispitanika podijeljenih u tercile.

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

U ovom poglavlju kojeg čine pet cjelina prikazani su rezultati diplomskog rada koji odgovaraju na postavljene ciljeve. Cilj ovog diplomskog rada bio je procijeniti unos fitokemikalija u djece osnovnoškolske dobi iz dnevnika prehrane pomoću Indeksa za procjenu unosa fitokemikalija prehranom (DPI). Nadalje, obzirom na ostvarene bodove DPI, analizirati postoji li razlika u unosu pojedinih fitokemikalija i socio-demografskih karakteristika djece.

U prvoj cjelini prikazani su rezultati procjene unosa fitokemikalija temeljem Indeksa za procjenu unosa fitokemikalija prehranom (engl. *Dietary Phytochemical Index*, DPI) u tablici 5. Nadalje, u istoj tablici prikazan je i prosječan dnevni unos energije iz skupina i podskupina namirnica bogatih fitokemikalijama te njihov doprinos ukupnom DPI-ju. S obzirom da su za daljinu analizu djeca raspodijeljena u tercile prema ostvarenom broju bodova na DPI-ju, u tablici 6 prikazana je razlika u doprinosu pojedinih skupina i podskupina hrane ukupnom DPI-ju.

U drugoj cjelini prikazana je povezanost između socio-ekonomskih karakteristika djece (slika 2 – 5) i stila života (tablica 7) s bodovima ostvarenim DPI-jem.

U trećoj cjelini u tablici 8 prikazana je razlika u prosječnom dnevnom unosu energije i hranjivih tvari u djece s obzirom na ostvareni broj bodova DPI-ja.

Četvrta cjelina odnosi se na procjenu prosječnog dnevnog unosa pojedinih fitokemikalija iz dnevnika prehrane te prikaza postoji li razlika u unosu pojedinih fitokemikalija s obzirom na ostvareni broj bodova dobivenih DPI-jem. Tako je unos polifenola prikazan u tablicama 9 i 10, unos karotenoida u tablicama 11 i 12, unos glukozinolata u tablicama 13 i 14 te fitosterola u tablicama 15 i 16.

U posljednjoj petoj cjelini ističu se prednosti i nedostaci istraživanja provedenog u sklopu ovog diplomskog rada.

### **4.1. PROCJENA UNOSA FITOKEMIKALIJA POMOĆU DPI**

Prosječan broj bodova dobiven Indeksom za procjenu unosa fitokemikalija prehranom iznosi 11,8 (7,7 – 16,2), a djeca su iz namirnica bogatih fitokemikalijama prosječno dnevno unosila 210,5 kcal (126,1 – 303,4 kcal) (tablica 5). Ukupnim DPI bodovima najviše doprinosi unos



skupina voća, potom redom cjelovite žitarice, povrća te skupina ostalo. Unutar skupine žitarica DPI bodovima najviše doprinosi podskupina kruh i peciva, u skupini voća podskupina tropsko i južno voće, u skupini povrće podskupina mahunarke te u skupini ostala hrana podskupina začini i začinsko bilje.

**Tablica 5.** Prosječan doprinos pojedinih skupina namirnica bogatih fitokemikalijama te ukupni ostvareni bodovi dobiveni DPI indeksom izračunati temeljem 3-dnevnog dnevnika prehrane u djece osnovnoškolske dobi (n=195)<sup>1</sup>

Skupine namirnica	kcal/dan	%DPI
Cjelovite žitarice ukupno	49,9 (0,0 – 126,9)	27,9 (0,0 – 46,8)
Cjelovito zrno	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Brašno cjelovitih žitarica	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Kruh i peciva od cjelovitih žitarica	32,8 (0,0 – 70,3)	14,0 (0,0 – 32,8)
Tjestenina od cjelovitih žitarica	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Pahuljice i žitarice za doručak od cjelovitih žitarica	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Voće ukupno	82,7 (42,3 – 122,8)	40,0 (24,3 – 57,4)
Agrumi	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Bobičasto i jagodasto voće	0,0 (0,0 – 6,6)	0,0 (0,0 – 2,8)
Jabučasto voće	16,8 (0,0 – 33,3)	6,2 (0,0 – 16,0)
Košunjicavo voće	0,0 (0,0 – 23,3)	0,0 (0,0 – 11,2)
Tropsko i južno voće	14,7 (0,0 – 38,5)	6,6 (0,0 – 17,8)
Orašasti plodovi	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Sjemenke	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Suho voće	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Konzervirano voće	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Voćni sok	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Povrće ukupno	32,4 (17,2 – 53,4)	16,9 (8,8 – 29,8)
Lisnato i stabljičasto povrće	0,8 (0,0 – 2,7)	0,3 (0,0 – 1,4)
Kupusasto povrće	1,1 (0,0 – 4,2)	0,6 (0,0 – 1,9)
Plodasto povrće	2,6 (0,0 – 6,1)	1,3 (0,0 – 2,9)
Lukovice	2,6 (0,9 – 5,0)	1,3 (0,4 – 2,5)
Korjenasto povrće	2,4 (0,0 – 6,5)	1,3 (0,0 – 3,1)
Mahunarke	5,0 (0,0 – 66,3)	3,1 (0,0 – 28,3)
Konzervirano povrće	0,0 (0,0 – 3,0)	0,0 (0,0 – 1,1)
Umaci od rajčice	1,2 (0,0 – 7,0)	0,7 (0,0 – 3,4)
Povrtni sok	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Ostalo ukupno	4,8 (0,9 – 16,8)	2,3 (0,5 – 9,2)
Začini i začinsko bilje	0,9 (0,0 – 2,3)	0,3 (0,0 – 1,2)
Čaj	0,0 (0,0 – 1,4)	0,0 (0,0 – 0,5)
Vino i ocat	0,0 (0,0 – 0,2)	0,0 (0,0 – 0,1)
Biljni napitci	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)
Maslinovo ulje	0,0 (0,0 – 15,0)	0,0 (0,0 – 7,0)
<b>DPI (bodovi)</b>	<b>11,8 (7,7 – 16,2)</b>	
<b>Energija iz hrane bogate fitokemikalijama (kcal)</b>	<b>210,5 (126,1 – 303,4)</b>	

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). DPI- Indeks za procjenu unosa fitokemikalija prehranom

Istraživanje Azizi-Soleiman i sur. (2021) istraživalo je povezanost DPI indeksa s generalnom i abdominalnom pretilošću u djece i adolescenata u dobi od 6 do 18 godina te je prosječan broj ostvarenih DPI bodova iznosio  $25,42 \pm 11,51$ , što je više od rezultata dobivenih ovim diplomskim radom. Jedan od mogućih razloga tome je što je navedeno istraživanje računalo

DPI temeljem FFQ-a, a trenutno istraživanje temeljem trodnevnih dnevnika prehrane. Stoga je FFQ-om bilo moguće obuhvatiti duže razdoblje te veći broj namirnica. U navedenom istraživanju DPI bodovima najviše doprinose skupine voća i povrća, cjelovitih žitarica te mahunarki, dok su to u ovom diplomskom radu redom voće, cjelovite žitarice, povrće (uključuje mahunarke) te skupina ostalo.

Također, s obzirom da DPI ovisi o unosu energije iz namirnica, različite namirnice mogu zbog svoje veće ili manje energijske vrijednosti više ili manje pridonositi DPI bodovima određene skupine namirnica. Tako primjerice namirnice iz skupine cjelovitih žitarica imaju veću energijsku vrijednost od namirnica iz skupine voća i povrća. Također, podskupina kruh i peciva najviše pridonosi DPI bodovima u skupini žitarica zbog veće učestalosti konzumacije, ali i zbog svoje veće energijske vrijednosti. Isto vrijedi za podskupinu tropskog i južnog voća u koju spada banana koja ima veću energijsku vrijednost od drugog voća koje djeca često konzumiraju. Nadalje, skupini ostalo najviše pridonose začini i začinsko bilje koje djeca češće konzumiraju od maslinovog ulja.

Za razliku od drugih istraživanja navedenih u nastavku gdje je ukupan uzorak djece podijeljen u kvartile, za daljnju analizu podataka ukupan uzorak djece u ovom istraživanju (s obzirom da se radi o manjem uzorku ( $n=195$ )), je prema ostvarenim DPI bodovima podijeljen u tercile, tako da svaka skupina sadrži jednak broj djece ( $n=65$ ). U prvom tercilu nalaze se djeca koja su ostvarila manje od 8,9 bodova, u drugoj oni koji su ostvarili između 8,9 i 14,7 bodova te se u trećoj nalaze ona djeca koja su ostvarila više od 14,7 bodova. U istraživanju Azizi-Soleiman i sur. (2021) u prvom kvartilu nalaze se djeca koja su ostvarila manje od 17,14 DPI bodova, dok su u četvrtom, najvećem kvartilu, djeca koja su ostvarila više od 32,07 bodova. Kako je već ranije navedeno, istraživanje Azizi-Soleiman i sur. (2021) je računalo DPI temeljem FFQ-a, a trenutno istraživanje temeljem trodnevnih dnevnika prehrane te je to jedan od mogućih razloga većih DPI bodova u navedenom istraživanju.

Ukoliko se promatra doprinos pojedinih skupina i podskupina namirnica ostvarenim DPI bodovima (tablica 6) pokazalo se kako su djeca u trećem tercilu ostvarila značajno više ( $p < 0,001$ ) bodova konzumacijom skupine cjelovitih žitarica od djece u prvom i drugom tercilu.

**Tablica 6.** Prosječan doprinos pojedinih skupina namirnica ostvarenim bodovima na DPI-u djece podijeljenih u tercile<sup>1</sup>

Skupine namirnica	1. tercil (< 8,9)	2. tercil (8,9 – 14,7)	3. tercil (> 14,7)	p- vrijednost
Cjelovite žitarice ukupno (%)	0,0 <sup>a</sup> (0,0 – 31,4)	25,5 <sup>a</sup> (13,8 – 44,2)	42,6 <sup>b</sup> (26,6 – 58,6)	<0,001
Cjelovito zno (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,107
Brašno cjelovitih žitarica (%)	0,0 <sup>a</sup> (0,0 – 0,0)	0,0 <sup>b</sup> (0,0 – 0,0)	0,0 <sup>b</sup> (0,0 – 0,0)	0,004
Kruh i peciva do cjelovitih žitarica (%)	0,0 <sup>a</sup> (0,0 – 23,1)	14,6 <sup>a</sup> (0,0 – 30,6)	22,7 <sup>b</sup> (8,6 – 41,3)	<0,001
Tjestenina od cjelovitih žitarica (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,368
Pahuljice i žitarice za doručak od cjelovitih žitarica (%)	0,0 <sup>a</sup> (0,0 – 0,0)	0,0 <sup>ab</sup> (0,0 – 0,0)	0,0 <sup>b</sup> (0,0 – 9,1)	<0,001
Voće ukupno (%)	44,5 <sup>ab</sup> (17,7 – 64,0)	43,2 <sup>a</sup> (29,7 – 57,9)	32,5 <sup>b</sup> (23,3 – 47,5)	<0,001
Agrumi (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 1,0)	0,281
Bobičasto i jagodasto voće (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 3,8)	0,0 (0,0 – 3,2)	0,971
Jabučasto voće (%)	8,5 (0,0 – 23,1)	9,0 (0,0 – 17,3)	4,4 (0,0 – 8,6)	0,072
Košunjicavo voće(%)	0,0 (0,0 – 21,5)	0,0 (0,0 – 12,4)	0,0 (0,0 – 6,3)	0,670
Tropsko i južno voće (%)	0,0 <sup>ab</sup> (0,0 – 16,8)	12,2 <sup>a</sup> (0,0 - 22,2)	6,7 <sup>b</sup> (0,3 – 15,0)	<0,001
Orašasti plodovi (%)	0,0 <sup>a</sup> (0,0 – 0,0)	0,0 <sup>ab</sup> (0,0 – 0,0)	0,0 <sup>b</sup> (0,0 – 0,0)	0,001
Sjemenke (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,092
Suho voće (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,208
Konzervirano voće (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,605
Voćni sok (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,576
Povrće ukupno (%)	27,7 <sup>a</sup> (13,8 – 42,9)	19,9 <sup>b</sup> (9,6 - 27,6)	12,1 <sup>c</sup> (5,8 – 21,2)	0,004
Lisnato i stabljičasto povrće(%)	0,8 (0,0 – 2,3)	0,0 (0,0 – 0,9)	0,3 (0,0 – 1,0)	0,500
Kupusasto povrće(%)	1,0 <sup>a</sup> (0,0 – 4,0)	0,8 <sup>a</sup> (0,0 – 2,5)	0,2 <sup>b</sup> (0,0 – 1,2)	0,021
Plodasto povrće(%)	2,4 (0,0 – 5,8)	1,7 (0,0 – 2,7)	0,9 (0,0 – 1,8)	0,503
Lukovice (%)	1,8 <sup>a</sup> (0,5 – 3,3)	1,4 <sup>b</sup> (0,8 – 2,7)	0,8 <sup>b</sup> (0,3 – 1,3)	0,019
Korjenasto povrće (%)	2,5 (0,0 – 6,2)	1,3 (0,4 – 2,7)	1,0 (0,0 – 2,0)	0,207
Mahunarke (%)	0,6 (0,0 – 21,3)	1,5 (0,0 – 28,3)	5,3 (0,0 – 35,1)	0,130
Konzervirano povrće (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,8)	0,0 (0,0 – 2,2)	0,081
Umaci od rajčice (%)	1,3 (0,0 – 4,4)	1,1 (0,0 – 5,2)	0,2 (0,0 – 1,0)	0,206
Povrtni sok(%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,788
Ostalo ukupno (%)	2,9 (0,5 – 10,8)	2,5 (0,5 – 7,5)	2,1 (0,5 – 10,5)	0,488
Začini i začinsko bilje (%)	0,5 (0,0 – 2,1)	0,3 (0,0 – 1,1)	0,3 (0,1 – 0,6)	0,332
Čaj (%)	0,0 (0,0 – 0,7)	0,0 (0,0 – 0,5)	0,0 (0,0 – 0,4)	0,526
Vino i ocat (%)	0,1 <sup>a</sup> (0,0 – 0,3)	0,0 <sup>b</sup> (0,0 – 0,1)	0,0 <sup>ab</sup> (0,0 – 0,1)	0,016
Biljni napitci (%)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,0 (0,0 – 0,0)	0,776
Maslinovo ulje (%)	0,0 (0,0 – 2,7)	0,0 (0,0 – 6,8)	0,0 (0,0 – 9,0)	0,906

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). Razlika između skupina testirana je pomoću Kruskal-Wallis testa ( $p < 0,05$ ). <sup>a,b,c</sup> Različita slova ukazuju na značajnu razliku između skupina dobivenu post-hoc Dunnettovim testom ( $p < 0,05$ ).

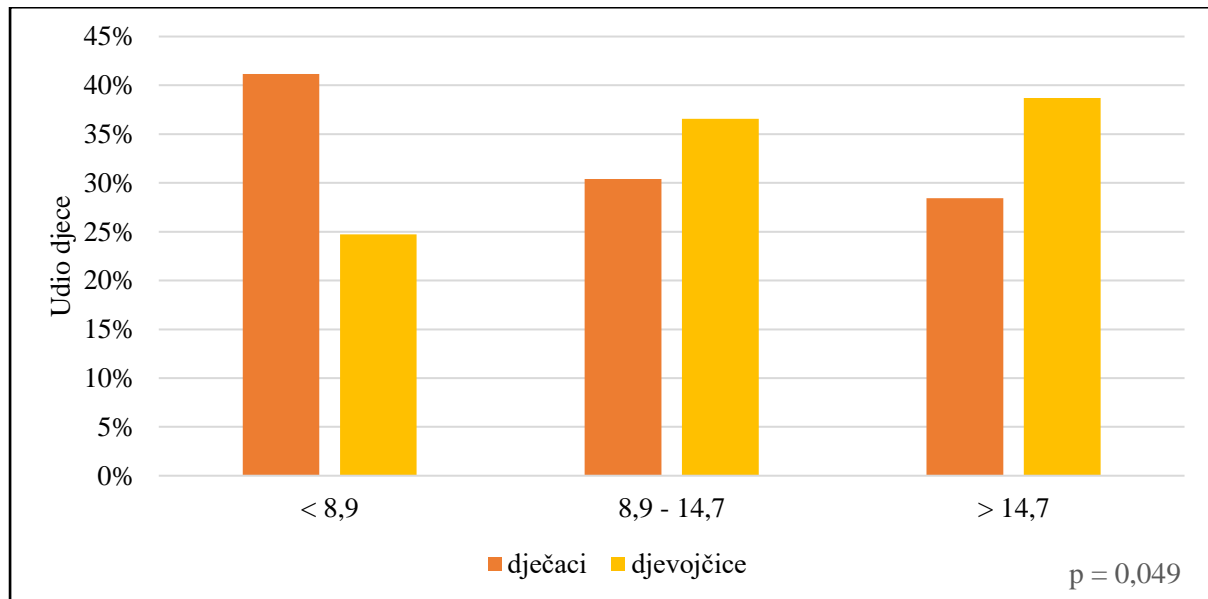
Iako je skupina voća prva po redu u doprinosu DPI bodovima, vidljivo je da djeca u trećem tercilu imaju značajno manji doprinos DPI bodovima iz ove skupine naspram djece u drugom tercilu ( $p=0,021$ ), a podjednako ( $p=0,353$ ) kao djeca u prvom tercilu. Nadalje, doprinos DPI bodovima iz skupine povrća je značajno različit ( $p=0,004$ ) između svih tercila te je najmanji u djece u trećem tercilu. Potom raste u djece u drugom tercilu, a najveći je u djece u prvom tercilu. Posljednja skupina ostale hrane doprinosi podjednako malo ostvarenim DPI bodovima u djece u svim tercilima. Gledajući pojedine podskupine trend razlike među tercilima je sličan kao u glavnim skupinama. Pri tome u skupini cjelovitih žitarica primijećena je razlika u doprinosu DPI bodovima iz podskupine cjelovito brašno, kruh i peciva od cjelovitih žitarica te pahuljice i žitarice za doručak od cjelovitih žitarica. Unutar skupine voće razlika je primijećena u doprinosu iz podskupina tropskog i južnog voća te orašastih plodova, a unutar skupine povrća u podskupinama kupusastog povrća i lukovica. U skupini ostala hrana jedina razlika je primijećena u doprinosu iz podskupine vino i ocat u kojem djeca u prvom tercilu imaju značajno veći unos od djece u drugom tercilu, ali isti kao djeca u trećem tercilu.

Istraživanje Darabi i sur. (2022) analiziralo je povezanost DPI-a i ADHD-a u djece dobi od 7 do 13 godina u Iranu. Ispitanici su bili podijeljeni u kvartile s obzirom na ostvarene DPI bodove. Doprinos DPI bodovima iz skupina povrća, voća i cjelovitih žitarica je značajno različit ( $p < 0,001$ ) među kvartilima te raste kroz kvartile tako da djeca u četvrtom kvartilu imaju najveći unos fitokemikalija iz skupina povrća, voća, mahunarki i cjelovitih žitarica, dok su rezultati ovog diplomskog rada nešto drugačiji. Naime, doprinos cjelovitih žitarica DPI bodovima najveći je u trećem tercilu, doprinos povrća je najveći u prvom tercilu, dok je doprinos voća podjednak u prvom i drugom tercilu, a najmanji trećem tercilu. Rezultati istraživanja Azizi-Soleiman i sur. (2021) odgovaraju rezultatima istraživanja Darabi i sur. (2022), odnosno doprinos skupina povrća, voća i cjelovitih žitarica DPI bodovima je značajno različit ( $p < 0,001$ ) među kvartilima, raste kroz kvartile te je najveći u četvrtom kvartilu.

#### **4.2. POVEZANOST POJEDINIH SOCIO-DEMOGRAFSKIH KARAKTERISTIKA I STILA ŽIVOTA DJECE S PROCJENJENIM UNOSOM FITOKEMIKALIJA POMOĆU DPI**

S obzirom na to da su djeca približno istih godina, 8,9 (8,6 – 9,2), prvi demografski parametar po kojem se gleda razlika u ostvarenom broju DPI bodova jest spol djece (slika 2). Prema prikazanim rezultatima možemo zaključiti da je značajno veći ( $p = 0,049$ ) udio dječaka (41 %)

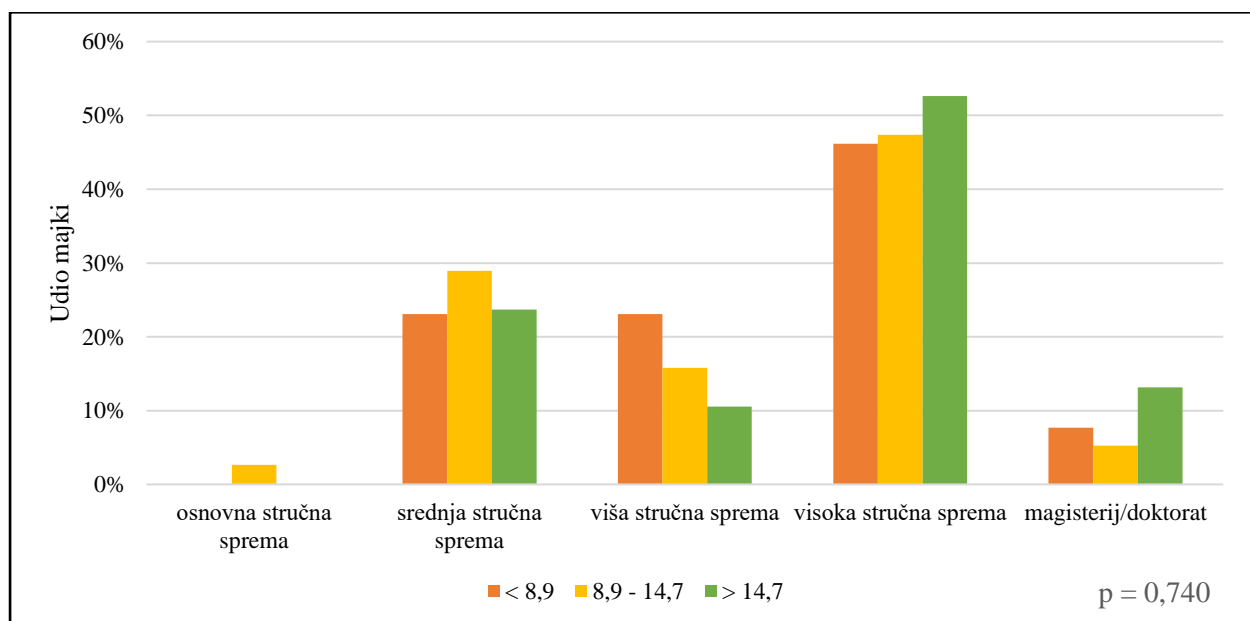
imao manje od 8,9 bodova procijenjenih pomoću DPI naspram djevojčica kojih je 39 % imalo više od 14,7 bodova ( $p < 0,05$ ).



\* Razlika između skupina testirana je pomoću Hi-kvadrat testa ( $p < 0,05$ )

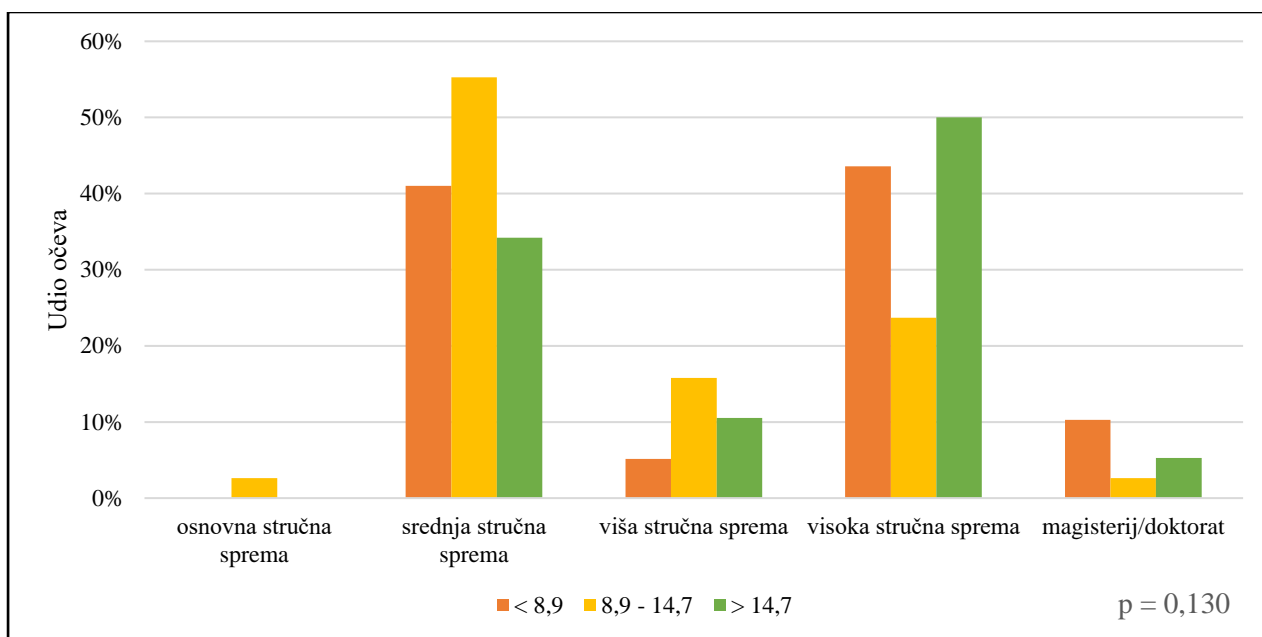
**Slika 2.** Razlika u udjelu djece po spolu s obzirom na broj bodova dobivenih preko DPI-a

Uzimajući u obzir socijalne karakteristike ispitanika utvrđivana je razlika u udjelu djece unutar pojedinih tercila ostvarenih DPI bodova s obzirom na stupanj obrazovanja majki (Slika 3), oca (Slika 4) te kućanskih prihoda (Slika 5). Međutim, nije utvrđena razlika između navedenih parametara.



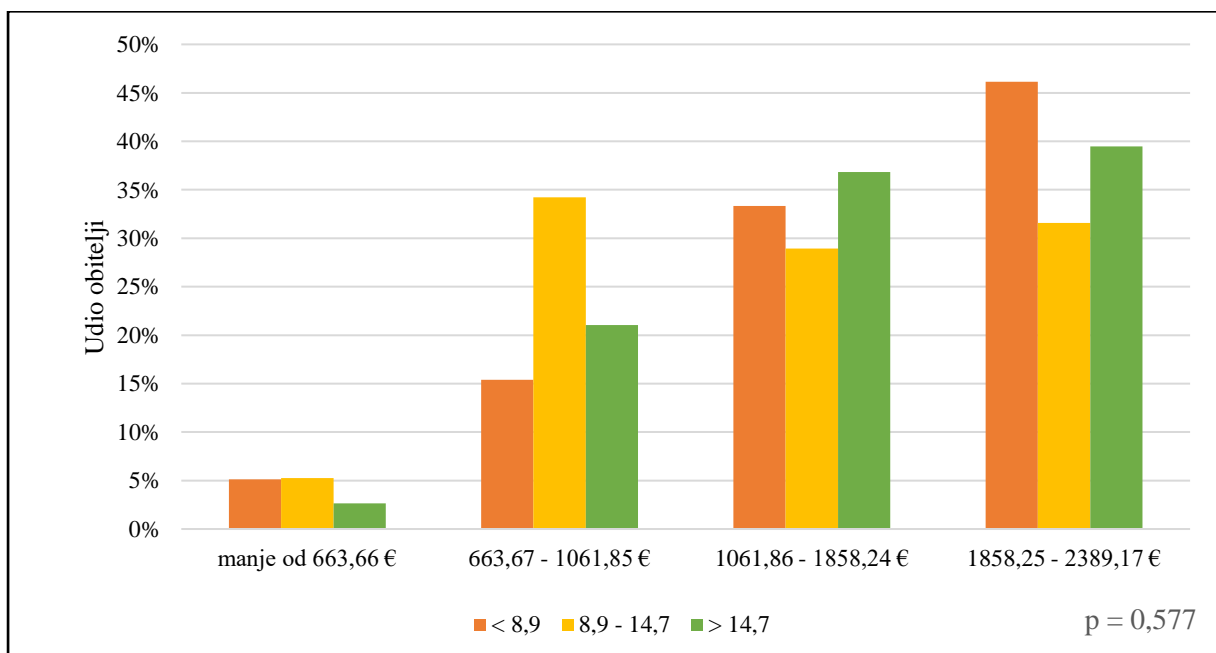
\* Razlika između skupina testirana je pomoću Fisherovog egzaktnoga testa ( $p < 0,05$ ).

**Slika 3.** Razlika u udjelu majki prema stupnju obrazovanja s obzirom na broj bodova dobivenih preko DPI-a



\* Razlika između skupina testirana je pomoću Fisherovog egzaktnoga testa ( $p < 0,05$ ).

**Slika 4.** Razlika u udjelu očeva prema stupnju obrazovanja s obzirom na broj bodova dobivenih preko DPI-a



\* Razlika između skupina testirana je pomoću Fisherovog egzaktnoga testa ( $p < 0,05$ ).

**Slika 5.** Razlika u udjelu djece prema ukupnim mjesečnim primanjima s obzirom na broj bodova dobivenih preko DPI-a

Povezanost socio-demografskih karakteristika djece s prehrambenim unosom uvijek je u fokusu istraživačkih tema te se tako procjenjivala i u nedavnim radovima (Eslami i sur., 2020; Azizi-Soleiman i sur., 2021; Darabi i sur., 2022). Za razliku od rezultata ovog diplomskog rada koji pokazuju da djevojčice unose više namirnica koje doprinose DPI-u od dječaka, rezultati istraživanja Eslami i sur. (2020), Azizi-Soleiman i sur. (2021) te Darabi i sur. (2022) pokazuju kako među kvartilima nema značajne razlike u postignutim DPI bodovima s obzirom na spol djece.

Nadalje, smatra se da je edukacija roditelja kao i ekonomski status povezan s kvalitetom prehrane. Naime, prema istraživanju Fismen i sur. (2021) pokazano je da djeca (6 do 9 godina) imaju neadekvatne prehrambene navike ukoliko žive u kućanstvima s nižim prihodima te im roditelji imaju niži stupanj obrazovanja. Istraživanje Darabi i sur. (2022) zaključilo je kako među kvartilima nema značajne razlike u postignutim DPI bodovima s obzirom na razinu obrazovanja roditelja te ekonomski status što je sukladno rezultatima ovog diplomskog rada.

Od podataka vezanih za stil života djece promatralo se postoji li razlika u z-vrijednosti indeksa tjelesne mase prema dobi i spolu djece, razini tjelesne aktivnosti, trajanju spavanja i vremenu provedenom ispred ekrana s obzirom na ostvareni broj bodova na DPI-ju. Rezultati iz tablice 7 ukazuju na to da nema razlike u navedenim parametrima s obzirom na broj bodova ostvarenih na DPI-ju.

**Tablica 7.** Razlika u stilu života djece s obzirom na broj bodova postignutih DPI-jem<sup>1</sup>

Parametar	1. tercil (< 8,9)	2. tercil (8,9 – 14,7)	3. tercil (> 14,7)	p- vrijednost
Indeks tjelesne mase (z-vrijednost)	0,04 (-0,53 – 0,66)	0,42 (-0,56 – 0,81)	-0,12 (-0,77 – 0,44)	0,970
Razina tjelesne aktivnosti	3,0 (2,6 – 3,4)	3,0 (2,7 – 3,4)	2,9 (2,7 – 3,3)	0,822
Vrijeme spavanja (min)	574,3 (548,6 – 608,6)	578,6 (557,1 – 590,0)	600,0 (574,3 – 617,1)	0,380
Vrijeme provedeno ispred ekrana (min)	150,2 (107,1 – 227,1)	107,1 (77,1 – 150,3)	132,9 (72,9 – 184,6)	0,169

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). Razlika između skupina testirana je pomoću Kruskal-Wallis testa ( $p < 0,05$ ). <sup>a,b,c</sup> Različita slova ukazuju na značajnu razliku između skupina dobivenu post-hoc Dunnettovim testom ( $p < 0,05$ ).

Za razliku od rezultata dobivenih u ovom diplomskom radu, istraživanje Azizi-Soleiman i sur. (2021) istraživalo je povezanost DPI indeksa s generalnom i abdominalnom pretilošću u djece i adolescenata u dobi od 6 do 18 godina. U navedenom istraživanju djeca su podijeljena u kvartile prema DPI bodovima ( $< 17,14$ ;  $17,14-23,59$ ;  $23,59-32,07$  i  $> 32,07$ ). Prosječni DPI bodovi po kvartilima iznosili su  $12,70 \pm 3,28$ ;  $20,36 \pm 1,84$ ;  $27,52 \pm 0,08$  i  $41,10 \pm 0,26$ , što je značajno veći broj DPI bodova u odnosu na trenutno istraživanje. Jedan od mogućih razloga tomu je razlika u dobi, pa samim time i u energijskom unosu koji može utjecati na DPI bodove. Istraživanje Azizi-Soleiman i sur. (2021) zaključilo je kako je z-vrijednost indeksa tjelesne mase značajno niža u djece u višim kvartilima u usporedbi s nižim kvartilima DPI-a što nije u skladu s rezultatima ovog diplomskog rada. Meta analiza Wei i sur. (2022) analizirala je podatke iz radova u kojima je istraživana povezanost DPI-a i prekomjerne tjelesne mase odnosno pretilosti. Zaključeno je kako je DPI povezan sa smanjenim rizikom od prekomjerne tjelesne mase odnosno pretilosti. Visok DPI bio je zaštitni faktor u odraslih, međutim rezultati nisu bili statistički značajni u djece i adolescenata. To može biti posljedica nedostatka odgovarajuće literature, s obzirom da je većina istraživanja provedena na odraslim osobama.

Pitanje tjelesne aktivnosti, sjedilačkog načina života i spavanja u djece međusobno je usko povezano i često se dovodi u odnos s kvalitetom prehrane. Prema dostupnim istraživanjima primjećuje se da djeca imaju kvalitetniju prehranu, poput većeg unosa voća i povrća i cjelovitih žitarica, ukoliko imaju veću razinu tjelesne aktivnosti, provode manje vremena pred ekranima te spavaju između 9 i 11 sati dnevno (Chaput i sur., 2015; Börnhorst i sur., 2015; Shang i sur., 2015; Manz i sur., 2019; Tambalis i sur., 2020). Rezultati istraživanja Eslami i sur. (2020), Azizi-Soleiman i sur. (2021) te Darabi i sur. (2022) sukladni su s rezultatima ovog diplomskog rada te pokazuju kako nema značajne razlike u razini tjelesne aktivnosti djece među kvartilima odnosno tercilima s obzirom na DPI bodove. Nadalje, u dostupnoj literaturi nema radova koji su istraživali povezanost DPI-a i spavanja te vremena pred ekranom, no istraživanja pokazuju povezanost dužeg vremena provedenog ispred ekrana te konzumacije obroka ispred ekrana sa povećanim unosom namirnica koje nisu bogate fitokemikalijama, odnosno koje ne doprinose DPI-ju (Shang i sur., 2015; Trofholtz i sur., 2019).



### 4.3. RAZLIKA U PREHRAMBENIM KARAKTERISTIKAMA DJECE S OBZIROM NA PROCIJENJENI UNOS FITOKEMIKALIJA POMOĆU DPI

Prema rezultatima prikazanim u tablici 8 nema razlike u prosječnom dnevnom unosu energije te hranjivih tvari, izuzev prehrambenih vlakna, u djece podijeljenih u tercile s obzirom na ostvarene bodove pomoću DPI-ja. Prosječan unos vlakana značajno se povećao ( $p < 0,001$ ) u djece raspodijeljenih od prvog prema trećem tercilu.

**Tablica 8.** Razlika u prosječno dnevnom unosu energije i hranjivih tvari u djece s obzirom na broj bodova postignutih DPI-jem<sup>1</sup>

Parametar	1. tercil (< 8,9)	2. tercil (8,9 – 14,7)	3. tercil (> 14,7)	P - vrijednost
Energija (kcal)	1784 (1553 – 1978)	1794 (1498 – 2068)	1663 (1425 – 1878)	0,165
Proteini (g)	66,8 (57,5 – 74,0)	67,8 (57,1 – 84,9)	65,8 (57,8 – 73,2)	0,427
Biljni proteini (g)	22,0 (19,4 – 26,1)	23,5 (18,8 – 27,4)	24,1 (18,5 – 28,7)	0,427
Životinjski proteini (g)	433,1 (36,1 – 51,8)	45,5 (36,9 – 57,4)	41,4 (36,1 – 49,0)	0,234
Masti (g)	71,8 (63,5 – 80,5)	69,3 (58,2 – 85,9)	65,5 (54,1 – 75,4)	0,192
Zasićene masne kiseline (g)	28,6 (24,1 – 34,6)	29,5 (23,4 – 34,9)	26,5 (21,9 – 30,7)	0,191
Mononezasićene masne kiseline (g)	26,2 (21,4 – 29,9)	26,9 (21,8 – 31,8)	22,8 (18,6 – 29,4)	0,075
Polinezasićene masne kiseline (g)	13,9 (11,3 – 17,5)	13,1 (10,0 – 16,6)	13,2 (9,8 – 16,4)	0,500
Kolesterol (mg)	268,3 (184,4 – 407,4)	12,6 (8,0 – 28,2)	234,2 (176,5 – 355,3)	0,218
Ugljikohidrati (g)	211,7 (183,2 – 257,4)	220,2 (181,3 – 264,8)	210,8 (168,8 – 234,8)	0,200
Monosaharidi i disaharidi	78,9 (59,5 – 96,5)	83,5 (64,6 – 111,1)	77,0 (62,1 – 95,1)	0,212
Polisaharidi (g)	87,5 (64,5 – 111,5)	85,4 869,5 – 110,9)	82,5 (61,8 – 98,5)	0,484
Prehrambena vlakna (g)	15,2 <sup>a</sup> (12,5 – 17,2)	17,2 <sup>b</sup> (14,5 – 20,1)	19,5 <sup>c</sup> (16,8 – 22,1)	< 0,001

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). Razlika između skupina testirana je pomoću Kruskal-Wallis testa ( $p < 0,05$ ). <sup>a,b,c</sup> Različita slova ukazuju na značajnu razliku između skupina dobivenu post-hoc Dunnettovim testom ( $p < 0,05$ ).

Sukladno s rezultatima ovog diplomskog rada, istraživanja Azizi-Soleiman i sur. (2021) i Eslami i sur. (2020) ne pokazuju značajnu razliku u prosječnom dnevnom unosu energije i hranjivih tvari kroz kvartile, odnosno tercile, izuzev vlakana. U istraživanju Azizi-Soleiman i sur. (2021) nema značajne razlike u količini unesenih vlakana kroz kvartile, dok rezultati istraživanja Eslami i sur. (2020) i trenutnog istraživanja pokazuju značajnu razliku u unosu vlakana kroz kvartile odnosno tercile.

#### 4.4. PROCJENA PROSJEČNOG DNEVNOG UNOSA FITOKEMIKALIJA

##### 4.4.1. Procjena unosa polifenola

Rezultati prikazani u tablici 9 pokazuju kako dnevni unos ukupnih polifenola u djece iznosi 706,53 mg (467,75 mg – 1004,83 mg). Flavonoidi i fenolne kiseline čine većinu ukupnog unosa polifenola, odnosno 61,8 % i 33,3 %. Ostali polifenoli čine 4,8 % unosa, dok stilbeni i lignani ne pridonose ukupnom unosu polifenola.

**Tablica 9.** Prosječan dnevni unos polifenola u ukupnom uzorku djece procijenjen metodom 3-dnevnog dnevnika prehrane (n=195)<sup>1</sup>

<b>Polifenoli</b>	<b>Prosječan unos</b>
Ukupni polifenoli <sup>2</sup> (mg)	706,53 (467,75 – 1004,83)
Antocijani (mg)	1,55 (0,82 – 44,76)
Flavanoli (mg)	27,52 (13,00 – 46,43)
Flavanoni (mg)	0,01 (0,00 – 2,45)
Flavoni (mg)	0,15 (0,05 – 0,90)
Flavonoli (mg)	13,40 (7,77 – 22,69)
Izoflavoni (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Halkoni (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Dihidrohalkoni (mg)	2,26 (0,00 – 4,52)
Dihidroflavonoli (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
<i>Ukupni flavonoidi (mg)</i>	75,90 (41,22 – 138,38)
Hidroksibenzojeve kiseline (mg)	1,59 (0,70 – 4,65)
Hidroksicimetne kiseline (mg)	32,15 (18,82 – 60,47)
<i>Fenolne kiseline (mg)</i>	37,62 (21,50 – 66,78)
<i>Stilbeni (mg)</i>	0,00 (0,00 – 0,00)
<i>Lignani (mg)</i>	0,00 (0,00 – 0,00)
<i>Ostali polifenoli (mg)</i>	2,06 (0,00 – 7,25)
Zbroj polifenola <sup>3</sup> (mg)	125,79 (73,73 - 209,89)

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). <sup>2</sup> Podatak za ukupne polifenole potječe iz Phenol-Explorer baze podataka te je dobiven spektrofotometrijski pomoću Folin-Ciocalteu metode. <sup>3</sup> Zbroj polifenola je zbroj flavonoida, fenolnih kiselina, stilbena, lignana te ostalih polifenola.

U rezultatima istraživanja Ziauddeen i sur. (2019) dobivenim iz četverodnevnik dnevnika prehrane prikazano je da djeca u dobi do 10 godina u prosjeku unose 839,0 mg polifenola što je više od rezultata dobivenih ovim diplomskim radom. Pri tome su u navedenom istraživanju od flavonoida najzastupljeniji u prehrani bili flavanoli, a od fenolnih kiselina najzastupljenije su bile hidroksicimetne kiseline što je u skladu s rezultatima ovog diplomskog rada. Istraživanje Rosi i sur. (2021) provedeno u Italiji u populaciji djece u dobi od 8 do 10 godina putem trodnevnih dnevnika prehrane pokazalo je kako djeca prosječno unose 777 mg polifenola zimi i 621 mg polifenola u proljeće (prosječno 699 mg). Uspoređujući s rezultatima

ovog diplomskog rada, radi se o gotovo jednakom prosječnom unosu. Također, unosu polifenola najviše su doprinijeli flavonoidi i fenolne kiseline te su od flavonoida, najzastupljeniji bili flavanoli, a od fenolnih kiselina hidrokscimetne kiseline što je također sukladno rezultatima ovog diplomskog rada.

Ukoliko se promatra unos pojedinih polifenola s obzirom na DPI skupine, najveći unos ukupnih polifenola primijećen je u djece u drugom i trećem tercilu te je značajno manji ( $p < 0,001$ ) u djece u prvom tercilu (tablica 10). Također, podaci pokazuju kako je unos ukupnih flavonoida sličan u drugom i trećem tercilu, no statistički značajno ( $p = 0,020$ ) veći od unosa djece u prvom tercilu. Isti trend unosa primijećen je i za unos flavonola. Unos fenolnih kiselina i ostalih polifenola najveći je u trećem tercilu te je unos hidrokscimetnih kiselina, kao najzastupljenijih fenolnih kiselina, također najveći u trećem tercilu. Djeca nisu konzumirala namirnice koje su izvor stilbena i lignana ili su konzumirala u vrlo malim količinama, pa je unos ovih polifenola u svim tercilima jednak nuli.

**Tablica 10.** Usporedba prosječnog unosa pojedinih polifenola u djece (n=195) podijeljenih u tercile prema DPI bodovima<sup>1</sup>

Polifenoli	1. tercil	2. tercil	3. tercil	p-vrijednost
	< 8,9	8,9 – 14,7	> 14,7	
Ukupni polifenoli <sup>2</sup> (mg)	553,1 <sup>a</sup> (325,89 – 794,92)	855,10 <sup>b</sup> (560,00 – 1035,95)	778,70 <sup>b</sup> (589,09 – 1208,18)	<0,001
Antocijani (mg)	1,33 <sup>a</sup> (0,34 – 24,90)	1,55 <sup>ab</sup> (0,87 – 49,92)	2,52 <sup>b</sup> (0,91 – 70,93)	0,020
Flavanoli (mg)	23,54 (9,18 – 34,67)	31,12 (18,48 – 47,30)	29,31 (13,29 – 50,99)	0,053
Flavanoni (mg)	0,01 (0,00 – 0,08)	0,03 (0,00 – 10,88)	0,01 (0,00 – 0,20)	0,340
Flavoni (mg)	0,11 (0,0 – 0,31)	0,14 (0,05 – 3,79)	0,26 (0,08 – 0,93)	0,271
Flavonoli (mg)	10,95 <sup>a</sup> (4,55 – 18,14)	13,68 <sup>b</sup> (8,47 – 24,41)	17,03 <sup>b</sup> (10,92 – 27,64)	0,001
Izoflavoni (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,366
Halkoni (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	1,000
Dihidrohalkoni (mg)	2,26 (0,00 – 4,52)	2,74 (1,33 – 4,52)	1,85 (0,00 – 4,84)	0,110
Dihidroflavonoli (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,051
Ukupni flavonoidi (mg)	48,88 <sup>a</sup> (26,00 – 112,80)	90,57 <sup>b</sup> (52,01 – 137,50)	89,44 <sup>b</sup> (51,05 – 162,81)	0,002
Hidroksibenzojeve kiseline (mg)	0,97 <sup>a</sup> (0,42 – 2,58)	1,59 <sup>ab</sup> (0,78 – 4,03)	2,93 <sup>b</sup> (1,20 – 6,86)	<0,000
Hidroksicimetne kiseline (mg)	27,27 <sup>a</sup> (15,69 – 48,20)	33,22 <sup>ab</sup> (23,17 – 60,26)	36,50 <sup>b</sup> (17,54 – 82,55)	0,031
Fenolne kiseline (mg)	29,05 <sup>a</sup> (17,24 – 51,75)	38,29 <sup>b</sup> (25,47 – 64,67)	47,68 <sup>b</sup> (22,19 – 90,53)	0,009
Stilbeni (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	1,000
Lignani (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	1,000
Ostali polifenoli (mg)	0,01 <sup>a</sup> (0,00 – 2,81)	1,51 <sup>b</sup> (0,00 – 6,51)	6,66 <sup>c</sup> (1,98 – 13,18)	<0,001
Zbroj polifenola <sup>3</sup> (mg)	85,69 <sup>a</sup> (45,37 - 171,32)	131,53 <sup>b</sup> (86,02 - 194,54)	168,13 <sup>b</sup> (91,34 - 274,57)	<0,001

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). Razlika između skupina testirana je pomoću Kruskal-Wallis testa ( $p < 0,05$ ). <sup>a,b</sup> Različita slova ukazuju na značajnu razliku između skupina dobivenu post-hoc Dunnettovim testom ( $p < 0,05$ ). <sup>2</sup> Podatak za ukupne polifenole potječe iz Phenol-Explorer baze podataka te je dobiven spektrofotometrijski pomoću Folin-Ciocalteu metode <sup>3</sup> Zbroj polifenola je zbroj flavonoida, fenolnih kiselina, stilbena, lignana te ostalih polifenola.

U dostupnoj literaturi nisu pronađeni radovi koji uspoređuju unos pojedinih polifenola s obzirom na ostvarene DPI bodove. Rezultati ovoga istraživanja pokazali su da je unosu flavonoida u djece najviše doprinijelo voće poput trešanja, borovnica, malina i jagoda, sok od naranče i jabuke te špinat. Unosu fenolnih kiselina najviše su doprinijele trešnje, maline, borovnice i blitva. Crveni ribiz, jagode i bijelo grožđe najviše doprinose unosu stilbena, a bijeli glavati kupus, sjemenke sezama i prokulice unosu lignana.

#### 4.4.2. Procjena unosa karotenoida

Rezultati u tablici 11 prikazuju kako je dnevni unos ukupnih karotenoida (zbroj  $\beta$ -karotena, likopena, luteina i zeaksantina) iznosio 3179,65  $\mu\text{g}$  (1685,48  $\mu\text{g}$  – 4975,28  $\mu\text{g}$ ). Od toga, ukupnom unosu je najviše doprinio unos likopena (44,9 %), nešto manje unos  $\beta$ -karotena i njegovih ekvivalenata (34,7 %) te najmanje unos luteina i zeaksantina (19,4 %).

**Tablica 11.** Prosječan dnevni unos karotenoida u ukupnom uzorku djece procijenjen metodom 3-dnevnog dnevnika prehrane (n=195)<sup>1</sup>

Karotenoidi	Prosječan unos
$\beta$ -karoten (i ekvivalenti) ( $\mu\text{g}$ )	1228,45 (608,61 – 2016,97)
Likopen ( $\mu\text{g}$ )	1428,13 (545,19-3371,66)
Lutein i zeaksantin ( $\mu\text{g}$ )	465,89 (220,22 – 1050,88)
Ukupni karotenoidi <sup>2</sup> ( $\mu\text{g}$ )	3179,65 (1685,48 – 4975,28)

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). <sup>2</sup> Ukupni karotenoidi - zbroj  $\beta$ -karotena, likopena, luteina i zeaksantina.

Istraživanje Nguyen i sur. (2015) koje je procjenjivalo unos karotenoida s njihovom koncentracijom u plazmi i koži kod djece u Sjedinjenim Američkim Državama pokazalo je kako su desetogodišnjaci prosječno unosili  $3666,3 \pm 1112,6 \mu\text{g}$  karotenoida što je više od rezultata dobivenih ovim istraživanjem. Istraživanje Vioque i sur. (2019) čiji je cilj bio validirati upitnik o učestalosti konzumacije namirnica (FFQ) za djecu dobi od 7 do 9 godina, koristio se 24h prisjećanjem kao referentnom metodom. Kao rezultat tri 24h prisjećanja dobiveni su podaci o prosječnom unosu  $\beta$ -karotena, likopena te luteina i zeaksantina koji su iznosili: 955  $\mu\text{g}$ , 2679  $\mu\text{g}$  te 655  $\mu\text{g}$ . Navedeni rezultati pokazuju kako je prosječan unos  $\beta$ -karotena u španjolske djece manji, a unos likopena te luteina i zeaksantina veći od unosa izračunatih u ovom istraživanju.

Nadalje, Tablica 12 prikazuje razlike u unosu karotenoida s obzirom na ostvarene bodove pri DPI-ju. Iz njih se može zaključiti kako djeca iz drugog i trećeg tercila unose značajno više

karotenoida ukupno te najviše  $\beta$ -karotena. Unos likopena, luteina i zeaksantina se statistički ne razlikuje u djece podijeljene u tercile s obzirom na DPI bodove.

**Tablica 12.** Usporedba prosječnog unosa pojedinih karotenoida u djece (n=195) podijeljenih u tercile prema DPI bodovima<sup>1</sup>

Karotenoidi	1. tercil	2. tercil	3. tercil	p-vrijednost
	< 8,9	8,9 – 14,7	> 14,7	
$\beta$ -karoten (i ekvivalenti) ( $\mu$ g)	965,93 <sup>a</sup> (504,33 – 1548,38)	1610,48 <sup>b</sup> (951,51 – 2210,75)	1228,05 <sup>b</sup> (798,63 – 2299,02)	0,003
Likopen ( $\mu$ g)	1362,14 (492,54 – 2998,18)	1613,79 (885,10 – 5630,44)	1549,70 (373,09 – 2752,82)	0,050
Lutein i zeaksantin ( $\mu$ g)	336,74 (163,63 – 883,76)	404,56 (197,25 – 971,51)	667,94 (271,75 – 1182,04)	0,094
Ukupni karotenoidi <sup>2</sup> ( $\mu$ g)	2187,40 <sup>a</sup> (1432,33 – 4478,96)	3830,22 <sup>b</sup> (2133,30 – 7579,74)	3330,99 <sup>a</sup> (1684,66 – 4928,70)	0,006

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). Razlika između skupina testirana je pomoću Kruskal-Wallis testa ( $p < 0,05$ ). <sup>a,b</sup> Različita slova ukazuju na značajnu razliku između skupina dobivenu post-hoc Dunnettovim testom ( $p < 0,05$ ). <sup>2</sup> Ukupni karotenoidi - zbroj  $\beta$ -karotena, likopena, luteina i zeaksantina.

U dostupnoj literaturi nisu pronađeni radovi koji uspoređuju unos pojedinih karotenoida s obzirom na ostvarene DPI bodove. Rezultati istraživanja pokazali su kako su unosu  $\beta$ -karotena i ekvivalenta najviše doprinijele namirnice poput mrkve, špinata, blitve, rajčice i marelica. Unosu likopena najviše su doprinijeli umak od rajčica te rajčica pelat, a unosu luteina i zeaksantina kelj, špinat i tikvice.

#### 4.4.3. Procjena unosa glukozinolata

Tablica 13 prikazuje kako je ukupni (zbroj glukozinolata odnosi se na zbroj svih navedenih glukozinolata) dnevni unos glukozinolata 2,34 mg (0,00 mg – 7,77 mg). Ukupnom unosu najviše pridonose glukobrasicin (35,6 %), sinigrin (19,7 %), glukoiiberin (12,1 %) te glukorafanin (10,4 %).

**Tablica 13.** Prosječan dnevni unos glukozinolata u ukupnom uzorku djece procijenjen metodom 3-dnevnog dnevnika prehrane (n=195)<sup>1</sup>

<b>Glukozinolati</b>	<b>Prosječan unos</b>
Glukoibervirin (mg)	0,2 (0,00 – 0,08)
Glukoerucin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Dehidroerucin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Glukoberteroin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Glukoiberin (mg)	0,16 (0,00 – 0,96)
Glukorafanin (mg)	0,03 (0,00 – 0,29)
Glukorafenin (mg)	0,00 (0,00 – 0,01)
Glukoalizin (mg)	0,00 (0,00 – 0,02)
Glukoheiolin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Glukoerizolin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Glukokaparin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Glukokohlearin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Sinigrin (mg)	0,12 (0,00 – 1,53)
Glukonapin (mg)	0,01 (0,00 – 0,06)
Glukobrasikanapin (mg)	0,00 (0,00 – 0,01)
Progoitrin (mg)	0,04 (0,00 – 0,24)
Epiprogoitrin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Napoleiferin (mg)	0,00 (0,00 – 0,02)
Glukotropaeolin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Glukonasturtin (mg)	0,01 (0,00 – 0,03)
Sinalbin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Glukobarbarin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Glukobrasicin (mg)	0,82 (0,00 – 2,63)
4-hidroksiglukobrasicin (mg)	0,04 (0,00 – 0,15)
Neoglukobrasicin (mg)	0,06 (0,00 – 0,27)
4-metoksiglukobrasicin (mg)	0,10 (0,00 – 0,42)
Ukupni glukozinolati <sup>2</sup> (mg)	2,34 (0,00 – 7,77)

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). <sup>2</sup> Ukupni glukozinolati- zbroj glucoizolata odnosi se na zbroj svih navedenih glukozinolata.

U dostupnoj literaturi nisu pronađeni radovi koji procjenjuje unos glukozinolata u djece. Istraživanje Steinbrecher i Linseisen (2009) provedeno u populaciji odraslih osoba u Njemačkoj pokazalo je da je među glukozinolatima najveći unos glukobrasicina i sinigrina. Rezultati navedenog istraživanja u skladu su s našim istraživanjem gdje su glukobrasicin i sinigrin također najviše doprinijeli unosu glukozinolata. Nadalje, istraživanje Ma i sur. (2018) procjenjivalo je povezanost unosa glukozinolata i incidencije kardiovaskularnih bolesti u populaciji odraslih osoba. Ispitanici su podijeljeni u kvintile te su rezultati pokazali kako je prvi kvintil imao prosječan dnevni unos glukozinolata od 4,1 mg, drugi kvintil 7,2 mg, treći kvintil 10,4 mg, četvrti kvintil 14,4 mg te peti kvintil 22,2 mg. Razlika između unosa

glukozinolata u djece i odraslih u navedenom istraživanju je bila značajna, no to se može objasniti većim unosom energije u odraslih osoba te drugačijim prehrambenim navikama.

U tablici 14 prikazan je unos glukozinolata u djece podijeljene u tercile s obzirom na bodove DPI-ja, međutim, nije primijećena statistički značajna razlika u unosu pojedinih glukozinolata. Naime, mali broj namirnica koje sadrže glukozinolate te činjenica da značajan udio djece nije konzumirao namirnice koje ih sadrže mogući je razlog dobivenih rezultata. Zanimljiva je činjenica da čak 38,5 % djece nije konzumiralo namirnice koje su izvori glukozinolata poput cvjetače, brokule, kelja, kelja pupčara, bijelog i crvenog kupusa, kiselog kupusa, repe, rotkvica. No, potrebno je naglasiti i da djeca manje preferiraju gorku hranu, kao što su namirnice koje su izvor glukozinolata (Mennella i Bobowski, 2015). Također, ove namirnice možda nisu obuhvaćane jer su podaci dobiveni na temelju trodnevnih dnevnika prehrane, odnosno obuhvaćeno je kraće razdoblje.

U dostupnoj literaturi nisu pronađeni radovi koji uspoređuju unos pojedinih glukozinolata s obzirom na ostvarene DPI bodove. Namirnice koje su najviše doprinijele unosu glukozinolata u djece su kelj, bijeli kupus, kelj pupčar te brokula.



**Tablica 14.** Usporedba prosječnog unosa pojedinih glukozinolata u djece (n=195) podjeljenih u tercile prema DPI bodovima<sup>1</sup>

Glukozinolati	1. tercil	2. tercil	3. tercil	p-vrijednost
	< 8,9	8,9 – 14,7	> 14,7	
Glukoibervirin (mg)	0,00 (0,00 – 0,07)	0,04 (0,00 – 0,13)	0,01 (0,00 – 0,13)	0,376
Glukoerucin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,01)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,286
Dehidroerucin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,368
Glukoberteroin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	1,000
Glukoiberin (mg)	0,12 (0,00 – 0,82)	0,17 (0,00 – 1,16)	0,16 (0,00 – 0,96)	0,840
Glukorafanin (mg)	0,02 (0,00 – 0,29)	0,05 (0,00 – 0,52)	0,03 (0,00 – 0,15)	0,493
Glukorafenin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,01)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,199
Glukoalizin (mg)	0,00 (0,00 – 0,02)	0,00 (0,00 – 0,02)	0,00 (0,00 – 0,02)	0,454
Glukoheiolin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,076
Glukoerizolin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,06)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,541
Glukokaparin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	1,000
Glukokohlearin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	1,000
Sinigrin (mg)	0,12 (0,00 – 1,33)	0,12 (0,00 – 1,59)	0,17 (0,00 – 1,46)	0,915
Glukonapin (mg)	0,01 (0,00 – 0,06)	0,01 (0,00 – 0,06)	0,01 (0,00 – 0,04)	0,790
Glukobrasikanapin (mg)	0,00 (0,00 – 0,01)	0,00 (0,00 – 0,01)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,277
Progoitrin (mg)	0,04 (0,00 – 0,27)	0,05 (0,00 – 0,24)	0,03 (0,00 – 0,15)	0,769
Epiprogoitrin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,277
Napoleiferin (mg)	0,00 (0,00 – 0,02)	0,00 (0,00 – 0,02)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,369
Glukotropeolin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,368
Glukonasturtin (mg)	0,01 (0,00 – 0,03)	0,01 (0,00 – 0,03)	0,01 (0,00 – 0,03)	0,875
Sinalbin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	1,000
Glukobarbarin (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,277
Glukobrasicin (mg)	0,68 (0,00 – 2,14)	0,96 (0,00 – 3,18)	0,68 (0,00 – 2,58)	0,615
4-hidroksiglukobrasicin (mg)	0,04 (0,00 – 0,21)	0,06 (0,00 – 0,16)	0,03 (0,00 – 0,14)	0,717
Neoglukobrasicin (mg)	0,04 (0,00 – 0,17)	0,12 (0,00 – 0,34)	0,05 (0,00 – 0,20)	0,336
4-metoksiglukobrasicin (mg)	0,10 (0,00 – 0,29)	0,12 (0,00 – 0,49)	0,09 (0,00 – 0,42)	0,750
Ukupni glukozinolati <sup>2</sup> (mg)	1,77 (0,00 – 5,86)	3,14 (0,00 – 10,80)	1,75 (0,00 – 7,92)	0,636

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). Razlika između skupina testirana je pomoću Kruskal-Wallis testa ( $p < 0,05$ ). <sup>a,b</sup> Različita slova ukazuju na značajnu razliku između skupina dobivenu post-hoc Dunnettovim testom ( $p < 0,05$ ). <sup>2</sup> Ukupni glukozinolati -zbroj glukozinolata odnosi se na zbroj svih navedenih glukozinolata.

#### 4.4.4. Procjena unosa fitosterola

U Tablici 15 prikazan je dnevni ukupni (zbroj stigmasterola, kampesterola,  $\beta$ -sitosterola, brasikasterola, ergosterola i ostalih fitosterola) unos fitosterola koji iznosi 126,05 mg (106,07 – 153,95). Unosu fitosterola najviše doprinosi  $\beta$ -sitosterol (71,9 %) te potom kampesterol (16,3 %) i stigmasterol (11,1 %), a najmanje ergosterol i brasikasterol.

**Tablica 15.** Prosječan dnevni unos fitosterola u ukupnom uzorku djece procijenjen metodom 3-dnevnog dnevnika prehrane (n=195)<sup>1</sup>

<b>Fitosteroli</b>	<b>Prosječan unos</b>
Stigmasterol (mg)	12,61 (9,99 – 18,14)
Kampesterol (mg)	20,76 (15,84 – 25,65)
$\beta$ -sitosterol (mg)	89,94 (74,28 – 109,09)
Brasikasterol (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Ergosterol (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)
Ostali fitosteroli (mg)	0,00 (0,00 – 0,45)
Ukupni fitosteroli <sup>2</sup> (mg)	126,05 (106,07 – 153,95)

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). <sup>2</sup> Ukupni fitosteroli- zbroj stigmasterola, kampesterola,  $\beta$ -sitosterola, brasikasterola, ergosterola i ostalih fitosterola.

U dostupnoj literaturi nisu pronađeni radovi koji procjenjuju unos fitosterola u djece. S obzirom da se na europskom tržištu pojavljuje mnogo novih prehrambenih proizvoda obogaćenih fitosterolima, teško je procijeniti njihov unos (Fabiansson i sur., 2008). Istraživanje Ras i Trautwer (2017) koje je pratilo koliko potrošači u Velikoj Britaniji, Nizozemskoj, Belgiji, Francuskoj, Njemačkoj i Grčkoj kupuju proizvode s dodanim fitosterolima pokazalo je kako prosječan dnevni unos fitosterola u ovim državama iznosi 0,33-0,66 g fitosterola.

Najveći unos ukupnih fitosterola uočen je u drugom tercilu, dok je u trećem tercilu najveći unos  $\beta$ -sitosterola. Unos kampesterola i stigmasterola je približno jednak kroz sva tri tercila, a unos ostalih fitosterola najveći je u trećem tercilu ( $< 0,05$ ).

**Tablica 16.** Usporedba prosječnog unosa pojedinih fitosterola u djece (n=195) podijeljenih u tercile prema DPI bodovima<sup>1</sup>

Fitosteroli (mg)	1. tercil	2. tercil	3. tercil	p-vrijednost
	< 8,9	8,9 – 14,7	> 14,7	
Stigmasterol (mg)	12,14 (9,78 – 17,51)	13,83 (10,19 – 19,95)	12,45 (10,16 – 16,55)	0,365
Kampesterol (mg)	20,76 (16,89 – 25,37)	21,13 (15,48 – 26,96)	20,57 (15,69 – 24,33)	0,839
$\beta$ -sitosterol (mg)	86,64 (72,59 – 103,14)	91,23 (78,32 – 112,38)	93,49 (79,95 – 117,70)	0,142
Brasikasteroli (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	1,000
Ergosterol (mg)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 (0,00 – 0,00)	0,088
Ostali fitosteroli (mg)	0,00 <sup>a</sup> (0,00 – 0,23)	0,00 <sup>b</sup> (0,00 – 0,45)	0,00 <sup>b</sup> (0,00 – 0,81)	0,005
Ukupnij fitosteroli <sup>2</sup> (mg)	120,07 (100,66 – 142,55)	131,62 (109,75 – 159,24)	127,93 (111,79 – 157,46)	0,351

<sup>1</sup> Numeričke varijable su izražene kao medijan (interkvartilni raspon). Razlika između skupina testirana je pomoću Kruskal-Wallis testa ( $p < 0,05$ ). <sup>a,b</sup> Različita slova ukazuju na značajnu razliku između skupina dobivenu post-hoc Dunnettovim testom ( $p < 0,05$ ).

<sup>2</sup> Ukupni fitosteroli - zbroj stigmasterola, kampesterola,  $\beta$ -sitosterola, brasikasterola, ergosterola i ostalih fitosterola.

U dostupnoj literaturi nema radova koji uspoređuju unos pojedinih fitosterola s obzirom na ostvarene DPI bodove. Prema rezultatima istraživanja Witikowska i sur. (2021) prosječan dnevni unos fitosterola u populaciji odraslih osoba u Poljskoj bio je 255,96 mg. Prosječan dnevni unos  $\beta$ -sitosterola bio je 160,85 mg, dok je unos kampesterola i stigmasterola iznosio 47,45 mg i 22,10 mg što je značajno više od unosa u ovom istraživanju no mora se uzeti u obzir manji dnevni unos energije u djece. Prema rezultatima našeg istraživanja unosu fitosterola najviše doprinose suncokretovo ulje, majoneza, mliječna čokolada, čokoladno mlijeko (punomasno) te bijeli pšenični kruh, dok su to u istraživanju Witikowska i sur. (2021) repičino ulje, bijeli kruh te margarin.

Naposljetku, potrebno je istaknuti neke prednosti i nedostatke provedenog istraživanja. S obzirom da se ovo istraživanje baziralo na dnevnicima prehrane koje su djeca ispunjavala zajedno sa svojim roditeljima, moguće je da je unos određenih namirnica precijenjen ili podcijenjen što bi onda direktno utjecalo na rezultate ovog istraživanja. Nadalje, djeca su dio svojih dnevnih obroka konzumirala u školi gdje nisu bila pod nadzorom roditelja te je tu unos mogao biti drugačiji od navedenog. Također, sadržaj fitokemikalija u namirnicama procijenjen je pomoću Phenol-Explorer-a i tablica sa sadržajem fitokemikalija za pojedinu namirnicu te su pogreške moguće zbog eventualnih manjkavosti korištenih tablica te zbog mogućih pogreški prilikom obrade podataka.

## 5. ZAKLJUČCI

- Djeca su dnevno u prosjeku unosila 706,53 mg (467,75 mg – 1004,83 mg) polifenola; 3179,65  $\mu$ g (1685,48  $\mu$ g – 4975,28  $\mu$ g) karotenoida; 2,34 mg (0,00 mg – 7,77 mg) glukozinolata te 126,05 mg (106,07 mg – 153,95 mg) fitosterola.
- Prosječan broj DPI bodova koje su djeca ostvarila iznosi 11,8 (7,7 – 16,2), a djeca su iz namirnica bogatih fitokemikalijama prosječno dnevno unosila 210,5 kcal (126,1 – 303,4 kcal).
- Od polifenola, djeca su najviše unosila polifenole iz skupina flavonoida i fenolnih kiselina, točnije flavanole i flavonole te hidroksicimetne kiseline. Unosu fitosterola najviše je doprinio  $\beta$ -sitosterol. Ukupnom unosu karotenoida najviše je doprinio unos likopena, nešto manje unos  $\beta$ -karotena i njegovih ekvivalenata te najmanje unos luteina i zeaksantina. Unosu glukozinolata najviše su pridonijeli glukobrasicin, sinigrin, glucoiberin te glukorafanin.
- Ukupnim DPI bodovima najviše doprinosi unos namirnica iz skupina voća, potom cjelovitih žitarica, povrća te skupina ostalo.
- Nije utvrđena razlika u udjelu djece unutar pojedinih tercila ostvarenih DPI bodova s obzirom na stupanj obrazovanja roditelja te kućanske prihode, no rezultati ovog diplomskog rada pokazuju da djevojčice unose više namirnica koje doprinose DPI-u od dječaka.

## 6. LITERATURA

Abdel-Aal ESM, Akhtar H, Zaheer K, Ali R (2013) Dietary sources of lutein and zeaxanthin carotenoids and their role in eye health. *Nutrients* **5**, 1169–1185.

<https://doi.org/10.3390/nu5041169>

Ahmed E, Arshad M, Khan MZ, Amjad MS, Mehreen Sadaf H, Ria I i sur. (2017) Secondary metabolites and their multidimensional prospective in plant life. *J Pharmacogn Phytochem* **6(2)**, 205-214.

Almodaifer S, Alsibaie N, Alhoumendani G, Alammari G, Kavita MS (2017) Role of phytochemicals in health and nutrition. *BAOJ Nutrition*, **3**, 28–34.

Au LE, Rosen NJ, Fenton K, Hecht K, Ritchie LD (2016) Eating school lunch is associated with higher diet quality among elementary school students. *J Acad Nutr Diet* **116(11)**, 1817–1824.

<https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.04.010>

Azizi-Soleiman F, Khoshhali M, Heidari-Beni M, Qorbani M, Pourmirzaei MA, Kelishadi R (2021) Higher dietary phytochemical index is associated with anthropometric indices in children and adolescents: The weight disorders survey of the CASPIAN-IV study. *Int J Vitam Nutr Res* **91**:5-6, 531-538. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000657>

Baenas N, Marhuenda J, García-Viguera C, Zafrilla P, Moreno DA (2019) Influence of Cooking Methods on Glucosinolates and Isothiocyanates Content in Novel Cruciferous Foods. *Foods* **8(7)**, 257. <https://doi.org/10.3390/foods8070257>

Bhagwat S i Haytowitz DB. (2016) USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. Release 3.2 (November 2015). Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center, ARS, USDA. <https://doi.org/10.15482/USDA.ADC/1324465>

Bhagwat S, Haytowitz DB (2015) USDA Database for the Proanthocyanidin Content of Selected Foods, Release 2 (2015). Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center, ARS, USDA. <https://doi.org/10.15482/USDA.ADC/1324621>.

Bhagwat S, Haytowitz DB, Holden, JM (2008) USDA Database for the Isoflavone Content of Selected Foods, Release 2.0. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata/isoflav>

Blažević I, Montaut S, Burčul F, Olsen CE, Burow M, Rollin P, Agerbirk N (2020) Glucosinolate structural diversity, identification, chemical synthesis and metabolism in plants. *Phytochemistry* **169**, 112100 <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2019.112100>

Blössner M, Siyam A, Borghi E, Onyanngo A, de Onis M (2009) ‘WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world’s children and adolescents’. Geneva: World Health Organisation. <http://www.who.int/growthref/tools/en/>

Börnhorst C, Wijnhoven TMA, Kunešová M, Yngve A, Rito AI, Lissner L. i sur. (2015) WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative: associations between sleep duration, screen time and food consumption frequencies. *BMC Public Health* [online] **15**(1), 442. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1793-3>.

Botwina P, Owczarek K, Rajfur Z, Ochman M, Urlik M, Nowakowska M, Szczubiałka K, Pyrc K (2020) Berberine Hampers Influenza A Replication through Inhibition of MAPK/ERK Pathway. *Viruses* **12**(3), 344. <https://doi.org/10.3390/v12030344>

Capak K, Colić Barić I, Musić Milanović S, Petrović G, Pucarín-Cvetković J, Jureša V i sur. (2013) Nacionalne smjernice za prehranu učenika u osnovnim školama, Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske, Zagreb.

Cena H, Roggi C, Turconi G (2008) Development and validation of a brief food frequency questionnaire for dietary lutein and zeaxanthin intake assessment in Italian women. *Eur J Nutr* **47**, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s00394-007-0689-0>

Chaput JP, Katzmarzyk PT, LeBlanc AG, Tremblay MS, Barreira TV, Broyles ST i sur. (2015) Associations between sleep patterns and lifestyle behaviors in children: an international comparison. *IJO* **5**(S2), S59–S65. <https://doi.org/10.1038/ijosup.2015.21>.

- Darabi Z, Sangouni AA, Darand M, Vasmehjani AA, Hosseinzadeh M (2022) Dietary phytochemical index and attention-deficit/hyperactivity disorder in Iranian children: a case control study. *Eur J Clin Nutr* **76**, 456–461. <https://doi.org/10.1038/s41430-021-00952-z>
- Del Rio D, Rodriguez-Mateos A, Spencer JPE, Tognolini M, Borges G, Crozier A (2013) Dietary (Poly)phenolics in Human Health: Structures, Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases. *ARS* **18**, 1818-1892. <http://doi.org/10.1089/ars.2012.4581>
- Dey P, Kundu A, Kumar A, Gupta M, Lee BM, Bhakta T, Dash S, Kim HS. Analysis of alkaloids (indole alkaloids, isoquinoline alkaloids, tropane alkaloids) (2020) U: Recent advances in natural products analysis. Elsevier, Amsterdam, str. 505–567. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816455-6.00015-9>
- Dudekula J B, Kumar P R, Ranganayakulu D (2022) Bioavailability problems of phytosterols: a systematic review. *Int J Pharm* **14(6)**, 9–17.
- Dufourc EJ (2008) Sterols and membrane dynamics. *J Chem Biol* **1**, 63–77. <https://doi.org/10.1007/s12154-008-0010-6>
- Erna L, Garaulet M, Ortega FB, Ruiz JR, Rey-Ló Pez JP, Béghin L i sur. (2011) Short sleep duration is associated with increased obesity markers in European adolescents : effect of physical activity and dietary habits . The HELENA study. *Int J Obes* **35**, 1308–1317. <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.149>
- Eslami O, Khoshgoo M, Shidfar F (2020) Dietary phytochemical index and overweight/obesity in children: a cross-sectional study. *BMC Res Notes* **13**, 132 <https://doi.org/10.1186/s13104-020-04979-6>
- European Food Safety Authority (2019) Nutrient recommendations. Dostupno na: <https://efsa.gitlab.io/multimedia/drvs/index.htm> (Pristupljeno: 03. svibnja 2023.).
- Fabiansson S, Adler K, Deluyker H, Martinez SV, Begum S (2008) Consumption of Food and Beverages with Added Plant Sterols in the European Union. *EFSA J* **6(3)**.



Feng, S, Belwal, T, Li, L, Limwachiranon, J, Liu, X, Luo, Z. (2020) Phytosterols and their derivatives: Potential health-promoting uses against lipid metabolism and associated diseases, mechanism, and safety issues. *Compr Rev Food Sci Food Saf* **19**, 1243–1267. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12560>

Finnish Institute for Health and Welfare, Fineli Food Composition Database (2019) <https://fineli.fi/fineli/en/index>

Fismen A, Buoncristiano M, Williams J, Helleve A, Abdrakhmanova S, Bakacs M i sur. (2021) Socioeconomic differences in food habits among 6- to 9-year-old children from 23 countries—WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI 2015/2017). *Obes Rev* [online] **22**(S6), 13211. <https://doi.org/10.1111/obr.13211>.

Folkvord F, Anschütz DJ, Boyland E, Kelly B, Buijzen M. (2016) Food advertising and eating behavior in children. *Curr Opin Behav Sci* **9**, 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.11.016>

Folkvord F, Naderer B, Coates A, Boyland E (2022) Promoting Fruit and Vegetable Consumption for Childhood Obesity Prevention. *Nutrients* **14**, 157. <https://doi.org/10.3390/nu14010157>

Food data, version 4.2 (2022) National Food Institute, Technical University of Denmark [frida.fooddata.dk](https://frida.fooddata.dk)

Ghadage SR, Mane KA, Agrawal RS and Pawar VN (2019) Tomato lycopene: potential health benefits. *J Pharm Innov* **8**(6), 1245–1248.

Gnagnarella P, Salvini S, Parpinel M (2022) Food Composition Database for Epidemiological Studies in Italy. Version 1.2022 <http://www.bda-ieo.it>

Grundemann C, Huber R (2018) Chemoprevention with isothiocyanates—From bench to bedside. *Cancer Lett* **414**, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2017.10.033>

Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L i sur. (2015) National Sleep Foundation’s sleep time duration recommendations : methodology and results summary. *SLEH* **1**(1), 40–43. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010>

Ilić A, Bituh M, Brečić R, Colić Barić I (2022a) Relationship between plate waste and food preferences among primary school students aged 7–10 years. *J Nutr Educ Behav* **54**, 844–852. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2022.04.003>

Ilić A, Rumbak I, Marić L, Karlović T, Brečić R, Colić Barić I, Bituh M (2022b). The proportion of differently processed foods in the diet of Croatian school-aged children and its impact on daily energy and nutrient intake. *Croatian JFST* **14** (1), 129-140. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2022.14.1.15>

Institute of Medicine. (2007) Nutrition-Related Health Concerns, Dietary Intakes, and Eating Behaviors of Children and Adolescents. U: Nutrition Standards for Foods in Schools: Leading the Way Toward Healthier Youth. The National Academies Press, Washington, USA

Jaeger R, Cuny E (2016) Terpenoids with special pharmacological significance: A review. *Nat Prod Commun* **11** <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100946>

Jiang L, Zhao X, Xu J, Li C, Yu Y, Wang W, Zhu L. (2019) The Protective Effect of Dietary Phytosterols on Cancer Risk: A Systematic Meta-Analysis. *J Oncol* **2019**, 7479518. <https://doi.org/10.1155/2019/7479518>

Jiménez-Escrig A, Santos-Hidalgo AB, Saura-Calixto F. (2006) Common Sources and Estimated Intake of Plant Sterols in the Spanish Diet *J. Agric. Food Chem.* **54** (9), 3462-3471. <https://doi.org/10.1021/jf053188k>

Khan UM, Sevindik M, Zarrabi A, Nami M, Ozdemir B, Kaplan DN i sur. (2021). Lycopene: Food Sources, Biological Activities, and Human Health Benefits. *Oxid Med Cell Longev* 2713511. <https://doi.org/10.1155/2021/2713511>

Kiokias S, Proestos C, Varzakas T (2016) A review of the structure, biosynthesis, absorption of carotenoids-analysis and properties of their common natural extracts. *Curr Res Nutr Food Sci* **4**, 25–37. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.Special-Issue1.03>

- Kordiak J, Bielec F, Jabłoński S, Pastuszak-Lewandoska D. (2022) Role of Beta-Carotene in Lung Cancer Primary Chemoprevention: A Systematic Review with Meta-Analysis and Meta-Regression. *Nutrients* **14(7)**, 1361. <https://doi.org/10.3390/nu14071361>
- Korus A, Słupski J, Gębczyński P, Banaś A. (2014) Effect of preliminary processing and method of preservation on the content of glucosinolates in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) leaves, *LWT-Food Sci Technol* **59**, 1003-1008, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.030>
- Kowalski KC, Crocker PRE, Donen RM (2004) The Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C) and Adolescents (PAQ-A) Manual; College of Kinesiology, University of Saskatchewan: Saskatoon, SK, Canada.
- Krinsky NI, Landrum JI, Bone RA. (2003) Biological mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye. *Ann Rev Nutr* **23**, 171–201. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.23.011702.073307>
- Křížová L, Dadáková K, Kašparovská J, Kašparovský T. (2019) Isoflavones. *Molecules* **24(6)**, 1076. <https://doi.org/10.3390/molecules24061076>
- Kumar N, Goel N. (2019) Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechno Rep* **24**, e00370. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370>
- Kurano, M, Hasegawa, K, Kunimi, M, Hara, M, Yatomi, Y, Teramoto, T, Tsukamoto, K. (2018) Sitosterol prevents obesity-related chronic inflammation. *Biochim Biophys Acta Mol Cell Biol Lipids* **1863**, 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2017.12.004>
- Langi P, Kiokias S, Varzakas T, Proestos C (2018) Carotenoids: From Plants to Food and Feed Industries. In: Barreiro, C., Barredo, JL. (ured.) *Microbial Carotenoids. Methods in Molecular Biology*, vol 1852. Humana Press, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8742-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8742-9_3)
- Leitzmann C (2016) Characteristics and Health Benefits of Phytochemicals. *Forsch Komplementmed* **23(2)**, 69–74. <https://doi.org/10.1159/000444063>
- Liu R H (2004) Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *J Nutr* **134**, 3479–3485. <https://doi.org/10.1093/jn/134.12.3479S>

- Liu RH (2003) Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am J Clin Nutr.* **78**, 517-520. <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.517S>
- Liu RH (2013) Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Adv Nutr* **4**, 384–392. <https://doi.org/10.3945/an.112.003517>
- Ma L, Liu G, Zong G, Sampson L, Hu FB, Willett WC i sur. (2018) Intake of glucosinolates and risk of coronary heart disease in three large prospective cohorts of US men and women. *Clin Epidemiol* **10**, 749-762 <https://doi.org/10.2147/CLEP.S164497>
- Manz K, Mensink GBM, Finger JD, Haftenberger M, Brettschneider AK, Lage Barbosa C i sur. (2019) Associations between physical activity and food intake among children and adolescents: results of KiGGS wave 2. *Nutrients* [online] **11**(5), 1060. <https://doi.org/10.3390/nu11051060>.
- McCarty MF (2004) Proposal for a dietary “phytochemical index”. *Med Hypotheses* **63**,813-817 <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2002.11.004>
- McIntosh A, Kubena K, Tolle G, Dean W, Kim MJ, Jan JS, Anding J (2011) Determinants of children’s use of and time spent in fast-food and full service restaurants. *J Nutr Educ Behav* **43**, 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2010.04.002>
- Mennella JA, Bobowski NK (2015) The sweetness and bitterness of childhood: Insights from basic research on taste preferences. *Physiol Behav* **152**, 502–507. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.05.015>
- Miller DL. (2007) The Seeds of Learning: Young Children Develop Important Skills Through Their Gardening Activities at a Midwestern Early Education Program. *Appl Environ Educ* **6**(1), 49–66. <https://doi.org/10.1080/15330150701318828>
- Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy R.B, Louzada MLC, Jaime PC. (2018): The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing, *Public Health Nutr* **21** (5), 5-17. <https://doi.org/10.1017/S1368980017000234>.

Musić Milanović, S., Lang Morović, M., Bukal, D., Križan, H., Buoncristiano, M., Breda, J. (2020) Regional and sociodemographic determinants of the prevalence of overweight and obesity in children aged 7-9 years in Croatia. *Acta Clin Croat* **59(2)**, 303-311. <https://doi.org/10.20471/acc.2020.59.02.14>

Neveu V, Perez-Jimenez J, Vos F et al. (2010). Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. *Database*, **2010**, bap024. <https://doi.org/10.1093/database/bap024>

Nguyen LM, Scherr RE, Linnell JD, Ermakov IV, Gellermann W, Jahns L i sur. (2015) Evaluating the relationship between plasma and skin carotenoids and reported dietary intake in elementary school children to assess fruit and vegetable intake. *Arch Biochem Biophys* **572**: 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2015.02.015>.

Oldham-Cooper RE, Wilkinson LL, Hardman CA, Rogers PJ, Brunstrom JM (2017) Presenting a food in multiple smaller units increases expected satiety. *Appetite* **118**, 106–112. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.07.024>

Oluwole O, Fernando WB, Lumanlan J, Ademuyiwa O, Jayasena V (2022) Role of phenolic acid, tannins, stilbenes, lignans and flavonoids in human health – a review. *Int J Food Sci Technol*, **57**: 6326-6335. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15936>

Panche AN, Diwan AD, Chandra SR. (2016) Flavonoids: an overview. *J Nutr Sci* **5**, e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>

Phenol-Explorer < <http://phenol-explorer.eu/>> Pristupljeno 31. ožujka 2023.

Pierpoint WS.(2000) Why do plants make medicines. *Biochemist*, **22**, 37-40.

Possenti, M., Baima, S., Raffo, A., Durazzo, A., Giusti, A.M., Natella, F. (2017). Glucosinolates in Food. In: Mérillon, JM., Ramawat, K. (ured.) Glucosinolates. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-25462-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-25462-3_4)

Probst Y, Guan V, Ken, K. (2018) A systematic review of food composition tools used for determining dietary polyphenol intake in estimated intake studies, *Food Chem* **238**, 146-152. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.010>

Rasmussen M, Krølner R, Klepp KI, Lytle L, Brug J, Bere E, Due P (2006). Determinants of fruit and vegetable consumption among children and adolescents: a review of the literature. Part I: Quantitative studies. *Int J Behav Nutr Phys Act* **3(1)**, 22. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-3-22>

Rhee KE, Lumeng JC, Appugliese DP, Kaciroti N, Bradley RH (2006) Parenting styles and overweight status in first grade. *Pediatrics* **117**, 2047–2054. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2259>

Rippin HL, Hutchinson J, Jewell J, Breda JJ, Cade JE (2019) Child and adolescent nutrient intakes from current national dietary surveys of European populations. *Nutr Res Rev* **32(1)**, 38–69. <https://doi.org/10.1017/S0954422418000161>

Roman-Viñas B, Chaput JP, Katzmarzyk PT, Fogelholm M, Lambert EV, Maher C (2016) Proportion of children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with adiposity in a 12-country study. *Int J Behav Nutr Physical Act* [online] **13(1)**, 123. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0449-8>

Rosales PF, Bordin GS, Gower AE, Moura S. (2020) Indole alkaloids: 2012 until now, highlighting the new chemical structures and biological activities. *Fitoterapia* **143**, 104558. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2020.104558>

Rosi A, Mena P, Castello F, Del Rio D, Scazzina F (2021) Comprehensive dietary evaluation of Italian primary school children: food consumption and intake of energy, nutrients and phenolic compounds. *Int J Food Sci Nutr* **72(1)**, 70-81. [10.1080/09637486.2020.1754768](https://doi.org/10.1080/09637486.2020.1754768)

Rothwell JA, Medina-Remón A, Pérez-Jiménez J, Neveu V, Knaze V, Slimani N, Scalbert, A (2015) Effects of food processing on polyphenol contents: A systematic analysis using Phenol-Explorer data. *Mol Nutr Food Res* **59**, 160-170. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201400494>

Rothwell JA, Pérez-Jiménez J, Neveu V, Medina-Ramon A, M'Hiri N, Garcia Lobato P i sur. (2013) Phenol-Explorer 3.0: a major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content. Database, <https://doi.org/10.1093/database/bat070>

Serrano J, Puupponen-Pimiea R, Dauer A, Aura AM, SauraCalixto F (2009) Tannins: current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. *Mol Nutr Food Res* **53**(S2), 310–329. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900039>

Shang L, Wang J, O'Loughlin J, Tremblay A, Mathieu MÈ, Henderson M, Gray-Donald K (2015) Screen time is associated with dietary intake in overweight Canadian children. *Prev Med Rep* **2**, 265–269. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2015.04.003>.

Sila S, Pavić AM, Hojsak I, Ilić A, Pavić I, Kolaček S. (2018) Comparison of obesity prevalence and dietary intake in school-aged children living in rural and urban area of Croatia. *Prev Nutr Food Sci* **23**(4), 282–287. <https://doi.org/10.3746/pnf.2018.23.4.282>

Sirerol JA, Rodriguez ML, Mena S, Asensi MA, Estrela JM , Ortega AL (2016). Role of natural stilbenes in the prevention of cancer. *Oxid Med Cell Longev* **2016**, 3128951. <https://doi.org/10.1155/2016/3128951>

Sluijs I, Cadier E, Beulens JWJ, van der A DL, Spijkerman AMW, van der Schouw YT (2015) Dietary intake of carotenoids and risk of type 2 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* **25**, 376–381. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2014.12.008>.

Steinbrecher A, Linseisen J (2009) Dietary Intake of Individual Glucosinolates in Participants of the EPIC-Heidelberg Cohort Study. *Ann Nutr Metab* **54**, 87-96. <https://doi.org/10.1159/000209266>

Story M, Holt K, Sofka D (2002) Bright Futures in Practice, 2. izd.; National Center for Education in Maternal and Child Health, Arlington, VA, USA

Tambalis KD, Panagiotakos DB, Psarra G, Sidossis LS (2020) Screen time and its effect on dietary habits and lifestyle among schoolchildren. *Cent Eur J Public Health* **28**(4), 260–266. doi:10.21101/cejph.a6097

Tanwar B, Modgil R. (2012). Flavonoids: dietary occurrence and health benefits. *Spatula Dd*, **2**, 59–68 [10.5455/SPATULA.20120328100506](https://doi.org/10.5455/SPATULA.20120328100506)

Trofholz AC, Tate A, Loth K, Neumark-Sztainer D, Berge JM (2019) Watching Television while Eating: Associations with Dietary Intake and Weight Status among a Diverse Sample of Young Children. *J Acad Nutr Diet* **119** (9), 1462-1469. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2019.02.013>

U.S. Department of Agriculture (2020) Dietary guidelines for Americans 2020 - 2025. Make every bit count with the dietary guidelines, 9. izd., U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. Dostupno na: [https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-12/Dietary\\_Guidelines\\_for\\_Americans\\_2020-2025.pdf](https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-12/Dietary_Guidelines_for_Americans_2020-2025.pdf).

U.S. Department of Agriculture (2020) Dietary guidelines for Americans 2020 – 2025. MyPlate. Dostupno na: <https://www.myplate.gov/> Pristupljeno 14. ožujka 2023.

USDA (2023) FoodData Central. USDA-U.S. Department of Agriculture. <[https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>](https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/) Pristupljeno 07. ožujka 2023.

USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 28 (2016) United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Nutrient Data Laboratory Home page <<http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>> Pristupljeno 20. travnja 2023.

USDA Table of Nutrient Retention Factors, Release 6 (2007) <<https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/80400530/pdf/retn06.pdf>> Pristupljeno 20. travnja 2023.

Vanmierlo T, Popp J, Kölsch H i sur. (2011) The plant sterol brassicasterol as additional CSF biomarker in Alzheimer's disease. *Acta Psychiatr Scand* **124(3)**, 184-192. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2011.01713.x>

Verloigne M, Van Lippevelde W, Maes L, Brug J, De Bourdeaudhuij I (2013) Family- and school-based predictors of energy balance-related behaviours in children: a 6-year longitudinal study. *Public Health Nutr* **16**: 202–11 <https://doi.org/10.1017/S1368980012004120>



Vidaković Samaržija, D.; Mišigoj-Duraković, M. (2013) Reliability of Croatian version of the questionnaire for assessment of overall level of physical activity of younger school children. *Hrvat. Športskomed Vjesn* **28**, 24–32.

Vioque J, Garcia-de-la-Hera M, Gonzalez-Palacios S, Torres-Collado L, Notario-Barandiaran L, Oncina-Canovas A (2019) Reproducibility and Validity of a Short Food Frequency Questionnaire for Dietary Assessment in Children Aged 7–9 Years in Spain. *Nutrients* **11**(4), 933. <https://doi.org/10.3390/nu11040933>

Wang Y, Chung SJ, McCullough ML, Song WO, Fernandez ML, Koo SI, Chun OK (2014) Dietary Carotenoids Are Associated with Cardiovascular Disease Risk Biomarkers Mediated by Serum Carotenoid Concentrations, *J Nutr* **144**, 1067–107. <https://doi.org/10.3945/jn.113.184317>

Wawrzyniak A, Hamułka J, Friberg E i sur. (2013) Dietary, anthropometric, and lifestyle correlates of serum carotenoids in postmenopausal women. *Eur J Nutr* **52**, 1919–1926 <https://doi.org/10.1007/s00394-013-0493-y>

Wei C, Liu L, Liu R, Dai W, Cui W, Li D (2022) Association between the Phytochemical Index and Overweight/Obesity: A Meta-Analysis. *Nutrients* **14**(7), 1429. <https://doi.org/10.3390/nu14071429>

Williams J, Buoncristiano M, Nardone P, Rito AI, Spinelli A, Hejgaard T i sur. (2020) A Snapshot of European Children’s Eating Habits: Results from the Fourth Round of the WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI). *Nutrients* **12**, 2481. <https://doi.org/10.3390/nu12082481>

Witkowska AM, Waśkiewicz A, Zujko ME, Mirończuk-Chodakowska I, Cicha-Mikołajczyk A, Drygas W (2021) Assessment of Plant Sterols in the Diet of Adult Polish Population with the Use of a Newly Developed Database. *Nutrients* **13**, 2722. <https://doi.org/10.3390/nu13082722>

Wolfson AR, Carskadon MA (1998) Sleep schedules and daytime functioning in adolescents. *Child Develop* **69**(4), 875–887. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1998.tb06149.x>

Woodruff SJ, Hanning RM, McGoldrick K, Brown SJ (2010) Healthy eating Index-C is positively associated with family dinner frequency among students in grades 6–8 from Southern Ontario, Canada. *Eur J Clin Nutr* **64**, 454–460. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.14>

World Health Organization (2003) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of joint WHO/FAO expert consultation, World Health Organization, Geneva.

World Health Organization (2006) WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development, World Health Organization, Geneva

World Health Organization (2012) Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva

World Health Organization (2018a) WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative: overweight and obesity among 6-9-year-old children. Report of the third round of data collection 2012-2013, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

World Health Organization (2018b) Guidelines: Saturated fatty acid and *trans*-fatty acid intake for adults and children. Geneva.

Wu Y, Wang H, Wang Y i sur. (2021) Comparison of lignans and phenolic acids in different varieties of germinated flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Int J Food Sci Technol* **56**, 196–204. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14619>

Xavier AA, Pérez-Gálvez A (2016) Carotenoids as a Source of Antioxidants in the Diet. *Subcell Biochem* **79**, 359-375. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39126-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39126-7_14)

Xiao JB, Hogger P (2015) Dietary polyphenols and type 2 diabetes: current insights and future perspectives. *Curr Med Chem.* **22**, 23–38. [10.2174/0929867321666140706130807](https://doi.org/10.2174/0929867321666140706130807)

Ziauddeen N, Rosi A, Del Rio D, Amoutzopoulos B, Nicholson S, Page P (2019) Dietary intake of (poly)phenols in children and adults: cross-sectional analysis of UK National Diet and Nutrition Survey Rolling Programme (2008–2014). *Eur J Nutr* **58**, 3183–3198. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1862-3>

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja Petra Škorvaga izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Vlastoručni potpis