

Aditivi i hrana

*Additives and Food***Marijan Katalenić**

Služba za zdravstvenu ekologiju
Hrvatski zavod za javno zdravstvo
10000 Zagreb, Rockefellerova 7

Sažetak Prehrambeni aditivi tehnološka su nužnost u proizvodnji hrane. Teško je u slobodnoj prodaji naći hranu koja ih ne sadržava. Upravo zbog toga stvaraju kontroverzu i kod znanstvenika i kod potrošača. Neka istraživanja koja povezuju aditive i zdravlje zahtijevaju oprez ili, bolje rečeno, drugo mišljenje. Pamflet kao "Izvešća Klinike za pedijatrijsku onkologiju – Düsseldorf" ili populističke knjižice o štetnosti aditiva služe samo za plašenje potrošača odvrćajući pažnju od puno važnijih problema hrane i prehrane. U HZJZ-u više od 30 godina postoji specijalizirani tim koji se bavi zdravstvenom ispravnosti aditiva i legislativom vezanom uz njih. Povezivanje zdravstvene ispravnosti aditiva, proizvodnje hrane, količine nađene u hrani i zdravlja ipak nam daje za pravo reći da su percepcija o štetnosti aditiva i stvarnost sasvim suprotne.

Ključne riječi: prehrambeni aditivi, zdravlje, prirodne tvari

Summary Food additives are a technological necessity in modern food production. Additive-free foods are very difficult to find. This is why food additives raise controversies both among scientists and consumers. Certain studies establishing a connection between additives and human health require either caution or review. Pamphlets such as Reports of the Clinic of Pediatric Oncology in Düsseldorf or popular booklets on the harmfulness of additives only frighten consumers and divert their attention from much more important food and nutrition issues. The Croatian National Institute of Public Health has had a specialized team dealing with safety of additives and the related legislation for 30 years. The analyses of additive safety, food production and additive levels found in food in relation to human health have confirmed that the public perception of additives as harmful is, in fact, contrary to reality.

Key words: food additives, health, natural substances

Prvi pisani tragovi o tvarima koje danas nazivamo prehrambenim aditivima potječu iz Egipta otprije 3.500 godina. Tada su se za bojenje slatkog bombona u obliku štapića naziva "khad" rabila bojila. Khad je, zahvaljujući Aleksandru Makedonskom, došao i u Europu. Ne zna se kemijski sastav niti podrijetlo bojila, ali je sigurno da je izvorna sirovina za bojenje bila prirodnog podrijetla. Ta višestoljetna tradicija bojenja slastica zadržala se i do danas.

Tek 1856. godine kada je Perkins sintetizirao anilinsko ljučastoplavkasto bojilo, otvorio se put za sintezu postojećih sintetskih organskih bojila od kojih se samo neka smiju rabiti u prehrani.

Mnogo prije razvoja prehrambene tehnologije i kemije kao egzaktne znanosti, na empirijski način povezivalo se stanje hrane i razni dodaci hrani sa zdravljem ljudi. Tako je već 300. godine prije Krista u Indiji donesen zakon koji je zabranjivao prodaju hrane i biljnih pripravaka koji su neprihvatljivi za konzumaciju. Također je u Engleskoj (1215.–1597. godine) postojao zakon koji je štiti potrošače od hrane koja je mogla štetno djelovati na zdravlje potrošača. Englezi, Nijemci i Šveđani prihvaćaju opći Zakon o hrani između 1860.–1870. godine, ali je tek preciznija Uredba

o prodaji hrane i lijekova iz 1875. godine u Engleskoj dala bolje rezultate u kontroli tržišta tim proizvodima. Upravo posljedice za ljudsko zdravlje, nekontrolirane prehrambene tehnologije i dodavanje raznih tvari u hranu rezultirali su potrebom pomnije zakonske regulative. U SAD-u 1906. izlazi Uredba o hrani i lijekovima. Iste godine Kongres odobrava sredstva za izradu normi o hrani, a prihvaća i uredbu o veterinarskoj inspekciji (1).

Kako hrana postaje važan izvozni proizvod, a pojedine zemlje izvoznice nisu imale nikakvo ili nisu imale usklađeno zakonodavstvo, pojavila se ekonomska i zdravstvena potreba da se zakonodavstvo uskladi, smanje trgovinske prepreke i zaštiti zdravlje potrošača.

U pogledu prehrambenih aditiva združeni tim eksperata Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO) te Svjetske zdravstvene organizacije dao je 1955. godine u Genevi kao "Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)" niz izvršnih preporuka za uređivanje područja prehrambenih aditiva. Tako je 1956. godine donesen zaključak za početak izdavanja periodične monografije koja se odnosila na kontrolu prehrambenih aditiva "Food Additive Control" a 1959. godine se prve monografije mogu naći u

Kanadi i drugim zemljama svijeta. Monografije su obradivale osnove pravilne uporabe prehrambenih aditiva, moguće štetne posljedice za zdravlje vezane za prehrambene aditive, specifikacije konzervansa, antioksidansa, prehrambenih bojila, stabilizatora, tvari za izbjeljivanje i drugih, evaluirajući toksične učinke i prihvatljiv dnevni unos za većinu prehrambenih aditiva (2).

Opći pristup u EZ-u o uporabi različitih kemikalija u hrani predstavljen je 1958. godine od financijski međunarodno podržanog Instituta za europske studije Sveučilišta u Bruxellesu, Istraživačkog centra za Zakon o hrani. Osnovni cilj bio je smanjiti zapreke slobodnoj trgovini i ujednačiti kriterije za hranu između zemalja članica EEZ-a.

Otvorenost djelovanja međunarodnih institucija, znanstvena ispitivanja kao osnova odluke o uporabi nekog aditiva i mogućnost dobivanja svih relevantnih podataka preko tijela UN-a, otvorili su mogućnost pristupa i drugim zemljama da svoje zakonodavstvo prilagode preporukama eksperata.

Što su prehrambeni aditivi?

Pridjev *prehrambeni* upućuje na to da se aditivi rabe isključivo pri proizvodnji hrane za razliku od drugih aditiva koji se rabe pri proizvodnji plastičnih masa, kozmetičkih proizvoda, sredstava za pranje i čišćenje, u mazivima za automobilsku industriju i sl.

Međunarodno zakonodavstvo i literatura koriste se pojmom "food additives", što bi doslovno prevedeno na hrvatski značilo "dodaci hrani". U hrvatskom jeziku se pod *dodacima* razumijevaju tvari kao što su začini, vitamini, minerali i druge sirovine za proizvodnju namirnica, ali ne i aditivi. To i jest razlog da se umjesto riječi dodaci kod nas rabi riječ aditivi.

Prehrambenim aditivima smatraju se tvari poznata 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.

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 uvjetima s točno utvrđenim razlogom. Količine koje se rabe 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 davati hrani uz sljedeće uvjete:

- da su toksikološki evaluirani, da je njihova uporaba tehnološki opravdana, osim ako se konačni učinak ne može postići načinima koji su ekonomski i tehnološki primjenjivi, da se dodaju hrani u količinama dopuštenim posebnim propisima, da se njihovim dodavanjem potrošač ne do-

vodi u zabludu u pogledu prave prirode, sastojaka ili prehrambene vrijednosti hrane, da bitno ne utječu na prirodno svojstveni okus i miris hrane kojoj su dodani, osim ako im to nije posebna namjena, da se njihovim miješanjem i dodavanjem hrani ne stvaraju toksične tvari (produkti) tijekom prerade, čuvanja i uporabe (3).

Uporaba aditiva neposredno je vezana za njihovo osnovno funkcionalno, tehnološko svojstvo tako da su danas podijeljeni u 22 kategorije: *bojila, konzervansa, antioksidansa, emulgatora, stabilizatora, zgušnjivača, tvari za želiranje, regulatora kiselosti, kiselina, tvari za sprječavanje zgrudnjavanja, pojačivača okusa, tvari za zaslađivanje ili sladi-la, modificiranih škrobova, tvari za poliranje, tvari za zadržavanje vlage, tvari za tretiranje brašna, učvršćivača, povećivača volumena, potisnih plinova, emulgatorske soli, tvari protiv pjenjenja i tvari za rahljenje.*

Liste prehrambenih aditiva, način uporabe, količine koje su dopuštene za dodavanje hrani, utvrđene su nizom temeljnih propisa kako u Europskoj uniji tako i kod nas (4-7).

Aditivi se označavaju E-brojem kao potvrdom toksikološke evaluacije i klasifikacije pojedinog aditiva. Tvari slične aditivima 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 pravo aditiva pri proizvodnji hrane, ne trebaju označavati iako neki od njih ima E-broj.

Kada se dodaju hrani, aditivi na deklaraciji proizvoda moraju biti označeni nazivom kategorije, koja je ujedno i tehnološka svrha uporabe aditiva, nakon kojeg slijedi njihov specifični kemijski naziv ili E-broj. Ako aditiv ima više od jedne tehnološke funkcije pri proizvodnji neke hrane, potrebno je navesti ono tehnološko djelovanje zbog kojeg je aditiv dodan u hranu, što u tom slučaju postaje kategorija aditiva (7).

Osnovno funkcionalno ili tehnološko svojstvo ne isključuje mogućnost da pojedini aditiv može imati i neka druga funkcionalna svojstva promjenom koncentracije, količine aditiva koji se dodaje u namirnicu. Također, druga funkcionalna djelovanja ne isključuju učinak na namirnicu u isto vrijeme kada se aditiv dodaje radi osnovnog funkcionalnog djelovanja.

Prikaz pojašnjenja prethodno rečenoga dan je na primjeru limunske kiseline. Limunska kiselina (E330) po osnovnom je svojstvu regulator kiselosti. Kada se dodavanjem miješnja ili prilagođava pH namirnice i namirnica postaje onoliko kisela koliko je potrebno da se provede određeni tehnološki postupak ili da se u manjim osjetilnim granicama prilagodi okus, tada je limunska kiselina regulator kiselosti.

Kada se limunska kiselina daje hrani da bi hrana dobila osvježavajući, kiselkast okus, dakle ako se bitno mijenja okus proizvoda, onda je po funkcionalnom svojstvu kiselina. No ako svrha dodavanja limunske kiseline nije reguliranje kiselosti hrane, niti mijenjanje okusa u kiselo, tada se limunska kiselina može davati kao antioksidans. Organske kiseline koje se rabe kao antioksidansi dodaju se vrlo malenim količinama voćnim proizvodima da bi priječili

smeđenje proizvoda (npr. jabuka nakon guljenja), tako što blokiraju djelovanje enzima fenoloksidaza /fenolaza/ koje s kisikom stvaraju smeđi melanin. Limunska kiselina također može biti po svom tehnološkom djelovanju i sekvestrant, jer kompleksira s ionima određenih metala i na taj ih način inaktivira. Proizvođač hrane je taj koji utvrđuje ili zna razlog dodavanja aditiva u hranu i prema tome označava tehnološku funkciju aditiva ako je ona poznata i priznata za taj aditiv. Tako se crveno bojilo E129, Allura Red AC, ne može rabiti pod kategorijom stabilizator u voćnom soku jer je njegova uloga isključivo davanje boje proizvodu, a ne stabiliziranje proizvoda. Stabilizatori omogućuju stabilizaciju koloidnih sustava, a dodavanje bojila u voćne sokove nije u širem smislu stabiliziranje prirodne boje voća, nego vrlo moguća prijevara potrošača upravo zamjenom količine voća surogatnim sintetskim bojilom. Neki aditivi mogu imati samo jedno funkcionalno, tehnološko djelovanje kao što su aditivi iz grupe bojila, neki konzervansi, pojačivači okusa, modificirani škrobovi i sl.

Aditivima se ne smatraju kemijska onečišćenja ili kontaminanti (metali i metaloidi, ostaci pesticida, aflatoksina, druge organske tvari iz okoliša i sl.), neželjeni mikroorganizmi, tvari koje se dodaju hrani radi poboljšanja hranjive vrijednosti namirnica, začini na bazi biljaka, njihovi ekstrakti i fermenti, kuhinjska sol i sl. (3).

Neke namirnice mogu se proizvoditi bez uporabe aditiva. Hrana proizvedena bez aditiva ili sirovina pri čijoj se proizvodnji ne rabe aditivi, zahtijeva posebno pažljivo odabrane sastojke, provjeru sirovina, kao i tehnološki postupak koji će osigurati postojanost proizvoda uz zadržavanje senzorskih i prehrambenih svojstava hrane u nekom respektabilnom razdoblju. Takvim proizvodima na neki način pojedini sastojci preuzimaju tehnološku funkciju aditiva. Kada se sojine bjelančevine dodaju u mesni proizvod, one osim što zamjenjuju skupe bjelančevine mesa manje skupim biljnim bjelančevinama, imaju i emulgatorsko djelovanje pa stabiliziraju vodeno-masne emulzije i pomažu zadržavanju kompaktnosti proizvoda.

Tanka crvena linija između nužnosti i opravdanosti uporabe aditiva nije uvijek jasno iscertana, jer kada zdravlje nije ugroženo, tada je tehnološka nužnost u najvećem broju slučajeva stvar proizvođača hrane i nije razlog za zabranu uporabe aditiva u nekoj hrani. Sve većim brojem novih proizvoda, natjecanjem na tržištu, proizvođači hrane ponekad rabe aditive ne samo radi tehnoloških potreba nego i radi razlikovanja, nuđenja, zarade što je jasno suprotno osnovnim načelima uporabe aditiva u hrani (3). Da bi se mogla plasirati na tržište i održati neko vrijeme u prodaji, biološka, organska hrana prerađena za tržište dopušta uporabu nekih aditiva. To samo govori u prilog da izbjegavanje uporabe aditiva pri proizvodnji hrane nije svrha ni potreba kod proizvođača koji poštuju propisanu nužnost uporabe aditiva.

Toksikološka ocjena aditiva

Prehrambeni aditivi prije uporabe u proizvodnji namirnica moraju biti toksikološki ispitani i ocijenjeni. Toksikološka

ispitivanja 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 genetičkim studijama prate promjene na staničnoj razini. Također se ispituju interakcije aditiva s ostalim sastojcima namirnica i s lijekovima. Nakon temeljitih ispitivanja utvrđuje se najveća količina aditiva kod koje nema uočenih toksikoloških učinaka na zdravlje ili "No observed adverse affect level" (NOAEL). Ako nekoliko studija pokazuje različite, ali slične rezultate, uzima se najniža vrijednost za utvrđivanje NOAEL-a.

Najmanja utvrđena količina nekog spoja pa i aditiva koja može štetno djelovati na zdravlje ljudi jest "Lowest observed advance effect level" (LOAEL). Za svaki aditiv za koji je posebno utvrđena, najveća količina kod koje nema uočenih toksikoloških učinaka na 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.

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 stavljeni na listu jer su im određene količine premalene za svrhu za koju su namijenjeni.

Nakon prethodno obavljenih ispitivanja i izračuna s pomoću sigurnosnog faktora, dobivene vrijednosti služe kao osnova za utvrđivanje prihvatljivoga dnevnog unosa ili Acceptable Daily Intake (ADI), koji se definira kao količina aditiva koja se kao sastavni dio namirnica može svakodnevno konzumirati čitav životni vijek bez ikakva 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. Kao i sva ispitivanja i zaključci koji se odnose na zdravlje ljudi, aditivi i njihov utvrđeni ADI ostaju trajno pod nadzorom kako bi u trenutku novih spoznaja ili boljih analitičkih metoda bili revidirani (8, 9).

Tako je 1957. godine napravljen prvi popis svih prehrambenih bojila koja se rabe za davanje boje hrani u različitim zemljama svijeta (10). Navedeno je 135 bojila koja su pojedine zemlje upotrebljavale. Od navedenih bojila danas su dopuštena samo 22 bojila, dok je 113 zabranjeno za uporabu u hrani. Na današnjoj su listi ukupno 42 prehrambena bojila od kojih se četiri smiju rabiti samo za površinsko ukrašavanje i ne smiju se jesti (9). Šezdesetih godina prošlog stoljeća uspostavljene su liste aditiva i suprotno ustaljenomu mišljenju, broj aditiva koji se rabi danas nije puno veći nego prije 30-40 godina. Samo nekoliko novih bilo je stavljeno na listu dopuštenih aditiva, dok je nekoliko aditiva zabranjeno za ljudsku uporabu.

Priradni aditivi, tvari iz prirode

Često se postavlja pitanje jesu li aditivi za čiju se proizvodnju rabe sirovine iz prirodnih izvora "sigurniji" od aditiva za čiju se proizvodnju rabe čisti sintetizirani kemijski spojevi. U osnovi ta razlika ne postoji, jer su aditivi koji se nalaze u prirodnim sirovinama, kao i aditivi sintetizirani kemijskim putem podvrgnuti kontroliranom kemijskom postupku pri njihovu dobivanju. Svaki kemijski postupak, pa i kuhanje omiljenog jela s prirodnim sirovinama nosi sa sobom moguće onečišćenje ili nastajanje tvari štetnih za ljudsko zdravlje.

Tako je pri pripremanju hrane bogate ugljikohidratima moguće nastajanje akrilamida kao rezultat interakcije prirodnih sastojaka hrane bogate asparaginom, esencijalnom aminokiselinom i nekih šećera na visokim temperaturama (>120 °C). Nađene su visoke količine u prženim krumpirima, ali i proizvodima od žitarica. Nije potpuno jasan utjecaj akrilamida, ishodne sirovine za neke plastike, na zdravlje, a u tijeku su brojne studije koje pokušavaju otkriti moguće bolesti povezane s akrilamidom (11-13). Glicidamid koji nastaje iz potencijalnog kancerogena akrilamida *in vivo* i *in vitro*, poznata je tvar koja utječe na promjene na staničnom nivou i može biti prekursor mutagenih promjena i objašnjenje opasnosti od akrilamida.

Tijekom pripreme mesnih proizvoda koji se dime pri nižim temperaturama nastaje benzopiren koji može uzrokovati rak želuca, a 3-MCPD, koji također ima kancerogeno djelovanje, nastaje u termički obrađenoj hrani, prženom siru ili prženim žitaricama te umacima na bazi soje.

Sirovine iz prirode sadržavaju i prirodne tvari koje u zavisnosti od unesenih količina i učestalosti konzumacije mogu štetno utjecati na zdravlje. Tako češnjak, smeđa gorušica i hren sadržavaju alil izocijanat, gorke bademi sadržavaju cijanide koji su poznati otrovi, bosiljak, komorač, estragon sadržavaju estragole, sladić sadržava glicirizinsku kiselinu koja povisuje krvni tlak i utječe na rad srca, sirove gljive sadržavaju hidrazine koji se povezuju s nastankom tumora, krumpir sadržava solanin, poznatu toksičnu tvar, špinat sadržava oksalnu kiselinu koja uzrokuje kamence u bubregu, školjke mogu sadržavati saksitoksin koji uzrokuje paralizu i smrt, dok biljke bogate taninima sadržavaju tanine i taninsku kiselinu koja se povezuje s nastankom raka grla i usta (14). Ipak, vjerojatnost da će se normalnom, uravnoteženom prehranom unijeti količina spomenutih tvari koja bi mogla izazvati štetne učinke je zanemariva.

Većina današnjih aditiva proizvod je izdvajanja prirodnih sastojaka iz neke hrane ili sintetiziranja tih spojeva. Jaje sadržava izvrstan emulgator lecitin (E322), kora jabuke sadržava zgušnjivač pektin (E440), octena kiselina (E260) izdvojena je iz octa, antioksidans askorbinska kiselina (E300) nalazi se u soku limuna, niz zgušnjivača dobiva se iz algi (E400-E404), drveća, biljaka, prirodna bojila nalaze se u mrkvi (E160a), grožđu (E163), cikli (E162), zelenom lišću (E140), dok su natrijev bikarbonat (E500) ili tvar za rahljenje tijesta sintetizirani iz anorganskih spojeva prije 210 godina kao spoj koji zadržava ugljični dioksid i otpušta ga onda kada je to potrebno. Također mnoge

tvari protiv zgrudnjavanja prirodnog su podrijetla kao talk (E533b), bentonit (E558), silicijev dioksid (E551), kalcijev silikat (E552) i natrijev aluminosilikat (E554).

Kada na hrani piše jasna oznaka "bez konzervansa", to se želi istaknuti kao "posebnost" hrane iako se time zavarava potrošač. Svaka hrana koja sadržava aditive u količini propisanoj za tu hranu, zdravstveno je ispravna i ne razlikuje se od druge slične hrane bez dodanih konzervansa ili nekih drugih aditiva. Osim toga kemijski spojevi vrlo slični benzojevoj kiselini (E210) mogu se naći u većim količinama u prirodi u voću sličnom malini (Scandinavian Cloudberry), dok se sorbinska kiselina (E200) može naći u nekim biljkama. Sumporni dioksid se kao takav rabio kao konzervans u vrijeme Homera, a danas se njime obrađuju neke sirovine za proizvodnju hrane jer njegovo antioksidativno i konzervirajuće djelovanje čuva proizvod od promjena i kvarenja. Već njihovi tragovi pridaju izjavi "bez konzervansa" sumnju da proizvođač nije provjerio svoje sirovine.

Dimetildikarbonat (E242) konzervans je koji se dodatkom u bezalkoholna pića ili druge takve napitke raspada na metanol i ugljični dioksid prethodno inhibirajući enzime acetat kinaze i dekarboksilaze glutaminske kiseline. Time utječe na produženje trajnosti proizvoda, analitički ga je gotovo nemoguće dokazati, a sve to može biti poticaj da proizvođač s određenom sigurnosti rabi natpis "bez konzervansa" iako to ne bi smio. Riječi "bez konzervansa" također mogu biti negativno upozorenje da je hrana nezastričena i da je možda mikrobiološki kontaminirana. Toksini koje proizvode plijesni i bakterije najjači su otrov koji se može naći u hrani kao toksin *Clostridium botulinum* (neurotoksičan učinak) i sekundarni metaboliti plijesni – mikotoksini i posebno najtoksičniji aflatoksin i sl.

Pritisak javnosti da se aditivi označeni E-brojevima izbače iz hrane često ima svoju drugu ne baš lijepu stranu što se može ilustrirati na primjeru bojila. Određeni proizvođači hrane, želeći na svaki način postići učinak bojenja hrane i dati bojilu prefiks "prirodna", smatraju da su definicijom aditiva sprječeni u zamjeni sintetskih organskih bojila "prirodnim" inačicama. Za razliku od aditiva koji se svrstavaju u kategoriju bojila i imaju točno određene parametre zdravstvene ispravnosti, kao i parametre kvalitete, "prirodne" inačice to nemaju pa su upravo zbog toga problematične u ocjeni zdravstvene ispravnosti i količini koja se može ili smije nalaziti u hrani.

Primjer je Spirulina koju jedna tvrtka rabi kao plavu boju (bomboni). Spirulina je trivijalni naziv za ekstrakt dobiven iz algi *Arthrospira platensis* i *Arthrospira maxima*. Kao takva povezuje se s hranom posebnog djelovanja uz pripisivanje pozitivnih preventivnih i djelatnih učinaka na zdravlje. Osim te tvrtke, nisu poznati proizvođači, hrana u kojoj se Spirulina rabi za dobivanje tražene boje, ali je industrija sladoleda posebno zainteresirana. Pigmenti i druge tvari iz Spiruline koje daju boju hrani jesu: klorofil-a, ksantofil, beta-karoten, ehinenon, miksokksantofil, zeaksantin, kantaksantin, diatoksantin, 3'-hidroksiehinenon, beta-kriptokksantin, oscilaksantin, fikobiliproteini, c-fikocijanin, alofikocijanin. Neki od njih kao čiste tvari svrstane su u kategoriju bojila prema Pravilniku o prehranbenim aditivima (7).

Prema uputama koje su priložene kod proizvoda koji sadržavaju čistu Spirulinu u tabletama ili kapsulama što se nalaze na tržištu, ograničava se dnevni unos na jednu tabletu na dan, a nakon određenog vremena količina se povećava do 6 tableta na dan. Ne prejudicirajući konačno mišljenje o uporabi Spiruline za bojenje hrane, nije poznato nekoliko važnih činjenica, kao količina čiste Spiruline koja će se dodavati u proizvod da bi proizvod dobio traženu nijansu boje i mogući pozitivan, ali i negativan učinak te količine na zdravlje.

Osim toga prirodna bojila koja se svrstavaju u prehrambene aditive, kao i drugi izvori prirodnih pigmenta (kao Spirulina) koji se po definiciji ne svrstavaju u bojila, imaju osnovnu zamjerku u stabilnosti u složenome prehrambenom proizvodu. Kemijska reaktivnost ili lipofilna priroda prirodnih pigmenta traži dodatne obrade hrane ili samih pigmenta, kao što je emulgiranje, uklanjanje kisika iz proizvoda, zaštitu od propadanja pigmenta te zaštitu od mijenjanja boje u smeđu. To poskupljuje konačan proizvod, ali i mijenja samu prirodu drugih važnih sastojaka hrane.

Izvori prirodnih bojila su skupi pa se sve češće uporabom određenih mikroorganizama sintetiziraju bojila koja su po sastavu gotovo potpuno slična aditivima, prirodnim bojilima. Takav je slučaj i s antocijanima (E163) čiji su najčešći izvor lupina crnoga grožđa, bobičasto voće, crveni korijen te neke vrste povrća i cvijeća, ali zbog nesigurnosti izvora patentiraju se novi tehnološki postupci dobivanja antocijana fermentacijom (tvrtka ChromaDex). Postupkom fermentacije mogu se dobiti antocijani, leukoantocijani i antocijanidini kao smjesa i pojedinačno. Upravo je njihovo razdvajanje prednost pri kreiranju boje hrane jer uz malu promjenu pH, mijenja se i nijansa crvene boje, što je prednost pred antocijanima iz prirodnih sirovina. Pitanje tako dobivenih aditiva nema još ocjenu zdravstvene ispravnosti povezanu s tehnološkim postupkom pripreme.

Antocijani kao najvažniji predstavnici prirodnih bojila crvene nijanse nestabilni su između pH 3 i pH 4,5 pa se umjesto njih ili zajedno s njima za postizanje stabilne boje iznad pH 3 rabe prirodna bojila betacijani i betaini (E162) koji se dobivaju iz cikla.

Betaini se mogu stabilizirati dodatkom vitamina C (antioksidans) i dodavati u hranu s visokim sadržajem vitamina C, ali u tim slučajevima antocijani koji se nalaze u hrani postaju nestabilni. Ipak betaini imaju nekoliko slabih točaka, kao aromu koju je teško ukloniti, moguću mikrobiološku kontaminaciju koja se teško uklanja jer se ne smiju radi očuvanja boje primjenjivati sterilizacijski postupci nakon ekstrakcije iz cikla. Zbog toga se traže alternativni izvori i zamjene za ciklu te su patentirani načini ekstrakcije iz kaktusa, ali za sada nisu komercijalno prihvatljivi.

Bojila koja uvjetno možemo zvati prirodnima i nalaze se na listi prehrambenih aditiva i daju žute nijanse su ananto, beta-karoten, lutein, mješavina karotenoida, riboflavin i kurkumin, a promjenama koncentracija mogu dati žutu do narančastu boju. Istraživanja dobivanja žutih bojila iz drugih izvora proširuju se i na neke kaktuse, kao i nusprodukt kod dobivanja jabukovače, a takav žuti pigment naziva se POP (phloridizine oxidation product). Pročišćen daje žutu

boju kod pH manjeg od 5, a narančastu kod pH 6.

Osim navedene Spiruline plavu boju mogu dati i određeni antocijani iz različitih izvora u pH-području 5,5 do 8.

Različita istraživanja provedena su u Francuskoj na plavo-zelenim pigmentima mikroalgi odgovornih za zelenu boju oštriga koje ih jedu. Aktivna tvar naziva se marenin iz alge *Haslea osteraria* koja osim posebne otpornosti nijanse boje na različite uvjete u području od pH 6 do pH 8 ima i antioksidativna svojstva primjerena prirodnim antioksidansima u hrani.

Institucije koje se brinu o aditivima

The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) internacionalno je znanstveno povjerenstvo eksperata FAO/WHO Ujedinjenih naroda. Do danas je evaluirano više od 1.500 kemijskih spojeva. Daje prijedloge članicama da u svoje zakonodavstvo ugrade znanstvena mišljenja o pojedinom aditivu. Mišljenja sadržavaju toksikološku evaluaciju, ADI, prijedlog količine i vrstu hrane u kojoj se smije rabiti, kao i podatke prema kojima će se odrediti zdravstvena ispravnost aditiva. Početak rada 1955. godine.

DG SANCO - Directorate General for Health and Consumers nadležno je tijelo EU-a odgovorno i za izradu zakona o hrani, sigurnosti hrane i prava potrošača, dok znanstvenu procjenu rizika obavlja Europska agencija za hranu (European Food Safety Agency), Odbor za prehrambene aditive i prehrambene tvari koje se dodaju u hranu (The Panel on food additives and nutrient sources added to food /ANS/) koji je pod tim nazivom formiran 10. 7. 2008. godine. Prethodno je od osnutka EFSA-e djelovao pod drugim imenom (AFC). Temeljna direktiva o aditivima izlazi 1989. godine.

U Hrvatskoj nadležno tijelo za sigurnost hrane nalazi se u Ministarstvu poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, dok se procjena rizika obavlja u Hrvatskoj agenciji za hranu (HAH), Znanstvenom odboru za prehrambene aditive, arome, pomoćne tvari u procesu proizvodnje i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom. HAH je osnovan 2004. godine, a Nadležno tijelo za sigurnost hrane u srpnju 2008. godine. Analitičku potporu čini niz laboratorija Zavoda za javno zdravstvo i Veterinarskog instituta.

Svim ovim tijelima prethodile su nacionalne organizacije koje su vodile brigu o aditivima, a radile su na temelju preporuka Codex Alimentarius / FAO / WHO.

Istraživanja i mišljenja

Prvo veliko detaljnije istraživanje o unosu aditiva u EU u kojem je sudjelovalo 10 zemalja EU i Norveška utvrdilo je da je unos najvećeg broja aditiva ispod ADI. Osnovna zamjerka istraživanju je nejednaka metodologija ispitivanja, prikupljanja podataka, kao i dnevnog unosa za pojedine vrste hrane. Ipak utvrđeno je da unos nekih aditiva treba biti pomnije ispitan, a odnosi se na konzervanse (na osnovi sum-

pora te benzoate i nitrite), emulgatore (polisorbate i steroli laktilate, sorbitan monolaureate; monooleate), tvari protiv zgrudnjavanja na osnovi aluminijske, regulatore kiselosti na osnovi fosfora i sladilo acesulfam K (posebno za malu djecu). Upravo zbog nesigurnosti u prikazane rezultate dogovoreno je da će ista studija biti ponovljena za tri godine, ali to se nije dogodilo (15).

Slično, ali ujednačeno i detaljno istraživanje na više ciljanih skupina potrošača obavljeno je u Japanu tijekom 2000. godine i utvrđeno je da je unos većine aditiva niži od ADI, osim nitrata čiji unos prelazi ADI. Utvrđeno je da izvor nitrata nisu dodani aditivi nego povrće kao rezultat intenzivnog uzgoja (16).

Norveška znanstvena komisija za sigurnost hrane istraživala je unos sladila u napitcima u kojima je šećer zamijenjen i zaključila da je unos acesulfama K vrlo blizu ADI u prehrani male djece ne računajući unos iz drugih izvora. Kako su takva pića često konzervirana za malu djecu do 4 godine, unos konzervansa benzoata prelazi dopušteni ADI. Ovo je važan podatak jer u dnevni unos nisu računane konverzije benzičnih derivata iz aroma koje se u tijelu metaboliziraju u benzojevu kiselinu, a ni unos benzojeve kiseline iz kozmetičkih proizvoda i sirupastih lijekova (17).

Znanstveni institut iz Bologne "The cancer research centre of the European Foundation of Oncology and Environmental sciences B. Ramazzini" objavio je studiju o sladilu aspartamu 2005. i 2006. godine navodeći da je aspartam višepotencijalna kancerogena tvar koja uzrokuje maligne tumore kod životinja, leukemiju/limfome posebno kod ženki štakora, rak mokraćnih putova i perifernih živaca (18).

EFSA (European Food Safety Authority) odbacila je to ispitivanje argumentirano pobijajući protokol ispitivanja, incidenciju pojave karcinoma uz argumente da su količine aspartama upotrijebljene u prehrani eksperimentalnih životinja prevelike (19). Pri tome su uzete u obzir činjenice iz studije Znanstvenog odbora za hranu DG SANCA o sigurnosti aspartama iz 2002. godine u kojoj se tvrdi da ADI od 40 mg/kg tjelesne mase nije kod potrošača prekoračen, što više da kod potrošača koji unose veće količine namirnica u koje je dodan aspartam, dnevni unos ne prelazi 10 mg/kg tjelesne mase (20). Europska fondacija "B. Ramazzini" u kasnijim izjavama nije se slagala s mišljenjem EFSA-e smatrajući da su količine aspartama od 5000 mg, 2500 mg, 1000 mg, 500 mg, 20 mg, 4 mg i 0 mg po kg tjelesne mase štakora dnevno upravo one s kojima se može usporediti dnevni unos kod čovjeka.

Druga studija provedena u Finskoj utvrdila je da je kod najvećeg broja aditiva, uključujući i sladila, posebno kod dijabetičara adolescenata, ADI ispod utvrđenog za pojedina sladila. Izdvojili su nitrite čiji dnevni unos kod djece doseže između 39-89% ADI (21).

Najviše kontroverza izazvali su radovi koji su povezivali određene aditive (bojila i konzervansi) s promjenom ponašanja djece. Prvi radovi o toj temi objavljeni su 1978. godine, a kasniji 2004., 2005. i 2007. godine (22-25). McCannovo istraživanje podupro je i znanstveni odbor FSA (Food Standard Agency) Velike Britanije, što je rezultiralo upitom Europske komisije i brzim očitovanjem EFSA-e mišljenjem od 25. 3. 2008.

EFSA je objavila da se navedeno istraživanje koje se odnosilo na utjecaj pojedinih bojila (E102, E104, E110, E124, E129, E122) i konzervansa E211 na ponašanje djece od 3 godine i djece od 8 do 9 godina ne mogu uzeti kao konačan odgovor, i to iz nekoliko razloga:

1. Ne odnosi se na cijelu populaciju, a pouzdani podaci o osjetljivosti na pojedina bojila nisu dobro razrađeni u studiji. Kliničko značenje promatranih učinaka također je nejasno budući da nije poznato da li te male promjene u koncentraciji i aktivnosti mogu ometati obavljanje školskih zadataka i ostale intelektualne funkcije.

2. Imajući u vidu značajne neodređenosti kao što je nedostatak dosljednosti i relativno slab učinak te nedostatak informacija o kliničkom značenju uočenih promjena u ponašanju, Odbor EFSA-e zaključuje da studija ne može biti osnova za promjenu ADI-a ili možda zabrane dotičnih bojila ili natrij-benzoata.

McCannova studija uključila je djecu (više od 300) za provođenje istraživanja što pokazuje da su roditelji bili upoznati da osim očekivanog promatranja hiperaktivnosti, djeca neće biti izložena bilo kakvim drugim promjenama zdravlja. To na neki način odbacuje sumnje da pojedina azo-bojila sigurno štetno djeluju na zdravlje, posebno djece. Bojila su dodavana u pojedine napitke kako bi se na taj način tijekom dana bojila unijela u organizam.

Posljednja istraživanja u Hrvatskoj

Potaknuti istraživanjima koja se odnose na prehrambena bojila, Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi i Hrvatski zavod za javno zdravstvo su tijekom 2007.-2008. godine uzorkovali i odredili količine bojila koja se nalaze u raznim vrstama osvježavajućih bezalkoholnih pića. Ti podaci služe kao pokazatelj unosa bojila iz osvježavajućih bezalkoholnih pića, ali i kao osnova za daljnja istraživanja unosa aditiva u Hrvatskoj. Određivane su količine bojila E102 (Tartrazine), E104 (Quinoline Yellow), E110 (Gelborange S, Sunset Yellow FCF), E122 (Azorubine, Carmoisine), E124 (Ponceau 4R, Cochenille red A), E129 (Allura red AC), E131 (Patent blue V), E133 (Brillant blue FCF). Gledajući s pozicije hrane koja se dnevno može unijeti u najvećoj količini, osvježavajuća bezalkoholna pića sigurno su dobar izbor. Popiti 500 ml osvježavajućega bezalkoholnog pića više puta na dan puno je lakše nego unijeti iste količine krute hrane. Vrijednosti ispitivanja prikazane su na tablici 1.

Prosječna konzumacija bezalkoholnih osvježavajućih gaziranih pića (prosjeak tijekom tri godine 2004., 2005. i 2006.) u Hrvatskoj iznosila je 11,97 l po članu domaćinstva na godinu (26). Prema rezultatima istraživanja prikazanim na tablici 1., da bi se dostigao dnevni ADI, čovjek težine od 70 kilograma mora popiti 17,26 – 428,57 litara bezalkoholnih pića na dan. Količine osvježavajućih bezalkoholnih pića koje bi se trebale na dan konzumirati da bi se postigao tek ADI izgledaju apsurdno i pojedinac to ne može unijeti u organizam. Ipak tri crvena bojila najviše se dodaju u napitke kako po broju uzoraka u kojima su nađeni tako i po količinama koje su dodane.

Tablica 1. Prikaz srednje vrijednosti količine pojedinog bojila u osvježavajućim bezalkoholnim pićima te potreban unos pića za postizanje ADI-a za čovjeka od 70 kg

No	Sintetsko organsko bojilo	Broj uzoraka	Srednja vrijednost u mg/l	Raspon u mg/l	ADI u mg/kg tjelesne težine	ADI za čovjeka težine 70 kg u mg	Unos BP da se dosegne ADI u litrama
1.	E102	11	7,90	0,18-19,43	7,5	525	66,45
2.	E104	16	3,99	0,04- 20,64	10	700	175,43
3.	E110	16	6,18	0,11-32,22	2,5	175	28,32
4.	E122	26	14,11	0,21-31,39	4	280	19,84
5.	E124	19	16,22	0,84-35,82	4	280	17,26
6.	E129	23	26,24	2,51-56,02	7	490	18,67
7.	E131	2	2,45	0,74-4,17	15	1050	428,57
8.	E133	9	3,24	0,77-7,82	10	700	216,04

Zbog niskog ADI-a za bojila E122, E124 i E129 sljedeća ispitivanja trebala bi dati odgovor koliki je unos istih iz svih izvora.

Zaključak

Pritisnuti percepcijom javnosti o rezultatima istraživanja i općenito o prehranbenim aditivima, na plenarnom zasjedanju 8. 7. 2008. godine Europskog parlamenta u Strasbourgu, prihvaćena su pojednostavnjena EU pravila za autorizaciju prehranbenih aditiva, aroma i enzima prihvaćanjem četiriju prednacrtu zakona kao dio sustava za poboljšanje sigurnosti tvari koje se rabe u prehranbenoj industriji (FIAP). Ovakav pristup u najvećoj mjeri nije novost za prehranbene aditive, jer se direktive kao manje obvezujući propisi u doslovnom smislu mijenjaju u zakon koji je obvezujući za sve zemlje. Time se postiže ujednačenost pri-

stupa prilikom primjene aditiva u cijeloj EU. Novi postupak autorizacije za aditive bit će paralelan s ponovljenom procjenom sigurnosti za sve aditive, arome i enzime koji se nalaze na tržištu, odnosno u hrani. Njegovu znanstvenu obradu obavljat će kao i do sada EFSA.

U prihvaćenome zakonodavnom paketu EU parlamenta, suprotno mišljenju EFSA-e, nalazi se i kompromisna odredba koja utvrđuje da posebna upozorenja moraju biti istaknuta na deklaraciji proizvoda ako proizvod sadržava bilo koje od 6 bojila: Sunset yellow (E110), Tartrazine (E102), Carmoisine (E122), Ponceau 4R (E124), Quinoline yellow (E104), Allura red (E129). Upozorenje će glasiti: "Može imati nepovoljan učinak na aktivnost i pozornost djece." Prema tome, zabrane uporabe navedenih bojila nema, nego samo obaveza upozorenja za potrošače, što će indirektno ipak dovesti do zamjene sintetskih organskih bojila drugim bojilima.

Literatura

1. FURIA ET. Handbook of food additives, Cleveland Ohio: The Chemical Rubber Co.;1968: 4 -13.
2. FAO/WHO Seventh Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Specification for the identity and purity of food additives and their toxicological evaluation: emulsifiers, stabilizers, bleaching and maturing agents 1964: 3.
3. EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL Directive (89/107/EEC) on the approximation of the laws of the Member States concerning food additives authorized for use in foodstuffs intended for human consumption of 21 December 1988, OJ L 40, 11.2.1989, 27.
4. EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL Directive (94/35/EC) on sweeteners for use in foodstuffs of 30 June 1994, OJ L237, 10.09.1994, 18.
5. EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL Directive (94/36/EC) on colours for use in foodstuffs of 30 June 1994, OJ L237, 10.09.1994: 13.
6. EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL Directive (95/2/EC) on food additives other than colours and sweeteners of 20 February 1995, OJ L61, 18.03.1995: 53.
7. MINISTARSTVO ZDRAVSTVA I SOCIJALNE SKRBI, Pravilnik o prehranbenim aditivima, NN 81/08, 14.7.2008, 126.
8. WHO Principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food, Geneva, World Health Organization/ WHO Environmental Health Criteria, No.70, 1987: 64.
9. FAO/WHO Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 1956-2007), <http://jecfa.ilsa.org/search.cfm>,
10. WHO Data Sheet on food colours prepared by WHO under the joint FAO/WHO programme on intentional non-nutritive food additives, WHO, Food Additives 1 – rev. 1, 5 July 1957: 247
11. FAO/WHO. Summary report of the sixty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Retrieved July 24: 2008
12. GERTZ C, KLOSTERMANN S. Analysis of acrylamide and mechanisms of its formation in deep-fried products. Eur J Lipid Sci Technol 2002; 104(11):762–71.
13. RYDBERG P, ERIKSSON S, TAREKE E i sur. Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. J Agric Food Chem 2003; 51(24):7012–8.
14. DESHPANDE SS. Handbook of Food Toxicology. New York - Basel, Marcel Dekker, Inc.: 2002.
15. Commission of the European Communities, Report from the commission on Dietary Food Additives Intake in the EU, CEC, Bruxelles, 2001:COM(2001)542 final; 1-27
16. MAITANI T. Evaluation of Exposure to Chemical Substances through Foods – Exposure to Pesticides, Heavy Metals, Dioxins, Acrylamide and Food Additives in Japan, ALHAJ 2004;50(3):205-9.
17. ANDERSON FL, HUSOY T. Impact on health when sugar is replaced with intense sweeteners in soft drinks, "soft" and nectar, Report 1:2007, Norway, Vitenskapskomiteen for mattrygghet, Nordberg TrykkAS, 2007; 10-11.
18. SOFFRITTI M, BELPOGGI F. Long-term carcinogenicity bioassay to evaluate the potential biological effects, in particular carcinogenic, of aspartame administered in feed to Sprague-Dawley rats. (Protocol No.: BT 6008), Unpublished report of the European Foundation of Oncology and Environmental Sciences "B. Ramazzini", Bologna, December 2005.
19. EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in contact with food on a request from the Commission related to a new long term carcinogenicity study on aspartame, qn EFSA-Q-2005-122, The EFSA Journal, Parma, 2006;356:1-44.
20. European Commission (DG SANCO), Scientific Committee on Food, Opinion of the Scientific Committee on Food: Update on the Safety of Aspartame, SCF/CS/ADD/EDULL/222/final, Brussels,2002: 1-24
21. PENTILLA PL. Estimation of food additives intake, Nordic approach, Food additives and contaminants, Taylor and Francis, London, 1996;13(4):421-6.
22. BIERMAN WC, FURUKAWA TC. Food additives and hyperkinesis: Are there nuts among the berries, Pediatrics 1978;61:932-4.
23. KAREN LAU i sur. Synergistic Interactions Between Commonly Used Food Additives in a Development Neurotoxicity Test, Toxicological Science, Oxford Journals 2005.
24. BATEMAN B i sur. The effect of double blind, placebo controlled, artificial food colourings and benzoate preservative challenge on hyperactivity in general population sample of preschool children. Arch Dis Child 2004;89:506-11.
25. McCANN D i sur. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo controlled trial, Lancet 2007;370:1560-7.
26. Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2007, Zagreb, DZSRH: 2007; 39;10-5;198.

Adresa za dopisivanje / Corresponding Address

Mr. sc. Marijan Katalenić, dipl. ing.
 Služba za zdravstvenu ekologiju
 Hrvatski zavod za javno zdravstvo
 10000 Zagreb, Rockefellerova 7
 e-mail: marijan.katalenic@zg.htnet.hr

Primljeno / Received

15. 11. 2008.
 November 15, 2008

Priljučeno / Accepted

24. 11. 2008.
 November 24, 2008