

ZNANSTVENO MIŠLJENJE

Znanstveno mišljenje o mogućnosti jodiranja pustinjske soli

Radna grupa za izradu znanstvenog mišljenja

(Zahtjev HAH-Z-2015-3)

Usvojeno 30. lipnja 2016.

ČLANOVI RADNE GRUPE

- akademik Zvonko Kusić, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti - predsjednik Radne grupe
- mr. sc. Marijan Katalenić, Hrvatski zavod za javno zdravstvo – zamjenik predsjednika
- prof. dr. sc. Ines Drenjančević, Medicinski fakultet Osijek
- prof. dr. sc. Bojan Jelaković, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

KOORDINATOR IZ HAH-a

Vlatka Buzjak Služek, dipl. ing. preh. teh.

SAŽETAK

Nedostatan unos joda uzrokuje brojne funkcijske i razvojne poremećaje od kojih je najvažnije zaostajanje u psihomotornom razvoju. Najosjetljivije skupine su trudnice i djeca. U svjetskim razmjerima, jedna deficijencija je najvažniji uzrok oštećenja mozga, upravo kod spomenutih skupina, te jedini uzrok oštećenja koji se može jednostavno prevenirati.

Glavni izvori joda u hrani su morski plodovi, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi te jodirana sol.

Jodiranje soli je u svijetu najčešće korištena metoda za kontrolu i eliminaciju poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda (engl. *iodine deficiency disorders* - IDD).

Hrvatska je u prošlosti bila područje s izrazitim nedostatkom joda uz pojavu kretenizma. Zbog prisutnosti blagog do umjerenog nedostatka joda, uveden je 1996. godine Naputak o jodiranju kuhinjske soli (NN 84/96) koji propisuje jodiranje s 25 mg kalijeva jodida po kilogramu soli, a kao rezultat Hrvatska je postigla dostatan unos joda što su potvrdila i istraživanja provedena 2009. godine.

Istraživanje Hrvatske agencije za hranu o učestalosti konzumacije posebnih vrsta soli, svjesnosti o sadržaju joda u tim vrstama soli te važnosti konzumacije jodirane soli u RH, pokazalo je da 11,2 % ispitanika konzumira posebne vrste soli. Rezultati istraživanja također ukazuju na nedovoljnu svijest potrošača o sadržaju joda u tim solima te važnosti konzumacije jodirane soli.

Predmetna pustinjska sol se dobiva iz pustinje Lut u Iranu, visoke je čistoće te sadrži 98,5 % natrijevog klorida. Uzimajući u obzir važnost konzumacije jodirane soli i rezultate istraživanja i učestalosti konzumacije posebnih vrsta soli te kako tvrtka koja traži odobrenje za stavljanje na tržište RH pustinjske soli koja nije jodirana, nije dostavila dokumentaciju kojom bi dokazala kako je u pitanju sol koju nije moguće jodirati iz razloga navedenih u članku 8. stavku 1. Pravilnika o soli (2011), proizlazi da spornu sol nije moguće staviti na tržište s manjim udjelom joda od onog propisanog člankom 7. točkom 6. istog Pravilnika (2011).

KLJUČNE RIJEČI

Pustinjska sol, jodiranje soli, poremećaji uzrokovani nedostatnim unosom joda

SUMMARY

Insufficient iodine intake causes many functional and developmental disorders of which the most important is deterioration in psychomotor development. Vulnerable groups are pregnant women and children. Globally, iodine deficiency is the most important cause of brain damage in mentioned groups, and the only cause of damage that can be easily prevented.

The main sources of iodine in food are seafood, eggs, milk and dairy products and iodized salt.

Salt iodization is the world's most widely used method for the control and elimination of iodine deficiency disorders (IDD).

Croatia has been historically an area with severe iodine deficiency and consequently presence of human cretinism. Due to the presence of mild to moderate iodine deficiency, new Instruction on salt iodization (OG 84/96) was introduced in 1996. According to which, salt was iodinated with 25 mg of potassium iodide per kg of salt and as a result, Croatia has made sufficient iodine intake that was confirmed by research carried out in 2009.

Croatian Food Agency conducted a survey on the frequency of consumption of specific salt types, awareness of iodine content in them and the importance of consumption of iodized salt. Results showed that 11.2% of participants are consuming special salt types. Survey results also indicate a lack of consumers' awareness about the iodine content in these salts and the importance of consumption of iodized salt.

Respective desert salt is obtained from the Lut Desert in Iran, it is of high purity and contains 98.5 % of sodium chloride. The company requesting the approval for placing not iodized desert salt on the Croatian marketing, did not submit documentation that this salt can not be iodized according to conditions prescribed in Article 8, paragraph 1 of the Ordinance on salt (OG 89/11, 141/13) as a scientific or technical evidence. Following this, and taking into account the importance of the consumption of iodized salt, as well as the results of survey on frequency of consumption of specific salt types, working group concluded that this salt can not be placed on the market with less iodine content than prescribed in Article 7, paragraph 6 of Ordinance on salt (OG 89/11, 141/13).

KEY WORDS

Desert salt, salt iodization, iodine deficiency disorders

ZAHVALE

Hrvatska agencija za hranu zahvaljuje svim članovima Radne skupine na doprinosu u izradi ovog znanstvenog mišljenja.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	2
SUMMARY.....	3
ZAHVALE.....	4
POPIS KRATICA, OZNAKA I SIMBOLA.....	6
POZADINA SLUČAJA.....	7
UVOD.....	7
PROCIJENA RIZIKA.....	8
1. Identifikacija opasnosti	8
1.1. Pustinjska sol.....	8
1.2. Sol i jodiranje soli.....	10
1.3. Jod i interakcija sa hranom.....	11
1.4. Biološka funkcija joda.....	12
1.5. Fiziologija i metabolizam joda.....	13
1.5.1. Trudnoća i dojenje.....	15
1.6. Metode za procjenu unosa joda u populaciji – biomarkeri.....	16
2. Karakterizacija opasnosti.....	17
2.1. Poremećaji uzrokovani nedostatkom joda.....	17
3. Procjena izloženosti.....	18
3.1. Izvori joda u prehrani.....	18
3.2. Preliminarna epidemiološka istraživanja stanja unosa joda u Hrvatskoj.....	18
3.3. Učestalosti konzumacije nejodiranih vrsta soli i svjesnosti o značaju konzumacije jodiranih soli.....	19
4. Karakterizacija rizika.....	20
PREPORUKE.....	21
DOKUMENTACIJA DOSTAVLJENA HAH-U.....	21
LITERATURA (REFERENCE)	22

POPIS KRATICA, OZNAKA I SIMBOLA

CATI - Computer Aided Telephone Intervju; primjena računala u telefonskom razgovoru

DBS -Tg - thyroglobulin assay for dried blood spots; tireoglobulin iz suhe kapi krvi

DIT – diijodtirozin

ICCIDD - International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders; Međunarodno vijeće za kontrolu poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda

IDD - Iodine deficiency disorders; poremećaji uzrokovani nedostatkom joda

IQ - kvocijent inteligencije

MIT – monojodtirozin

P95 – 95. percentil

RH – Republika Hrvatska

rT3 - reverzni T3

T3 – trijodtironin

T4 - tiroksin ili tetrajodtironin

TBA - tiroksin binding albumin

TBG - tiroksin – vežući globulin

TBPA - tiroksin vežući prealbumin

Tg – tireoglobulina

TRH - hipotalamički hormon koji oslobađa tireotropin

TSH - tireotropni hormon

Tvol – volumen štitnjače

UIC – urinary iodine concentration; koncentracija joda u urinu

UL – Upper intake level; gornja razina unosa

UNICEF - United Nations Children's Fund; Međunarodni dječji fond Ujedinjenih naroda za hitne potrebe

USI - Universal salt iodization, univerzalno jodiranje soli

WHO – World Health Organization; Svjetska zdravstvena organizacija

POZADINA SLUČAJA

Pravilnik o soli (2011) propisuje zahtjeve kojima mora udovoljavati sol u proizvodnji i stavljanju na tržište, a koja je namijenjena za konzumaciju u RH. U članku 7., stavku 6. tog Pravilnika (2011) propisano je kako sol mora sadržavati jod u količini 15 - 23 mg na kilogram proizvoda, izuzev soli iz članka 8. Nadalje, članak 8. stavak 1. Pravilnika (2011) propisuje kako je na tržište RH dopušteno stavljati sol koja se proizvodi posebnim tehnološkim postupkom kojim jodiranje nije moguće ili je sol namijenjena posebnim vjerskim ili nutritivnim skupinama kod kojih jodiranje nije prihvatljivo ili je sol specifična po sastavu ili obradi gdje jodiranje može imati suprotan učinak zbog interakcije s drugim sastojcima. Nazivi pod kojima se takve soli stavljaju na tržište definirani su u istom stavku. Stavkom 3. istog članka propisano je da je za sol koja nije navedena u stavku 1. te ne udovoljava zahtjevima kakvoće iz članka 7. Pravilnika (2011), subjekt u poslovanju s hranom obavezan nadležnom tijelu podnijeti zahtjev za odobrenje stavljanja na tržište.

Ministarstvo poljoprivrede je od tvrtke Bio ROOT d.o.o. zaprimilo zahtjev za odobrenje za stavljanje na tržište RH pustinjske soli koja nije jodirana.

Slijedom navedenog Ministarstvo poljoprivrede je od Hrvatske agencije za hranu zatražilo znanstveno mišljenje udovoljava li predmetna sol zahtjevima propisanim člankom 8. stavkom 1. Pravilnika (2011), odnosno radi li se o soli koju nije moguće jodirati iz razloga navedenih u tom članku te ju stoga nije moguće stavljati na tržište s manjim udjelom joda od onog propisanog člankom 7. točkom 6. Pravilnika (2011).

UVOD

Optimalan unos joda od osobite je važnosti za zdravlje populacije. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, 2007) preporuča optimalan unos joda 150 µg dnevno u odraslih osoba i 250 µg dnevno u trudnica i dojilja. Nedostatan unos joda uzrokuje brojne funkcijske i razvojne poremećaje koji se zajednički nazivaju poremećaji uzrokovani nedostatkom joda (IDD). Kada je nedostatak joda velik javljaju se endemska gušavost i kretinizam, smanjenje plodnosti, gluhoonijemost, povećan broj perinatalne smrti i smrti dojenčadi te brojni drugi razvojni poremećaji. Blagi do umjereni nedostatak joda može uzrokovati nastanak guše te blaži neuro-psiho-intelektualni deficit (sporiji psiho-motorni i mentalni razvoj, niži kvocijent inteligencije, poremećaje pažnje i općenito smanjene psihomotorne sposobnosti). Jodiranje soli najbolja je preventivna mjera eliminacije poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda na populacijskoj razini.

Hrvatska je u prošlosti bila područje s izrazito visokom prevalencijom gušavosti uz pojavu kretinizma (Kusić i sur., 2000). Socioekonomske i kulturološke posljedice nedostatka joda u Hrvatskoj bile su neprocjenjive, a odražavale su se kroz opće zdravstveno stanje i radnu sposobnost populacije. Zabilježen je čitav niz poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda, kao što su niski rast, smanjena inteligencija, kretinizam, duševna zaostalost, gluhoonijemost i mnogi drugi razvojni poremećaji.

Prvi zakon o obveznom univerzalnom jodiranju soli uveden je u Hrvatskoj davne 1953. godine s 10 mg kalijeva jodida (KI) po kilogramu soli. Deset godina kasnije zabilježeno je gotovo trostruko smanjenje učestalosti gušavosti u svim zahvaćenim dijelovima Hrvatske uz nestanak kretinizma (Buzina, 1970). Međutim, temeljem provedenih epidemioloških istraživanja početkom 90-tih godina prošlog stoljeća ustanovljeno je da u Hrvatskoj još uvijek postoji blagi do umjereni nedostatak joda (Kusić i sur., 1996; 1997).

Novi Naputak o jodiranju kuhinjske soli (NN 84/96) uveden je u Hrvatskoj 1996. godine na inicijativu Predsjednika komisije za suzbijanje gušavosti i kontrolu jodne profilakse akademika Zvonka Kusića, a propisuje jodiranje s 25 mg KI po kilogramu soli (Kusić, 1996). Uz obvezu jodiranja soli uveden je i novi nacionalni program za kontrolu provođenja jodne profilakse u Hrvatskoj koji se temelji na kontroli joda u soli na svim razinama od proizvođača do potrošača, uključujući i uvezenu sol, kontroli poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda redovitim mjerenjem joda u urinu i volumena štitnjače ultrazvukom u školske djece, kontroli neonatalnog tireotropina (TSH) i kontroli jodom uzrokovane hipertireoze (Antonić Degač, 2000).

Veliko epidemiološko istraživanje stanja gušavosti i unosa joda provedeno 2002. godine, pokazalo je dostatan unos joda u Hrvatskoj s ukupnim medijanom izlučivanja joda urinom u školske djece od 140 µg/L. Volumeni štitnjače izmjereni ultrazvukom u školske djece iz sve četiri glavne regije Hrvatske bili su po prvi put u granicama normale prema referentnim vrijednostima WHO/ICCIDD/UNICEF (Kusić i sur., 2003; 2005). Najnovija istraživanja provedena 2009. godine pokazala su dostatan unos joda u naše djece i trudnica (Kusić i sur., 2012).

Model jodne profilakse u Hrvatskoj je model univerzalnog jodiranja sve soli: za ljude za upotrebu u kućanstvima, ali i soli za upotrebu u prehrambenoj industriji, i soli koja se koristi u proizvodnji stočne hrane. Time je hrvatski model jedinstven i u skladu univerzalnim modelom jodne profilakse preporučenim od strane Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), Međunarodnog vijeća za kontrolu poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda (ICCIDD) i UNICEF-a (1996).

Uspješnim rješavanjem problema nedostatnog unosa joda i dobro definiranim programom praćenja provođenja jodne profilakse Hrvatska je danas međunarodno prepoznata uz pohvale od strane WHO/ICCIDD/UNICEF kao jedna od zemalja koje su najbolje riješile taj važan javno-zdravstveni problem i predstavlja model koji trebaju slijediti ostale zemlje.

PROCIJENA RIZIKA

1. Identifikacija opasnosti

1.1. Pustinjska sol

Ova sol vadi se u pustinji Lut (*Dasht-e Looṭ*) koja se nalazi u Iranu i ubraja se u najsušna i najtoplija mjesta na svijetu. U njoj se nalaze razne rijetke geološke i geomorfološke strukture, kao što su slane

močvare, slani poligoni i slana rijeka. Zbog visokih temperatura dolazi do isparavanja vode močvara, jezera i rijeka (koji se pojavljuju sezonski) te nastaju močvare i riječna korita prekrivena blatom/glinom, gipsom i velikim kristalima soli (**Slike 1. i 2.**). Na mjestima gdje se akumulira slana voda ili mjestima koja su pod utjecajem podzemnih slanih voda, formiraju se različiti oblici. Sol na površini može biti u obliku jajeta što je jedinstveni fenomen u svijetu, također, javlja se i oblik stalagmita. Rijeka Shoor jedina je rijeka bogata vodom tijekom cijele godine, teče kroz pustinju Lut i završava u „slanoj planini“ u rudniku soli Shahdad. Njena voda je vrlo slana i kako se približava centralnom dijelu pustinje postaje sve koncentriranija zbog isparavanja i prolaska kroz slana područja (Yazdi i sur., 2014).



Slika 1. Površina pustinje Lut prekrivena naslagama soli (Yazdi i sur., 2014)



Slika 2. Površina pustinje Lut (južni dio) prekrivena naslagama gline i soli (Yazdi i sur., 2014)

Rezultati analiza sastava pustinjske sol prikazani su u **Tablici 1.**, iz čega je vidljivo kako ta sol ima visoku čistoću, udjel natrijevog klorida 98,5 % te ne sadrži jod. Sadržaj ostalih minerala je posljedica sastava podloge i samih naslaga soli. Cjelokupno analitičko izvješće se nalazi u prilogu *Dokumentacija dostavljena HAH-u.*

Tablica 1. Rezultati analize pustinjske soli

Parametar	Rezultat	Jedinica
Voda	0,1	g/100g
Klorid (izračunat kao natrijev klorid)	98,5	g/100g
Sulfat	4600	mg/kg
Flourid	n.o.*	mg/kg
Jod ukupno	n.d.**	mg/kg
Natrij	>38,5	g/100g
Kalcij	133	mg/100g
Bakar	<0,2	mg/100g
Željezo	0,35	mg/100g
Kalij	96,8	mg/100g
Magnezij	23,3	mg/100g
Mangan	<0,1	mg/100g
Fosfor	<2,0	mg/100g
Cink	<0,5	mg/100g
Ferocijanid (izračunato kao kalijev ferocijanid bez vode)	n.o.*	mg/kg
Olovo	n.o.*	mg/kg
Kadmij	n.o.*	mg/kg
Živa	n.o.*	mg/kg

*n.o. – ispod granice kvantifikacije

**n.d. – ispod granice detekcije

1.2. Sol i jodiranje soli

Natrijev klorid (kuhinjska sol) proizvodi se iz zasićene slane vode isparavanjem u vakuumu u industrijskim postrojenjima ili uz korištenje sunčeve energije na otvorenom, za to pripremljenim prostorima, ili se kopa u rudnicima. Tijekom vađenja iz morske vode, a također i nakon iskapanja iz rudnika, sol se mora očistiti i oplemeniti. Pri tome se podrazumijeva ujednačavanje veličine kristala, obrada aditivima protiv zgrudnjavanja i jodiranje.

Razlikujemo devet tipova soli čiji oblik ovisi o namjeni i o tehnološkom načinu dobivanja. Tipovi soli prema namjeni i tehnološkom načinu dobivanja su: granulirana sol, rupičasto kristalizirana sol brze topljivosti,

zrnato kristalinična sol, kompaktno ljuskasti kristali, kristali soli dobiveni uporabom sunčeve energije, kristali kamene soli, usitnjeni kristali, peletizirani kristali soli te solna prašina.

Prema važećem zakonodavstvu, u Republici Hrvatskoj, vrste soli koje se koriste za prehranu ljudi moraju se jodirati (uz postojeće iznimke) dok ostale imaju tehnološku namjenu.

Sol se jodira sprejnim nanošenjem otopine u kojoj se nalazi jodni spoj ili dodavanjem i miješanjem koncentrirane smjese jodnih soli na nosaču. Sol se prema Pravilniku (2011) jodira s različitim spojevima joda kao što su: kalijev jodid (KI), natrijev jodid (NaI), natrijev jodat (NaIO_3) te kalijev jodat (KIO_3).

Ambalažirana sol tijekom stajanja na polici za prodaju, uslijed različitih vanjskih utjecaja, povišene temperature, vlage i sunčevog svjetla se degradira, odnosno, jodni spojevi kojima je sol jodirana se raspadaju, a jod sublimira. Kako je jod reaktivan, stupa u kontakt s ambalažom i mijenja joj boju. Upravo zbog toga jodirana sol mora imati propisan rok trajanja, iako on za nejodiranu sol nije obavezan.

1.3. Jod i interakcija sa hranom

Jod i njegove soli (jodidi ili jodati) koje se koriste pri jodiranju soli su reaktivni anorganski spojevi. Jodid je snažan reducens dok je jodat jako oksidirajuće sredstvo. Elementarni jod ne postoji u prirodi, ali je ključni intermedijarni kemijski elemenat u konverziji jodata u jodid. Jodid se može oksidirati u jod uz kisik ili uz druge oksidanse, posebno u kiselj otopini i u prisutnosti sunca ili raznih katalizatora. Jodat se lako reducira, uglavnom u jodid, u reakcijama koje ovise o pH vrijednosti, tako da npr. askorbinska kiselina odmah reagira s jodatom i nastaje jodid.

Zbog reaktivnosti joda i njegovih soli, trebala bi se obaviti temeljita istraživanja kako bi se utvrdio stupanj reaktivnosti sa sastojcima hrane pri tehnološkoj obradi.

Unatoč tim problemima, većina objavljenih radova izvijestila je kako jod nema značajan utjecaj na kvalitetu hrane (El Wakeil, 1958). Postoje specifični sustavi hrane, gdje jod ima utjecaj na senzorska svojstva, kao što su UHT mlijeko ili aroma limuna. Međutim, nema objavljenih istraživanja koja dokazuju da kod tehnološke obrade ostale hrane dolazi do značajnijih promjena koje bi se vezale za jod. Ovo se odnosi na proizvodnju kruha, mesnih prerađevina, slanih grickalica, sireva te pojedine konzervirane hrane (Harris i sur., 2003).

Ako se u neke prehrambene proizvode koji sadrže škrob, proteine (jaja i mliječni dijelovi), šećere i umak od rajčice, doda 400 mg/kg (visoka doza) jodida ili jodata, ne primjećuju se kvalitativne promjene nakon 5 dana skladištenja na sobnoj temperaturi. Možda je to prekratko vrijeme za značajna zapažanja, ali je ipak zaključeno kako niske razine joda (1 - 10 mg/kg) nemaju utjecaj na veći broj različitih prehrambenih proizvoda u koje su dodane. Koncentracije 100 mg/kg ili više, mogu imati utjecaj na neke prehrambene proizvode.

Ako se jod u količini 63,5 mg/kg doda u ulje koje se grije na 180 °C, kroz dva sata, vidljive su značajne promjene u peroksidnoj vrijednosti ulja, što se i odražava na kvalitetu ulja. Čini se da kemijske reakcije između joda (pri većim količinama) i masnih kiselina bitno mijenjaju senzorska i zdravstvena svojstva ulja. Dodavanjem većih količina joda tijekom procesa prženja željele su se dokazati kemijske promjene koje se događaju i s malim količinama joda, a koje je teško analitički odrediti.

Osim utvrđenih kemijskih promjena na hrani dokazana je i smanjena bioraspoloživost joda zbog stupanja joda u reakcije s hranom (Hurrell, 1997). To i jest problem jer dokaz da se količina joda smanjuje tijekom tehnološkog procesa vodi prema redefiniranju količine joda u soli kako bi zahtjevi za bioraspoloživost bili zadovoljeni. Tako na primjer, u kruhu je približno 40 % joda izgubljeno kada je korišten kalijev jodat, dok se samo 20 % gubitka dogodi kada je korišten je kalijev jodid (Winger i sur., 2005). Oko 20 % joda izgubi se nakon kuhanja jodirane soli u vodi ili zagrijavanjem suncokretovog ulja tijekom dva sata na 180 °C (Kuhajek i Fiedelman 1973).

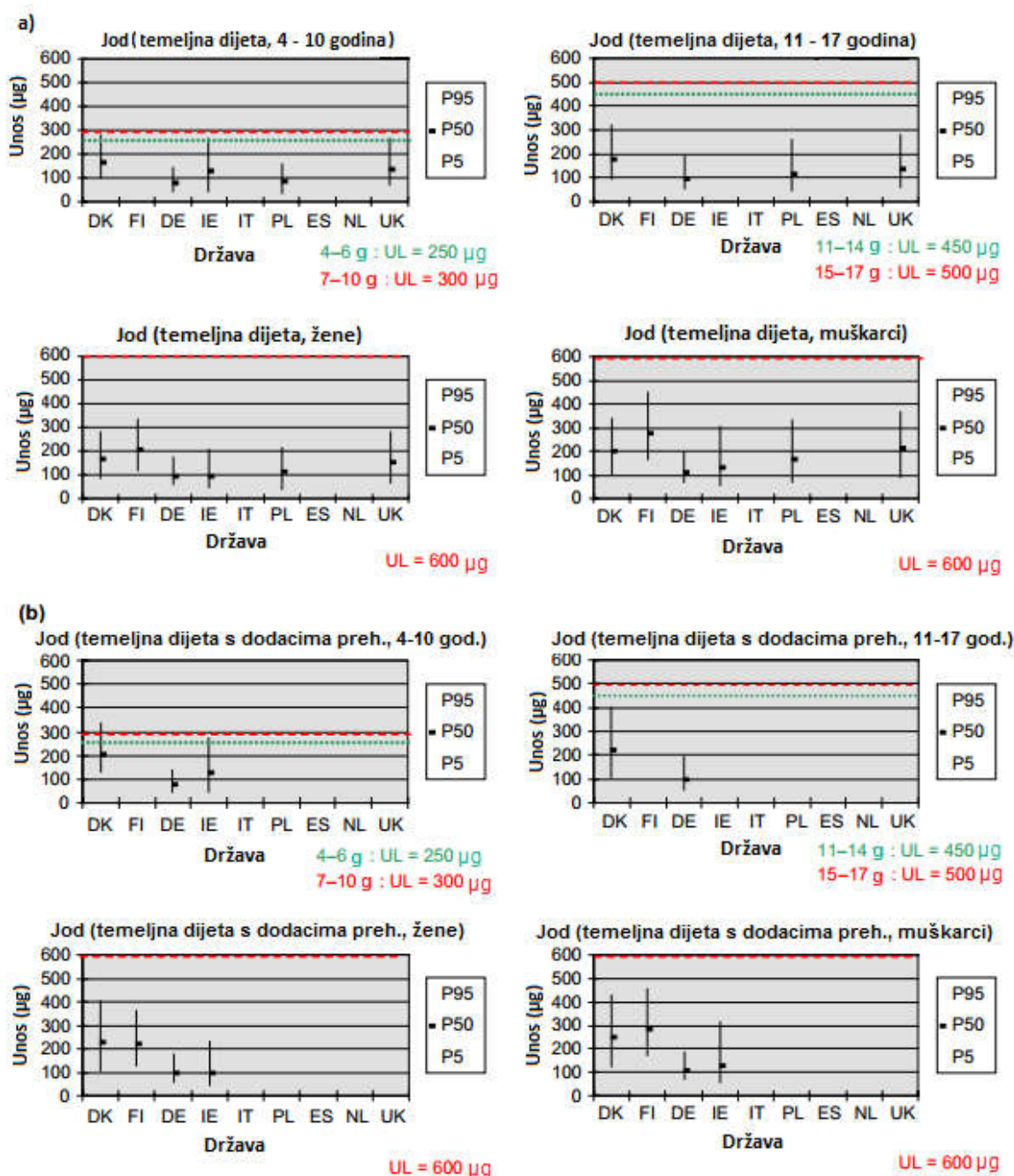
Eksperimentalni uvjeti pripreme hrane nedvojbeno utvrđuju gubitak joda u tijeku termičke obrade, ali teško je egzaktno utvrditi gubitak jer se kod svake hrane različito manifestira te ovisi o vrsti termičke obrade. Rezultati pokazuju kako je najveći gubitak joda prilikom kuhanja, zbog prisutnosti vode (Goinidi i sur., 1995; Wang i sur., 1999).

Upravo zbog toga potrebno je jodirati sol iz svih izvora dobivanja (gdje je to moguće) da bi bioraspoloživost ostala prisutna (Hurrell, 1997).

1.4. Biološka funkcija joda

Jod je mikroelement iznimno važan za zdravlje i dobrobit svakog pojedinca. Osobi je dovoljno 5 g joda za cjeloživotne potrebe tijekom 70 godina života (Dhaar i Robbani, 2008). Zdrava odrasla osoba u tijelu ima oko 15-20 mg joda, a 70-80 % od te količine nalazi se u štitnjači (Detels i sur., 1977). Normalno, oko 120 µg joda se koristi za izgradnju hormona štitnjače (Pal, 2007).

Dnevni unos joda iznosi oko 500 µg; dnevne fiziološke potrebe tijekom odrasle dobi su 150 µg; tijekom trudnoće i dojenja iznose 250 µg, a tijekom neonatalnog razvoja 40 µg (Khurana, 2006; WHO, 2007). Studija Flynn i sur. (2009) pokazala je da je P95 unosa joda kod muškaraca i žena manji od gornje dozvoljene granice u temeljnoj dijeti, a također i kad se uključe dodaci prehrani i dobrovoljna fortifikacija prehrane. Vrijednosti P95 su se kretale od 190 µg/dan (Njemačka) do 447 µg/dan (Finska) kod muškaraca te od 171 µg/dan (Njemačka) do 334 µg/dan (Finska) kod žena. Kod osnovne dijetete P95 unos joda izražen u postotcima maksimalnog dozvoljenog unosa je bio između 32 % (Njemačka) do 75 % (Finska) kod muškaraca i od 29 % (Njemačka) do 56 % (Finska) kod žena. Viši unos joda od osnovne dijetete je udružen s visokom konzumacijom mlijeka i mliječnih proizvoda, kruha, morske ribe i jodirane soli. Vrijednosti su prikazane na **Slici 3**.



Slika 3. Unos joda u temeljnoj dijeti (a) i temeljnoj dijeti uz dodatke prehrani (b) (Flynn i sur., 2009)

1.5. Fiziologija i metabolizam joda

Jod se u prirodi nalazi u različitim oblicima: anorganske jodne soli natrija i kalija (jodidi i jodati); anorganski diatomski jod (molekularni jod ili I_2) te organski monoatomske jod (Patrick, 2008). Jodid (ionski oblik joda, I^-) unesen hranom apsorbira se u krv iz probavnog sustava slično kloridu, te se petina jodida iskoristi za sintezu hormona štitaste žlijezde (Guyton i Hall, 2012).

Štitnjača je najvažniji organ u metabolizmu joda. Žlijezda je građena od mjehurića obloženih folikularnim stanicama (promjera 100 - 300 μm) te ispunjenim koloidom u kojem se nalazi glikoprotein tiroglobulin (Pal, 2007).

Hvatanje jodida je prvi korak u metabolizmu stvaranja hormona štitnjače. Jodid ulazi u stanicu aktivnim transportom s natrijem. Pri tome se uspostavlja koncentracijski gradijent i koncentrira jod u stanici (do 30 puta više nego u krvi) (Guyton i Hall, 2012). *Sinteza i sekrecija tireoglobulina* je drugi korak, a treći je *oksidacija jodida u jod (I)* (Khurana, 2006; Pal, 2007). Svaka molekula tireoglobulina sadrži oko 70 aminokiselina tirozina. Nakon unosa jodida u koloid događa se njegova *oksidacija* u oksidirani oblik ili nascentni oblik joda koji se mogu izravno vezati s tireoglobulinom (Guyton i Hall, 2012). Za oksidaciju jodida nužan je enzim peroksidaza i hidrogen peroksid (H_2O_2). *Organifikacija tireoglobulina* je korak tijekom kojeg se jodiraju tirozinske rezidue unutar molekule tireoglobulina, prvo na poziciji 3, pri čemu se stvara monojodtirozin (MIT) i nakon toga na poziciji 5, stvara se dijodtirozin (DIT). Jodiranje tirozina slijedi reakcija spajanja MIT i DIT pri čemu nastaju trijodtironin (T3; 7 % dnevnog lučenja) ili se spajaju dvije molekule DIT, pri čemu nastaje tiroksin ili tetrajodtironin (T4; 93 % dnevnog lučenja hormona). Vezanjem DIT i MIT nastaje reverzni T3 (rT3), za koji se čini da nema fiziološko značenje kod čovjeka (Guyton i Hall, 2012). Reakciju organifikacije tireoglobulina potiče enzim peroksidaza. Tiroidni hormoni pohranjeni su unutar folikula štitnjače u koloidu tijekom nekoliko mjeseci. Stvorena zaliha dovoljna je za 3 mjeseca (Khurana, 2006; Pal, 2007). Otpuštanje T4 i T3 s molekule tireoglobulina omogućuju enzimi proteaze koje se nalaze u probavnim mjehurićima u kojima se probavlja tireoglobulin i iz stanice otpušta u krv. Tri četvrtine jodiranog tirozina na tireoglobulinu neće se otpustiti kao aktivni hormon u krv, nego se iz njih enzimom dejodazom odcijepkuje jod i u štitnjači ponovno upotrijebi za sintezu hormona (Guyton i Hall, 2012).

T3 i T4 cirkuliraju krvlju vezani (približno 99 %) ili slobodni. Proteini koji vežu hormone štitnjače su tiroksin – vežući globulin (TBG), tiroksin vežući prealbumin (TBPA) i tiroksin binding albumin (TBA). Vezanje na prijenosne bjelancevine sprječava gubitak hormona urinom, ali samo su slobodni hormoni biološki aktivni. 80 % cirkulirajućeg T3 nastalo je perifernom dejodacijom T4 (Khurana, 2006). Trijodtironin ima 4 puta jače djelovanje od tiroksina, ali je u krvi prisutan u puno manjim količinama i kraće vrijeme od tiroksina (Guyton i Hall, 2012). Hormoni štitnjače se sporo otpuštaju u tkivne stanice; $t_{1/2}$ za tiroksin je 6 dana, a za trijodtironin $t_{1/2}$ je 1 dan. U tkivnim stanicama se pohranjuju i sporo otpuštaju nekoliko dana ili tjedana.

Lučenje hormona štitne žlijezde regulirano je negativnom povratnom spregom putem tireotropnog hormona (TSH) iz hipofize na koji utječe razina T4 u krvi. TSH potiče hvatanje jodida (prvi korak u sintezi) i povećava aktivnost jodidne crpke (Guyton i Hall, 2012). TSH u osnovi povećava sve poznate sekrecijske djelatnosti štitaste žlijezde. Snižavanje koncentracije T4 potiče hipofizu na povećan lučenje TSH što stimulira štitnjaču na lučenje T4 u cirkulaciju i tako se održava normalna razina hormona u krvi (Pal, 2007). Lučenje TSH iz hipofize nadzirano je hipotalamičkim *hormonom koji oslobađa tireotropin* (TRH). Hladnoća može povećati lučenje TRH i TSH te posljedično bazalni metabolizam naraste i do 100 %. Emocionalna stanja poput tjeskobe, podražaja simpatičke aktivnosti i uzbuđenje smanjuju lučenje TSH akutno (Guyton i Hall, 2012).

S obzirom da stanice štitnjače imaju iznimnu sposobnost hvatanja joda, normalno postoji gradijent od 100 : 1 u količini joda između tireocita i izvanstaničnog joda (Detels i sur., 1977). Efikasnost hvatanja jodida se postiže omjerom joda između štitnjače i seruma (T/S omjer), reguliranim putem TSH. Nakon hipofizektomije pada koncentracija TSH, te smanjuje T/S omjer. S druge strane, visoka razina TSH u sekundarnom (hipofiznom) hipertiroidizmu povećava T/S omjer (Porterfield, 2001).

Štitnjača luči 80 µg joda u obliku T3 i T4 na dan; od toga, 40 µg joda se svakodnevno može naći u izvanstaničnoj tekućini. T3 i T4 se metaboliziraju u jetri koja oslobađa oko 60 µg joda u izvanstaničnu tekućinu, a 20 µg se izlučuje u stolicu. U prosjeku 480 µg joda se izlučuje urinom i 20 µg stolicom svakog dana (Pal, 2007).

Glavni učinak hormona štitnjače je povećavanje stanične metaboličke aktivnosti (bazalnog metabolizma).

Dok je najveći dio joda koncentriran u štitnjači, jod koji nije vezan u hormonima nalazi se u različitim tkivima, poput mliječne žlijezde, oka, želučane sluznice, cerviksa i slinovnica (Porterfield, 2001).

1.5.1. Trudnoća i dojenje

Nakupljanje joda u dojka je vrlo važno tijekom dojenja, u neonatalnom razvoju, međutim, dokazano je da taj jod ima funkciju antioksidansa (Venturi, 2001; Cocchi i Venturi, 2000). Nasuprot tome, dojke u kojima nema dovoljno joda su sklone oštećenjima zbog akumulacije visoki razina malonaldehid, produkta lipidne peroksidacije (Rheault i sur., 2008). Slično askorbinskoj kiselini, jod u niskim koncentracijama (npr. oko 15 µmol) može imati značajan antioksidativni efekt (Smyth, 2003). Time se može objasniti terapijski efekt kupki s morskim algama ili otopinama bogatim jodom koje su se u prošlosti koristile u terapiji mnogih bolesti (Smyth, 2003).

Pokusi na životinjama pokazali su da jod normalizira povećanu sekreciju hormona stresa iz nadbubrežne žlijezde i poništava učinak hipotireoze na ovarije, testise i timus kod tiroidektomiranih životinja (Nolan i sur., 2000; Thrall i Bull, 1990). Jod vjerojatno utječe i na funkciju imunološkog sustava, ako se leukociti stave u medij koji sadrži 10⁻⁶ M joda, sintetizirat će tiroksin (Stolc, 1971).

Elementarni jod je važnija forma od jodida (joda u ionskom obliku) za zdravlje grudi. Jod u štitnjači i tkivu dojke inkorporira se u lipidne molekule (tzv. jodolipide) koje reguliraju stanični metabolizam i proliferaciju i možda imaju ulogu u anti-proliferativnoj ulozi u tkivu dojke (Aceves i sur., 2005; Venturi, 2001).

Kao što je već rečeno, odrasla osoba treba 80 µg joda dnevno. Kada žena koja nije trudna uzima preporučenu količinu od 150 µg joda na dan, postiže se kinetička ravnoteža pri čemu se 35 % raspoloživog joda unese u štitnjaču. Od tih 80 µg hormonalog joda, 15 µg se gubi stolicom, 65 µg se redistribuira između štitnjače i nepovratnog gubitka urinom. U tim uvjetima, postoji metabolička ravnoteža i tijelo može pohraniti jod u štitnjači u količini 10 - 20 µg (Glinoe, 2007).

Tijekom trudnoće značajno se povećava gubitak joda urinom (za približno 30 - 50 %) i istovremeno, povećava se iskorištavanje joda za sintezu hormona štitnjače za 50 %, s 80 na 120 µg na dan. Stoga postoji manjak joda u vrijednosti od 10 µg na dan. Nedostatak joda tijekom trudnoće tipično postaje

značajan kad se unos joda smanji ispod 100 µg na dan. S obzirom da postoje velike geografske, kulturološke i sociološke razlike u izvoru namirnica i prehrambenim navikama, preporučuje se da se točna potreba za jodom određuje prema specifičnosti svake populacije.

S obzirom da se jod izlučuje iz tijela putem urina, najbolji način za utvrđivanje nedostatka joda u velikoj populaciji je mjerenje izlučenog joda u urinu. Svjetska zdravstvena organizacije definira nedostatak joda ako je medijan koncentracije joda u urinu u populaciji manja od 50 µg/L (WHO, ICCIDD, UNICEF, 2001).

1.6. Metode za procjenu unosa joda u populaciji - biomarkeri

Metode koje se primjenjuju za procjenu unosa joda u populaciji su *mjerenje izlučivanja joda urinom* (UIC); za procjenu stanja gušavosti *mjerenje volumena štitnjače pomoću ultrazvuka* (Tvol), *tireotropin u novorođenčadi* (TSH) i *mjerenje serumskog tireoglobulina* (Tg). Međutim, svaka metoda ima ograničenja.

Medijan izlučivanja joda urinom glavni je indikator koji se koristi za procjenu stanja unosa joda u populaciji, a odražava nedavni unos joda, ali ne i funkciju štitnjače.

TSH je osjetljivi indikator statusa unosa joda samo u novorođenačkoj dobi.

Tireoglobulin iz suhe kapi krvi na filter papiru (ICCIDD -Tg) se u posljednje vrijeme sve više koristi za praćenje unosa joda u školske djece od kada je uveden u preporuke WHO/UNICEF/ICCIDD iz 2007. godine (WHO, 2007).

Serumski Tg vrlo dobro korelira s težinom jodne deficijencije procijenjene mjerenjem joda u urinu. U intervencijskim istraživanjima u djece Tg pada brzo nakon uvođenja jodne profilakse i značajno je osjetljiviji indikator dostatnog unosa joda u odnosu na TSH i T4.

U velikom internacionalnom projektu koji je obuhvatio više od 2000 djece iz 12 zemalja svijeta u suradnji s Laboratorijem za humanu prehranu Švicarskog instituta za tehnologiju i UNICEF-om pokazano je da je mjerenje tireoglobulina u suhoj kapi krvi dobar biomarker normalne funkcije štitnjače u školske djece kada je koncentracija joda u urinu u razini između 100 i 299 µg/L (dostatan i više od dostatan unos joda prema preporukama WHO-a). U istraživanju je utvrđena veća učestalost povišenih vrijednosti Tg-a u djece s jodnom deficijencijom (UIC<100 ug/L) i prekomjernim unosom joda (UIC>300 ug/L). Tireoglobulin je dobar pokazatelj, ne samo nedostatnog, već i prekomjernog unosa joda u školske djece. Granični medijan Tg-a u suhoj kapi krvi koji upućuje na dostatan unos joda iznosi 13 µg/L, s tim da više od 3 % uzoraka ne smije biti iznad 40 µg/L što označava gornju referentnu vrijednost. Vrijednost Tg-a u serumu pozitivno korelira s volumenom štitnjače (Zimmermann i sur., 2008; 2013).

Vrijednost tireoglobulina u trudnica kao biljega nedostatnog (i prekomjernog) unosa joda još nije dovoljno istražena i zahtijeva daljnju potvrdu (WHO i sur., 2007).

2. Karakterizacija opasnosti

2.1. Poremećaji uzrokovani nedostatkom joda

Nedostatan unos joda uzrokuje brojne funkcijske i razvojne poremećaje od kojih je najvažnije zaostajanje u psihomotornom razvoju. Poremećaji uzrokovani nedostatkom joda (IDD) obuhvaćaju sve posljedice uzrokovane manjkom joda u populaciji, a koje se mogu spriječiti jodnom profilaksom. Najosjetljivije populacijske skupine su trudnice, dojilje i mala djeca zbog osobite potrebe za jodom odnosno hormonima štitnjače tijekom razvoja ploda i u djetinjstvu (Hetzel, 1983; Zimmermann 2009). Epidemiološki kriteriji za procjenu unosa statusa unosa joda prehranom na temelju medijana urinarnih koncentracija joda u populaciji iznad 6 godina starosti (ne primjenjuju se na trudnice i dojilje) prikazani su u **Tablici 2**.

Hormoni štitnjače su neophodni za normalan razvoj mozga, a osobito za normalnu neuronalnu migraciju i mijelinizaciju mozga tijekom fetalnog života i u ranoj dječjoj dobi. Manjak hormona štitnjače u ovom kritičnom period uzrokuje trajno oštećenje mozga uz neurološke poremećaje i duševnu zaostalost, što je uvjetovano vremenom nastanka, trajanjem i težinom nedostatka hormona štitnjače i posljedičnim oštećenjem mozga. Najosjetljiviji period je od drugog trimestra trudnoće do treće godine života (Morreale de Escobar i sur., 2000; Calvo i sur., 2002; Hynes i sur., 2013). Zaključci meta analize 18 istraživanja provedenih u područjima sa značajnom deficijencijom joda bili su da je nedostatak joda odgovoran za snižavanje kvocijenta inteligencije (IQ) za 13.5 bodova u odnosu na IQ zabilježene u područjima s dostatnim unosom joda (Bleichrodt i Born, 1995). Čak i kad je nedostatak joda graničan, što je zamijećeno u mnogim Europskim zemljama, smanjenje uspješnosti u rješavanju školskih zadataka može se zamijetiti kod naizgled zdrave djece (Glinoe, 2007).

Ovaj mentalni deficit utječe na sposobnost učenja djece, zdravlje žena, kvalitetu života kao i ekonomski prosperitet (Bleichrodt i sur., 1994)

Tablica 2. Epidemiološki kriteriji za procjenu unosa statusa unosa joda prehranom na temelju medijana urinarnih koncentracija joda u populaciji iznad 6 godina starosti (ne primjenjuju se na trudnice i dojilje) (WHO, UNICEF i ICCIDD, 2001; Farhana i Shaiq, 2010)

Medijan koncentracija joda u urinu (µg/L)	Odgovarajući unos joda (µg/dan)	Status unosa joda
< 20	< 30	Ozbiljni nedostatak
20 - 49	30 - 74	Umjereni nedostatak
50 - 99	75 - 149	Blagi nedostatak
100 - 199	150 - 299	Optimalno
200 - 299	300 - 449	Više od potrebnog
> 299	> 499	Previsok unos

3. Procjena izloženosti

3.1. Izvori joda u prehrani

Jod se u hrani i vodi nalazi najčešće u obliku jodida. Koncentracija mu varira između pojedinih grupa hrane kao i unutra samih grupa. Namirnice bogate jodom su morski plodovi, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi te jodirana sol. Sadržaj joda u mlijeku i jajima ovisi o načinu hranjenja životinja (hrana obogaćena jodom) i higijeni uzgoja (Flachowsky i sur., 2014). Mlijeko je važan izvor joda, osobito u dječjoj populaciji.

3.2. Preliminarna epidemiološka istraživanja stanja unosa joda u Hrvatskoj

Epidemiološko istraživanje stanja unosa joda u Hrvatskoj provedeno u školske djece i trudnica 2009. godine pokazalo je dostatan unos joda u Hrvatskoj. Ukupni medijan izlučivanja joda urinom kod djece iznosio je 248 µg/L, a u trudnica 159 µg/L, međutim, 50 % trudnica imalo je vrijednosti ispod 150 µg/L. Medijani izlučivanja joda urinom u školske djece iz sve četiri zemljopisne regije Hrvatske bili su značajno viši u odnosu na medijane izmjerene 2002. godine, kada je ukupni medijan iznosio 140 µg/L. Porast vrijednosti joda u urinu u školske djece upućuje na izvore suviška joda u prehranbenim namirnicama, osim jodirane kuhinjske soli predstavljaju takozvane izvore „tihe“ profilakse. Volumeni štitnjače u djevojčica i dječaka bili su u granicama normale u usporedbi s referentnim vrijednostima koje su objavili Zimmerman i suradnici (Kusić i sur., 2012).

Velika količina joda u prehranbenim namirnicama može značajno doprinijeti ukupnom dnevnom unosu joda. Prekomjeran unos joda može također uzrokovati gušavost i poremećaj funkcije štitnjače.

Makedonija i susjedna Bosna i Hercegovina imaju isti zakon o obveznom jodiranju soli kao i Hrvatska (20 do 30 mg KI/kg soli). Istraživanja unosa joda u Makedoniji provedena 2007. pokazala su medijan izlučivanja joda urinom u školske djece od 241 µg/L (31,32), što je gotovo identično medijanu izlučivanja joda urinom u školske djece u Hrvatskoj 2009. godine. Međutim, medijan izlučivanja joda urinom u trudnica u Makedoniji bio je nešto viši (199,7 µg/L tijekom prvog i drugog trimestra i 174,9 µg/L tijekom trećeg trimestra trudnoće). U Bosni i Hercegovini (Tuzla), medijan izlučivanja joda urinom u trudnica bez ograničenja unosa soli iznosio je 156 µg/L, dok je u trudnica s ograničenjem unosa soli iznosio 133 µg/L.

Ispitivanja provedena u 60 trudnica u Zagrebu, hospitaliziranih zbog komplikacija u trudnoći, pokazala su medijan izlučivanja joda urinom od 67 µg/L; značajno nižu vrijednost od preporučene (neobjavljeni podatci). Ovim ženama se često savjetuje ograničavanje unosa soli. Prikazani podatci ukazuju na potrebu dodatnog unosa joda u trudnica kojima je preporučen ograničen unos soli.

3.3. Učestalosti konzumacije nejodiranih vrsta soli i svjesnosti o značaju konzumacije jodiranih soli

Na nacionalnom reprezentativnom uzorku od 1000 građana Republike Hrvatske starijih od 15 godina proveden je upitnik o učestalosti konzumacije posebnih vrsta soli, svjesnosti o sadržaju joda u tim solima te važnosti konzumacije jodirane soli. Istraživanjem je provedeno CATI metodom (telefonski intervju) u travnju 2016. godine, a obuhvaćeno je šest regija, četiri veličine naselja te je uzorak ispitanika uravnotežen prema spolu, dobi i obrazovnom statusu. U **Tablici 3.** prikazani su odgovori na pitanja iz upitnika.

Tablica 3. Učestalosti konzumacije nejodiranih vrsta soli i svjesnosti o značaju konzumacije jodiranih soli

Pitanje	Odgovor	%
Konzumirate li posebne vrste soli koje nisu kuhinjska odnosno kamena ili morska sol? (npr. himalajska sol, cvijet soli, crna sol)	Da	11,2
	Ne	88,8
Koliko često konzumirate takvu sol? (samo konzumenti)	Svakodnevno	33,4
	Nekoliko puta tjedno	25,7
	Nekoliko puta mjesečno	40,9
Koje je vaše znanje o sadržaju joda u takvim vrstama soli? (samo konzumenti)	Takva sol nije jodirana (ne sadrži jod)	35,3
	Takva sol jest jodirana (sadrži jod)	64,7
Smatrate li da konzumacija jodirane soli...? (svi ispitanici)	Uopće nije važna	1,4
	Nije važna	10,7
	Niti je važna, niti nije važna	19,9
	Važna je	55,5
	Izuzetno je važna	12,6
Znate li zašto je važna konzumacija jodirane soli? (samo oni koji smatraju da je konzumacija jodirane soli djelomično važna i važna)	Zbog prevencije bolesti koje može uzrokovati nedostatan unos joda	50,0
	Ne znam	34,8
	Ostalo	15,2

Rezultati pokazuju kako 11,2 % ispitanika konzumira posebne vrste soli. Uočava se kako žene konzumiraju više takve soli u odnosu na muškarce. Najviše konzumenata, osobito žena, spada u dobnu skupinu od 25 do 34 godine, zaposleni su i imaju osobna primanja iznad 5000 kn, a dolaze iz naselja iznad 100000 stanovnika, poglavito iz Zagreba.

Trećina konzumenata posebnih vrsta soli konzumira takvu sol svakodnevno. Rezultati upitnika, također, pokazuju da više od polovice konzumenata posebnih vrsta soli nije svjesno da ta sol nije jodirana.

Nadalje, tek polovica ispitanika koja je mišljenja da je konzumacija jodirane soli djelomično važna i/ili važna, smatra da je to zbog prevencije bolesti koje može uzrokovati nedostatan unos joda. Ovi pokazatelji nedvosmisleno upućuju na nužnost edukacije, ali još više na nužnost jodiranja soli koja se nalazi ili stavlja na tržište RH.

4. Karakterizacija rizika

Dostatan unos joda je od neprocjenjivog značaja za populaciju. Nedostatan unos joda uzrokuje brojne funkcijske i razvojne poremećaje od kojih je najvažnije zaostajanje u psihomotornom razvoju. Najosjetljivije skupine su trudnice i djeca. Jodna deficijencija je u svjetskim razmjerima jedini i najvažniji uzrok oštećenja mozga koji se može jednostavno prevenirati.

Glavni izvori joda u hrani su morski plodovi, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi te jodirana sol.

Jodiranje soli je u svijetu najčešće korištena metoda za kontrolu i eliminaciju poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda (IDD). Međutim, zbog nepostojanja zakonskih okvira koji reguliraju jodiranje soli u mnogim zemljama i/ili smanjenog unosa soli, često preporučenog u posljednje vrijeme, akcijama javnog zdravlja, čak do 50% područja Europe je pogođeno blagim nedostatkom joda, a taj manjak je nedavno zabilježen i u industrijaliziranim zemljama s dugogodišnjim dostatnim unosom joda poput Sjedinjenih Američkih Država i Kanade. Programi jodiranja soli zahtijevaju učinkovit sustav praćenja i evaluacije.

Hrvatska je u prošlosti bila područje s teškim nedostatkom joda uz pojavu kretinizma. Zbog prisutnosti blagog do umjerenog nedostatka joda, 1996. godine uveden je Naputak o jodiranju kuhinjske soli (NN 84/96) koji propisuje jodiranje s 25 mg kalijeva jodida po kilogramu soli, a kao rezultat Hrvatska je postigla dostatan unos joda.

Istraživanja provedena 2009. godine pokazala su dostatan unos joda u Hrvatskoj, medijan joda u urinu školske djece bio je u porastu, a granično nizak u trudnica. Obzirom da se trudnicama često savjetuje ograničavanje unosa soli, javlja se potreba dodatnog unosa joda.

Istraživanje Hrvatske agencije za hranu o učestalosti konzumacije posebnih vrsta soli, svjesnosti o sadržaju joda u tim solima te važnosti konzumacije jodirane soli u RH, pokazalo je da 11,2 % ispitanika konzumira posebne vrste soli, od čega oko trećine svakodnevno. Uočava se kako žene konzumiraju više takve soli u odnosu na muškarce te spadaju u dobnu skupinu od 25 do 34 godine. Za pretpostaviti je da su one odgovorne za pripremu hrane u vlastitim domovima te se može pretpostaviti kako je udjel stanovništva RH koji konzumira takvu sol još veći.

Osim toga, kako su te žene u fertilnoj dobi, i one i njihova djecu izloženi su većem riziku od poremećaja uzrokovanih nedostatnim unosom joda.

Nadalje, više od polovice konzumenata nije svjesno da ta sol nije jodirana. Dok tek polovica ispitanika koja smatra da je konzumacija jodirane soli djelomično važna i važna, smatra da je to tako zbog prevencije bolesti koje može uzrokovati nedostatan unos joda. Ovi podaci ukazuju na potrebu osvještavanja i obavješćavanja o sadržaju joda u soli i važnosti njegove konzumacije.

Slijedom svega navedenog, te uzimajući u obzir kako tvrtka koja traži odobrenje za stavljanje na tržište RH pustinske soli, koja nije jodirana, nije dostavila dokumentaciju kojom bi dokazala kako je u pitanju

sol koju nije moguće jodirati iz razloga navedenih u članku 8. stavku 1. Pravilnika (2011), proizlazi da spornu sol nije moguće staviti na tržište s manjim udjelom joda od onog propisanog člankom 7. točkom 6. Pravilnika (2011).

PREPORUKE

Radna skupina koja je izradila ovo znanstveno mišljenje daje preporuku kako je prilikom davanja odobrenja za stavljanje na tržište pustinjske soli, istu potrebno prethodno jodirati.

Prilikom stavljanja na tržište svih vrsta jodiranih soli, preporučuje se navesti oznaku roka trajanja te upute za pohranu (čuvati na suhom i tamnom mjestu) kako bi se smanjila degradacija joda uslijed vanjskih utjecaja.

Nadalje se preporučuje da se prilikom stavljanja na tržište svih vrsta soli koje se ne moraju jodirati iz razloga navedenih u članku 8. stavku 1. Pravilnika (2011), na pakiranju istakne navod „nejodirana sol“ te stavi upozorenje o opasnostima koje uzrokuje deficit joda.

Također, predlaže se da se iz Pravilnika (2011), ukloni popis soli sadržan u članku 8. stavku 1. i Prilogu I. istog Pravilnika (2011) zbog pojave novih soli na tržištu, ali predlaže se zadržati odrednice koje se odnose na navedene uvjete za izuzeće od jodiranja.

DOKUMENTACIJA DOSTAVLJENA HAH-U

- Zahtjev Ministarstva poljoprivrede za izdavanjem znanstvenog mišljenja vezano uz odobrenje za stavljanje na tržište pustinjske soli
- Preslika zahtjeva tvrtke BioROOT d.o.o. uz analitičko izvješće na njemačkom jeziku
- Preslika analitičkog izvješće austrijskog instituta *Institut für Lebensmittelsicherheit Linz*
- Preslika dopune dokumentacije uz Zahtjev za odobravanje stavljanja na tržište pustinjske soli tvrtke BioROOT d.o.o.

LITERATURA (REFERENCE)

Aceves C, Anguiano B, Delgado G (2005): Is iodine a gatekeeper of the integrity of the mammary gland? *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 10:189-196.

Ahad F, GaniIndian SA (2010): Iodine metabolism and Iodine deficiency disorders revisited. *Journal of Endocrinology and Metabolism*, 14:13-17.

Antonić Degač K (2000): *Javnozdravstveni značaj jod deficitarnih poremećaja u Hrvatskoj*. HZJZ, Zagreb.

Bleichrodt N, Born MA (1994): A meta-analysis of research on iodine and its relationship to cognitive development. U: *Stanbury J, ed. The damaged brain of iodine deficiency: cognitive, behavioral, neuromotor and educative aspects*. Cognizant Communication Corporation, New York.

Bleichrodt N, Born MP (1995): A meta-analysis of research on iodine and its relationship to cognitive development. U *The Damaged Brain of Iodine Deficiency*. Cognizant Communications, New York.

Buzina R (1970): Ten years of goiter prophylaxis in Croatia, Yugoslavia. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 23: 1085-1089.

Calvo RM, Jauniaux E, Gulbis B, Asuncion M (2002): Fetal tissues are exposed to biologically relevant free thyroxine concentrations during early phases of development. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 87:1768-1777.

Cocchi M, Venturi S (2000): Iodide, antioxidant function and omega-6 and omega-3 fatty acids: a new hypothesis of biochemical cooperation? *Progress in Nutrition*, 2:15-19.

Daniel G (2007): The importance of iodine nutrition during pregnancy. *Public Health Nutrition*, 10:1542-1546.

Detels R, Holland WW, Mc Ewen HJ, Omenn GS (1977): Endocrine and metabolic disorders. U *Oxford Textbook of Public Health*. 3rd edn, Oxford University Press, UK.

Dhaar GM, Robbani I (2008): Nutritional problems of mothers and children. U *Foundations of Community Medicine*. Reed Elsevier, India.

El Wakeil FA (1958): Effects of iodised salt and other iodine compounds on the quality of processed vegetables. *PhD Thesis*. The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA.

Flachowsky G, Franke K, Meyer U, Leiterer M, Schone F (2014): Influencing factors on iodine content of cow milk. *European Journal of Nutrition*, 53:351-365.

Flechas D (2005): Orthiodosupplementation in a primary care practice. *The Original Internist*, 2:89-96.

Flynn A, Hirvonen T, Mensink G, Ocke MC, Serra-Majem L, Stos K, Szponar L, Tetens I, Turrini A, Fletcher R, Wildemann T (2009): Intake of selected nutrients from foods, from fortification and from supplements in various European countries. *Food & Nutrition Research*, 53:

FNB, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2001): Iodine. U *Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc*. National Academy Press, Washington, D.C.

Glinioer D, Delange F (2000): The potential repercussions of maternal, fetal, and neonatal hypothyroxinemia on the progeny. *Thyroid*, 10:871-887.

Goindi G, Karmarkar MG, Kapil U, Jagannathan J (1995): Estimation of losses of iodine during different cooking procedures. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 4: 225-227.

Guyton AC, Hall JE (2012): Poglavlje 76. U *Medicinska fiziologija*. Medicinska naklada, Zagreb.

Harris MJ, Jooste PL, Charlton KE (2003): The use of iodised salt in the manufacturing of processed foods in South Africa: bread and bread premixes, margarine, and flavourants of salty snacks. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54:13-19.

Hetzel BS (1983): Iodine deficiency disorders (IDD) and their eradication. *Lancet*, 2:1126-1129.

Hurrell RF (1997): Bioavailability of iodine. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51:S9-S12.

Hynes KL, Otahal P, Hay I, Burgess JR (2013): Mild Iodine Deficiency During Pregnancy Is Associated With Reduced Educational Outcomes in the Offspring: 9-Year Follow-up of the Gestational Iodine Cohort. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 98:1954-1962.

Khurana I (2006): Endocrinal System. U *Textbook of Medical Physiology*. Reed Elsevier, India.

Kuhajek EJ, Fiedelman HW (1973): Nutritional iodine in processed foods. *Food Technology*, 27:52-53.

Kusić Z (1996): Novi hrvatski propis o jodiranju soli. *Liječnički vjesnik*, 118:306.

Kusić Z, Đaković N, Kaić-Rak A, Garner I, Lechpammer S, Mesaroš-Šimunčić E, Petrović I, Rončević S, Smoje J, Staničić A, Valent I, Delange F (1996): Current status of endemic goiter in Croatia: the results of nationwide study. *Journal of Endocrinological Investigation*, 19:210-214.

- Kusić Z, Jukić T (2005): History of endemic goiter in Croatia: from severe iodine deficiency to iodine sufficiency. *Collegium Antropologicum*, 29:9-16.
- Kusić Z, Jukić T, Rogan SA, Jureša V, Dabelić N, Staničić J, Boric M, Lukinac L, Mihaljević I, Punda A, Smokvina A, Topalović Z, Katalenić M (2012): Current status of iodine intake in Croatia—the results of 2009 survey. *Collegium Antropologicum*, 36:123-128.
- Kusić Z, Lechpammer S (1997): Successful struggle against iodine deficiency disorders (I.D.D.) in Croatia. *Collegium Antropologicum*, 21:499-506.
- Kusić Z, Lechpammer S, Labar Ž (2000): Endemska gušavost i jodna profilaksa u Hrvatskoj. U *Gušavost u hrvatskoj. Prošireni zbornik znanstvenog skupa*, str. 69-95. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti & Klinička bolnica „Sestre milosrdnice“, Zagreb.
- Kusić Z, Novosel SA, Dabelić N, Punda M, Rončević S, Labar Ž, Lukinac Lj, Nothig-Hus D, Lechpammer S, Staničić A, Kaić-Rak A, Mesaroš-Kanjški E, Karner I, Smoje J, Milanović N, Katalenić M, Jureša V, Sarnavka V (2003): Croatia has reached iodine sufficiency. *Journal of Endocrinological Investigation*, 26:738-742.
- Morreale de Escobar G, Obregon MJ, Escobar del Rey F (2000): Is neuropsychological development related to maternal hypothyroidism or to maternal hypothyroxinemia? *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 85: 3975-3987.
- Nolan LA, Windle RJ, Wood SA (2000): Chronic iodine deprivation attenuates stress-induced and diurnal variation in corticosterone secretion in female Wistar rats. *Journal of Neuroendocrinology*, 12:1149–1159.
- Pal GK (2007): Endocrine Physiology. U *Textbook of Medical Physiology*. Ahuja Publishing House, India.
- Patrick L (2008): Iodine: Deficiency and therapeutic considerations. *Alternative Medical Review*, 13:116-127.
- Porterfield SP (2001): Thyroid gland. U *Endocrine Physiology: The Mosby physiology monograph series*. 2nd edn, Elsevier Mosby, Toronto.
- Pravilnik o soli (2011)*. Narodne novine, br. 89/11 i 141/13
- Rheault S, MS, Olmstead S, Ralston J, Meiss D (2008): Iodine and Iodide: Functions and benefits beyond the thyroid. *Townsend Letter*, 12:99-101.

Smyth PA (2003): Role of iodine in antioxidant defense in thyroid and breast disease. *BioFactors*, 19:121-130.

Stolc V (1971): Stimulation of iodoproteins and thyroxine formation in human leucocytes by phagocytosis. *Biochemical and Biophysical Research Communication*, 45:159-166.

Thrall KD, Bull RJ (1990): Differences in the distribution of iodine and iodide in the Sprague-Dawley rat. *Fundamental Applied Toxicology*, 15:75-81.

Venturi S (2001): Is there a role for iodine in breast diseases? *The Breast Journal*, 10:379-382.

WHO Secretariat, Andersson M, de Benoist B, Delange F, Zupan J (2007): Prevention and control of iodine deficiency in pregnant and lactating women and in children less than 2-years-old: conclusions and recommendations of the technical consultation. *Public Health Nutrition*, 10:1606–1611.

WHO, World Health Organization (2001): *Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: A guide for programme managers*. World Health Organization, France.

WHO, World Health Organization, Andersson M, de Benoist B, Delange F, Zupan J (2007): Prevention and control of iodine deficiency in pregnant and lactating women and in children less than 2- years-old: conclusions and recommendations of the Technical Consultation. *Public Health Nutrition*, 10:1606-1611.

WHO, World Health Organization, UNICEF, United Nations Children's Fund, ICCIDD, International Council for the Control for Iodine Deficiency Disorders (1996): *Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness*. WHO, Geneva.

WHO, World Health Organization, UNICEF, United Nations Children's Fund, ICCIDD, International Council for the Control for Iodine Deficiency Disorders (2007): *Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: A guide for programme managers*. WHO, Geneva.

Winger RJ, Koenig J, Lee SJ, Wham C (2005): *Technological issues with iodine fortification of foods*. New Zealand Food Safety Authority, Wellington. Dostupno na: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/research-projects/iodine-fort/iodine-fort-foods.pdf>

Yazdi A, Emami MH, Shafiee SM (2014): Dasht-e Lut in Iran, the Most Complete Collection of Beautiful Geomorphological Phenomena of Desert. *Open Journal of Geology*, 4:249-261.

Zimmermann MB (2009): Iodine deficiency. *Endocrine Reviews*, 30:376–408.

Zimmermann MB, Aeberli I, Andersson M, Assey V, Jorg JA, Jooste P, Jukić T, Kartono D, Kusić Z, Pretell E, San Luis TO Jr, Untoro J, Timmer A (2013): Thyroglobulin is a sensitive measure of both deficient and excess iodine intakes in children and indicates no adverse effects on thyroid function in the UIC range of 100-299 µg/L: a UNICEF/ICCIDD study group report. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 98:1271-1280.

Zimmermann MB, de Benoist B, Corigliano S, Jooste PL, Molinari L, Moosa K, Pretell EA, Al-Dallal ZS, Wei Y, Zu-Pei C, Torresani T (2006): Assessment of iodine status using dried blood spot thyroglobulin: development of reference material and establishment of an international reference range in iodine-sufficient children'. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 91:4881-4887.