

# Određivanje inflamatornog potencijala prehrane

---

Krišto, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:116391>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#)/[Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-15**

REPOZITORIJ

PTF

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

**Lucija Krišto**

**ODREĐIVANJE INFLAMATORNOG POTENCIJALA PREHRANE**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan 2023.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Zavod za primijenjenu kemiju i ekologiju

Katedra za ekologiju i toksikologiju

Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij Znanost o hrani i nutricionizam

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Nutricionizam

**Nastavni predmet:** Prehrambena biokemija

**Tema rada** je prihvaćena na III. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2021/2022. održanoj 21. prosinca 2021.

**Mentor:** prof. dr. sc. *Tomislav Klapac*

### Određivanje inflamatornog potencijala prehrane

*Lucija Krišto, 0113143303*

**Sažetak:** Unos hrane bogate energijom, mastima i ugljikohidratima, ali siromašne vlaknima, fitokemikalijama, vitaminima i mineralima, uvelike utječe na fiziološke procese u organizmu, a ponajprije na razvoj upalnih stanja i bolesti. Ovim preliminarnim istraživanjem određen je inflamatorni indeks hrane (DII) šest osoba veganske i šest osoba omnivorske prehrane. Ispitanici su popunili anketu s osnovnim demografskim i antropometrijskim podacima i trodnevni dnevnik prehrane (dva radna dana i jedan dan vikenda). Aplikacija za izračun nutrijenata na temelju unosa hrane nadopunjena je literaturnim razinama polifenola, trans masti i kafeina. Ustanovljen je značajno viši unos ugljikohidrata i vlakana kod veganske podskupine, dok su omnivori unosili više proteina, zasićenih i mononezasićenih masti. Prema prosječnim vrijednostima, ispitanici ovog istraživanja zadovoljili su potrebe za vitaminima B1, B2, B3 i B6, dok su manje od preporuka bile vrijednosti za vitamin B9 kod obje skupine i vitamin B12 kod vegana. Omnivori nisu zadovoljili preporuke za unos vitamina A i C, za razliku od vegana. Veganska prehrana također je rezultirala većim unosom kalcija, magnezija, bakra, željeza i polifenola. Utvrđen je značajno veća prosječna DII vrijednost omnivora (4,238) u odnosu na vegane (0,124). Najveću negativnu korelaciju s inflamatornim indeksom hrane pokazali su ugljikohidrati, vlakna, kalcij, željezo, magnezij, cink, bakar, vitamin A, karoteni, vitamin B6, B9, vitamin C, flavoni, flavonoli, flavononi, antocijanidini te izoflavoni. Ostale komponente nisu bile statistički značajno povezane s vrijednošću DII-a. Rezultati upućuju na to da prehrana bogata biljnim namirnicama, niskog udjela masti, a visokog udjela vlakana, fitokemikalija, vitamina i minerala, rezultira nižim inflamatornim indeksom hrane, što nadalje znači da je i proupalni potencijal takve prehrane manji u odnosu na prehranu bogatu animalnim namirnicama visokog udjela kalorija, ukupnih, zasićenih i trans masti.

**Ključne riječi:** upala, prehrana, inflamatorni indeks hrane, nutrijenti

**Rad sadrži:** 60 stranica  
21 sliku  
12 tablica  
3 priloga  
53 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

- |   |               |
|---|---------------|
| 1. prof. dr. sc. <i>Mirela Kopjar</i>   | predsjednik   |
| 2. prof. dr. sc. <i>Tomislav Klapac</i> | član-mentor   |
| 3. doc. dr. sc. <i>Tihomir Kovač</i>    | član          |
| 4. doc. dr. sc. <i>Valentina Bušić</i>  | zamjena člana |

**Datum obrane:** 29. rujna 2023.

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u** Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

**University Josip Juraj Strossmayer in Osijek**  
**Faculty of Food Technology Osijek**  
**Department of Applied Chemistry and Ecology**  
**Subdepartment of Ecology and Toxicology**  
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

**Graduate program:** Food Science and Nutrition

**Scientific area:** Biotechnical sciences

**Scientific field:** Nutrition Science

**Course title:** Nutritional Biochemistry

**Thesis subject** was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. III held on December 21, 2021.

**Mentor:** *Tomislav Klavec*, PhD, prof.

### **Estimation of inflammatory potential of diet**

*Lucija Krišto, 0113143303*

**Summary:** Foods rich in energy, fats, and carbohydrates, but poor in fiber, phytochemicals, vitamins and minerals greatly affect physiological processes in the body, primarily through development of inflammatory conditions and diseases. This preliminary research determined the dietary inflammatory index (DII) of six people consuming vegan, and six people eating omnivorous diets. Respondents filled out a survey with basic demographic and anthropometric data, and a three-day food diary (two weekdays and one weekend day). An application for calculating nutrients based on food intake was supplemented with literary levels of polyphenols, trans fats and caffeine. A significantly higher intake of carbohydrates and fiber was found in the vegan subgroup, while omnivores consumed more protein, saturated, and monosaturated fats. On average, the subjects of this research had adequate intakes of vitamins B1, B2, B3, and B6, while below recommendations were the intakes of vitamin B9 in both groups, and vitamin B12 in vegans. As opposed to vegans, omnivores had inadequate intakes of vitamin A and C. A vegan diet also resulted in higher intakes of calcium, magnesium, copper, iron and polyphenols. A significantly higher DII score was determined for omnivores (4.238) compared to vegans (0.124). Carbohydrates, fiber, calcium, iron, magnesium, zinc, copper, vitamin A, carotenes, vitamin B6, B9, vitamin C, flavones, flavonols, flavonones, anthocyanidins, and isoflavones were strongly negatively correlated with DII score. Other components did not have a statistically significant correlation with DII score. These results indicate that a plant-based diet, low in fat, and high in fiber, phytochemicals, vitamins and minerals results in a lower dietary inflammatory index, which in turn means that the inflammatory potential of such a diet is lower compared to a diet rich in animal foods with high contents of calories, total, saturated, and trans fats.

**Key words:** inflammation, diet, dietary inflammatory index, nutrients

**Thesis contains:** 60 pages  
21 figures  
12 tables  
3 supplements  
53 references

**Original in:** Croatian

**Defense committee:**

- |  |             |
|--|-------------|
| 1. <i>Mirela Kopjar</i> , PhD, prof.             | chairperson |
| 2. <i>Tomislav Klavec</i> , PhD, prof.           | supervisor  |
| 3. <i>Tihomir Kovač</i> , PhD, assistant prof.   | member      |
| 4. <i>Valentina Bušić</i> , PhD, assistant prof. | stand-in    |

**Defense date:** September 29, 2023.

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in** Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

## Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| <b>1. UVOD</b> .....                            | 5  |
| <b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....                   | 7  |
| <b>2.1. UPALNI PROCES</b> .....                 | 8  |
| 2.1.1. Akutna upala .....                       | 8  |
| 2.1.2. Kronična upala .....                     | 9  |
| 2.1.3. Upalni proces i bolesti .....            | 10 |
| 2.1.4. Upala i prehrana .....                   | 11 |
| <b>2.2. Inflamatorni potencijal hrane</b> ..... | 15 |
| <b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....             | 17 |
| <b>3.1. ZADATAK</b> .....                       | 18 |
| 3.2.1. Ispitanici.....                          | 18 |
| 3.2.2. Metode .....                             | 19 |
| 3.2.3. Statistička obrada.....                  | 21 |
| <b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....            | 22 |
| <b>5. ZAKLJUČCI</b> .....                       | 47 |
| <b>6. LITERATURA</b> .....                      | 50 |

## **1. UVOD**

Globalno ubrzani način života sve više dovodi do posezanja za jednostavnim oblicima unosa hrane, a to najčešće uključuje odlazak u restorane, gotovu i prerađenu hranu bogatu energijom, ali siromašnu kvalitetnim nutrijentima. „Brza“ hrana sadrži mnogo zasićenih i trans masti, jednostavnih ugljikohidrata i soli, no količine vlakana, vitamina i minerala neznatne su. Uz to, sedentarni način života i manjak fizičke aktivnosti zajedno čine skupinu čimbenika koji utječu na razvoj upalnih bolesti poput debljine, kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa 2, Alzheimerove bolesti i brojnih vrsta tumora (Galland, 2010).

Zdrava prehrana neophodna je za razvoj i funkcioniranje organizma, ali i zaštitu imunskog sustava od patogena i oksidativnog stresa. U tom pogledu, unos mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina, proteina, vitamina i minerala pokazao se korisnim u liječenju upalnih stanja, ali i prevenciji nastanka istih (Calder, 2011).

Ovaj rad fokusira se na određivanje proupalnog potencijala prehrane pomoću inflamatornog indeksa hrane u svrhu procjene utjecaja različitih obrazaca prehrane na unos komponenti koje sudjeluju u upalnom procesu ili ga potiču.

## **2. TEORIJSKI DIO**



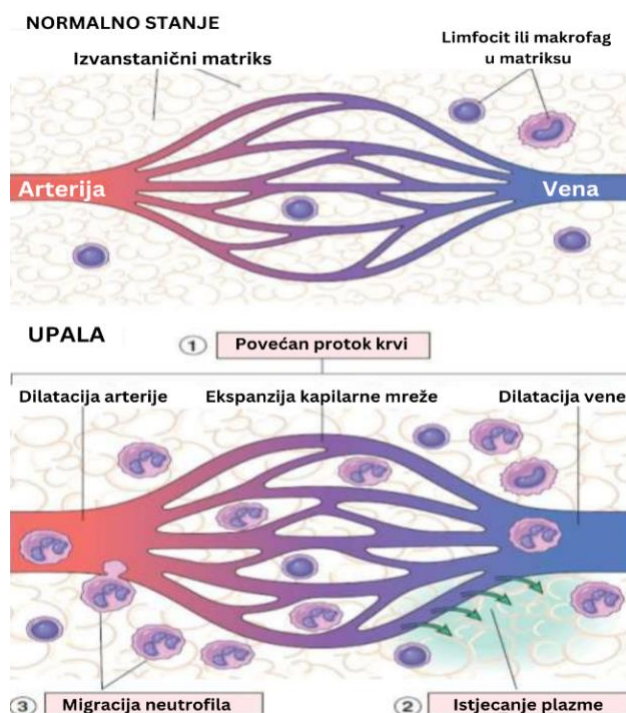
## 2.1. UPALNI PROCES

Upalni proces predstavlja niz fizioloških odgovora kojim imunološki sustav prepoznaje i uklanja štetne i strane podražaje (uključujući ljudske patogene, čestice prašine i viruse) i započinje proces ozdravljenja. Upalni proces na staničnoj i tkivnoj razini uključuje niz pojava zajedno s dilatacijom vena i arterija, povećanom propusnošću krvnih žila i protokom krvi s perkolacijom leukocita u tkiva (Arulsevan i sur., 2016).

### 2.1.1. Akutna upala

Akutna upala je proces koji traje od nekoliko minuta do nekoliko dana. Njena glavna obilježja su istjecanje proteina plazme ili fluida te kretanje leukocita u ekstravaskularno područje. Ove vaskularne i stanične reakcije posredovane su kemijskim čimbenicima proizvedenim u stanicama ili plazmi (Arulsevan i sur., 2016). Odgovorne su za uobičajene kliničke simptome upale kao što su otekline, crvenilo, bol, toplina i gubitak funkcije. Iako se upalni odgovor može dogoditi na bilo koji štetni podražaj, karakteristika ovog procesa je reakcija vaskulariziranog vezivnog tkiva.

Postoje tri glavna koraka u akutnom upalnom odgovoru koji uključuju pojačani protok krvi u području upale, nakon čega slijedi vazodilatacija i povećana vaskularna propusnost s istjecanjem plazme iz mikrocirkulacije te fagocitnu migraciju leukocita u okolno tkivo. Ako se upala ne izliječi nakon šest tjedana, to će uzrokovati razvoj iz subakutnog u kronični oblik upale uz migraciju T limfocita i plazma stanica na mjesto upale. Ako to potraje bez oporavka, doći će do oštećenja tkiva i fibroze (Hannoodde i Nasuruddin, 2021).



**Slika 1** Lokalna manifestacija akutne upale

### 2.1.2. Kronična upala

Postoji nekoliko faktora koji mogu uzrokovati kroničnu upalu kao što su neuspjela eliminacija patogena koji je uzrokovao akutnu upalu, izlaganje podražajima ili stranim materijalima koji se ne mogu ukloniti enzimskim djelovanjem ili fagocitozom, autoimuni poremećaji, defekti stanica odgovornih za kontrolu upale itd. (Arulsevan i sur., 2016). Kronična upala u tkivu obično se događa kada su upalne reakcije u nedostatku stvarnog podražaja. Javlja se kroz infekcije koje se ne rješavaju unutar endogenih zaštitnih mehanizama ili putem nekog drugog mehanizma rezistencije obrambenih mehanizama domaćina.

Kako se akutna upala razvija u kroničnu, sastav bijelih krvnih stanica ubrzo se mijenja migracijom u izvanstanični matriks i makrofagi i limfociti počinju zamjenjivati kratkotrajne neutrofile. Stoga su obilježja kronične upale infiltracija primarnih upalnih stanica kao što su makrofagi, limfociti i plazma stanice na mjesto tkiva, proizvodnja upalnih citokina, faktora rasta, enzima. To sve

doprinosi progresiji oštećenja tkiva i sekundarnom oporavku uključujući fibrozu i stvaranje granuloma (Pahwa i sur., 2022).

### **2.1.3. Upalni proces i bolesti**

Osobe razvijaju kroničnu upalnu bolest jer imunološki sustav ima neodgovarajući odgovor ili pretjeran odgovor na nešto čemu je bio izložen. U nekim slučajevima to znači da osoba razvije autoimunu bolest, u kojoj imunološki sustav počinje napadati tijelo jer je postalo zbunjeno (Seidman i sur., 2014). U drugim slučajevima, osoba doživljava kroničnu upalu kao odgovor na određenu hranu ili čimbenike iz okoliša (udisanje dima, prisutnost azbesta). Upala postoji kod osoba s infekcijama, imunološkim bolestima i kroničnim bolestima poput dijabetesa, gihta, reumatoidnog artritisa, raka itd.

Kardiovaskularne bolesti, uključujući aterosklerozu, prepoznate su kao najčešći uzrok smrti u svijetu (Seidman i sur., 2014). Koronarna ateroskleroza je najčešći uzrok infarkta miokarda koji rezultira gubitkom srčanog tkiva. Tijekom nastanka ateroskleroze, upalni medijatori igraju glavnu ulogu u početnom regrutiranju stanica do pucanja plaka. Srčani stres, iz bilo kojeg razloga, prvo će se očitovati u obliku upale, a u zahvaćenom srčanom tkivu povećava se sinteza i otpuštanje upalnih kemokina i citokina. Kod srčane ozljede, najneposredniji obrambeni mehanizam protiv bilo kakvog oštećenja srčanog tkiva je urođeni imunitet.

Kada se radi o gušterači važno je spomenuti akutni upalni pankreatitis, bolest uzrokovana opstrukcijom kanala gušterače, mutacijom gena ili alkoholizmom (Naumovski-Mihalić, 2011). Upala kod akutnog pankreatitisa nastaje aktivacijom neutrofila i granulocita koji luče upalne citokine. Kod bubrega, najčešći uzrok akutne upale je infekcija, ishemija, stvaranje imunološkog kompleksa ili disregulacija komplementa.

Jetra je najveći unutarnji organ ljudskog tijela. Budući da je upala zaštitni mehanizam tijela, zaštitit će jetru od infekcije i ozljede, ali ako se to dogodi u velikoj mjeri, uzrokovat će oštećenje hepatocita, metaboličke promjene, ishemijsko-reperfuzijsku traumu i stalno oštećenje jetre

(Hannoodee i Nasuruddin, 2021). Također, može se razviti i akutna upala jetre do oštećenja jetrenog parenhima, a ako potraje, prijeći će u kronični hepatitis. Infektivni uzročnik upale jetre uključuje virus hepatitisa B (HBV) i virus hepatitisa C (HCV), dok neinfektivni uzročnik uključuje alkoholni ili nealkoholni steatohepatitis, lijekovima izazvan ili ishemijski hepatitis.

Upalne crijevne bolesti uključuju ulcerozni kolitis te Chronovu bolest koje su izazvane citokinima (Hannoodee i Nasuruddin, 2021). Ulcerozni kolitis je bolest debelog crijeva kod koje je upala obično najjača u sigmoidnom dijelu crijeva i rektumu, dok se kod Chronove bolesti upala može razviti u bilo kojem dijelu crijeva kao i probavnog sustava.

Od ostalih stanja, neizostavan je artritis, bolest koja može uzrokovati oštećenje zdrave hrskavice zglobova, što dovodi do degenerativnih promjena, gubitka funkcije i nestabilnosti zgloba (Kim i sur., 2017). Poznato je da je upalni artritis uzrokovan porastom razina citokina, što dovodi do degradacije zglobne hrskavice i smanjenjem razina faktora rasta koji potiču hondrogenezu.

#### **2.1.4. Upala i prehrana**

Ubrzani način života uzrokovao je velike promjene u prehrani suvremenog društva. Tjelesna masa je u porastu, a fizička aktivnost sve manja što rezultira metaboličkim promjenama koje povećavaju rizik, ne samo od pretilosti, već i drugih stanja poput aterotromboze (Esposito i Giugliano, 2006). Neuravnotežena prehrana s previsokim kalorijskim unosom koja dovodi do prekomjerne tjelesne mase i pretilosti uključuje prekomjernu konzumaciju namirnica životinjskog podrijetla, soli, zasićenih masnoća i alkohola, a siromašna je nutritivno bogatim namirnicama poput voća i povrća, mahunarki, cjelovitih žitarica i ribe. Posrednik između prehrane i bolesti je upala niskog stupnja (low-grade inflammation, LGI), posredovana brojnim tvarima koje tijelo proizvodi, poput upalnog citokina interleukina-6 (IL-6) te egzogenih čimbenika (kao što su pušenje i zagađenje) koji dovode do spore, ali neumoljive erozije DNA, stanica i njihovih komponenti (proteina i membranskih lipida), uzrokujući bolesti i prerano starenje (Esposito i

Giugliano, 2006). LGI postavlja temelje za mnoge nezarazne bolesti, kao što su srčani udar, moždani udar, dijabetes tipa 2, artritis, osteoporoza, depresija, demencija i tumori.

Mikronutrijenti i makronutrijenti igraju vitalnu ulogu u cijelom imunološkom sustavu, ali oni najvažniji za podršku imunokompetencije su vitamini A, C, D, E, B6 i B12, folna kiselina te željezo, bakar, selen i cink (Maggini i sur., 2018). Počevši od vitamina, kliničke manifestacije hipovitaminoze vitamina D uključuju mišićno-koštane i nemaskuloskeletne poremećaje, povećani rizik respiratornih infekcija, šećerne bolesti i kardiovaskularnih bolesti. Osim direktnog izlaganja suncu, vitamin D može se unijeti iz nekoliko specifičnih namirnica koje prirodno sadrže vitamin D kao što je ulje jetre bakalara; masna riba (osobito skuša, haringa, tuna i losos), žumanjak jajeta, gljive izložene UV zračenju (koje su jedini neanimalni izvor vitamina D)(Cardwell i sur., 2018), masni sirevi i maslac.

Vitamin C je snažan antioksidans sposoban inhibirati stvaranje ROS-ova (reaktivne kisikove vrste) djelujući kao donor elektrona za redukciju molekularnog kisika. Regenerira druge važne antioksidanse poput glutationa i vitamina E, koji potiču sintezu kolagena i tako podržavaju cjelovitost epitelnih barijera (Ellulu i sur., 2015). Također stimulira proizvodnju, funkciju i kretanje leukocita (npr. neutrofila, limfocita, fagocita) i ima ulogu u antimikrobnoj aktivnosti i kemotaksiji. Jedan od mogućih mehanizama blagotvornog učinka vitamina C u plazmi, osobito kod kardiovaskularnih bolesti mogao bi se odnositi na činjenicu da on povećava dilataciju arterija svojim učinkom na otpuštanje dušikovog oksida, budući da štiti tkiva od oksidativnog stresa i stoga igra važnu ulogu u prevenciji bolesti.

Vitamin A važan je za normalnu funkciju urođenih imunoloških stanica (makrofaga, neutrofila). Također, neophodan je za pravilno funkcioniranje T i B limfocita pa tako i za poticanje odgovora protutijela na antigen (Huang i sur., 2018). Uključen je u razvoj i diferencijaciju Th1 i Th2 stanica i podržava protuupalne Th2 odgovore. Hrana bogata vitaminom A i karotenima, ekvivalentima retinola, uključuje mrkvu, lisnato zeleno povrće, jetricu, riblje ulje, mlijeko i jaja.

Vitamin E je slično vitaminu C važan antioksidans, štiti integritet staničnih membrana od oštećenja nastalih ROS-ovima te poboljšava proizvodnju IL-2, funkcije stanica posredovane T

limfocitima i proliferaciju limfocita. Također optimizira i poboljšava Th1 i potiskuje Th2 odgovor (Ellulu i sur., 2015).

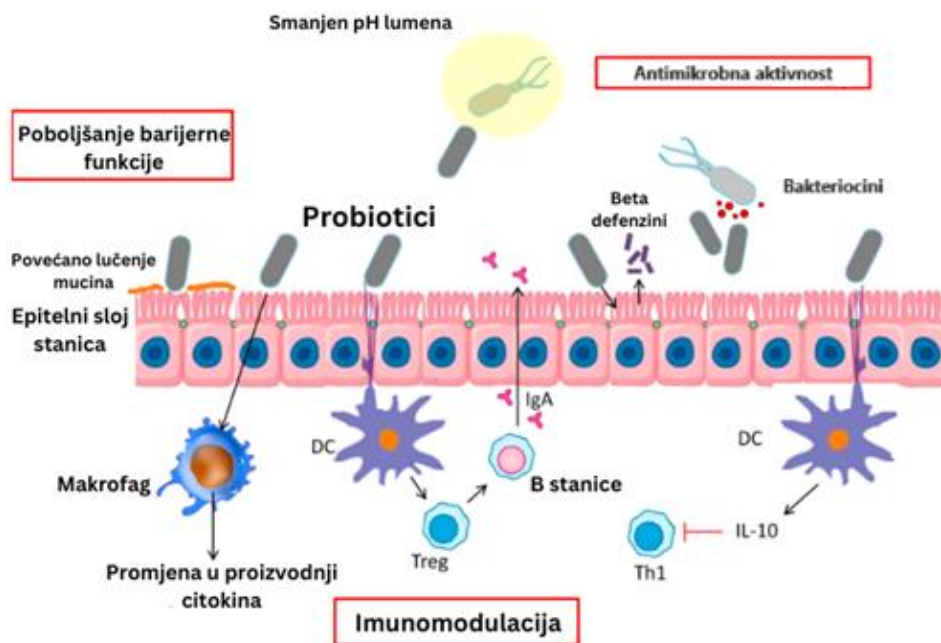
Vitamini B6 i B12 pomažu regulaciji upalnog procesa i imaju važnu ulogu u proizvodnji antitijela, citokina i sudjeluju u proliferaciji i diferencijaciji limfocita (Gombart i sur., 2020). Folna kiselina pomaže u očuvanju urođenog imuniteta te potpomaže imuni odgovor posredovan Th1 stanicama.

Nadalje, prehrambene omega-3 masne kiseline imaju niz protuupalnih i imunoloških učinaka koji mogu biti od značaja za aterosklerozu i njezine kliničke manifestacije infarkta miokarda, iznenadne smrti i moždanog udara (Mori i Beilin, 2004). Dugolančane polinezasićene kiseline dobivene iz morskih ulja, za koje se smatra da imaju najjače djelovanje u ovom smislu su eikosapentaenska kiselina (EPA) i dokosaheksaenska kiselina (DHA). Omega-3 masne kiseline prekursori su molekula za suzbijanje upalnog procesa, a pomažu i makrofagima u eliminaciji bakterija i potiču regeneraciju tkiva.

Kada su u pitanju crijeva i crijevna mikrobiota, nezaobilazni su probiotici i prebiotici. Crijeva zdrave osobe naseljena su milijardama bakterija koje pripadaju više od 800 različitih vrsta, koje se uglavnom nazivaju komenzalima ili "dobrim bakterijama" (posebno laktobacilima i bifidobakterijama) (Suardi i sur., 2021). Oni, kao cjelina, čine bakterijsku mikrobiotu, djelujući ne samo međusobno, već i s drugim mikroorganizmima (gljive, arheje itd.), kao i s domaćinom. Nadalje, mikrobiota utječe na aktivnost agenasa uključenih u imunološki odgovor kao što su citokini, limfociti, dendritične stanice itd. Stoga je vrlo važno održavati zdravu crijevnu mikrobiotu. Ako je ravnoteža crijevne mikroflore poremećena zbog neuravnotežene prehrane, pušenja, alkohola, uzimanja antibiotika, zagađivača iz okoliša, prekomjerne konzumacije lijekova ili laksativa, tijelo domaćina je izloženo većem riziku infekcija. Ujedno se povećava propusnost crijeva, što uzrokuje slabljenje imunološkog sustava. Probiotici mogu utjecati na različite stanice uključene u održavanju urođenog i stečenog imuniteta, na primjer, monocite, prirodne ubilačke stanice, makrofage, limfocite i epitelne stanice. Konkretno, oni mogu aktivirati receptore za prepoznavanje uzoraka (PRR) izražene na imunološkim (tj. M stanicama u Peyerovim pločama) i neimunološkim stanicama (tj. intestinalnim epitelnim stanicama) (Cristofori i sur., 2021). Među

PRR-ovima najviše su proučavani TLR-ovi (toll-like receptor, TLR) koji mogu aktivirati signalne kaskade koje dovode do stanične proliferacije i otpuštanja citokina kako bi se modulirao imunološki sustav (Suardi i sur., 2021). Probiotici i zdrava prehrana utječu na smanjenje reaktivnosti, tj. proupalnog karaktera imunog sustava, a **Slika 2** jasno prikazuje što se događa na epitelnoj membrani crijevne sluznice kada se unose probiotici. Naime, probiotici mogu pojačati ekspresiju i lučenje sluzi iz mukoznih stanica, čime otežavaju kretanje mikroba preko sluznog sloja. Pojačavanje ekspresije i lučenja  $\beta$ -defenzina iz enterocita u sluz može spriječiti proliferaciju komenzalnih mikroorganizama i patogena, što također doprinosi integritetu barijere. Konačno, probiotici mogu ojačati stabilnost spoja između enterocita, što smanjuje propusnost epitela za patogene i njihove produkte. Probiotici mogu promijeniti sastav mikrobiote i/ili njihovu ekspresiju gena, što dovodi do indirektnog jačanja barijere komenzalnim mikroorganizmima. Također, neki probiotici mogu izravno ubiti ili inhibirati rast patogenih mikroorganizama lučenjem antimikrobnih tvari poput bakteriocina, vodikovog peroksida ili snižavanjem pH crijevnog lumena uslijed fermentacije vlakana i stvaranja kratkolančanih masnih kiselina (Cryan i Dinan, 2012). Uslijed ovih učinaka, povećava se populacija i aktivnost regulatornih T-stanica (T reg) i tolerantnost imunog sustava, a smanjuje aktivnost Th1 i Th17 stanica.

Proučavanje prehrambenih proizvoda pa tako i probiotika neprestano se razvija. Prema sadašnjim spoznajama, mehanizmi specifičnih sojeva na prevenciju i eventualno liječenje patologija još uvijek nisu potpuno jasni. Istraživači su usredotočeni na nekoliko kombinacija vrsta. U svom radu Sichetti i sur. (2018) istaknuli su protuupalni učinak s *L. rhamnosus*, *B. lactis* i *B. longum*. U nedavno objavljenoj studiji objavljenoj (Bonfante i sur., 2020), autori su izvjestili da primjena *Bifidobacterium longum* i *Lactobacillus rhamnosus* poboljšava simptome i ublažava težinu iritabilne bolesti crijeva, obnavlja crijevnu propusnost i mikrobiotu. Za pacijente koji pate od dermatoze, McFarlandova meta-analiza (2010) naglasila je učinkovitost *Saccharomyces boulardii* u odraslih. Prebiotici su neprobavljivi sastojci hrane koji koriste domaćinu selektivnim stimuliranjem rasta ili aktivnosti jedne ili ograničenog broja bakterija u debelom crijevu. Jedini prebiotici za koje je prikupljeno dovoljno podataka koji omogućuju procjenu njihove moguće klasifikacije kao funkcionalnih sastojaka hrane su fruktani inulinskog tipa, koji uključuju inulin, enzimatski hidrolizirani inulin ili oligofruktozu i sintetske fruktooligosaharide (Roberfroid, 2000).



Slika 2 Mehanizmi djelovanja probiotika u crijevima

## 2.2. Inflamatorni potencijal hrane

Više saznanja, istraživanja i razumijevanja uloge upale u zdravlju i prehrane u liječenju upalnih procesa dovelo je do razvoja inflamatornog indeksa hrane (eng. *dietary inflammatory index*, DII), koji je započeo 2004. godine (Shivappa i sur., 2014). DII je razvijen da bi se dobilo kvantitativno sredstvo za procjenu uloge prehrane u odnosu na zdravstvene ishode, u rasponu od koncentracije upalnih citokina u krvi do kroničnih bolesti. Prva verzija DII-ja predstavljena je 2009. godine. Ta se verzija temeljila na bodovanju 927 recenziranih članaka objavljenih u biomedicinskoj literaturi do 2007. koji povezuju bilo koji aspekt prehrane s  $\geq 1$  od 6 upalnih biomarkera: IL-1 $\beta$ , IL-4, IL-6, IL-10, TNF- $\alpha$ , i C-reaktivni protein (CRP). Za razliku od popisa upalnih biomarkera, prehrambeni čimbenici nisu unaprijed navedeni ili ograničeni. Ovaj prvi pokušaj stvaranja prehrambenog indeksa na temelju empirijskih dokaza koji povezuju prehranu s upalom, važnim čimbenikom u razvoju i napredovanju mnogih kroničnih bolesti, nije bio široko prihvaćen u biomedicinskoj zajednici. Iako je izvorni DII predstavljao uspješan razvoj indeksa izvedenog iz literature koji bi se mogao univerzalno primijeniti u širokom spektru istraživanja na ljudima, druga, poboljšana



verzija odražava brojna poboljšanja u odnosu na izvornu (Herbert i sur., 2019). Korištenjem DII-ja tijekom proteklih nekoliko godina, mnogo se saznalo o razlikama u konzumaciji hrane i prehrambenim navikama koje su povezane s upalom među različitim populacijama. Prikupljeni su podaci iz više od 30 zemalja svijeta te je fokus bio na bolestima poput raka, kardiovaskularnih bolesti, depresije i mentalnim bolesti i slično. Rezultati su pokazali da postoje osobe koje jedu zdravo, planiraju obroke i namirnice bogate kvalitetnim nutrijentima. S druge strane postoje osobe koje jedu nezdravo, tj. unose velike količine hrane koja ima visoku energetska vrijednost, ali ne i nutritivnu. Dobivene vrijednosti ispitanika rezultiraju u negativnoj korelaciji između unosa energije i gustoće hranjivih tvari (Herbert i sur., 2019).

DII je univerzalan u svojoj primjenjivosti, jer se temelji na velikoj bazi istraživanja, uključuje 6 najčešće proučavanih upalnih markera, a rezultati se mogu izvesti iz bilo kojeg alata za procjenu prehrane koji može pružiti podatke o unosu hranjivih tvari. Zbog ovako osmišljene funkcionalnosti, rezultati studija koje se provode gotovo bilo gdje u svijetu se mogu izravno uspoređivati.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Zadatak ovog istraživanja bio je odrediti inflamatorni indeks hrane na temelju dnevnika prehrane ispitanika omnivorske i veganske prehrane. Time se dobiva preliminarni uvid u povezanost tipa prehrane s DII-jem i učinak pojedinih sastavnica hrane na njegovu vrijednost.

### 3.2. ISPITANICI I METODE

Novačenje ispitanika i prikupljanje podataka i uzoraka je provedeno između listopada 2020. i veljače 2021. godine. Anonimizirani podaci korišteni u ovom diplomskom radu su dio većeg istraživanja te samo voditelj Tomislav Klačec ima uvid u osobne podatke ispitanika. Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Zavoda za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije u ožujku 2020. godine.

#### 3.2.1. Ispitanici

Obrađeni su podaci šest ispitanika veganskog tipa prehrane i šest svejeda. Polovica ispitanika je bilo muškog spola. Osnovne značajke podskupina ispitanika navedene su u **Tablici 1**. Nije bilo značajne razlike između srednjih vrijednosti indeksa tjelesne mase (BMI) i starosti podskupina odabranih ispitanika ( $p = 0,749$ ).

**Tablica 1** Osnovni podaci o ispitanicima (srednja vrijednost  $\pm$  SD)

| Tip prehrane       | Dob<br>/god.   | Visina<br>/cm   | Masa<br>/kg     | BMI<br>/kg m <sup>-2</sup> |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| Omnivorska (N = 6) | 23,3 $\pm$ 3,8 | 174,2 $\pm$ 7,6 | 68,6 $\pm$ 11,2 | 22,5 $\pm$ 2,8             |
| Veganska (N = 6)   | 24,3 $\pm$ 3,4 | 175,4 $\pm$ 8,4 | 69,9 $\pm$ 11,6 | 22,7 $\pm$ 3,6             |

## 3.2.2. Metode

### 3.2.2.1. Anketa

Ispitivanje je uključivalo popunjavanje upitnika s osnovnim antropometrijskim i sociodemografskim podacima te pitanjima vezanim uz prehrabene navike, pušenje i tjelesnu aktivnost, koji je ispitanicima dostavljen elektronskom poštom (**Prilog 1**). Ispitanici su također vodili tri dnevnika prehrane (dva radna dana i jedan dan vikenda) ispunjavanjem obrazaca dostupnih preko interneta (Google Forms) (**Prilog 2**). Ispitanicima su s poveznicama na obrasce za unos konzumirane hrane poslani i detaljne upute za vođenje dnevnika prehrane (**Prilog 3**).

### 3.2.2.2. Izračun unosa sastojaka hrane

Na temelju dnevnika prehrane koji su dobrovoljci ispunjavali tijekom tri dana, izračunat je prosječni dnevni unos nutrijenata te unos začina za svakog dobrovoljca pojedinačno, pomoću aplikacije NutriPro, kreirane za obradu podataka o unosu namirnica i jela. Određen je unos bjelančevina, masti, zasićenih masti, jednostruko i višestruko nezasićenih masti, trans masti, ukupnih ugljikohidrata, vlakana, alkohola, vitamina (A (ekvivalenata retinola i karotena), B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, D, E i K), minerala (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu i Se), polifenola (flavan-3-ola, flavona, flavonola, flavonona, antocijanidina te izoflavona), kafeina, kao i unos energije.

Ukoliko masa ili volumen namirnice ili jela nisu navedene u dnevnicima, korišteni su standardizirani kvantitativni modeli namirnica i obroka za hrvatsku kuhinju (Senta i sur., 2004), srednje veličine porcija određene tijekom razvoja Upitnika učestalosti namirnica na PTF-u Osijek ili standardne odvage pojedinih namirnica dostupne u američkim FoodData Central tablicama sastava hrane (USDA, 2023). Sastav pojedinih jela rekonstruiran je uz pomoć internetskih izvora, poput Coolinarike. Sastavi nutrijenata za namirnice i jela koji su nedostajala u bazi, uneseni su prema podacima iz američkih ili norveških tablica sastava hrane (USDA, 2023; NFSA, 2022) ili, u manjem broju slučajeva, temeljem informacija o sastavu nutrijenata proizvođača namirnice.

Podaci o unosu začina bili su prikupljeni iz dnevnika prehrane ispitanika na način da su sve količine začina bile prebrojane, izračunata srednja vrijednost i standardna devijacija, a zatim su te vrijednosti korištene za izračun DII vrijednosti.

Vrijednosti polifenola u voću i povrću su preuzeti iz Phenol Explorer baze (Rothwell i sur., 2013) i USDA baze s razinama izoflavona u namirnicama (Bhagwat i Haytowitz, 2015).

Vrijednosti trans masti preuzete su iz Znanstvenog mišljenja Hrvatske agencije za hranu o riziku od trans masnih kiselina (HAH, 2018).

Za unos kafeina iz kave, čokolade, čaja i kaka korištene su američke tablice sastava hrane (USDA, 2023) i znanstveni članak Váradyja i suradnika (2021).

Udio n-3 i n-6 masnih kiselina baza ne računa, te su izračunate na temelju udjela višestruko nezasićenih masnih kiselina (= n-6 + n-3), pri čemu je korišten omjer određen NHANES studijom u SAD-u (Raatz i sur., 2018). Ovo nije najprecizniji način budući da je, primjerice, moguće da vegani unose više ili manje n-3, ali je učinak odstupanja vjerojatno mali.

#### **3.2.2.3. Izračun DII vrijednosti**

Računanje DII-a temelji se na podacima o unosu hrane koji se zatim povezuju s regionalno reprezentativnom svjetskom bazom podataka, koja daje robusnu procjenu srednje vrijednosti i standardne devijacije za svaki parametar (Shivappa i sur., 2014). Oni tada postaju množitelji za izražavanje izloženosti pojedinca u odnosu na „standardnu globalnu sredinu” kao Z-vrijednost. To se postiže oduzimanjem „standardne sredine” od prijavljenog iznosa i dijeljenjem te vrijednosti s njezinim standardnim odstupanjem. Kako bi se smanjio učinak „iskrivljenja udesno”, ova se vrijednost pretvara u rezultat percentila. Da bi se postigla simetrična distribucija s vrijednostima centriranim na 0 (nula) i ograničenim između -1 (maksimalno protuupalno) i +1 (maksimalno prouupalno), svaki percentilni rezultat se udvostručuje, a zatim se oduzima 1. Centrirana vrijednost percentila za svaki parametar hrane zatim se množi s odgovarajućom „mjerom ukupnog upalnog učinka specifičnog za parametar hrane” kako bi se dobio „DII

specifičan za parametar hrane“. Naposljetku, sve „DII vrijednosti specifične za parametre hrane“ zbrajaju se kako bi se dobila „ukupna vrijednost DII“ za pojedinca. Ovaj pristup otkriva izloženost pojedinca velikom rasponu prehrambenih obrazaca u različitim kulturnim tradicijama i potpuno otklanja problem neusporedivosti jedinica jer su Z-vrijednosti i percentili neovisni o mjernim jedinicama (tj. percentil je isti bilo da je parametar izražen u  $\mu\text{g}$ , mg ili g) (Shivappa i sur., 2014). Za izračun DII-ja korišten je MS Excel.

### **3.2.3. Statistička obrada**

Izračunati su osnovni deskriptivni parametri (srednja vrijednost, standardna devijacija), te Spearmanova korelacija varijabli i Mann-Whitneyev U-test za testiranje razlike između dvije nezavisne varijable. Statistički značajnim razlikama ili korelacijama smatrane su one kojima je p-vrijednost bila manja od 0,05. Analize su provedene uz MS Office Excel (Microsoft) i Statisticu (TIBCO Software).

## **4.    REZULTATI I RASPRAVA**

Prosječni dnevni unosi energije, makronutrijenata (proteini, masti i ugljikohidrati) i vlakana za svakog ispitanika prikazani su u **Tablici 2**.

**Tablica 2** Prosječni dnevni unos (srednja vrijednost  $\pm$  SD) energije, makronutrijenata i vlakana ispitanika

| Ispitanici | Unos energije /kcal | Unos ugljikohidrata /g | Unos proteina /g  | Unos masti /g    | Unos vlakana /g |
|------------|---------------------|------------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| PNx04      | 1857 $\pm$ 411      | 297,4 $\pm$ 65,0       | 48,0 $\pm$ 18,5   | 60,0 $\pm$ 10,7  | 32,2 $\pm$ 12,5 |
| PNx24      | 1366 $\pm$ 495      | 212,3 $\pm$ 95,2       | 41,5 $\pm$ 22,3   | 41,3 $\pm$ 9,1   | 27,3 $\pm$ 13,6 |
| PNx25      | 2223 $\pm$ 501      | 262,5 $\pm$ 57,8       | 123,6 $\pm$ 60,5  | 73,6 $\pm$ 37,9  | 25,9 $\pm$ 3,9  |
| PNx31      | 2753 $\pm$ 93       | 428,1 $\pm$ 36,9       | 103,0 $\pm$ 11,8  | 80,0 $\pm$ 1,9   | 57,6 $\pm$ 16,8 |
| PNx32      | 3028 $\pm$ 841      | 346,8 $\pm$ 36,2       | 152,2 $\pm$ 128,0 | 113,1 $\pm$ 15,6 | 35,6 $\pm$ 9,9  |
| PNx50      | 3043 $\pm$ 689      | 442,9 $\pm$ 188,3      | 105,7 $\pm$ 21,4  | 103,9 $\pm$ 27,0 | 80,4 $\pm$ 25,6 |
| PNz117     | 2171 $\pm$ 636      | 202,6 $\pm$ 45,7       | 106,5 $\pm$ 50,1  | 108,3 $\pm$ 39,2 | 13,9 $\pm$ 6,9  |
| PNz118     | 6104 $\pm$ 490      | 275,9 $\pm$ 45,7       | 271,9 $\pm$ 48,1  | 441,7 $\pm$ 50,6 | 70,6 $\pm$ 4,5  |
| PNz128     | 1688 $\pm$ 334      | 167,3 $\pm$ 25,0       | 53,9 $\pm$ 21,5   | 90,27 $\pm$ 17,2 | 22,1 $\pm$ 13,5 |
| PNz90      | 1848 $\pm$ 159      | 261,2 $\pm$ 45,2       | 69,3 $\pm$ 5,4    | 51,3 $\pm$ 8,1   | 16,1 $\pm$ 4,7  |
| PNz91      | 2402 $\pm$ 107      | 216,9 $\pm$ 45,6       | 93,9 $\pm$ 27,9   | 131,2 $\pm$ 14,7 | 20,9 $\pm$ 10,5 |
| PNz92      | 2182 $\pm$ 508      | 218,8 $\pm$ 89,9       | 90,0 $\pm$ 23,2   | 104,2 $\pm$ 20,8 | 16,5 $\pm$ 5,6  |

Ispitanici veganske podskupine unosili su prosječno 2378  $\pm$  682 kcal/dan, dok su omnivori unosili prosječno 2782  $\pm$  1640 kcal/dan, pri čemu razlika nije statistički značajna ( $p = 0,689$ ). Sustavnim pregledom 26 studija s ukupno 11024 ispitanika, zaključeno je da u većini studija vegani nešto imaju niži energetske unos od omnivora, dok manji broj studija nije utvrdio velike razlike između vegana i onih koji to nisu (Bakaloudi i sur., 2021). Navedeni podaci su u skladu s rezultatima ovog istraživanja.



Ustanovljena je značajna statistička razlika ( $p = 0,045$ ) u unosu ugljikohidrata. Prosječna vrijednost unosa ugljikohidrata za vegane iznosila  $331,7 \pm 91,8$  g/dan, a za ispitanike omnivorske skupine  $223,8 \pm 40,0$  g/dan. EFSA preporučuje da unos ugljikohidrata tj. RI vrijednost (eng. *reference intake*) bude između 45-60% dnevnog energetskeg unosa (EFSA, 2019). Ispitanici veganske podskupine unosili su prosječno  $56 \pm 0,1$  E%, što je u skladu s preporukama, no kod omnivora je unos ugljikohidrata bio ispod granice preporuka te je iznosio prosječno  $33 \pm 0,5$  E%. Dawczynski i suradnici (2022) uočili su isto u istraživanju provedenom u Njemačkoj na 300 ispitanika različitog tipa prehrane (omnivori, fleksitarijanci, vegetarijanci i vegani) od kojih su omnivori imali najniži dnevni unos ugljikohidrata.

Osim ugljikohidrata, vegani su imali i značajno ( $p = 0,045$ ) veći unos vlakana od omnivora i to prosječno  $43,2 \pm 21,5$  g/dan. Omnivori su unosili prosječno  $26,7 \pm 21,7$  g/dan vlakana, što je i dalje u skladu s EFSA-inim preporukama od barem 25 g/dan (EFSA, 2010a). Ovi podaci nisu niti malo neobični jer se veganska prehrana temelji na visokom unosu biljnih namirnica poput voća, povrća, mahunarki i žitarica koje obiluju vlaknima.

U unosu proteina prednjače omnivori s prosječnim unosom od  $114,0 \pm 79,5$  g/dan, a vegani su unosili prosječno  $95,7 \pm 43,2$  g/dan, no ne statistički značajno manje ( $p = 1,000$ ). Razlog nižeg unosa proteina kod veganske podskupine mogao bi se objasniti izostankom namirnica životinjskog podrijetla, što je utvrdio niz istraživanja (Mariotti, 2019). EFSA je utvrdila AR vrijednost (eng. *average requirement*; prosječna potreba, odnosno unos koji zadovoljava dnevne potrebe polovice ljudi u tipičnoj zdravoj populaciji) od 0,66 g/kg i PRI vrijednost (eng. *population reference intake*; referentni unos populacije, odnosno unos koji će zadovoljiti potrebe gotovo svih ljudi u tipičnoj zdravoj populaciji) od 0,83 g/kg (EFSA, 2019). U ovom istraživanju, prosječni unos proteina po masi ispitanika za omnivore je iznosio  $1,7 \pm 0,8$  g/kg, a za vegane  $1,4 \pm 0,5$  g/kg, što je znatno više od referentnih vrijednosti.

U ovom istraživanju utvrđeno je kako su omnivori imali veći prosječni unos ukupnih masti ( $154,5 \pm 143,1$  g/dan) u odnosu na vegane koji su unosili prosječno  $78,5 \pm 26,9$  g/dan ( $p = 0,173$ ). Prema europskoj agenciji za sigurnost hrane, referentni raspon unosa (RI) za masti iznosi 20 – 35 E% (EFSA, 2010b), no omnivori unose prosječno  $51 \pm 0,1$  E%, što je znatno više od okvira RI raspona,

dok vegani zadovoljavaju preporuke s prosječnim unosom od  $30 \pm 0,2$  E%. Dawczynski i suradnici (2022) su također ustanovili da je unos masti kod omnivora bio najviši (35,5 E%), a kod vegana najniži (26,6 E%) i u okviru RI raspona. **Tablica 3** prikazuje prosječni dnevni unos za određene podskupine masti.

**Tablica 3** Prosječni dnevni unos (srednja vrijednost  $\pm$  SD) zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih

| Tip prehrane                 | Zasićene m.k.<br>/g | Mononezasićene<br>m.k. /g | Polinezasićene<br>m.k. /g | Kolesterol<br>/mg |
|------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Veganska</b><br>(N = 6)   | 17,2 $\pm$ 6,8      | 24,06 $\pm$ 8,1           | 28,5 $\pm$ 12,3           | 28,6 $\pm$ 21,3   |
| <b>Omnivorska</b><br>(N = 6) | 47,4 $\pm$ 44,4     | 65,8 $\pm$ 78,2           | 35,2 $\pm$ 23,1           | 670,0 $\pm$ 848,0 |

Prosječni unos zasićenih masti (eng. *saturated fatty acids*, SFA) ispitanika veganskog tipa prehrane iznosio je  $17,2 \pm 6,8$  g/dan, dok su omnivori unosili prosječno  $47,4 \pm 44,4$  g/dan što je gotovo tri puta više od vegana, ali i statistički značajno ( $p = 0,020$ ). EFSA smatra da AI, tj. adekvatan unos (eng. *adequate intake*; adekvatni unos - prosječni unos populacije koji se smatra zadovoljavajućim) zasićenih masti treba biti što je moguće niži, a prema nekim autorima (Maki i sur., 2021), <10% ukupne dnevne energije za zdravu opću populaciju. U ovom radu potonji iznosio je 6,0 E% za vegane i 16,0 E% za omnivore.

Menzel i suradnici (2022) ustanovili su niži unos mononezasićenih masnih kiselina (eng. *monounsaturated fatty acids*, MUFA) kod vegana u usporedbi s omnivorima, što je izravna posljedica prehrambenih navika (navedene vrste masti unose se konzumiranjem širokog raspona namirnica, poput mlijeka i mliječnih proizvoda, orašastih plodova, žitarica, biljnih ulja i mesa), a isto je vidljivo i u ovom radu (**Tablica 3**), no nije utvrđena statistički značajna razlika ( $p = 0,093$ ).

Što se tiče unosa polinezasićenih masnih kiselina (eng. *polyunsaturated fats*, PUFA) vegani su unosili manje količine, ali razlika nije statistički značajna ( $p = 0,810$ ).

Za unos kolesterola utvrđena je statistički značajna razlika između ispitanih skupina ( $p = 0,005$ ). Ovakav rezultat nije neočekivan jer vegani ne konzumiraju namirnice životinjskog podrijetla, a omnivori ga unose kroz razne namirnice poput crvenog mesa, masnih mliječnih proizvoda, brze hrane, slatkiša itd. EFSA nije odredila preporuke za unos kolesterola, već se savjetuje da unos bude što je moguće niži, kao i za SFA (EFSA, 2010b). **Tablica 4** prikazuje prosječni dnevni unos (srednja vrijednost  $\pm$  SD) alkohola ispitanika.

**Tablica 4** Prosječni dnevni unos (srednja vrijednost  $\pm$  SD) alkohola ispitanika

| Tip prehrane                 | Alkohol /g     |
|------------------------------|----------------|
| <b>Veganska</b><br>(N = 6)   | 0,47 $\pm$ 1,0 |
| <b>Omnivorska</b><br>(N = 6) | 3,7 $\pm$ 6,0  |

Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika ( $p = 0,045$ ) u unosu alkohola između ispitanika, a prosječni dnevni unosi po skupinama vidljivi su u **Tablici 4**. Umjereni unos etanola (do 30 g/dan) štiti od ateroskleroze, a posljedično i od koronarnih bolesti. Kod kroničnog prekomjernog unosa dolazi do oslabljene funkcije jetre, organa koji je zaslužan za metabolizam masti. Posljedično tome dolazi do nakupljanja masti u jetri i smanjene razine HDL-a u krvi (Hannuksela i sur., 2004).

Prosječni dnevni unos minerala je prikazan u **Tablici 5**.

**Tablica 5** Prosječni dnevni unos (srednja vrijednost  $\pm$  SD) minerala ispitanika

| Tip prehrane                 | Na /g         | K /g          | Ca /mg            | Mg /mg             | P /mg                | Fe /mg          | Zn /mg        | Cu /mg         | Se / $\mu$ g      |
|------------------------------|---------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------|
| <b>Veganska</b><br>(N = 6)   | 4,8 $\pm$ 2,9 | 4,2 $\pm$ 1,8 | 863,3 $\pm$ 318,4 | 459, 4 $\pm$ 222.2 | 1431,3 $\pm$ 450,2   | 22,5 $\pm$ 7,8  | 7,8 $\pm$ 2,3 | 2,1 $\pm$ 2,3  | 100,0 $\pm$ 38,4  |
| <b>Omnivorska</b><br>(N = 6) | 5,5 $\pm$ 2,7 | 3,8 $\pm$ 1,8 | 744,4 $\pm$ 188,0 | 341,6 $\pm$ 325,4  | 1755,47 $\pm$ 1120,9 | 16,3 $\pm$ 12,0 | 6,4 $\pm$ 4,7 | 1,33 $\pm$ 0,7 | 177,8 $\pm$ 117,2 |

EFSA je odredila siguran i adekvatan unos natrija od 2 g/dan (EFSA, 2019), a ispitanici ovog istraživanja unosili su više od toga, što je vidljivo u **Tablici 5**. Općenito gledano, natrij se najviše unosi kroz konzumaciju kuhinjske soli, a namirnice koje sadrže puno soli su suhomesnati proizvodi, prerađena hrana i gotova hrana. Rizik od kardiovaskularnih bolesti se povećava do 6% za svaki gram povećanog unosa natrija hranom (Wang i sur., 2020). Nadalje, unos kalija (**Tablica 5**) je za obje podskupine premašio EFSA-ine preporuke od 3,5 g/dan (EFSA, 2019). Pregledom njemačke studije iz 2022. godine, uočena je razlika u odnosu na ovo istraživanje, tj. njemački omnivori i vegani imaju adekvatne unose natrija (omnivori 2,6 g/dan, vegani 1,9 g/dan) i kalija (omnivori 3,4 g/dan, vegani 3,2 g/dan) (Dawczynski i sur., 2022).

Unos kalcija nešto je veći kod vegana, nego kod omnivora (**Tablica 5**), a preporuke EFSA-e za područje EU, tj. referentni unos stanovništva, PRI vrijednost, za kalcij iznosi 1000 mg/dan (EFSA, 2019). Dakle, unos kalcija niži je od preporučenog, što bi se moglo nadomjestiti suplementima. S druge strane, pregledavanjem istraživanja o unosu magnezija, može se zaključiti da se veganskom prehranom unosi više magnezija od ostalih tipova prehrane ili je unos viši od preporuka (Bakaloudi i sur., 2021), a takvi su rezultati i ovog rada. Preporuke za adekvatni unos magnezija za područje EU je 300 mg/dan za žene i 350 mg/dan za muškarce te su ispitanici zadovoljili unos, a vegani čak više od omnivora, što je vidljivo u **Tablici 5**. Željezo su više unosili veganski nego omnivorski ispitanici, kao i cink i bakar. Značajna statistička razlika ( $p = 0,037$ ) uočena je u unosu bakra. Dawczynski i suradnici (2022) proveli su istraživanje u kojem je uspoređivan nutritivni status vegana i omnivora te su rezultati pokazali kako vegani unose više bakra od omnivora, što je u skladu s ovim istraživanjem. Naime, bakar se nalazi u namirnicama poput cjelovitih žitarica, mahunarki, orašastih plodova, suhog voća itd., pa stoga niti rezultati nisu neočekivani. No, može se unositi i putem morskih plodova ili iznutrica, pa bi omnivori i na ovaj način mogli povisiti svoj unos.

**Tablica 6** Prosječni dnevni unos (srednja vrijednost  $\pm$  SD) vitamina ispitanika

| Tip prehrane                 | Vit A<br>/ $\mu$ g RE | Karoteni<br>/ $\mu$ g  | Vit B1<br>/mg | Vit B2<br>/mg | Vit B3<br>/mg   | Vit B6<br>/mg | Vit B9<br>/ $\mu$ g | Vit B12<br>/ $\mu$ g | Vit C<br>/mg     | Vit D<br>/ $\mu$ g | Vit E<br>/mg       | Vit K<br>/ $\mu$ g |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------------|----------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Veganska</b><br>(N = 6)   | 670,3 $\pm$<br>416,6  | 3339,7 $\pm$<br>2725,8 | 1,3 $\pm$ 0,5 | 0,9 $\pm$ 0,5 | 13,3 $\pm$ 7,56 | 4,7 $\pm$ 3,1 | 234,8 $\pm$ 73,5    | 0,5 $\pm$ 0,8        | 151,2 $\pm$ 92,7 | 0,61 $\pm$<br>0,7  | 7,4 $\pm$ 5,7      | 202,5 $\pm$ 113,8  |
| <b>Omnivorska</b><br>(N = 6) | 477,2 $\pm$<br>314,8  | 1050,2 $\pm$<br>784,2  | 1,3 $\pm$ 0,9 | 1,6 $\pm$ 1,3 | 29,2 $\pm$ 21,3 | 2,1 $\pm$ 1,5 | 183,8 $\pm$ 150,0   | 4,7 $\pm$ 2,6        | 100,2 $\pm$ 81,4 | 1,6 $\pm$ 2,3      | 10,0 $\pm$<br>14,4 | 150,2 $\pm$ 100,4  |

Prema prosječnim vrijednostima iz **Tablice 6** može se zaključiti kako vegani unose više vitamina A u odnosu na omnivore, no razlika nije statistički značajna ( $p = 0,173$ ). Obzirom na PRI vrijednost za vitamin A (izražava se u obliku  $\mu\text{g}$  ekvivalenata retinola na dan (RE/dan), gdje je  $1 \mu\text{g}$  RE jednak  $1 \mu\text{g}$  retinola,  $6 \mu\text{g}$   $\beta$ -karotena i  $12 \mu\text{g}$  ostalih karotenoida) koja iznosi  $650 \mu\text{g}$  RE/dan, omnivori ne unose dovoljno, dok su vegani zadovoljili preporuke. Pregledom drugih studija o unosu vitamina A, vegani su zadovoljili potrebe unosa i bez suplementacije (Weikert i sur., 2020; Sobiecki i sur., 2016), kao i ispitanici ovoga istraživanja.

AR vrijednost za vitamin C iznosi  $80 \text{ mg/dan}$ , a PRI vrijednost  $95 \text{ mg/dan}$  (EFSA, 2013). Prosječni dnevni unos omnivora bio je manji za razliku od vegana (**Tablica 6**). Promatrajući prosječni dnevni unos unutar svake ispitivane skupine, samo  $16 \%$  veganskih ispitanika ( $1/6$ ) imalo je unos vitamina C manji od PRI vrijednosti, dok je kod omnivora tek  $50 \%$  ( $3/6$ ) ispitanika unosilo dovoljne količine. Slijedom ovih podataka, utvrđena je značajna razlika u unosu vitamina C ( $p = 0,005$ ).

Pregledom rezultata drugih autora o unosu vitamina D, primijećeno je da većina vegana ima niži unos vitamina D od preporuka i od ispitanika drugih tipova prehrane (Bakaloudi i sur., 2021). U ovom istraživanju je situacija jednaka. Niti ispitanici veganskog tipa prehrane, niti svejedi nisu zadovoljili preporuke EFSA-e o unosu vitamina D koja iznosi  $15 \mu\text{g/dan}$  (EFSA, 2019), što je vidljivo u **Tablici 6**. Ipak, EFSA napominje da endogena biosinteza vitamina D iz kolesterola prilikom izlaganja sunčevom svjetlu možda zadovoljava ukupne potrebe za vitaminom D.

U slučaju vitamina B skupine, ispitanici ovog istraživanja zadovoljili su potrebe za vitaminima B1, B2, B3 i B6, dok su manje od preporuka bile vrijednosti za vitamin B9 kod obje skupine i B12 kod vegana (**Tablica 6**). Uočena je statistički značajna razlika u unosu vitamin B12 ( $p = 0,005$ ). Prema smjernicama EFSA-e, referentni unos stanovništva (PRI) za B1 je  $0,1 \text{ mg/MJ}$ , za B2 je  $1,6 \text{ mg/dan}$ , za B3 je  $1,6 \text{ mg/MJ}$ , za B6 je  $1,6 \text{ mg/dan}$ , za B9 je  $330 \mu\text{g/dan}$ , dok je adekvatni unos za B12  $4 \mu\text{g/dan}$  (EFSA, 2019). Nadalje, u većini studija koje su uspoređivale status vitamina B12 između prehrambenih obrazaca, uočen je značajno niži status kod vegetarijanaca ( $22/31$  studija) i vegana ( $8/15$  studija) u usporedbi s onima koji jedu meso (Neufingerl i Eilander, 2022). Obzirom na nizak unos vitamina B12 kod ispitanika veganske podskupine, nužno ga je nadoknaditi unosom kroz suplementaciju jer je potonji važan kofaktor enzima uključenih u sintezu DNA, masnih kiselina i

mijelina (Ankar i Kumar, 2022). **Tablica 7** u nastavku prikazuje prosječni unos polifenola ispitanika.

**Tablica 7** Prosječni dnevni unos (srednja vrijednost  $\pm$  SD) polifenola ispitanika

| Tip prehrane                 | Flavan-3-oli /mg | Flavoni /mg   | Flavonoli /mg   | Flavononi /mg | Antocijanidini /mg | Izoflavoni /mg  |
|------------------------------|------------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|
| <b>Veganska</b><br>(N = 6)   | 40,4 $\pm$ 34,2  | 3,0 $\pm$ 2,0 | 63,2 $\pm$ 71,3 | 0,7 $\pm$ 0,3 | 21,4 $\pm$ 25,6    | 31,6 $\pm$ 25,4 |
| <b>Omnivorska</b><br>(N = 6) | 19,0 $\pm$ 16,0  | 1,2 $\pm$ 1,4 | 16,4 $\pm$ 18,1 | 0,1 $\pm$ 0,2 | 4,5 $\pm$ 5,6      | 1,3 $\pm$ 1,2   |

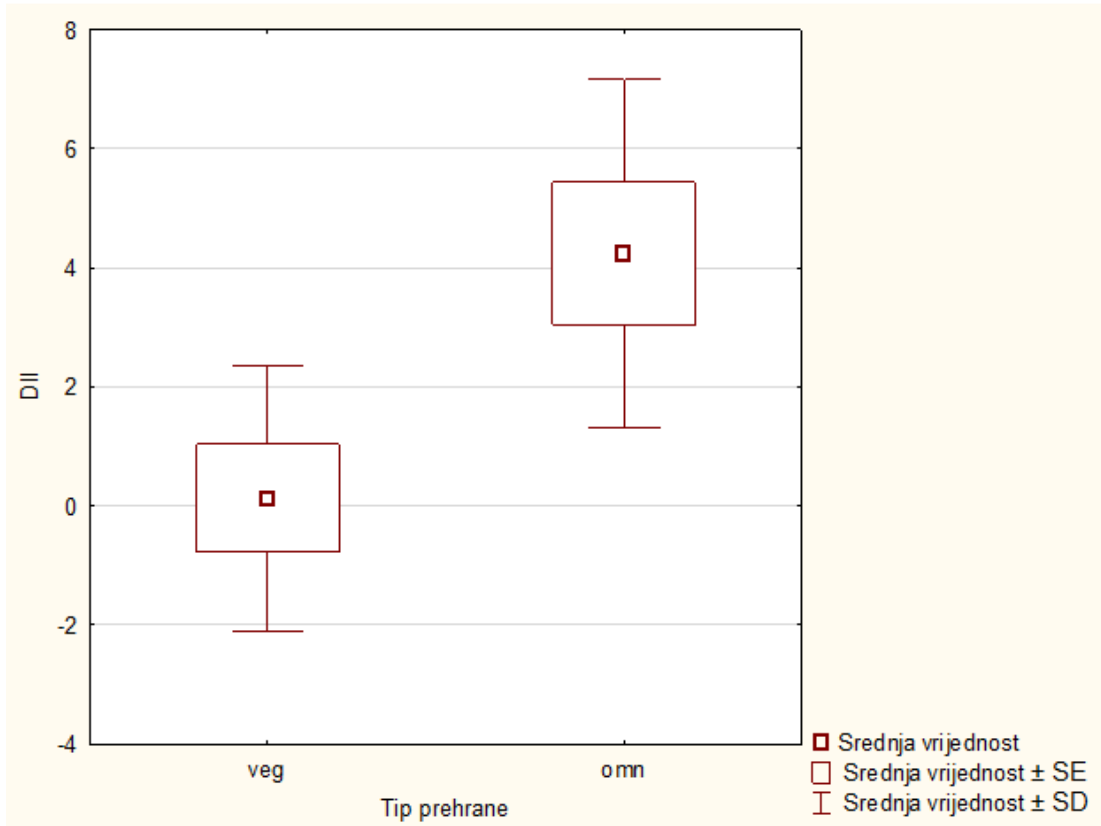
Što se unosa polifenola tiče, očekivan je veći unos kod vegana nego kod omnivora (**Tablica 7**), upravo zbog prehrane temeljene na biljnim namirnicama. U slučaju unosa flavonona postoji značajna razlika ( $p = 0,008$ ), vrlo vjerojatno zbog većeg unosa lisnatog povrća, voća i bobičastog voća koda vegana. Nadalje, značajna razlika uočena je i kod unosa izoflavona, koji se primarno unose sojom od koje se proizvodi velik broj veganskih proizvoda koji su nadomjesci namirnica životinjskog podrijetla (mlijeko, jogurt, hamburgeri, odresci itd.). Prehrambeni polifenoli imaju jako antioksidativno djelovanje, tj. imaju ulogu u zaštiti stanica od reaktivnih kisikovih vrsta. Time se smanjuje rizik od nastanka kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa, raka i neurodegenerativnih bolesti (Rudrapal i sur., 2022).



**Tablica 8** u nastavku prikazuje rezultate inflamatornog indeksa hrane (DII) ispitanika.

**Tablica 8** Inflamatorni indeks hrane (srednja vrijednost  $\pm$  SD) ispitanika

| Ispitanik     | Pojedinačni DII | Skupni DII                          |
|---------------|-----------------|-------------------------------------|
| <b>PNx04</b>  | 0,998           | <b>0,124 <math>\pm</math> 2,221</b> |
| <b>PNx24</b>  | 2,213           |                                     |
| <b>PNx25</b>  | 2,850           |                                     |
| <b>PNx31</b>  | -1,363          |                                     |
| <b>PNx32</b>  | -1,247          |                                     |
| <b>PNx50</b>  | -2,707          |                                     |
| <b>PNz117</b> | 6,643           | <b>4,238 <math>\pm</math> 2,677</b> |
| <b>PNz118</b> | -1,203          |                                     |
| <b>PNz128</b> | 4,092           |                                     |
| <b>PNz90</b>  | 4,669           |                                     |
| <b>PNz91</b>  | 4,268           |                                     |
| <b>PNz92</b>  | 6,958           |                                     |



**Slika 4** Odnos tipa prehrane i inflamatornog indeksa hrane

**Tablica 9** Utjecaj spola na inflamatorni indeks hrane (srednja vrijednost  $\pm$  SD)

| Spol   | DII               |
|--------|-------------------|
| Ženski | 3,659 $\pm$ 2,102 |
| Muški  | 0,703 $\pm$ 3,744 |

Iako je DII nešto veći kod žena, statističkom obradom nije utvrđen značajan utjecaj spola na DII ( $p = 0,128$ ) (**Tablica 9**). Također, dob ispitanika nije značajno utjecala na vrijednost DII (**Tablica 10**), no primijećeno je kako su stariji ispitanici imali nešto nižu vrijednost DII, što može značiti potencijalno davanje više pozornosti zdravoj prehrani u odrasloj dobi.

**Tablica 10** Korelacija dobi i inflamatornog indeksa hrane

| Varijable       | Spearmanov R | p     |
|-----------------|--------------|-------|
| DII i dob /god. | -0,31        | 0,335 |

Rezultati ovog istraživanja pokazali su kako se inflamatorni indeks hrane ispitanika veganske i omnivorske skupine kreće između -2,707 i 6,958 te postoji statistički značajna razlika između skupina ( $p = 0,020$ ). Nadalje, iz **Tablice 8** vidljivo je kako visok DII imaju ispitanici omnivorske skupine, tj. ispitanik s DII vrijednosti 6,958 ima najveći rezultat među svim ispitanim sudionicima. To proizlazi iz činjenice da je ispitanik svakodnevno unosio pekarske proizvode koji su siromašni vlaknima, a udio jednostavnih ugljikohidrata je vrlo visok. Osim toga, ispitanik je konzumirao mnogo kolača i slastica koji sadrže visok udio šećera. Niti unos masti nije zanemariv obzirom na čestu konzumaciju crvenog mesa pripremljenog pečenjem ili prženjem na ulju ili svinjskoj masti.

S druge strane, najmanji rezultat nalazi se u skupini vegana (-2,207), kako je i očekivano, obzirom da vegani unose mnogo kvalitetnih nutrijenata kroz biljne namirnice. Ispitanik za doručak redovito unosi bobičasto voće, cjelovite žitarice te kvalitetne masti, a za ručak povrće bogato vlaknima, vitaminima i mineralima. Gotovo svakodnevno u jelovniku je bila navedena soja i proizvodi od soje i/ili tofu, koji obiluju izoflavonima koji djeluju protuupalno (Chen i sur., 2016). Nadalje, unos trans masti je bio vrlo nizak jer ne konzumira „brzu“ i prerađenu hranu, torte, kolače i grickalice koje su glavni izvor ovih komponenti (HAH, 2018). Prethodno navedene stavke doprinijele su nižoj vrijednosti DII-a, koje su u skladu sa studijama koje su također provele istraživanje razlike u DII vrijednosti vegana i omnivora. Niži DII imale su veganska prehrana i omnivorska prehrana s niskim udjelom masti, a to ujedno ukazuje na manji unos potencijalno upalne hrane (McLean, 2019; Jontez i sur., 2023).

**Tablica 11** Korelacija unosa energije i odabranih nutrijenata s inflamatornim indeksom hrane

| Varijable               | Spearmanov R | p     |
|-------------------------|--------------|-------|
| DII i E /kcal           | -0,56        | 0,058 |
| DII i Protein /g        | -0,29        | 0,367 |
| DII i Mast /g           | -0,01        | 0,983 |
| DII i SFA /g            | 0,30         | 0,354 |
| DII i PUFA /g           | -0,38        | 0,217 |
| DII i TFA /g            | 0,42         | 0,171 |
| DII i Alkohol /g        | 0,37         | 0,230 |
| DII i Na /mg            | -0,315       | 0,319 |
| DII i K /mg             | -0,57        | 0,055 |
| DII i P /mg             | -0,44        | 0,152 |
| DII i Se / $\mu$ g      | 0,10         | 0,762 |
| DII i Vit B1 /mg        | -0,52        | 0,080 |
| DII i Vit B2 /mg        | -0,22        | 0,498 |
| DII i Vit B3 /mg        | -0,06        | 0,846 |
| DII i Vit B12 / $\mu$ g | 0,48         | 0,118 |
| DII i Vit D / $\mu$ g   | -0,05        | 0,879 |
| DII i Vit E /mg         | -0,55        | 0,066 |
| DII i Vit K / $\mu$ g   | -0,14        | 0,664 |

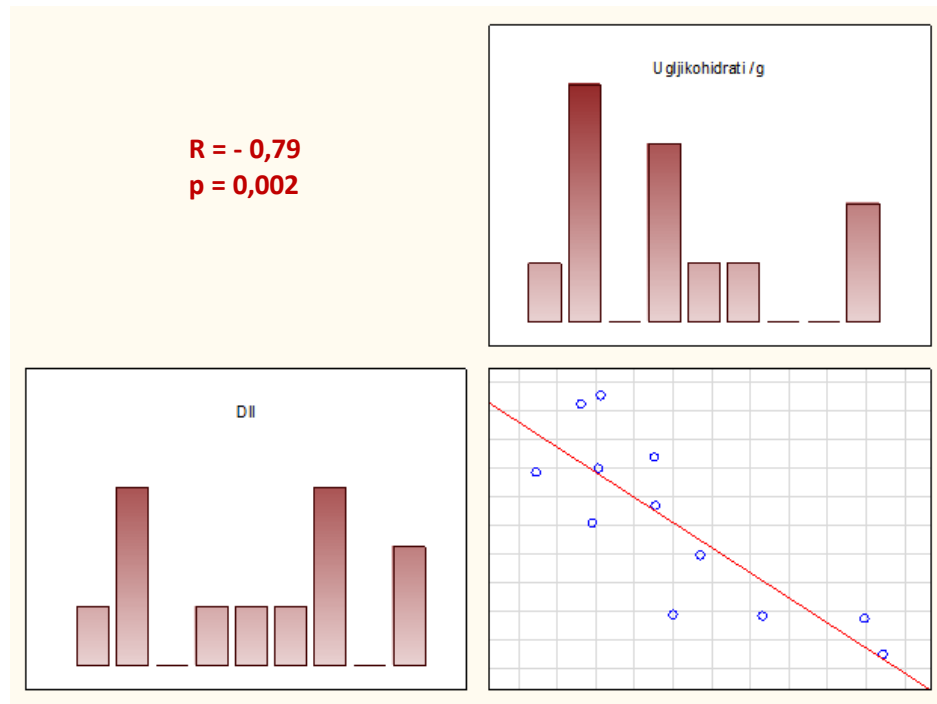
Primijećena je razlika u odnosu na rad Shivappe i suradnika (2014) za ukupne masti (**Tablica 11**), tj. ovdje nije utvrđena korelacija s DII-om, dok je u radu unosu masti dodijeljen pozitivan

inflamatorni učinak (overall inflammatory effect score). Tomu je tako vjerojatno zbog vrlo niskog unosa masti veganske skupine naspram omnivora te malog broja ispitanika, što sve zajedno utječe i na samu vrijednost koeficijenta R. Unos zasićenih masnih kiselina ima umjerenu pozitivnu korelaciju s DII-om (**Tablica 11**), kao i unos trans masti (**Tablica 11**), što sugerira da viši unos ovih komponenti utječe na povećanje inflamatornog indeksa hrane. Slično je za ove komponente utvrđeno i u radu Shivappe i suradnika (2014). Također, rezultat utvrđen ovdje za korelaciju PUFA s DII-om odgovara zaključcima autora spomenutog rada, što može značiti da unos namirnica bogatih n-3 i n-6 masnim kiselinama uvelike utječe na smanjenje inflamatornog prehrambenog potencijala.

Statističkom obradom unosa alkohola utvrđena je umjerena pozitivna korelacija s DII-om (**Tablica 11**), no nije značajna ( $p = 0,230$ ). Temeljem niza istraživanja, Shivappa i suradnici (2014) su za alkohol utvrdili umjereno negativni inflamatorni učinak. Treba napomenuti da autori u razvoju DII-a nisu uzeli u obzir ekstremne izloženosti alkoholu poput onih koje mogu nastati u kontekstu ovisnosti ili izlaganja parama na radnom mjestu. Umjerena konzumacija alkoholnih pića, naročito vina, povezana je s nizom pozitivnih učinaka na zdravlje (Nova i sur., 2012).

**Tablica 12** Korelacija unosa flavan-3-ola i kafeina s inflamatornim indeksom hrane

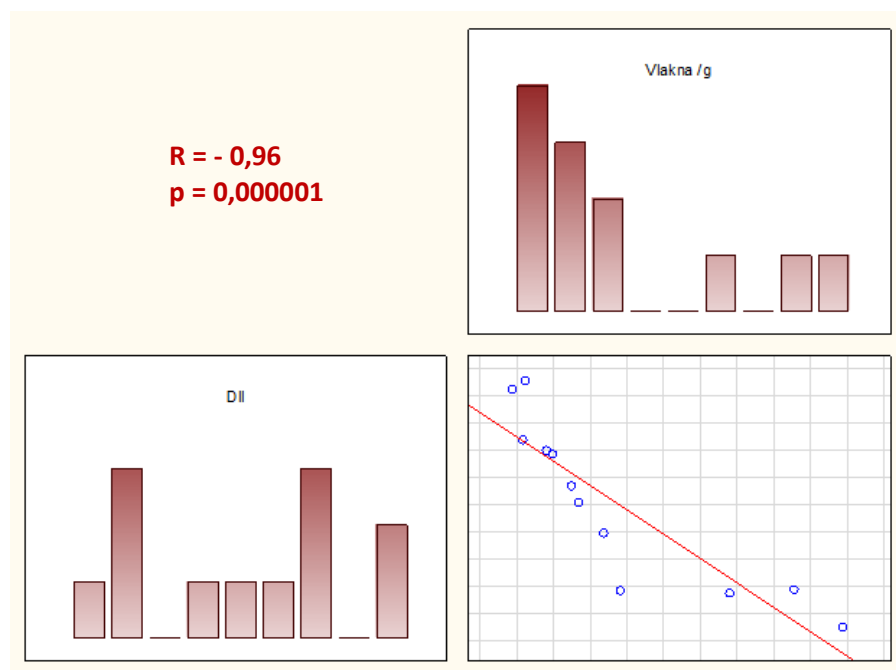
| Varijable              | Spearmanov R | p     |
|------------------------|--------------|-------|
| DII i Flavan-3-oli /mg | -0,36        | 0,255 |
| DII i Kafein /mg       | 0,10         | 0,758 |



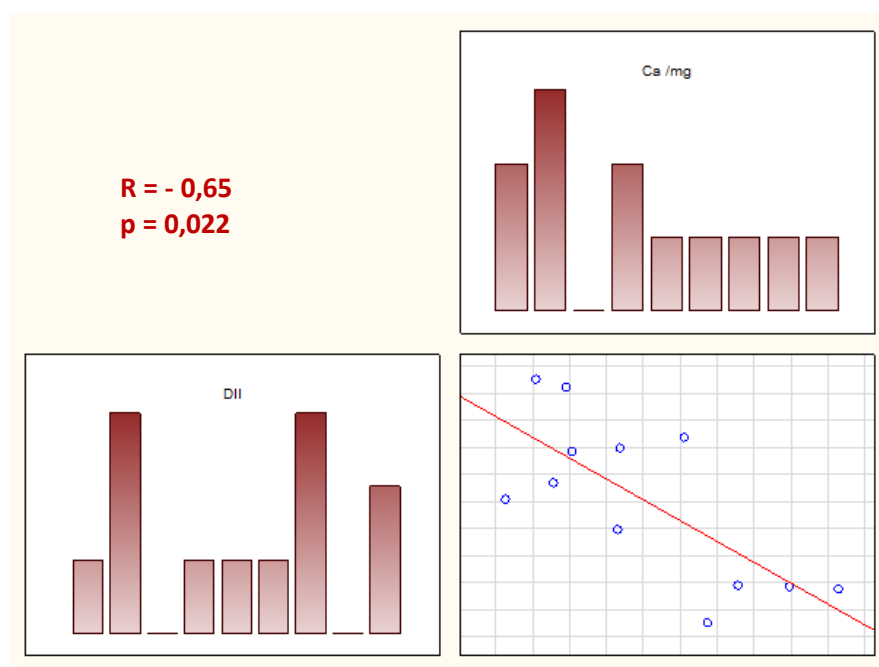
**Slika 5** Korelacija unosa ugljikohidrata i inflamatornog indeksa hrane

Usporedbom podataka iz relevantnog istraživanja (Shivappa i sur., 2014) s rezultatima dobivenim u ovom radu, uočena je značajna razlika. Naime, u potonjem „mjera ukupnog upalnog učinka specifičnog za parametar hrane“ za ugljikohidrate ima pozitivan predznak, dok u ovom istraživanju korelacija unosa i DII vrijednosti ima negativan predznak (**Slika 5**). Nije posve jasno zašto je tomu tako, no mogući razlog je manji broj ispitanika uslijed čega je svaka vrijednost izrazito značajna i uvelike utječe na krajnji rezultat.

S druge strane, korelacija unosa vlakana s DII-om je gotovo potpuno negativna (**Slika 6**), što sugerira da veći unos vlakana uvelike utječe na smanjenje inflamatornog prehrambenog indeksa. Ovi rezultati su očekivani jer vlakna ne samo da potiču motilitet crijeva, već imaju ulogu i u imunosnom odgovoru organizma na upalu te povoljno utječu na sastav i funkciju crijevne mikrobiote. Stoga su rezultati u skladu s drugim istraživanjima (Shivappa i sur., 2014; Zhang i sur., 2022).

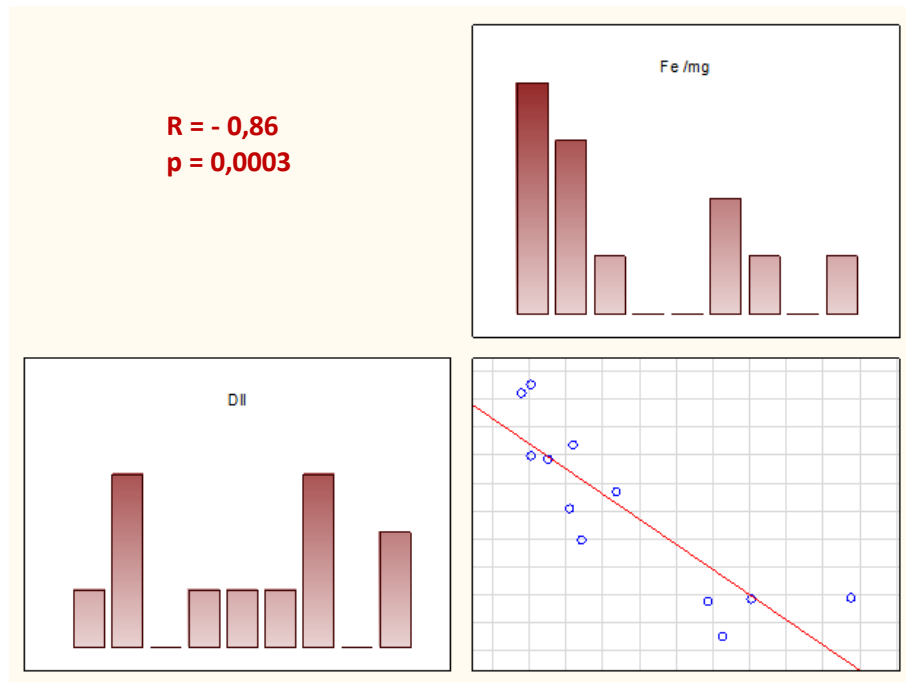


**Slika 6** Korelacija unosa vlakana i inflamatornog indeksa hrane



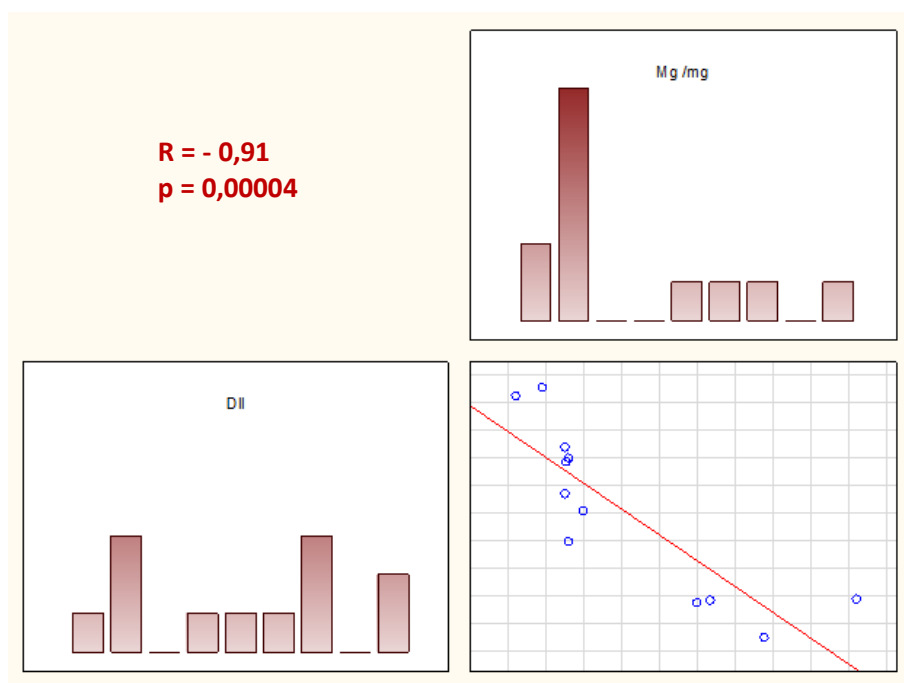
**Slika 7** Korelacija unosa kalcija i inflamatornog indeksa hrane

Snažnu negativnu korelaciju s DII-em je imao i unos kalcija (**Slika 7**), željeza (**Slika 8**), magnezija (**Slika 9**), cinka (**Slika 10**) i bakra (**Slika 11**). Magnezij je neophodan za održavanje homeostaze svih ljudskih stanica i tkiva. Novija istraživanja pozornost posvećuju sudjelovanju Mg u patogenezi metaboličkih poremećaja (Maier i sur., 2021). No, točan mehanizam njegovog djelovanja u ovom području nije u potpunosti jasan. Neka istraživanja su pokazala kako kronični nedostatak Mg može biti povezan s većim rizikom od upalnih stanja kao što su prekomjerna tjelesna težina, inzulinska rezistencija i dijabetes melitus tipa 2, hipertenzija, promjene u metabolizmu lipida i ateroskleroze, te kao posljedica toga, s visokim rizikom od kardiovaskularnih bolesti (Pelczyńska i sur., 2022). Stoga su rezultati ovog istraživanja zadovoljavajući jer postoji snažna korelacija visokog unosa magnezija s niskim DII-om (**Slika 9**). Negativna povezanost u slučaju cinka (**Slika 10**) je u skladu s ulogom ovog minerala u ljudskom organizmu, a to je zaštita organizma od oksidativnog stresa i slobodnih radikala, kao i sazrijevanje T-limfocita u prsnoj žlijezdi (Weyh i sur., 2022).

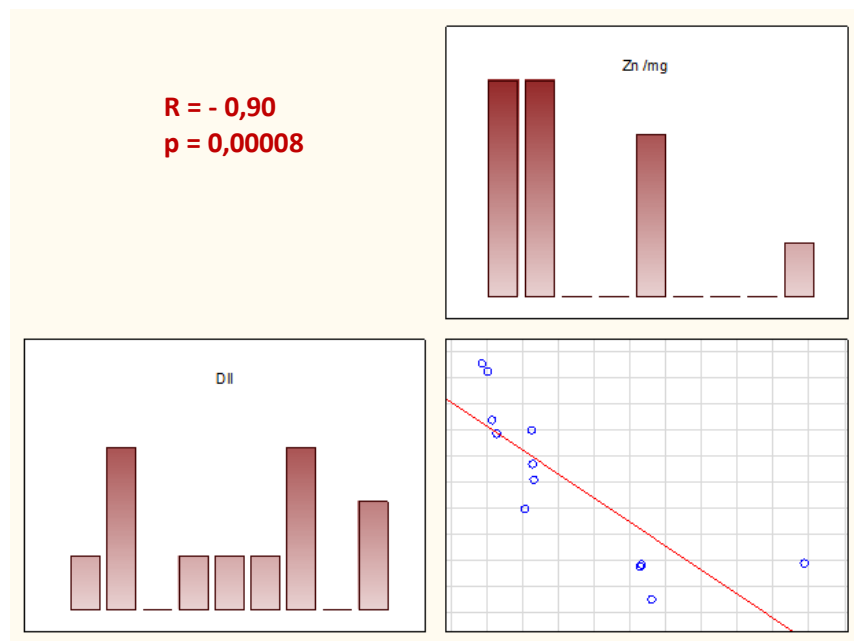


**Slika 8** Korelacija unosa željeza i inflamatornog indeksa hrane

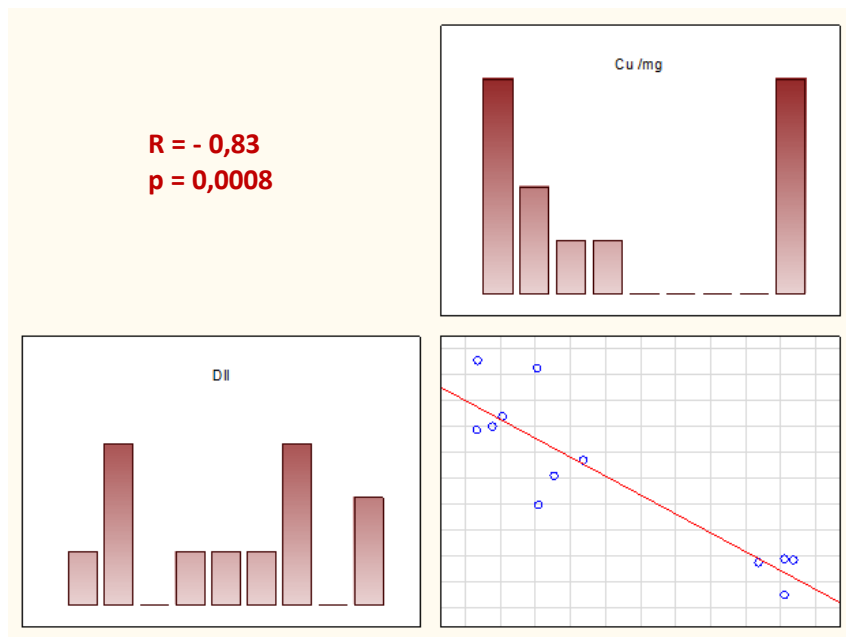




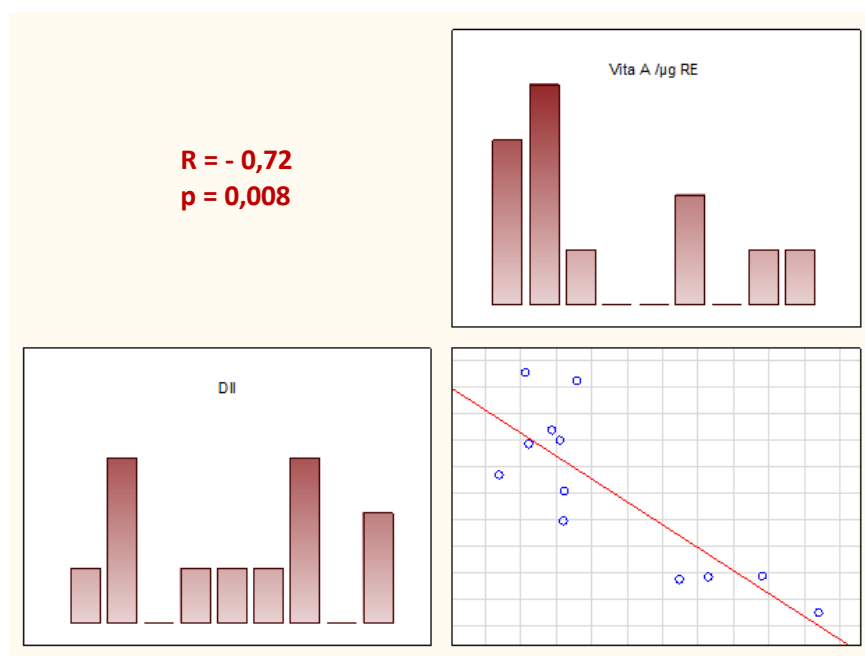
**Slika 9** Korelacija unosa magnezija i inflamatornog indeksa hrane



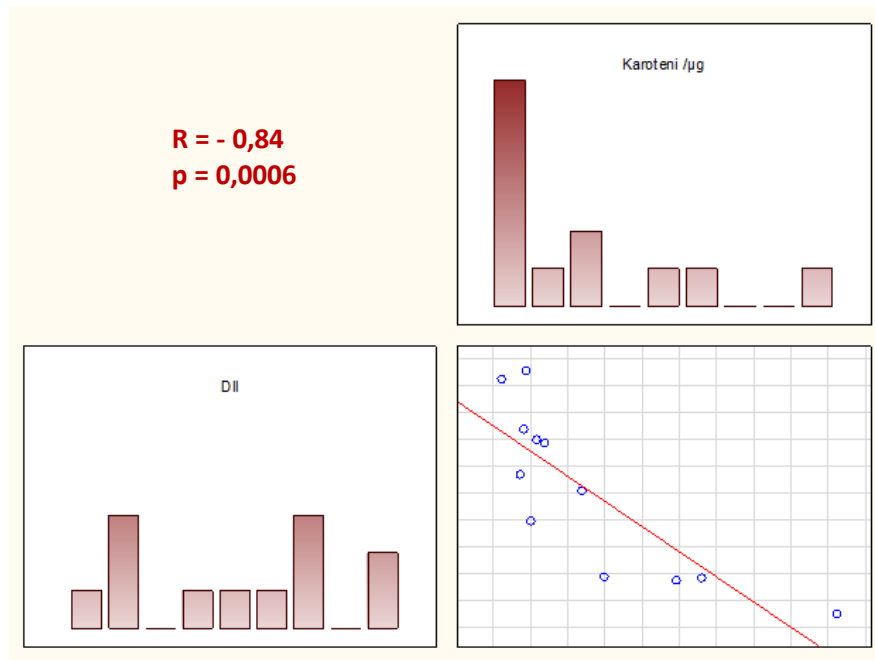
**Slika 10** Korelacija unosa cinka i inflamatornog indeksa hrane



**Slika 11** Korelacija unosa bakra i inflamatornog indeksa hrane



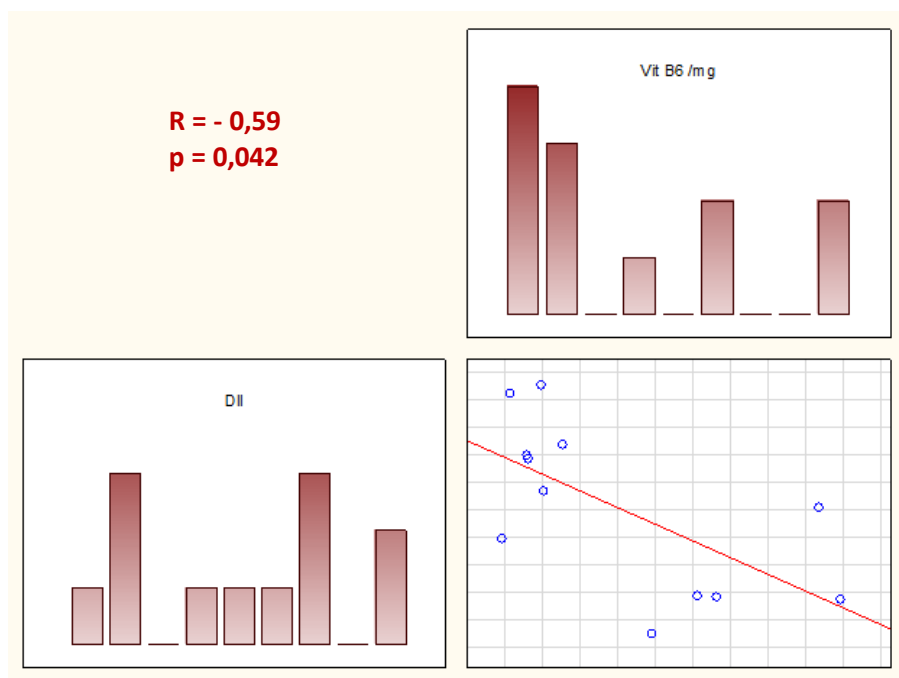
**Slika 12** Korelacija unosa vitamina A i inflamatornog indeksa hrane



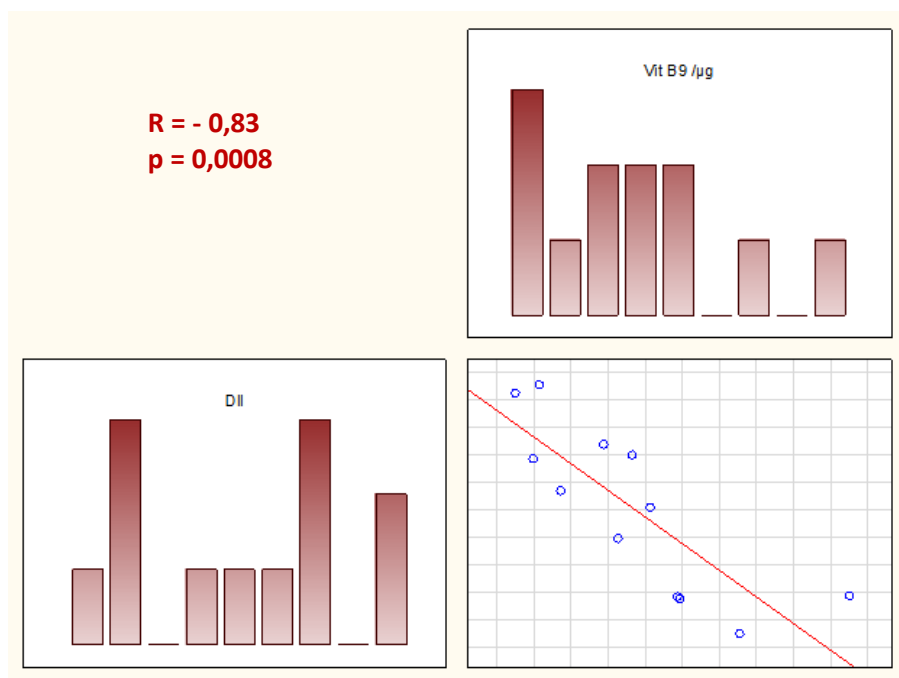
**Slika 13** Korelacija unosa karotena i inflamatornog indeksa hrane

Obzirom na to da vitamin A i karoteni pokazuju antioksidativnu aktivnost, konkretno kao hvatači radikala poput singlet kisika i peroksil radikala s posljedičnim sprječavanjem oksidativnog stresa, rezultati su zadovoljavajući (**Slike 12 i 13**). „Mjere ukupnog upalnog učinka specifičnog za parametar hrane“ iz rada Shivappe i suradnika (2014) za vitamin A i karotene su također negativnog predznaka.

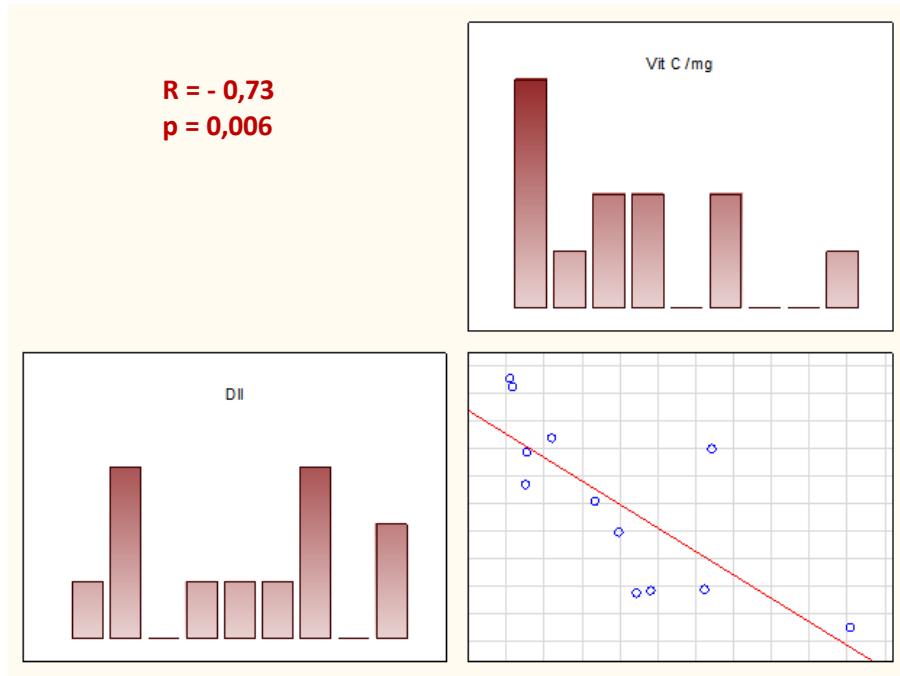
Za vitamine B6, B9 i C utvrđena je snažna negativna povezanost s vrijednošću DII-a (**Slike 14, 15 i 16**), što je u skladu s rezultatima istraživanja Shivappe i suradnika (2014). Nadalje, obzirom na to da je vitamin C antioksidans, a vitamini B6 i B9 sudjeluju u staničnom rastu, imunosnom odgovoru, neurološkom razvoju, sintezi hemoglobina i formaciji crvenih krvnih zrnaca (Franco i sur., 2022), dobivene R vrijednosti izrazito su zadovoljavajuće.



**Slika 14** Korelacija unosa vitamina B6 i inflamatornog indeksa hrane

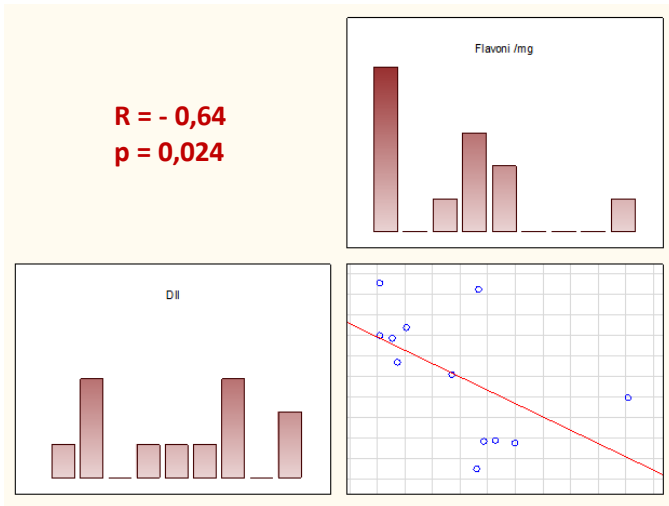


**Slika 15** Korelacija unosa vitamina B9 i inflamatornog indeksa hrane

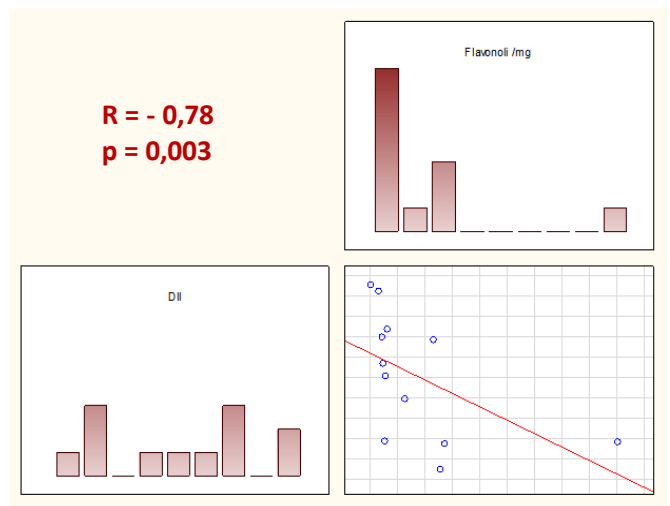


**Slika 16** Korelacija unosa vitamina C i inflamatornog indeksa hrane

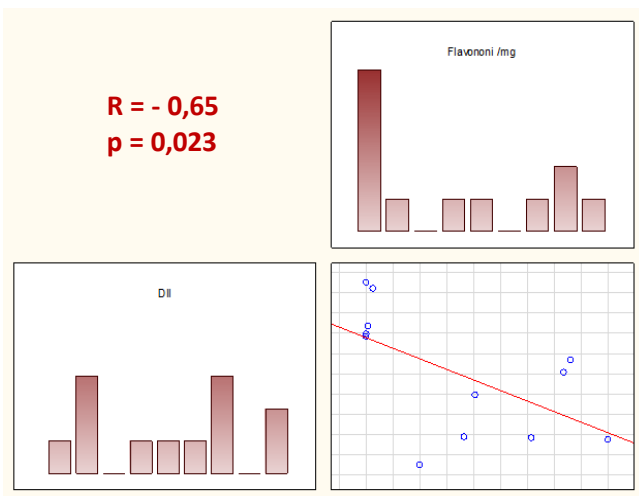
Najznačajniju korelaciju s DII-om iz skupine polifenola pokazali su flavoni (**Slika 17**), flavonoli (**Slika 18**), flavononi (**Slika 19**), antocijanidini (**Slika 20**) i izoflavoni (**Slika 21**). Snažan negativan predznak ukupnog inflamatornog učinka flavona (-0,616) utvrdili su i Shivappa i suradnici (2014), što ukazuje na povezanost unosa s niskim DII-om. Slično su ustanovili za ostale navedene polifenole, iako se jačina protuupalnog učinka razlikuje, odnosno, poput flavona, jak protuupalni učinak su pokazali izoflavoni (-0,593), dok su antocijanidini djelovali slabije (-0,131). U svakom slučaju, jake negativne korelacije unosa s DII-om utvrđene ovdje ukazuju i na unos biljne hrane koja ih sadrži, a bogata je i drugim protuupalnim tvarima.



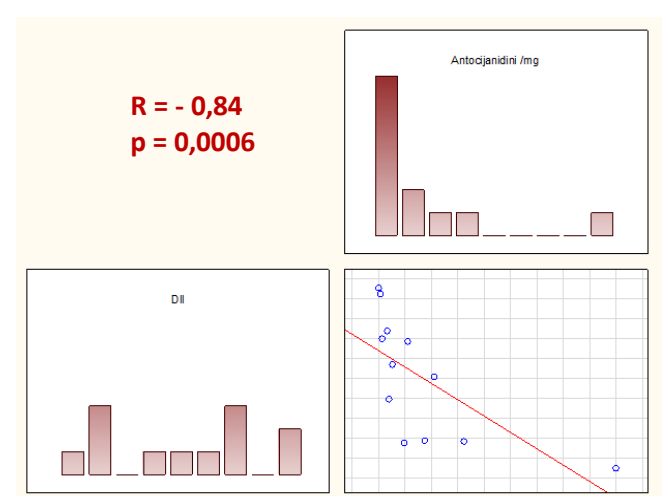
**Slika 17** Korelacija unosa flavona i inflamatornog indeksa hrane



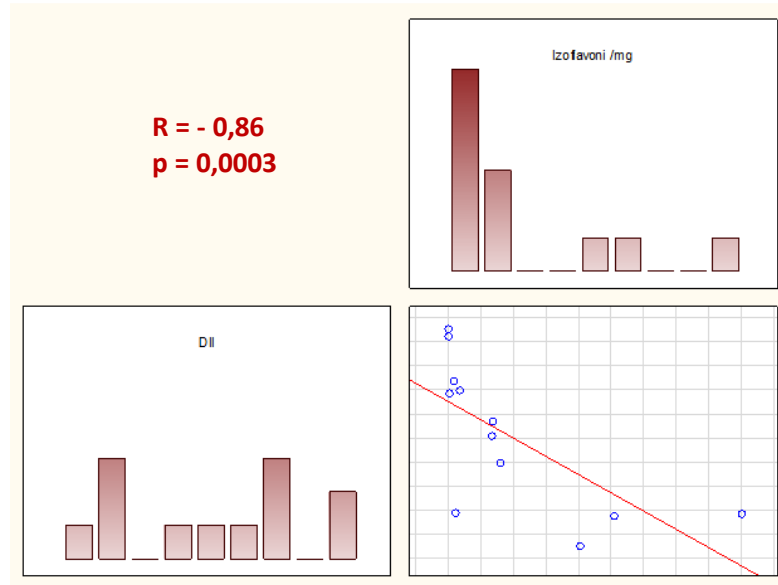
**Slika 18** Korelacija unosa flavonola i inflamatornog indeksa hrane



**Slika 19** Korelacija unosa flavonona i inflamatornog indeksa hrane



**Slika 20** Korelacija unosa antocijanidina i inflamatornog indeksa hrane



**Slika 21** Korelacija unosa izoflavona i inflamatornog indeksa hrane

Veći ukupni unos začina ostvarili su vegani u odnosu na omnivore. Naime, prosječno su najviše unosili crveni luk ( $17,0 \pm 12,4$  g/dan naprama  $16,2$  g/dan), zatim češnjak ( $1,5 \pm 2,6$  g/dan naprama  $0,6 \pm 0,7$  g/dan), papar, svježu i sušenu papriku, koji su skupno zbrojeni zbog takvih uputa autora DII-a, ( $1,5 \pm 1,1$  g/dan naprama  $0,2 \pm 0,1$  g/dan), origano ( $0,2 \pm 0,4$  mg/dan  $\pm 0,0 \pm 0,1$  mg/dan) te kurkumu  $0,2 \pm 0,6$  mg/dan, dok omnivori nisu unosili kurkumu. Također, zbroj unosa crnog i zelenog čaja bio je prosječno nešto veći kod vegana ( $0,8 \pm 1,6$  g/dan naprama  $0,5 \pm 1,2$  g/dan). „Mjere ukupnog upalnog učinka specifičnog za parametar hrane“ za navedene začine i čaj u radu Shivappe i suradnika (2014) imaju negativan predznak, stoga je vjerojatno kako su ovi sastojci imali utjecaj na snižavanje ukupnog DII-a, a također su bogati polifenolima za koje je utvrđena negativna korelacija s DII-om.

## **5. ZAKLJUČCI**



Na osnovi dobivenih rezultata analiza provedenih u sklopu ovog rada, može se zaključiti:

1. Ispitanici veganske skupine prosječno su imali niži ukupni unos energije i proteina u odnosu na omnivore, no razlike nisu bile statistički značajne. Prosječni unos ugljikohidrata bio je viši kod vegana (56 E%), dok su omnivori unosili značajno više ukupnih, zasićenih i mononezasićenih masti u odnosu na vegane. Unos proteina bio je veći kod omnivora, ali ne statistički značajno. Unos vlakana kod obje ispitivane podskupine je bio prema preporukama (barem 25 g/dan) te je utvrđena značajna razlika u korist vegana koji su unosili prosječno 43 g/dan.
2. Prosječni unos vitamina B1, B2, B3 i B6 bio je u skladu s referentnim vrijednostima, dok su manje od preporuka bile vrijednosti za vitamin B9 kod obje skupine i B12 kod vegana. Vegani su zadovoljili preporuke za unos vitamina A, dok omnivori nisu, a isto vrijedi i za vitamin C. Unos natrija bio je nešto veći kod omnivora, a obje skupine su unosile više od 2 g/dan. Unos selenija, koji se pretežito nalazi u namirnicama animalnog podrijetla, također je bio veći kod omnivorske podskupine. Unos kalcija, magnezija i željeza bio je veći kod vegana, ali ne značajno. S druge strane, unos bakra bio je značajno veći kod vegana, nego kod omnivora.
3. U unosu polifenola prednjačili su vegani sa statistički značajnom razlikom. Najviše su unosili flavan-3-ole (40 mg/dan) te izoflavone (prosječno 32 mg/dan), dok su omnivori unosili dvostruko manje flavan-3-ola (19 mg/dan) te znatno manje izoflavona (1 mg/dan).
4. Prosječni inflamatorni indeks hrane bio je veći kod omnivora i iznosio je 4,238, dok je kod vegana iznosio 0,124, što podrazumijeva veći proupalni učinak omnivorske prehrane. Spol i dob ispitanika nisu imali značajan utjecaj na vrijednost DII-a. Među 45 ispitivanih komponenata, statistički značajan utjecaj na smanjenje DII-a imali su ugljikohidrati, vlakna, kalcij, željezo, magnezij, cink, bakar, vitamin A, karoteni, vitamin B6, B9, vitamin C, flavoni, flavonoli, flavononi, antocijanidini te izoflavoni. Ostale komponente nisu pokazale statistički značajan utjecaj na vrijednost DII-a.
5. Rezultati upućuju na to da prehrana bogata biljnim namirnicama, niskog udjela masti, a visokog udjela vlakana, vitamina i minerala, rezultira nižim inflamatornim indeksom

hrane, što nadalje znači da je i inflamatorni potencijal takve prehrane manji u odnosu na prehranu bogatu animalnim namirnicama visokog udjela kalorija, ukupnih, zasićenih i trans masti.

## **6. LITERATURA**

Arulselvan P, Fard MT, Tan WS, Gothai S, Fakurazi S, Norhaizan ME, Kumar SS: Role of Antioxidants and Natural Products in Inflammation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2016:1-15, 2016.

Bakaloudi DR, Halloran A, Rippin HL, Oikonomidou AC, Dardavesis TI, Williams J, Wickramasinghe K, Breda J, Chourdakis M: Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clinical nutrition* 40:3503–3521, 2021.

Bhagwat S, Haytowitz DB: USDA Database for the Isoflavone Content of Selected Foods. U.S. Department of Agriculture, *Agricultural Research Service*. 2015.

Bonfrate L, Di Palo DM, Celano G, Albert A, Vitellio P, Angelis MD, Gobbetti M, Portincasa P: Effects of *Bifidobacterium longum* BB536 and *Lactobacillus rhamnosus* HN001 in IBS patients. *European Journal of Clinical Investigation* 50:1-20, 2020.

Calder PC: Fatty acids and inflammation: The cutting edge between food and pharma. *European Journal of Pharmacology* 668:50-58, 2011.

Cardwell G, Bornman JF, James AP, Black LJ: A Review of Mushrooms as a Potential Source of Dietary Vitamin D. *Nutrients* 10:1498, 2018.

Cristofori F, Dargenio VN, Dargenio C, Miniello VL, Barone M, Francavilla R: Anti-Inflammatory and Immunomodulatory Effects of Probiotics in Gut Inflammation: A Door to the Body. *Frontiers of Immunology* 12:1-21, 2021.

Cryan JF, Dinan TG: Mind-altering microorganisms: The impact of the gut microbiota on brain and behaviour. *Nature Reviews Neuroscience* 13: 701-712

Dawczynski C, Weidauer T, Richert C, Schlattmann P, Dawczynski K, Kiehntopf M: Nutrient Intake and Nutrition Status in Vegetarians and Vegans in Comparison to Omnivores - the Nutritional Evaluation (NuEva) Study. *Frontiers in Nutrition* 9:1-18, 2022.

EFSA: Dietary Reference Values for the EU, 2019.

EFSA, EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies: Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 8:e1462, 2010a.

EFSA, EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies: Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids and cholesterol. *EFSA Journal* 8:e1461, 2010b.

EFSA, EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies: Scientific Opinion on Dietary Reference Values for vitamin C. *EFSA Journal* 11:3418, 2013.

Ellulu MS, Rahmat A, Patimah I, Khaza'ai H, Abed Y: Effect of vitamin C on inflammation and metabolic markers in hypertensive and/or diabetic obese adults: a randomized controlled trial. *Drug Design, Development & Therapy* 9:3405-3412, 2015.

Esposito K, Giugliano D: Diet and inflammation: a link to metabolic and cardiovascular diseases. *European Heart Journal* 27:15-20, 2006.

Franco CN, Seabrook LJ, Nguyen ST, Leonard JT, Albrecht V: Simplifying the B Complex: How Vitamins B6 and B9 Modulate One Carbon Metabolism in Cancer and Beyond. *Metabolites* 12:961-990, 2022.

Galland L: Diet and inflammation. *Nutrition and Clinical Practice* 25:634-640, 2010.

Gombart AF, Pierre A, Maggini S: A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients* 12:236-277, 2020.

Hamasalim HJ: Synbiotic as Feed Additives Relating to Animal Health and Performance. *Advances in Microbiology* 6:1682-1687, 2016.

Hannoodee S, Nasuruddin DN: *Acute Inflammatory Response*. StatPearls Publishing, Treasure Island Florida, 2023.

Hannuksela ML, Rämetsä ME, Nissinen AET, Liisanantti MK, Savolainen MJ: Effects of ethanol on lipids and atherosclerosis. *Pathophysiology* 10:93-103, 2004.

Hébert JR, Shivappa N, Wirth MD, Hussey JR, Hurley TG: Perspective: The Dietary Inflammatory Index (DII)-Lessons Learned, Improvements Made, and Future Directions. *Advances in Nutrition* 10:185-195, 2019.

Hrvatska agencija za hranu (HAH): Znanstveno mišljenje o riziku od trans masnih kiselina, 2018.

Huang Z, Liu Y, Qi G, Brand D, Zheng SG: Role of Vitamin A in the Immune System. *Journal of Clinical Medicine* 7:258-274, 2018.

Jontez NB, Kenig S, Novak KŠ, Petelin A, Jenko Pražnikar: Habitual low carbohydrate high fat diet compared with omnivorous, vegan, and vegetarian diets. *Secondary nutrition and Sustainable Diets* 10: 1106-11053, 2023.

Kim Y, Oh HC, Park JW, Kim IS, Kim JY, Kim KC, Chae DS, Jo WL, Song JH: Diagnosis and Treatment of Inflammatory Joint Disease. *Hip & Pelvis* 29:211-222, 2017.

Maggini S, Pierre A, Calder PC: Immune Function and Micronutrient Requirements Change over the Life Course. *Nutrients* 10:1531-1558, 2018.

Maier JA, Castiglioni S, Locatelli L, Zocchi M, Mazur A: Magnesium and inflammation: Advances and perspectives. *Seminars in Cell & Developmental Biology* 115:37-44, 2021.

Mariotti F, Gardner CD: Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets—A Review. *Nutrients* 11:2661-2680, 2019.

McFarland LV: Systematic review and meta-analysis of *Saccharomyces boulardii* in adult patients. *World Journal of Gastroenterology* 16:2202-2222, 2010.

McLean C: The impact of Nutritional Changes on Dietary inflammatory Index: NEW Soul Study. *Diplomski rad*. University of South Carolina, Kolumbija, 2019.

Menzel J, Longree A, Abraham K, Schulze MB, Weikert C: Dietary and Plasma Phospholipid Profiles in Vegans and Omnivores-Results from the RBVD Study. *Nutrients* 14:2900-2913, 2022.

Mori TA, Beilin LJ: Omega-3 fatty acids and inflammation. *Current Atherosclerosis Reports* 6:461-467, 2004.

Naumovski-Mihalić S: Novi prognostički parametri u ranom prepoznavanju teških oblika akutnog pankreatitisa. *Disertacija*. Medicinski fakultet, Zagreb, 2011.

Neufingerl N, Eilander A: Nutrient Intake and Status in Adults Consuming Plant-Based Diets Compared to Meat-Eaters: A Systematic Review. *Nutrients* 14:29-54, 2022.

Nova E, Bacchan GC, Veses A, Zapatera B, Marcos A: Potential health benefits of moderate alcohol consumption: current perspective in research. *Proceedings of the Nutrition Society* 71:307-315, 2012.

Pahwa R, Goyal A, Jialal I: *Chronic Inflammation*. StatPearls Publishing, Treasure Island Florida, 2018.

Pelczyńska M, Moszak M, Bogdański P: The Role of Magnesium in the Pathogenesis of Metabolic Disorders. *Nutrients* 14:1714-1743, 2022.

Raatz SK, Conrad Z, Jahns L, Belury MA, Picklo MJ: Modeled replacement of traditional soybean and canola oil with high-oleic varieties increases monounsaturated fatty acid and reduces both saturated fatty acid and polyunsaturated fatty acid intake in the US adult population. *The American journal of Clinical Nutrition* 108:594-602, 2018.

Rothwell JA, Pérez-Jiménez J, Neveu V, Medina-Ramon A, M'Hiri N, Garcia Lobato P, Manach C, Knox K, Eisner R, Wishart D, Scalbert A: 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* bat070, 2013.

Rudrapal M, Khaimar SJ, Khan J, Dukhyil AB, Ansari MA, Alomary MN, Alshabrmi FM, Palai S, Deb PK, Devi R: Dietary Polyphenols and Their Role in Oxidative Stress-Induced Human Diseases: Insights into Protective Effects, Antioxidant Potentials and Mechanisms of Action. *Frontiers in Pharmacology* 13:806470, 2022.

Seidman MA, Mitchell RN, Stone JR: Pathophysiology of Atherosclerosis. U *Cellular and Molecular Pathobiology of Cardiovascular Disease*, str. 221-237, Academic Press, 2013.

Senta A, Pucarín-Cvetković J, Doko Jelinić J: *Kvantitativni modeli namirnica i obroka*. Medicinska naklada, Koprivnica, 2004.

Shivappa N, Steck SE, Hurley TG, Hussey JR, Hebert JR: Designing and developing a literature-derived, population-based dietary inflammatory indeks. *Public Health Nutrition* 17:1689-1696, 2014.

Sichetti M, De Marco S, Pagiotti R, Traina G, Pietrella D: Anti-inflammatory effect of multistrain probiotic formulation (*L. rhamnosus*, *B. lactis*, and *B. longum*). *Nutrition* 53:95-102, 2018.

Sobiecki JG, Appleby PN, Bradbury KE, Key TJ: High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. *Nutrition research* 36:464-477, 2016.

Suardi C, Cazzaniga E, Graci S, Dongo D, Palestini P: Link between Viral Infections, Immune System, Inflammation and Diet. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18:2455-2468, 2021.

Várady M, Ślusarczyk S, Boržíkova J, Hanková K, Vieriková M, Marcinčák S, Popelka P: Heavy-Metal Contents and the Impact of Roasting on Polyphenols, Caffeine, and Acrylamide in Specialty Coffee Beans. *Foods* 10:1310-1324, 2021.

Wang YJ, Yeh TL, Shih MC, Tu YK, Chien KL: Dietary Sodium Intake and Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *Nutrients* 12:2934, 2020.

Weikert C, Trefflich I, Menzel J, Obeid R, Longree A, Dierkes J, Meyer K, Herter-aeberli I, Mai, K, Stangl GI, Müller SM, Schwerdtle T, Lampen A, Abraham: Vitamin and Mineral Status in a Vegan Diet. *Deutsches Arzteblatt international* 117:575-582, 2020.

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L: The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients* 14:644-659, 2022.

Yu J, Bi X, Yu B, Chen D: Isoflavones: Anti-Inflammatory Benefit and Possible Caveats. *Nutrients* 8:361-377, 2016.

Zhang F, Fan D, Huang J, Zuo T: The gut microbiome: linking dietary fiber to inflammatory diseases. *Medicine in Microecology* 14:1-10, 2022.