

Prehrambeni aditivi

Grižić, Silvia

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:166:932266>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Science](#)



Sveučilište u Splitu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Odjel za kemiju

Silvia Grižić

PREHRAMBENI ADITIVI

Završni rad

Split, rujan 2022.

Temeljna dokumentacijska kartica

Završni rad

Sveučilište u Splitu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Odjel za kemiju
Ruđera Boškovića 33, 21 000 Split, Hrvatska

PREHRAMBENI ADITIVI

Silvia Grižić

SAŽETAK

Suvremena prehrambena industrija nezamisliva je bez upotrebe prehrambenih aditiva, tvari koje omogućavaju postizanje željenih obilježja kao što su okus, izgled, postojanost, otpornost kvarenju, dugotrajnost, lakša manipulacija tijekom skladištenja i transporta. Za brojne aditive se i danas provode istraživanja njihove sigurnosti i prihvatljivosti u hrani, također postoje i razlike u prihvaćenosti, tj. u zakonskoj regulativi u pojedinim zemalja. Republika Hrvatska (RH) provodi vlastitu legislativu u suradnji s nadležnim tijelima Europske unije (EU). Unatoč nedostacima i problemima pri upotrebi prehrambenih aditiva, te kontroverzi upotrebe prisutne u javnosti, neosporna je činjenica da bi hrana bila bitno skuplja bez njihove upotrebe. Namjena rada je pojasniti pojam i temeljna obilježja, prednosti i nedostatke prehrambenih aditiva u koje pripadaju boje, konzervansi, antioksidansi, emulgatori, stabilizatori, zgušnjivači, pojačivači okusa, tvari za zaslađivanje ili sladila, modificirani škrob i drugi.

Ključne riječi: *prehrambeni aditivi, prirodni aditivi, umjetni aditivi*

Rad sadrži: 35 stranica, 8 slika, 4 tablice, 3 grafikona, 28 literarnih navoda. Izvornik je na hrvatskom jeziku.

Mentor: dr. sc. Ivica Ljubenkov, izv. prof.

Neposredni voditelj: dr. sc. Roko Vladušić, v. pred.

Ocjenitelji: dr. sc. Ivica Ljubenkov, izv. prof., dr. sc. Roko Vladušić, v. pred. i dr. sc. Marina Kranjac, pred.

Rad prihvaćen: 23. Rujna 2022.

Rad je pohranjen u knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Splitu

Basic documentation card

Bachelor Thesis

University of Split
Faculty of Science
Department of Biology
Ruđera Boškovića 33, 21 000 Split, Croatia

FOOD ADDITIVES

Silvia Grižić

ABSTRACT

The modern food industry is unthinkable without the use of food additives, substances that enable the achievement of desired properties such as taste, appearance, stability, resistance to spoilage, durability, easier handling during storage and transportation. For many additives, research on their safety and acceptability is still carried out today, and there are also differences in acceptability, i.e. in the legal regulations of individual countries. The Republic of Croatia implements its own legislation in cooperation with the competent authorities of the European Union (EU). Despite the shortcomings and problems in the use of food additives, and the public controversy about their use, it is an unavoidable fact that food would be significantly more expensive without their use. The purpose of this paper is to explain the concept and basic characteristics, advantages and disadvantages of food additives, which include colorants, preservatives, antioxidants, emulsifiers, stabilizers, thickeners, flavor enhancers, sweeteners, modified starch and so on.

Key words: *artificial additives, food additives, natural additives*

The paper contains: 35 pages, 8 pictures, 4 table, 3 graphs, 28 literary citations. The original is in Croatian language.

Mentor: dr.sc. Ivica Ljubenkov, associate professor

Direct manager: dr.sc. Roko Vladušić, senior lecturer

Assessors: dr. sc. Ivica Ljubenkov, associate professor, dr. sc. Roko Vladušić, senior lecturer and dr. sc. Marina Kranjac, lecturer

Paper accepted: 23rd September 2022

The work is stored in the library of the Faculty of Science, University of Split

Ovaj rad, izrađen u Splitu 2022. godine pod vodstvom v. pred. dr. sc. Roka Vladušića i izv. prof. dr. sc. Ivice Ljubenkova; predan je na ocjenu Odjelu za kemiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Splitu radi stjecanja zvanja prvostupnice biologije i kemije.

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Razrada	2
2.1. Pojam i obilježja prehrambenih aditiva	2
2.2. Povijesni pregled razvoja i primjene	3
2.3. Podjela aditiva	4
2.3.1. Prirodni aditivi	5
2.3.2. Umjetni aditivi	5
2.4. Označavanje aditiva	6
2.5. Regulacija upotrebe aditiva	8
2.6. Prednosti i nedostaci korištenja aditiva	9
2.7. Kategorije aditiva prema tehnološkim svojstvima i funkciji	10
2.7.1. Bojila	11
2.7.2. Konzervansi	13
2.7.3. Emulgatori i stabilizatori	13
2.7.4. Antioksidansi	14
2.7.5. Pojačivači okusa	14
2.7.5.1. Glutaminska kiselina	14
2.7.5.2. Mononatrijev glutamat (MSG)	16
2.7.6. Zasladaivači	17
2.7.6.1. Saharin, natrijeve, kalijeve i kalcijeve soli	17
2.7.6.2. Aspartam	18
2.7.6.3. Ksilitol	19
2.8. Analiza aditiva u odabranom uzorku	20
3. Zaključak	27
4. Literatura	28
5. Popis ilustracija	30

1. Uvod

Predmet ovoga završnog rada je pregled trenutnog stanja, dosadašnjeg razvoja i primjene prehrambenih aditiva. Obzirom da rješavanje zadatka podrazumijeva multidisciplinarni pristup, utvrdit će se potrebna znanja i činjenice iz područja kemije, biologije i drugih znanosti.

Za rješavanje zadatka korišteni su sekundarni (unutarnji) izvori u obliku postojećih znanstvenih i stručnih članaka i radova, te odgovarajućih mrežnih stranica. Konstrukcija rada podrazumijevala je korištenje znanstvenih metoda deskripcije, klasifikacije, komparacije, analize i sinteze, deduktivno-logičke metode, metode indukcije, metode mišljenja eksperata, te metode grafičkog prikaza (prikaz pomoću slika i grafikona) i tablica. Razrada građe temelji se na metodi „lijevka”, tj. od općih polaznih prema užim i konkretnijim znanjima i činjenicama.

Kao nadogradnja teorijskog dijela, korišteni su primarni (vanjski) izvori podataka koje čine potrebni podaci s deklaracija odabranih kategorija proizvoda. Metodom klasifikacije istovrsni proizvodi grupirani su prema svojoj vrsti.

Rad je podijeljen u tri cjeline, uvod, razrada teme i zaključak. Cilj uvoda je sažeto definirati predmet istraživanja, temeljna znanja vezana za temu rada.

Razrada je podijeljena u 9 cjelina, tj. podpoglavljja. U prvom podpoglavljju *“Pojam i obilježja prehrambenih aditiva”* definiran je pojam aditiva, njihova specifična obilježja i primjena. Drugo podpoglavlje *“Povijesni pregled”* sažeto prikazuje nastanak i razvoj aditiva u prehrambenoj industriji do današnjih dana. U trećem podpoglavljju *“Podjela aditiva”* sažeto je obrađena podjela prehrambenih aditiva sukladno općoj kategorizaciji na prirodne i umjetne aditive. Četvrto podpoglavlje *“Označavanje aditiva”* opisuje način označavanja aditiva na prehrambenim proizvodima. U petom podpoglavljju *“Regulacija upotrebe prehrambenih aditiva”* obrazložena je zakonska regulativa upotrebe aditiva. Šesto podpoglavlje *“Prednosti i nedostaci korištenja aditiva”* opisuje najvažnije prednosti i nedostatke korištenja aditiva u proizvodnji hrane. U sedmom podpoglavljju *“Kategorizacija aditiva prema tehnološkim svojstvima i funkciji”* opisuju se kategorije aditiva i to bojila, konzervansi, emulgatori i stabilizatori, antioksidansi, pojačivači okusa i zaslađivači. Osmo podpoglavlje *“Analiza aditiva u odabranom uzorku”* sažeto daje prikaz aditiva u nekoliko odabranih kategorija hrane. Deveto poglavlje je zaključno poglavlje, a sadrži pregled zaključaka na temelju

teorijske razrade teme i provedenog istraživanja na odabranom uzorku (čips, flips, hrenovke, mesni naresci, paštete i gazirani sokovi).

2. Razrada

2.1. Pojam i obilježja prehrambenih aditiva

Tvari koje mijenjaju svojstva hrane s ciljem lakše prerade, pakiranja, čuvanja i transporta, zajedničkim imenom nazivaju se - prehrambeni dodaci ili aditivi (engl. "Additive"). Njihova primjena podložna je zakonskoj regulativi države u kojoj se obavlja proizvodnja i distribucija prehrambenih proizvoda potrošačima. U primjeni je i nadnacionalna legislativa koja određuje primjenu aditiva na određenom geopolitičkom području, npr. u Europskoj uniji (EU) odredbe uređuju primjenu prehrambenih aditiva u svim zemljama članicama (NN 62/2010).

Sukladno zakonima Republike Hrvatske (RH), u primjeni je "*Pravilnik o prehrambenim aditivima*" (NN 62/2010) kojim se definira pojam, obilježja, vrste i dozvoljena primjena prehrambenih aditiva. Navedenim pravilnikom definirano je da je prehrambeni aditiv "*svaka tvar koja se sama po sebi ne konzumira kao hrana, niti je prepoznatljiv sastojak određene hrane bez obzira na hranjivu vrijednost, a čije je dodavanje hrani namjerno zbog tehnoloških razloga u proizvodnji, preradi, pripremi, obradi, pakiranju, prijevozu ili skladištenju i ima za posljedicu, ili se može očekivati da će imati za posljedicu, da će aditiv ili njegov derivat postati izravno ili neizravno sastojak hrane*" (NN 62/2010).

U suvremenoj industriji hrane primjena aditiva značajno utječe na ubrzavanje poslovnih procesa povezanih s proizvodnjom hrane. Pri tome se mogu bitno poboljšati njena svojstva, npr. otpornost kvarenju, boja, okus, itd. Obzirom da se aditivima usporava proces kvarenja, omogućena je udaljenija distribucija i bitno veća raznovrsnost hrane na određenom tržišnom području nego što bi to bio slučaj s istim prehrambenim proizvodom bez aditiva. Njihovom upotrebom moguće je proizvesti i varijacije istog proizvoda s manjom energetsom vrijednošću ili s pojačanim mirisom i okusom. Štoviše, moguće je proizvesti u potpunosti zamjenske proizvode koji zapravo niti ne sadrže hranjive komponente kao uobičajena originalna hrana. Stoga se može ustvrditi da suvremenu prehrambenu proizvodnju karakterizira svojevrsni dizajn koji podrazumijeva promjenu svojstava originalne hrane ili

nastanak zamjenske hrane koja je izgledom i svojstvima identična originalnoj hrani (Katalenić, 2010).

Troškovi proizvodnje se nameću kao važna komponenta pri proizvodnji hrane čime se ujedno i privlači potrošače. Intenzivnije boje, snažniji osjećaj slatkoće i osvježavajućeg osjećaja mogu imati za posljedicu lakše privlačenje kupaca i bolju prodaju. Tipični primjeri iz prakse su sladoledi i razna desertna hrana, kao što su torte, kolači, pudinzi, a temeljena je na voću (Lerotić, Vinković Vrček, 2010).

2.2. Povijesni pregled razvoja i primjene

Usporedno s razvojem proizvodnje i načina skladištenja hrane, razvijala se i ljudska tendencija utjecaja na njen izgled, kakvoću i očuvanje kroz dulje vremensko razdoblje. Trend se razvijao i spontano na temelju ljudskih opažanja, ali i sve brojnijim i raznovrsnijim eksperimentiranjima na hrani, a u novije doba znanstvena istraživanja, pogotovo na području kemije i biologije, dala su važan zamah daljnjem razvoju i upotrebi prehrambenih aditiva. Prvobitni se aditivi i ne mogu okarakterizirati kao prehrambeni aditivi jer je riječ najčešće o nekoj vrsti hrane koja može utjecati na ostalu hranu, najčešće pomoću procesa fermentacije. U takvu kategoriju se ubraja kuhinjska sol, ocat, sok limuna, i sl., a navedene tvari služe kao dobri konzervansi i antioksidansi. Tijek povijesti obilježile su ljudske intervencije nad određenom hranom ili prehrambenim proizvodima u većoj mjeri, kao npr. konzerviranje ribe (Egipat), proizvodnja sira (Rimsko Carstvo) ili kontrola kvalitete piva (helenska kultura) (Katalenić, 2005).

Osim metode korištenja druge hrane i začina s ciljem očuvanja svojstva ciljane hrane na dulje vremensko razdoblje, korišteno je sušenje i dimljenje hrane. Kombiniranjem dodavanja soli i začina i korištenjem procesa sušenja i dimljenja, značajno se utječe na očuvanje svojstava, a onemogućava se djelovanje štetnih mikroorganizama. Zato su navedeni dodaci i procesi imali neprocjenjivu vrijednost u povijesti u smislu antibakterijske zaštite hrane. Najveći poticaji daljnjem razvoju zasigurno su razvoj trgovine u regionalnim, kontinentalnim i svjetskim okvirima, ali i npr. dugotrajni ratovi, preoocenska putovanja, i sl. U pogledu vođenja ratova, veći obuhvaćeni geografski prostor znači i udaljenu opskrbu. Na dugotrajnim prekooceanskim putovanjima proces soljenja hrane, primjerice soljenje kupusa, bio je od presudnog značaja. Tako se osiguravala dugotrajna zaliha, ali i potiskivanje

tada najčešće bolesti u takvim uvjetima (skorbut) uslijed manjka raznovrsnosti hrane i vitamina C (Katalenić, 2005).

Presudni značaj daljnjeg razvoja na području očuvanja svojstava hrane ima otkriće uzroka vrenja hrane. Proces pasterizacije se i danas primjenjuje zahvaljujući francuskom biologu i kemičaru Louisu Pasteuru (Katalenić, 2010).

S regulatornog aspekta, aditivi se prvi put spominju i zakonski reguliraju u SAD-u početkom 20. stoljeća, no konačni korak daljnjeg razvoja i zakonske regulacije dogodio se tek 1955. godine osnivanjem regulatornog tijela JECFA (engl. “*The Joint Expert Committee on Food Additives*”) zajedno s međunarodnom Organizacijom za poljoprivredu i hranu FAO (engl. “*Food and Agriculture Organization*”) pod okriljem Svjetske zdravstvene organizacije WHO (engl. “*World Health Organization*”). Navedeno regulatorno tijelo bavi se analizom istraživanja i podataka o aditivima, primjeni i zakonskim aktima (Katalenić, 2010).

2.3. Podjela aditiva

Postoji mnoštvo umjetnih tvari koje se ciljano dodaju prehrambenim proizvodima radi poboljšanja izgleda, očuvanja okusa i produljenja roka trajanja. Na području prehrambene prerađivačke djelatnosti, kontrolu primjene aditiva u Europi i SAD-u obavljaju Europska agencija za sigurnost hrane EFSA (engl. “*The European Food Safety Authority*”) i Uprava za hranu i lijekove FDA (engl. “*U.S. Food and Drug Administration*”) (Rinninella i sur. 2020).

S funkcijskog aspekta, aditivi su podijeljeni u 3 glavne grupe. To su prirodni sastojci, izravni i neizravni aditivi (WHO, Food Additives, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>).

Hrvatska legislativa o primjeni aditiva uređena Pravilnikom o prehrambenim aditivima definira 317 dopuštenih aditiva s oznakom “E-broj” razvrstanih u kategorije “*bojila, antioksidansa, emulgatora, emulgatorskih soli, stabilizatora, zgušnjivača, modificiranog škroba, učvršćivača, sekvestranta, pojačivača arome, kiselina, regulatora kiselosti, tvari za tretiranje brašna, tvari za rahljenje, zaslađivanje, sprečavanje grudanja i pjenjenja, povećanje volumena, želiranje, poliranje, postizanje klizavosti, zadržavanje vlage, tvari za pojačano pjenjenje, tvari za stvaranje potisnih plinova, te plinova za pakiranje*” (NN 62/2010).

Određeni aditivi pojavljuju se pod različitim oznakama zbog višestrukog djelovanja tj. služe u različite svrhe. Tipičan primjer je limunska kiselina pod oznakom E-300 jer služi kao sredstvo za tretiranje brašna, kiselina i antioksidans (NN 62/2010).

Zakonom je predviđena i upotreba pomoćnih tvari enzima i aroma izvan E-oznake. Mogu se pojaviti na deklaracijama proizvoda, ali za njih vrijede zasebne odredbe prilikom deklariranja na proizvodima (NN 62/2010).

2.3.1. Prirodni aditivi

Prirodni sastojci dobivaju se iz prirodnih izvora (npr. soja i kukuruz daju lecitin za održavanje konzistencije proizvoda, repa daje prah repe koji se koristi kao boja za hranu). Ostali sastojci se ne nalaze u prirodi i stoga se moraju proizvesti kao umjetni sastojci. Neki sastojci koji se nalaze u prirodi mogu se proizvesti umjetno i ekonomičnije s većom čistoćom i većom kvalitetom od prirodnih sastojaka. Primjerice, vitamin C ili askorbinska kiselina mogu se dobiti iz naranče ili se proizvesti u laboratoriju. Sastojci hrane podliježu istim strogim sigurnosnim standardima bez obzira jesu li dobiveni prirodno ili umjetno (WHO, Food Additives, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>).

Izravni aditivi u hrani su oni koji se dodaju hrani za određenu svrhu. Primjerice, ksantan guma koja se koristi u preljevima za salate, čokoladnom mlijeku, nadjevima u pekarskim proizvodima, pudinzima i drugim namirnicama za postizanje željene teksture. Većina izravnih dodataka identificirana je na etiketi sastojka hrane. Neizravni aditivi u hrani su oni koji postaju dio hrane u tragovima zbog pakiranja, skladištenja ili drugog rukovanja, npr. male količine ambalažnih tvari mogu ući u hranu tijekom skladištenja. Proizvođači ambalaže za hranu moraju dokazati da su svi materijali koji dolaze u dodir s hranom sigurni prije nego što im se dozvoli uporaba (WHO, Food Additives, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>).

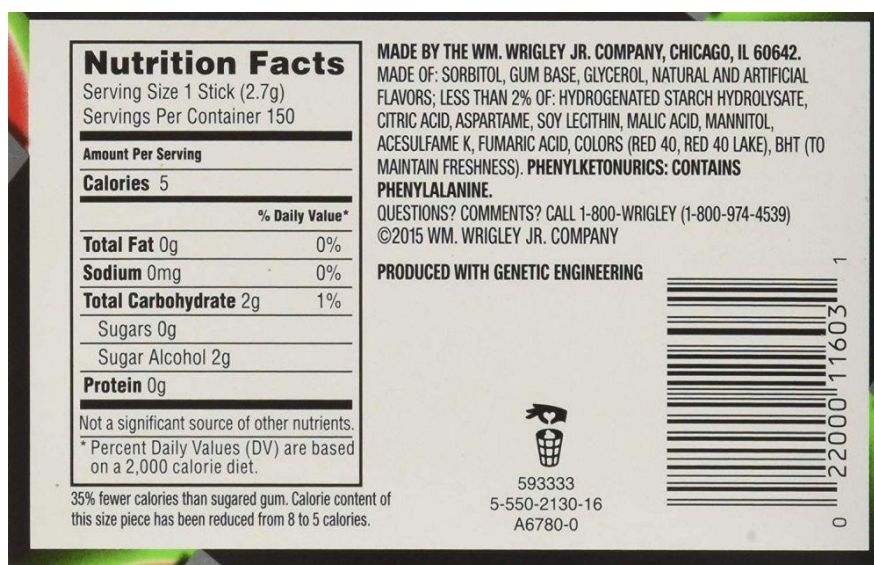
2.3.2. Umjetni aditivi

Umjetni aditivi se sintetiziraju kemijskim postupcima (umjetne boje i sladila) Sinteza se može provesti pomoću organskih i anorganskih tvari. Imitiranjem prirodnih tvari dobiva se njihova identična umjetna verzija (npr. vanillin i limunska kiselina) (Katalenić, 2005).

U praksi je zanemariva razlika između aditiva dobivenih iz prirodnih izvora u odnosu na aditive dobivene kemijskom sintezom. Tijekom obrade hrane u proizvodnji, obavlja se obvezna kontrola umjetnih aditiva (Katalenić, 2005).

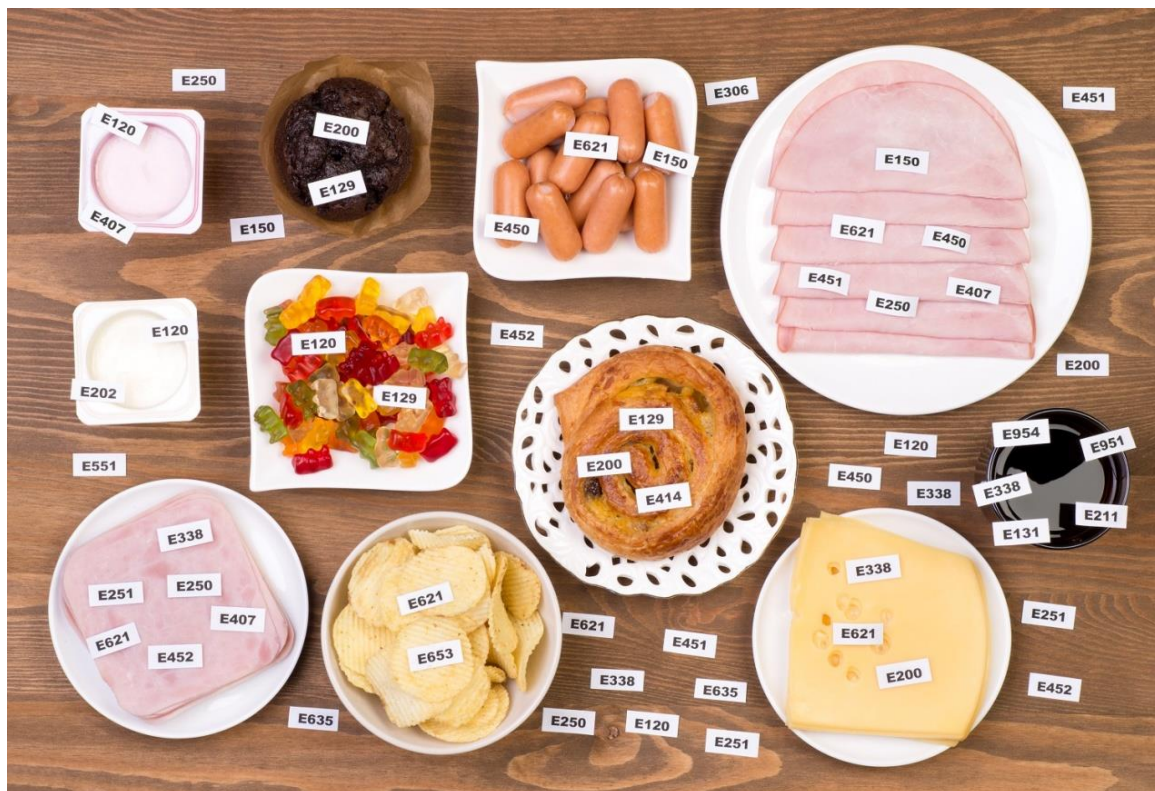
2.4. Označavanje aditiva

Proizvođači hrane dužni su na etiketi navesti sve sastojke hrane. Na etiketi proizvoda sastojci su navedeni po redosljedu prevladavanja, pri čemu se prvi sastojci koriste u najvećoj količini, a zatim u silaznom redosljedu oni u manjim količinama. Neki se sastojci mogu zajedno navesti kao arome, začini, umjetna bojila, bez da se svaki od njih imenuje. Alergeni sastojak se mora označiti na popisu sastojaka (FDA & IFIC, 2010). Na slici 1 prikazan je primjer navođenja aditiva u hrani.



Slika 1. Primjer navođenja aditiva na deklaraciji prehrambenog proizvoda
Izvor: <https://www.fitness.com.hr/prehrana/nutricionizam/Aditivi-u-hrani.aspx>

Standardi označavanja identični su u zemljama koje imaju usvojenu istu zakonsku regulativu međunarodne razine. U okvirima EU koristi se isključivo E-oznaka razvrstavanja aditiva i načina označavanja na deklaracijama prehrambenih proizvoda. Svaka zemlja ima svoju nacionalnu organizaciju koja obavlja kontrolu upotrebe aditiva sukladno važećoj legislativi, ali i odredbama EFSA koja obavlja centralni nadzor zemalja članica (FDA & IFIC, 2010; NN 62/2010). Na slici 2 prikazani su primjeri E-oznake aditiva u različitim prehrambenim proizvodima.



Slika 2. Primjeri E-oznaka aditiva u različitim prehrambenim proizvodima

Izvor: <https://www.fitness.com.hr/prehrana/nutricionizam/Aditivi-u-hrani.aspx>

Sustavom E-oznake aditiva omogućeno je lakše klasificiranje i identifikacija prehrambenih aditiva. Sukladno tome određena vrsta aditiva se može prepoznati prema prvoj znamenici E-broja, tj. zaključiti kojoj skupini aditiva pripada. Regulativom su utvrđene slijedeće grupe aditiva (NN 62/2010; Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH)):

- bojila - E100 - E199,
- konzervansi - E200 - E285 i E1105,
- antioksidansi - E300 - E340,
- regulatori kiselosti - izuzetak koji se označava različitim brojevima izvan navedenih oznaka,
- zgušnjivači/emulgatori - E322, E400 - E499, E1400 - E1451,
- tvari za sprječavanje zgrušavanja - E550 - E572,
- pojačivači okusa - E600 - E650,
- tvari za poliranje - E900 - E910 i
- zaslađivači - E420, E421, E950 - E970.

U javnosti je često prisutno mišljenje i pogrešna percepcija kako je uporaba aditiva i E-oznake suvremeni trend u svrhu proizvodnje jeftine hrane. Aditivi u hrani imaju dugu

povijest primjene i koristili su se u mnogim tradicionalnim namirnicama. Primjerice, vino i šampanjac sadrže sulfite, a slanina sadrži konzervanse nitrata i nitrite kako bi se spriječio rast bakterija koje uzrokuju botulizam (FDA, 2010).

2.5. Regulacija upotrebe aditiva

Sukladno Pravilniku o prehrambenim aditivima i upotrebi aditiva, definirano je “...*da se priroda, sadržaj ili kakvoća hrane ne mijenjaju na način koji bi mogao potrošača dovesti u zabludu.*” (NN 62/10). Osim uvjeta sprečavanja obmane potrošača, Pravilnik navodi još dva temeljna uvjeta korištenja aditiva, a to su tehnološka nužnost aditiva u industriji i sigurnost zdravlja potrošača. Eventualne izmjene u Pravilniku određuju nadležna državna tijela Ministarstvo zdravlja i socijalne skrbi i Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja. Ulaskom Republike Hrvatske u EU, Pravilnik podliježe i odredbama EU. Pravilnikom je definirano koji aditivi su zabranjeni, koji su dopušteni i koja je njihova granična količina. Ako određeni aditiv i količina nisu definirani, tada u praksi proizvođač nema pravo koristiti aditiv (NN 62/10). Za sukladnost Pravilnika na nacionalnim razinama u okvirima EU, brine se europska agencija EFSA, dok se regulativom na svjetskoj razini bavi Stručni odbor za aditive JECFA.

Umjetne arome, pojačivači okusa i bojila mnogim proizvodima daju privlačan izgled i željeni okus, a slika na ambalaži dodatno čini proizvod privlačniji potrošaču.

Nadalje, mesna industrija se ne koristi aditivima samo u svrhu konzerviranja mesa. Antioksidansi daju mesnim proizvodima željenu boju, zgušnjivači utječu na njihovu konzistenciju, a fosfati povećavaju sposobnost vezivanja vode u mesu i tako povećavaju volumen mesne mase. K tome, aditivi omogućuju zamjenu mesa jeftinijim sastojcima (npr, biljnim bjelančevinama) i skraćuju proces proizvodnje (Lerotić, Vinković Vrček, 2010).

Tijekom obrade prikupljenih podataka, uočen je nedostatak E-brojeva na deklaracijama proizvoda koji su proizvedeni u nekoj drugoj članici EU, konkretno u Poljskoj i Italiji. Nasuprot tome, svi pregledani hrvatski proizvodi zadovoljavaju navođenjem E-oznaka najvažnijih aditiva (Lerotić, Vinković Vrček, 2010).

2.6. Prednosti i nedostaci korištenja aditiva

Brojne su prednosti aditiva kao produljenje roka trajanja proizvoda, otpornost kvarenju i bitno povećana dostupnost i raznovrsnost hrane tijekom svih razdoblja u godini i na područjima gdje je bez aditiva ne bi bilo. Mogućnost trovanja hranom uvelike umanjuje upotreba aditiva koji sprečavaju utjecaj mikroorganizama i njihovih toksina, a upotreba antioksidansa uvelike umanjuje nastanak otrovnih tvari uslijed procesa oksidacije. Ukupno gledano, aditivi omogućavaju proizvodnju hrane s nižom cijenom. Neosporno je da ukidanje aditiva može prouzročiti bitno veće troškove proizvodnje hrane, a time i veću tržišnu cijenu. Također, suvremeni stil života sve većeg dijela čovječanstva potiče povećanu upotrebu prehrambenih aditiva. S druge strane, i dalje se provode laboratorijska istraživanja na životinjama kako bi se točnije utvrdile poveznice uporabe aditiva i razvoja brojnih bolesti i poremećaja (Pasca, Coroian, Socaci, 2018).

Povijesni pregled razvoja i uporabe nekih aditiva pokazao je promjene rezultata istraživanja, a time i stavova, mišljenja i zakonske regulative, pri čemu bi određeni aditiv prvobitno bio odobren, pa zabranjen, i na kraju opet odobren. To znači da je potrebno provoditi daljnja istraživanja s ciljem točnog uvida u korisnost i štetnost svakog pojedinog aditiva (Pasca, Coroian i Socaci, 2018).

Veliki problem u provođenju istraživanja je individualnost čovjeka pa rezultati nerijetko pokazuju da neki određeni aditivi uzrokuju štetne posljedice, ali broj osoba kod kojih se one pojavljuju je zanemariv. Tipičan primjer je pojava alergija kao posljedica pretjerane konzumacije određenog aditiva. Istraživanja često ukazuju na posljedice kod 0,01% - 0,26% populacije, što je minoran rezultat koji ne opravdava potpuno ukidanje testiranog aditiva (Pasca, Coroian i Socaci, 2018).

Toksikološke i sigurnosne procjene zahtijevaju nove strategije procjene rizika koji će manje ovisiti o krajnim razinama toksičnosti u modelima temeljenim na životinjama, tj. u većoj će se mjeri oslanjati na poznavanje mehanizma toksičnosti. Preporuka je razvoj odgovarajućih novih metodologija za dobivanje takvih podataka. Te metode uključuju kulture ljudskih matičnih stanica, 3D stanične kulture, čipove na organima, modele za proučavanje probave i modele biotransformacije. Nove metodologije su potrebne ponajviše zbog pojave nove i nekonvencionalne hrane, a pogotovo genetski modificirane hrane. Novi pristupi i metodologije omogućit će rješavanje obilježja i problema specifičnih za pojedine organe, npr. proučavanje metabolizma i apsorpcije hrane uključivanjem dvodimenzionalnih ili trodimenzionalnih testnih sustava koji oponašaju rad ljudskih organa. Osim organa mogu se

oponašati i specifična tkiva koja su nužna u procesu razgrađivanja i transporta hranjivih tvari, npr. crijevne resice u tankom crijevu. Također, takvi modeli mogu pokazati utjecaj jednog na druge organe, kao i ponašanje bio-barijera probavnog, živčanog i krvožilnog sustava i transporta tvari. Uključivanje matičnih stanica može omogućiti učinkovitija istraživanja s ciljem dobivanja preciznijih toksikoloških procjena (Pressman, 2017).

2.7. Kategorije aditiva prema tehnološkim svojstvima i funkciji

Sukladno tehnološkim svojstvima i funkciji, aditivi se dijele u 22 vrste (Delwiche, 2004) (Tablica 1).

Tablica 1. Vrste aditiva

Vrste aditiva	Djelovanje	Primjeri upotrebe	Naziv na etiketama proizvoda
Konzervansi	Sprečavaju kvarenje hrane uzrokovane bakterijama, plijesnima, gljivicama ili kvascima (antimikrobna sredstva); usporavaju ili sprečavaju promjenu boje, okusa ili teksture i odgađaju oksidaciju (antioksidansi), održavaju svježinu	Voćni umaci i želei, pića, peciva, suhomesnati proizvodi, ulja i margarin, žitarice, preljevi, grickalice, voće i povrće	Askorbinska kiselina, limunska kiselina, natrijev benzoat, kalcijev propionat, natrijev eritorbat, natrijev nitrit, kalcijev sorbat, kalijev sorbat, BHA, BHT, EDTA, tokoferoli (vitamin E)
Zaslađivači	Slatkoća sa ili bez dodatnih kalorija	Pića, peciva, slatkiši, nadomjesci hrani, mnoga prerađena hrana	Saharoza, glukoza, fruktoza, laktoza, sorbitol, manitol, kukuruzni sirup, visoko fruktozni kukuruzni sirup, saharin, ciklamat, ksilitol, manitol, stevija, aspartam, sukraloza, acesulfam kalij (acesulfam-K), neotam
Bojila	Nadomještaju gubitak boje zbog izloženosti svjetlu, zraku, ekstremnim temperaturama, vlazi i uvjetima skladištenja; ispravljaju prirodne varijacije u boji, daju boju bezbojnoj hrani	Mnoga prerađena hrana (slatkiši, grickalice margarin, sir, bezalkoholna pića, džemovi/želei, želatine, pudinzi i punjenja za kolače)	FD&C plavi br. 1 i 2, FD&C zeleni br. 3, FD&C crveni br. 3 i 40, FD&C žuti br. 5 i 6, narančasta B, citrusno crvena br. 2, ekstrakt ananata, beta-karoten, ekstrakt kože grožđa, ekstrakt kohinele ili karmin, oleosinteza paprike, boja karamele, sokovi od voća i povrća, šafran (Napomena: izuzeti aditivi u boji ne moraju se deklarirati imenom na naljepnicama već se mogu deklarirati jednostavno kao dodane boje)
Pojačivači okusa	Poboljšavaju okuse koji su već prisutni u hrani (bez davanja vlastitog zasebnog okusa)	U mnogo prerađene hrane	Mononatrijev glutamat (MSG), hidrolizirani protein soje, autolizirani ekstrakt kvasca, dinatrijev gvanilat ili inozinat
Emulgatori	Dopuštaju glatko miješanje sastojaka, održavaju emulgirane proizvode stabilnim (sprečavaju odvajanje), smanjuju ljepljivost, kontroliraju kristalizaciju, drže sastojke raspršenima i olakšaju otapanje proizvoda	Preljevi za salate, maslac od kikirikija, čokolada, margarin, smrznuti deserti	Sojin lecitin, mono- i digliceridi, žumanjci, polisorbati, sorbitan monostearat
Stabilizatori i zgušnjivači, veziva, teksturatori	Proizvode ujednačenu teksturu, poboljšavaju osjećaj u ustima	Zamrznuti deserti, mliječni proizvodi, kolači, mješavine pudinga i želatina, preljevi, džemovi, želei, umaci	Želatina, pektin, guar guma, karagenan, ksantan guma, sirutka
Agensi za kvašenje	Podižu tijesta	Kruh i druga peciva	Natrijev hidrogenkarbonat (soda)

Vrste aditiva	Djelovanje	Primjeri upotrebe	Naziv na etiketama proizvoda
Sredstva protiv zgrudnjavanja	Omogućavaju da hrana u prahu bude tekuća, sprječavaju upijanje vlage	Sol, prašak za pecivo, šećer u prahu	bikarbona), monokalcijev fosfat, kalcijev karbonat Kalcijev silikat, željezov amonijev citrat, silicijev dioksid
Ovlaživači	Zadržavaju vlagu	Isjeckani kokos, marshmallow, meki bomboni, slatkiši	Glicerol, sorbitol

Izvor: <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/overview-food-ingredients-additives-colors>

2.7.1. Bojila

U svrhu promjene originalne boje i izgleda hrane koriste se bojila. Osim prehrambene, koristi ih i farmaceutska i kozmetička industrija. Oznake su u rasponu od E100 do E199. Porijeklo bojila može biti prirodno ili umjetno (Kulier, 2013).

U upotrebi je široki spektar boja sukladno istraživanjima tržišta i očekivanjima potrošača, no treba istaknuti i da bojila mogu imati i korisna svojstva, npr. zaštita korisnih tvari u hrani od izloženosti svjetlu, izravnom suncu, i sl. Sukladno navedenom, mogu se definirati glavne namjene bojila (Kulier, 2013):

- obnavljanje, ujedno i poboljšanje prirodne boje proizvoda zbog promjena uslijed izloženosti vanjskim utjecajima (vlaga, svjetlo, temperatura, itd.) i
- korekcija prirodne boje sukladno istraživanjima očekivanja potrošača.

Potrebno je istaknuti da bojila zapravo i nisu nužna, štoviše, veći dio potrošača smatra da tome ne pridaje veliku pažnju, pa se nameće zaključak da se upotreba bojila temelji na mogućem psihološkom utjecaju na potrošače koje proizvođač želi potaknuti s ciljem lakšeg privlačenja kupaca. Posljedično, bojila se koriste praktički u svim kategorijama hrane i pića (Randhawa, Bahna, 2009).

Bojila se mogu podijeliti i na primarne i sekundarne boje. Kombiniranjem primarnih dobivaju se sekundarne boje. Tako npr. FDA definira 7 primarnih boja u prehrambenoj industriji SAD-a (FDA, 2010):

- FD & C Plava broj 1, Brilliant Blue, E133 (plava),
- FD & C Plava broj 2, Indigotine, E132 (indigo plava),

- FD & C Zelena broj 3, Fast Green, E143 (nijansa tirkizne),
- FD & C Crvena broj 3, Eritrozin, E127 (nijansa ružičaste),
- FD & C Crvena broj 40, Alurra Red, E129 (crvena),
- FD & C Žuta broj 5, Tartrazin, E102 (žuta), i
- FD & C Žuta broj 6, Sunset Yellow, E110 (nijansa narančaste).

Treba istaknuti i da se često na tržištu pojave prirodne boje koje se ne uklapaju u službenu kategorizaciju. Takva se bojila često označe kao nedovoljno istraženima i stavljaju u kategoriju moguće opasnih i zabranjenih bojila (Randhawa, Bahna, 2009).

Primjeri zabranjenih boja su grupa “azo” boja na bazi dušičnih spojeva u crvenoj, žutoj i narančastoj verziji (E128), a do zabrane azo bojila 2007. godine bila su najčešće korišteni aditivi mljevenom mesu. Procesom zagrijavanja mesa, bojilo se razgrađuje u otrovni spoj anilin (HAPIH, Prehrambeni aditivi).

Pravilnik o prehrambenim aditivima definira slijedeće kategorije hrane u kojima je zabranjeno dodavanje bojila (NN 79/12):

- sve kategorije mlijeka od djelomično obranog do steriliziranog i čokoladnog,
- pitka voda u ambalaži,
- neprerađena hrana,
- nearomatizirani svježi sir, vrhnje, mlaćenica,
- maslac (ovčje i kozje mlijeko),
- ulja i masti (biljno i životinjsko podrijetlo),
- jaja i svi drugi proizvodi koji sadrže jaja,
- šećeri, škrobni proizvodi (kruh, tjestenina) i brašno,
- koncentrat i umak od rajčice u ambalažnim oblicima staklo i konzerva,
- voćni sokovi i sokovi na bazi povrća, voćna pića, vino i vinski ocat,
- voće, povrće, gljive i sve prerađevine (sušeni oblik, staklo, konzerva),
- riba, morski plodovi, divljač, perad, sve prerađevine,
- čokolada, kakao i svi proizvodi koji sadrže čokoladu i kakao,
- čaj, kava (pržena),
- sol i začini,
- med i
- sva hrana namijenjena populaciji rane životne dobi.

Bojila mogu uzrokovati i alergije, primarno kod djece i pri pretjeranoj konzumaciji hrane obzirom na tjelesnu masu. Također, mogući su i poremećaji u obliku iritacije kože, hiperaktivnog ponašanja, lošije probave, pojačanog noćnog mokrenja, i dr. (Randhawa, Bahna, 2009). Istraživanja su pokazala snažnije reakcije kod djece starosti od 3 i 9 godina i to na kombinaciju natrijevog benzoata (E211) s tatrazinom (E102), kinolinskom žutom (E104), Sunset Yellow bojom (E110), azorubinom (E122) i Alurra Red bojom (E129) (McCann et al., 2007; Miškulin et al., 2009).

2.7.2. Konzervansi

U svrhu sprečavanja kvarenja hrane zbog djelovanja bakterija, gljivica i drugih uzročnika, rabe se konzervansi. Kvarenje može dovesti do smanjenja nutritivne kvalitete hrane, do rasta mikroorganizama, poput bakterije koja uzrokuje botulizam (lat. "*Clostridium botulinum*"), ili do proizvodnje toksina, poput aflatoksina, a koji se mogu proizvesti u uskladištenim žitaricama i sjemenkama poput kikirikija. Sol se tradicionalno koristi za konzerviranje mesa i ribe, izravno na površinu ili potapanjem hrane u otopinu slane vode.

Nitrati i nitriti (poput natrijevog nitrata) također se koriste za konzerviranje mesa, osobito suhomesnate hrane poput kobasica, salama i šunke. Ocat i dim koriste se u slične svrhe. Sumporov-dioksid, natrijev sulfid, benzojeva kiselina i sorbinska kiselina te njihove soli često se koriste kao konzervansi u voćnim proizvodima, u pićima kao što su vino i pivo te u kečapu, kiselim krastavcima i začinima (Katalenić, 2010).

2.7.3. Emulgatori i stabilizatori

Stabilizatori i emulgatori dodaju se pripremljenoj hrani za održavanje stabilnosti suspenzija masti ili ulja u vodenim otopinama (i obrnuto), za sprečavanje zgrušavanja sastojaka tijekom skladištenja ili pripreme i za dodavanje drugih tvari vodi, uljima i mastima. Primjer emulgirajućeg aditiva je gliceril monostearat, koji se često dodaje uskladištenim proizvodima na bazi škroba radi održavanja njihove teksture. Također, alginati služe kao dodatak sladoledu, te kao stabilizatori ulja, masti i vode, ako je proizvod predviđen za skladištenje na dulje vremensko razdoblje (Delwiche, 2004).

2.7.4. Antioksidansi

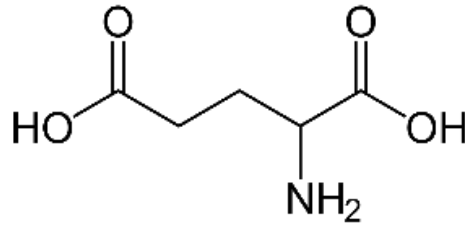
Za sprečavanje kvarenja zbog procesa oksidacije, hrani se dodaju antioksidansi kako bi se spriječilo pogoršanje njene kvalitete ili okusa koje nastaje zbog izloženosti masti i ulja atmosferskom kisiku. Uobičajeni antioksidansi koji se koriste su askorbinska kiselina (vitamin C), butilirani hidroksianisol (BHA), butilirani hidroksitoluen (BHT), galati i etoksikin (FDA & IFIC, 2010).

2.7.5. Pojačivači okusa

Pojačivači okusa su specifična kategorija aditiva jer za pojačanje okusa proizvoda nije nužno pojačanje arome hrane zbog dodatka pojačivača. U suvremenoj proizvodnji hrane koriste se pojačivači bez ikakvog okusa, dodaju se u vrlo široki spektar prehrambenih proizvoda, a omogućavaju da i proizvod niske kvalitete potrošač percipira kao dobar i prihvatljiv odabir. Na taj način je moguće ostvariti i nižu cijenu proizvoda. Princip djelovanja pojačivača bez okusa je djelomična ili potpuna neutralizacija ciljanih osjeta u ustima čime izvorni i nepromijenjeni okus hrane s takvim aditivom postaje dominantan pa je i percepcija okusa hrane pojačana (Delwiche, 2004).

2.7.5.1. Glutaminska kiselina

U svrhu zamjene soli, koristi se prirodni pojačivač okusa glutaminska kiselina ($C_5H_9NO_4$) pod oznakom E620. Porijeklo ove tvari može biti biljno i životinjsko, a pojavljuje se kao važan čimbenik procesa uklanjanja otrova iz organizma, te kao važan prijenosnik živčanih signala između stanica tipično kod kralježnjaka. Opće je poznato da funkcionalnost glutaminske kiseline dolazi u neravnotežu uslijed oštećenja živčanog sustava. Kao pojačivač okusa utječe na osjetilo okusa samo u svom slobodnom obliku, ali ne i kao sastavnica proteina. Određena hrana sadrži glutaminsku kiselinu u slobodnom obliku, npr. riba, soja i rajčica. Primarna namjena kao aditiva je pojačanje okusa kiselosti i slanosti. U industriji se proizvodi biotehnološkim procesima pomoću mikroorganizama (Meldrum, 1993). Na slici 3 prikazana je kemijska struktura glutaminske kiseline.



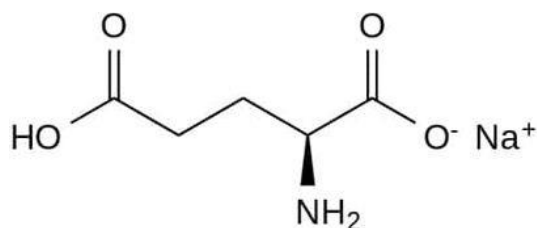
Slika 3. Kemijska struktura glutaminske kiseline (C₅H₉NO₄)

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Glutaminska_kiselina#/media/Datoteka:Glutamins%C3%A4ure_-_Glutamic_acid.svg

Redovna konzumacija glutaminske kiseline varira između 1 g do 1,7 g, pri čemu prednjači azijsko stanovništvo. Upravo zbog toga se u medicinskoj praksi koristi naziv “Sindrom kineskog restorana” koji podrazumijeva stanje pretjerane konzumacije glutaminske kiseline, a karakterizira ga neurološki poremećaj ruku, leđa i zatiljka (osjećaj utrućuća), brži rad srca, slabost i glavobolja. Brojna istraživanja na pokusnim životinjama pokazala su da glutaminska kiselina može uzrokovati ozbiljna oštećenja mozga i cijelog živčanog sustava (Meldrum, 1993). Istraživanja na laboratorijskim miševima ukazuju na visoku neurotoksičnost glutaminske kiseline. Pretjerana koncentracija dovodi do pojave kroničnih bolesti koje inicira oštećenje mozga i živčanog sustava (Olney, Ho, 1970). Također, neka istraživanja ukazuju na moguće alergije i pseudoalergije, a osobe s astmom i neurodermitisom svakako trebaju izbjegavati glutaminsku kiselinu (McCann et al., 2007). Unatoč visokoj razini neurotoksičnosti, glutaminska kiselina se dodaje mnogim proizvodima kao što su mješavine raznih začina, pekarski proizvodi, riblje, mesne i povrtna prerađevine u konzervama, senf, kečap, suhomesnati proizvodi, itd. U okvirima EU vrijedi odredba zabrane dodavanja glutaminske kiseline u tijesta, čokolade, voćne sokove i mlijeko (Beyreuther et al., 2007).

2.7.5.2. Mononatrijev glutamat (MSG)

Oznakom E621 označen je aditiv mononatrijev glutamat ili skraćenim nazivom natrijev glutamat ($C_4H_8NNaO_4$). On često služi kao pojačivač okusa, ali istovremeno je čimbenik hormonalnih poremećaja i neuronskih oštećenja, a povezuje se s mnoštvom kroničnih bolesti (Moskin, 2008). Na slici 4 prikazana je kemijska struktura mononatrijeva glutamata.



Slika 4. Kemijska struktura mononatrijeva glutamata ($C_4H_8NNaO_4$)
Izvor: <http://www.lamba.hr/proizvodi/pojacivaci-okusa/glutaminat-mononatrijev/>

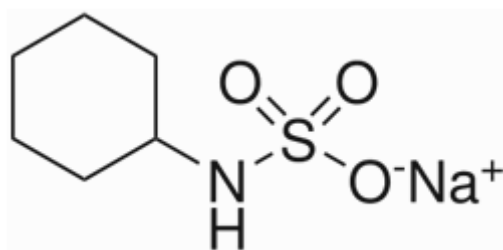
Mononatrijev glutamat se koristi od 1908. godine, a proizveden je prvi puta u Japanu na temelju istraživanja neobičnog okusa hrane koja je sadržavala određenu morsku algu zvanu “*kombu*”. U komercijalnoj upotrebi je i danas, praktički u gotovo svoj dostupnoj hrani (Ludemann, Ogiwara, Ninomiya, 2002). Industrijski se može dobiti pomoću bakterijske fermentacije ili procesom hidrolize proteina pomoću klorovodične kiseline. Kao u slučaju glutaminske kiseline, odlikuje ga visoka razina neurotoksičnosti, a očituje se u tome što izostanu simptomi čak kada se neurotoksikacija već dogodila. Najpoznatije bolesti koje može prouzročiti mononatrijev glutamat su Alzheimer, multipla-skleroza, izrazita hiperaktivnost kod osoba najmlađe životne dobi, epilepsija, Parkinsonova bolest, gluhoća, poremećaj hormonalnih žlijezda, hipoglikemija, karcinom mozga, pojačana pretilost, demencija, alergije, itd. Osim u prehrambenoj, koristi se i u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, pa se može naći u sastavu lijekova i kozmetičkih proizvoda (Blaylock, 1994).

Prvobitno je mononatrijev glutamat klasificiran kao siguran aditiv (1959. godine), a desetljeće kasnije je definirana gornja granica od 1 grama dnevno, dok je 1987. godine klasificiran kao najsigurniji aditiv (FDA, 2008). Tijekom daljnjih istraživanja utvrđena je netolerantnost dijela populacije na količinu 3 grama dnevno pri čemu se javljaju simptomi astme (Raiten, Talbot, Fischer, 1996). Nadalje, istraživanje Oghura i suradnika (2002.) pokazalo je značajnu razinu poremećaja mrežnice oka, a 2008. godine potvrdila se poveznica povećanja tjelesne mase proporcionalno povećanju unosa mononatrijeva glutamata (He et al., 2008).

2.7.6. Zaslađivači

Zaslađivači su ubrzo nakon otkrića postali vrlo popularan i često korišten aditiv, posebno kao dodatak bezalkoholnim pićima i proizvodima namijenjenima oboljelima od dijabetesa (Kulier, 2013).

Temeljna namjena korištenja ovih aditiva je zamijeniti šećer uz istovremeno smanjenje energijske vrijednosti. Stoga se dijele u dvije temeljne kategorije, zamjena za šećer ili umjetno sladilo kao dodatni zaslađivač. Kao zaslađivači tipični su za određene kategorije hrane, npr slatkiše. Istraživanja u 60-im godinama su upućivala na pojavu karcinoma mokraćnog mjehura kod testiranih životinja kojima je davan ciklomat (E952), no zabrana koja je proistekla iz tih istraživanja pokazala se kasnije neosnovana jer istraživanja na štakorima nisu upućivala na iste rezultate kod ljudi (poremećaj tjelesne mase i reproduktivne sposobnosti) (Kulier, 2013). Na slici 5 prikazana je kemijska struktura ciklamata ($C_6H_{12}NNaO_3S$).



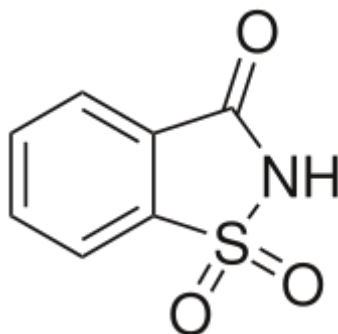
Slika 5. Kemijska struktura ciklamata ($C_6H_{12}NNaO_3S$)

Izvor: http://www.lamba.hr/lmb/wp-content/uploads/2011/05/saharin_zasladjivac.png

Za razliku od ciklamata, istraživanja najčešćeg zaslađivača saharina i danas potvrđuju povećanu mogućnost karcinoma mokraćnog mjehura, pa je upotreba saharina u suvremenoj prehrambenoj industriji ograničena (Kulier, 2013).

2.7.6.1. Saharin, natrijeve, kalijeve i kalcijeve soli

Od 1991. godine saharin (E954, $C_6H_{10}CaO_4$) je dopušten u prehrambenoj industriji, ali uz stroge granice i kontrolu i to samo u određenim proizvodima obzirom na činjenicu da je preko 500 puta slađi od šećera, ali bez energijske vrijednosti (HAPIH, Prehrambeni aditivi) (Slika 6).



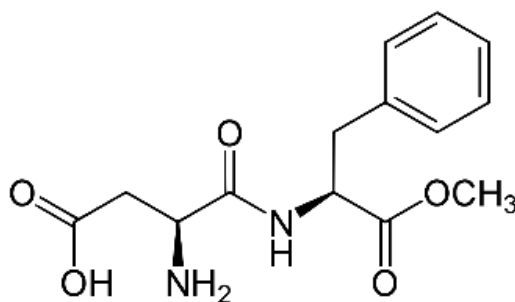
Slika 6. Kemijska struktura saharina ($C_6H_7NO_2S$)

Izvor: http://www.lamba.hr/lmb/wp-content/uploads/2011/05/saharin_zasladjivac.png

Koristi se i u kozmetičkoj industriji, te kao aditiv u hrani za životinje, a dobiva se kemijskom sintezom iz *o*-klortoluena i ftalne kiseline (HAPIH, Prehrambeni aditivi).

2.7.6.2. Aspartam

Aspartam (E951, $C_{14}H_{18}N_2O_5$) slabiji je zaslađivač od saharina (oko 200 puta veće slatkoće od šećera), također bezmirisan, a pri višim temperaturama slatkoća opada uz raspad kemijske strukture. Vrlo je rasprostranjen u prehrambenoj industriji, s posebnim naglaskom na proizvodnju bezalkoholnih pića. Procjenjuje se da američka i europska prehrambena industrija iskoristi preko 10 000 tona aspartama na godišnjoj razini. Prema sastavu je metil ester dipeptida asparaginske kiseline i fenilalanina (<https://aspartame.org>) (Slika 7).



Slika 7. Kemijska struktura aspartama ($C_{14}H_{18}N_2O_5$)

Izvor: <http://www.lamba.hr/proizvodi/seceri-i-zaladivaci/aspartam/>

Glavni nedostaci aspartama su njegova neurotoksičnost, tj. usporavanje i sprečavanje normalne živčane aktivnosti između neurotransmitera, negativni utjecaj na DNK i žlijezde s unutarnjim izlučivanjem (Soffritti et al., 2006).

Posljedično tome, aspartam je sposoban ugroziti praktički sve organe i funkcije organizma, ali primarno uz neurološke simptome, npr. kronična glavobolja, dezorijentacija, želučane tegobe, poremećaj vida, dijareja, slabije pamćenje, kronični fizički umor, nagle

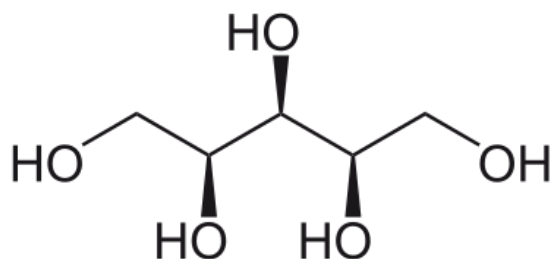
promjene raspoloženja, kao i nekontrolirane mišićne reakcije. Međutim, treba istaknuti da su simptomi vrlo osobne prirode, tj. mogu se bitno razlikovati i intenzitetom i vremenom pojave kod osoba koje su izložene aspartamu u jednakim količinama u istom vremenskom razdoblju. Simptomi su izvjesniji nakon duljeg razdoblja akumuliranja aspartama, a mogu i brzo nestati nakon prestanka konzumacije (Soffritti et al., 2006).

Također, istraživanja konzumacije kod životinja pokazala su veću vjerojatnost leukemije, karcinoma mokraćnog kanala, poremećaje perifernog živčanog sustava, te tumorske promjene na drugim tkivima i organima. Dodatni problem je razgrađivanje aspartama na metanol, asparaginsku kiselinu i fenilalanin, a metanol prelazi u vrlo toksični formaldehid koji u većim količinama na dulje razdoblje može potaknuti razvoj astme, a u ekstremnim slučajevima i gubitak vida (Soffritti et al., 2006).

Jedna od dobrih alternativa aspartamu su prirodno dobiveni steviozidi koji se proizvode iz biljke *Stevia rebaudiana*, podrijetlom iz Paragvaja. Steviozidi nemaju energijsku vrijednost, ne potiču negativne promjene u organizmu, ne utječu na lučenje inzulina, dobri su za regulaciju krvnog tlaka i općenito su povoljni za kvalitetu probave iako su slađi od šećera oko 300 puta (HAPIH, Prehrambeni aditivi).

2.7.6.3. Ksilitol

Ksilitol (E967, $C_5H_{12}O_5$) je šećerni alkohol kojeg organizam čovjeka proizvodi u jetri u količini od 5 do 15 grama dnevno, a za industrijske potrebe dobiva se od kore breze. Velika količina ovog zaslađivača potiče dijareju, ali s toksikološkog aspekta ovaj aditiv se ne smatra štetnim (Edwardsson, Birkhed, Mejare, 1977) (Slika 8).



Slika 8. Kemijska struktura ksilitola ($C_5H_{12}O_5$)

Izvor: <https://previews.123rf.com/images/grebeskovmaxim/grebeskovmaxim1904/grebeskovmaxim190400153/123715781-skeletal-formula-of-xylitol-chemical-molecule.jpg>

Ksilitol štiti usnu šupljinu od razvoja i širenja karijesa. Kariogene bakterije ne sadrže enzim koji bi razgradio ksilitol tako da ga ne mogu koristiti za svoj metabolizam. Također, ksilitol nema utjecaja na razinu šećera u krvi i ne postoje indikacije pojačanog lučenja inzulina, pa se uobičajeno dodaje hrani za dijabetičare (Matilla, 1999; Abu-Elteen, 2005).

Laboratorijska istraživanja ukazuju i na pozitivan utjecaj ksilitola glede pojačane aktivnosti leukocita u obrani organizma i utjecaj na smanjenje upale srednjeg uha (Matilla, 1999; Abu-Elteen, 2005).

2.8. Analiza aditiva u odabranom uzorku

S ciljem boljeg razumijevanja građe određene zadatkom završnog rada, provedeno je istraživanje na odabranim elementima uzorka te je prikazana sažeta analiza aditiva. Odabrane su slijedeće kategorije proizvoda različitih robnih marki (proizvođača): čips, flips, pašteta, mesni narezak, hrenovke i gazirani sokovi (Slika 9).



Slika 9. Elementi uzorka analize aditiva odabranih kategorija proizvoda

Podaci o proizvodima (naziv, proizvođač, energijska vrijednost kJ/100 g, udio soli (%), aditivi), prikazani su u tablicama 2 i 3. Podaci o gaziranim sokovima u tablici 4 umjesto udjela soli sadrže udio šećera.

Tablica 2. Aditivi u proizvodima “snack” kategorije - čips i flips

Naziv proizvoda:	Proizvođač:	Energijska vrijednost (kJ u 100 grama):	Udio soli (%):	Aditivi:
čips - paprika (rebrasti i ravni)	Kaufland Hrvatska	2431 (rebrasti) 2371 (ravni)	1,5	aroma - mješavina 5,5% pojačivač okusa E621, dekstroza, regulator kiselosti E330, bojilo E160c
čips - pršut	Franck Hrvatska	2359	1,9	maltodekstrin, pojačivač okusa E621, dinatrij 5-ribonukleotidi, dekstroza, bojilo (ekstrakt paprike), aroma dima
čips - Lays paprika	Frito Lay - Poljska	2248	1,7	pojačivač okusa E621, dinatrijev guanilat, dinatrijev inozitat, limunska kiselina, bojila (ekstrakt paprika, kapsantin, kapsorubin)
čips – sir i luk	Kaufland Hrvatska	2371	1,5	pojačivači E621, E635, maltodekstrin, regulatori kiselosti E-270, E-296
čips - Bonitas Peppers	Vitaminka - Makedonija	2070	0,9	tvar za rahljenje, natrijev bikarbonat, pojačivač okusa E621, dinatrijev inozinat, dinatrijev guanilat, regulator kiselosti, limunska kiselina, tvar za sprečavanje zgrudavanja, silicijev dioksid, boja ekstrakt paprika
čips - slani	Spar Hrvatska	2239	1,5	-
čips - paprika	Spar Hrvatska	2238	1,5	pojačivači okusa E621, E635, bojilo E160c
čips - Potato Crisps	Spar Hrvatska	2061	1,6	emulgator mono i digliceridi masnih kiselina
flips	Spar Hrvatska	2297	1,3	-
flips Kroki krocket Chio	Intersnack Adria Hrvatska	2193	1,8	regulator kiselosti (natrij hidrogen karbonat), limunska kiselina, octena kiselina, dekstroza, bojilo (ekstrakt paprika), aroma dima, antioksidans (ekstrakt ružmarina)
flips Saltas	Koestlin Hrvatska	2066	2,2	-
flips Smoki	Atlantik Štark Srbija	2176	2,2	-

Uočljiva je velika razlika između proizvoda čips i flips u pogledu prisutnosti aditiva i udjela soli. Tri od četiri flips proizvoda nemaju niti jedan umjetni aditiv. No, s druge strane energijska vrijednost i udio soli praktički su jednaki čips proizvodima (Tablica 2).

Obzirom da je za normalno funkcioniranje ljudskog organizma sol potrebna, ali u količini do 5 grama dnevno (WHO, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>), pretjerana konzumacija “snack” proizvoda zasigurno nije poželjna.

Čips generalno gledano ima podjednaku energijsku vrijednost, ali prosjek udjela soli je manji u odnosu na flips proizvode. S druge strane, čips obiluje raznim aditivima. Može se ustvrditi znatno veća raznovrsnost aditiva kod skupljih čips proizvoda i s varijacijama neobičnih okusa, pogotovo snažnijih okusa kao što je ljuti okus. Često se pojavljuje i jedan od najnepoželjnijih aditiva mononatrijev glutamat (E621) koji se nalazi u svim čips proizvodima snažnijeg okusa.

Nasuprot varijacijama čipsa koji se temelje na različitim percepcijama slanog i ljutog okusa, flips se kao kategorija “snack” proizvoda smatra zdravijim odabirom obzirom da se varijacije okusa uglavnom temelje na baznoj komponenti (kukuruz) i prisutnosti kikirikija kao prirodnog dodatka. Važno obilježje flipsa je sam kikiriki. Budući da pripada alergenima, flips proizvodi obvezno moraju sadržavati upozorenje za osobe alergične na kikiriki.

U kategoriji mesnih prerađevina analizirane su 3 različite vrste proizvoda, kako bi se stekao detaljniji uvid u njihove razlike, ali i određene sličnosti u pogledu prisutnosti aditiva i udjela soli (Tablica 3).

Tablica 3. Aditivi u proizvodima kategorije mesnih prerađevina - paštete, mesni naresci i hrenovke

Naziv proizvoda:	Proizvođač:	Energijska vrijednost (kJ u 100 grama):	Udio soli (%):	Aditivi:
pašteta jetrena	Gavrilović Hrvatska	1243	1,2	konzervans E250
pašteta jetrena Piketa	Podravka Hrvatska	865	1,5	zgušnjivač E412, pojačivač okusa E621, konzervans E250
pašteta jetrena classic	Podravka	1252	1,3	antioksidans askorbinska kiselina, bojilo karmin, konzervans natrijev nitrit
pašteta jetrena	Spar Hrvatska	744	2,3	konzervans E250, bojilo E120
pašteta čajna	Spar Hrvatska	797	1,5	konzervans E250, bojilo E120
pašteta pileća	Spar Hrvatska	800	2,0	konzervans E250, bojilo E120
pašteta tuna	Spar Hrvatska	1196	1,0	dekstroza, pojačivač okusa E621
mesni narezak	Spar Hrvatska	768	1,4	stabilizatori E450, E451, zgušnjivač E407a, maltodekstrin, pojačivač okusa E621, antioksidans E300, konzervans E250
mesni narezak	Gavrilović Hrvatska	915	1,7	stabilizatori E450, E451,
mesni narezak	Podravka	916	1,9	emulgator sojin lecitin, zgušnjivač ksantan guma, dekstroza, stabilizator E450, E451, antioksidans E316, konzervans E-250
mesni narezak Gala	Gavrilović Hrvatska	858	1,7	stabilizatori E450, E451, E452, pojačivač okusa E621, zgušnjivač E407, bojilo E120, dekstroza, konzervans E350
mesni narezak	PPK Karlovac Hrvatska	1012	2,0	dekstroza, stabilizatori E450, E451, antioksidans E316, zgušnjivači E412, E466, emulgator E452, konzervans E250
hrenovke Woody classic	Italija	995	3,2	antioksidans E301, stabilizatori E450, E452, konzervans E250, aroma dima
hrenovke pileće/pureće	Spar Hrvatska	995	3,2	Pojačivač okusa E621, antioksidans natrijev askorbat, stabilizatori difosfati, polifosfati, konzervans natrijev nitrit, aroma dima
hrenovke pileće Cekin	Koka Hrvatska	870	2,4	dekstroza, učvršćivač natrijev laktat, regulator kiselosti polifosfati, pojačivač okusa E621, antioksidans izoaskorbinska kiselina, konzervans natrijev nitrit
hrenovke pileće Poli	Perutnina Slovenija	1008	1,9	konzervans natrijev nitrit, natrijev acetat, antioksidans askorbinska kiselina
hrenovke Frankfurter	Gavrilović Hrvatska	865	2,2	dekstroza, stabilizatori E450, E451, pojačivač okusa E621, zgušnjivači E412, E407a, E410, antioksidansi E300, E316, bojilo E120, konzervans E250
hrenovke Frankfurt	Italija	995	3,2	pojačivač okusa E621, antioksidans askorbinska kiselina, stabilizatori difosfati-polifosfati

Usporedbom jetrenih pašteta primjetno je da jeftini proizvodi sadrže bitno veći udio soli u odnosu na skuplje proizvode drugih proizvođača. Usporedbom različitih pašteta istog proizvođača (Spar Hrvatska), uočljivo je smanjenje udjela soli u 100 grama proizvoda od jetrene (2,3%) i pileće (

2,0%), preko čajne (1,0%) do udjela od samo 1,0% kod paštete od tune. S druge strane, jedino pašteta od tune sadrži mononatrijev glutamate (E621), pa se nameće zaključak da je u kategoriji jeftinih pašteta najzdravija čajna pašteta. Ako se promatraju samo odabrane jetrene paštete, tada je primjetan trend smanjenja aditiva i udjela soli kod najskupljih i najkvalitetnijih jetrenih pašteta uz istovremeno gotovo dvostruko povećanje energijske vrijednosti.

U kategoriji mesnih narezaka trendovi su drukčiji. Skuplji mesni naresci sadrže bitno veći udio soli u odnosu na najjeftnije istovrsne proizvode, ali zato najjeftiniji mesni naresci sadrže mononatrijev glutamat (E621). Obzirom na drukčiju strukturu mesnog nareška u odnosu na paštete, primjetna je povećana upotreba konzervansa, stabilizatora, zgušnjivača i antioksidansa.

Kategorija hrenovki sasvim jasno ukazuje na činjenicu da je prisutnost brojnih aditiva, uključujući mononatrijev glutamate (E621), više pravilo nego iznimka. I ovdje prednjače, u sadržaju aditiva, jeftiniji proizvodi uz istovremeno značajno povećanje udjela soli čak do 3,2% u 100 grama proizvoda (hrenovke Spar, Woody, Frankfurt). Slijedi usporedba odabranih gaziranih pića (Tablica 4).

Tablica 4. Aditivi u proizvodima kategorije gaziranih sokova

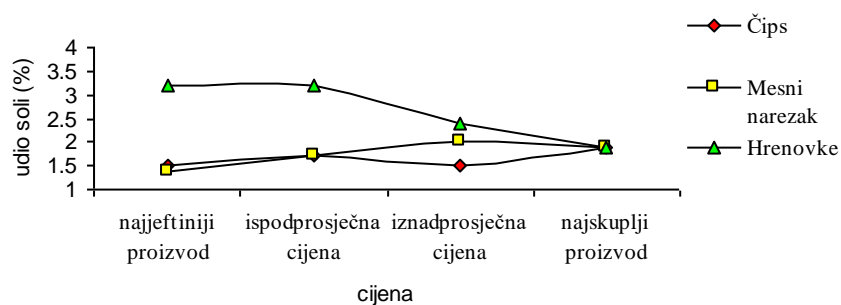
Naziv proizvoda:	Proizvođač:	Energijska vrijednost (kJ u 100 mL):	Udio šećera (%):	Aditivi:
Sky Cola	Sarajevski kiseljak BiH	81	4,7	bojilo E150d, fosforna kiselina, regulator kiselosti E331, stabilizator E414, sladilo sukraloza
Coca Cola	Coca Cola Hrvatska	190	11,2	bojilo E150d, fosforna kiselina, prirodne arome, aroma kofeina
Sprite	Coca Cola Hrvatska	40	2,0	limunska kiselina, sladila acesulfam K, aspartam i neohesperidin DC, regulator kiselosti natrijevi citrati, prirodne arome limuna i limete
Fanta	Coca Cola Hrvatska	9	0,3	limunska i jabučna kiselina, sladila natrijev ciklamat, acesulfam K, neohesperidin DC, steviol glikozidi, sukraloza, konzervans kalijev sorbat, antioksidans askorbinska kiselina, stabilizator guar guma, bojilo karoteni
Schweppes Tangerine	Coca Cola Hrvatska	126	7,1	limunska kiselina, stabilizatori E414, E445, antioksidans askorbinska kiselina, konzervans kalijev sorbat, sladila acesulfam K i sukraloza, bojila karoteni

Kod gaziranih pića primjetan je trend identično kao kod čipsa. Skuplji proizvodi sadrže bitno veći udio šećera, Coca Cola čak 11,2% (u 100 mL proizvoda) u odnosu na Fantu 0,3% ili konkurentski proizvod Sky Cola 4,7%. Trend povećanja šećera nužno prati značajno povećanje energijske vrijednosti koja za Coca Colu doseže čak 190 kJ/100 mL. No, kod gaziranih sokova je suprotan trend aditiva u odnosu na cijenu proizvoda, energijsku vrijednost i udio šećera. To se barem odnosi na varijacije Cola proizvoda ne uzimajući u obzir ostale

elemente uzorka (Fanta, Sprite, Schweppes). Bitna komponenta gaziranih pića je i stupanj gaziranosti tj. količine ugljikova (IV) oksida, no gaziranost je više uvjetovana poslovnom politikom svakog pojedinog proizvođača.

Glede potencijalno zdravstveno opasnijih aditiva, među 5 odabranih elemenata uzorka jedino Sprite sadrži aspartam što ga čini nepoželjnijim u odnosu na ostale sokove.

Usporedbom svih analiziranih proizvoda može se uočiti kontradiktorna situacija gdje se kod određene vrste proizvoda rastom njihove cijene (i pretpostavljano kvalitete) povećava korištenje aditiva ili udio soli ili oboje, dok kod drugih vrsta proizvoda je prisutan suprotni trend (Grafikon 1).



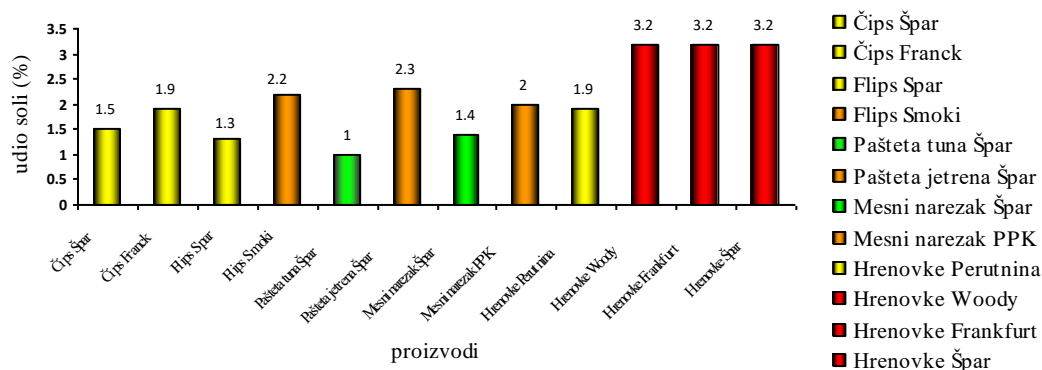
Grafikon 1. Odnos kretanja cijene proizvoda i udjela soli u 100g proizvoda

Za primjer je uzeto po 4 proizvoda iz kategorije čips, pašteta, mesni narezak, od najjeftinijeg do najskupljeg. Os ordinate predstavlja udio soli na 100 grama proizvoda.

Krivulje jasno pokazuju isti trend kretanja cijena/udjela soli kod čipsa i mesnih narezaka, ali suprotan trend kod hrenovki, tj. najskuplje hrenovke se mogu okarakterizirati kao zdravije s obzirom na udio soli, dok je kod čipsa i mesnog narezaka suprotna situacija, tj. što je skuplji čips/mesni narezak, time je manje prihvatljiv sa zdravstvenog aspekta.

Interesantna je i usporednost odnosa povećanje cijene/povećanje nezdravih obilježja kod čipsa i gaziranih sokova. Činjenica je da skuplje proizvode obje kategorije karakterizira snažniji okus i pojačana gaziranost kod pića, a ta dva čimbenika uz marketinšku prisutnost velikih brendova, najvažniji su razlozi zašto najmlađa populacija teži konzumaciji ovih proizvoda. Posljedično tome, najmlađa populacija snosi najveći zdravstveni rizik jer konzumira značajno veće količine aditiva od ostatka populacije. Na grafikonu 2 prikazani su elementi uzorka s vršnim vrijednostima, tj. s najmanje i najviše udjela soli za sve vrste proizvoda u odnosu na udio soli u 100 grama proizvoda, te nekoliko proizvoda koji se nalaze

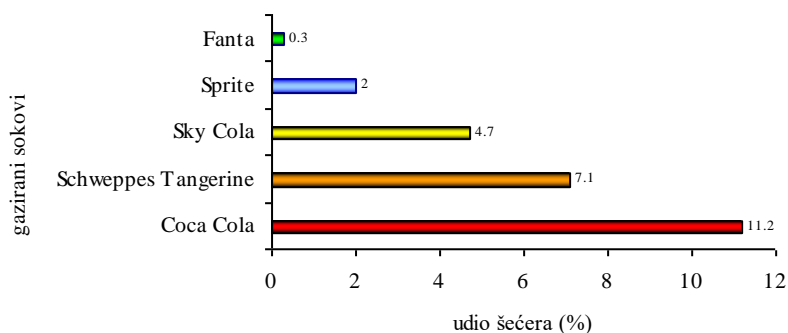
u prihvatljivom (do 1,5%), manje prihvatljivom (od 1,5% do 2,0%), te sa zdravstvenog aspekta neprihvatljivom području (preko 2%, čak i preko 3%) (Grafikon 2).



Grafikon 2. Proizvodi s najmanjim i najvećim udjelom soli u 100 grama proizvoda

Zelenim stupcem u Grafikonu 2 prikazani su proizvodi s udjelom soli manjim od 1,5%, žutom bojom označeni su proizvodi s udjelom soli između 1,5% do 2%, narančastom bojom prikazani su proizvodi s udjelom većim od 2,0% i manjim od 3,0%, a crvenom bojom kategorija najmanje zdravih i prihvatljivih proizvoda s udjelom soli preko 3,0%.

Identično uzorku “snack” proizvoda i mesnih prerađevina, kod elemenata uzorka gaziranih sokova uspoređene su vrijednosti udjela šećera u 100 mL. Pri tome je važno napomenuti da se na većini deklaracija u uzorku jasno navodi da određeni udio ukupnog postotka šećera čine umjetna sladila, ali niti na jednoj deklaraciji se ne navodi točan iznos njihovog udjela (Grafikon 3).



Grafikon 3. Gazirani sokovi s najmanjim i najvećim udjelom šećera u 100 mL proizvoda

Sukladno prikazanim vrijednostima, u 100 mL gaziranog pića Fante prisutan je najmanji udio šećera (0,3%), dok je višestruko veća energijska vrijednost i udio šećera kod Coca Cole u odnosu na ostala analizirana pića.

S aspekta prisutnosti aditiva, Coca Cola i Sky Cola su u bitnoj prednosti. Na deklaraciji Coca Cole istaknuta su prirodna sladila, pa je logično da dotično piće prednjači u cijeni u odnosu na ostale.

U praksi to nije tako jer svi ostali proizvodi proizvođača Coca Cola imaju identičnu maloprodajnu cijenu, a k tome sadrže nekoliko umjetnih sladila kao što su natrijev ciklamat, acesulfam K, neohesperidin DC, steviol glikozidi, sukraloza, a Sprite sadrži i aspartam. Ako se navedena pića promatraju isključivo s aspekta manjeg korištenja aditiva, tada bi najnepoželjnija pića bila Sprite i Fanta.

3. Zaključak

Na temelju razrade zadane građe, može se ustvrditi da se suvremena prehrambena industrija uvelike oslanja na upotrebu prehrambenih aditiva. Najveća prednost i neosporna činjenica je da bi hrana bila bitno skuplja da nema upotrebe prehrambenih aditiva. Bez obzira na brojne prednosti kao što su poboljšanje izgleda, okusa, postojanost, dulji rok trajanja, otpornost kvarenju, omogućavanje lakše manipulacije i transporta, prehrambeni aditivi se percipiraju u javnosti uglavnom negativno. Glavni problem prehrambenih aditiva je predviđanje njihovog ponašanja obzirom na kompleksnost procesa prehrane i međudjelovanja aditiva s brojnim drugim tvarima u organizmu. Nadalje, svaki pojedinac može drugačije reagirati na isti aditiv, istu količinu kroz isto vremensko razdoblje. Navedene premise bitno otežavaju stjecanje znanja o aditivima, stoga se istraživanja i danas provode, a pojedina znanja revidiraju na temelju novih spoznaja.

Djeca najviše koriste namirnice pune prehrambenih aditiva, kao što su grickalice, sladoled, bomboni, itd. Alternativa smanjenju unosa aditiva je korištenje što manje ovakvih proizvoda i korištenja hrane koja je provjerena i nije obrađena, odnosno mijenjanje umjetnih tvari prirodnim. Upotreba aditiva prolazi kroz kompleksne procese istraživanja, procjene rezultata i konačnog odobrenja za upotrebu. Sukladno dosadašnjim istraživanjima, prehrambeni aditivi su uglavnom neškodljivi i sigurni za upotrebu ako se poštuju postavljene granice količine koje neće imati utjecaj na zdravlje. Upotreba aditiva u prehrambenoj industriji RH definirana je Pravilnikom o prehrambenim aditivima, a usklađena s odredbama EU.

4. Literatura

1. Abu-Elteen, K. H. (2005) *The Influence of dietary carbohydrates on in vitro adherence of four Candida species to human buccal epithelial cells*. Microbial Ecology in Health and Disease 17(3): 156-162.
2. Beyreuther, K., Biesalski, H.K., Fernstrom, J. D. (2007) *Consensus meeting: monosodium glutamate - an update*. Eur J Clin Nutr 61 (3): 304-313.
3. Blaylock, R. (1994) *Excitotoxins: The Taste that Kills*. Mississippi, Health Press.
4. Delwiche, J. (2004) *The impact of perceptual interactions on perceived flavor*. Food Quality and Preference 15: 137-146. Dostupno na: (<http://dx.doi.org/10.1016%2FS0950-3293%2803%2900041-7>) [pristupljeno: 02. 08. 2022.]
5. Elshama, S. S. (2022) *Synthetic and Natural food additives: Toxicological Hazards and Health Benefits*. Journal of Toxicology - 4(4):555643(2020), p1-4. Dostupno na: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4097970 [pristupljeno: 02.08.2022.]
6. FDA & IFIC. Dostupno na: <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/overview-food-ingredients-additives-colors> [pristupljeno: 08. 08. 2022.]
7. He, K. et al. (2008) *Association of Monosodium Glutamate Intake with Overweight in Chinese Adults: The INTERMAP Study*. Obesity 16: 1875-1880.
8. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH). Dostupno na: https://www.hah.hr/pdf/aditivi_.pdf [pristupljeno: 01. 08. 2022.]
9. Katalenić, M., *Aditivi, hrana i potrošač*. Zagreb, ožujak 2005, <https://hrcak.srce.hr/file/59755> [pristupljeno: 01. 08. 2022.]
10. Katalenić, M., *Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani: Prehrambeni aditivi*. Hrvatska agencija za hranu (HAH), Osijek, 2010.
11. Kulier, I. (2013). *Što i kako jedemo*. Rijeka, Naklada Uliks.
12. Lerotić, D., Vinković Vrček, I. (2010) *Aditivi u hrani-vodič kroz E-brojeve*. Školska knjiga, Zagreb.
13. Ludemann, B., Ogiwara, Y., Ninomiya, Y. (2002). *The discovery of umami*. Chem Senses 27(9): 843-844.
14. Mattila, P. T. (1999). *Dietary xylitol in the prevention of experimental osteoporosis: Beneficial effects on bone resorption, structure and biomechanics*. Dissertation, Institute of Dentistry, University of Oulu. Dostupno na: <http://herkules oulu.fi/isbn951425158X/> [pristupljeno: 01. 08. 2022.]
15. McCann D. et al. (2007). *Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebocontrolled trial*. Lancet 370 (9598): 1560-7.

16. Miškulin M. et al. (2009) *Effect of benzoates from soft drinks on hyperactivity among*. Osijek preschool children. Eur J Public Health 19: 190.
17. Oghuro, H. et al. (2002) *A High Dietary Intake of Sodium Glutamate as Flavoring Causes Gross Changes in Retinal Morphology and Function*. Experimental Eye Research 3: 307-15.
18. Olney, J. W., H. O. L. (1970) *Brain damage in infant mice following oral intake of glutamate, aspartate or cysteine*. Nature 227 (5258): 609-611. 40.
19. Pasca, C., Coroian, A. i Socaci, S. (2018) *Risks and Benefits of Food Additives - Review*. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj - Napoca Animal Science and Biotechnologies 75(2):71
20. Pravilnik o prehrambenim aditivima, Narodne novine (NN 62/10), Dostupno na; https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_05_62_1981.html [pristupljeno: 08. 08. 2022.]
21. Pressman, P. et al. (2017) *Food additive safety: A review of toxicologic and regulatory issues*. Toxicology Research and Application, 1, 239784731772357. doi:10.1177/2397847317723572, p1-22.
Dostupno na: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2397847317723572>
[pristupljeno: 07. 08. 2022.]
22. Raiten D. J., Talbot J., Fisher, K. D. (1996) *Executive Summary from the Report: Analysis of Adverse Reactions to Monosodium Glutamate (MSG)*. Journal of Nutrition 126(6): 2891S-2906S.
23. Randhawa S., Bahna S. L. (2009) *Hypersensitivity reactions to food aditives*. Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol. 9: 278-83.
24. Renko, M. et al. (2008) *Xylitol-supplemented nutrition enhances bacterial killing and prolongs survival of rats in experimental pneumococcal sepsis*. BMC Microbiology 8: 45. Dostupno na: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pubmed&pubmedid=18334022>
[pristupljeno: 01. 08. 2022.]
25. Soffritti, M. et al. (2006) *First Experimental Demonstration of the Multipotential Carcinogenic Effects of Aspartame Administered in the Feed to Sprague-Dawley Rats*. Environmental Health Perspectives 114: 379-385.
26. Trocho, C. et al. (1998) *Formaldehyde derived from dietary aspartame binds to tissue components in vivo*. Life Sciences 63(5): 337-349.
27. Uhari, M. et al. (1998) *A novel use of xylitol sugar in preventing acute otitis media*. Pediatrics 102(4): 879-974.
28. Vinković Vrček, I. (2010) *Što je E-broj?* Priroda: 54-58.
29. World Health Organization, *Salt reduction* <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction> [pristupljeno: 01. 08. 2022.]

5. Popis ilustracija

Slike:

Slika 1. Primjer navođenja aditiva na deklaraciji prehrambenog proizvoda	6
Slika 2. Primjeri E-nomenklature različitih prehrambenih proizvoda	7
Slika 3. Molekularna struktura glutaminske kiseline ($C_5H_9NO_4$)	15
Slika 4. Molekularna struktura mononatrij glutamata ($C_4H_8NNaO_4$)	16
Slika 5. Molekularna struktura ciklamata ($C_6H_{12}NNaO_3S$)	17
Slika 6. Molekularna struktura saharina ($C_6H_{10}CaO_4$)	18
Slika 7. Molekularna struktura aspartama ($C_{14}H_{18}N_2O_5$)	18
Slika 8. Molekularna struktura ksilitola ($C_5H_{12}O_5$)	295
Slika 9. Elementi uzorka analize aditiva odabranih kategorija proizvoda	20

Tablice:

Tablica 2. Vrste aditiva	10
Tablica 2. Aditivi u proizvodima “snack” kategorije - čips i flips	21
Tablica 3. Aditivi u proizvodima kategorije mesnih prerađevina - paštete, mesni naresci i hrenovke	22
Tablica 4. Aditivi u proizvodima kategorije gaziranih sokova	23

Grafikoni:

Grafikon 1. Odnos kretanja cijene proizvoda i udjela soli u 100 g proizvoda	24
Grafikon 2. Proizvodi s najmanjim i najvećim udjelom soli u 100 g proizvoda	25
Grafikon 3. Gazirani sokovi s najmanjim i najvećim udjelom šećera u 100 mL proizvoda	26