

# Usporedba unosa nitrata kod vegetarijanaca i svejeda

---

Valentić, Dorotea

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:477133>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**



Repository / Repozitorij:

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



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

**Dorotea Valentić  
0058216095**

**USPOREDBA UNOSA NITRATA KOD  
VEGETARIJANACA I SVEJEDA  
ZAVRŠNI RAD**

**Predmet: Znanost o prehrani 1  
Mentor: prof. dr. sc. Zvonimir Štalić**

**Zagreb, 2022. godina.  
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Završni rad**

**Sveučilište u Zagrebu**

**Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam**

**Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za znanost o prehrani**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam**

### **Usporedba unosa nitrata kod vegetarijanaca i svejeda**

**Dorotea Valentić, 0058216095**

**Sažetak:**

Najveći doprinos dnevnom unosu nitrata ima hrana biljnog podrijetla (94 – 95 % ukupnog unosa), osobito zeleno lisnato povrće i pojedine vrste gomoljastog povrća. Zadnjih godina se sve više istražuje o pozitivnom djelovanju nitrata na kardiovaskularno zdravlje, živčani sustav, ergogeni potencijal kod sportaša, itd. Cilj ovog rada bio je usporediti prehrambeni unos nitrata kod ispitanika (n=16), koji su podijeljeni u skupine vegetarijanaca (n=8) i svejeda (n=8), te također izraditi bazu podataka s prosječnom količinom nitrata u namirnicama. Kod određivanja unosa, korištena dijetetička metoda bila je 7-dnevni dnevnik prehrane. Ispitanici su bili ženskog spola i dobi od 20 do 28 godina. Rezultati su pokazali da najveći udio nitrata iz hrane dolazi iz hrane biljnog podrijetla, konkretno povrća (77 - 97 % ukupnog unosa nitrata). Dnevni unos nitrata kod vegetarijanaca je prosječno 128 mg, dok kod svejeda iznosi prosječno 101 mg. Za usporedbu, vrijednosti unosa koje se smatraju kardioprotektivnim iznose 60 mg dnevno.

**Ključne riječi:** nitrati, nitriti, dušikov (II) oksid, vegetarijanci, svejedi

**Rad sadrži:** 30 stranica, 5 slika, 7 tablica, 50 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Zvonimir Šatalić

**Datum obrane:** 7. rujna 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
University undergraduate study Nutrition

Department of Food Quality Control  
Laboratory for Nutrition Science

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Nutrition

Comparison of nitrate food intake in vegetarians and omnivores

Dorotea Valentić, 0058216095

### Abstract:

The largest contributors to total daily nitrate intake are plant foods (94 – 95 % of total intake), especially green leafy and certain root vegetables. In past few years, there are more researches about positive effects of nitrates on cardiovascular health, nerve system, etc. The aim of this thesis was to compare dietary nitrate intake in subjects (n=16), which were separated into groups of vegetarians (n=8) and omnivores (n=8), and also to make a data base reporting the average amount of nitrates in food. 7-day food record was a dietary assessment method. All subjects were females, 20 to 28 years old. Results showed that the largest part of nitrates from food comes from plant sources, specifically vegetables (77 – 97 % of total intake). Average daily nitrate intake was 128 and 101 mg in vegetarians, omnivores respectively. To compare, cardioprotective daily nitrate intake is 60 mg.

**Keywords:** nitrates, nitrites, nitric oxide, vegetarians, omnivores

**Thesis contains:** 30 pages, 5 figures, 7 tables, 50 references

**Original in:** Croatian

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

**Mentor:** Zvonimir Šatalić, PhD

**Thesis defended:** September 7, 2022

## Sadržaj

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. NITRATI U HRANI .....</b>	<b>2</b>
2.1. METABOLIZAM NITRATA, NITRITA I NITRIT OKSIDA.....	4
2.2. POZITIVAN UČINAK NITRATA NA ZDRAVLJE .....	5
2.2.1. POZITIVAN UČINAK NA KARDIOVASKULARNI SUSTAV .....	5
2.2.2. POZITIVAN UČINAK NA SPORTSKU IZVEDBU .....	7
2.3. NEGATIVAN UČINAK NITRATA NA ZDRAVLJE .....	8
2.4. PREGLED LITERATURE O POVEZANOSTI UNOSA NITRATA I ZDRAVLJA KROZ POVIJEST .....	10
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO.....</b>	<b>12</b>
3.1. ISPITANICI .....	12
3.2. DIJETETIČKE METODE.....	13
3.3. BAZA PODATAKA .....	13
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>19</b>
<b>5. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>24</b>
<b>6. POPIS LITERATURE .....</b>	<b>25</b>

## 1. UVOD

Nitrati koji dopijaju u probavni sustav se unose iz prehrambenih izvora i vode za piće. Povrće, osobito tamnije zeleno lisnato i neko gomoljasto, je najčešće primarni izvor nitrata. Kada se unesu u organizam, nitrati se mogu reducirati u nitrite uz pomoć bakterija koje se nalaze u ustima. U probavnom sustavu, posebno u želucu, nitriti dalje reagiraju s aminima i amidima te se stvaraju N-nitrozo spojevi.<sup>1</sup> Ti spojevi imaju kancerogeno djelovanje kod životinja<sup>2</sup>, i mogući su ljudski kancerogeni spojevi<sup>3</sup>. Povrće sadrži nutrijente koji mogu inhibirati endogeno stvaranje N-nitrozo spojeva, kao što su vitamin C i polifenoli, pa unos nitrata iz povrća vjerojatno rezultira njihovom manjom endogenom sintezom. Nakon unosa u organizam, nitrati se prevode u nitrite i pohranjuju se, te cirkuliraju krvlju.<sup>4</sup> U uvjetima kada je u tijelu niska raspoloživost kisika, nitriti se mogu prevesti u dušikov (II) oksid, koji je poznat po provođenju mnogih bitnih funkcija u krvožilnoj i metaboličkoj kontroli. O važnosti dušikovog (II) oksida govori činjenica da je 1992. godine proglašen molekulom godine<sup>5, 6</sup>, zbog čega su nitrati upravo i izabrani za temu ovog rada. Nedavna istraživanja su usmjerena na pozitivan učinak puta nitrat-nitrit-NO; djelovanje na kardiovaskularno zdravlje i vježbanje.<sup>7</sup> S obzirom na to da se vegetarijanska i veganska prehrana sastoji od manjih količina životinjskih namirnica, namirnice biljnog podrijetla su zastupljenije nego u prehrani svejeda, pa je tako i veći unos zelenog lisnatog povrća i gomoljastog povrća, glavnih prehrambenih izvora nitrata.

Cilj ovog rada je usporediti prehrambeni unos nitrata kod vegetarijanaca i svejeda te izraditi bazu podataka koja sadrži prosječne vrijednosti nitrata u pojedinim namirnicama.

## 2. NITRATI U HRANI

Nitrati koji dospiju u probavni sustav se unose iz prehrambenih izvora i vode za piće. Primarni izvor nitrata je najčešće povrće, osobito tamnije zeleno lisnato i neko gomoljasto (kada su razine u vodi za piće ispod 50 mg/L, što je i zakonsko ograničenje u mnogim državama).<sup>1</sup> Nitrati su metaboliti kruženja dušika u prirodi i nastaju oksidacijom nitrita djelovanjem dušičnih bakterija. Prirodno se nalaze u tlu i biljkama te su uobičajeni produkt metabolizma sisavaca, pa tako i ljudi. Nitrati i nitriti su također poznati aditivi u mesnoj industriji. Sigurna razina koju navodi Europska agencija za sigurnost hrane (eng. European Food Safety Authority, EFSA), a označava se kao najveći dopušteni dnevni unos (eng. acceptable daily intake, ADI), iznosi 3,7 mg po kilogramu tjelesne mase dnevno.<sup>8</sup> Koriste se u prerađenim mesnim proizvodima za tretiranje mesa (poboljšanje kvalitete proizvoda, inhibicija rasta i razmnožavanja mikroorganizama), te za poboljšanje boje i okusa. Osim u meso i mesne proizvode, nitrati se mogu dodavati u ribu, sireve, itd. Kao takve, povećane razine nitrita koji je stvoren iz nitrata, te povišen unos prehrambenog nitrita, mogu povećati endogeno nastajanje N-nitroso spojeva (eng. N-nitroso compounds, NOC) i time kod pojedinca povećati rizik od nastanka raka. No, povrće sadrži nutrijente koji mogu inhibirati endogeno stvaranje NOC-a, kao što su vitamin C i polifenoli. Iako i nitrati iz povrća i nitrati iz vode za piće smanjuju redukciju u nitrite u tijelu, nitrati koji su iz povrća vjerojatno rezultiraju manjom endogenom sintezom NOC-a zbog toga što ono sadrži inhibitor tih reakcija. U istraživanjima sa životinjama je dokazano da viši unos nitrita iz prerađenog mesa rezultira povećanu tvorbu NOC-a. Za kombinaciju visokih unosa nitrata s izvorima amina i niskim unosom vitamina C je dokazano da ona povećava endogenu sintezu NOC-a u studijama s ljudskim biomonitoringom, znanstvenom tehnikom koja omogućava procjenu izloženosti štetnim čimbenicima iz okoliša na pojedinca (uz biološki uzorak). U istraživanjima u kojima su sudjelovali ljudi, postoji pozitivan trend koji povezuje manju tvorbu N-nitrozoprolina s višim dozama askorbinske kiseline. Zaključeno je da 120 mg askorbinske kiseline uzete uz obrok (360 mg dnevno) značajno smanjuje *in vivo* formiranje nitrozamina.<sup>9</sup>

Sadržaj nitrata u povrću ovisi o biološkim svojstvima biljke i u različitim dijelovima biljke se različito akumulira. Ako se dijelovi biljke poredaju po padajućoj koncentraciji nitrata, to izgleda ovako: peteljka > list > stabljika > korijen > cvijet > gomolj > lukovica > plod > sjemenka.<sup>10</sup>

Količine nitrata koje se nalaze u hrani koja je njime najbogatija iznose 4518 mg u 1 kg Tajvanskog pljosnatog kupusa, 3475 mg u 1 kg rikule, te 2596 mg u 1 kg smeđe gorušice. U namirnicama koje se češće konzumiraju u Hrvatskoj, količine nitrata iznose 1926 mg u 1 kg špinata, 1662 mg u 1 kg rotkvice, 1871 mg u 1 kg celera i 943 mg u 1 kg salate kristalke.<sup>11</sup> Povrće je primarni izvor nitrata, ali nalazimo ih također i u voću, mliječnim proizvodima, proizvodima od žitarica ili soje, te u manjim količinama u vodi za piće (tablica 1).

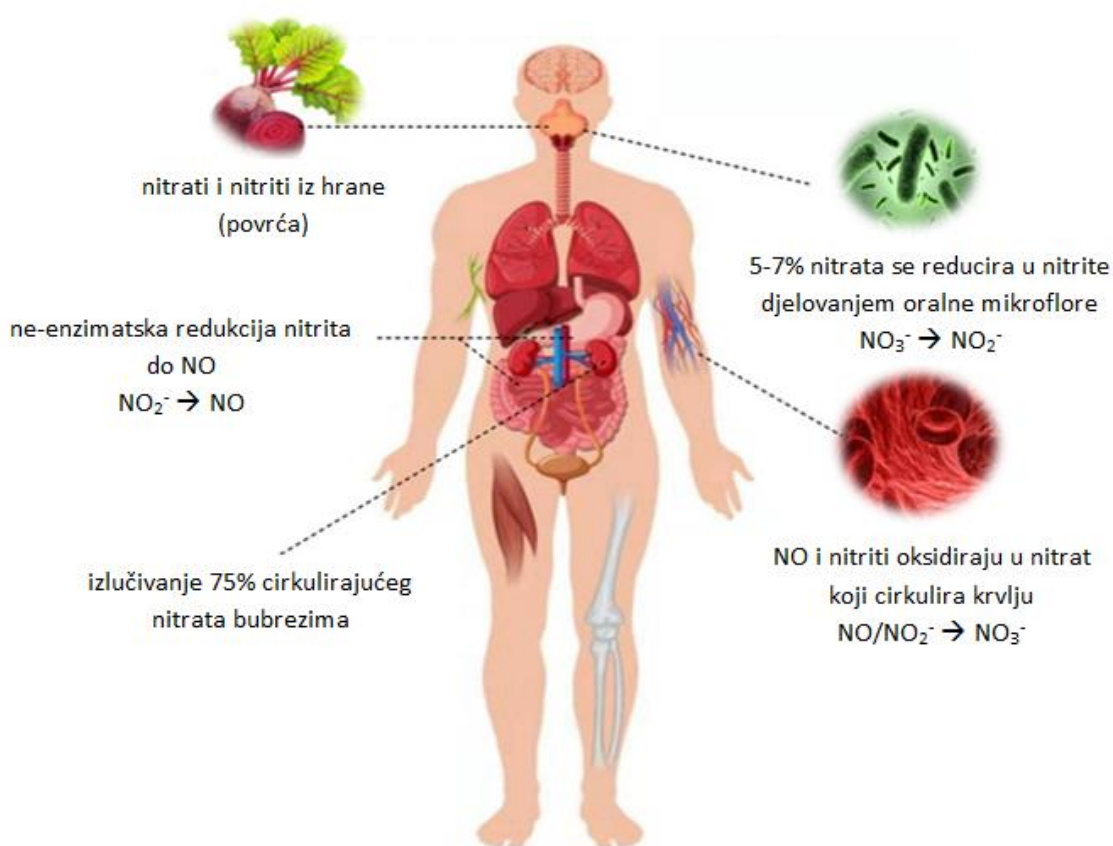
**Tablica 1.** Izvori i količine nitrata u hrani

Hrana	Prosječna količina nitrata (mg/kg)	Broj literaturne reference
rukola	3702	47
smeđa gorušica	2596	11
kinesko zelje	2489	11
potočarka	2322	11
celer	1871	47
repa	1707	11
rotkvica	1662	11
salata endivija	1054	11
cikorija, list	1041	11
špinat	1016	47
trajne kobasice	130	19
jetrica	126	46
dinja	95	46
banane	20	46
grožđe	18	49
sir	14	46
sladoled	3	46



## 2.1. METABOLIZAM NITRATA, NITRITA I NITRIT OKSIDA

Kada se unesu u organizam, nitrati se mogu reducirati u nitrite uz pomoć bakterija koje se nalaze u ustima (slika 1). Zatim se apsorbiraju u želucu, crijevima i drugim organima. U probavnom sustavu, posebno u želucu, nitriti dalje reagiraju s aminima i amidima te se stvaraju N-nitroso spojevi (NOC). Kada mu je bioraspoloživost 100%, nitrat se uglavnom apsorbira u tankom crijevu. Nitrati koji u tijelu cirkuliraju krvlju se izlučuje urinom (oko 75%), a ostatak se apsorbira u žlijezdama slinovnicama ili reapsorbira kroz bubrege i žučne vodove.<sup>12</sup>



Slika 1. Nitrat-nitrit-NO put kod ljudi<sup>12</sup>

NO može nastati u organizmu na dva načina: iz L-arginina i iz nitrat-nitrit-NO puta, redukcijom anorganskog nitrata. Pretvorba L-arginina u NO i L-citrulin je enzimska reakcija u kojoj sudjeluje enzim nitrit oksid sintetaza (NOS). NOS u tijelu postoji u 3 oblika: nNOS, koji se nalazi u živčanim tkivima, iNOS, koji se nalazi u mnogim stanicama i tkivima, te eNOS, oblik koji je pronađen u endotelnim stanicama krvnih žila.<sup>13</sup>

## 2.2. POZITIVAN UČINAK NITRATA NA ZDRAVLJE

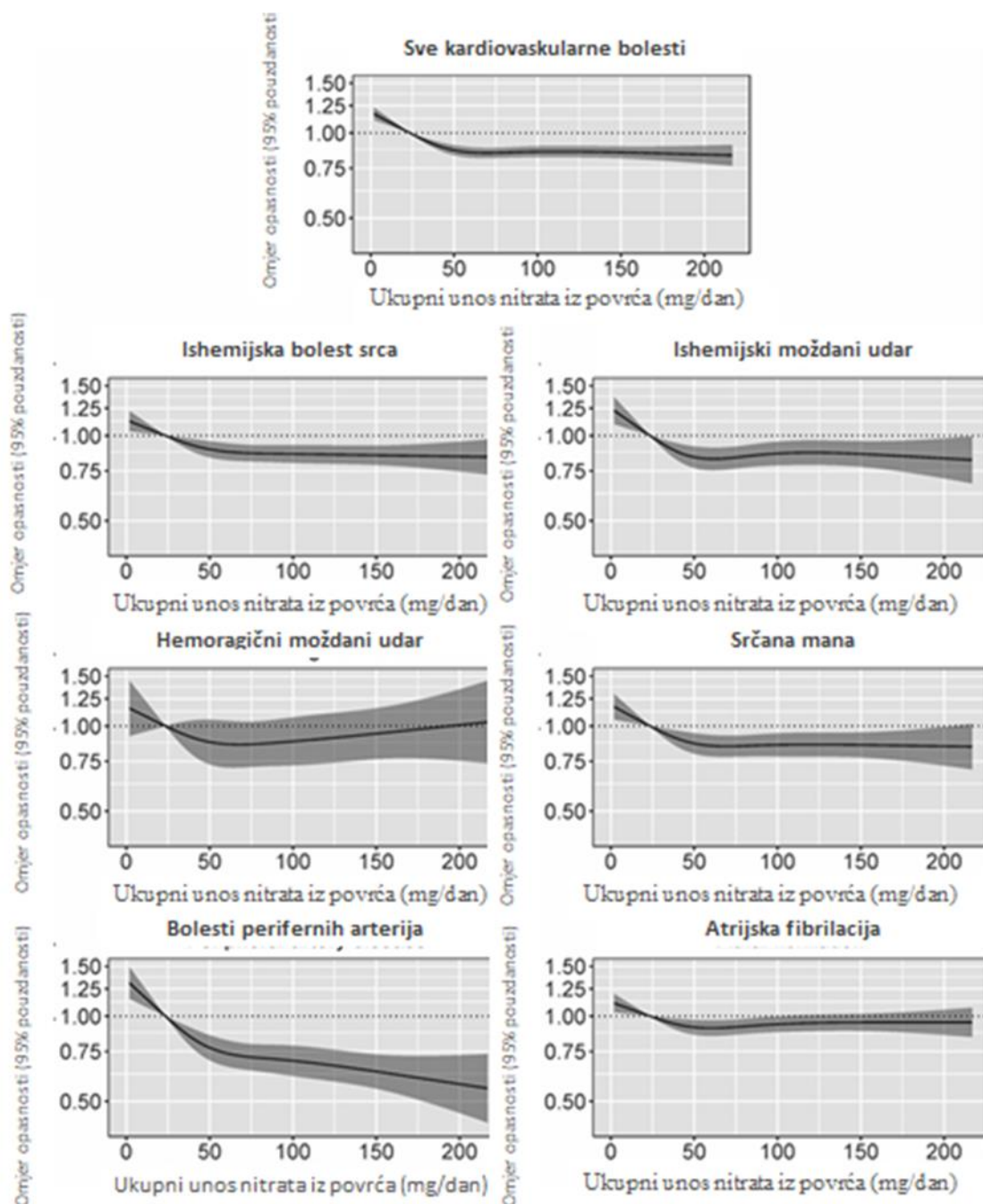
Danas je poznato da konzumacija nitrata ima više benefita za ljudsko zdravlje, a najviše su istraženi učinci na kardiovaskularno zdravlje. Osim toga, nitrati se koriste kao ergogeno sredstvo kod sportaša. Pozitivno djelovanje na zdravlje nitrati (iz cikla) imaju također zbog povećanja pH -vrijednosti slina i promjene sastava oralne mikroflore, što posljedično ima benefite za oralno zdravlje.<sup>12</sup> Zadnjih godina se pojavljuju radovi koji povezuju unos prehrambenog nitrata i poremećaje dijabetesa. Smanjena proizvodnja i bioraspoloživost dušikovog (II) oksida (eng. nitric oxide, NO) je faktor rizika za razvoj endokrinih poremećaja, pa tako i inzulinske rezistencije i dijabetesa tipa 2. Iako su daljnja istraživanja potrebna, zbog već provedenih istraživanja na životinjama i *in vitro*, sve je više dokaza da nitrat-nitrit-NO put ima vrlo bitnu ulogu u homeostazi glukoze, sekreciji inzulina i terapijskom djelovanju kod dijabetesa tipa 2.<sup>14</sup> Zato što je inzulinska signalizacija esencijalna za endotelnu proizvodnju NO, gubici bioraspoloživog NO bi mogli biti osnovni molekularni mehanizam za razvoj inzulinske rezistencije i endotelne disfunkcije.<sup>15</sup>

### 2.2.1. Pozitivan učinak na kardiovaskularni sustav

NO je plinovita signalna molekula koja ima važnu ulogu u mnoštvu fizioloških procesa, uključujući regulaciju vaskularnog tonusa, neurotransmisiju, respiraciju u mitohondrijima i kontrakciju skeletnih mišića. Kao što je već spomenuto, NO može biti proizveden putem oksidacije L-arginina i putem redukcije nitrata u nitrit, i zatim u NO. Tjelesne zalihe nitrata mogu biti povećane ingestijom hrane bogate nitratima, a to je prvenstveno zeleno lisnato povrće. Bioraspoloživost NO je znatno povećana uz aktivnost bakterija koje se nalaze u ustima, te koje reduciraju nitrate do nitrita. Bakterije tako povećavaju koncentraciju nitrita koji cirkuliraju u tijelu, te mogu biti dalje reducirani do NO na mjestima niske raspoloživosti kisika. Nedavna istraživanja se fokusiraju na pozitivnom učinku puta nitrat-nitrit-NO; djelovanje na kardiovaskularno zdravlje i izvođenje vježbi.

Primarni razlog za patogenezu hipertenzije bi mogla biti ograničena proizvodnja NO, pri čemu zatim NO koji nastaje iz anorganskog nitrata i nitrita ima značajnu ulogu u regulaciji vaskularnog tonusa.<sup>13</sup> Zabilježeno je da nutritivni nitrati suplementirani iz soka cikla snižavaju krvni tlak kod pacijenata s hipertenzijom, te da suplementacija natrij nitrita poboljšava funkciju vaskularnog endotela i smanjuje ukrućenje velikih elastičnih arterija kod starijih ljudi.<sup>13</sup> Također je ustanovljeno da je koncentracija nitrata u skeletnom mišićju puno veća nego u krvi, te da su mišićne zalihe nitrata izuzetno osjetljive na suplementaciju

nutritivnog nitrata, kao i njegov manjak. U jednoj studiji, u kojoj je sudjelovalo 53 150 sudionika te je trajala 23 godine, zaključeno je da konzumacija od minimalno 60 mg dnevno nitrata iz povrća (približno 1 šalica zelenog lisnatog povrća) može smanjiti rizik od kardiovaskularnih bolesti.<sup>16</sup> Istraživanje je provedeno od strane Danish Diet, Cancer, and Health Study, a radi se o prospektivnoj kohortnoj studiji. Ispitanici na početku studije nisu imali kardiovaskularne bolesti, a nakon 23 godine praćenja, zabilježeno je 14 088 slučajeva pojave tih bolesti. Umjereni unos nitrata (oko 60 mg dnevno) je bio povezan sa 12%, 15%, 17% i 26% manjim rizikom od: ishemijske bolesti srca, srčane mane, srčanog udara i hospitalizacije zbog bolesti perifernih arterija (slika 2). Otkriće da se krajnji produkti metabolizma NO, nitrati i nitriti, recikliraju natrag u NO kroz nitrat-nitrit-NO enterosalivarni put, povećava mogućnost da nutritivni nitrati mogu biti važan egzogeni izvor NO koji ima benefite za zdravlje kardiovaskularnog sustava. Zdrav endotel krvnih žila je bitan jer njegova disfunkcija može značajno utjecati na pojavu kardiovaskularnih bolesti, a kod već postojeće disfunkcije pomaže suplementacija prehrambenim nitratom (ima protektivan učinak i podupire sustav eNOS).



**Slika 2.** Odnos između unosa nitrata iz povrća i incidencije kardiovaskularnih bolesti te incidencije podtipova kardiovaskularnih bolesti<sup>16</sup>

### 2.2.2. Pozitivan učinak na sportsku izvedbu

Popularnost nitrata raste i u dodacima prehrani kod sportaša. Anorganski nitrati su prisutni u raznoj hrani, osobito u zelenom lisnatom povrću i cikli. Nakon unosa, nitrati se prevode u nitrite i pohranjuju se te cirkuliraju krvlju. U uvjetima kada je u tijelu niska raspoloživost kisika, nitriti se mogu prevesti u dušikov (II) oksid, koji je poznat po provođenju mnogih

bitnih funkcija u krvožilnoj i metaboličkoj kontroli. Suplementacija nitrata povećava koncentracije nitrita u plazmi te smanjuje krvni tlak u mirovanju. Zanimljivo, suplementacija nitrata također smanjuje potrošnju kisika kod submaksimalnog testiranja performansi, i u nekim okolnostima, može poboljšati sportsku izvedbu.<sup>4</sup>

Kod konzumacije nitrata kao ergogenog sredstva kod sportaša, prvenstveno se misli na povrće bogato nitratima, a ne na nitratne i nitritne soli (koje nalazimo najviše u mesnim proizvodima i korištenje se ne preporučuje zbog potencijalne toksičnosti). Sok od cikle je dobar primjer takve namirnice jer, uz nitrate, sadrži i fitokemikalije koje pospješuju pretvorbu nitrita u NO u želucu. Suplementacija tijekom 3 do 6 dana, smanjuje utrošak kisika pri vježbanju umjerenim intenzitetom, što produljuje vrijeme aktivnosti prije nego što se pojavi umor i iscrpljenost. Razina nitrita u krvi doseže maksimum 3 h nakon konzumacije nitrata i ostane visoka 5 h nakon konzumacije, a smanjenje utroška kisika je vidljivo oko 2,5 h nakon konzumacije akutne doze. Pri hodanju, suplementacija sokom od cikle smanjuje potrošnju kisika za 12 do 14 %.<sup>17</sup> Suplementacija nitratima se pokazala djelotvornom i kod pacijenata s kroničnom opstruktivnom plućnom bolesti, što je korisno jer je kod takvih pacijenata česti simptom ograničeno tjelesno vježbanje. Rezultati pokazuju da je smanjenje dijastoličkog krvnog tlaka bilo značajnije kod skupine ispitanika koji su bili suplementirani nitratima ( $7 \pm 8$  mm Hg za nitrat, a  $1 \pm 8$  mm Hg za placebo), dok značajne razlike u smanjenju sistoličkog krvnog tlaka nije bilo.<sup>18</sup> Doze nitrata kojima se postiže ergogeni učinak pri vježbanju iznose prosječno 6-8 mmol, odnosno 370 do 500 mg, a prema trenutnim radovima je veća vjerojatnost da rezultati budu ostvareni kod rekreativaca nego profesionalaca.<sup>17</sup> Također, što je veća doza, to je vjerojatnost izostanka učinka manja, no potreban je individualan pristup.

### **2.3. NEGATIVAN UČINAK NISTRATA NA ZDRAVLJE**

Nitrati i nitriti kao aditivi imaju široku primjenu u mesnoj industriji jer poboljšavaju kvalitetu, trajnost i sigurnost proizvoda, posebice zbog inhibicije rasta i razmnožavanja bakterija *Staphylococcus aureus* i *Clostridium botulinum*.<sup>19</sup> Također, primjenjuju se i zbog formiranja karakteristične crvene boje i specifičnog okusa proizvoda od mesa. Prosječna količina natrijevog nitrata u trajnim kobasicama i trajnim mesnim proizvodima u Hrvatskoj iznosi  $130 \pm 72$  mg/kg i  $64 \pm 43$  mg/kg.<sup>19</sup> U Europskoj uniji (pa tako i Hrvatskoj), u mesnoj industriji je dozvoljena upotreba nitrita i nitrata kao natrijev nitrit (E250) i kalijev nitrit

(E249), odnosno natrijev nitrat (E251) i kalijev nitrat (E252), a označavaju se kao konzervansi.<sup>20</sup>

Nitrati, za razliku od nitrita, nemaju antimikrobno djelovanje, ali se djelovanjem denitrificirajućih bakterija, osobito iz roda *Micrococcus* reduciraju pomoću enzima nitrat-reduktaze u nitrite te na taj način služe kao izvori nitrita. Zbog štetnog djelovanja nitrita na ljudsko zdravlje, posebice kancerogenog djelovanja N-nitrozamina, propisane su najveće dopuštene količine u mesnim proizvodima, a već 1995. godine EFSA-in Odbor za prehrambene aditive i nutritijente dodane hrani (Food Additives and Nutrient Sources added to Food) dao je preporuku za primjenu odgovarajuće tehnološke prakse kako bi se razina nitrata i nitrita smanjila na najmanju moguću razinu. Kao produkt reakcije nitrozacije mogu nastati štetni i kancerogeni spojevi N-nitrozamini, a kancerogenost nitrozamina dokazana je i opisana u mnogim do sada objavljenim znanstvenim radovima tijekom zadnjih 30-ak godina. Iako još uvijek ne možemo sa sigurnošću zaključiti da postoji sigurna korelacija između nitrozamina u tijelu i pojave karcinoma, studije slučajeva podupiru povezanost između tih dviju komponenti, pa unos nitrita i nitrozamina dokazano povećava rizik obolijevanja od raka želuca. Velik broj studija slučajeva pronalazi pozitivnu povezanost između konzumacije mesa i tumora želuca (11 od 16 studija), te konzumacije mesa i tumora jednjaka (11 od 18 studija).<sup>21</sup> Također, povećanje koncentracije reaktivnih NO spojeva može uzrokovati nitrozativni stres, koji negativno djeluje na strukturu stanice.<sup>22</sup>

Najvažniji inhibitori reakcija nitrozacije su tvari s redoks potencijalom kao što su: askorbati (askorbinska kiselina, tj. vitamin C), vitamin E, selen i dr.<sup>23</sup> Askorbinska kiselina inhibira stvaranje nitrozamina mehanizmom kompeticije nitro stabilnih prekursora s nitrozacijskim agensom. Produkt koji nastaje reakcijom između nitrita i askorbinske kiseline je vjerojatno odgovoran ne samo za nitrozacijske reakcije, već i za gubitak nitrita za vrijeme sušenja ili prženja mesa. Vitamin E je zaslužan za smanjenu produkciju reakcijskog produkta  $\text{NO}^+$ , dok selen smanjuje produkciju reaktivnog  $\text{ONOO}^-$  produkta.<sup>24</sup> Vitamin C i vitamin E su mikronutrijenti koji se nalaze u voću i povrću, pa možemo zaključiti da njihovom konzumacijom možemo smanjiti moguću kancerogenezu uzrokovanu nitratima i nitritima.

## 2.4. PREGLED LITERATURE O POVEZANOSTI UNOSA NITRATA I ZDRAVLJA KROZ POVIJEST

Istraživanja koja povezuju unos nitrata i njihov učinak na zdravlje su se znatno mijenjala kroz povijest, posebno zadnjih godina.

Radovi koji su iz 1940.-ih i 1950.-ih godina uglavnom opisuju nitrata iz vode za piće i njihov negativan utjecaj na zdravlje, osobito kod novorođenčadi.<sup>25</sup> Rečenica iz jednog rada<sup>26</sup> iz 1952. godine glasi: „Dovodi li nitrifikacija tla do methemoglobinemije, jednog od uzroka smrti kod dojenčadi?“. „Prijavljena su dva slučaja dokazane methemoglobinemije kod novorođenčadi, vjerojatno uzrokovane unosom vode visokog sadržaja nitrata“ je zaključak rada iz 1946.<sup>27</sup> Radovi također opisuju povezanost nitrata u vodi za piće i rasta bakterija u istoj.<sup>28</sup>

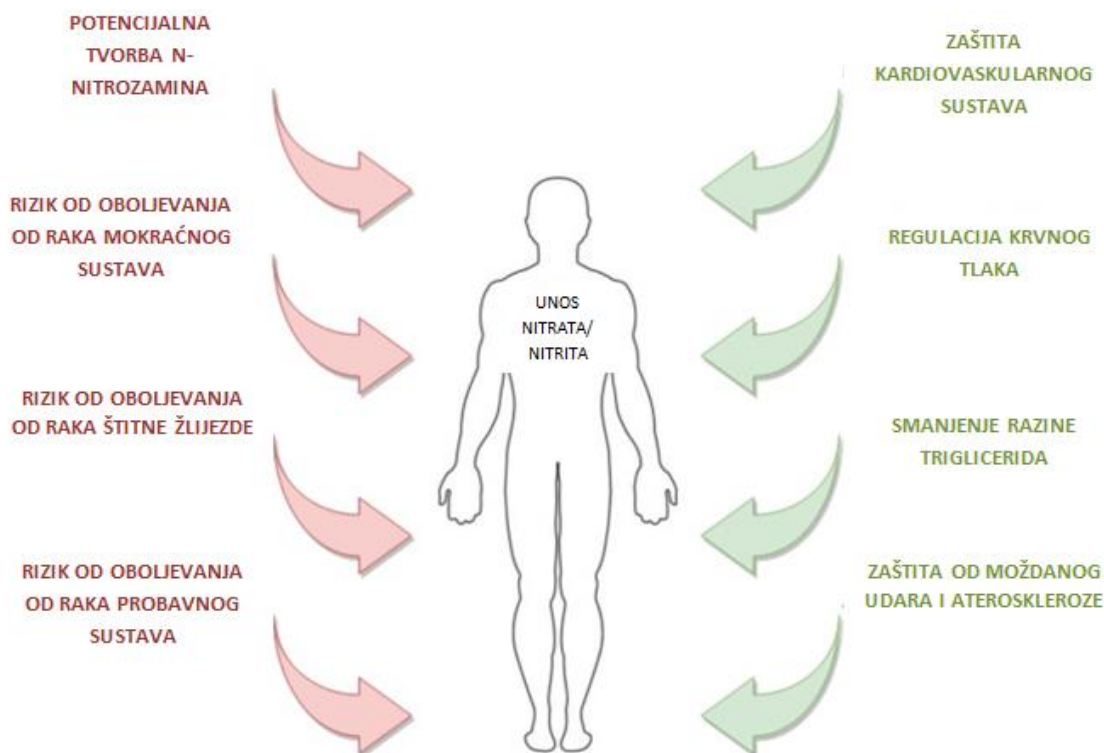
Od 1960.-e godine se istraživanja još uvijek baziraju na trovanju nitratima, što iz vode za piće kod ljudi, to iz usjeva za ispašu stoke kod životinja.<sup>29, 30</sup> Toksičnost nitrata se ne povezuje samo s methemoglobinemijom, već i s povećanim rizikom oboljevanja od raka (rak želuca).<sup>31</sup> No, već u 1970.-ima i 1980.-ima postoji sve više istraživanja o metabolizmu nitrata u ljudskom organizmu. Više se istražuje o nitratima u hrani i redukciji nitrata u nitrite uz pomoć oralne mikroflore u slini.<sup>32, 33</sup> Jedan rad uspoređuje tvorbu nitrita u slini kod zdravih odraslih osoba i kod pacijenata s rakom jednjaka, nakon konzumacije 100 mL soka od cikle.<sup>34</sup> 1994. godine je dokazano da je prepisivanje nitrata korisno u određivanju prevalencije ishemijske bolesti srca kod osoba koje imaju simptome bolova u prsima, što je korisno za pravovremeni početak liječenja.<sup>35</sup> Tih se godina također još uvijek istražuje o toksičnosti nitrata iz vode za piće<sup>36</sup>, ali pojavljuju se i radovi o nitratu koji učinkovito poboljšava obranu domaćina od gastrointestinalnih patogena, te tvrdnje kako epidemiološke studije nisu ostale dosljedne toksičnosti povezanom s methemoglobinemijom i kancerogenezom<sup>37</sup>.

Nitrati se sve više i opširnije istražuju u 21. stoljeću. Veći broj istraživanja ide u smjeru nitrata kao pozitivnog čimbenika koji djeluje na ljudsko zdravlje, zbog npr. antimikrobnog učinka<sup>38</sup> ili poboljšanja funkcije skeletnih mišića<sup>4, 39</sup>. Nitrati se danas smatraju učinkovitim i prirodnim ergogenim sredstvom za sportaše.<sup>39</sup> Često se spominje i istražuje konzumacija soka od cikle, koji je jedan od najboljih izvora nitrata iz hrane, a može se praktično i jednostavno primjenjivati, kako kod sportaša, tako i kod opće populacije.<sup>40</sup> Također, veliki značaj dobiva utjecaj nitrata iz hrane (posebno povrća) na kardiovaskularno zdravlje. Sve veći broj radova povezuje unos nitrata iz zelenog lisnatog povrća i smanjenje incidencije kardiovaskularnih

bolesti.<sup>16,41</sup> Zbog zakonskih regulativa i bolje kontrole voda, manji je broj istraživanja koja se baziraju na vezi između nitrata u vodi za piće i toksičnosti. Postoje i istraživanja koja potenciraju terapijski učinak anorganskog nitrata kod dijabetesa tipa 2.<sup>14, 15</sup>

Najnovija literatura, koja je objavljena 2022. godine, govori o povezanosti konzumacije nitrata s moždanim udarom i kognitivnom funkcijom (razine serumskog NO su značajno manje kod pacijenata s demencijom, osobito onih s vaskularnom demencijom).<sup>12</sup> Jedan pregledni rad pokazuje povezanost unosa nitrata i nitrita s različitim tipovima raka; povećani unos nitrita može se povezati s većim rizikom obolijevanja od raka mokraćnog mjehura, želuca i glioma, te manjim rizikom obolijevanja od raka gušterače, dok se veći unos nitrata povezuje sa smanjenim rizikom obolijevanja od raka bubrega i mokraćnog mjehura, ali povećanim rizikom obolijevanja od raka štitne žlijezde.<sup>42</sup> No, zadnjih 10-ak godina se nitrati smatraju više pozitivnim nego negativnim za ljudsko zdravlje, čak se i meso (kao izvor nitrita) smatra manje opasnim za razvoj karcinoma<sup>43</sup>.

Svakako, radovi navode kako je potrebno još mnogo novih istraživanja, kako bi potpuno razumjeli ulogu nitrata iz hrane u zdravlju ljudi. Rad iz 2020. godine objašnjava kako još uvijek postoje i rizici i benefiti za nitrate i nitrite iz hrane (slika 3).



**Slika 3.** Pojedini benefiti i negativni učinci unosa nitrata i nitrita<sup>22</sup>



### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Ispitanici

U procjeni unosa nitrata sudjelovalo je 16 ispitanika, 8 svejeda i 8 vegetarijanaca. Od ukupno 8 vegetarijanaca, 2 ispitanika su bila vegani. Veganstvo definiramo kao način prehrane koji ne uključuje hranu životinjskog porijekla, niti nusproizvode životinjskog porijekla, a ponekada niti med. Vegetarijanstvo definiramo kao način prehrane koji ne uključuje crveno meso i proizvode od mesa, meso peradi, te ponekada ribu.<sup>44</sup> Postoji više vrsta vegetarijanstva, a svima je zajedničko da prehranu baziraju na biljnim namirnicama, kao što su voće, povrće, orašasto voće, žitarice, mahunarke i slično. Nakon dobivenih dnevnika prehrane od strane ispitanika, oni su se samostalno izjasnili jesu li vegan, vegetarijanac ili svejed, nakon čega je to provjereno iščitavanjem namirnica u dnevnicima prehrane. Svi ispitanici su bili ženskog spola, u dobi od 20 do 28 godina. Ispitanici su pronađeni putem poznanstava i prosljeđivanjem poruka putem društvenih mreža, a sva daljnja komunikacija se odvijala mailom. Uvjeti za prijavu za sudjelovanje u istraživanju su bili da je osoba ženskog spola, mlađa od 30 godina, te antropometrijskih parametara koji govore da je indeks tjelesne mase (ITM) manji od 25 kg/m<sup>2</sup> (tablice 2 i 3).

**Tablica 2.** Podaci ispitanika koji su vegetarijanci

	dob (godine)	tjelesna masa (kg)	tjelesna visina (cm)	indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )
ispitanik 1	23	58	176	18,7
ispitanik 2	20	63	169	22,1
ispitanik 3	24	62	170	21,5
ispitanik 4	22	62	165	22,8
ispitanik 5	22	65	179	20,3
ispitanik 6	28	54	164	20,1
ispitanik 7	22	61	169	21,4
ispitanik 8	23	58	164	21,6
raspon vrijednosti	20-28	54-63	164-176	18,7-22,8
prosječna	<b>23</b>	<b>60</b>	<b>170</b>	<b>21,1</b>

vrijednost				
------------	--	--	--	--

**Tablica 3.** Podaci ispitanika koji su svejedi

	dob (godine)	tjelesna masa (kg)	tjelesna visina (cm)	ITM (kg/m <sup>2</sup> )
ispitanik 9	22	47	155	19,6
ispitanik 10	22	68	178	21,5
ispitanik 11	24	55	167	19,7
ispitanik 12	22	55	178	17,4
ispitanik 13	22	51	166	18,5
ispitanik 14	22	65	166	23,6
ispitanik 15	24	60	169	21
ispitanik 16	22	70	170	24,2
raspon vrijednosti	22-24	47-70	155-178	17,4-23,6
prosječna vrijednost	<b>23</b>	<b>59</b>	<b>169</b>	<b>20,7</b>

### 3.2. Dijetetičke metode

Dijetetičke metode mjere vrstu i količinu konzumirane hrane, odnosno unos hranjivih i drugih komponenata hrane. Za mjerenje unosa nitrata u ovom je radu korištena dijetetička metoda bila dnevnik prehrane. Ispitanici su pratili unos sve konzumirane hrane (uključujući i pića te dodatke prehrani) kroz 7 dana. Dobili su upute kako to pratiti i tablicu u koju su sve zapisivali. Procjena količine unosa hrane bila je uz atlas namirnica<sup>45</sup>, koji je također bio poslan ispitanicima.

### 3.3. Baza podataka

Prilikom izrade baze podataka pretražena je znanstvena baza Web of Science (WOS). Radovi su bili u rasponu od 2009. do 2020. godine (radovi prije 2009. godine su isključeni, kako bi rezultati bili što noviji i točniji, s obzirom na to da količina nitrata u hrani ovisi o sastavu tla i kvaliteti analitičkih metoda). Konkretno, literaturne reference broj 46 i 49 su dobivene na način da je u WOS utipkan pojam „prehrambeni nitrat“ (eng. dietary nitrate) i pretraga je

filtrirana na način da se prikažu samo radovi od 2009. do 2022. godine, te samo članci (eng. article). Dobiveno je ukupno 465 rezultata, od čega su navedena dva rada odabrana (iz razloga što sadrže veći broj skupina hrane i veći broj namirnica u pojedinim skupinama hrane). Sljedeća pretraga, također uz jednako ograničenje za godine objavljivanja, je bila „sadržaj nitrata u povrću“ (eng. nitrate content of vegetables), pri čemu je dobiveno 32 rezultata, od kojih je uzet jedan rad; literaturna referenca broj 48. Literaturna referenca broj 11 pretražena je uz ključne riječi „prehrambeni nitrat“ (eng. dietary nitrate) te dva ograničenja: godina izdavanja od 2015. do 2022. i znanstveno polje „Nutrition Dietetics“. Prilikom odabira ovog izvora, uzeto je u obzir to što postoji veći broj uzoraka koji su analizirani, a taj podatak nije bio uvijek dostupan, i često je bio nešto manji broj. Također, svi radovi su odabrani tako da je promatran čimbenik odjeka (eng. impact factor), na način da bude veći od 3. Kako bi u bazi bili podaci s hrvatskog područja, preko tražilice Hrčak (Portal hrvatskih znanstvenih i stručnih časopisa) su pronađene literaturne reference broj i 19 i 23. Ključne riječi za pretraživanje bile su „nitrati na hrvatskom tržištu“, te „nitrati i nitriti“. Dodatno, na web stranici HAPIH-a (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu) pod „Upisnik znanstvenih mišljenja“, i uz ključnu riječ „nitrati“, je pronađen rad (literaturna referenca broj 47) u kojem se nalaze noviji podaci nitrata u povrću iz nekoliko hrvatskih gradova.

Uz pomoć 7 literaturnih izvora<sup>11, 19, 23, 46, 47, 48, 49</sup> prikupljene su količine nitrata u namirnicama, čije su vrijednosti mjerene u istom radu, ili prikupljene iz već postojeće literature. Zatim, izrađena je baza podataka (tablica 4), koja je ukupno sadržavala 93 namirnice. Neke namirnice nisu bile spomenute u bazi podataka, pa su kod izračuna nitrata zamijenjene sličnom namirnicom, na primjer: tikvice su zamijenjene krastavcem, rižino mlijeko sojinim mlijekom, slanetak lećom, grejp narančom, i slično. Unos vode i alkoholnih pića je zanemaren kod izračuna unosa nitrata kod ispitanika.

**Tablica 4.** Baza podataka

NAMIRNICA/PROIZVOD	PROSJEČNA KOLIČINA NITRATA (mg/kg)	PROSJEČNA KOLIČINA NITRATA (mg/100g)	BROJ UZORAKA	LITERATURNI REFERENCA
<b>meso i proizvodi mesne industrije</b>				
trajne kobasice	130	13	72	19
trajni suhomesnati proizvodi	64	6,4	8	19
jetrena pašteta	48	4,8	90	23
govedina/svinjetina/janjetina	58,49	5,849	-	46
piletina/puretina	6,625	0,6625	-	46
jetrica (pileća)	34,21	3,421	-	46
iznutrice/jezik	10,38	1,038	-	46
jetrica (osim pileće)	125,91	12,591	-	46
slanina	90,56	9,056	-	46
hamburger	79,25	7,925	-	46
hot dog	257	25,7	-	46
<b>mlijeko i mliječni proizvodi</b>				
sir	14,29	1,429	-	46
zrnati/ricotta sir	2,3	0,23	-	46
sladoled	2,90	0,29	-	46
mlijeko (s više od 1% m.m.)	0,87	0,087	-	46
mlijeko (s oko 0-1% m.m.)	3,53	0,353	-	46
jogurt	1,36	0,136	-	46
<b>žitarice i proizvodi od žitarica</b>				
kroasan/mafin/biskvit	4,1	0,41	-	46
žitarice	4,6	0,46	-	46

raženi kruh	8,52	0,852	-	46
bijeli kruh/lepinja/bagel /krekeri	16,4	1,64	-	46
riža/tjestenina	16,64	1,64	-	46
tortilja	16	1,6	-	46
kukuruz	45	4,5	-	46
pita	18,70	1,87	-	46
kolač/krafna	25	2,5	-	46
keksi	3,68	0,368	-	46
<b>povrće i voće</b>				
salata	830	83,0	80	47
špinat	1016	101,6	80	47
kelj	892	89,2	40	47
blitva	983	98,3	80	47
kupus	471	47,1	60	47
rukola	3702	370,2	60	47
koraba	943,75	94,375	40	47
komorač	755,3	75,53	30	47
hren	120	12	10	47
brokula	888,7	88,87	15	47
celer	316,75	31,675	20	47
luk (glavica)	382	38,2	9	48
mrkve	324	32,4	9	48
rajčice	166	16,6	9	48
avokado	26,26	2,626	-	46
banane	20	2	-	46
dinja	95	9,5	-	46

jabuke	10,41	1,041	-	46
kruške	10,41	1,041	-	46
naranča/sok od naranče	20	2	-	46
limunada/drugi voćni sokovi	9,70	0,97	-	46
breskve/marelice/šljive/ nektarine	6,48	0,648	-	46
grah/leća	9	0,9	-	46
grašak	32,925	3,2925	-	46
krumpiri	145,34	14,534	-	46
buča	423,38	42,338	-	46
batat	46	4,6	-	46
amarant (ščir)	1121	112,1	53	11
šparoge	84	8,4	329	11
klica graha	467	46,7	121	11
kelj pupčar	206	20,6	210	11
cvjetača	291	29,1	728	11
celer korjenaš	443	44,3	486	11
celer	1871	187,1	908	11
cikorija	63	6,3	7	11
cikorija, list	1041	104,1	75	11
krastavac	257	25,7	1862	11
patlidžan	358	35,8	435	11
endivija	1054	105,4	531	11
piskavica	1369	136,9	39	11
komorač	1305	130,5	156	11
poriluk	406	40,6	1173	11

gljive	30	3	233	11
smeđa gorušica	2596	259,6	51	11
bamija	137	13,7	20	11
kinesko zelje	2489	248,9	84	11
paprika babura	839	83,9	1004	11
bundeva	415	41,5	159	11
radič	191	19,1	73	11
rotkvica	1662	166,2	1786	11
batat	129	12,9	60	11
repa	1707	170,7	494	11
potočarka	2322	232,2	101	11
grožđe	18	1,8	2	49
mango	9,4	0,94	2	49
ananas	7,75	0,75	3	49
<b>ostalo</b>				
margarin	0,4	0,04	-	46
jaja	5,36	0,536	-	46
riba	9,17	0,917	-	46
pomfrit	37	3,7	-	46
orašasto voće	5,78	0,578	-	46
kikirki maslac	5,81	0,581	-	46
sojino mlijeko/sojin jogurt	54,64	5,464	-	46
tofu/tempeh/burger sa sojinom pljeskavicom	54,64	5,464	-	46
čips od krumpira ili kukuruza	37,46	3,746	-	46
salsa	35,11	3,511	-	46

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

Istraživanje provedeno u ovom radu je imalo svrhu vidjeti postoji li razlika u unosu nitrata iz hrane kod raznih načina hranjenja, konkretno kod ispitanika koji konzumiraju meso i mesne proizvode, i kod onih koji ne konzumiraju. Dnevnici prehrane poslani od strane ispitanika su pokazali kako je prosječan dnevni unos nitrata 128 mg/dan za vegetarijance, dok je za svejede 101 mg/dan (tablica 5), što je očekivano s obzirom na razlike u odabiru hrane. U ovom radu, skupina vegetarijanaca je imala veći broj obroka u danu, nego skupina svejeda, što je još jedan razlog većem unosu nitrata. Dnevnici prehrane su bili oblikovani tako da su podijeljeni na dane i na obroke, stoga je bilo lako iščitati broj obroka pojedinog ispitanika. Kod vegetarijanaca je broj obroka iznosio od najmanje dva do najviše sedam, dok je kod svejeda to bilo od najmanje jedan do najviše šest.

**Tablica 5.** Unos nitrata kod ispitanika

ISPITANIK	UNOS NITRATA (mg/tjedan)	UNOS NITRATA (mg/dan)
ISPITANICI VEGETARIJANCI		
ispitanik 1	399	57
ispitanik 2	654	93
ispitanik 3	2091	299
ispitanik 4	1194	171
ispitanik 5	836	119
ispitanik 6	594	85
ispitanik 7	546	78
ispitanik 8	873	125
<b>prosječno</b>	<b>898</b>	<b>128</b>
ISPITANICI SVEJEDI		
ispitanik 9	392	56
ispitanik 10	714	102
ispitanik 11	765	109
ispitanik 12	616	88



ispitanik 13	1708	244
ispitanik 14	415	59
ispitanik 15	779	111
ispitanik 16	279	40
prosječno	<b>709</b>	<b>101</b>

U tablici 4 se može vidjeti dnevni i tjedni unos nitrata za svakog ispitanika individualno. Smatram kako je unos nitrata, i hrane općenito, bio manji nego inače, jer je većina ispitanika popunjavala dnevnik prehrane u vrijeme ispitnih rokova. U slučaju da praćenje unosa hrane nije bilo u lipnju, nego u travnju ili svibnju, unos bi vjerojatno bio nešto drugačiji. Tako na primjer ispitanik 16 ima tjedni unos nitrata samo 279 mg, što bi mogao biti prosječan unos za jedan ili dva dana (ispitanik je imao 1-3 obroka dnevno). U sljedećoj tablici prikazani su grami dnevnog unosa povrća, voća, mesa i mesnih proizvoda, mlijeka i mliječnih proizvoda, žitarica i proizvoda od žitarica te ostalog, sve za četiri primjera ispitanika; dva ispitanika vegetarijanca i dva svejeda. Prema tome se vidi razlika u nešto većem unosu povrća kod vegetarijanaca (tablica 6).

**Tablica 6.** Prosječan dnevni unos hrane po skupinama namirnica

ispitanik broj	5	6	11	15
način prehrane	vegetarijanac	vegetarijanac (vegan)	svejed	svejed
prosječan dnevni unos povrća (g)	295	348	221	339
prosječan dnevni unos voća (g)	378	31	161	412
prosječan dnevni unos mesa i mesnih proizvoda(g)	0	0	180	180
prosječan dnevni unos mlijeka i mliječnih proizvoda (g)	1	0	136	343
prosječan dnevni unos žitarica i proizvoda od žitarica (g)	256	201	246	132
prosječan dnevni	239	290	52	100

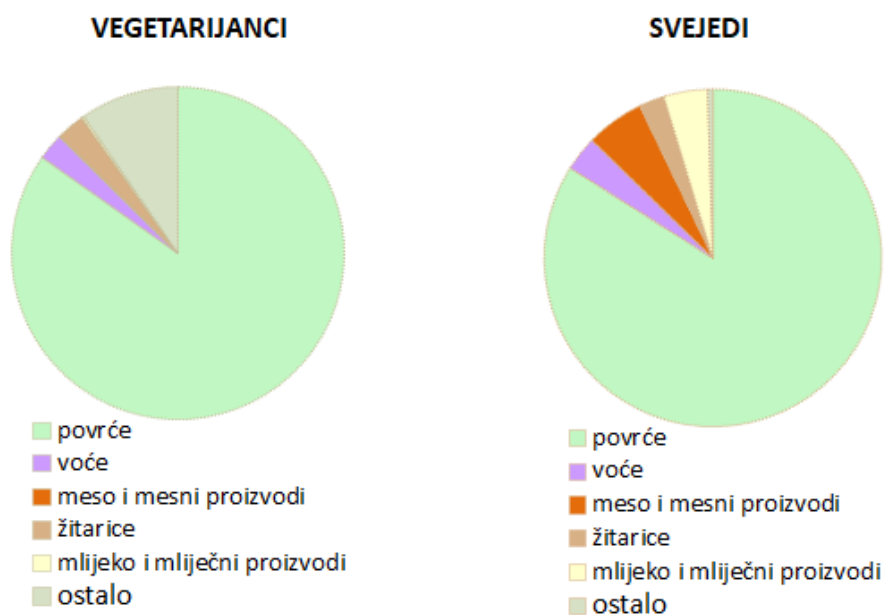
unos hrane iz skupine „ostalo“ (g)				
------------------------------------	--	--	--	--

Kada se unos nitrata promatra po skupinama namirnica, nema znatnog odstupanja između dvije skupine ispitanika. Kao što je i očekivano, i u skladu s brojkama iz baze podataka (tablica 4), najbolji izvor nitrata iz hrane je povrće (tablica 7, slika 4).

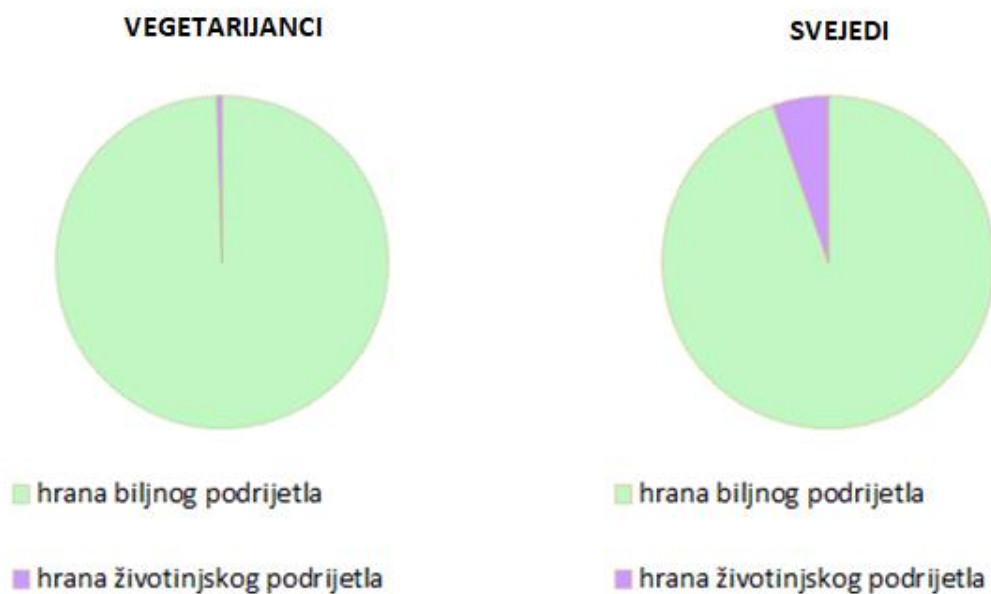
**Tablica 7.** Rezultati koji pokazuju unos nitrata po skupinama namirnica

ISPITANIK	UNOS NITRATA IZ POVRĆA (%)	UNOS NITRATA IZ VOĆA (%)	UNOS NITRATA IZ MESA I MESNIH PROIZVODA (%)	UNOS NITRATA IZ ŽITARICA I PROIZVODA OD ŽITARICA (%)	UNOS NITRATA IZ MLIJEKA I MLIJEČNIH PROIZVODA (%)
<b>ISPITANICI VEGETARIJANCI</b>					
ispitanik 1	90,3	0,2	0	3,3	1,2
ispitanik 2	90,6	3,2	0	2,9	0,1
ispitanik 3	94,2	1,2	0	1,0	0,3
ispitanik 4	87,7	1,2	0	0,8	0,3
ispitanik 5	82,7	4,3	0	3,5	0
ispitanik 6	77,4	0,4	0	5,0	0
ispitanik 7	75,3	2,6	0	3,5	0
ispitanik 8	79,8	7,6	0	2,0	0
<b>prosječno</b>	<b>84,8</b>	<b>2,6</b>	<b>0,0</b>	<b>2,8</b>	<b>0,2</b>
<b>ISPITANICI SVEJEDI</b>					
ispitanik 9	87,2	2,1	5,6	3,8	0,7
ispitanik 10	87,0	3,4	6,2	1,6	0,2
ispitanik 11	90,1	2,4	2,6	2,9	0,4
ispitanik 12	80,3	2,5	10,7	4,9	0,8
ispitanik 13	97,0	0,1	1,6	0,5	0,2
ispitanik 14	81,6	0,9	6,5	3,9	1,2

ispitanik 15	87,6	5,6	4,1	1,2	0,5
ispitanik 16	77,4	10,2	8,1	1,5	0,3
<b>prosječno</b>	<b>86,0</b>	<b>3,4</b>	<b>5,7</b>	<b>2,5</b>	<b>4,3</b>



Slika 4. Rezultati koji pokazuju unos nitrata po skupinama namirnica



Slika 5. Rezultati koji pokazuju unos nitrata po skupinama namirnica

Kod vegetarijanaca je određeni udio unosa nitrata imala i skupina namirnica „ostalo“ (tablica 4), u kojoj su bili kikiriki maslac, margarin, jaja, riba, sojino mlijeko, tofu, i slično, dok je kod svejeda taj dio bio neznatan.

ADI za nitrata iznosi 3,7 mg/kg tjelesne mase.<sup>8</sup> Prosječna tjelesna masa ispitanika iznosi 60 kg, pa bi ADI u prosjeku iznosio 222 mg. Iz rezultata u tablici 2 je vidljivo da nekoliko ispitanika (ispitanik 3 - 299 mg/dan i ispitanik 13 - 244 mg/dan) prekoračuje ADI vrijednosti. Kako se nitrati, koji mogu imati negativno djelovanje na ljudsko zdravlje, najvećim dijelom nalaze u mesu i mesnim proizvodima, takav unos (viši od ADI) ne smatra se štetnim. Unos mesa i mesnih proizvoda je kod ispitanika 0 % (kod vegetarijanaca) i 5,7 % (kod svejeda) ukupnog unosa nitrata, što je zadovoljavajuće.

Uspoređujući literaturu i unos nitrata kod ispitanika, literaturne procjene unosa nitrata su ili nešto niže, ili nešto više od onih u ovome radu. Jedno istraživanje procjenjuje da je dnevni unos nitrata kod ženskih osoba 74,1 mg (procijenjeno pomoću upitnika o učestalosti konzumiranja hrane, eng. food frequency questionnaire, FFQ), dok drugo da je prosječan dnevni unos nitrata 266 mg (također procijenjeno pomoću upitnika o učestalosti konzumiranja hrane, pri čemu su sudjelovala oba spola)<sup>50</sup>. Razlog za postojanje razlika može biti to što je u ovome radu sudjelovalo samo 16 ispitanika, pa bi vrijednosti mogle biti drugačije da ih je bilo više. Također, u ovom radu su sudjelovali ispitanici samo jednog spola, u dobi od 20 do 28 godina, što nije reprezentativno za cjelokupnu populaciju. Još jedna razlika između većine literaturnih radova i ovog rada je korištena dijetetička metoda. U pronađenoj literaturi se uglavnom koristi upitnik o učestalosti konzumiranja hrane, dok je u ovom radu korištena metoda bila 7-dnevni dnevnik prehrane. Kod dnevnika prehrane, bilježi se dnevni (tjedni) unos hrane i ta metoda se temelji na stvarnim obrocima. S druge strane, upitnik o učestalosti konzumiranja bilježi uobičajen unos neke hrane i temelji se na popisu hrane koji već postoji. Prednosti korištenja FFQ-a prilikom procjene unosa nitrata su nešto manje opterećenje ispitanika (više ispitanika pristaje na sudjelovanje), a korištenja dnevnika prehrane stvaran unos bez oslanjanja na pamćenje ili procjenu. S obzirom na to da se u dnevniku prehrane upisuje realan unos hrane, može se zaključiti da je ta metoda nešto točnija za procjenu unosa nitrata. Ipak, postoji nedostatak da ispitanici mogu slučajno ili namjerno promijeniti prehrambene navike prilikom vođenja dnevnika.

## 5. ZAKLJUČAK

1. Kako kod svejeda, tako i kod vegetarijanaca, povrće je glavni izvor nitrata iz hrane. Kod vegetarijanaca povrće doprinosi s 85 %, a kod svejeda s 86 % ukupnog unosa nitrata.
2. Prosječan dnevni unos nitrata kod ženskih osoba u dobi od 20 do 28 godina je 128 mg za vegetarijance, odnosno 101 mg za svejede, pri čemu vegetarijanci u prosjeku unose nešto više nitrata, najviše zbog veće konzumacije povrća i proizvoda od soje.
3. Kada povrće čini glavninu unosa nitrata iz hrane, vjerojatno ne postoji opasnost za ljudsko zdravlje, jer ono sadrži tvari koje inhibiraju nastajanje kancerogenih spojeva N-nitrozamina.
4. Potencijalno kancerogeno djelovanje nitrata iz prerađenih mesnih proizvoda (u kojima se nalaze kao aditivi) je moguće spriječiti konzumacijom askorbinske kiseline, odnosno vitamina C, koji se u znatnim količinama nalazi u voću i povrću.
5. Izrađena baza podataka služi za iščitavanje količine nitrata u raznim namirnicama, što može poslužiti za definiranje preporuka i prehrambenih smjernica za nitrate, kojih je trenutno vrlo malo.
6. Područja primjene baze podataka s količinom nitrata su razna; od smanjenja rizika obolijevanja od raka i kardiovaskularnih bolesti (bolnice, nacionalni projekti, itd.), do boljeg izvođenja vježbi kod sportaša (natjecanja, treninzi dužeg intenziteta, itd.).

## 6. POPIS LITERATURE

---

<sup>1</sup> Inoue-Choi M, Virk-Baker MK, Aschebrook-Kilfoy B, Cross AJ, Subar AF, Thompson FE, i sur. (2016) Development and calibration of a dietary nitrate and nitrite database in the NIH-AARP Diet and Health Study. *Public Health Nutr.* **19**, 1934–1943.

<https://doi.org/10.1017/S1368980015003407>

<sup>2</sup> Bogovski P, Bogovski S (1981) Animal Species in which N-nitroso compounds induce cancer. *Int J Cancer* **27**, 471-4. 10.1002/ijc.2910270408

<sup>3</sup> Inoue-Choi M, Jones RR, Anderson KE, Cantor KP, Cerhan JR, Krasner S, i sur. (2015) Nitrate and nitrite ingestion and risk of ovarian cancer among postmenopausal women in Iowa. *Int J Cancer* **137**, 173-82. 10.1002/ijc.29365

<sup>4</sup> Jones AM (2014) Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports Med.* **44**, 35-45. 10.1007/s40279-014-0149-y

<sup>5</sup> Saternos HC, AbouAlaiwi W A (2018) Signaling interplay between primary cilia and nitric oxide: A mini review. *Nitric oxide* **80**, 108–112. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2018.08.003>

<sup>6</sup> Ahanchi SS, Tsihlis ND, Kibbe MR (2007) The role of nitric oxide in the pathophysiology of intimal hyperplasia. *J. Vasc. Surg.* **45** Suppl A, A64–A73.

<https://doi.org/10.1016/j.jvs.2007.02.027>

<sup>7</sup> Jones AM, Vanhatalo A, Seals DR, Rossman MJ, Pikhova B, Jonvik KL (2021) Dietary Nitrate and Nitric Oxide Metabolism: Mouth, Circulation, Skeletal Muscle, and Exercise Performance. *Med Sci Sports Exerc* **53**, 280-294. 10.1249/MSS.0000000000002470

<sup>8</sup> EFSA (2017) EFSA confirms safe levels for nitrites and nitrates added to food. EFSA-European Food Safety Authority, <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/170615>.  
Pristupljeno 7. srpnja 2022.

- 
- <sup>9</sup> Mirvish SS, Grandjean AC, Reimers KJ, Connelly BJ, Chen SC, Morris CR i sur. (1998) Effect of ascorbic acid dose taken with a meal on nitrosoproline excretion in subjects ingesting nitrate and proline. *Nutr Cancer*. **31**, 106-10. 10.1080/01635589809514688
- <sup>10</sup> Hord NG, Tang Y, Bryan NS (2009) Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *Am J Clin Nutr* **90**, 1–10.  
<https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.27131>
- <sup>11</sup> Blekkenhorst LC, Prince RL, Ward NC, Croft KD, Lewis JR, Devine A, i sur. (2017) Development of a reference database for assessing dietary nitrate in vegetables. *Mol. Nutr. Food Res*. **61**, 8. 10.1002/mnfr.201600982
- <sup>12</sup> Wang Y, Chen W, Zhou J, Wang Y, Wang H, Wang Y (2022). Nitrate Metabolism and Ischemic Cerebrovascular Disease: A Narrative Review. *Front. Neurol* **13**, 735181.  
<https://doi.org/10.3389/fneur.2022.735181>
- <sup>13</sup> Ivy JL (2019) Inorganic Nitrate Supplementation for Cardiovascular Health. *Methodist Debaquey Cardiovasc J*. **15**, 200–206. 10.14797/mdcj-15-3-200
- <sup>14</sup> Bahadoran Z, Ghasemi A, Mirmiran P, Azizi F, Hadaegh F (2015) Beneficial effects of inorganic nitrate/nitrite in type 2 diabetes and its complications. *Nutr Metab* **12**, 16.  
<https://doi.org/10.1186/s12986-015-0013-6>
- <sup>15</sup> Ohtake K, Nakano G, Ehara N, Sonoda K, Ito J, Uchida, H i sur. (2015) Dietary nitrite supplementation improves insulin resistance in type 2 diabetic KKA(y) mice. *Nitric oxide* **44**, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2014.11.009>
- <sup>16</sup> Bondonno CP, Dalgaard F, Blekkenhorst LC, Murray K, Lewis JR, Croft KD, i sur. (2021) Vegetable nitrate intake, blood pressure and incident cardiovascular disease: Danish Diet, Cancer, and Health Study. *Eur. J. Epidemiol*. **36**, 813–825. <https://doi.org/10.1007/s10654-021-00747-3>
- <sup>17</sup> Štalić Z, Sorić M, Mišigoj-Duraković M (2022) Sportska prehrana, 2. izd., Znanje,

<sup>18</sup> Curtis KJ, O'Brien KA, Tanner RJ, Polkey JI, Minnion M, Feelisch M i sur. (2015) Acute Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance in COPD: A Double-Blind, Placebo-Controlled, Randomised Controlled Pilot Study. *PloS one* **10**.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144504>

<sup>19</sup> Kovačević D, Mastanjević K, Ćosić K, Pleadin J (2016) Količina nitrita i nitrata u mesnim proizvodima s hrvatskog tržišta. *Meso* **18**, 40-46.

<sup>20</sup> Pravilnik (2010) Pravilnik o prehrambenim aditivima. Narodne novine 62, Zagreb.  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010\\_05\\_62\\_1981.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_05_62_1981.html) Pristupljeno 3. srpnja 2022.

<sup>21</sup> Jakszyn P, Gonzalez CA (2006) Nitrosamine and related food intake and gastric and oesophageal cancer risk: a systematic review of the epidemiological evidence. *World J Gastroenterol* **12**, 4296-303. 10.3748/wjg.v12.i27.4296

<sup>22</sup> Karwowska M, Kononiuk A (2020) Nitrates/Nitrites in Food-Risk for Nitrosative Stress and Benefits. *Antioxidants* **9**, 241. <https://doi.org/10.3390/antiox9030241>

<sup>23</sup> Pavlinić Prokurica I, Bevardi M, Marušić N, Vidaček, S, Kolarić Kravar S, Medić H (2010) Nitriti i nitrati kao prekursori N-nitrozamina u paštetama u konzervi. *Meso* **12**, 322-332.

<sup>24</sup> Chow CK, Hong CB (2002) Dietary vitamin E and selenium and toxicity of nitrite and nitrate. *Toxicology* **180**, 195-207. 10.1016/s0300-483x(02)00391-8

<sup>25</sup> Ewing MC, Mayon-White RM (1951) CYANOSIS IN INFANCY FROM NITRATES IN DRINKING-WATER. *Lancet* **257**, 931-934. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(51\)92450-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(51)92450-6)

<sup>26</sup> Schmidt EL (1956) Soil Nitrification and Nitrates in Waters. *Public Health Rep* **71**, 497-503.



---

<sup>27</sup> Faucett RL, Miller HC (1946) Methemoglobinemia occurring in infants fed milk diluted with well water of high nitrate content. *J. Pediatr.* **29**, 593-596.

[https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(46\)80126-4](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(46)80126-4)

<sup>28</sup> Tubiash HS (1952) The equivocal effect of nitrates on the presumptive test of bacteriologically nonpotable waters. *Am. J. Public Health* **42**, 1062-5.

10.2105/ajph.42.9.1062

<sup>29</sup> O'Hara PJ, Fraser AJ (1975) Nitrate poisoning in cattle grazing crops. *N Z Vet J* **23**, 45-53.

10.1080/00480169.1975.34192

<sup>30</sup> Raake W, Lörcher W (1975) Nitrat-Nitritvergiftung beim Rind Ursachen, klinische Symptome und Therapievorschläge [Nitrate-nitrite poisoning in cattle. Causes, clinical symptoms and therapy suggestions]. *Tierarztl. Prax. Suppl.* **3**, 27–35.

<sup>31</sup> Fraser P, Chilvers C (1981) Health aspects of nitrate in drinking water. *Sci. Total Environ.* **18**, 103-116. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(81\)80053-8](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(81)80053-8)

<sup>32</sup> Stephany RW, Schuller PL (1980) Daily dietary intakes of nitrate, nitrite and volatile N-nitrosamines in the Netherlands using the duplicate portion sampling technique. *Oncology* **37**, 203–210. <https://doi.org/10.1159/000225437>

<sup>33</sup> Eisenbrand G, Spiegelhalter B, Preussmann R (1980) Nitrate and nitrite in saliva.

*Oncology* **37**, 227–231. <https://doi.org/10.1159/000225441>

<sup>34</sup> Lowenfels AB, Tuyns AJ, Walker EA, Roussel A (1978) Nitrite studies in oesophageal cancer. *Gut* **19**, 199-201. <http://dx.doi.org/10.1136/gut.19.3.199>

<sup>35</sup> Clarke KW, Gray D, Hampton JR (1994) Implication of prescriptions for nitrates: 7 year follow up of patients treated for angina in general practice. *Heart* **71**, 38-40.

<http://dx.doi.org/10.1136/hrt.71.1.38>

- 
- <sup>36</sup> Levallois P, Phaneuf D (1994) La contamination de l'eau potable par les nitrates : analyse des risques à la santé. *Can. J. Public Health* **85**, 192–196.  
<http://www.jstor.org/stable/41991145>
- <sup>37</sup> McKnight, G M; Duncan, C W; Leifert, C; Golden, M H (1999) Dietary nitrate in man: friend or foe?. *Br. J. Nutr.* **81**, 349-358. <https://doi.org/10.1017/s000711459900063x>
- <sup>38</sup> Addiscott TM, Benjamin N (2004) Nitrate and human health. *Soil Use Manag* **20**, 98-104.  
[10.1079/SUM2004256](https://doi.org/10.1079/SUM2004256)
- <sup>39</sup> Affourtit C, Bailey SJ, Jones AM, Smallwood MJ, Winyard PG (2015) On the mechanism by which dietary nitrate improves human skeletal muscle function. *Front. Physiol.* **6**, 211.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00211>
- <sup>40</sup> Rienks JN, Vanderwoude AA, Maas E, Blea ZM, Subudhi AW (2015) Effect of Beetroot Juice on Moderate-Intensity Exercise at a Constant Rating of Perceived Exertion. *Int J Exerc Sci.* **8**, 277–286.
- <sup>41</sup> Kuhnle GG, Luben R, Khaw KT, Feelisch M (2017) Sulfate, nitrate and blood pressure - An EPIC interaction between sulfur and nitrogen. *Pharmacol. Res* **122**, 127–129.  
<https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.06.006>
- <sup>42</sup> Said Abasse K, Essien EE, Abbas M, Yu X, Xie W, Sun J, i sur. (2022) Association between Dietary Nitrate, Nitrite Intake, and Site-Specific Cancer Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* **14**, 666. <https://doi.org/10.3390/nu14030666>
- <sup>43</sup> Lee DY, Lee SY, Jo C, Yoon Y, Jeong JY, Hur SJ (2021) Effect on health from consumption of meat and meat products. *J. Anim. Sci.* **63**, 955–976. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e101>
- <sup>44</sup> Caballero B, Finglas P, Toldra F (2015) Vegetarian Diets. U: Encyclopedia of Food and Health, Elsevier, vol 5, str. 401.

---

<sup>45</sup> CAPNUTRA (2018) ATLAS NAMIRNICA I GOTOVIIH JELA SA BALKANSKOG PODRUČJA. CAPNUTRA-Capacity Development in Nutrition, [https://www.capnutra.org/wp-content/uploads/2021/05/Food\\_atlas\\_CAPNUTRA.pdf](https://www.capnutra.org/wp-content/uploads/2021/05/Food_atlas_CAPNUTRA.pdf). Pristupljeno 4. svibnja 2022.

<sup>46</sup> Griesenbeck JS, Steck MD, Huber JC, Sharkey JR, Rene AA, Brender JD (2009) Development of estimates of dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines for use with the short willet food frequency questionnaire. *Nutr J* **8**, 16. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-8-16>

<sup>47</sup> HAH (2016) ZNANSTVENO MIŠLJENJE o riziku od nitrata iz povrća. HAH-Hrvatska agencija za hranu, <https://www.hah.hr/wp-content/uploads/2015/10/znanstveno-misljenje-o-riziku-od-nitrata-iz-povrca.pdf>. Pristupljeno 1. svibnja 2022

<sup>48</sup> Salehzadeh H, Maleki A, Rezaee R, Shahmoradi B, Ponnet K (2020) The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. *PloS one* **15**. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227551>

<sup>49</sup> Jackson JK, Patterson AJ, MacDonald-Wicks LK, Bondonno CP, Blekkenhorst LC, Ward NC, i sur. (2018) Dietary Nitrate and Diet Quality: An Examination of Changing Dietary Intakes within a Representative Sample of Australian Women. *Nutrients* **10**, 1005. <https://doi.org/10.3390/nu10081005>

<sup>50</sup> Moazeni M, Heidari Z, Golipour S, Ghaisari L, Sillanpää M, Ebrahimi A (2020) Dietary intake and health risk assessment of nitrate, nitrite, and nitrosamines: a Bayesian analysis and Monte Carlo simulation. *Environ Sci Pollut Res* **27**, 45568–45580. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10494-9>

## Izjava o izvornosti

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

D. Valentić

Vlastoručni potpis