

ZNANSTVENO MIŠLJENJE
o prehrambenim aditivima

Radna grupa za donošenje znanstvenog mišljenja
(Zahtjev HAH -Z – 2012-07)

Usvojeno 02. travnja 2014.

ČLANOVI RADNE GRUPE

- dr. sc. Vedran Poljak, dr. med., Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb
- prof. dr. sc. Nada Vahčić, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Zagreb
- prof. dr. sc. Irena Colić-Barić, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Zagreb
- mr. sc. Marijan Katalenić, Hrvatski zavod za javno zdravstvo Zagreb
- Romana Franić dipl. ing., Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi
- mr. sc. Gordana Horvat, Zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“

KOORDINATOR IZ HAH-a

- Danijela Stražanac, dipl. ing.

SAŽETAK

Prehrambeni aditivi se uobičajeno koriste u suvremenoj proizvodnji hrane zbog tehnoloških potreba, toksikološki su evaluirani i dozvoljeni za uporabu, ali stvaran unos tijekom određene prehrane može utjecati na prekoračenje prihvatljivog dnevnog unosa (engl. Acceptable Daily Intake – ADI) . Znanstveni odbor za prehrambene aditive, arome, pomoćne tvari u procesu proizvodnje i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom Hrvatske agencije za hranu na 7. sjednici održanoj u siječnju 2007. godine, donio je prijedlog da se provede istraživanje za potrebe procjene rizika od prehrambenih aditiva.

Ovo znanstveno mišljenje se temelji na rezultatima istraživanja pod nazivom „Analiza i procjena sigurnosti prehrambenih aditiva“ (2010. – 2012.), koje je za cilj imalo procijeniti unos prehrambenih aditiva prikupljanjem podataka o prehrambenim navikama, proizvodnji i uvozu hrane te kemijskoj analizi aditiva u hrani.

Kao potencijalni izvori opasnosti, prema podacima tog istraživanja, izdvojene su sljedeće kategorije aditiva: konzervansi, umjetna sladila, emulgatori, regulatori kiselosti, bojila i antioksidansi. Rizik je okarakteriziran izračunom procijenjenog dnevnog unosa (engl. Estimated Daily Intake – EDI) za konzumente, maksimalnog i teorijskog EDI za konzumente u odnosu na prihvatljivi dnevni unos, tj. ADI vrijednosti za pojedine aditive. Sigurnosna procjena je provedena podjelom aditiva u tri sigurnosne skupine na osnovu odnosa ADI i EDI vrijednosti. U Skupinu 1 i 2 (relativno sigurne skupine) je svrstano 36 od 38 ispitanih aditiva, dok su se u Skupini 3 (relativno nesigurnoj skupini) našla 2 aditiva: kalijev nitrit (E 249) i natrijev nitrit (E 250). Osim ovih 38 ispitanih aditiva, u Skupinu 3 su automatski svrstani i pojedini aditivi (ukupno 7) koji se u proizvod dodaju u količinama quantum satis jer za takve aditive ne postoje najviši dopušteni udjeli u pojedinim vrstama hrane. Međutim, ovi

aditivi se smatraju relativno sigurnim jer izračun teorijskog unosa, temeljen na utvrđenoj konzumaciji hrane i utvrđenim udjelima aditiva je bio daleko niži od ADI vrijednosti.

Prvi rezultati sigurnosne procjene aditiva u Republici Hrvatskoj, s određenim ograničenjima i nesigurnostima u dostupnim podacima, pokazuju da je za većinu prehrambenih aditiva nivo unosa ispod ADI vrijednosti. Međutim, aditivi iz treće sigurnosne skupine, a to su konzervansi kalijev (E 249) i natrijev nitrit (E 250), moraju biti dodatno istraženi kroz ukupnu izloženost iz hrane, vode i zraka. Kako je procesirana hrana iz grupe prerađevina od mesa glavni put unosa nitrita u organizam, treba obratiti posebnu pažnju na unos istih, naročito u populaciji odraslih velikih konzumenata, adolescenata i djece.

KLJUČNE RIJEČI: prehrambeni aditivi, procjena rizika, maksimalni i teorijski EDI za konzumente, nitriti

SUMMARY

Food additives are commonly used in modern food production due to technological needs. They are toxicologically evaluated and approved for use, but the real intake during a particular diet can affect exceeding the acceptable daily intake (ADI). Croatian Food Agency's Scientific Committee on food additives, flavorings, processing aids and food contact materials on 7th session held in January 2007th, adopted the proposal to conduct research for purpose of risk assessment of food additives.

This scientific opinion is based on research titled „Analysis and assessment of the safety of food additives“ (2010 – 2012), which was about assessment of the dietary intake of food additives by collecting data on dietary habits, production and imports of food and chemical analysis of additives in food.

According to the data obtained from this research, following categories of food additives emerged as the potential sources of dangers: preservatives, sweeteners, emulsifiers, acidity regulators, colours and antioxidants. Risk characterization is performed by calculating the estimated daily intake (EDI) for consumers, EDI max and EDI theoretical for consumers in relation to the acceptable daily intake (ADI) for individual additives. Safety evaluation is performed by dividing the additives into three safety groups on the basis of the relations of ADI and EDI values. In Groups 1 and 2 (a relatively safe groups) are classified 36 of 38 surveyed additives, while in Group 3 (relatively unsafe group) are classified 2 additives: E 249 potassium nitrite and E 250 sodium nitrite. Except these 38 tested additives, there are automatically classified in Group 3 some additives that are added to the product in *quantum satis* levels, because for these additives there are no maximum permitted levels (MPLs) for certain types of food. However, these additives are still considered relatively safe because the

calculation of the theoretical intake, based on established food consumption and analyzed levels of additives in food was far lower than ADI for these additives.

These first results of the safety assessment of food additives in Republic of Croatia, with certain limitations and uncertainties in the available data, show that levels of intake for the majority of food additives are below the ADI values. However, the additives which were classified in the third safety group (preservatives E 249 and E 250, ie potassium and sodium nitrite), must be further investigated through overall exposure from food, water and air. Because processed foods from the group of meat products are the main source of nitrite exposure to the organism, special attention should be paid on the dietary intake of such products, especially in the adult population (high consumers), adolescents and children.

KEY WORDS: food additives, risk assessment, EDI max and EDI theoretical for consumers, nitrites

ZAHVALE

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

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	2
SUMMARY.....	3
ZAHVALE.....	4
POZADINA SLUČAJA.....	6
UVOD.....	7
PROCJENA RIZIKA.....	9
1. Identifikacija opasnosti.....	9
2. Karakterizacija opasnosti.....	9
3. Procjena izloženosti.....	10
3.1. Određivanje udjela aditiva u hrani.....	10
3.1.1. Principi metoda koje su korištene u određivanju aditiva.....	10
3.1.1.1. Bojila.....	10
3.1.1.2. Sladila.....	11
3.1.1.3. Konzervansi.....	12
3.1.1.4. Antioksidansi.....	12
3.2. Podaci o unosu hrane koja sadrži aditive.....	13
4. Karakterizacija rizika.....	14
5. Nitriti.....	18
5.1. Identifikacija opasnosti.....	18
5.2. Karakterizacija opasnosti.....	19
5.3. Procjena unosa nitrita hranom.....	19
5.4. Karakterizacija rizika.....	21
RASPRAVA.....	23
ZAKLJUČCI.....	27
PREPORUKE.....	28
REFERENCE.....	29
DODATAK.....	31

POZADINA SLUČAJA

Znanstveni odbor za prehrambene aditive, arome, pomoćne tvari u procesu proizvodnje i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom Hrvatske agencije za hranu na 7. sjednici održanoj u siječnju 2007. godine, raspravljao je o sigurnosti prehrambenih aditiva. Rasprava je bila potaknuta učestalim pitanjima javnosti, stručnjaka koji se bave prehranom, kao i svih ostalih zainteresiranih za sigurnost hrane koja sadrži prehrambene aditive.

Aditivi se uobičajeno koriste u suvremenoj proizvodnji hrane zbog tehnoloških potreba, toksikološki su evaluirani i dozvoljeni za uporabu, ali stvaran unos tijekom određene prehrane može utjecati na prekoračenje ADI za što danas u Hrvatskoj nema dovoljno podataka kako bi se napravila procjena rizika. Kako ovaj problem nije izražen samo u Hrvatskoj, nego i u Europi, pa i u drugim zemljama svijeta, smatralo se za potrebnim započeti sa žurnim znanstvenim istraživanjem vezanim uz procjenu unosa aditiva prikupljanjem podataka o prehrambenim navikama, proizvodnji i uvozu hrane te kemijskoj analizi hrane, kako bi dobili odgovore na postavljena pitanja i dileme. Ovaj prijedlog je podržan i usvojen kao prioritet na devetoj sjednici Savjetodavnog vijeća Hrvatske agencije za hranu održanoj u svibnju iste godine.

Istraživanje pod nazivom „Analiza i procjena sigurnosti prehrambenih aditiva“ provedeno je u okviru projekta „Croatia Agricultural Acquis Cohesion project“ koji je financiran zajmom Svjetske banke, a proveli su ga Hrvatski zavod za javno zdravstvo i Zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“.

U sklopu nastavka započetih aktivnosti vezanih uz ovu problematiku, Radna grupa donosi, sukladno Zakonu o hrani (NN 81/13) i Pravilniku o izdavanju znanstvenog mišljenja i pružanju znanstvene i tehničke pomoći (NN 130/09), Članak 3. stavak 3., znanstveno mišljenje izrađeno na temelju rezultata tog istraživanja i ostalih stručnih i znanstvenih referenci.

UVOD

Prehrambenim aditivima smatraju se tvari poznatog kemijskog sastava, koje se ne konzumiraju kao hrana, niti su tipičan sastojak hrane, bez obzira na prehrambenu vrijednost, a dodaju se hrani u svrhu poboljšanja tehnološkog učinka i održavanja senzorskih svojstava. Međunarodno zakonodavstvo i literatura koriste pojam „food additives“ što bi doslovno prevedeno na hrvatski značilo „dodaci hrani“, međutim postoje i „feed additives“ odnosno dodaci hrani za životinje. Pridjev *prehrambeni* ukazuje da se aditivi koriste isključivo pri proizvodnji hrane za razliku od drugih aditiva koji se koriste pri proizvodnji plastičnih masa, kozmetičkih proizvoda, sredstava za pranje i čišćenje, u mazivima za automobilsku industriju i sl. U hrvatskom jeziku se pod *dodacima* podrazumijevaju tvari kao što su začini, vitamini, minerali i druge tvari za proizvodnju namirnica. To je i razlog zašto se umjesto riječi *dodaci* u RH koristi riječ *aditivi*.

Aditivi se dodaju hrani u postupku proizvodnje, tijekom pripreme, obrade, prerade, oblikovanja, pakiranja, transporta i čuvanja. Moderna proizvodnja hrane ne može se zamisliti bez dodavanja aditiva pod točno utvrđenim i kontroliranim uvjetima s točno utvrđenim razlogom. Količine koje se koriste za postizanje tehnološkog učinka mjere se u miligramima, a samo nekoliko aditiva dodaje se u hranu u gramskim količinama. Aditivi koji su nakon dodavanja postigli svoj tehnološki ili senzorski učinak i nisu se razgradili, postaju jedna od sastavnica te hrane.

Aditivi i njihove mješavine mogu se dodavati hrani uz sljedeće uvjete: ako su toksikološki evaluirani, ako je njihova uporaba tehnološki opravdana, osim ako se konačni učinak ne može postići načinima koji su ekonomski i tehnološki primjenjiviji, ako se dodaju hrani u količinama dopuštenim posebnim propisima, ako se njihovim dodavanjem potrošač ne dovodi u zabludu u pogledu prave prirode, sastojaka ili prehrambene vrijednosti hrane, ako bitno ne utječu na prirodno svojstveni okus i miris hrane kojoj su dodani, osim ako im to nije posebna namjena te ako se njihovim miješanjem i dodavanjem hrani ne stvaraju toksične tvari (produkti) tijekom prerade, čuvanja i uporabe.

Aditivi se označavaju E brojem kao potvrdom toksikološke evaluacije i klasifikacije pojedinog aditiva. Aditivima slične tvari, koje također imaju neku tehnološku ulogu u proizvodnji, nemaju E broj i označavaju se na drugi način (arome i enzimi), dok se pomoćne tvari u procesu proizvodnje zbog načina djelovanja koji se razlikuje od djelovanja pravog aditiva pri proizvodnji hrane, ne trebaju označavati iako neke od njih imaju E broj. Kada se dodaju hrani, aditivi na deklaraciji proizvoda moraju biti označeni nazivom kategorije koja je ujedno i tehnološka svrha uporabe aditiva, iza kojeg slijedi njihov specifični kemijski naziv ili E broj. Ako aditiv ima više nego jednu tehnološku funkciju pri proizvodnji neke hrane, potrebno je navesti ono tehnološko djelovanje zbog kojeg je aditiv dodan u hranu što u tom slučaju postaje kategorija aditiva. Osnovno funkcionalno ili tehnološko svojstvo ne isključuje mogućnost da pojedini aditiv može imati i neka druga funkcionalna svojstva ukoliko mu se promjeni udio, odnosno količina aditiva koji se dodaje u hranu (Ash i Ash, 1995).

Treba biti svjestan da izbjegavanje uporabe aditiva zahtjeva veliku upornost, umijeće uzgoja i skladištenje hrane, mnogo vremena utrošenoga za proces pripreme hrane kao i prihvaćanje velikog rizika od kvarenja hrane. Nadalje, treba pažljivo čitati i razumjeti deklaracije proizvoda. Hrana koja ne sadrži aditive nije nužno zdravija od ostale hrane. Najbolji način da se unos aditiva svede na minimum je odabir svježih i minimalno procesiranih namirnica.

Kontroverze vezane uz prehrambene aditive odnose se na sigurnost njihove uporabe, posebice uz količinu i vrstu aditiva koji neće ugroziti zdravlje čovjeka. Sigurnost uporabe aditiva u prehrambenoj industriji postala je upitna nakon što su neke studije pokazale da uporaba aditiva može izazvati negativne zdravstvene efekte kod konzumenata (McCann i sur., 2007; Soffritti i sur., 2005). S jedne strane našli su se znanstvenici koji ne sumnjaju u sigurnost upotrebe aditiva. Oni svoj stav argumentiraju tvrdnjama da je udio aditiva u hrani koji bi mogao imati negativne posljedice na zdravlje toliko nizak da je vjerojatnost da se toksična doza unese putem hrane također vrlo niska. S druge strane su znanstvenici koji smatraju da se uporaba određenih aditiva treba zabraniti, bez obzira na njihove male količine koje se dodaju u hranu zbog mogućeg štetnog djelovanja na zdravlje konzumenata (Vrček i Lerotić, 2010). Na osobnu percepciju rizika od hrane, mogu utjecati različiti čimbenici koji iskrivljuju sposobnost realne percepcije rizika od aditiva temeljene na znanstvenim spoznajama. Znanstvenici kroz studije percepcije rizika istražuju čimbenike koji utječu na javnost prilikom donošenja suda u smislu karakterizacije i procjene hazardnih aktivnosti ili tehnologija (Slovic, 1987). Pri uobičajenom postupku donošenja odluka od strane potrošača (jesti – ne jesti, izbjegavati – preferirati i sl.), sigurnost hrane smatra se temom o kojoj se ne pregovara, što konkretno znači da potrošači za svu hranu neizostavno očekuju da bude sigurna i zdravstveno ispravna (Frewer i sur., 2005). Moderna društva problem poljuljanog povjerenja u institucije na području sigurnosti hrane pokušavaju riješiti osnivanjem neovisnih agencija s panelima neovisnih znanstvenika koji na sebe preuzimaju komunikaciju s dionicima procesa i daju procjene i tumačenja rizika. Iz tog razloga je od strane Hrvatske agencije za hranu provedena studija „Analiza i procjena sigurnosti prehrambenih aditiva“ u Republici Hrvatskoj.

PROCJENA RIZIKA

1. Identifikacija opasnosti

Uporaba aditiva neposredno je vezana za njihovo osnovno funkcionalno, tehnološko svojstvo pa su prema Zakonu o prehranbenim aditivima, aromama i prehranbenim enzimima (NN 39/13), a sukladno Prilogu I Uredbe 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća od 16. prosinca 2008. o prehranbenim aditivima (SL L 354, 31.12.2008.) podijeljeni u 26 kategorija: bojila, konzervansi, antioksidansi, emulgatori, stabilizatori, zgušnjivači, tvari za želiranje, regulatori kiselosti, kiseline, tvari za sprječavanje zgrudnjavanja, pojačivači arome, sladila, modificirani škrobovi, tvari za poliranje, tvari za zadržavanje vlage, tvari za tretiranje brašna, učvršćivači, tvari za povećanje volumena, potisni plinovi, emulgatorske soli, tvari protiv pjenjenja, tvari za rahljenje, nosači, tvari za pjenjenje, plinovi za pakiranje i sekvestranti.

U prvoj fazi ovog istraživanja prikupljeni su i generirani podaci koji se odnose na vrstu i količinu prehranbenih aditiva koji se koriste u hrani u RH i konzumiraju od strane potrošača u okviru tipičnih i specifičnih dijeta i načina prehrane, a imaju utvrđen ADI (eng. Acceptable Daily Intake). Iz prikupljenih podataka izdvojene su sljedeće kategorije aditiva: **konzervansi, umjetna sladila, emulgatori, regulatori kiselosti, bojila i antioksidansi.**

2. Karakterizacija opasnosti

Prehranbeni aditivi prije uporabe u proizvodnji namirnica moraju biti toksikološki ispitani i ocjenjeni. Toksikološka istraživanja uključuju akutni, subakutni i kronični toksicitet i kancerogenost. Multigeneracijskim studijama prati se reproduktivni i razvojni tijek, metaboličkim i farmakokinetičkim studijama utjecaj nakon resorpcije, vrijeme izlučivanja, dok se posebnim tehnikama u genetskim studijama prate promjene na staničnoj razini. Također se ispituju interakcije aditiva s ostalim sastojcima u hrani i lijekovima.

Nakon temeljitih istraživanja utvrđuje se najveća količina aditiva kod koje nema uočenih toksikoloških učinaka na zdravlje ili „No observed adverse effect level“ (NOAEL). Ukoliko nekoliko studija pokazuje različite, ali slične rezultate uzima se najniža vrijednost za utvrđivanje NOAEL. Najmanja utvrđena količina nekog spoja uključujući i aditive, koja može štetno djelovati na zdravlje ljudi je „Lowest observed adverse effect level“ (LOAEL). Za svaki aditiv za koji je posebno utvrđena najveća količina kod koje nema uočenih toksikoloških učinaka za zdravlje (NOAEL), podijeli se obično s faktorom sigurnosti 100, uzevši u obzir moguće razlike pri ekstrapolaciji u odnosu na pojedine dijelove populacije, s posebnom pažnjom na populaciju djece i starijih osoba kao rizičnih skupina. Kako je razlika između NOAEL-a i LOAEL-a neznatna, može se i jedna i druga vrijednost uzimati u izračun (Barlow, 2005).

Pri ovoj procjeni rizika vodi se i briga da količina aditiva koja bi obavljala tehnološku ulogu u proizvodnji hrane bude respektabilna što znači da potencijalni aditivi koji imaju niski NOAEL obično ne mogu nakon procjene rizika biti stavljani na listu jer su im određene količine premale za svrhu za koju su namijenjeni. Nakon prethodno obavljenih istraživanja i izračuna pomoću sigurnosnog faktora, dobivene vrijednosti služe kao osnova za utvrđivanje prihvatljivog dnevnog unosa ili „Acceptable Daily Intake“ (ADI), koji se definira kao ona količina aditiva koja se kao sastavni dio namirnice može svakodnevno konzumirati čitav životni vijek bez ikakvog rizika za zdravlje. Prihvatljivi dnevni unos, za svaki aditiv pojedinačno, izražava se u mg/kg tjelesne mase čovjeka. Na temelju utvrđivanja unosa namirnica koje se konzumiraju dnevno te količina aditiva u tim namirnicama, mogu se utvrditi stvarni dnevni unosi za pojedine aditive te ocijeniti prelaze li prihvatljive dnevne unose za svaki pojedini aditiv (Benford, 2005). Ako za pojedini aditiv ADI nije određen, to ne znači da se taj aditiv može dodavati u proizvodnji baš svake hrane i u neograničenim količinama. U ovom slučaju moraju se primijeniti osnovna načela dodavanja aditiva u pojedinu hranu.

3. Procjena izloženosti

3.1. Određivanje udjela aditiva u hrani

Prehrambeni aditivi obuhvaćaju veliki broj spojeva te se za njihovo određivanje koriste različite metode. Od novijih metoda za analizu aditiva često se koriste plinska kromatografija, spektrofotometrija, HPLC, tankoslojna kromatografija i dr.

3.1.1. Principi metoda koje su korištene u određivanju aditiva

3.1.1.1. Bojila

Separacija bojila vrši se tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) na C18 koloni (reverznih faza), s gradijentnim eluiranjem mobilne faze, uz primjenu detektora sa nizom dioda (DAD). Bojila se detektiraju na valnim duljinama navedenim u Tablici 1.

Tablica 1 Popis bojila i apsorpcijski maksimumi za svako bojilo pojedinačno

Naziv	E broj	λ max (nm)
Tartrazin	E 102	427
Quinoline Yellow	E 104	416
Sunset Yellow FCF, Gelborange S	E 110	484
Azorubine, Karmozin	E 122	518
Amarant	E 123	522
Ponceau 4R, Košenil red A	E 124	513
Allura Red AC	E 129	509
Brillant Blue FCF	E 133	629

Nakon odgovarajuće pripreme uzoraka, ovisno o matriksu, određivanje sadržaja sintetskih organskih bojila slijedi kako je opisano u metodi.

3.1.1.2. Sladila

Ciklamati

Separacija sladila ciklamat (cikloheksil – sulfaminske kiseline) vrši se tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) na C18 koloni (reverznih faza), sa izokratnim eluiranjem mobilne faze, uz primjenu detektora sa nizom dioda (DAD). Sladilo se detektira na 314 nm.

Nakon derivatizacije, slijedi filtriranje te određivanje prema metodi.

Acesulfam K i Saharini

Separacija acesulfama K i saharina vrši se tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) na C18 koloni (reverznih faza), sa izokratnim eluiranjem mobilne faze, uz primjenu detektora sa nizom dioda (DAD). Acesulfam K i saharin se detektiraju na valnoj duljini od 220 nm.

Nakon odgovarajuće pripreme uzoraka, ovisno o matriksu, slijedi određivanje sadržaja acesulfama K i saharina kako je opisano u metodi.

Aspartam

Separacija aspartama vrši se tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) na C18 koloni (reverzних faza), sa izokratnim eluiranjem mobilne faze, uz primjenu detektora sa nizom dioda (DAD). Aspartam se detektira na valnoj duljini od 214 nm.

Nakon odgovarajuće pripreme uzoraka ovisno o matriksu, odnosno vrsti osvježavajućeg bezalkoholnog pića, slijedi određivanje sadržaja benzojeve i sorbinske kiseline kako je opisano u metodi.

3.1.1.3. Konzervansi

Sorbinska i benzojeva kiselina

Separacija benzojeve i sorbinske kiseline vrši se tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) na C18 koloni (reverzних faza), sa izokratnim eluiranjem mobilne faze, uz primjenu detektora sa nizom dioda (DAD). Benzojeva i sorbinska kiselina se detektiraju na različitim valnim duljinama i to: 225 nm za benzojevu kiselinu i 256 nm za sorbinsku kiselinu.

Nakon pripreve uzorka slijedi određivanje prema metodi.

Nitriti i nitrati

Separacija nitrita i nitrata vrši se tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) na C18 koloni (reverzних faza), sa izokratnim eluiranjem mobilne faze, uz primjenu detektora sa nizom dioda (DAD). Nitrati i nitriti se detektiraju na valnoj duljini 201 nm. Nakon pripreve uzorka, slijedi određivanje prema metodi.

3.1.1.4. Antioksidansi

Separacija butil hidroksi anisola (BHA), butil hidroksi toluena (BHT), oktil galata (OG), propil galata (PG) i dodecil galata (DG) vrši se tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) na C18 koloni (reverzних faza), s gradijentnim eluiranjem mobilne faze, uz primjenu detektora sa nizom dioda (DAD). Detektiraju se na valnim duljinama navedenim u Tablici 2.

Tablica 2 Popis antioksidansa i apsorpcijski maksimumi za svaki antioksidans pojedinačno

Naziv	E broj	λ max (nm)
Butil hidroksi anisol	E 320	427
Butil hidroksi toluen	E 321	416
Dodecil galat	E 312	484
Oktil galat	E 311	518
Propil galat	E 310	522

Nakon ekstrakcije i razrjeđivanja uzorka, slijedi filtriranje i određivanje prema metodi.

3.2. Podaci o unosu hrane koja sadrži aditive

Služba za zdravstvenu ekologiju Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ) provela je anketu o prehrambenim navikama odrasle populacije u Republici Hrvatskoj. Kako bi utvrdili može li prehrambeni aditiv predstavljati zdravstveni rizik prilikom svakodnevne konzumacije hrane ili izloženosti potrošača, bilo je potrebno procijeniti unos hrane koja sadrži prehrambene aditive i odrediti udio prehrambenih aditiva u konzumiranoj hrani. Metode procjene unosa hrane putem ankete su relativno pouzdane i daju presjek prehrane za anketirano razdoblje (u ovom istraživanju – tjednu konzumaciju i povremeni unos) i uključuju svu konzumiranu hranu bez obzira na mjesto konzumacije (Tennant, 1997).

Anketni upitnik je bio anonimn, a anketa se provodila putem telefonskog razgovora ispitivača i ispitanika, na randomiziranom uzorku od 2116 odraslih građana (59,35% žena i 40,65% muškaraca) Republike Hrvatske (RH), prosječne dobi 38,46 (+/- SE = 3,186), u dobnom rasponu od 19 – 79 godina, tijekom 4 kalendarska mjeseca (01/12/2010 – 01/04/2011).

Ova metoda se koristila za prikupljanje podataka o hrani koju je osoba konzumirala u proteklom, metodom određenom, periodu. Period koji istražujemo u ovom projektu je sedam dana uz bilježenje eventualnog rijetkog sezonskog (1/120) unosa pojedine skupine hrane. Istraživanje je proveo Odjel za fiziologiju prehrane HZJZ.

Temeljem istraživanja provedenog u svim hrvatskim županijama, koje je zahvatilo 2868 ispitanika od kojih se 2116 uključilo i dalo podatke anketaru i obrade anketnih upitnika u kojima je evidentirana tjedna potrošnja hrane koja sadrži prehrambene aditive, dobiven je uvid u frekvenciju unosa hrane koja sadrži prehrambene aditive. Podaci o frekvenciji unosa su se kroz kvantitativne modele obroka

(Senta et al., 2004) kvantificirali i izrazili kao procjena unosa određene skupine hrane što je nužan preduvjet za određivanje procijenjenog dnevnog unosa EDI (eng. Estimated Daily Intake) prehrambenih aditiva i procjenu rizika od pojedinog prehrambenog aditiva.

4. Karakterizacija rizika

Cilj karakterizacije rizika je izrada procjene sigurnosti unosa pojedinog aditiva na nacionalnom nivou. Iz podataka o konzumaciji hrane koja sadrži prehrambene aditive i udjela aditiva u analiziranim proizvodima, procijenjen je dnevni unos pojedinog aditiva (EDI). Usporedbom procijenjenog dnevnog unosa (EDI) s prihvatljivim dnevnim unosom – ADI (EFSA, Codex Alimentarius), dobiven je uvid u sigurnosnu razinu unosa pojedinog aditiva u populaciji. Zbog nesigurnosti koje se pojavljuju u izračunu kod metode procjene sigurnosti prehrambenih aditiva, izrađuje se najmanje tri ili više prikaza koji uzimaju u obzir procijenjeni dnevni unos EDI (Benford, 2005).

Karakterizacija rizika provedena je izračunom EDI vrijednosti za konzumente, EDI maksimalnog i teorijskog za konzumente u odnosu na ADI vrijednosti za pojedine aditive. Procijenjeni maksimalni dnevni unos za konzumente (EDI max-k) dobiven je iz dnevnog unosa hrane izračunatog na bazi maksimalne dozvoljene količine aditiva u pojedinoj vrsti proizvoda i prosječne tjelesne mase odrasle osobe od 60 kg (EC Report, 2001). Teorijski unos podrazumijeva ekstremne količine hrane i tekućine u korelaciji s maksimalnim dozvoljenim udjelom aditiva za pripadajuću skupinu hrane (Benford, 2005). Sigurnosna procjena je provedena podjelom aditiva u tri sigurnosne skupine na osnovu odnosa ADI i EDI vrijednosti (EC Report, 2001).

Tablica 3 Rezultati procijenjenog unosa EDI teoretskog i EDI maksimalnog (konzumenti) istraženih prehrambenih aditiva za odraslu populaciju u odnosu na ADI

Grupa aditiva	E broj	Naziv aditiva	ADI (mg/kg)	EDI t (% ADI)	Skupina 1 ili prelazi u skupinu 2	EDI max-k (%ADI)	Prelazi u skupinu 3
Bojila	E 100	Kurkumin	3	74,33	skupina 1	3,67	
	E 102	Tatazin	7,5	62,66	skupina 1	0,56	
	E 104	Kinolin žuta	0,5	184	skupina 2	7,6	

	E 110	Sunset Yellow FCF, Orange Yellow S	1	332	skupina 2	7,5	
	E 120	Košenil, karminska kiselina, karmin	5	109	skupina 2	8,21	
	E122	Azorubin, karmozin	4	75	skupina 1	1,85	
	E 123	Amarant	0,15	166,7	skupina 2	1,33	
	E 124	Košenil crveni	0,7	821,43	skupina 2	11,71	
	E 127	Eritrozin	0,1	1100	skupina 2	9,7	
	E 129	Allura Red AC	7	55,14	skupina 1	2,14	
	E 131	Patent Blue V	5	84,8	skupina 1	1,8	
	E 132	Indigotin, indigo- karmin	5	33	skupina 1	0,56	
	E 133	Brilliant Blue FCF	6	85,67	skupina 1	3	
	E 142	Zeleno S	5	33	skupina 1	0,92	
	E 151	Brilliant Black BN, Black PN	5	55	skupina 1	1,16	
	E 160e	Beta-apo-karotenal	0,05	0,15	skupina 1	0,016	
	E 161b	Lutein	1	165	skupina 2	4,6	
Konzervansi	E 200	Sorbinska kiselina	25	95,16	skupina 1	21,8	
	E 210	Benzojeva kiselina	5	411,6	skupina 2	22,2	
	E 220	Sumporov dioksid	0,7	827,14	skupina 2	61,43	
	E 249	Kalijev nitrit	0,07	1178,57	skupina 2	132,86	skupina 3
	E 250	Natrijev nitrit					
Antioksidansi	E 310	Propil galat	0,5	74	skupina 1	2	
	E 320	Butilirani hidroksianisol	1	10	skupina 1	0,51	

	E 321	Butilirani hidroksitoluen	0,25	40	skupina 1	2,04	
Emulgatori, regulatori kiselosti	E 338	Fosforna kiselina	70	116,37	skupina 2	41,29	
	E 339	Natrijevi fosfati					
	E 340	Kalijevi fosfati					
	E 341	Kalcijevi fosfati					
	E 343i	Monomagnezijevi fosfati					
	E 343ii	Dimagnezijevi fosfati					
	E 450	Difosfati					
	E 451	Trifosfati					
	E 452	Polifosfati					
Umjetna sladila	E 950	Acesulfam K	9	126	skupina 2	12,22	
	E 951	Aspartam	40	57,5	skupina 1	5,3	
	E 952	Ciklaminska kiselina i njene Na i Ca soli	7	59,57	skupina 1	5,71	
	E 954	Saharin i njegove Na, K i Ca soli	5	107,8	skupina 2	6,4	

Skupina 1

Na temelju sigurnosne procjene prehrambenih aditiva, aditive iz Skupine 1 je moguće isključiti iz daljnjih ispitivanja jer izračun teorijskog unosa temeljen na konzervativnim pretpostavkama o konzumaciji hrane i najviših dopuštenih udjela aditiva nije prelazio ADI. U Skupinu 1 je svrstano 16 od 38 ispitanih aditiva. Svi procijenjeni aditivi iz kategorije antioksidansi su ostali u prvoj sigurnosnoj skupini.

Skupina 2

Prehrambene aditive iz Skupine 2 je moguće isključiti iz daljnjih ispitivanja, jer izračun unosa temeljen na podacima o stvarnom unosu hrane u kombinaciji s najvišim dopuštenim udjelima za uporabu pojedinog aditiva, nije prelazio ADI. U Skupinu 2 je na osnovu sigurnosne procjene

smješteno 20 aditiva, 2 konzervansa, 2 sladila, 7 od 17 bojila i svi aditivi iz kategorije emulgatori i regulatori kiselosti.

Skupina 3

U Skupinu 3, kod koje je izračunom utvrđeno da unos, temeljen na podacima o stvarnom unosu hrane u kombinaciji s utvrđenim udjelima pojedinog aditiva, prelazi ADI, sigurnosna procjena je smjestila dva aditiva iz kategorije konzervansi (E 249 kalijev nitrit, E 250 natrijev nitrit). Također, u ovu skupinu se smještaju aditivi s određenim ADI vrijednostima koje je dozvoljeno koristiti prema *quantum satis*. Za aditive iz Skupine 3 potrebno je daljnje promatranje i istraživanje.

Skupina *quantum satis*

Tablica 4 Rezultati procijenjenog unosa prehrambenih aditiva sa određenim ADI vrijednostima koje je dozvoljeno koristiti prema *quantum satis* za odrasle

Grupa aditiva	E broj	Naziv aditiva	ADI (mg/kg)	EDI k (% ADI)
Bojila	E 101	(s) Riboflavin (ii) Riboflavin-5'-fosfat	0,5	0,02
	E 141	Bakreni kompleksi klorofila i klorofilina	15	0,0005
	E 150c	Amonijačni karamel	200	0,00001
	E 150d	Sulfitno-amonijačni karamel	200	0,0003
	E 160a	Karoteni (ii) Beta-karoten	5	0,014
				0,0000016
	E 163	Antocijani	2,5	0,032
	E 172	Željezo oksidi	0,5	0,000016

Svi procijenjeni aditivi iz skupine *quantum satis* pripadali su skupini Bojila i smješteni su u 3 sigurnosnu skupinu.

5. Nitriti

5.1. Identifikacija opasnosti

Nitriti (E 249, E 250) spadaju u kategoriju konzervansa koji se dodaju radi konzerviranja proizvoda, produljenja održivosti, održanja boje mesa i sprječavanja kvarenja odnosno mikrobiološke kontaminacije. Nitrati i nitriti predstavljaju kemijsku opasnost zbog mogućnosti njihove konverzije u toksične i kancerogene spojeve. Reakcijom između nitrita i amina ili amida nastaju nitrozoamini i nitrozoamidi, spojevi koji su potaknuli niz pitanja i rasprava nakon što je u pokusima na životinjama otkriveno da su kancerogeni. S druge strane, jedini su učinkoviti konzervansi koji priječe rast bakterije *Clostridium botulinum*, čiji toksini paraliziraju živčani sustav. Nitriti su analizama utvrđeni, osim u hrani animalnog podrijetla, i u proizvodima od voća i povrća, mastima, margarinima, desertima i u ostaloj hrani (Thomson i Swallow, 2004). Nitrati i nitriti se prirodno nalaze u okolišu, a čine dio ciklusa dušika. Nitrati se formiraju oksidacijom organskog otpada djelovanjem bakterija koje vežu dušik. Nitratni ion se relativno lako reducira u nitritni, dok se nitritni ion tek uz pomoć bakterija i nekih katalizatora oksidira u nitratni ion. Nitrati i nitriti se također nalaze u tlu i vodi zbog uporabe kao umjetno gnojivo (Gangolli i sur., 1994). Nitrati se također mogu naći u zraku, u koncentracijama od 0,1 do 0,4 µg/m³, iako su opisane i koncentracije do 40 µg/m³ (Tompkin, 1993). U Europskoj uniji samo određena procesirana hrana (mesne prerađevine) smije sadržavati dodane nitrite (Regulation 1129/2011) u količini do 150 mg/kg (maksimalna količina koja može biti dodana tijekom proizvodnje). Najviša dopuštena koncentracija (MDK)* za nitrite u „tradicionalnim“ mesnim proizvodima iznosi 50-175 mg/kg, a za nitrate 10-300** mg/kg. Nitrati su dopušteni i u tvrdim, polutvrdim i polumekim sirevima, a MDK za sireve iznosi do 150 mg/kg. Nitrati su dozvoljeni (< 500 mg/kg) i u kiseloj haringi i papalinama (Clupeidae). ADI za nitrate iznosi 0-3,7 mg/kg tjelesne mase, izraženo kao nitratni ion, a ADI za nitrite je postavljen na granicu do 0,07 mg/kg tjelesne mase, izraženo kao nitritni ion (JECFA, 2002). Sve vrijednosti nitrita u ovoj procjeni rizika izražene su kao nitritni ioni kako bi se omogućilo izravnu usporedbu s odgovarajućim ADI vrijednostima (EFSA, 2008).

*najveća dopuštena količina ostataka rezidua na kraju proizvodnog procesa

**bez dodanih nitrita

5.2. Karakterizacija opasnosti

Udio samih nitrata u hrani ne predstavlja opasnost za zdravlje, ali njihova redukcija u nitrite predstavlja kemijsku opasnost i rizik za zdravlje (Hartman, 1983). Također, kemijskom reakcijom između nitrita i amina ili amida nastaju nitrozoamini i nitrozoamidi, spojevi koji su potaknuli niz pitanja i rasprava nakon što je u pokusima na životinjama otkriveno da su kancerogeni u ciljanim organima pa posljedično tome se smatra da su opasni i za ljude (Hartman, 1983). Najpoznatiji negativni zdravstveni učinak nitrita je vezivanje za hemoglobin i nastajanje methemoglobina (nemogućnost vezanja kisika) što izaziva methemoglobinemiju u novorođenčadi, tj. nedostatak protoka kisika putem krvi (Comly, 1987). Utvrđeno je da visoke doze nitrita mogu imati toksični učinak na reprodukciju (Fan i Steinberg, 1996) što je naknadno potvrđeno i od drugih autora (Manassaram i sur., 2006). Nitriti ili spojevi nastali njihovom degradacijom pokazali su i mutagena svojstva (kromosomske aberacije) *in vivo* (Luca i sur., 1985).

5.3. Procjena unosa nitrita hranom

Tablica 5 Učestalost konzumiranja

Učestalost konzumiranja	svaki dan	više puta tjedno (2,5/7)	1x tjedno (1/7)	rijetko (1/120)
MESNI PROIZVODI				
polutrajni mesni proizvodi npr. tirolska kobasica	82	372	508	740
obareni mesni proizvodi npr. hrenovka, posebna	82	312	642	752
paštete	80	292	582	782

Broj ispitanika: 2116 ; broj konzumenata: 1742 – **82,33%**.

Tablica 6 Udio nitrita u analiziranoj hrani

E broj	Aditiv	Vrsta hrane u kojoj je aditiv analiziran		Udio aditiva (mg/kg)
E 249 E 250	Nitriti	2195*	sendvič narezak sa sirom	25,80
		2196*	obarena kobasica	38,20
		2197*	tlačénica	2,14
		2199*	čajna kobasica	2,49
		2200*	čajna pašteta	13,10
		2201*	čajna kobasica	5,96
		2202*	jeger	7,05
		2203*	hrenovke	2,50

* Broj analitičkog izvješća ZZJZAŠ

Tablica 7 Procjena dnevne izloženosti (EDI) za nitrite

Vrsta hrane (mesni proizvodi i sir)	Broj konzumiranja tjedno po konzumentu	Jedinica konzumiranja (g)	Tjedni unos po konzumentu (g)	Dnevni unos po konzumentu (g)	Udio nitrita (mg/kg)	Dnevni unos nitrita po konzumentu (mg/dan)
polutrajni mesni proizvodi	1,199	100	119,9	17,13	9,1 (±11,27)	0,16
obareni mesni proizvodi	1,192	70	83,44	11,92	15,92 (±19,43)	0,19
pašteta	1,121	50	56,05	8,01	13,1 (±0)	0,1
UKUPNO						0,45

5.4. Karakterizacija rizika

EDI (konzumenti hrane sa nitritima):

- procijenjeni dnevni unos nitrita za konzumente (EDI k) iznosi 0,45 mg/dan / 60 kg tjelesne mase = 0,0075 mg/dan/kg tjelesne mase (10,71% ADI vrijednosti).

Tablica 8. Procjena maksimalnog i teorijskog dnevnog unosa hrane koja sadrži nitrite

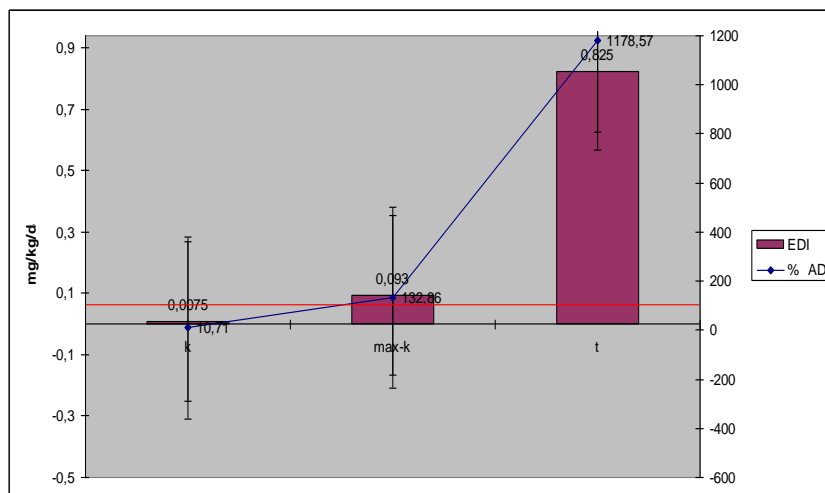
SKUPINA PROIZVODA	Dnevni unos po konzumentu (g)	Teorijski unos hrane dnevno (g)	Maksimalni dozvoljeni udio nitrita (mg/kg)	Maksimalni dnevni unos nitrita po konzumentu (mg/dan)	Teorijski dnevni unos nitrita (mg/dan)
MESNI PROIZVODI		330	(s.v. 150)		49,5
Polutrajni mesni proizvodi	17,13	x	150	2,57	x
Obareni mesni proizvodi	11,92	x	150	1,79	x
Pašteta	8,01	x	150	1,2	x
UKUPNO				5,56	49,5

EDI (teorijski):

- procijenjeni teorijski dnevni unos nitrita (EDI t) iznosi 49,5 mg/dan / 60 kg tjelesne mase = **0,83 mg/dan/kg tjelesne mase (1185,71% ADI vrijednosti)**.

EDI (maksimalno – konzumenti):

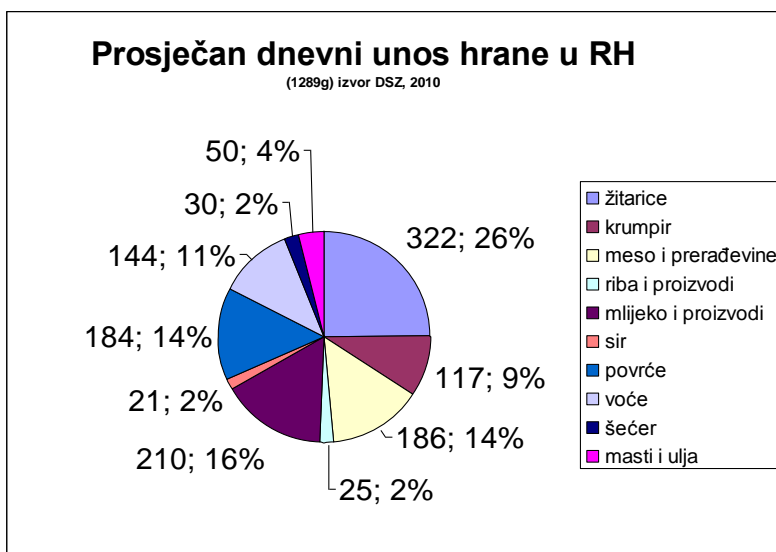
- procijenjeni maksimalni dnevni unos nitrita za konzumente (EDI max-k) iznosi 5,56 mg/dan / 60 kg tjelesne mase = 0,093 mg/dan/kg tjelesne mase (132,86% ADI vrijednosti).



Slika 1 Prikaz odnosa EDI k, EDI max-k, EDI t i ADI vrijednosti za nitrite

Nakon sigurnosne procjene predmetnih prehrambenih aditiva (E249 i E250, nitriti), uvršteni su u skupinu kojoj pripada visoka pozornost tj. prehrambenim aditivima kod kojih je EDI maksimalni za konzumente > od ADI (132,86%), a dobiven je na osnovu ovim istraživanjem utvrđenog unosa pojedinih vrsta hrane. Za nitrite je potrebno daljnje istraživanje i promatranje jer EDI teorijski višestruko prelazi ADI (1185,71%). Ova prekoračenja su dobivena preko podataka o konzumaciji polutrajnih i obarenih mesnih proizvoda te pašteta. Navedene skupine hrane uz tradicionalne mesne proizvode (pršut, kulen, šunka) i u drugim istraživanjima predstavljaju osnovni put unosa nitrita putem mesa i mesnih prerađevina (EFSA, 2010).

Procjenjujući unos nitrata i nitrita na osnovi prosječnog dnevnog unosa hrane, razvidno je da meso i mesne prerađevine sudjeluju s manje od 15% od ukupnog masenog unosa.



Slika 2 Prosječan dnevni unos hrane u Republici Hrvatskoj

Pri procjeni ukupnog unosa nitrata i nitrita, moraju se uzeti u obzir svi mogući izvori, a iz prethodno provedenih istraživanja doznajemo da su značajan izvor zeleno (oko 20%) i ostalo povrće (oko 45%) (Thomson i Swallow, 2008). Nitrati se prirodno nalaze u mnogim vrstama hrane i mogu biti u visokim koncentracijama u nekim vrstama povrća (EFSA, 2008). Koncentracija u povrću ovisi o nizu čimbenika, uključujući sezonu, svjetlo, temperature, način rasta, korištenje i obradu tla i skladištenje (Dich et al., 1996). Također i voda za piće može biti put unosa nitrata i nitrita i mora se uzeti u razmatranje (JECFA, 2002). Poznajući ove činjenice i temeljem ovog istraživanja, razvidno je da je ovu skupinu aditiva (nitrata i nitrite) potrebno pratiti i u cijelosti istražiti i procijeniti u novom istraživanju.

RASPRAVA

Briga o zdravlju pa tako i rasprava o hrani kao bitnom čimbeniku zdravlja, uvijek budi jake emocije kod sugovornika. Hrana osim što zadovoljava nutritivne potrebe organizma predstavlja i put unosa tvari koje u nju dopijevaju iz okoliša (umjetna gnojiva, pesticidi, vet. lijekovi i druge potencijalno opasne tvari) ili se ugrađuju tijekom procesa proizvodnje (prehrambeni aditivi). Sigurnost hrane se definira kao prihvatljiva razina zaštite konzumenta, pri kojoj hrana ne predstavlja rizik za zdravlje konzumenta, ukoliko je pripremljena i konzumirana na način prikladan njenoj namjeni. Kako bi hrana bila sigurna bitna je njena zdravstvena ispravnost, to jest razina opasnosti u njoj mora biti ispod maksimalno dozvoljenih koncentracija koje su zadane međunarodnom i nacionalnom legislativom. Opasnost se povezuje s rizikom s obzirom na njezinu patogenost ili toksičnost, prisutnost u hrani u

dovoljnoj količini da izazove bolest te veću ili manju ekspoziciju potrošača pojedinim opasnostima, što je često povezano s prehrambenim navikama (Poljak i sur., 2010). S druge strane, suvremena proizvodnja hrane se odlikuje monokulturama, masovnošću, globaliziranim tržištem i u najvećoj mjeri marketinški usmjerenim prehrambenim navikama krajnjih potrošača. Više od 70% hrane u Europi predstavlja industrijski procesirana hrana s oko 9000 novih proizvoda godišnje od kojih većina sadrži dodane prehrambene aditive (Vrček i Lerotić, 2010). Ovako velika ponuda utječe na kulturu prehrane omogućujući široku dostupnost (mjestom i cijenom) potrošaču senzorički (okusom, bojom, mirisom, teksturom) prikladne hrane. Upravo uporaba prehrambenih aditiva je omogućila bogatstvo izbora hrane bez obzira na podrijetlo (globalne udaljenosti) i sezonske karakteristike pojedinih biljnih i životinjskih vrsta. Suvremena toksikologija je pokazala da mnoge kemijske tvari mogu imati različite biološke učinke pri različitim visokim i niskim dozama ili koncentracijama (Myers i sur., 2009) što otvara nova pitanja o toksikodinamičkim i toksikokinetičkim procesima (metabolizam ili biotransformacija) i eliminaciji prehrambenih aditiva iz organizma, kao i o sposobnosti obnove pojedinih organa i ljudskog organizma u cjelini. Također, moguće interakcije (sinergističke ili antagonističke) pojedinih aditiva koji strukturno nisu slični, a koje proizlaze iz mogućeg djelovanja na ciljni organ ili metabolički put nisu dovoljno istražene (Lau i sur., 2006). Sustav analize rizika je uspostavio učinkovitu metodologiju procjene rizika na globalnoj razini i u različitom socijalno-ekonomskom okružju. Prehrambeni aditivi predstavljaju potencijalnu opasnost po zdravlje potrošača, a nivo rizika se izračunava kroz proces procjene sigurnosti prehrambenih aditiva (eng. *food additive safety assessment*). Procjena sigurnosti, utemeljena na znanosti i potpomognuta visoko razvijenim analitičkim tehnikama, koristi se kao snažan alat u procjeni rizika od uporabe prehrambenih aditiva. Procjena sigurnosti prehrambenih aditiva uvodi princip sigurnosti u lanac hrane. Metode procjene sigurnosti prehrambenih aditiva ne procjenjuju rizik za pojedinca od uporabe pojedinog aditiva. One identificiraju nivo sigurnosti za populaciju, što ne znači da su manje vrijedne od procedura klasične procjene rizika i daju odgovore na nepoznanice koje nas zabrinjavaju. Procjena sigurnosti dobro razlučuje utjecaje aditiva hrane na ljudski organizam, naročito potencijalne štetne učinke prehrambenih aditiva koji su više ili manje poznati. Osmišljena je tako da promatra populaciju u cjelini i procjenjuje nivo sigurnosti na nivou populacije, a ne procjenjuje broj jedinki u populaciji koje će biti pogođene malim dozama aditiva i ne proračunava potencijal pojavnosti novih po organizam nepovoljnih učinaka. Zaključno, procjena sigurnosti prehrambenih aditiva nije usmjerena na proračun broja ljudi koji će biti pogođeni neželjenim učincima aditiva u hrani, nego određuje sigurnosni nivo na razini promatrane populacije (Yoe, 2008). Sigurnosna istraživanja prehrambenih aditiva i procjena utjecaja na zdravlje konzumenata, ovise o razini trenutne znanstvene spoznaje i provedena su u više zemalja Europske unije (Austrija, Danska, Grčka, Finska, Irska, Španjolska, Francuska, Nizozemska, Švedska i Velika Britanija) koja je objavila zbirno zajedničko izvješće o sigurnosti aditiva 2001. godine (EC Report, 2001).

Provedena studija „Analiza i procjena sigurnosti prehrambenih aditiva u Republici Hrvatskoj“ (2010. – 2012.) utvrdila je sigurnosnu razinu za pojedine aditive i dala tumačenja rizika od istih. Procjena

izloženosti u procjeni sigurnosti prehrambenih aditiva izvršila se kroz procjenu unosa pojedinih aditiva. Pri procjeni izloženosti kombinirali su se podaci o konzumaciji hrane i podaci o udjelu aditiva u hrani. Unos hrane koja sadrži prehrambene aditive procijenjen je na osnovi podataka iz ankete o prehrabnim navikama odrasle populacije u Republici Hrvatskoj. Obradom rezultata unosa hrane vidljivo je da svih anketiranih 2116 ispitanika (100%), bez obzira na dob i mjesto stanovanja konzumira hranu koja sadrži prehrambene aditive s većom ili manjom učestalošću. Dakle, broj ispitanika koji konzumira hranu bez aditiva je 0 (0%). Najveća učestalost konzumacije zabilježena je u skupini ulja i masti za jelo (916 konzumacija dnevno), a slijede gume za žvakanje (754 konzumacija dnevno). Najrjeđe se konzumiraju aromatizirani obojeni kokteli na bazi vina – desertna vina (64 konzumacije tjedno). Također skupine hrane namijenjene određenim populacijskim podskupinama (zamjene za meso za vegetarijance, pića za sportaše) se relativno rijetko (povremeno) konzumiraju. Procjena unosa prehrambenih aditiva je provedena za odraslu populaciju u cjelini tj. populaciju konzumenata i u istraživanje nije bila uključena populacija djece i adolescenata te populacija velikih konzumenata (dijabetičari, osobe na redukcijskoj dijeti i dr.). U provedenoj studiji „Analiza i procjena sigurnosti prehrambenih aditiva u Republici Hrvatskoj (2010. – 2012.)“ uključeni su aditivi s određenim ADI vrijednostima (EFSA) i aditivi sa određenim ADI vrijednostima koje je dozvoljeno koristiti prema *quantum satis*. Karakterizacija rizika je izvršena podjelom aditiva u tri koraka, smještajući pojedine aditive u sigurnosne skupine na osnovu odnosa ADI i EDI vrijednosti po metodologiji prihvaćenoj u Izvješću Europske komisije (EC Report, 2001), što omogućuje usporedbu rezultata istraživanja. Prvi korak je obuhvatio teorijsko konzumiranje hrane s maksimalno dozvoljenim udjelima prehrambenih aditiva u hrani, drugi se odnosio na istraživanjem (anketom) utvrđenu konzumiranu količinu hrane u Republici Hrvatskoj i maksimalno dozvoljene udjele aditiva u hrani, dok je treći korak uključivao utvrđenu konzumaciju hrane i stvarni udio prehrambenih aditiva u hrani.

Prema rezultatima ovog istraživanja u Skupinu 1 (relativno sigurnu skupinu) (**Tablica 3**) je svrstano 16 od 38 ispitanih aditiva. Svi procijenjeni aditivi iz kategorije Antioksidansi su ostali u prvoj sigurnosnoj skupini kao i većina Bojila (10 od 17). Usporedno u izvješću Europske komisije iz 2001. godine također Bojila većinom pripadaju prvoj sigurnosnoj skupini, dok se bojila E 110, E 120, E 124, E 127 smještaju u drugu sigurnosnu skupinu (EC 2001) isto kao i u istraživanju provedenom u Republici Hrvatskoj. Unos tatzazina (E 102) i azorubina (E 122) u Republici Hrvatskoj je u prvoj sigurnosnoj skupini, za razliku od Europske unije gdje je u drugoj skupini (EC Report, 2001). Ova pojavnost može ukazivati na sličnost prehrabnih navika i učestalu uporabu istih robnih marki koje koriste bojila u proizvodnom procesu s predmnijevanjem veće / učestalije konzumacije u europskim zemljama. Konzervansi, osim sorbata (E 200, E 202, E 203) i nitrita (E 249, E 250) u našem istraživanju, ali i u izvješću Europske komisije smješteni su u drugu sigurnosnu skupinu. Nitriti su također u oba istraživanja smješteni u treću, relativno nesigurnu skupinu aditiva. Kod sladila u prvu skupinu su smješteni aditivi E 951 i E 952, a u drugu E 950 i E 954 što je približno izvješću Europske komisije u kojem su u drugoj skupini sladila E 959 i E 952 (EC Report, 2001), a to se može tumačiti približnim unosom proizvoda smanjene energetske vrijednosti ili zamjene za šećer. Svi procijenjeni emulgatori i

regulatori kiselosti (E 434i, E 343ii, E 450, E451 i E452) smješteni su u Skupinu 2, dok su u izvješću Europske komisije fosforna kiselina i njene soli (E 338 – E 452) smješteni u Skupinu 3 što bi se moglo protumačiti većim unosom mesnih prerađevina i zamjena za sireve, topljenih sireva te pekarskih i slastičarskih proizvoda u zemljama starim članicama Europske unije (EC Report, 2001).

Zbog nemogućnosti izračuna EDI teoretskog i EDI maksimalnog (Skupina 1 i 2) kod aditiva koji se koriste prema *quantum satis* jer za predmetne aditive ne postoje najviši dopušteni udjeli u pojedinim vrstama hrane, već je uporaba limitirana tehnološkom nužnošću i ovi aditivi smješteni su u 3 sigurnosnu skupinu. Ovi aditivi su odabrani u procesu identifikacije opasnosti zbog učestalog korištenja, niske ADI vrijednosti u odnosu na ostale *quantum satis* korištene aditive (E 101, E 141, E 160a, E 163, E 172). Karamel bojila (E 150c i E 150d) imaju tehnološko onečišćenje pri njihovoj izradi (EC Regulation No 231, 2012) i zbog potencijalno štetnih učinaka onečišćenja (4 – metilimidazol) procijenio se unos ovih aditiva. Aditivi sa određenim ADI vrijednostima koje je dozvoljeno koristiti prema *quantum satis* (Tablica 4) pripadali su kategoriji Bojila i pripadaju trećoj sigurnosnoj skupini ali se ipak mogu smatrati relativno sigurnim, jer izračun teorijskog unosa temeljen na utvrđenoj konzumaciji hrane i utvrđenim udjelima aditiva je bio daleko niži od ADI vrijednosti. Na temelju sigurnosne procjene prehrambenih aditiva, aditive iz Skupine 1 je moguće isključiti iz daljnjih ispitivanja, jer izračun teorijskog unosa temeljen na konzervativnim pretpostavkama o konzumaciji hrane i najviših dopuštenih udjela aditiva nije prelazio ADI. Nitriti (E 249, E 250) koji su svrstani u treću rizičnu skupinu također su identificirani kao potencijalna opasnost u cijelom nizu zemalja (Danska, Velika Britanija, Francuska, Novi Zeland). Izvor nitrita i nitrata osim procesirane hrane animalnog podrijetla su i voće i povrće (Thomson i Swallow, 2004) čiji unos nije obuhvaćen ovim istraživanjem.

Uzimajući u obzir da za konzumente procijenjeni maksimalni unos nitrita iznosi 132,86% ADI vrijednosti ovu skupinu aditiva potrebno je posebno istražiti imajući u vidu činjenicu da meso i mesne prerađevine sudjeluju s < 15% od ukupnog dnevnog masenog unosa hrane (Slika 2) u Republici Hrvatskoj i potrebno je istražiti druge moguće izvore nitrita i nitrata u hrani kao i ukupnu izloženost jer se nitriti i nitrati nalaze i u vodi i zraku (JECFA, 2002). Ovo je poglavito potrebno radi uočenih štetnih učinaka po zdravlje ljudi zbog uloge nitrita i nitrata u nastanku nitrozoamina i nitrozoamida potencijalno kancerogenih spojeva (Hartman, 1983; Comly, 1987). Godine 2003. EFSA izdaje znanstveno mišljenje o nitratima i nitritima u proizvodima od mesa u kojem se navodi da unatoč znanstvenim naporima do sada nije pronađena učinkovita zamjena za ove konzervanse (nitrite i nitrata) i uz napomenu da kancerogeni efekti nitrozoamina, kao rezultata transformacije nitrita i nitrata nisu bili obuhvaćeni tim mišljenjem (EFSA, 2003). U Izjavi o nitritima u proizvodima od mesa (EFSA, 2010) koja je bila potaknuta danskim istraživanjem o procjeni unosa nitrita i nitrata proizvodima od mesa od 1998. do 2006. godine (Torben i Steffen, 2008) zaključeno je da nema potrebe za revidiranjem ADI vrijednosti za nitrite (0,07 mg/kg tjelesna masa/dan) unatoč istraživanjima u više europskih zemalja koji smještaju nitrite (E 249, E 250) u treću sigurnosnu skupinu naročito u skupini velikih konzumenata. Također EFSA-in Odbor za prehrambene aditive i nutrijente dodane hrani (eng.

Food Additives and Nutrient Sources added to Food) zaključuje da izloženost transformiranim nitrozoaminima u hrani mora biti umanjena primjenom odgovarajuće tehnološke prakse koja bi spustila razinu nitrata i nitrita koji se dodaju hrani, na najniži mogući nivo, koji bi omogućio nužne efekte konzerviranja i mikrobiološke sigurnosti (SCF, 1995). Na osnovi izloženog razvidno je da je unos konzervansa hranom poglavito nitrita preko mesnih proizvoda u fokusu promatranja znanstvene zajednice i europskog sustava sigurnosti hrane što je potvrđeno i ovim istraživanjem sigurnosti aditiva u Republici Hrvatskoj.

ZAKLJUČCI

- Svih 2116 ispitanika koji su dali informaciju o unosu hrane (100%) su konzumirali hranu koja sadrži prehrambene aditive.
- Najveća učestalost konzumacije hrane kojoj su dodani aditivi je zabilježena kod proizvoda od masti i ulja za jelo te guma za žvakanje, a najrjeđe se konzumiraju aromatizirani obojeni kokteli na bazi vina. Također, skupine hrane namijenjene određenim populacijskim podskupinama (vegetarijanci, sportaši) se relativno rijetko konzumiraju.
- Rezultati sigurnosne procjene aditiva u Republici Hrvatskoj ukazuju da skoro svi aditivi (36 od 38) pripadaju prvoj (16 od 38) i drugoj (20 od 38) sigurnosnoj skupini u kojima je utvrđeni unos aditiva daleko ispod razine ADI, a samo dva aditiva (konzervansa) pripadaju trećoj skupini (E 249 i E 250).
- Bojila su procjenom većinom (10 od 17) smještena u prvu a manjim dijelom (7 od 17) u drugu sigurnosnu skupinu.
- Antioksidansi su procjenom smješteni u prvu sigurnosnu skupinu, a emulgatori i regulatori kiselosti u drugu sigurnosnu skupinu.
- Sladila podjednako pripadaju prvoj (Aspartam i Ciklaminska kiselina i njene soli) i drugoj (Acesulfam K i Saharin i njegove soli) sigurnosnoj skupini što je posljedica konzumacije proizvoda smanjene energetske vrijednosti ili zamjena za šećer
- Kod grupe konzervansa sorbati su smješteni u prvu, benzoati i sulfati u drugu, a nitriti u treću sigurnosnu skupinu.

- Prvi rezultati sigurnosne procjene aditiva u Republici Hrvatskoj s određenim ograničenjima i nesigurnostima u dostupnim podacima pokazuju da je za većinu prehrambenih aditiva nivo unosa ispod prihvatljivog dnevnog unosa.

PREPORUKE

Potrebna su dodatna istraživanja naročito u području procjene unosa hrane kako bi se umanjile nesigurnosti istraživanja i utvrdio unos aditiva, kako za grupe velikih konzumenata, tako i za izložene dijelove populacije (djeca, adolescenti, dijabetičari i drugi).

Prehrambene aditivi iz druge sigurnosne skupine trebalo bi dalje istraživati kroz monitoring proizvoda u koje su dodani i kroz daljnja istraživanja unosa tih proizvoda.

Prehrambeni aditivi iz treće sigurnosne skupine su konzervansi, nitriti E 249 i E 250, moraju biti dodatno istraženi kroz ukupnu izloženost iz hrane, vode i zraka.

Prehrambena mesna industrija bi trebala primijeniti proizvodnu praksu kojom bi dodavanje nitrita svela na najniži tehnološki mogući nivo, s ostvarenjem nužnih učinaka konzerviranja i mikrobiološke sigurnosti proizvoda.

Procesirana hrana iz grupe prerađevine od mesa je put unosa konzervansa (nitrita) u organizam i treba obratiti pažnju na unos istih naročito u populaciji odraslih velikih konzumenata, adolescenata i djece.

REFERENCE:

1. M. Ash, I. Ash: Food Additives Handbook, Gower House, England, 1995.
2. D. McCann I sur.: Food additives and hyperactive disorder in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial, *The Lancet*, Volume 370, Issue 9598, 1560-1567, 2007.
3. M. Soffritti, F. Belpoggi, D. Degli Esposti, L. Lambertini: Aspartame induces lymphomas and leukaemias in rats, *European Journal Oncology*, 10, 107-116, 2005.
4. I. Vinković Vrček, D. Lerotić: Aditivi u hrani: Vodič kroz E-brojeve, *Školska knjiga*, Zagreb, 2010.
5. P. Slovic: Perception of Risk, *Science*, New Series, Vol. 236, No. 4799., pp. 280-285, 1987.
6. L.J. Frewer, A. Fischer, J. Scholderer, W. Verbeke (2005): Innovation in Agri-Food Systems. Wageningen Academic Publishers. Wageningen, 2005.
7. S. Barlow: Threshold of toxicological concern (TTC), A tool for assessing substances of unknown toxicity present at low levels in the diet, International Life Sciences Institute, Belgium, 2005.
8. D. Benford: The Acceptable Daily Intake, International Life Sciences Institute, Belgium, 2005.
9. D.R. Tennant: Food Chemical Risk Analysis, *Chapman & Hall*, London, 1997.
10. A. Senta, J. Pucarín-Cvetković, J. Doko Jelinić: Kvantitativni modeli namirnica i obroka, *Medicinska naklada*, Zagreb, 2004.
11. EC Report: Report from the commission on Dietary Food Additive intake in the European Union, Brussels, 2001.
12. B. Thomson, B. Swallow: Nitrates and nitrites dietary exposure and risk assessment, Christchurch, New Zealand, 1-37, 2004.
13. V. Poljak, E. Pavić, M. Katalenić & B. Antunović. 2010. Food, hazards in food and food safety risk communication. Korunić d.o.o. Zagreb, Zagreb, Croatia, Zbornik Radova 22. Znanstveno Stručno Edukativni Seminar DDD i ZUPP 2010: Djelatnost dezinfekcije, dezinfekcije, deratizacije i zaštite uskladištenih, Pula, Croatia, 24-26 March., 2010, pp. 29-43.
14. S.D. Gangolli, P.A. van den Brandt, V.J. Feron et al.: Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds, *European Journal of Pharmacology Environmental Toxicology and Pharmacology Section*; 292, 1-38, 1994.
15. R.B. Tompkin, „Nitrite“, in P.M. Davidson, & A.L. Branen, eds, Antimicrobials in Foods, 2nd Ed., New York: Marcel Dekker, 1993.

16. JECFA (FAO/WHO Expert Committee on Food Additives): Evaluation of certain food additives. *Fifty ninth report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*, Geneva, World Health Organization, 2002.
17. EFSA: Nitrate in vegetables, Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal*, 689, 1e79, [cited 2011 Feb 10]. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/689.pdf>
18. P.E. Hartman: "Review: Putative Mutagens and Carcinogens in Foods. I. Nitrate/Nitrite Ingestion and Gastric Cancer Mortality," *Environmental Mutagenesis*, Vol. 5, No. 1, pp. 111-121. doi:10.1002/em.2860050112, 1983.
19. H. Hunter Comly: Cyanosis in Infants Caused by Nitrates in Well Water *JAMA*.;257(20):2788-2792. doi:10.1001/jama.1987.03390200128027, 1987.
20. A. M. Fan, V.E. Steinberg: Health implications of nitrate and nitrite in drinking water: an update on methemoglobinemia occurrence and reproductive and developmental toxicity, *Regul Toxicol Pharmacol.*, 35-43, 1996.
21. D. M. Manassaram, L.C. Backer, D.M. Moll: A review of nitrates in drinking water: Maternal exposure and adverse reproductive and developmental outcomes, *Environmental Health Perspective*, 114 (3): 320 – 327, 2006.
22. D. Luca, L. Răileanu, V. Luca, R. Duda: Chromosomal aberrations and micronuclei induced in rat and mouse bone marrow cells by sodium nitrate, *Mutat Res*, 155:121–125. doi:10.1016/0165-1218(85)90129-6. PMID:3974626, 1985.
23. J. P. Myers, R. T. Zoeller, F. S. vom Saal: A Clash of Old and New Scientific Concepts in Toxicity, with Important Implications for Public Health, *Environ Health Perspect*, 117(11): 1652–1655. 2009.
24. K. Lau, W. G. McLean, D. P. Williams, C. V. Howard: Synergistic interactions between commonly used food additives in a developmental neurotoxicity test, *Toxicol Sci*. 2006 Mar;90(1):178-87. 2006.
25. EFSA Statement on nitrites in meat products, *EFSA Journal*, 8(5):1538 [12 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1538, 2010.
26. J. Dich, R. Jarvinen, P. Knekt, P.L. Penttila: Dietary intakes of nitrate, nitrite and NDMA in the Finnish Mobile Clinic Health Examination Survey, *Food Additives and Contaminants*, 13, 541-552, 1996.
27. C. Yoe: Aspartame Risk assessment, *Food Safety Analysis Exercise*, www.foodrisk.org/riskanalysis/intro.cfm, pristupljeno: 22. siječnja 2008.
28. The effects of Nitrites/Nitrates on the Microbiological Safety of Meat Products, *EFSA Journal*, 14, 1-31, 2003.

29. Statement on nitrites in meat products, *EFSA Journal*, 8(5):1538, 2010.
30. L. Torben, N. Steffen: Nitrite and nitrate content in meat products and estimated intake in Denmark from 1998 to 2006, *Food Additives and Contaminants*, 25, 10, 1237-1245, 2008.
31. Opinion on nitrates and nitrites, Reports of the Scientific Committee for Food 38th Series, 1-33, 1995.

DODATAK:

Tablica 9: Popis kratica korištenih u tekstu

Kratica	Engleski pojam	Hrvatski pojam
ADI	Acceptable daily intake	Prihvatljivi dnevni unos
BHA	Butylated hydroxyanisole	Butil hidroksi anisol
BHT	Butylated hydroxytoluene	Butil hidroksi toluen
DAD	Diode Array Detector	Detektor s nizom dioda
DG	Dodecyl gallate	Dodecil galat
EDI	Estimated daily intake	Procijenjeni dnevni unos
EDI max-k	Maximum Estimated daily intake for consumers	Maksimalni procijenjeni dnevni unos za konzumente
EDI t	Theoretical Estimated daily intake	Teoretski dnevni unos za konzumente
EFSA	European Food Safety Authority	Europska agencija za sigurnost hrane
FAO	Food and Agriculture Organization of the UN	Organizacija za hranu i poljoprivredu UN-a
HPLC	High Pressure (Performance) Liquid Chromatography	Visokotlačna (visokoučinkovita) tekućinska kromatografija
HZJZ	Croatian national institute of public health	Hrvatski zavod za javno zdravstvo
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives	Zajednički stručni odbor FAO/WHO za prehrabene aditive
LOAEL	Lowest observed adverse effect level	Najniža razina kod koje je uočen štetni učinak
MDK		Najveća dopuštena količina
NOAEL	No observed adverse effect level	Razina bez uočenog štetnog učinka
OG	Octyl gallate	Oktil galat
PG	Propyl gallate	Propil galat
RH	Republic of Croatia	Republika Hrvatska

SCF	Scientific Committee on Food	Znanstveni odbor za hranu
SE	Standard Error	Standardna pogreška
WHO	World Health Organization	Svjetska zdravstvena organizacija
ZZJZAŠ	Institute of public health „Dr. Andrija Štampar“	Zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“