

ZNANSTVENO IZVJEŠĆE O REZULTATIMA ISTRAŽIVANJA AKRILAMIDA U HRANI ZA 2014. GODINU

Donositelj znanstvenog izvješća (sukladno članku 14. st. 3. Pravilnika o sadržaju, obrazloženju i objavi znanstvenih mišljenja HAH-a)

Usvojeno 16. travnja 2015.

Uvod

Akrilamid je kemijski spoj koji se pri povišenim temperaturama može formirati u hrani iz njenih prirodnih sastojaka (reducirajućih šećera i aminokiselina). Isto tako, ima široku primjenu i u raznim industrijskim granama (proizvodnja papira, boja i plastike, tretiranje otpadnih voda i vode za piće, kozmetika, sastav ambalaže za prehrambene proizvode itd.) gdje se koristi kao građevna jedinica u izradi poliakrilamida i akrilamid kopolimera (NCI, 2008). Akrilamid je široj javnosti postao poznatiji od 2002. godine kada je, u sklopu jednog istraživanja u Švedskoj, pronađen u visokim razinama u pečenoj i prženoj hrani bogatoj škrobom. Ovo otkriće je izazvalo zabrinutost znanstvene zajednice jer se još od 1994. god. akrilamid nalazi na popisu Međunarodne agencije za istraživanje raka (IARC, *engl. International Agency for Research on Cancer*) kao vjerojatno kancerogena tvar za ljude, što znači da njegova kancerogena svojstva nisu do kraja istražena (Vasić – Rački i sur., 2010).

Iz tog razloga, zadnje desetljeće, intenzivno traju istraživanja o akrilamidu; od mehanizama nastanka, glavnih izvora, eventualnih štetnih učinaka te do same procjene izloženosti. Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA, *engl. European Food Safety Authority*) od 2007. god. prikuplja podatke iz zemalja članica Europske unije (EU) o koncentracijama akrilamida u različitim prehrambenim proizvodima te je u nekoliko navrata izdala znanstvena izvješća na ovu temu (EFSA 2009; 2010; 2011; 2012). Shodno tome, mijenjale i/ili nadopunjavale su se i preporuke Europske komisije. Preporuka komisije od 2. lipnja 2010. o praćenju razina akrilamida u hrani (2010/307/EU) opisuje plan uzorkovanja, minimalan broj uzoraka te kategorije hrane koje treba uzorkovati. U Preporuci komisije od 8. studenog 2013. o ispitivanju razina akrilamida u hrani (2013/647/EU), navedene su tzv. indikativne vrijednosti za pojedine kategorije namirnica. One samo upućuju na potrebu za ispitivanjem, tj. ne čine sigurnosni prag. Stoga se mjere provedbe i/ili brzog uzbuđivanja pokreću samo na temelju vjerodostojne procjene rizika provedene za svaki slučaj posebno, ali ne

samo zato što je vrijednost veća od indikativne (Preporuka 2013/647/EU). EFSA se obvezala napraviti procjenu rizika za akrilamid do prve polovice 2015. god. Republika Hrvatska (RH), kao nova članica EU, aktivno se uključila u provedbu prethodno navedenih Preporuka te već dvije godine zaredom radi ispitivanja na zadanim kategorijama hrane. Ispitivanja se provode na inicijativu Ministarstva zdravlja, u suradnji s Nastavnim zavodom za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“ iz Zagreba. Kao i za 2013. god., tako su i za 2014. god. podaci dostavljeni Hrvatskoj agenciji za hranu (HAH), radi procjene rizika, na temelju kojih je nastalo ovo drugo po redu znanstveno izvješće na temu akrilamida u hrani.

PROCJENA RIZIKA

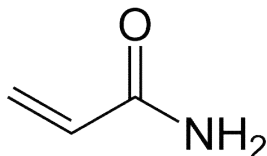
1. Identifikacija opasnosti

Kemijska formula akrilamida je C_3H_5NO (ChemSpider.com, 2014). U čistom obliku se nalazi kao bijeli kristal, nezapaljiv, bez mirisa, koji je dobro topljiv u vodi i polarnim otapalima. Većina studija je potvrdila da glavina akrilamida u hrani nastaje Maillardovom reakcijom koja se odvija između karbonila (reducirajućih šećera, najčešće glukoze) i aminokiseline asparagin tijekom određenih termičkih obrada hrane (prženje, pečenje) i to na temperaturama iznad 120 °C (Vasić – Rački i sur., 2010). Povoljni uvjeti su, dakle, visoka temperatura i niska vlažnost, a reakcija se prvenstveno odvija na površini zagrijavane namirnice. Npr. akrilamid u kruhu se prvenstveno formira u kori, uz vrlo male ili nikakve koncentracije u sredini kruha. Kuhanje i mikrovalno zračenje dovode do nastanka znatno manjih količina akrilamida i može se reći da su tako nastale količine akrilamida zanemarive s obzirom na one nastale pečenjem i prženjem (Bala, 2012). Osim Maillardovom reakcijom, akrilamid može nastati i iz nekoliko alternativnih mehanizama: dehidracijom glicerola iz masti kod visokih temperatura, enzimatskom dekarboksilacijom asparagina, termičkom degradacijom dipeptida karnozina iz mesa te polipeptida iz brašna koji zahtijevaju nešto višu temperaturu, nego Maillardova reakcija (Vasić – Rački i sur., 2010). Općenito se može reći da što je pržena namirnica tamnije boje (zagoreni tost, tamniji čips), veća je koncentracija akrilamida (Bala, 2012).

Bitno je istaknuti da je akrilamid prirodni nusprodukt prethodno navedenih reakcija pri visokim temperaturama. Dakle, njegova prisutnost u hrani nije rezultat kontaminacije iz okoliša. U ljudskoj prehrani je prisutan tisućama godina, tj. od trenutka kada se počela koristiti termička obrada hrane. Međutim, tek 2002. godine, grupa švedskih znanstvenika je otkrila njegovu prisutnost u hrani. Prije ovoga otkrića, hrana se nije ispitivala na prisutnost akrilamida zato što se on ne dodaje hrani niti je bio poznat kao komponenta hrane (Bala, 2012).

Do ovog otkrića se došlo sasvim slučajno. Akrilamid je otprije dobro poznata kemikalija koja se koristi u industriji, a otkriće u hrani se dogodilo kada su radnici u Švedskoj, koji su sudjelovali u nesreći koja je uključivala izloženost akrilamidu, bili podvrgnuti testiranju krvi. Naime, tada su se otkrile koncentracije akrilamida i u kontrolnoj grupi. Ovo otkriće je dovelo do istraživanja drugih mogućih izvora izloženosti i fokus je pao na hranu gdje se otkrilo da se akrilamid formira u krumpirima kada ih se zagrijava na temperaturama iznad 120 °C. Uzorci komercijalno dostupnih prehrambenih

proizvoda u Švedskoj su dalje analizirani te se akrilamid otkrio u mnogima od njih, a posebno u namirnicama bogatim ugljikohidratima koje su bile zagrijavane na visokim temperaturama. Ubrzo nakon objave ovih otkrića, prisutnost akrilamida u hrani postala je problem na globalnoj razini. S obzirom na potencijalni štetni učinak koji akrilamid može imati na zdravlje ljudi (moguće kancerogeno i neurotoksično djelovanje), mnoge studije su ubrzo pokrenute, uz sveobuhvatnu međunarodnu suradnju (Bala, 2012).



Slika 1 Strukturna formula akrilamida

2. Karakterizacija opasnosti

Glavno pitanje od globalnog interesa odnosi se na unos akrilamida putem uobičajene prehrane, a gdje bi takav unos mogao dovesti do štetnih učinaka po ljudsko zdravlje, posebice potencijalno povećati rizik od nastanka raka.

Kako se akrilamid dugi niz godina koristi kao industrijska kemikalija, njegova toksikološka djelovanja su opsežno proučavana. Zbog svoje male molekulske mase, brzo i lako se apsorbira u crijevima te se putem krvožilnog sustava distribuira po organizmu. U stanici se metabolizira uz citokrome P450 do glicidamida. Izazvao je kancerogenost u studijama na životinjama, prvenstveno glodavcima, kada su se koristile veće doze od onih koje su uobičajene za prosječnu izloženost ljudi putem prehrane, a što je i karakteristično za takve studije. Takva istraživanja na glodavcima dokazala su da je akrilamid prouzročio maligne promjene na štitnjači, testisima, mliječnoj žlijezdi, plućima i mozgu. IARC je klasificirao akrilamid kao tvar koja je „vjerojatno kancerogena za ljude“ (grupa 2A), a temeljem studija na životinjama. Akrilamid je izazvao genotoksičnost u nizu ispitivanja i akutni je neurotoksin. Međutim, gotovo je sigurno da je izloženost akrilamidu iz namirnica koje ga sadrže, daleko niža od izloženosti koja je potrebna da bi došlo do neurotoksičnosti (Vasić – Rački i sur., 2010; Bala, 2012).

Kao što je prethodno spomenuto, primarni metabolit akrilamida je glicidamid. To je epoksid koji lako reagira s DNA. Ova činjenica izaziva zabrinutost zbog potencijalne genotoksičnosti. Ipak, do sada nije prikupljeno dovoljno podataka da bi se nedvosmisleno dokazala kancerogenost ili genotoksičnost kod ljudi od količina akrilamida sadržanih u uobičajenoj prehrani (Bala, 2012).

U novijoj dvogodišnjoj studiji na štakorima i miševima (Beland i sur., 2012), autori su zaključili da tumori promatrani u nekoliko organa oba spola i obje vrste glodavaca koji su bili kronično izloženi, snažno podupiru tezu da je akrilamid, kao rezultat metaboličke aktivacije u glicidamid, genotoksični kancerogen.

Iako se ova saznanja o toksičnosti akrilamida, dobivena na glodavcima, mogu ekstrapolirati i na ljude, epidemiološke studije nisu pokazale korelaciju između povećanog unosa pržene hrane i učestalosti raka. Te studije su uključivale istraživanje rizika od nastanka raka usne šupljine, ždrijela, jednjaka, grkljana, debelog crijeva, bubrega, dojki te jajnika. U ovim studijama, za procjenu izloženosti, nisu bile uključene sve namirnice koje mogu biti izvor akrilamida. Nadalje, podaci o izloženosti su često bili temeljeni na intervjuiranju ljudi putem anketa što za sobom nosi niz nedostataka (Vasić – Rački i sur., 2010; NCI, 2008).

Da bi se izbjegla ovakva ograničenja u određivanju točnosti izloženosti akrilamidu, u jednoj danskoj studiji koristili su se biomarkeri izloženosti, konstruirani za procjenu rizika od raka dojke kod žena u postmenopauzi. Među ženama s većim razinama vezanja akrilamida na hemoglobin u krvi, utvrđeno je statistički značajno povećanje rizika od raka dojke pozitivnog na estrogenski receptor (ER+) (Olesen i sur., 2008).

Akrilamid predstavlja problem i za radnike koji su na svom radnom mjestu izloženi većim količinama akrilamida. Izravna izloženost akrilamidu putem dišnog sustava, kože ili očiju, uzrokuje iritaciju te također može izazvati znojenje, nekontrolirano mokrenje, mučninu, bolove u mišićima, poremećaje govora, gubitak osjeta itd. (IPCS, 1991.). Istraženi su smrtni slučajevi među sličnim grupama radnika izloženih akrilamidu (zaposlenih između 1925. i 1976. god.) u 4 tvornice (tri u SAD-u i jedna u Nizozemskoj). Iako je zabilježena slaba naznaka povećane pojavnosti nastanka raka gušterače i Hodgkinove bolesti, nisu prikupljeni dokazi koji bi ukazivali na statistički značajno povećanje smrtnosti. Ovo je dovelo do zaključka da postoji malo dokaza za uzročnu vezu između izloženosti akrilamidu i oboljevanja od raka (Dybing i Sanner, 2003).

Tri prospektivne kohortne studije istraživanja parova iz Nizozemske, uključivale su velik broj ispitanika (Hogervorst i sur., 2007; Hogervorst i sur. 2008a; Hogervorst i sur., 2008b). Zaključci tih studija su bili sljedeći:

- povećani rizik od nastanka raka maternice i jajnika u postmenopauzi uz povećani unos akrilamida kod osoba koje nikad nisu pušile
- akrilamid nije povezan s nastankom raka dojke
- nije pronađena pozitivna veza između unosa akrilamida i povećanja rizika od nastanka raka mokraćnog mjehura i prostate
- postoje određene indikacije o pozitivnoj vezi između unosa akrilamida putem hrane i povećanja rizika od nastanka raka bubrežnih stanica
- unos akrilamida nije povezan s rizikom od nastanka raka debelog crijeva, želudca, gušterače i jednjaka, ali određene podgrupe zahtijevaju dodatna buduća promatranja.

Može se zaključiti da je malo vjerojatno da će epidemiološki dokazi biti u mogućnosti dokazati ili osporiti vezu između konzumacije hrane koja sadrži akrilamid i povećanja rizika od nastanka raka, tj. uzročno – posljedičnu vezu (Bala, 2012).

3. Procjena izloženosti

Izradi procjene izloženosti ljudi akrilamidu, pristupilo se nedugo nakon njegovog otkrića u hrani. Inicijalna istraživanja su pokazala da je hrana, bogata ugljikohidratima, glavni izvor akrilamida. Tako se za pržene krumpire (čips, pomfrit, kroketi) ispostavilo da sadrže veće količine akrilamida od ostale hrane, dok od ostalih izvora valja izdvojiti kavu, kakao u prahu, pekarske proizvode, kolače i kekse te ostale proizvode na bazi žitarica (krekeri, žitarice za doručak, grickalice itd.) (Knežević i sur., 2010). Za djecu, prženi krumpiri uz meki kruh, kekse, krekeri i hruskavi kruh čine glavnu izloženost na akrilamid. Keksi i dvopeci za dojenčad i malu djecu čine glavni izvor akrilamida za tu grupu populacije (EFSA, 2012).

Akrilamid nije prisutan u neobrađenoj, sirovoj hrani, a također, mesni proizvodi sadrže vrlo niske količine akrilamida, zbog toga što u njima nedostaje prekursor za njegovo nastajanje (Bala 2012). Osim namirnica, još jedan značajan izvor akrilamida je dim iz cigareta pa pušači snose veći rizik od izloženosti akrilamidu (NCI, 2008). Isto tako, upotreba akrilamida u tehnologiji obrade otpadne vode i vode za piće i vodu svrstava u izvore akrilamida. Međutim, prisutnost akrilamida u vodi je strogo regulirana te je dozvoljena granica odobrena prema Pravilniku o prirodnim mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama (2013) daleko niža od stvarne opasnosti utemeljene na dosadašnjim podacima i iznosi 0,1 µg/L vode za prirodnu izvorsku i stolnu vodu nakon punjenja u ambalažu.

Tijekom godina razvile su se nove laboratorijske metode otkrivanja razina koncentracija akrilamida u hrani, s povećanom osjetljivošću, uz precizno i brzo detektiranje količina akrilamida u hrani. Dvije metode su se uspostavile kao prihvatljive i usporedive, a to su: plinska kromatografija i masena spektrometrija (GC-MS) i tekućinska kromatografija i masena spektrometrija (LC-MS) (Bala, 2012).

Uočeni su različiti udjeli akrilamida u istoj vrsti hrane različitog proizvođača (npr. čips) iz čega proizlazi da udio akrilamida ovisi i o varijacijama u obradi hrane kao što su: temperatura obrade hrane, vrijeme, podrijetlo ulja ili masti, podrijetlo hrane (Knežević, 2010). U **Tablici 1** navedeni su rasponi vrijednosti pronađenih koncentracija akrilamida u različitim grupama namirnica (Bala, 2012).

Tablica 1: Otkrivene razine akrilamida u odabranim skupinama namirnica (Bala, 2012)

Skupina namirnica	Koncentracije akrilamida [µg/kg]
Čips od krumpira	117 – 4215
Pomfrit	59 – 5200
Pekarski proizvodi i kekxi	18 – 3324
Kruh	< 10 – 397
Žitarice za doručak	< 10 – 1649
Čokoladni proizvodi	< 2 – 826
Pržena kava	45 – 935
Instant kava	87 - 1188

Procjena izloženosti akrilamidu napravljena je u nekoliko zemalja. Tako se za Francusku, Njemačku, Nizozemsku, Norvešku, Švedsku, Veliku Britaniju i SAD odredila izloženost koja ima raspon od 0.3 do 3.2 $\mu\text{g}/\text{kg t.m./dan}$ uz značajne varijacije u procjenama. Djeca, zbog svoje manje tjelesne mase, mogu biti izložena akrilamidu u koncentracijama većim za 2 - 3 puta s obzirom na odrasle. Iako se procjena izloženosti može napraviti na različite načine te iako se prehrabene navike razlikuju među pojedinim državama, uspostavljena je srednja vrijednost izloženosti od 1 $\mu\text{g}/\text{kg/t.m./dan}$ i prosječna vrijednost izloženosti za visoke konzumente od 4 $\mu\text{g}/\text{kg/t.m./dan}$ (Mills i sur., 2009; JECFA, 2011).

Jedna švicarska studija, procijenila je unos akrilamida prema dnevnim obrocima. Tako su zaključili da se doručkom unosi 8% od ukupnog dnevnog unosa akrilamida, ručkom 21%, večerom 22%, 13% užitom te 36% ispijanjem kave. Kasnije su rezultati ove studije korigirani, ali je i dalje ostao visok unos akrilamida putem kave (22%) (SFOPH, 2002). Ovo ukazuje na činjenicu da, namirnice koje sadržavaju visoki udio akrilamida, ne moraju biti glavni izvor izloženosti, ako se ne konzumiraju u velikim količinama. Namirnice s relativno malenim udjelom akrilamida, kao što su kava ili kruh, mogu značajno doprinijeti ukupnoj izloženosti kada se konzumiraju u velikim količinama (Bala, 2012).

Akrilamid je općeniti prehrabeni problem, tj. ne odnosi se samo na neke kategorije namirnica te se problem izloženosti ne može riješiti izbjegavanjem nekih namirnica. Npr., u SAD-u se procjenjuje da hrana koja sadrži akrilamid doprinosi dnevnom unosu kalorija u udjelu od 38%, 33% u udjelu ugljikohidrata, 36% u udjelu prehrabnih vlakana te više od 25% u udjelu značajnog broja mikronutrijenata (Petersen i Tran, 2005). Ovo svakako treba uzeti u obzir zbog razloga što se naglasak najčešće stavlja na konzumiranje snack proizvoda (čips, grickalice i sl.) kao glavnih izvora akrilamida iz prehrane (Bala, 2012).

4. Karakterizacija rizika

Što se tiče RH, akrilamid u hrani se nije sustavno pratio. Međutim, ulaskom RH u EU, preuzete su Preporuke komisije (2010/307/EU) i (2013/647/EU) te se pristupilo ispitivanju određenih grupa namirnica. Do sada su rađena ispitivanja za 2013. i 2014. godinu, a provode se na inicijativu Ministarstva zdravlja, u suradnji s Nastavnim zavodom za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“ iz Zagreba. Dobiveni podaci se dostavljaju HAH-u (**Tablica 2**). Ovo znanstveno izvješće se odnosi na podatke dobivene za 2014. godinu, uz usporedbu rezultata s prethodnom godinom (**Tablica 3, 4 i 5**).

Tablica 2: Analitički rezultati ispitivanja koncentracija akrilamida u hrani za 2014. god.

Prehrambeni proizvod (dostavljeni opis)	Zemlja podrijetla	Kategorija prehr. proizvoda (prema 2010/307/EU, Prilog C.)	Indikativna vrijednost [µg/kg] (prema 2013/647/EU)	Koncentracija akrilamida [µg/kg]
Keksi i srodni proizvodi	Srbija	C.9.1.	200	< 10
Keksi i srodni proizvodi	Njemačka	C.6.	500	32
Keksi i srodni proizvodi	Hrvatska	C.6.	500	< 10
Keksi i srodni proizvodi	Srbija	C.9.1.	200	316
Keksi i srodni proizvodi	Hrvatska	C.9.1.	200	< 10
Keksi i srodni proizvodi	Njemačka	C.6.	500	< 10
Keksi i srodni proizvodi	Hrvatska	C.6.	500	< 10
Keksi i srodni proizvodi	Hrvatska	C.6.	500	197
Keksi i srodni proizvodi	Hrvatska	C.6.	500	< 10
Keksi i srodni proizvodi	Hrvatska	C.6.	500	< 10
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu	Hrvatska	C.9.2.	50	< 10
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu	Hrvatska	C.9.2.	50	16,7
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu	Hrvatska	C.9.2.	50	< 10
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu	Hrvatska	C.9.2.	50	< 10
Kava	Hrvatska	C.7.1.	450	< 10
Kava	Hrvatska	C.7.1.	450	< 10
Kava	Hrvatska	C.7.1.	450	28,4
Instant proizvodi od kave i surogata za kavu	Hrvatska	C.7.3.	4000	359
Instant proizvodi od kave i surogata za kavu	Hrvatska	C.7.1.	450	147
Gotova jela	Hrvatska	C.1.	600	< 10
Gotova jela	Hrvatska	C.1.	600	455
Gotova jela	Hrvatska	C.1.	600	125
Gotova jela	Hrvatska	C.1.	600	484

Snack proizvodi od krumpira, žitarica, na bazi brašna ili škroba (od korijenja i gomolja, sjemenje leguminoza i leguminoza)	Hrvatska	C.2.	1000	< 10
Snack proizvodi od krumpira, žitarica, na bazi brašna ili škroba (od korijenja i gomolja, sjemenje leguminoza i leguminoza)	Hrvatska	C.2.	1000	< 10
Snack proizvodi od krumpira, žitarica, na bazi brašna ili škroba (od korijenja i gomolja, sjemenje leguminoza i leguminoza)	Hrvatska	C.2.	1000	301
Snack proizvodi od krumpira, žitarica, na bazi brašna ili škroba (od korijenja i gomolja, sjemenje leguminoza i leguminoza)	Hrvatska	C.2.	1000	301
Žitarice i proizvodi od žitarica – proizvodi od zrna žitarica, proizvodi od korijena i gomolja, mahuna i sjemenki leguminoza (uključujući i soju) osim pekarskih proizvoda iz kategorije 7	Hrvatska	C.4.	150	< 10
Žitarice i proizvodi od žitarica – proizvodi od zrna žitarica, proizvodi od korijena i gomolja, mahuna i sjemenki leguminoza (uključujući i soju) osim pekarskih proizvoda iz kategorije 7	Hrvatska	C.5.	300	< 10
Žitarice i proizvodi od žitarica – proizvodi od zrna žitarica, proizvodi od korijena i gomolja, mahuna i sjemenki leguminoza (uključujući i soju) osim pekarskih proizvoda iz kategorije 7	Njemačka	C.5.	200	< 10
Žitarice i proizvodi od žitarica – proizvodi od zrna žitarica, proizvodi od korijena i gomolja, mahuna i sjemenki leguminoza (uključujući i soju) osim pekarskih proizvoda iz kategorije 7	Poljska	C.5.	300	221
Žitarice i proizvodi od žitarica – proizvodi od zrna žitarica, proizvodi od korijena i gomolja, mahuna i sjemenki leguminoza (uključujući i soju) osim pekarskih proizvoda iz kategorije 7	Poljska	C.5.	300	< 10
Pekarski proizvodi	Hrvatska	C.4.	80	< 10
Kruh i obični pekarski proizvodi	Hrvatska	C.4.	80	< 10

Kruh i obični pekarski proizvodi	Hrvatska	C.4.	80	< 10
Pekarski proizvodi sušenog tipa (štapici, mrvice, okruglice za juhu i sl.)	Hrvatska	C.6.	500	< 10
Pekarski proizvodi sušenog tipa (štapici, mrvice, okruglice za juhu i sl.)	Hrvatska	C.6.	500	148

Tablica 3: Broj uzoraka s obzirom na godinu uzorkovanja

Kategorija hrane	2013. god.	2014. god.	Ukupno
Pomfrit, gotovi (od svježih krumpira i od tijesta od krumpira)	6	4	10
Predprženi pomfrit za kućnu upotrebu*	2	-	2
Čips od svježih krumpira i od tijesta od krumpira	4	4	8
Meki kruh	4	4	8
Žitarice za doručak	2	4	6
Keksi, krekeri, hruskavi kruh i sl.	4	9	13
Kava i zamjene za kavu	4	5	9
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu	-	7	7
Druga hrana	4	-	4
UKUPNO	30	37	67

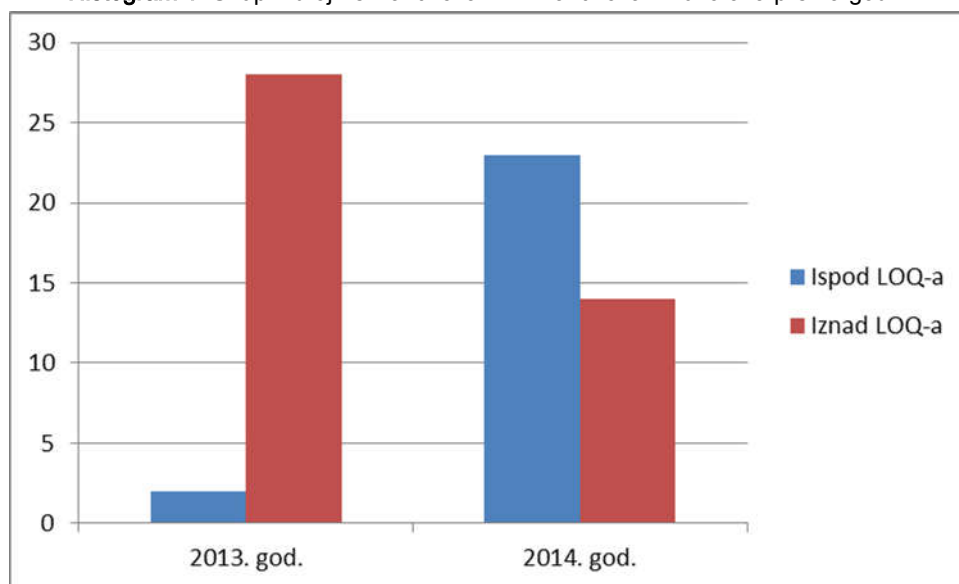
*Kategorija C.3. Priloga C. Preporuke (2010/307/EU), koja je ukinuta Preporukom komisije (2013/647/EU)

Kao što je vidljivo iz **Tablice 4** i **Histograma 1**, broj uzoraka koji su ispod razina kvantifikacije (LOQ vrijednosti, koja je uspostavljena na 10 µg/kg), drastično varira između analiza koje su rađene u 2013. god. u usporedbi s onima koje su rađene u 2014. god. Drugim riječima, u 2013. godini je svega 7% uzoraka bilo ispod LOQ-a, dok je u 93% uzoraka akrilamid uspješno kvantificiran, nasuprot 61% uzoraka ispod LOQ-a u 2014. god., tj. 39% kvantificiranih.

Tablica 4: Broj nekvantificiranih i kvantificiranih uzoraka prema godini i kategoriji hrane

Kategorija hrane	2013. god.		2014. god.	
	Ispod LOQ-a	Iznad LOQ-a	Ispod LOQ-a	Iznad LOQ-a
Pomfrit, gotovi	0	6	1	3
Predprženi pomfrit za kućnu upotrebu	0	2	Nije uzorkovano	
Čips od svježih krumpira i tijesta od krumpira	0	4	2	2
Meki kruh	2	2	4	0
Žitarice za doručak	0	2	3	1
Keksi, krekeri, hruskavi kruh i sl.	0	4	6	3
Kava i zamjene za kavu	0	4	2	3
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu	Nije uzorkovano		5	2
Druga hrana	0	4	Nije uzorkovano	
UKUPNO:	2	28	23	14

Histogram 1: Ukupni broj nekvantificiranih i kvantificiranih uzoraka prema godini



Tablica 5: Usporedba prosječnih koncentracija akrilamida* prema kategorijama hrane

Kategorija prehr. proizvoda (prema 2010/307/EU, Prilog C.)	Prosječna koncentracija akrilamida u određenoj vrsti hrane RH [$\mu\text{g}/\text{kg}$] za 2013. god.	Prosječna koncentracija akrilamida određenoj vrsti hrane u RH [$\mu\text{g}/\text{kg}$] za 2014. god.	Prosječna koncentracija akrilamida određenoj vrsti hrane u EU [$\mu\text{g}/\text{kg}$] od 2007. do 2010. god.**
Pomfrit, gotovi	191,5	268,5	329,5
Predprženi pomfrit za kućnu upotrebu	241,5	-	285,5
Čips od svježih krumpira i tijesta od krumpira	118	155,5	612,8
Meki kruh	25	10	57,5
Žitarice za doručak	12,4	62,8	153,5
Keksi, krekeri, hruskavi kruh i sl.	93,1	48,6	295,5
Kava i zamjene za kavu	140,6	110,9	440
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu	-	54,7	84,3
Druga hrana	118,1	-	203,5

*Ako je izmjerena koncentracija ispod LOQ-a, za izračun se uzimao puni LOQ (10 $\mu\text{g}/\text{kg}$)

**Prema EFSA, European Food Safety Authority (2012): *Update on acrylamide levels in food from monitoring years 2007 to 2010*. EFSA Journal 2012;10(10):2938, Parma (stranice 18-21, Tablice 4-7).

Rezultati analiza hrane u 2014. god. pokazali su da su pronađene koncentracije akrilamida u hrani daleko ispod indikativnih vrijednosti (u prosjeku niže za 83%), a često se akrilamid nije mogao niti kvantificirati (u 61% uzoraka). Za izračun koncentracija akrilamida u hrani je uzeta LOQ vrijednost (10 $\mu\text{g}/\text{kg}$), kao najgori mogući scenarij.

EFSA je 2012. godine izdala znanstveno izvješće u kojem je ažurirala podatke dobivene praćenjem razina akrilamida u hrani od 2007. do 2010. god. (EFSA, 2012). U **Tablici 5** uspoređeni su podaci iz RH s podacima koje je EFSA dobila u tom četverogodišnjem razdoblju. Uspoređene su srednje vrijednosti za pojedine kategorije hrane te je vidljivo da su koncentracije akrilamida u RH daleko niže od europskog prosjeka (u prosjeku za 58% za 2013. god. i 61% za 2014. god.).

Iz tog razloga nije bilo potrebno raditi procjenu rizika jer je i iz ovih korelacija vidljivo da je rizik po zdravlje ljudi zanemariv (ako bi se u obzir uzimala samo usporedba s indikativnim vrijednostima) (**Tablica 2**).

Međutim, u 2014. jedan uzorak bi bio iznad indikativne vrijednosti ukoliko bi ga se svrstalo u kategoriju *Keksi i dvopek za dojenčad i malu djecu* (proizvod u obliku u kojem se prodaje, kako je utvrđeno u dijelu C.9.1. Priloga Preporuci 2010/307/EU). Naime, tada bi za taj uzorak vrijedila

indikativna vrijednost od 200 µg/kg, a u njemu je pronađena koncentracija od 316 µg/kg, što je za 58% više od indikativne vrijednosti. Važno je napomenuti da u ostala 2 uzorka koja se ubrajaju u ovu kategoriju, nisu kvantificirane koncentracije akrilamida. U obzir se mora uzeti i da se za akrilamid smatra da je prvenstveno kronični toksikant te je iz toga razloga, a s obzirom da se radi o samo jednom uzorku, nemoguće donositi zaključke o dugoročnim štetnim učincima konzumacije takvog prehrambenog proizvoda. Nadalje, proizvod nije deklariran kao proizvod namijenjen maloj djeci, ali se ne može isključiti vjerojatnost da ga mala djeca ipak konzumiraju. U suprotnom, ako bi ga se svrstalo u kategoriju *Keksi i oblatne* (proizvod u obliku u kojem se prodaje, kako je utvrđeno u dijelu C.6. Priloga Preporuci 2010/307/EU), tada bi za njega vrijedila indikativna vrijednost od 500 µg/kg proizvoda te istu ne bi prelazio. Pristupilo se procjeni rizika.

Keksi se u prehranu dojenčadi/male djece uvode u 10. mjesecu života, kada dijete prosječno teži 9 kg (KBC Rijeka i Dom zdravlja PGŽ, 2009; WHO, n.d.). Preporučeni dnevni jelovnik za taj uzrast je prikazan u **Tablici 6**:

Tablica 6: Preporučeni dnevni jelovnik za dijete od 10. do 12. mjeseca života (KBC Rijeka i Dom zdravlja PGŽ, 2009).

1. obrok	2. obrok	3. obrok	4. obrok	5. obrok
Mlijeko + kruh ili dvopek s mliječnim namazom ili kašica od žitarica	Voćna kašica ili usitnjeno voće	Kašica od povrća + usitnjeno meso ili usitnjena riba ili tvrdo kuhano žumance	Svježi kravliji sir ili jogurt ili vrhnje ili topljeni sir ili sirni namaz + voće	Mlijeko + kašica od žitarica

Prehrambeni proizvodi u kojima je moguće očekivati veće količine akrilamida, a koji su se ujedno i analizirali u sklopu istraživanja u 2014. god. su: kruh (umjesto njega može i keks), kašica od žitarica i kašica od voća i/ili povrća. Detaljnije izvješće o spomenutim proizvodima je dano u **Tablici 7**:

Tablica 7: Detaljni prikaz analitičkog izvješća proizvoda koji se koriste u prehrani dojenčadi i male djece

Vrsta uzorka	Naziv proizvoda (dostavljeni opis)	Indikativna vrijednost [µg/kg proizvoda]	Utvrđena koncentracija akrilamida [µg/kg proizvoda]	Prosječna koncentracija akrilamida [µg/kg proizvoda]	Količina sadržana u jednom obroku [g]*
Keksi i dvopek za dojenčad i malu djecu	Plazma keks Bambi	200	< 10	112	25
Keksi i dvopek za dojenčad i malu djecu	Plazma keks	200	316		25

Keksi i dvopek za dojenčad i malu djecu	Plasmon dječji keksi za prve mjesec	200	< 10		25
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu, osim keksa i dvopeka	Karamelino (žitna kašica)	50	< 10	12	25
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu, osim keksa i dvopeka	Keksolino (žitna kašica)	50	16,7		25
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu, osim keksa i dvopeka	Hipp heljdina kaša s voćem	50	< 10		25
Prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu, osim keksa i dvopeka	Hipp bio zobena kašica	50	< 10		25
Meki kruh	Kukuruzni kruh	150	< 10		10
Meki kruh	Kruh polubijeli	80	< 10	34	
Meki kruh	Pšenični kruh produžene vrijednosti svježine (tost)	80	< 10	34	
Meki kruh	Kruh sa žitaricama i sjemenkama pane	80	< 10	34	

* Prema preporuci proizvođača

** Prema studiji HAH-a o prehranbenim navikama

Koristeći se prvim jelovnikom (**Tablica 6**) koji između ostalog uključuje: 1 obrok kruha (34 g) i 3 obroka kašica (ukupno 75 g), a uzimajući u obzir prosječne vrijednosti pronađenih koncentracija u tim proizvodima (**Tablica 7**) (s time da je korišten pristup gdje je u slučaju nemogućnosti kvantifikacije, uzet puni LOQ), može se izračunati dnevna izloženost na akrilamid djeteta od 10 mjeseci starosti. Izloženost u tom slučaju iznosi 1,24 µg/dan, odnosno 0,14 µg/kg t.m./dan.

Zajednički stručni odbor FAO/WHO za prehrambene aditive (JECFA, *engl. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*) odredio je vrijednost razine bez uočenog štetnog učinka (NOAEL, *engl. No Observed Adverse Effect Level*) za akrilamid na 0.2 mg/kg t.m./dan temeljem morfoloških promjena na neurološkom sustavu štakora. Takva visoka vrijednost znači da uobičajena izloženost akrilamidu putem prehrane je za oko 50 do 200 puta manja od NOAEL-a. Unatoč tome, akrilamid je opisan kao kancerogen spoj bez praga djelovanja (*engl. non-threshold*) što znači da se rizik ne može zanemariti ni pri najmanjim dozama. Za kancerogeni učinak, odnos između doze i odgovora se temeljio na podacima dobivenim na eksperimentalnim životinjama te je JECFA predložila dvije različite vrijednosti BMDL₁₀ (referentna doza koja dovodi do odgovora kod 10% populacije, s nižom granicom intervala pouzdanosti uz 95%-tnu sigurnost): za nastajanje tumora mliječne žlijezde kod štakora – 0,31 mg/kg t.m./dan; te za tumore na Harderovoj žlijezdi kod miševa – 0,18 mg/kg t.m./dan. Za spojeve koji pokazuju ujedno i kancerogena i genotoksična svojstva, za procjenu rizika koristi se tzv. pristup granice izloženosti (MOE, *engl. Margin of exposure*) (Zajac i sur., 2013, JECFA, 2011).

Kada se za izračun MOE-a uzimaju BMDL₁₀ od 0.31 mg/kg t.m./dan, odnosno 0.18 mg/kg t.m./dan, MOE iznosi 2214, odnosno 1286. Te vrijednosti označavaju određeni rizik jer je EFSA-in znanstveni odbor predložio 2005. god. da općenito vrijedi ako je MOE $\geq 10\ 000$ te ako se temelji na BMDL₁₀, dobivenim preko studija na životinjama, tek onda je mala zabrinutost za javno zdravlje te se može smatrati niskim prioritetom za mjere i radnje koje trebaju poduzeti upravitelji rizikom (Schlatter, 2013).

U slučaju kada bi se u dnevnom jelovniku obrok kruha zamijenio s obrokom keksa, MOE bi po istom principu računanja, iznosio 756, odnosno 439, a što je niža vrijednost MOE-a, to je veći rizik po zdravlje.

Radi usporedbe s JECFA-inim izračunima, ako se MOE računa pomoću NOAEL-a od 0,2 mg/kg t.m./dan te prosječne izloženosti akrilamidu za opću populaciju od 1 μ g/kg t.m./dan, odnosno 4 μ g/kg t.m./dan za visoke konzumente, MOE bi iznosio 200, odnosno 50. Ako bi se za računanje MOE-a koristile prethodno spomenute BMDL₁₀ vrijednosti od 0,31 mg/kg t.m./dan, odnosno 0,18 mg/kg t.m./dan, MOE bi iznosio 310 ili 180 za prosječne konzumente te 78 ili 45 za visoke konzumente. JECFA smatra da tako niske vrijednosti MOE-a predstavljaju rizik po zdravlje ljudi kada se radi o tvarima koje su ujedno kancerogene i genotoksične. Iako, postoji slaba povezanost između procijenjene izloženosti putem prehrane i unutarnjih bioloških markera izloženosti akrilamidu (AA-Val i GA-Val aduktori), koji se koriste kao svojevrsna validacija studija izloženosti (JECFA, 2011).

Što je dob djeteta veća (u ovom slučaju do 36 mjeseci), povećava se i prosječna tjelesna masa koja bi u 36. mjesecu starosti bila oko 14 kg (WHO, n.d.). Samim time izloženost po kg tjelesne mase se smanjuje, ali s druge strane za očekivati je da će u tom uzrastu, djetetu se često na jelovniku naći pomfrit te razni snack proizvodi (čips, krekeri i sl.) koji su glavni izvori akrilamida te bi ukupna izloženost u svakom slučaju trebala biti veća. Međutim, ne postoje službeni podaci o prehrambenim navikama djece te dobi pa je nemoguće izračunati procjenu izloženosti. HAH u budućem razdoblju

planira provesti istraživanje o prehrambenim navikama maloljetnih osoba pa će se problem nedostataka ovih podataka svakako pokušati riješiti.

ZAKLJUČAK

U 2014. god. je ukupno analizirano 37 uzoraka, što je 7 više nego prethodne godine te je broj uzoraka u skladu s Preporukom (2010/307/EU) za minimalni broj uzoraka. Kako 2013. god. nisu bile ispitivane predložene kategorije hrane *Hrana za dojenčad i malu djecu*, odnosno proizvodi u obliku u kojem se prodaju, kako je utvrđeno u dijelovima C.8., C.9.1. i C.9.2. Priloga Preporuci (2010/307/EU), u 2014. god. neki od tih proizvoda su bili obuhvaćeni (C.9.2. i C.9.1.). S druge pak strane, 2014. god. nije uzorkovan niti jedan proizvod iz kategorije C.10. U 2014. god. uzorkovalo se 2 puta godišnje, ali samo proizvode iz kategorije C.1. dok Preporuka (2010/307/EU) nalaže uzorkovanje i proizvoda iz C.2. (pomfrit gotovi i čips od svježih krumpira i tijesta od krumpira te krekeri na bazi krumpira). Što se tiče vremena/perioda uzorkovanja, za 2014. god. se radilo 2 puta godišnje, kako to i nalaže Preporuka (2010/307/EU), dakle u ožujku te od rujna do prosinca 2014. god. Međutim, dva puta godišnje je potrebno uzorkovati samo proizvode iz kategorije C.1. i C.2. (pomfrit gotovi i čips od svježih krumpira i tijesta od krumpira te krekeri na bazi krumpira). Kategorija C.1. je odrađena 2 puta godišnje, dok C.2. nije. Za ostale proizvode koji jesu dva puta godišnje uzorkovani to nije bilo nužno. Još jedan od problema je i u samom opisu proizvoda, a koji ne odgovara „Minimalnim dodatnim informacijama koje se moraju priložiti uz svaki proizvod“, kako je navedeno u Prilogu C. Preporuke (2010/307/EU). Iz tog razloga je u nekoliko slučajeva bilo teško odrediti u koju kategoriju proizvoda bi koji uzorak pripadao, odnosno koju indikativnu vrijednost mu pridružiti. Što se tiče koncentracija akrilamida u hrani na tržištu RH, uočljivo je da su znatno niže od europskih, ali i indikativnih vrijednosti predloženih Preporukom komisije (2013/647/EU). Statističku analiza trendova, tj. kretanje koncentracija akrilamida u prehrambenim proizvodima na tržištu RH, moći će se vjerodostojnije iznijeti nakon budućih ciklusa uzorkovanja. Ako se uzme u obzir da još uvijek ne postoje čvrsti dokazi koji bi izloženost akrilamidu putem hrane doveli u vezu s povećanjem rizika od nastanka raka, može se zaključiti da je rizik za stanovnike RH zanemariv. Kada se pojedinac pridržava uravnotežene i pravilne prehrane, nema razloga sa svog jelovnika uklanjati određene grupe namirnica radi eventualnog smanjenja izloženosti akrilamidu. Međutim, s obzirom da su pronađene određene koncentracije akrilamida u hrani i drugu godinu zaredom, potrebno je nastaviti s praćenje koncentracija akrilamida u hrani, kako bi se moglo govoriti o trendovima u kretanju koncentracija akrilamida te u slučaju potrebe poduzimati korake kako bi se njegova koncentracija u hrani držala pod kontrolom. Isto tako, iako Preporuka (2010/307/EU) navodi da je potrebno ispitivati proizvode podrijetlom iz zemalja članica EU kada god je to moguće, koncentracija akrilamida od 316 µg/kg utvrđena je u keksima podrijetlom iz Srbije (zemlje koja nije članica EU) i u tom slučaju nije moguće provesti dodatna ispitivanja metoda proizvodnje i prerade kojima se služe proizvođači hrane (a u skladu s Preporukom (2013/647/EU)). Mišljenje Znanstvenog

odbora za kemijske opasnosti HAH-a je da bi se svakako trebalo nastaviti dodatno pratiti tu grupu proizvoda iz trećih zemalja u budućim istraživanjima.

PREPORUKE

Subjekti u poslovanju s hranom uvijek trebaju težiti postizanju što je moguće manjih koncentracija akrilamida te su u tu svrhu u daljnjem tekstu navedene radnje koje mogu utjecati na smanjeni nastanak akrilamida u gotovom proizvodu.

Reducirajući šećeri (glukoza i fruktoza) te asparagin su prirodne komponente biljaka i sirovina biljnog podrijetla. Posebno su zastupljeni u žitaricama i krumpirima. Dokazano je da su reducirajući šećeri ograničavajući faktor u formiranju akrilamida u krumpirima, dok je asparagin ograničavajući faktor u proizvodima od žitarica. Shodno tome, korištenje sorti s promijenjenim kemijskim sastavom, odnosno manjom količinom šećera, doprinosi smanjenom nastanku akrilamida. Kod prženih prerađevina od krumpira može se utjecati naviše čimbenika. odabire se sorti krumpira s manjim sadržajem šećera, a kod uzgoja se koristi više dušičnoga gnojiva, koje pogoduje povećanju sadržaja proteina i dodatnom smanjenju količine šećera. Metoda koja se može primijeniti u industriji je blanširanje, koje, u kombinaciji s primjenom organskih kiselina, može smanjiti količinu akrilamida i do 70%. Sušenjem krumpira prije prženja također se smanjuje količina akrilamida, jer se smanjuje vrijeme potrebno za prženje (Vasić – Rački i sur., 2010).

Ključna točka u kontroli količine akrilamida je temperatura prženja pa je maksimalna preporučena temperatura 175 °C. Ako je moguće, preporuča se vakuum prženje, koje snižava temperaturu prženja, a samim time i sadržaj akrilamida. Nadalje, odgovarajućim odabirom ulja i dodataka u ulju moguće je smanjiti količinu akrilamida (dokazano je da polifenoli u ulju pogoduju smanjenju sadržaja akrilamida u gotovom proizvodu) (Vasić – Rački i sur., 2010).

Kod proizvoda od žitarica, kod kojih količina asparagina ima znatno veću ulogu u nastajanju akrilamida, moguće je korištenje sorti žitarica sa smanjenom količinom proteina. U preradi kod fermentiranih proizvoda od žitarica (kruh, peciva), preporuča se produljenje fermentacije ili vođenje kisele fermentacije, što može smanjiti količinu akrilamida i do 70%. Kod biskvita i krekerja, preporuča se zamjena amonij hidrogenkarbonata (NH_4HCO_3) s natrij hidrogenkarbonatom (NaHCO_3) te zamjena šećernih sirupa (glukozni ili fruktozni) sa saharozom (Vasić – Rački i sur., 2010).

Sve ove, ali i neke druge mjere smanjenja nastanka akrilamida objedinjene su u „Paketu instrumenata“ koji je sastavila organizacija „FoodDrinkEurope“ u suradnji sa znanstvenom zajednicom i industrijom. „Paket instrumenata“ sadržava 14 različitih parametara podijeljenih u 4 glavne kategorije koje proizvođači mogu selektivno upotrijebiti u skladu sa svojim potrebama, a u cilju smanjivanja razina akrilamida u svojim proizvodima (FoodDrinkEurope, 2011).

LITERATURA (REFERENCE)

Bala G (2012): *Acrylamide in foods*. Institute of Food Science and Technology, dostupno na: <http://www.ifst.org/knowledge-centre/information-statements/acrylamide-foods> (23.09.2014.).

Beland FA, Mellick PW, Olson GR, Mendoza MCB, Marques MM, Doerge DR, (2012): Carcinogenicity of acrylamide in B6C3F1 mice and F344/N rats from a two-year drinking water exposure. *Food and Chemical Toxicology*, 50, Vol. 51, 149-159

ChemSpider.com (2014): *Acrylamide*. Dostupno na: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.6331.html> (22.09.2014.).

Dybing E, Sanner T (2003): Risk Assessment of Acrylamide in Foods. *Toxicological Sciences*, 75:7-15

EFSA, European Food Safety Authority (2009): *Results on the monitoring of acrylamide levels in food*. EFSA Scientific Report (2009) 285, 1-26, Parma.

EFSA, European Food Safety Authority (2010): *Results on acrylamide levels in food from monitoring year 2008*. EFSA Journal 2010;8(5):1599, Parma.

EFSA, European Food Safety Authority (2011): *Results on acrylamide levels in food from monitoring years 2007-2009 and Exposure assessment*. EFSA Journal 2011;9(4):2133, Parma.

EFSA, European Food Safety Authority (2012): *Update on acrylamide levels in food from monitoring years 2007 to 2010*. EFSA Journal 2012;10(10):2938, Parma.

FoodDrinkEurope (2011): *Food Drink Europe Acrylamide Toolbox 2011*. FoodDrinkEurope, Brussels.

Hogervorst JG, Schouten LJ, Konings EJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA (2007): A Prospective Study of Dietary Acrylamide Intake and the Risk of Endometrial, Ovarian and Breast Cancer. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 16:2304-2313.

Hogervorst JG, Schouten LJ, Konings EJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA (2008a): Dietary acrylamide intake and the risk of renal cell, bladder, and prostate cancer, *American Journal of Clinical Nutrition*, 87:1428-1438.

Hogervorst JG, Schouten LJ, Konings EJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA (2008b): Dietary Acrylamide Intake Is Not Associated with Gastrointestinal Cancer Risk. *Journal of Nutrition*, 138:2229-2236.

IPCS, International Programme on Chemical Safety (1991): *Acrylamide – Health and safety guide*. WHO, Health and Safety Guide No. 45, Geneva.

JECFA, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2011): *JECFA Evaluation of certain food additives and contaminants. 72nd report of the joint FAO/WHO expert committee on food additive*. WHO Technical Report Series 959, Indija.

KBC Rijeka, Dom zdravlja PGŽ (2009): *Kalendar prehrane dojenčadi*. Dostupno na: <http://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CDUQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.rijeka.hr%2Ffgs.axd%3Fid%3D30510&ei=kd8jVejWIMbtaPOxgOgD&usg=AFQjCNEp-qYT20h6ekirTVn96yT9xYZwng&bvm=bv.89947451,d.d2s> (06.09.2015.)

Knežević Z, Bilandžić N, Serdar M, Sedak M, Đokić M, Varenina I, Solomun B (2010): Nastajanje mutagena u hrani tijekom toplinske obrade. *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu*, Vol. XII.

Mills C, Mottram DS, Wedzicha BL (2009): 2.1 Acrylamide. U *Process-Induced Food Toxicants: Occurrence, Formation, Mitigation, and Health Risks*. John Wiley & Sons, Hoboken (New York).

NCI, National Cancer Institute (2008): *Acrylamide in Food and Cancer Risk*. Dostupno na: <http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Risk/acrylamide-in-food> (22.09.2014.).

Olesen PT, Olsen A, Frandsen H, Frederiksen K, Overvad K, Tjønneland A (2008): Acrylamide exposure and incidence of breast cancer among postmenopausal women in the Danish Diet, Cancer and Health Study. *International Journal of Cancer*, 122(9):2094–2100.

Petersen BJ, Tran N (2005): Chapter 3: Exposure to Acrylamide. U *Chemistry and Safety of Acrylamide in Food*. Advances in Experimental Medicine and Biology, Vol. 561, pp. 63-76, Springer, New York.

Pravilnik o prirodnim mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama (2010). Narodne novine, br. 81/13.

Preporuka komisije od 2. lipnja 2010. o praćenju razina akrilamida u hrani (2010/307/EU). Official Journal of the European Union, L137/4.

Preporuka komisije od 8. studenog 2013. o ispitivanju razina akrilamida u hrani (2013/647/EU). Official Journal of the European Union, L301/15.

Schlatter J (2013): *FSCJ 10th Anniversary Conference "New Trends in Research on Food Safety Assessment" - The Margin of Exposure (MOE) Approach*. Dostupno na: http://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CEkQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.fsc.go.jp%2Ffscis%2FattachedFile%2Fdownload%3FretrieveId%3Dkai20130703ik1%26fileId%3D130&ei=cN0kVaP-L5LfaKu_geAF&usg=AFQjCNFrLDQL_laeXqpplcG0trfq3Fi37A&bvm=bv.90237346,d.d2s

(07.04.2015.).

SFOPH, Swiss Federal Office of Public Health (2002): *Assessment of acrylamide intake by duplicate diet study*. SFOPH, Berne.

WHO, World Health Organization (n.d.): *Child growth charts*. Dostupno na: <http://www.education.vic.gov.au/Documents/childhood/parents/mch/mchgrowthboy24mths.pdf>, <http://www.education.vic.gov.au/Documents/childhood/parents/mch/mchgrowthgirl24mths.pdf>, http://www.who.int/childgrowth/standards/cht_wfa_boys_p_2_5.pdf?ua=1, http://www.who.int/childgrowth/standards/cht_wfa_girls_p_2_5.pdf?ua=1 (07.04.2015.).

Vasić – Rački Đ, Galić K, Delaš F, Klavec T, Kipčić D, Katalenić M, Dimitrov N, Šarkanj B (2010): *Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani*, Hrvatska agencija za hranu (HAH), Osijek.

Zajac J, Bojar I, Helbin J, Kolarzyk E, Potocki A, Strzemecka J, Owoc A (2013): Dietary acrylamide exposure in chosen population of South Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 2013, Vol 20, No 2, 351 – 355.