

Prehrambeni unos joda kod trudnica

Milos, Marija

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:109:035518>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**

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**

Marija Milos

PREHRAMBENI UNOS JODA KOD TRUDNICA

DIPLOMSKI RAD

Osijek, svibanj, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za ispitivanje hrane i prehrane
Katedra za prehranu
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij Znanost o hrani i nutricionizam**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti**Znanstveno polje:** Nutricionizam**Nastavni predmet:** Dijetoterapija**Tema rada** je prihvaćena na I. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2022./2023. održanoj 31. listopada 2022.**Mentor:** izv. prof. dr. sc. *Ines Banjari***Komentor:** doc. dr. sc. *Marina Ferenac Kiš***Prehrambeni unos joda kod trudnica***Marija Milos, 0113141954***Sažetak:**

Jod je mikronutrijent i element u tragovima od ključne važnosti za zdravlje i dobrobit svih pojedinaca. Esencijalna je komponenta hormona štitnjače tiroksina i trijodtironina koji reguliraju važne biokemijske reakcije, uključujući sintezu proteina i enzimsku aktivnost. Cilj ovog diplomskog rada bio je analizirati prehrambeni unos joda i koncentraciju joda u urinu trudnica pred termin poroda. U istraživanju je sudjelovalo 27 ispitanica koje su ispunile opći upitnik o sociodemografskim karakteristikama i semikvantitativni upitnik o učestalosti konzumacije hrane koja je najvažniji prehrambeni izvor joda te je iz uzoraka urina spektrofotometrijski određena koncentracija joda. Pet ispitanica ima potvrđenu bolest štitnjače. Nizak urinarni jod je zabilježen kod 75 % ispitanica, dok je 25 % ispitanica unutar referentnog raspona. Ispitanice premašuju prehrambeni unos joda za čak 2,8 odnosno 2,3 puta u odnosu na preporučeni unos joda. Najveći doprinos dnevnom unosu joda dolazi iz suhomesnatih proizvoda, oslića, bijelog kruha i jogurta, dok od hrane bogate goitrogenim tvarima ispitanice najviše konzumiraju kupus i kelj. Urinarna koncentracija joda i prehrambeni unos joda ne koreliraju statistički značajno. Viša urinarna koncentracija joda povezana je s nižim TSH, a mlađe ispitanice imaju viši prehrambeni unos joda. Ispitanice koje su pred porod bile u kategoriji pretilih imale su statistički značajno više koncentracije joda u urinu u usporedbi s onima povećane tjelesne mase ili normalno uhranjenima.

Ključne riječi: Jod; štitnjača; trudnice; prehrana**Rad sadrži:** 46 stranica
20 slika
9 tablica
0 priloga
51 literaturna referenca**Jezik izvornika:** hrvatski**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

- | | |
|---|---------------|
| 1. prof. dr. sc. <i>Tomislav Klapac</i> | predsjednik |
| 2. izv. prof. dr. sc. <i>Ines Banjari</i> | član-mentor |
| 3. doc. dr. sc. <i>Marina Ferenac Kiš</i> | član-komentor |
| 4. prof. dr. sc. <i>Ivica Strelec</i> | zamjena člana |

Datum obrane: 11. svibnja 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 Food and Nutrition Research
Subdepartment of Nutrition
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Food Science and Nutrition

Scientific area: Biotechnical sciences

Scientific field: Nutrition science

Course title: Diet therapy

Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. I held on October 31, 2022.

Mentor: *Ines Banjari*, PhD, associate prof.

Technical assistance: *Marina Ferenac Kiš*, PhD, assistant prof.

Dietary Iodine Intake Among Pregnant Women

Marija Milos, 0113141954

Summary:

Iodine is a micronutrient and a trace element of critical importance for health and well-being. It is an essential component of the thyroid hormones, thyroxine and triiodothyronine, which regulate important biochemical reactions, including protein synthesis and enzyme activity. The aim of this research was to analyse dietary intake of iodine and urinary iodine concentration in pregnant women at term. A general questionnaire on sociodemographic data and a semi-quantitative food frequency questionnaire for iodine food sources were completed by 27 pregnant women. A spectroscopic method was used to determine urinary iodine concentration. Five pregnant women had thyroid disease. Urinary iodine was low in 75 % subjects, while 25 % had concentrations within the reference range. Consumption of dietary iodine was 2.8 and 2.3 times higher than the recommended intake. Foods with the highest contribution include dried meat products, hake, white bread and yogurt, while cabbage and kale are the main sources of goitrogens. No correlation was found between urinary and dietary iodine. Higher urinary iodine correlates with lower TSH and younger pregnant women had a higher dietary iodine consumption. Pregnant women who were obese at term had a significantly higher urinary iodine in comparison to overweight and normal weight pregnant women.

Key words: Iodine; thyroid gland; pregnant women; diet

Thesis contains: 46 pages
20 figures
9 tables
0 supplements
51 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | | |
|----|--|--------------|
| 1. | <i>Tomislav Klavec</i> , PhD, prof. | chair person |
| 2. | <i>Ines Banjari</i> , PhD, associate prof. | mentor |
| 3. | <i>Marina Ferenac Kiš</i> , PhD, assistant prof. | co-mentor |
| 4. | <i>Ivica Strelec</i> , PhD, prof. | stand-in |

Defense date: May 11, 2023

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

Zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Ines Banjari na motivaciji, podršci, stalnoj dostupnosti, savjetima i stručnoj pomoći tijekom pisanja ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem svojoj obitelji, sestri Ivani te braći Josipu i Anti što mi nisu dali da odustanem i što su uvijek vjerovali u mene.

Posebno se zahvaljujem svojoj najboljoj prijateljici Barbari bez koje ništa od ovoga ne bi bilo moguće, koja mi je sve ove godine bila najveći oslonac, podrška i snaga.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. JOD I ŠTITNJAČA.....	4
2.2. BOLESTI ŠTITNJAČE	4
2.3. METABOLIZAM JODA, SINTEZA I DJELOVANJE HORMONA ŠTITNJAČE	6
2.4. JOD U HRANI.....	10
2.5. ULOGA JODA U TRUDNOĆI.....	14
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1. CILJ RADA	18
3.2. ISPITANICI I METODE	18
3.2.1. Ispitanici.....	18
3.2.2. Metode.....	18
3.3. OBRADA PODATAKA	20
4. REZULTATI I RASPRAVA	21
4.1. OSNOVNI SOCIODEMOGRAFSKI PODACI I ZDRAVSTVENO STANJE ISPITANICA	22
4.2. OPĆE PREHRAMBENE I ŽIVOTNE NAVIKE ISPITANICA	26
4.3. PREHRAMBENI UNOS JODA ISPITANICA	30
4.4. KONCENTRACIJA JODA U URINU I POVEZNICA S PREHRAMBENIM UNOSOM JODA ISPITANICA	36
5. ZAKLJUČCI	39
6. LITERATURA	41

Popis oznaka, kratica i simbola

T₃ – trijodtironin

T₄ – tiroksin

TSH – tireotropin (eng. *Thyroid Stimulating Hormone*)

NIH – Nacionalni zdravstveni instituti Sjedinjenih Američkih Država (eng. *National Institutes of Health*)

TPO – tiroidna peroksidaza

H₂O₂ – vodikov peroksid

MIT – monojodtirozin

DIT – diiodotirozin

Tg – tireoglobulin

FT₃ – slobodni trijodtironin (eng. *free triiodothyronine*)

FT₄ – slobodni tiroksin (eng. *free thyroxine*)

TBG – globulin koji veže tiroksin (eng. *thyroxine-binding globulin*)

TRH – hormon koji oslobađa tireotropin (engl. *thyrotropin releasing hormone*)

HPT – os hipotalamus – hipofiza – štitnjača (engl. *Hypothalamic-pituitary-thyroid axis*)

WHO – Svjetska zdravstvena organizacija (eng. *World Health Organization*)

FAO – Organizacija za prehranu i poljoprivredu (eng. *Food and Agriculture Organization*)

EFSA – Europska agencija za sigurnost hrane (eng. *European Food Safety Authority*)

NNR – Nordijske nutritivne preporuke (eng. *Nordic Nutrition Recommendations*)

HZJZ – Hrvatski zavod za javno zdravstvo

AI – adekvatni unos (eng. *Adequate Intake*)

RDA – preporučeni dnevni unos (eng. *Recommended Dietary Allowance*)

IDD – bolesti uzrokovane nedostatkom joda (eng. *Iodine Deficiency Disorders*)

BMI – indeks tjelesne mase (eng. *Body Mass Index*)

1. UVOD

Jod je mikronutrijent i element u tragovima od ključne važnosti za zdravlje i dobrobit svih pojedinaca. Esencijalna je komponenta hormona štitnjače tiroksina (T_4) i trijodtironina (T_3). Oni reguliraju važne biokemijske reakcije uključujući sintezu proteina i enzimsku aktivnost. Osim toga, neophodni su za pravilan razvoj kostura i središnjeg živčanog sustava kod fetusa i dojenčadi. Unos dovoljne količine joda važan je za sve dobne skupine, ali posebno za dojenčad i trudnice (Kayes i sur., 2022; NIH, 2022).

Potrebe za jodom u trudnoći povećavaju se za otprilike 50 %, što ovu populaciju potencijalno dovodi do stanja nedostatka joda. Nedostatak joda u trudnoći vodeći je uzrok mentalne retardacije djece u cijelom svijetu. Učinci ozbiljnog nedostatka joda na razvoj fetusa dobro su poznati, dok to nije slučaj s učincima blagog do umjerenog nedostatka joda. Pretpostavlja se da blagi nedostatak joda u trudnoći može rezultirati nižim kvocijentom inteligencije kod djece, ali i povećati rizik od perinatalnih komplikacija. Poremećaj funkcija štitnjače uzrokovan nedostatkom joda kod majke povezan je s oštećenjima intelektualnih i bihevioralnih funkcija kod djece (Carreto-Molina i sur., 2012).

Teški nedostatak joda danas je rijedak zbog jodiranja soli koje je široko rasprostranjeno, ali blagi do umjereni nedostatak joda zabilježen je u velikom broju razvijenih zemalja. Poznavanje izvora joda u hrani, piću i dodacima prehrani važno je za razumijevanje unosa, kao i sprječavanja razvoja bolesti (Ershow i sur., 2018).

Cilj ovog diplomskog rada bio je analizirati prehrambeni unos joda i koncentraciju joda u urinu trudnica pred termin poroda.

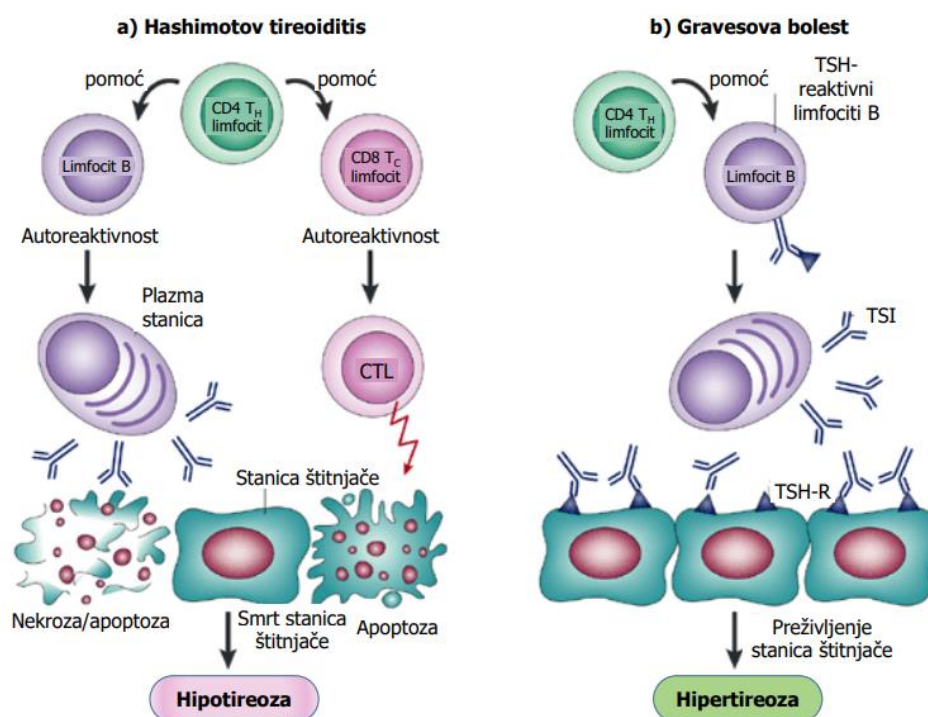
2. TEORIJSKI DIO

2.1. JOD I ŠTITNJAČA

Trijodtironin i tiroksin reguliraju važne biokemijske reakcije uključujući sintezu proteina i enzimsku aktivnost. Neophodni su i za pravilan razvoj kostura i središnjeg živčanog sustava kod fetusa i dojenčadi. Shodno tome, dovoljna količina joda važna je za sve dobne skupine, ali posebno za dojenčad i trudnice. Tireotropin (TSH) je hormon koji stimulira štitnjaču i njezin je primarni regulator. TSH luči hipofiza kako bi kontrolirala proizvodnju i izlučivanje hormona štitnjače i na taj način štiti tijelo od hipo- i hipertireoze. Lučenje TSH povećava unos joda u štitnjaču i stimulira sintezu i otpuštanje T_3 i T_4 . Kod nedostatne količine joda razine TSH ostaju povišene, što dovodi do guše, odnosno povećanja štitnjače. U stanju guše tijelo pokušava „dohvatiti“ više joda iz cirkulacije i proizvesti hormone štitnjače (NIH, 2022).

2.2. BOLESTI ŠTITNJAČE

Hipertireoza je stanje organizma u kojem dolazi do povećanog stvaranja i izlučivanja hormona štitnjače. Gravesova bolest, poznata i pod nazivom Basedowljeva bolest, smatra se najčešćim uzrokom pojave hipertireoze. Bolest je u klasičnom obliku okarakterizirana hipertrofijom štitnjače (difuznom gušom). Osim Gravesove bolesti, kao jedne od najčešćih autoimunih poremećaja, hipertireoza se može pojaviti i zbog Hashimotovog tireoiditisa, iako se taj oblik bolesti češće veže uz hipotireozu. Obje autoimune bolesti su organo-specifične i uzrokovane djelovanjem limfocita. Općenito, kod Hashimotovog tireoiditisa T limfociti se infiltriraju u štitnjaču, dok su B limfociti uključeni u patofiziologiju Gravesove bolesti (**Slika 1**) (Shin i sur., 2009). Kod Hashimotovog tireoiditisa dolazi do stvaranja toksičnih čvorića koji rastu u štitnoj žlijezdi i luče hormone štitnjače. Suprotno hipertireozu, hipotireozu karakterizira smanjeno stvaranje, lučenje i djelovanje hormona štitnjače (Šimunić, 2017).



Slika 1 Mehanizmi koji dovode do a) hipotireoze uzrokovane Hashimotovim tireoiditisom i b) hipertireoze uzrokovane Gravesovom bolešću (Šimunić, 2017)

Kronični umor, slabost, intolerancija na hladnoću, bezvoljnost, suha koža, porast tjelesne mase uz smanjen apetit, opstipacija te hrapav i dubok glas neki su od glavnih simptoma koji ukazuju na pojavu hipotireoze (Žmire, 2014; Kažinić Kreho, 2015). S druge strane, simptomi koji ukazuju na hipertireozu uključuju intoleranciju na toplinu, gubitak tjelesne mase uz povećan apetit, slabost, hipertenziju, bol u prsima, umor, nesanicu, anksioznost, nedostatak joda itd. (Shahid i sur., 2022).

Epidemiološka istraživanja u Sjedinjenim Američkim Državama pokazala su da je prevalencija hipertireoze otprilike 1,3 %, dok je hipotireoza češća s prevalencijom od 4,9 %. U područjima s dovoljnom količinom unesenog joda obje bolesti pretežito zahvaćaju žensku populaciju te mogu biti i do deset puta učestalije u žena, nego u muškaraca (Šimunić, 2017).

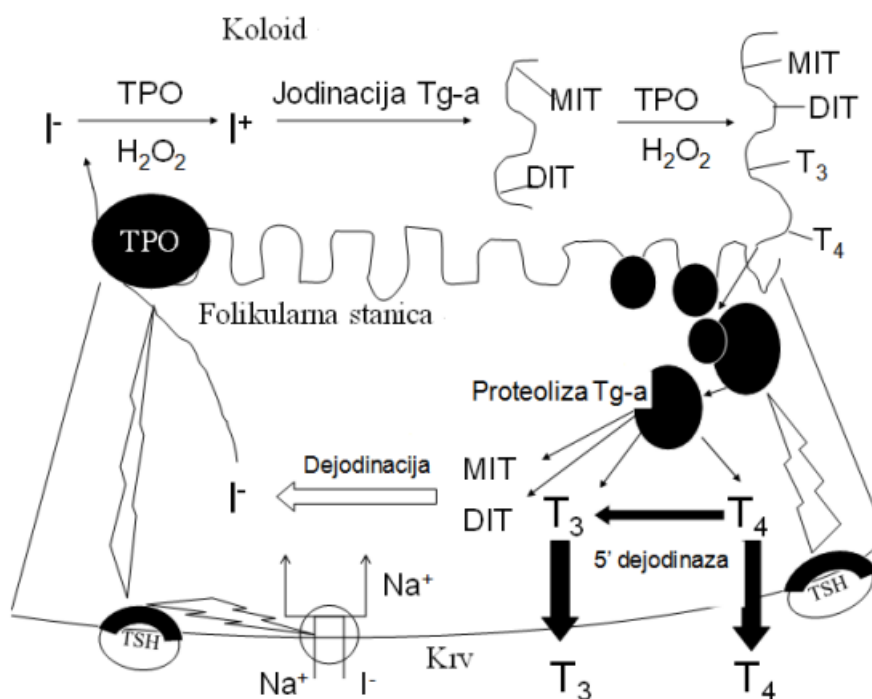
Gotovo jedna trećina svjetske populacije živi u područjima s nedostatkom joda. Unatoč velikim nacionalnim i međunarodnim naporima da se poveća unos joda, nedostatak joda novi je problem u industrijaliziranim zemljama za koje se prije smatralo da imaju dostatne količine

joda. Epidemiološke studije sugeriraju da 1 % muškaraca i 5 % žena ima klinički otkrivene čvorove u štitnjači i da učestalost raste s godinama i u populaciji s nedostatkom joda. U područjima bogatim jodom kongenitalna hipotireoza pogađa otprilike jedno novorođenče na 3500 – 4000 rođenih, a vrijednost probira kongenitalne hipotireoze u uzorcima krvi iz uboda pete je neispitana. Ne postoji odgovarajuće prospektivna, randomizirana, kontrolirana, dvostruko slijepa intervencijska studija za subkliničku bolest štitnjače (Vanderpump, 2019).

2.3. METABOLIZAM JODA, SINTEZA I DJELOVANJE HORMONA ŠTITNJAČE

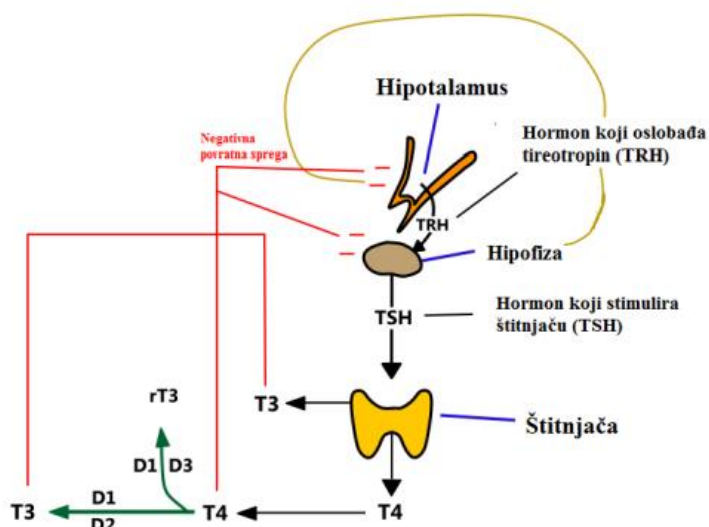
Jod se u prirodi nalazi u raznim oblicima: anorganske natrijeve i kalijeve soli (jodidi i jodati), anorganski dvoatomni jod (molekularni jod ili I₂) i organski jednoatomni jod.

U metabolizmu joda središnju ulogu ima štitnjača. Štitnjača je žlijezda koja se sastoji od više folikula obloženih folikularnim stanicama koje se nalaze na bazalnoj membrani. Folikuli su ispunjeni prozirnim viskoznom materijalom koji se naziva koloid i nazivamo ga tireoglobulin (Melse-Boonstra i Jaiswal, 2010).



Slika 2 Sinteza hormona štitnjače (Prpić, 2021)

Sinteza hormona štitnjače i metabolizam joda (**Slika 2**) započinje ulaskom jodida iz krvi u folikularnu stanicu uz pomoć Na^+/I^- sunosača (eng. *symporter*). Jodna pumpa omogućuje transport joda iz krvi u unutrašnjost folikularne stranice aktivnim transportom. Pri normalnoj funkciji štitnjače natrij/jod sunosač ima sposobnost nakupljanja iona joda u koncentraciji 20 do 50 puta većoj u odnosu na onu u krvnom serumu. Ionski nosač pendrin zadužen je za prijenos jodida iz stanica u lumen folikula kroz apikalnu membranu gdje se jod pretvara u oksidirani oblik (I^+) pomoću tiroidne peroksidaze (TPO) u prisutnosti vodikovog peroksida (H_2O_2). Po završetku oksidacije jod se veže na tirozinske ostatke na molekuli tireoglobulina (Tg), a taj proces naziva se organifikacija. Organifikaciju katalizira tiroidna peroksidaza koja se nalazi u području apikalne membrane stanice. TSH regulira sintezu tiroidne peroksidaze i stvaranje vodikovog peroksida. Nakon organifikacije nastaju monojodtirozin (MIT) i dijodotirozin (DIT) čijim spajanjem uz pomoć tiroidne peroksidaze nastaju trijodtironin i tiroksin. Otprilike trećina joda je sastavni dio T_4 i T_3 , a ostatak joda je sastavni dio MIT-a i DIT-a. Po završetku jodinacije tirozinskih ostataka i spajanja jodtirozina u joditronine Tg se pohranjuje u koloidu i tamo služi kao spremište hormona štitnjače. Takvi pohranjeni hormoni u koloidu mogu zadovoljiti potrebe odraslog čovjeka za hormonima do 3 mjeseca. Lučenje T_4 i T_3 u krv počinje povratkom Tg iz lumena folikula u tireocit procesom pinocitoze koja stimulira TSH. Nakon što Tg uđe u stanicu na njega se veže lizosom koji sadrži proteaze i nastaje fagolizosom koji migrira prema bazalnom dijelu tireocita gdje se odvija proteoliza, odnosno degradacija Tg. Degradacija Tg na manje podjedinice prethodi oslobađanju T_4 i T_3 u krv, a manji dio T_4 dejodinacijom u štitnjači prelazi u T_3 (Arežina, 2020; Prpić, 2021).

Os hipotalamus- hipofiza- štitnjača

Slika 3 Lučenje i kontrola hormona štitnjače (Prpić, 2021)

U cirkulaciju se dnevno iz štitnjače luči oko 130 nmol T_4 i oko 50 nmol T_3 . Ostatak T_3 nastaje dejodinacijom T_4 u T_3 djelovanjem enzima tipa I (D1) i tipa II (D2) 5' jodtironin dejodinaze koja se većinski odvija u ekstratireoidnim, odnosno perifernim tkivima. Dejodinaza tipa I nalazi se u štitnjači, bubregu i jetri, a D2 u skeletnim mišićima, središnjem živčanom sustavu i hipofizi. Dejodinaza tip III (D3) je 5' dejodinaza koja uklanja atom joda s unutarnjeg prstena i stvara reverzni T_3 (rT_3) i T_2 , odnosno inaktivne oblike hormona. Dejodinaza tip III nalazi se u koži, mozgu i placenti. T_4 se u manjoj mjeri u štitnjači pod djelovanjem D1 dejodinaze pretvara u T_3 . Jodtirozini se ne izlučuju u krv, nego dejodiniraju u štitnjači djelovanjem 5' dejodinaze, pri čemu se oslobađa jod. Oslobođeni jod se u perifernim tkivima i štitnjači ponovno koristi za sintezu hormona štitnjače, a neiskorišteni se izlučuje urinom i time metabolizam joda završava (Prpić, 2021).

Preko 99 % hormona štitnjače u krvi nalaze se vezani na prijenosne bjelančevine, dok se < 1 % nalaze u slobodnom, odnosno nevezanom obliku. Slobodni trijodtironin (FT_3) čini 0,2 % ukupnog hormona T_3 u krvi, a slobodni tiroksin (FT_4) 0,02 % ukupnog hormona T_4 . FT_3 i FT_4 biološki su aktivni slobodni hormoni i jedino oni mogu ući u stanice i djelovati na ciljna tkiva. Proteinski nosač na koji se vežu FT_3 i FT_4 jest globulin koji veže tiroksin (TBG) i on prenosi oko 75 % vezanih hormona. Transtiretin i albumin su ostale prijenosne bjelančevine koje prenose

15 % i oko 10 % vezanih hormona. Osim što prenose hormone štitnjače do ciljnog tkiva, prijenosne bjelančevine održavaju stalne koncentracije hormona u krvi. T_4 se ponaša kao prohormon i djeluje 3 – 8 puta slabije od T_3 , dok se u ciljnim tkivima dejodinacijom pretvara u T_3 pomoću 5' dejodinaze. Ulaskom FT_3 i FT_4 u stanice i njihovim vezanjem za receptore hormona štitnjače započinje njihovo djelovanje. Vezanjem hormona za receptore u jezgri ciljnih stanica dolazi do metaboličkog djelovanja hormona štitnjače, što se očituje regulacijom genske transkripcije u stanici čime nastaju proteini. Regulacija i nadzor proizvodnje hormona štitnjače iznimno su važni za održavanje konstantne i stabilne koncentracije hormona u krvi u vrlo uskim granicama. Funkcija štitnjače prvotno je kontrolirana djelovanjem hormona adenohipofize tireotropina koji djeluje unutar osi hipotalamus – hipofiza – štitnjača, HPT (**Slika 3**). Lučenje TSH iz hipotalamusa kontrolira hormon tireoliberin, odnosno hormon koji oslobađa tireotropin, TRH. Aktivnost HPT izrazito je osjetljiva na promjene koncentracije hormona štitnjače u krvi i zato mali porast ili pad koncentracije hormona štitnjače dovodi do kočenja ili pretjeranog lučenja TRH i TSH. Mehanizmom negativne povratne sprege između hipotalamusa, hipofize i štitnjače održava se stalna koncentracija hormona štitnjače u krvi. Najbitnija funkcija TSH očituje se u mehanizmima regulacije sinteze i lučenja hormona štitnjače – potiče transport joda u tireocite putem jodne pumpe, aktivnost TPO, jodiranje Tg i proteolizu Tg u folikulima (Prpić, 2021).

2.4. JOD U HRANI

Više od trećine svjetske populacije izloženo je nedostatnom unosu joda (Zbigniew, 2016).

Ljudi unose jod iz hrane te iz dodataka prehrani, a isti je prirodno prisutan u hrani koja raste ili se uzgaja u morskom okruženju (npr. riba i morske alge). Također, jod je prisutan u prehrambenim usjevima u koncentracijama koje ovise o sadržaju joda u tlu na kojem se uzgajaju. Ostala hrana ima male količine joda iz prirodnih izvora, ali zbog izravnog obogaćivanja sadrži veće količine joda (npr. sol, formule za dojenčad i zamjene za obrok). Stočna hrana s dodatkom joda potencijalno najviše doprinosi sadržaju joda u mlijeku i jajima. Uz to, jod se može unijeti u mlijeko izravno ili neizravno iz jodofora koji se koriste kao sredstva za umakanje vimena i sredstva za čišćenje (Dudusson i sur., 2016).

Preporuke za unos joda razlikuju se i među zemljama Europske Unije ovisno o tome ima li zemlja područja u kojima je zabilježen nedostatni unos joda. U Njemačkoj i Austriji u kojima postoje takva područja preporučene su više vrijednosti od onih koje preporučuje Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, eng. *World Health Organisation*)/Organizacija za prehranu i poljoprivredu (FAO, eng. *Food and Agriculture Organization*) ili Nordijske nutritivne preporuke (NNR, eng. *Nordic Nutrition Recommendations*). Preporuke za unos joda po Europskoj agenciji za sigurnost hrane (EFSA, eng. *European Food and Safety Authority*) daju vrijednosti za adekvatni unos (AI, eng. *Adequate Intake*) po dobnim skupinama. Preporučeni dnevni unos (RDA, eng. *Recommended Dietary Allowance*) prosječni je dnevni unos hranjive tvari koja je dovoljna da zadovolji potrebe gotovo svih zdravih osoba, odnosno njih 97 – 98 %. AI za hranjivu tvar uspostavlja se samo onda kada se RDA ne može utvrditi, stoga hranjiva tvar može imati RDA ili AI. AI se temelji na promatranom unosu hranjive tvari po skupini zdravih osoba (Karuza, 2022). U četrdeset europskih zemalja uvedeno je jodiranje soli kao preventivna mjera poremećajima koji nastaju zbog deficita joda (EFSA, 2014). EFSA definira AI joda po dobnim skupinama (**Tablica 1**), a WHO definira RDA (**Tablica 2**).

Tablica 1 Preporučeni dnevni unos joda prikazan kao adekvatni unos (AI) za oba spola prema dobnoj skupini (EFSA, 2016)

Dob	AI ($\mu\text{g}/\text{dan}$)	Trudnice i dojilje
7 – 12 mjeseci	70 μg	
1 – 10 godina	90 μg	
11 – 14 godina	120 μg	
15 – 17 godina	130 μg	
≥ 18 godina	150 μg	200 μg

Tablica 2 Preporučeni dnevni unos joda (RDA) za oba spola prema dobnoj skupini (WHO, 2014)

Dob	RDA ($\mu\text{g}/\text{dan}$)	Trudnice i dojilje
0 – 6 godina	90 μg	
7 – 12 godina	120 μg	
13 – 17 godina	150 μg	
≥ 18 godina	150 μg	250 μg

Svjetska zdravstvena organizacija svrstava nedovoljan unos joda među jedan od javnozdravstvenih problema, iako su i minimalne količine ovog elementa u tragovima dovoljne za održavanje balansa u organizmu (Duraković i sur., 2017).

Tablica 3 Količina joda u odabranim namirnicama (Karuza, 2022)

Namirnica	Približna količina joda po serviranju u µg
Bakalar, 85 g	99
Jogurt nižeg udjela masnoća, 227 g	71
Jodirana sol, 1 g	71
Mlijeko nižeg udjela masnoća, 227 g	56
Ribljí štapići, 85 g	54
Bijeli kruh, 2 kriške	45
Škampi, rakovi, 85 g	35
Jaje	24
Tunjevina u ulju, 85 g	17
Suhe šljive, 5 komada	13
Cheddar sir, 28 g	12
Smrznuti i kuhani grašak, 227 g	6
Sok od jabuke, 227 g	7

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji sva prehrambena sol koja se koristi u kućanstvu i preradi hrane treba biti obogaćena jodom (WHO, 2014).

Najvećim dijelom jod u organizam unosimo upravo putem soli, naročito kroz kuhinjsku sol koja je u današnje vrijeme sastavni dio većine kućanstava (Braverman i Leung, 2014; HZJZ, 2017). Smanjen unos soli preporučuje se u prevenciji ili liječenju kardiovaskularnih bolesti, međutim može doći i do previsokog unosa soli, a samim time i joda. Do toga dolazi zbog neadekvatnog jodiranja soli ili svakodnevnog nekontroliranog dodavanja soli u obroke, što ujedno dovodi i do smanjenja ili povišenja lučenja hormona štitnjače, što opet rezultira disbalansom metabolizma (Eastman i Zimmerman, 2018).

Kao što je prije spomenuto, jod se nalazi većinom u obliku jodida, 90 % u hrani, a 10 % u vodi. Količina joda u vodi značajno se razlikuje ovisno o geografskim područjima, dok u hrani varira između različitih grupa namirnica (**Tablica 3**). Namirnice iz mora koje su najznačajniji izvor joda

u hrani su ribe, muzgavci, školjkaši te morske alge, dok je po pitanju vode morska voda najbogatija jodom i sadrži 50 µg/L joda (Manousou i sur., 2019). Osim navedenih, u namirnice koje se smatraju dobrim izvorima joda su jaja, mlijeko i mliječni proizvodi, žitarice, zeleno lisnato povrće, soja, sezam, češnjak i repa (EFSA 2014; Douglas i sur., 2018). Kupusnjače sadrže glukozinolate čijom razgradnjom nastaju oksazolidini, tiocijanati i izotiocijanati koji, ukoliko se konzumiraju u velikoj količini, smanjuju transport joda u štitnjaču i/ili sintezu tiroksina. Količina glukozinolata može se smanjiti u pola kuhanjem kupusnjača u vodi samo 10 minuta (Hark i sur., 2014). Osim glukozinolata, određene tvari koje također djeluju limitirajuće na apsorpciju joda su hemaglutinin iz leguminoza (grah, soja, grašak) i cijanogeni glikozidi iz gorkih badema, sirka, sjemenki voća te sjemenki lana. Limitirajuće djeluju i nitrati, fluoridi, kalcij, magnezij, željezo, kobalt i mangan koji se većinskim dijelom unose vodom (Kawicka i sur., 2015). Cijanogeni glikozidi na apsorpciju joda utječu na način da ometaju organifikaciju joda i tako mogu uzrokovati ili pogoršati već postojeću gušavost i hipotireozu (Yarnell, 2007). Povišene vrijednosti fluorida inhibiraju transport joda te tako smanjuju njegovu apsorpciju. Kobalt u vodi inhibira vezanje jodida u štitnjači i njegov višak može uzrokovati gušu i smanjenu proizvodnju hormona štitnjače. Osim kobalta, dokazano je da je unos 2 g kalcija dnevno povezan sa smanjenim klirensom jodida u štitnjači što akutno i kronično smanjuje apsorpciju tiroksina (Sarnecka, 2016).

Nedostatak joda trenutno je vodeći uzrok oštećenja mozga u svijetu koji se može spriječiti te se procjenjuje da više od 2 milijarde ljudi ima nedostatan unos joda. Za rješavanje tog problema uspostavljene su dvije temeljne strategije koje uključuju univerzalno jodiranje soli i kontinuirani epidemiološki nadzor. Univerzalno jodiranje soli podrazumijeva da sva sol koja se koristi za prehranu ljudi (kuhinjska sol i prehrambena industrija) i stoke mora biti jodirana, dok se epidemiološki nadzor uglavnom sastoji od povremenog određivanja koncentracije joda u kuhinjskoj soli uz određivanje potrošnje joda koja se mjeri koncentracijom joda u mokraći (Carreto-Molina i sur., 2012).

2.5. ULOGA JODA U TRUDNOĆI

Uloga joda tijekom trudnoće od velike je važnosti jer ovaj halogen sudjeluje u razvoju središnjeg živčanog sustava tijekom embrionalnog, fetalnog i postnatalnog razvojnog stadija. Nedostatak joda dovodi do razvoja skupina bolesti koje se općenito nazivaju bolesti uzrokovane nedostatkom joda (IDD, eng. *Iodine Deficiency Disorders*) (Carreto-Molina i sur., 2012). Fetus koji u utrobi majke raste i razvija se s nedostatkom joda pod velikim je rizikom. Takva trudnoća može završiti pobačajem, mrtvorođenjem, urođenim anomalijama ili porodom djeteta niske porođajne mase. Novorođenčad majki s nedostatkom joda mogu razviti endemski kretinizam. Neurološki oblik endemskog kretinizma podrazumijeva tešku mentalnu retardaciju i povezuje se s cerebralnom diplegijom i gluhoćom. Takva djeca zaostala su u tjelesnom i mentalnom razvoju te imaju nizak kvocijent inteligencije (Ahad i Ganie, 2010).

Tijekom trudnoće dolazi do fizioloških promjena štitnjače od kojih su najznačajnije:

1. povećanje bubrežnog klirensa cirkulirajućeg joda uslijed porasta brzine globularne filtracije, čime je koncentracija joda u urinu povećana;
2. povećanje koncentracije serumskog TBG-a, pri čemu se smanjuje količina FT₄, a povećava količina TSH;
3. porast sinteze hormona štitnjače djelovanjem korionskog gonadotropina uslijed vezanja hormona štitnjače i aktivacije TSH receptora

Ova tri fenomena rezultiraju povećanjem cirkulirajućeg hormona štitnjače u trudnoći do 50 % u usporedbi sa ženama koje nisu trudne, a sve ove promjene u fiziologiji štitnjače tijekom trudnoće rezultiraju povećanim potrebama za jodom (Carreto-Molina i sur., 2010).

Studije su pokazale da nedostatak joda tijekom trudnoće može uzrokovati hipotiroksinemiju kod majke, što rezultira slabijim razvojem mozga djeteta. Dokazano je da je unos joda presudan u prva tri mjeseca trudnoće zato što majka transplacentarno prenosi tiroksin fetusu koji u posljednjem stadiju trudnoće može sintetizirati vlastiti hormon štitnjače (Carreto-Molina i sur., 2012). S tim u vezi, ukoliko prehrana trudnice ne sadrži odgovarajuću količinu joda, fetus ne može proizvoditi dovoljno tiroksina te dolazi do zaostajanja u fetalnom rastu i razvoju. Nedovoljna produkcija tiroksina može dovesti i do smrti fetusa ili novorođenčeta odmah po porodu (NIH Office of Dietary Supplements, 2022). Osim toga, provedeno je istraživanje o unosu joda kod trudnica s preeklampsijom (Carreto-Molina i sur., 2012). Rezultati su pokazali

niže koncentracije joda u urinu te trijodtironina i joda u serumu u usporedbi s drugim trudnicama. Razlog tomu je skladištenje joda u posteljici. Unatoč tome, koncentracija joda iz krvi pupkovine u žena s preeklampsijom bila je veća nego u zdravih trudnica, što pokazuje da opskrba fetusa jodom ne ovisi samo o majci već i o sposobnosti joda da prođe placentu i ugrađuje se u hormon štitnjače. Provedena su mnoga istraživanja diljem svijeta o unosu joda tijekom trudnoće i ustanovljeno je da čak i zemlje s programom univerzalnog jodiranja soli, kao što su Australija i Iran, nisu postigle obećavajuće rezultate (Carreto-Molina i sur., 2012). S druge strane, Švicarska i Sjedinjene Američke Države pokazale su znatno bolje rezultate iako nemaju program univerzalnog jodiranja soli (Carreto-Molina i sur., 2012). U navedenim državama rezultati su bolji zbog stalnih sustava praćenja u slučaju nedostatka joda koji omogućuju primjenu korektivnih mjera u svrhu povećanja unosa joda. Studije provedene u Meksiku pokazale su potrošnju joda čak iznad preporučenog unosa, a taj se podatak pripisuje razvoju opsežnog programa univerzalnog jodiranja soli (Carreto-Molina i sur., 2012). Trenutno je minimalna preporučena koncentracija joda za obogaćivanje kuhinjske soli 15 ppm, stoga za ženu koja nije trudna, a jedini joj je izvor joda kuhinjska sol, potrebno je 10 g kuhinjske soli dnevno kako bi se dosegao preporučeni dnevni unos (150 µg). To podrazumijeva konzumaciju približno 17 g kuhinjske soli za trudnicu kako bi njezin preporučeni dnevni unos od 250 µg bio dosegnut. S obzirom na trenutni svjetski trend smanjenja unosa soli po stanovniku na manje od 6 g/dan u svrhu prevencije kardiovaskularnih bolesti vrlo je važno adekvatno pratiti unos joda u trudnica. Nužno je da se dostatnost unosa joda ne ugrozi smanjenjem unosa soli te kao alternativu treba razmotriti povećanje minimalne koncentracije joda u kuhinjskoj soli ili uvođenje dodatne količine joda u vidu dodataka prehrani kod trudnica. Potreban je veći broj istraživanja u svim zemljama kako bi se identificirali obrasci unosa jodirane soli i procijenili drugi izvori joda u hrani i na taj način osigurao odgovarajući unos joda (Carreto-Molina i sur., 2012).

Prevalencija poremećaja pažnje i hiperaktivnosti veća je kod djece žena koje žive u područjima s nedostatkom joda u odnosu na one koje žive u regijama bogatim jodom. Kvocijenti inteligencije djece koja žive u područjima s ozbiljnim nedostatkom joda u prosjeku su 12,45 bodova niži od one koja žive u područjima s dovoljno joda i poboljšavaju se uz dodatak joda. U Španjolskoj, regiji s blagim nedostatkom joda, djeca s razinom joda u urinu > 100 µg/L imaju znatno više kvocijente inteligencije od one djece koja imaju razine joda u urinu niže od tog

praga. Iako su napori javnog zdravstva rezultirali povećanjem unosa joda prehranom tijekom posljednjih nekoliko desetljeća, nedostatak joda pogađa više od 2,2 milijarde pojedinaca i ostaje vodeći uzrok mentalne retardacije koji se može spriječiti u cijelom svijetu (Leung i sur., 2011).

U područjima s nedostatkom joda, kontrolirane studije su pokazale da nadoknada joda prije ili tijekom rane trudnoće eliminira nove slučajeve kretinizma, povećava porođajnu masu, smanjuje stope perinatalne smrtnosti i smrtnosti dojenčadi i općenito poboljšava razvojne pokazatelje male djece za 10 – 20 %. Blagi do umjereni nedostatak joda kod majke može uzrokovati disfunkciju štitnjače, ali ostaje neizvjesno hoće li narušiti kognitivnu i/ili neurološku funkciju djece. U gotovo svim regijama pogođenim nedostatkom joda, jodiranje soli je najisplativiji način unosa odgovarajuće količine joda i poboljšanja zdravlja majki i dojenčadi (Zimmerman, 2016).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. CILJ RADA

Cilj je bio regrutirati minimalno 25 trudnica koje su zaprimljene na Kliniku za ginekologiju i opstetriciju Kliničkog bolničkog centra Osijek do poroda. Provedeno je presječno opažajno istraživanje koje je odobrilo Etičko povjerenstvo Kliničkog bolničkog centra Osijek (Broj: R1/13151/2021 od 6. 10. 2021. godine).

3.2. ISPITANICI I METODE

3.2.1. Ispitanici

U istraživanju je sudjelovalo 27 ispitanica. Tri ispitanice nisu popunile upitnike u cijelosti, stoga su u konačnu analizu uključene 24 ispitanice.

3.2.2. Metode

3.2.2.1. Upitnici

Ispitanice su ispunile opći upitnik o sociodemografskim karakteristikama i semikvantitativni upitnik o učestalosti konzumacije hrane koja je najvažniji prehrambeni izvor joda, uključujući tip(ove) soli.

Upitnik o sociodemografskim karakteristikama uključivao je osobna pitanja (godina rođenja, bračni status, stručna sprema, zaposlenje, prihodi i sl.), kao i pitanja o zdravstvenom stanju te općim prehrambenim i životnim navikama.

Semikvantitativnim upitnikom koji se odnosio na period od zadnjih mjesec dana ispitana je konzumacija ukupno 49 namirnica, među kojima količina kuhinjske i/ili morske soli, morske ribe i morskih plodova, drugih mesnih proizvoda, ali i konzumacija hrane koja je bogata goitrogenima koji ometaju apsorpciju joda. Ponuđena učestalost konzumacije bila je: dva i više puta na dan, jednom na dan, 3 do 5 puta tjedno, 2 do 3 puta tjedno, jednom tjedno, 2 do 3 puta mjesečno, jednom mjesečno i rjeđe. Ispitanicama su ponuđene srednje veličine porcija, a one su na temelju njih procjenjivale jesu li konzumirale malu, srednju ili veliku porciju ponuđenih namirnica.

Na osnovi učestalosti konzumacije i veličine porcije računata je dnevna konzumacija ponuđenih namirnica iz koje se zatim računao prehrambeni unos joda. Sadržaj joda u pojedinim namirnicama preuzet je iz Frida tablica (Frida, 2022).

3.2.2.2. Određivanje koncentracije joda u urinu

Jod u urinu određen je spektrofotometrijskom metodom. S obzirom da se gotovo 90 % svog joda unesenog prehranom izlučuje urinom, urinarna količina joda smatra se dobrim biomarkerom recentnog prehrambenog unosa joda.

Metoda se provodi po sljedećem principu:

Urin se kuha s amonijevim persulfatom nakon čega nastali jodid reducira cerij amonij sulfat od žutog obojenja do obezbojenja, ovisno o količini prisutnog jodida. Koncentracija joda se izražava u $\mu\text{g/L}$ urina, a izračunava se preko standardne krivulje koja se radi u rasponu od 0 do 300 $\mu\text{g I}_2/\text{L}$). Očitavanje apsorbancije radi se na valnoj dužini od 420 nm.

Reagensi koji se koriste:

1. 1 M Amonij persulfat – 114,1 g amonij persulfata otapa se u 500 mL destilirane vode i otopinu se drži u tami.
2. 5 N H_2SO_4 – 139 mL koncentrirane sulfatne kiseline sipa se pažljivo u 700 mL destilirane vode, ohladi i dopuni do 1 L.
3. Arsenska kiselina – 20 g arsen (III) oksida i 50 g natrij klorida odvaži se u tikvicu od 2 L i doda 400 mL 5 N H_2SO_4 . Dodaje se voda do 1 L i otopi laganim mućkanjem, ohladi i dopuni vodom do 2 L te čuva na sobnoj temperaturi u tami.
4. Otopina cerij amonij sulfata – 48 g cerij amonij sulfata otopi se u 1 L 3,5 N H_2SO_4 (97 mL koncentrirane H_2SO_4 sipa se u 800 mL vode, ohladi i dopuni vodom do 1 L). Nakon toga otopina se drži u tami.

Osim toga, izrađuje se standardna krivulja. Štok otopina za izradu razrjeđenja sadrži 16,8 mg KIO_3/L vode te se naprave razrjeđenja u rasponu od 0 do 300 $\mu\text{g/L}$.

Jednadžba koja se koristi za izračun:

$$A = -0,0045 * X + 0,9822$$

Pri čemu je:

A – izmjerena apsorbancija

X – koncentracija joda u urinu u $\mu\text{g/L}$

Postupak:

Otpipetira se 250 μL urina u epruvetu te doda 1 mL 1 M otopine amonij persulfata, zatvori epruveta i kuha na vodenoj kupelji 60 minuta na 100 °C. Nakon toga ohladi se i doda 2,5 mL reagensa arsenske kiseline i ostavi stajati 15 minuta. Potom se doda 300 μL otopine cerij amonij sulfata i ostavi stajati 30 minuta. Nakon toga očita se apsorbancija na 420 nm. Uzorci se analiziraju u paraleli.

Isti postupak se primjenjuje i kod izrade kalibracijske krivulje, ali se uzima 250 μL otopine svakog razrjeđenja.

3.3. OBRADA PODATAKA

Statistička analiza provedena je pomoću programskog sustava Statistica, inačice 14 (StatSoft), dok je grafička obrada podataka odrađena pomoću MS Office Excel tablice (Microsoft).

Zbog malog broja ispitanika korišteni su neparametrijski statistički testovi uz odabranu razinu statističke značajnosti $\alpha = 0,05$.

Numeričke varijable prikazane su kao medijan i interkvartilni raspon uz prikaz raspona minimalne i maksimalne vrijednosti, osim ako nije drugačije navedeno. Kategoričke varijable prikazane su kao apsolutne frekvencije.

Za ispitivanje korelacija numeričkih varijabli korišten je Spearmanov test, dok je za usporedbu numeričkih varijabli između nezavisnih skupina korišten Mann-Whitneyev U test.

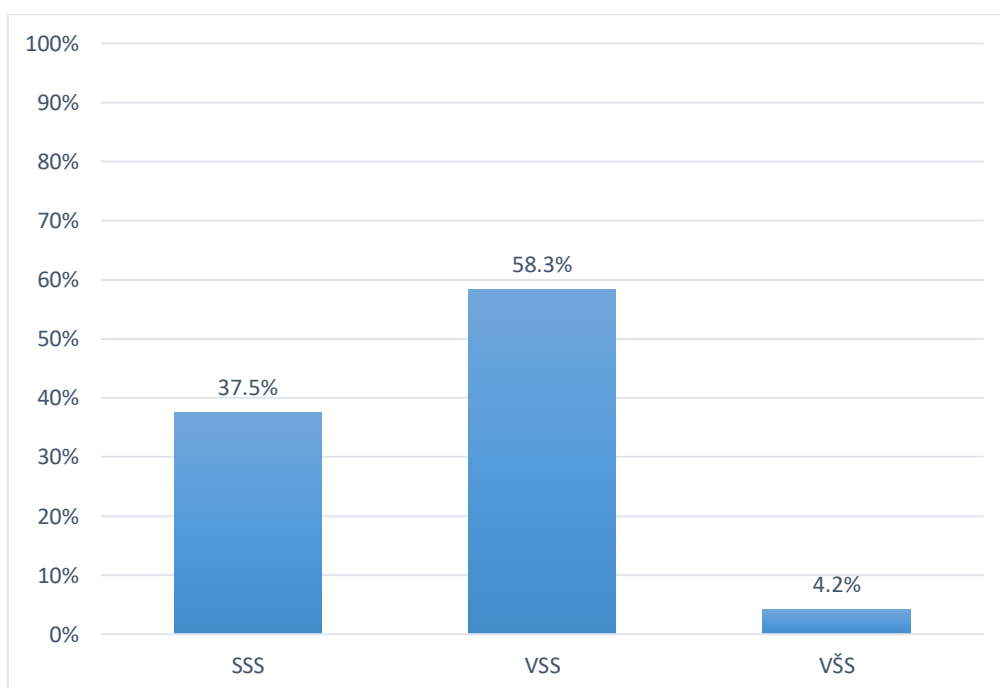
4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. OSNOVNI SOCIODEMOGRAFSKI PODACI I ZDRAVSTVENO STANJE

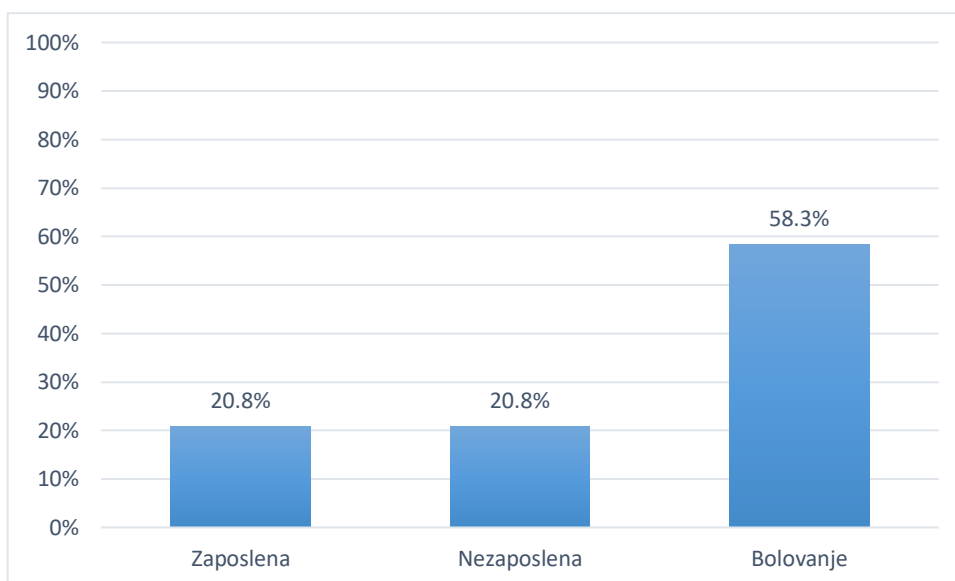
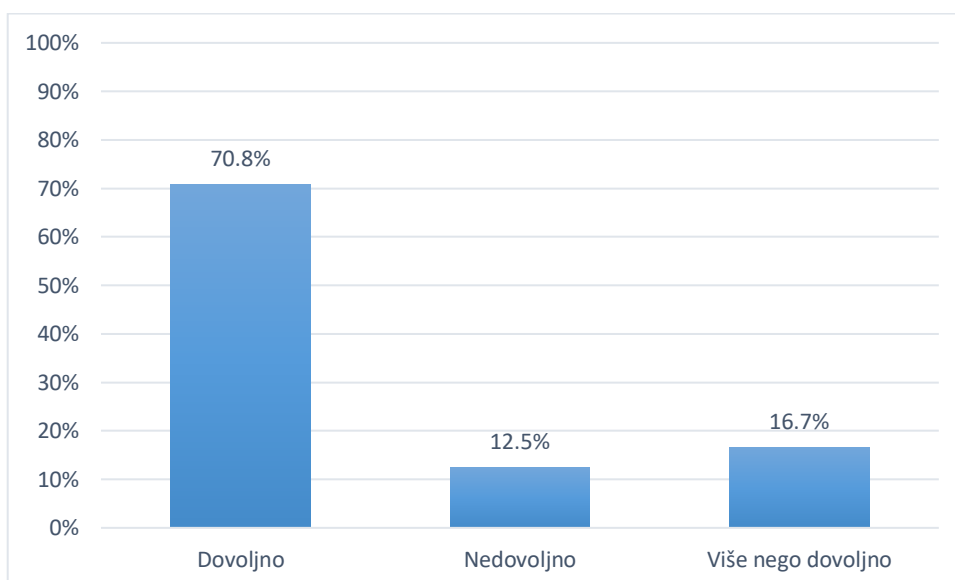
ISPITANICA

Prosječna dob ispitanica bila je $33 \pm 4,6$ godina (27 do 44 godine). Ukupno je 13 prvotkinja, kod devet ispitanica radi se o drugoj, a kod dvije o trećoj trudnoći. Kod šest ispitanica trudnoća je ostvarena postupcima medicinski pomognute oplodnje.

Stupanj obrazovanja (**Slika 4**), zaposlenje (**Slika 5**) i financijsko stanje (**Slika 6**) odgovaraju visokoj starosnoj dobi ispitanica. Očekivano, u trenutku provedbe istraživanja najveći dio ispitanica je u statusu bolovanja (58,3 %; **Slika 5**). Sve ispitanice su u braku.



Slika 4 Razina obrazovanja ispitanica

**Slika 5** Status zaposlenosti**Slika 6** Zadovoljstvo financijskom situacijom

Na osnovi iskazanih tjelesnih visina i masa izračunat je BMI te su ispitanice kategorizirane prema tablici uhranjenosti Svjetske zdravstvene organizacije (**Tablica 4**).

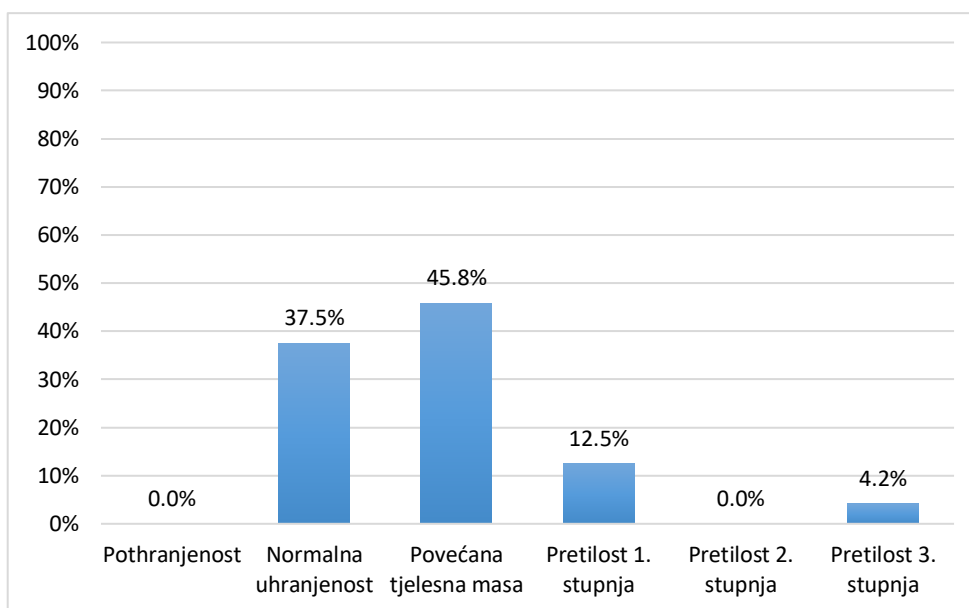
Tablica 4 Status uhranjenosti prema indeksu tjelesne mase (WHO, 2010)

BMI	STATUS UHRANJENOSTI
< 18,5	Pothranjenost
18,5 – 24,9	Normalna uhranjenost
25 – 29,9	Povećana tjelesna masa
30 – 34,9	Pretilost 1. stupnja
35 – 39,9	Pretilost 2. stupnja
> 40	Pretilost 3. stupnja

Na **slici 7** prikazan je status uhranjenosti ispitanica. Prosječan BMI ispitanica prije poroda iznosi $27,5 \pm 5,2 \text{ kg/m}^2$ (20,4 do 45,2 kg/m^2). Sve ispitanice su navele kako su se udebljale tijekom trudnoće. Također, samo su četiri ispitanice navele kako su se o prehrani za vrijeme trudnoće konzultirale s nutricionistom.

Najviše ispitanica pripada kategoriji povećane tjelesne mase, njih 45,8 %. Druga najzastupljenija kategorija je kategorija normalne uhranjenosti kojoj pripada 37,5 % ispitanica. Pretilosti 1. stupnja pripada 12,5 % ispitanica, dok jedna ispitanica ima indeks tjelesne mase > 40 i čini 4,2 % udjela među ispitanicama.

Povišen BMI majke u trenutku poroda povezan je s brojnim nepovoljnim ishodima trudnoće kao što su preeklampsija, eklampsija, prijevremeni i kasni porod, inducirani porod, makrosomija, carski rez i postporođajno krvarenje. Studije pokazuju da djeca majki s višim BMI imaju veći rizik od pretilosti u djetinjstvu, kao i rizik od koronarnih bolesti srca, dijabetesa tipa 2, astme i pretilosti (Aljahdali, 2021).



Slika 7 Status uhranjenosti ispitanica

Ukupno pet ispitanica ima bolest štitnjače (20,8 %), dvije autoimunu bolest štitnjače (Hashimotov tireoiditis) koji je bio prisutan i prije trudnoće, dok je trima dijagnosticirana hipotireoza u trudnoći. Većina trudnica koje su sudjelovale u ovom istraživanju označile su da nemaju nikakvu bolest štitnjače (79,2 %).

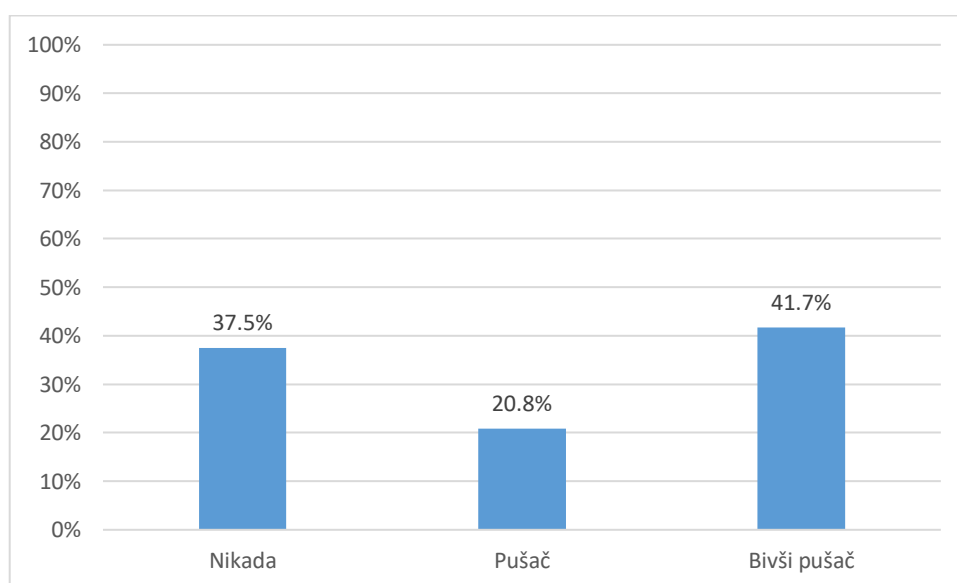
Vrijednosti hormona štitnjače i antitijela na štitnjaču prikazane su u **tablici 5**. Iz tablice je vidljivo da je medijan vrijednosti TSH iznosio 1,92 mU/L, što je unutar referentnog raspona koji iznosi 0,27 – 4,20 mU/L. Vrijednost T₃ iznosi 3,88 nmol/L, što je iznad referentnog raspona koji iznosi 1,3 – 3,1 nmol/L, dok je medijan vrijednosti T₄ hormona 11,77 nmol/L, što je uvelike ispod referentnog raspona koji iznosi 66 – 181 nmol/L. Niska razina T₄ uz normalne vrijednosti TSH može ukazivati na hipotireozu kojoj je uzrok hipofiza (Norman, 2020). Antitijela na tiroidnu peroksidazu (Anti-TPO) s medijanom od 0,40 su unutar referentne vrijednosti koja je < 34 kIU/L.

Tablica 5 Vrijednosti hormona štitnjače i antitijela na štitnjaču

	n	St. vrij. ± SD	Medijan (25 % - 75 %)	Raspon
TSH (mU/L)	13	1,78 ± 0,6	1,92 (1,38 – 2,3)	0,74 – 2,59
T ₃ (nmol/L)	12	4,01 ± 0,5	3,88 (3,66 – 4,27)	3,34 – 5,00
T ₄ (nmol/L)	13	12,04 ± 1,9	11,77 (10,28 – 13,41)	9,62 – 15,3
Anti-TPO (kIU/L)	5	5,07 ± 10,58	0,40 (0,34 – 0,43)	0,2 – 24,00

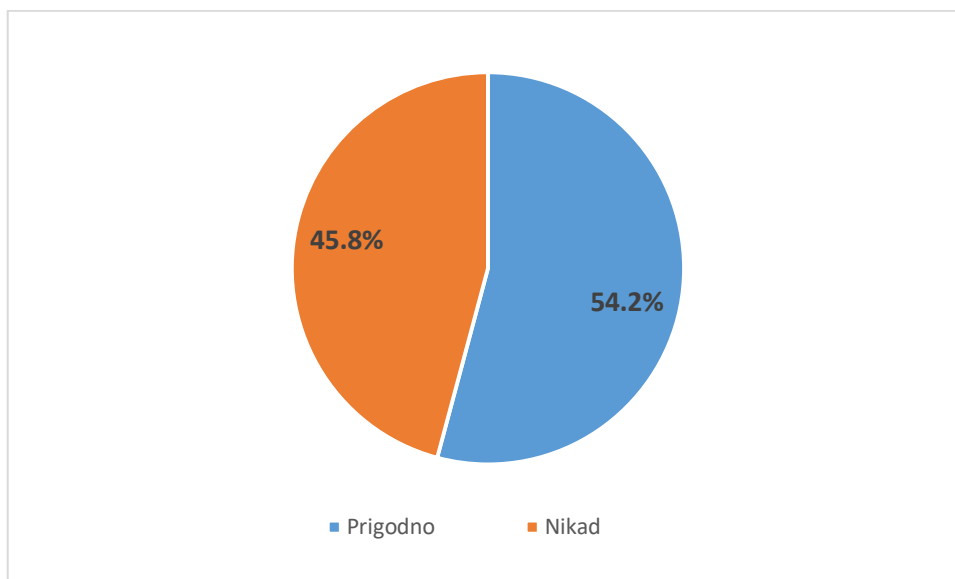
4.2. OPĆE PREHRAMBENE I ŽIVOTNE NAVIKE ISPITANICA

Što se tiče životnih navika ispitanica, **slika 8** prikazuje da najveći udio ispitanica pripada skupini bivših pušača, njih 41,7 %. Neznatno manji udio ispitanica nikada nije pušilo, njih 37,5 %, dok 20,8 % ispitanica pripada kategoriji pušača. Majke pušači imaju veću vjerojatnost za prijevremeni porod koji je vodeći uzrok smrti, invaliditeta i bolesti novorođenčadi. Svako peto dijete majke koja je tijekom trudnoće konzumirala cigarete rodi se s niskom porođajnom masom (CDC, 2020). Također, dokazano je da trenutačno pušenje snižava razine TSH te povisuje razine FT₃, FT₄ i anti-TPO (Gruppen, 2020).



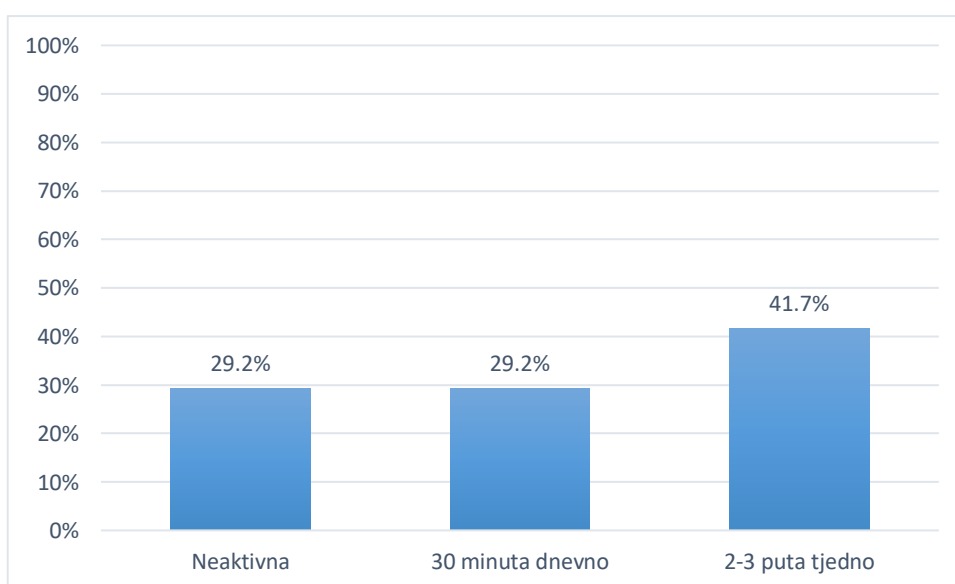
Slika 8 Navika pušenja među ispitanicama

Kada je u pitanju konzumacija alkohola, 54,2 % ispitanica konzumira ga prigodno, dok 46,8 % nikada ne konzumira alkohol (**Slika 9**). Konzumacija alkohola u trudnoći može rezultirati pobačajem, mrtvorodenjem i nizom doživotnih fizičkih, bihevioralnih i intelektualnih poteškoća. Takve poteškoće poznate su kao poremećaji fetalnog alkoholnog spektra i mogu uključivati niz simptoma kao što su mala veličina glave, niska tjelesna masa, ispodprosječna tjelesna visina, loša koordinacija, hiperaktivnost, nizak kvocijent inteligencije i dr. (NHS, 2023). Konzumacija alkohola povezana je i s većim rizikom hipotireoze jer ometa apsorpciju joda. Osim toga, alkohol podiže razinu estrogena u tijelu, što također uzrokuje oslabljeni rad štitnjače, stoga i umjerena konzumacija može uzrokovati gušavost (Discovery Institute New Jersey, 2023).



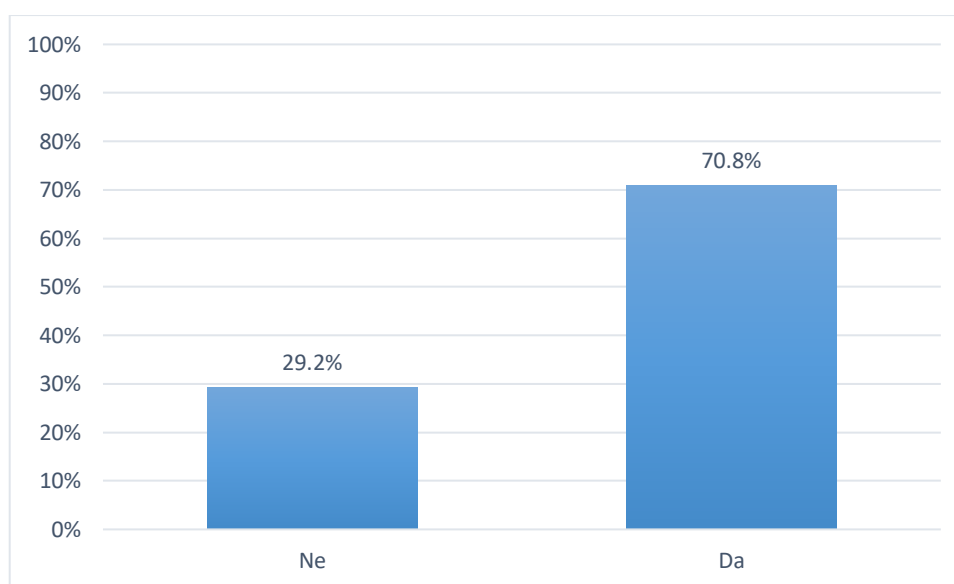
Slika 9 Konzumacija alkohola među ispitanicama

Kako je prikazano na **slici 10**, nešto manje od polovice ispitanica fizički je aktivno 2 – 3 puta tjedno, njih 41,7 %. Udio onih ispitanica koje su aktivne 30 minuta dnevno jednak je udjelu neaktivnih ispitanica, 29,2 %. Fizička aktivnost žena u trudnoći poboljšava razvoj mišića fetusa i djece. Budući da je hormon štitnjače krucijalan za diferencijaciju stanica tijekom embrionalnog razvoja, pretpostavlja se da fizička aktivnost povećava signalizaciju receptora hormona štitnjače u embrijima, što nadalje potiče embrionalnu miogenezu (Gao i sur., 2022).



Slika 10 Samoprocjena razine fizičke aktivnosti ispitanica

Kada je u pitanju suplementacija, 70,8 % ispitanica koristi suplemente, a njih 29,2 % ne (**Slika 11**). S nutricionističkog stajališta, trudnoća je izazovno stanje jer su potrebe za hranjivim tvarima povećane, a promjena njihovog unosa može utjecati na zdravlje majke, ali i fetusa. Nedostatak mikronutrijenata povezan je s preeklampsijom, intrauterinim ograničenjem rasta, pobačajem i kongenitalnim anomalijama. Kada se radi o jodu postoje suprotstavljena stajališta po pitanju suplementacije kalijevim jodidom kod žena koje svojom prehranom ne postižu preporučeni unos (Brown i Wright, 2020).

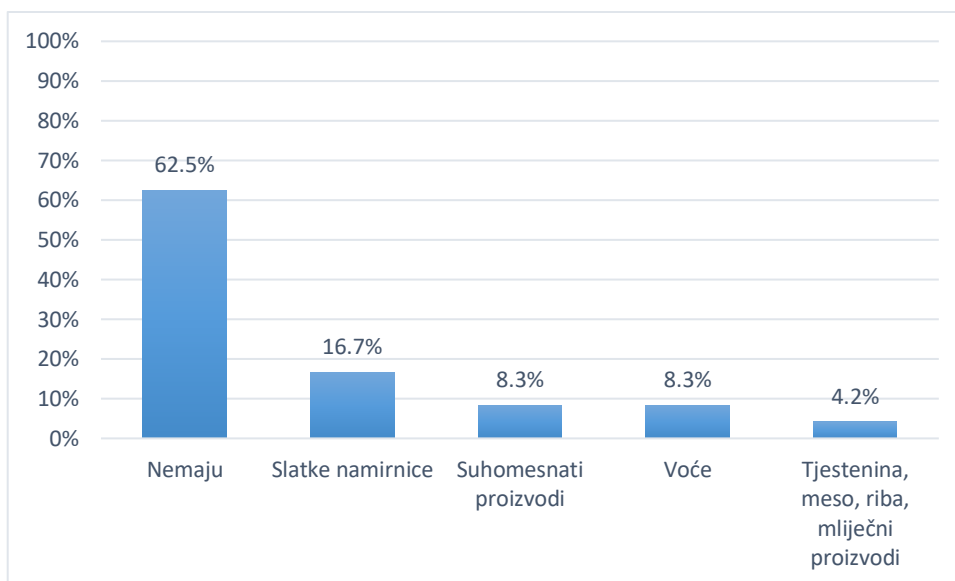


Slika 11 Korištenje suplementacije

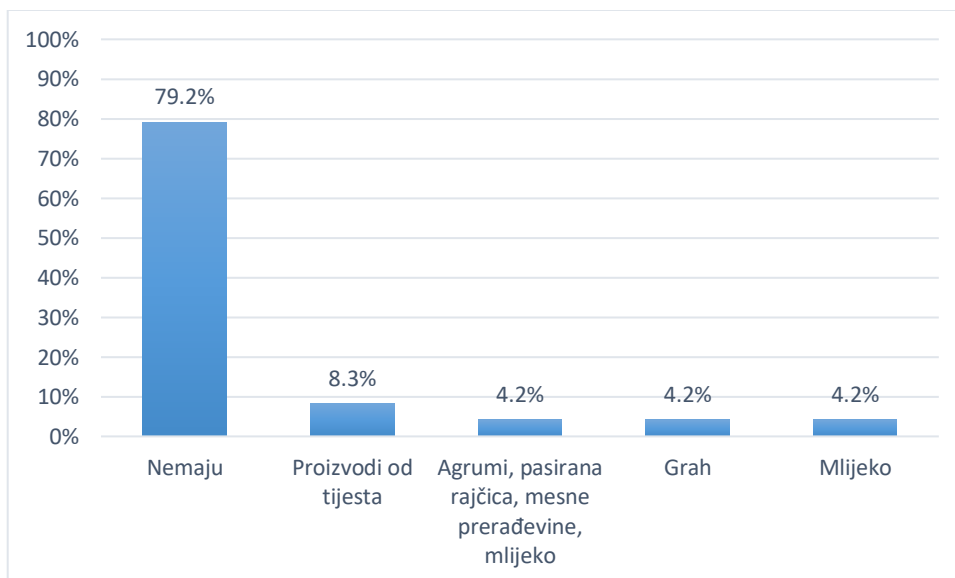
Na **slikama 12 i 13** prikazana je raspodjela ispitanica kada je u pitanju hrana bez koje ne mogu i hrana koju izbjegavaju. Većina ispitanica nema „hranu bez koje ne mogu“, njih 62,5 %. Bez slatkih namirnica ne može 16,7 %, voća i suhomesnatih proizvoda 8,3 %, dok po jedna ispitanica ne može bez tjestenine, mesa, ribe ili mliječnih proizvoda. Veliki udio ispitanica nema hranu koju izbjegavaju, njih 79,2 %. Dvije ispitanice navele su da izbjegavaju proizvode od tijesta, jedna ispitanica navela je da izbjegava agrume, pasiranu rajčicu, mesne prerađevine i mlijeko, jedna izbjegava samo mlijeko, dok jedna izbjegava grah.

Danska studija koja je obuhvaćala 46 262 trudnice potvrdila je da je konzumacija dodanih šećera tijekom trudnoće povezana s prekomjernim gestacijskim debljanjem, dok su neke ranije studije utvrdile da je (neovisno o gestacijskom debljanju i/ili pretilosti) prekomjerna konzumacija šećera tijekom trudnoće povezana s povećanim rizikom gestacijskog dijabetesa, prijevremenog poroda te preeklampsije. Osim udjela šećera u prehrani, ukupno glikemijsko

opterećenje majčine prehrane tijekom trudnoće povezano je s povećanim rizikom pretilosti djece (Weiner Strugar, 2020).



Slika 12 Hrana bez koje ispitanice kažu da ne mogu



Slika 13 Hrana koju ispitanice izbjegavaju

4.3. PREHRAMBENI UNOS JODA ISPITANICA

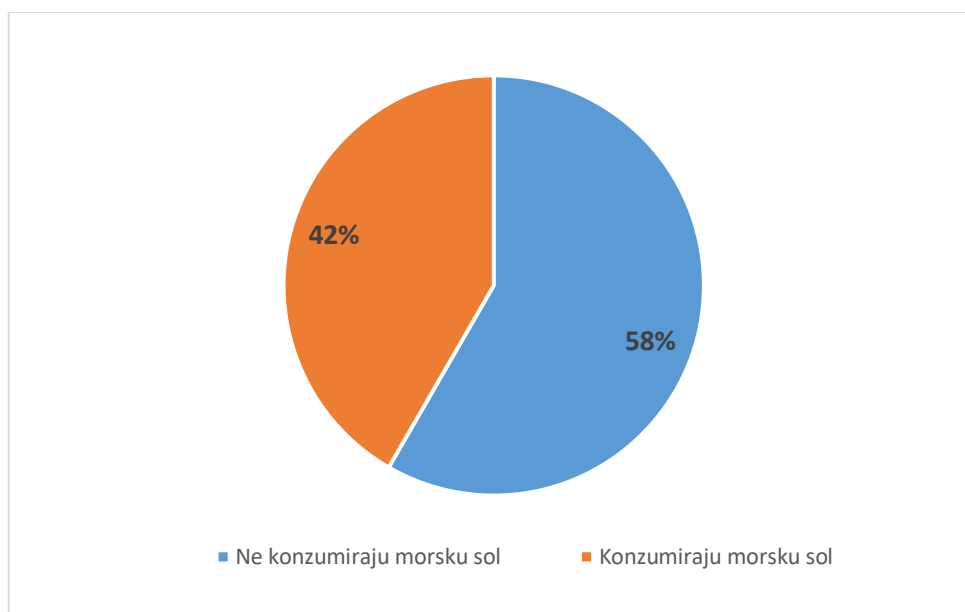
Nedostatak joda globalni je problem. WHO je rješenje tog problema pronašla u jodiranju soli kao glavnom prehrambenom izvoru joda dostupnog većini stanovništva. Mentalna retardacija djeteta, bolesti štitnjače, povećana smrtnost novorođenčadi i dojenčadi, usporavanje razvoja središnjeg živčanog sustava u djece i neplodnost odrasle populacije proporcionalni su nedostatnom unosu joda (Wu i sur., 2002).

Prehrambeni unos joda među ispitanicama iznosio je 569,94 µg/dan (**Tablica 6**). S obzirom na preporučeni unos za trudnice (**Tablice 1 i 2**) vidljivo je kako ispitanice premašuju prehrambeni unos joda za čak 2,8 odnosno 2,3 puta. Prekomjerni unos joda može uzrokovati tireoiditis, gušavost i Hashimotovu hipotireozu (Candido i sur., 2021). Samo je kod jedne trudnice unos joda bio manji od 200 µg/dan (tr18 = 161,38 µg/dan), a tri ispitanice imale su unos joda manji od 250 µg/dan (tr2 = 207,70 µg/dan; tr9 = 242,32 µg/dan; tr20 = 248,17 µg/dan). Maksimalno dopušteni unos joda za trudnice i dojilje iznosi 600 µg/dan (EFSA, 2019). Iz **tablice 6** vidljivo je kako čak 10 trudnica (42 %) premašuje taj unos.

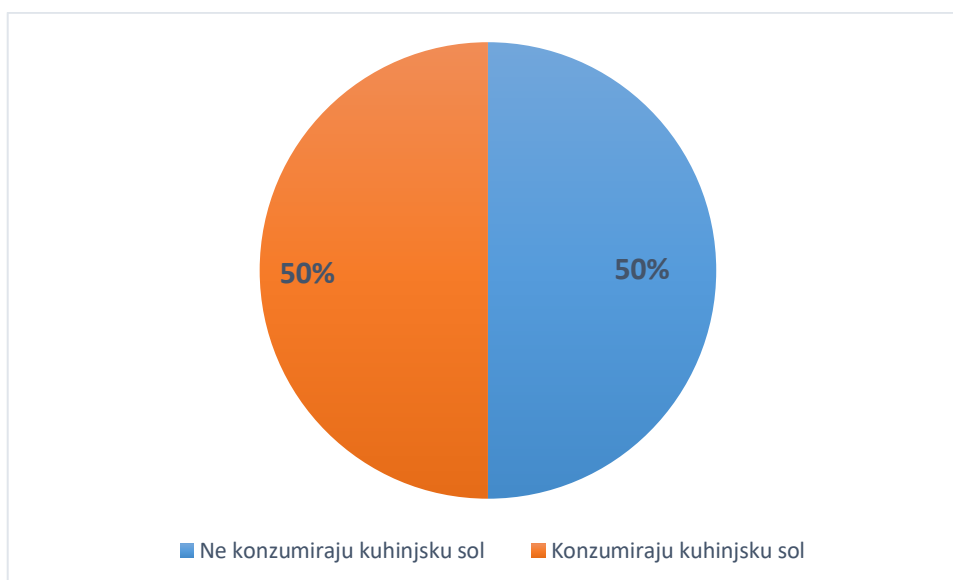
Tablica 6 Dnevni unos joda ispitanica

Ispitanica	Jod (µg)	Ispitanica	Jod (µg)
tr1	632,61	tr13	342,29
tr2	207,70	tr14	764,30
tr3	610,54	tr15	576,40
tr4	418,51	tr16	621,83
tr5	525,61	tr17	1228,91
tr6	341,53	tr18	161,39
tr7	1007,56	tr19	563,48
tr8	835,83	tr20	248,17
tr9	242,32	tr24	778,27
tr10	601,71	tr25	462,90
tr11	587,63	tr26	429,43
tr12	521,70	tr27	1865,46
Medijan	25 % – 75 %	Min	Max
569,94	380,40 – 698,45	161,39	1865,46

Više od pola ispitanica konzumira morsku sol, njih 58 %, dok 42 % ne konzumira (**Slika 14**). Kada je u pitanju kuhinjska sol jednak je udio ispitanica koje konzumiraju onima koje ne konzumiraju kuhinjsku sol (50 %) (**Slika 15**). Zbog jodiranja soli u organizam najviše joda unosimo upravo putem soli, naročito kuhinjske jer je ona danas neizostavni dio većine kućanstava (Braverman i Leung, 2014; HZJZ, 2017).

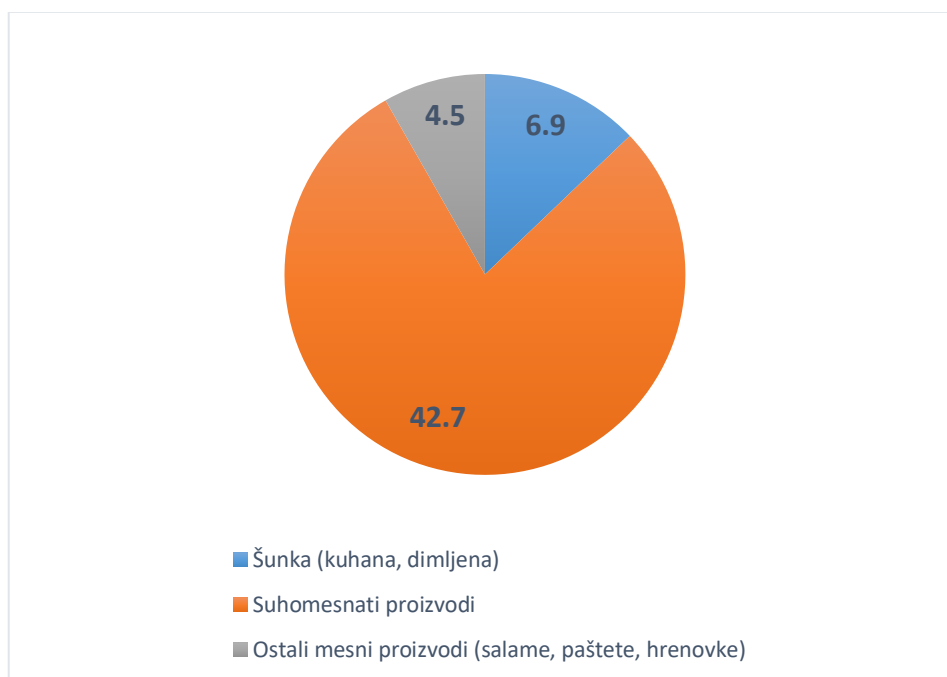


Slika 14 Konzumacija morske soli među ispitanicima



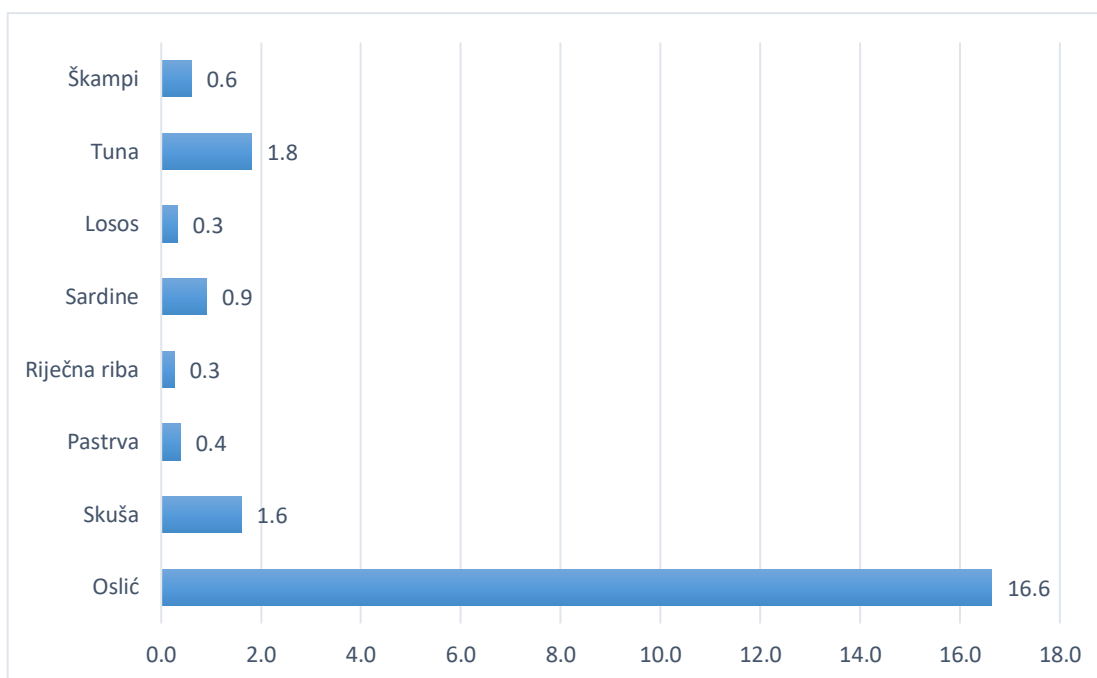
Slika 15 Konzumacija kuhinjske soli među ispitanicima

Velike količine joda, osim kroz sol, unose se kroz mesne prerađevine. Ispitanice najčešće konzumiraju suhomesnate proizvode, nakon kojih slijede ostale mesne prerađevine, odnosno salame, paštete i hrenovke, a najrjeđe se konzumira šunka. Srednja vrijednost konzumirane količine joda za suhomesnate proizvode iznosi 42,7 $\mu\text{g}/\text{dan}$, za kuhanu i/ili dimljenu šunku 6,9 $\mu\text{g}/\text{dan}$ te za salame, paštete i hrenovke 4,5 $\mu\text{g}/\text{dan}$ (**Slika 16**).



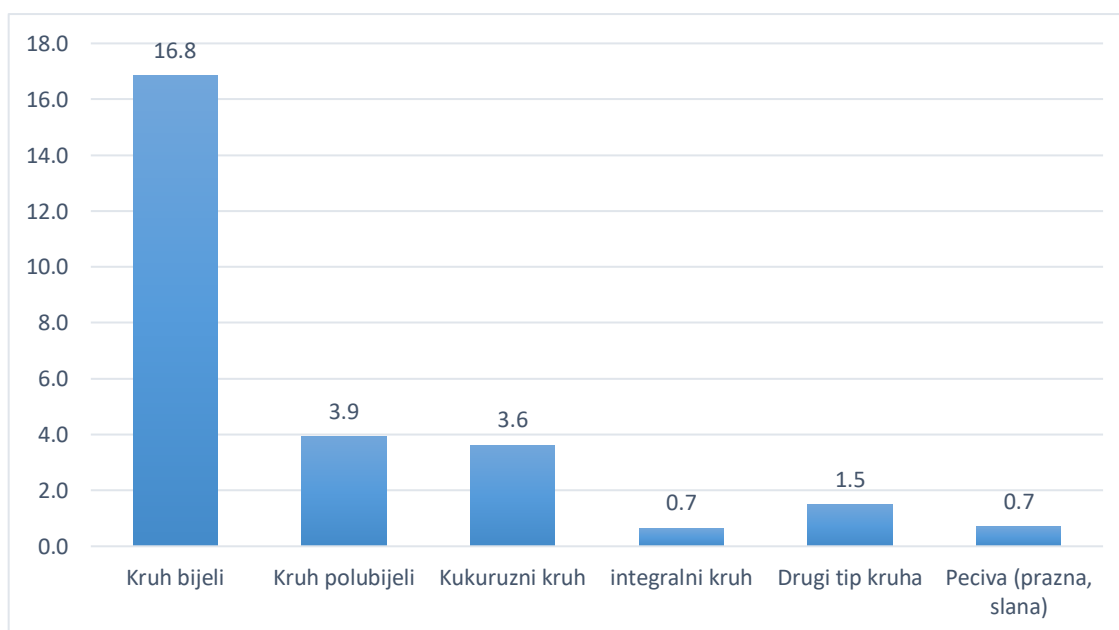
Slika 16 Količina joda unesena iz mesnih prerađevina ($\mu\text{g}/\text{dan}$)

Konzumacijom morske i riječne ribe te školjkaša povećava se i dnevni unos joda. Ispitanice najčešće konzumiraju oslić pa je tako srednja vrijednost unosa joda kroz konzumaciju oslića 16,6 $\mu\text{g}/\text{dan}$, na drugom mjestu nalazi se tuna sa 1,8 $\mu\text{g}/\text{dan}$, a na trećem mjestu skuša sa 1,6 $\mu\text{g}/\text{dan}$. Ostale navedene ribe rijetko ili nikako se ne konzumiraju tako da unosom sardina, škampi, pastrve, lososa, riječne ribe, haringi, bakalara, škampa, školjki i hobotnice ne dolazi do povećanog unosa joda u njihovoj prehrani (**Slika 17**).



Slika 17 Količina joda unesena iz ribe i morskih plodova (µg/dan)

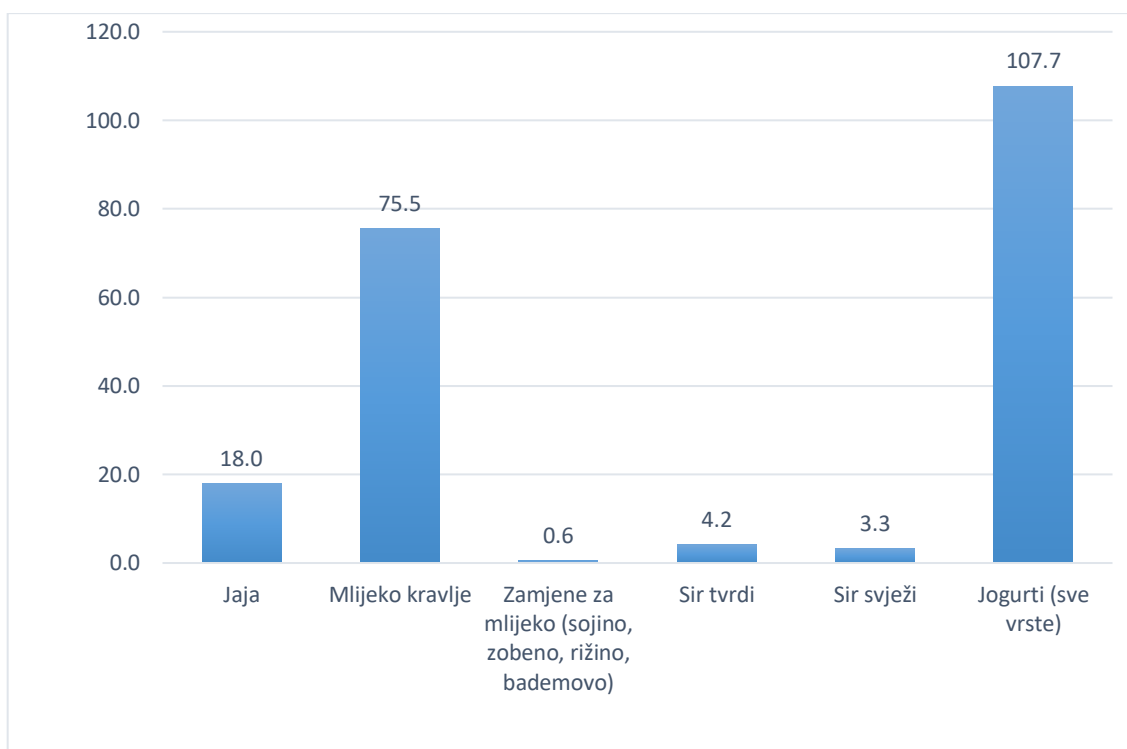
Istraživanje je pokazalo da ispitanice najvećim dijelom unose jod iz bijelog kruha, 16,8 µg/dan. Slijede polubijeli (3,9 µg/dan) i kukuruzni kruh (3,6 µg/dan), dok najmanje joda ispitanice unose iz drugih tipova kruha (1,5 µg/dan), peciva (0,7 µg/dan) i integralnog kruha (0,7 µg/dan) (**Slika 18**).



Slika 18 Količina joda unesena iz pekarskih proizvoda (µg/dan)

Jaja, mlijeko i mliječni proizvodi jedne su od najčešće konzumiranih namirnica u općoj populaciji. Ljudi koji se nalaze u područjima s neadekvatnim unosom joda jajima, mlijekom i mliječnim proizvodima mogu uvelike doprinijeti statusu joda u organizmu. Istraživanja su pokazala da zamjene za mlijeko imaju puno manju količinu joda od kravljeg mlijeka. Koncentracija joda unutar mlijeka i mliječnih proizvoda uvelike varira obzirom na geografsko područje u kojemu životinje obitavaju, kao i o načinu proizvodnje različitih mliječnih proizvoda, pa i o načinu konzumacije istih. Velik broj faktora utječe na količinu joda u navedenim namirnicama te ih je potrebno umjereno konzumirati kako ne bi došlo do prekomjernog unosa (Dellavalle i Barbano, 1984; Ma i sur., 2016; Van der Reijden i sur., 2017).

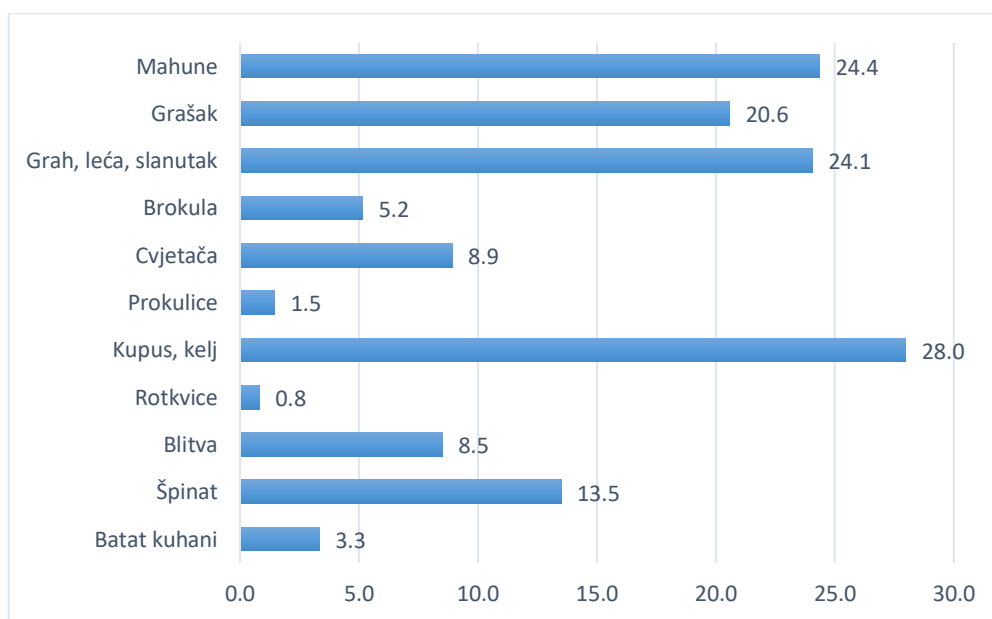
Najveći dio ispitanica jod unosi kroz jogurt (107,7 $\mu\text{g}/\text{dan}$), zatim slijede kravlje mlijeko (75,5 $\mu\text{g}/\text{dan}$), jaja (18 $\mu\text{g}/\text{dan}$), tvrdi (4,2 $\mu\text{g}/\text{dan}$) i svježi sir (3,3 $\mu\text{g}/\text{dan}$) i na kraju zamjene za mlijeko (0,6 $\mu\text{g}/\text{dan}$) (**Slika 19**).



Slika 19 Količina joda unesena iz jaja, mlijeka i mliječnih proizvoda ($\mu\text{g}/\text{dan}$)

Što se tiče unosa namirnica koje sadržavaju goitrogene tvari, **slika 20** prikazuje da ispitanice najviše konzumiraju kupus i kelj (28 g/dan), mahune (24,4 g/dan), grah, leću i slanutak (24,1 g/dan) te grašak (20,6 g/dan). U manjoj količini konzumiraju špinat (13,5 g/dan), cvjetaču (8,9 g/dan), blitvu (8,5 g/dan), brokulu (5,2 g/dan), batat (3,3 g/dan) i prokulice (1,5 g/dan).

Većina istraživanja na ljudima o učincima goitrogenih tvari na zdravlje štitnjače pokazala su neutralne učinke, iako su prisutni i neki proturječni rezultati. Rezultati sugeriraju da optimalan status joda može pojačati negativne učinke prehrambenih goitrogena na zdravlje štitnjače. Kruciferno povrće sadrži progointrin i glukozinolate koji stvaraju tiocijanat u koncentracijama daleko ispod onih koje bi mogle uzrokovati štetan učinak. S tim u vezi, konzumacija ove hrane ne bi trebala predstavljati značajan rizik kod zdravih pojedinaca, naprotiv, mogu biti od velike koristi. Pored korisnih glukozinolata, kruciferno povrće sadrži brojne spojeve od iznimne važnosti za ljudsko zdravlje kao što su fitokemikalije, vlakna, vitamini i minerali. Ljudi koji boluju od bolesti štitnjače, ili koji imaju viši rizik za obolijevanje od bolesti štitnjače, dugotrajnim svakodnevnim konzumiranjem namirnica bogatih progointrinom mogu smanjiti unos joda te trebaju termički obrađivati namirnice uz dodatak jodirane soli kako bi se izbjegli smanjeni unos joda (Petroski i Minich, 2020).



Slika 20 Količina unesenih namirnica koje sadrže goitrogene (g/dan)

U istraživanju koji su proveli Weston i Minich 2020. godine nije utvrđena korelacija između konzumacije namirnica bogatih tiocijanatima i funkcije štitnjače kod trudnica s blagim nedostatkom joda, dok je kod trudnica iz Nove Kaledonije utvrđena povezanost konzumacije krucifernog povrća s povećanim rizikom od raka štitnjače. S druge strane, u Sjedinjenim Američkim Državama nije utvrđena povezanost između konzumacije krucifernog povrća i rizika od raka štitnjače kod trudnica s niskim unosom joda.

4.4. KONCENTRACIJA JODA U URINU I POVEZNICA S PREHRAMBENIM

UNOSOM JODA ISPITANICA

Koncentracija joda u urinu ispitanica je iznosila 134,63 $\mu\text{g/L}$ (**Tablica 7**). Prema WHO/UNICEF/ICCIDD medijan koncentracije joda u urinu trebao bi se kretati od 150 do 249 $\mu\text{g/L}$ u klinički zdravih trudnica (WHO, 2007). S tim u vezi, 75 % ispitanica ima nisku koncentraciju joda u urinu, dok je 25 % ispitanica unutar referentnog intervala.

Tablica 7 Koncentracija joda u urinu ispitanica

Ispitanica	Urinarni jod ($\mu\text{g/L}$)	Ispitanica	Urinarni jod ($\mu\text{g/L}$)
tr1	109,82	tr13	99,6
tr2	153,38	tr14	173,77
tr3	170,04	tr15	139,04
tr4	66,43	tr16	145,16
tr5	124,04	tr17	121,82
tr6	126,77	tr18	136,49
tr7	105,38	tr19	31,08
tr8	107,21	tr20	170,27
tr9	143,10	tr24	133,99
tr10	66,27	tr25	106,71
tr11	186,66	tr26	135,27
tr12	163,43	tr27	139,93
Medijan	25 % - 75 %	Min	Max
134,63	106,96 – 149,27	31,08	186,66

Urinarna koncentracija joda i prehrambeni unos joda nisu statistički značajno korelirali (**Tablica 8**). Statistički značajna negativna korelacija utvrđena je između urinarne koncentracije joda i vrijednosti TSH, dok prehrambeni unos joda negativno korelira s dobi ispitanica (**Tablica 9**).

Korelacijom urinarne koncentracije joda i prehrambenog unosa joda može se zaključiti da sFFQ nije najpouzdanija metoda određivanja prehrambenog unosa joda te može dovesti do njegovog precjenjivanja. Kod semikvantitativnog upitnika oslanjamo se na ispitanikove

kognitivne sposobnosti, odnosno sposobnosti prisjećanja i procjene veličine porcije što vrlo lako može dovesti do davanja pogrešnih podataka.

Također, rezultati koji pokazuju negativnu korelaciju između urinarne koncentracije joda i vrijednosti TSH mogu se objasniti činjenicom da su potrebe za TSH u trudnoći povećane za 50 % i da njegove koncentracije variraju. Koncentracije humanog korionskog gonadotropina (aktivatora TSH) najviše su u prvom tromjesečju te tada aktivacijom TSH receptora dolazi do povećanja serumskog FT₄ što uzrokuje smanjenje serumskog TSH do koncentracija ispod referentnog raspona za žene koje nisu trudne. Nakon prvog tromjesečja koncentracije humanog korionskog gonadotropina opadaju, a time se smanjuje serumski FT₄. Također, teške bolesti nepovezane sa štitnjačom mogu uzrokovati promjene u serumskim koncentracijama TSH i hormona štitnjače. TSH i T₃ u serumu obično se smanjuju tijekom akutne faze bolesti, a T₄ kako bolest napreduje (Pearce i Caldwell, 2016).

U istraživanju koje su proveli Andersen i sur. 2001. godine za ispitanike s urinarnim jodom ispod 50 µg/L dobivena je negativna korelacija između izlučenog joda i koncentracije TSH. S druge strane, pozitivna korelacija izlučenog joda i koncentracije TSH dobivena je kod ispitanika koji su imali rezultate urinarnog joda unutar normalnih vrijednosti. S tim u vezi, koncentracija izlučenog joda u populaciji trudnica još uvijek je nedovoljno istražena zbog osjetljivosti same populacije.

Rezultati koji govore da su mlađe ispitanice imale manji prehrambeni unos joda može se povezati s navikama mlađih ispitanica da konzumiraju manje slanu hranu što nije nelogično i neuobičajeno.

Tablica 8 Spearmanovi rangovi korelacija između urinarne koncentracije joda, prehrambenog unosa joda, dobi, indeksa tjelesne mase i hormona štitnjače

	Urinarni jod (µg/L)	Prehrambeni unos joda (µg/dan)
Dob (godine)	0,231	-0,490*
BMI (kg/m ²)	0,268	0,005
TSH (mU/L)	-0,637*	-0,165
T ₃ (nmol/L)	0,011	-0,406
T ₄ (nmol/L)	0,143	-0,374

*statistički značajno kod p<0,05

Urinarna koncentracija joda i prehrambeni unos joda nisu se razlikovali s obzirom na dijagnozu bolesti štitnjače, naviku pušenja, pijeње alkohola ili korištenje dodataka prehrani. Također, nije utvrđena razlika s obzirom na porod, no ispitanice kod kojih je trudnoća ostvarena postupcima medicinski pomognute oplodnje imale su statistički značajno veću urinarnu koncentraciju joda u usporedbi s ispitanicama kod kojih je došlo do spontanog začeca ($p=0,0069$; *rezultati nisu prikazani*).

Utvrđena je statistički značajna razlika u urinarnoj koncentraciji joda s obzirom na kategoriju stanja uhranjenosti (**Tablica 9**). Pretile ispitanice imale su najvišu urinarnu koncentraciju joda u usporedbi s onima povećane tjelesne mase ($p=0,022$) i onima koje su normalnog statusa uhranjenosti ($p=0,037$).

U istraživanju koje su proveli Scherr i sur. 2022. godine utvrđena je povezanost između prekomjerne tjelesne mase i koncentracije joda iznad preporučenih. Iz rezultata se može zaključiti da je prekomjerni unos hrane povezan s višim koncentracijama joda u urinu.

Tablica 9 Urinarna koncentracija joda s obzirom na kategoriju stanja uhranjenosti ispitanica

Kategorija stanja uhranjenosti ispitanica	Urinarni jod ($\mu\text{g/L}$)		
	Medijan	25% - 75%	Min - Maks
Normalno uhranjene	135,27	106,71 – 139,93	66,27 – 163,43
Povećana tjelesna masa	121,82	99,60 – 139,04	31,08 – 170,27
Pretile	150,46	144,13 – 180,21	143,10 – 186,66

S obzirom na sve dobivene rezultate može se zaključiti da je točnost semikvantitativnog upitnika dvojbena te bi se mogao dodati trodnevni upitnik 24-satnog prisjećanja za točnije rezultate. Osim toga, baza podataka za količinu joda u namirnicama nije potpuna i ima nedostataka, čime se također može objasniti izostanak određenih očekivanih poveznica.

Urinarni jod kod trudnica općenito je nedovoljno istražena tema. Međutim, kod trudnica koje su sudjelovale u ovom istraživanju ishod poroda (*rezultati nisu prikazani*) ni kod jedne nije rezultirao nikakvim negativnim ni neželjenim posljedicama unatoč visokim koncentracijama unesenog joda, niskim koncentracijama TSH i dr.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu izvedeni su sljedeći zaključci:

1. Bolest štitnjače ima ukupno pet ispitanica, odnosno 20,8 % ispitanica, od toga su dvjema bolesti dijagnosticirane prije trudnoće, dok je trima dijagnosticirana hipotireoza u trudnoći. Većina trudnica koje su sudjelovale u ovom istraživanju nemaju nikakvu bolest štitnjače (79,2 %).
2. Vrijednost TSH od 1,92 mU/L je unutar referentnog raspona, dok je vrijednost T₃ od 3,88 nmol/L iznad, a vrijednost T₄ od 11,77 nmol/L značajno ispod referentnog raspona.
3. S obzirom na preporučeni prehrambeni unos joda za trudnice, utvrđeno je da ispitanice premašuju prehrambeni unos joda za čak 2,8 odnosno 2,3 puta.
4. Više od pola ispitanica konzumira morsku sol, njih 58 %, dok 42 % ne konzumira. Kada je u pitanju kuhinjska sol, jednak je udio ispitanica koje konzumiraju u odnosu na one koje ne konzumiraju kuhinjsku sol (50 %).
5. Analizom prehrambenog unosa joda utvrđeno je da ispitanice najviše joda unose iz suhomesnatih proizvoda (42,7 µg/dan), oslića (16,6 µg/dan), bijelog kruha (16,8 µg/dan), jogurta (107,7 µg/dan) te da od namirnica koje sadržavaju goitrogene tvari najviše konzumiraju kupus i kelj (28 g/dan).
6. 75 % ispitanica ima nisku koncentraciju joda u urinu, dok je 25 % ispitanica unutar referentnog intervala.
7. Urinarna koncentracija joda i prehrambeni unos joda nisu statistički značajno korelirali. Statistički značajna negativna korelacija utvrđena je između urinarne koncentracije joda i vrijednosti TSH, dok prehrambeni unos joda negativno korelira s dobi ispitanica.
8. Utvrđena je statistički značajna razlika u urinarnoj koncentraciji joda s obzirom na kategoriju stanja uhranjenosti. Pretile ispitanice imale su najvišu urinarnu koncentraciju joda u usporedbi s onima povećane tjelesne mase ($p=0,022$) i onima koje su normalnog statusa uhranjenosti ($p=0,037$).

6. LITERATURA

- Ahad F, Ganie SA: Iodine, Iodine metabolism and Iodine deficiency disorders revisited. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism* 14(1): 13-17, 2010.
- Andersen S, Pedersen KM, Pedersen IB, Laurberg P: Variations in urinary iodine excretion and thyroid function. A 1-year study in healthy men. *European Journal of Endocrinology* 144: 461 – 465, 2001.
- Aljahdali EA: Impact of body weight on the outcome of pregnancy. *Saudi Medical Journal* 42(10): 1109-1116, 2021.
- Arežina L: Uloga joda u biosustavima – završni rad. *Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 2020.
- Brown B, Wright C: Safety and efficacy of supplements in pregnancy. *Nutrition Reviews* 78(10): 813-826, 2020.
- Candido AC, Vieira Ribeiro SA, Macedo MdS, Fontes EAF, Gomes de Souza EC, Lopes Duarte MS, Priore SE, Gouveira Peluzio Md, Miranda Milagres RCRd, Castro Francheschini SdC: Is Dietary Iodine Intake Excessive According to the Theoretical Model of Healthy Dietary Intake Pattern in Pregnant Women and Schoolchildren: Water, Salt, or Food? *Frontiers in Nutrition* 8, 2021.
- Carreto-Molina N, García-Solís P, Solís-S JC, Robles-Osorio L, Hernández-Montiel HL, Vega-Malagón G: Importance of iodine in pregnancy. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion* 62(3), 2012.
- Center for Disease Control and Prevention (CDC): Alcohol Use During Pregnancy, 2022. Dostupno na: <https://www.cdc.gov/ncbddd/fasd/alcohol-use.html> [4.5.2023.]
- Dellavalle ME, Barbano DM: Iodine Content of Milk and Other Foods. *Journal of Food Protection* 47(9): 678-684, 1984.
- Discovery Institue New Jersey: Hypothyroidism and Alcohol: How Does Drinking Affect the Thyroid?, 2023. Dostupno na: <https://www.discoverynj.org/hypothyroidism-and-alcohol/> [4.5.2023.]
- Douglas SR, Cooper DS, Mulder JE: Thyroid hormone synthesis and physiology. *UpToDate*, 2022. Dostupno na: <https://www.uptodate.com/contents/thyroid-hormone-synthesis-and->

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/search/thyroid/?source=search_result&selectedTitle=4~150&usage_type=default&display_rank=4 [22.4.2023.]

Duraković D, Jašić M, Avdić A: Utjecaj unosa joda sa soli goitrogena iz hrane na poremećaj funkcije štitne žlijezde. *Hrana u zdravlju i bolesti, znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku* 6(1): 15-21, 2017.

Eastman CJ, Zimmermann MB: The Iodine Deficiency Disorders. *National Library of Medicine*, 2018.

Frida: DTU Foods public food database, version 4.2. National Food Institute, Technical University of Denmark, 2022. Dostupno na: <https://frida.fooddata.dk/?lang=en> [22.4.2023.]

Gao Y, Zhao L, Son JS, Liu X, Chen Y, Deavila JM, Zhu MJ, Murdoch GK, Du M: Maternal Exercise Before and During Pregnancy Facilitates Embryonic Myogenesis by Enhancing Thyroid Hormone Signaling. *Thyroid* 32(5), 2022.

Gruppen EG, Kootstra-Ros J, Muller Kobold A, Connelly MA, Touw D, Bos JHJ, Hak E, Links TP, Bakker SJL, Dullaart RPF: Cigarette smoking is associated with higher thyroid hormone and lower TSH levels: the PREVEND study. *Endocrine* 67: 613-622, 2020.

European Food Safety Authority (EFSA): Scientific opinion on dietary reference values for iodine, 2014. Dostupno na: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3660> [22.4.2023.]

European Food Safety Authority (EFSA): DRV Finder. Dostupno na: <https://multimedia.efsa.europa.eu/drvs/index.htm> [22.4.2023.]

Ershow AG, Skeaff SA, Merkel JM, Pehrsson PR: Development of Databases on Iodine in Foods and Dietary Supplements. *Nutrients* 10(1): 10, 2018.

Hark L, Deen D, Morrison G: Medical Nutrition & Disease A Case-Based Approach, peto izdanje, 439-449, 2014.

HZJZ, Hrvatski zavod za javno zdravstvo: Jod i štitnjača, 2017. Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/jod-i-stitnjaca/> [22.4.2023.]

- Kayes L, Mullan KR, Woodside JV: A review of current knowledge about the importance of iodine among women of child-bearing age and healthcare professionals. *J Nutr Sci* 11: e56, 2022.
- Kažinić Kreho L: Hranom do zdrave štitnjače. *Alternativa za vas*, 2015.
- Kawicka A, Regulska-Ilow B, Regulska-Ilow B: Metabolic disorders and nutritional status in autoimmune thyroid diseases. *Postepy Hig Med Dosw* 69: 80-90, 2015.
- Leung AM, Braverman LE: Consequences of excess iodine. *Nature Reviews Endocrinology* 10(3): 136-142, 2014.
- Leung AM, Pearce EN, Braverman LE: Iodine Nutrition in Pregnancy and Lactation. *Endocrinol Metab Clin North Am* 40(4): 765–777, 2011.
- Ma W, He X, Braverman L: Iodine Content in Milk Alternatives. *Thyroid* 26(9): 1308-10, 2016.
- Manousou S, Stal M, Eggertsen R, Hoppe M, Hulthen L, Filipsson Nystrom H: Correlations of water iodine concentration to earlier goitre frequency in Sweden—an iodine sufficient country with long-term iodination of table salt. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 2019.
- Melse-Boonstra A, Jaiswal N: Iodine deficiency in pregnancy, infancy and childhood and its consequences for brain development. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 24(1): 29-38, 2010.
- National Health Services (NHS): Drinking alcohol while pregnant, 2023. Dostupno na: <https://www.nhs.uk/pregnancy/keeping-well/drinking-alcohol-while-pregnant/> [4.5.2023.]
- National Institute of Health, Office of Dietary Supplements: Iodine – Health Professional, 2022. Dostupno na: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iodine-HealthProfessional/> [11.4.2023.]
- National Institute of Health, Office of Dietary Supplements: Iodine – Consumer, 2022. Dostupno na: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iodine-Consumer/> [11.4.2023.]
- Pearce EN, Caldwell K: Urinary iodine, thyroid function, and thyroglobulin as biomarkers of iodine status. *The American Journal of Clinical Nutrition* 104(Suppl 3): 898S – 901S, 2016.

- Pehrsson PR, Patterson KY, Spungen JH, Wirtz MS, Andrews KW, Dwyer JT, Swanson CA: Iodine in food- and dietary supplement–composition databases. *The American Journal of Clinical Nutrition* 104(3): 868S-876S, 2016.
- Petroski W, Minich DM: Is There Such a Thing as “Anti-Nutrients”? A Narrative Review of Perceived Problematic Plant Compounds. *Nutrients*, 2020.
- Prpić M: Unos joda i funkcija štitnjače u dojilja i dojenčadi na području grada – doktorska disertacija. *Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 2021.
- Sarne D: Effects of the Environment, Chemicals and Drugs on Thyroid Function. *Endotext*, 2016.
- Scherr NCG, Nogueira AI, Rajao KMAB, Leite HV: Nutritional Status of Iodine in a Group of Pregnant Women from the State of Minas Gerais Correlated with Neonatal Thyroid Function. *Rev Bras Ginecol Obstet* 44(10): 909-914, 2022.
- Shahid MA, Ashraf MA, Sharma S: Physiology, Thyroid Hormone. *National Library of Medicine*, 2022.
- Šimunić K: Hipotireoza i hipertireoza: promjene u metabolizmu i prehrana – završni rad. *Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 2017.
- Vanderpump MPJ: Epidemiology of Thyroid Disorders. *The Thyroid and Its Diseases*, 75-85, 2019.
- Van der Reijden OL, Zimmermann MB, Galetti V: Iodine in diary milk: Sources, concentrations and importance to human health. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 31(4): 385-295, 2017.
- Zbigniew S: Role of Iodine in Metabolism. *Bentham Science* 10(2): 123-126, 2016.
- Zimmerman MB: The Importance of Adequate Iodine during Pregnancy and Infancy. *World Rev Nutr Die* 115: 118-124, 2016.
- Žmire J: Klinička obilježja hipotireoze. *Medicinska naklada* 53-56, 2014.
- Weiner Strugar E: Prehrambene navike i suplementacija trudnica tijekom trudnoće i prije začeća – diplomski rad. *Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 2020.

World Health Organization (WHO): Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, third edition, 2007. Dostupno na: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43781> [4.5.2023.]

World Health Organization (WHO): Fortification of Food-Grade Salt with Iodine for Prevention and Control of Iodine Deficiency Disorders, 2014. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK254243> [22.4.2023.]

World Health Organization (WHO): A healthy lifestyle - WHO recommendations, 2010. Dostupno na: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations> [30.4.2023.]

Wu T, Liu GJ, Clar C: Iodized salt for preventing iodine deficiency disorders. *Cochrane Database Systematic Reviews* 2002(3): CD003204, 2002.

Yarnell E: CHAPTER 11 - Plant Chemistry in Veterinary Medicine: Medicinal Constituents and Their Mechanisms of Action. *Veterinary Herbal Medicine* 159-182, 2007

