

# Prehrambeni aditivi u hrani animalnog porijekla

---

Skok, Vladimir

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:063127>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI STUDIJ  
*VETERINARSKA MEDICINA*

DIPLOMSKI RAD

Vladimir Skok

Prehrambeni aditivi u hrani animalnog porijekla

Zagreb, 2024.

Vladimir Skok

Odjel za veterinarsko javno zdravstvo i sigurnost hrane

Zavod za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane

Predstojnica:

prof. dr. sc. Željka Cvrtila

Mentorica:

prof. dr. sc. Željka Cvrtila

Članovi Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Nevijo Zdolec
2. doc. dr. sc. Tomislav Mikuš
3. prof. dr. sc. Željka Cvrtila
4. prof. dr. sc. Vesna Dobranić (zamjena)

Rad sadržava 46 stranica, 0 slika, 2 tablice, 77 literaturnih navoda.

## ZAHVALE

*Prije svega se zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Željki Cvrtila, na velikoj podršci, strpljenju, pristupačnosti i stručnom mentorstvu tijekom izrade ovog diplomskog rada.*

*Također zahvaljujem svojoj djevojci Emi koja mi je kroz studij bila iznimna i nezamjenjiva podrška, i bila uz mene kroz sve uspone i padove.*

*Veliko hvala i momcima Dominiku, Igoru i Roku koji su bili uz mene za vrijeme polaganja teških ispita, ali i studentskih zabava.*

*Hvala starim prijateljima i kolegama koje sam stekao tijekom studija.*

*Najveća hvala mojim roditeljima Vjeranu i Silviji, bratu Martimu i ostatku obitelji na bezuvjetnoj ljubavi koju su mi pružali na sve načine tijekom života.*

*Ovaj rad posvećujem svom djedu, Vladimiru Skoku.*

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH SPOZNAJA</b> .....	2
2.1. Povijest aditiva .....	2
2.2. Uporaba aditiva.....	5
2.3. Označavanje aditiva .....	6
2.4. Zakonska regulativa uporabe aditiva .....	8
2.5. Podjela aditiva .....	10
2.5.1. Prirodni aditivi .....	10
2.5.2. Umjetni aditivi .....	10
<b>3. ADITIVI PREMA TEHNOLOŠKIM I FUNKCIONALNIM SVOJSTVIMA</b> .....	12
3.1. Sladila.....	13
3.2. Bojila.....	14
3.3. Konzervansi.....	15
3.4. Antioksidansi.....	17
3.5. Kiseline i regulatori kiselosti.....	19
3.6. Tvari za sprečavanje zgrudnjavanja.....	20
3.7. Tvari protiv pjenjenja.....	20
3.8. Tvari za povećanja volumena .....	21
3.9. Emulgatori i emulgatorske soli.....	21
3.10. Pojačivači arome.....	22
3.11. Tvari za pjenjenje.....	23
3.12. Tvari za želiranje .....	24
3.13. Tvari za poliranje .....	25
3.14. Tvari za zadržavanje vlage .....	25
3.15. Modificirani škrobovi.....	25
3.16. Plinovi za pakiranje.....	26
3.17. Potisni plinovi.....	27
3.18. Tvari za rahljenje .....	27
3.19. Sekvestranti .....	27
3.20. Stabilizatori.....	28
3.21. Zgušnjivači .....	28

<b>4. RASPRAVA</b> .....	30
4.1. Prednosti i nedostaci aditiva .....	30
4.2. Zdravstveni aspekt .....	31
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	36
<b>6. LITERATURA</b> .....	38
<b>7. SAŽETAK</b> .....	44
<b>8. SUMMARY</b> .....	45
<b>9. ŽIVOTOPIS</b> .....	46

## 1. UVOD

Prehrambeni aditivi su tvari poznatog sastava koje se ne upotrebljavaju kao hrana nego se dodaju tijekom proizvodnje, transporta, oblikovanja, prerade i čuvanja hrane. Uloga aditiva u hrani nije da pruže dodatnu nutritivnu vrijednost ili da utječu na zdravlje pojedinca, nego da poboljšaju organoleptička svojstva hrane. Upotreba aditiva osigurava ujednačenost kvalitete proizvoda i produžuje održivost. Prema porijeklu aditivi se dijele na prirodne i umjetne aditive, a prema funkcionalnosti dijele se u 26 različitih kategorija. Da bi aditiv bio upotrebljiv potrebno je utvrditi potencijalni štetni učinak i podvrgnuti ga toksikološkoj provjeri. Važno je jednostavno informiranje potrošača o hrani koju konzumira, pa i aditivima koji su joj dodani, stoga je uveden E-sistem označavanja aditiva. Spomenutim sistemom svaki aditiv je označen s njemu pripadajućim brojem. Aditivi su neizbježna stavka proizvodnje hrane danas jer se njima postiže kvaliteta proizvoda te se omogućuje ponuda namirnica neovisno o dobu godine, što opet utječe na proizvodnju jeftinije hrane (CVRTILA FLECK, 2008.).

Aditivi se koriste već tisućljećima i nisu ništa novo. Stari Grci i Rimljani su poznavali važnost sumporenja vina kako bi se spriječilo njegovo kvarenje uslijed kontaminacije mikroorganizmima. Stoljećima se hrana konzervira "prirodnim konzervansima" kao što su začinske biljke koje u svom sastavu sadrže fitokemikalije koje djeluju antimikrobno ili primjerice limunskom kiselinom koja onemogućava rast mikroorganizama.

Globalizacija nam je donijela brojnu hranu s kojom se inače ne bismo susreli. Problem je u tome da je te proizvode trebalo prevesti preko više zemalja ili kontinenata da bi došli do nas pa se time trebala povećati njihova održivost, između ostalog i konzerviranjem te dodatkom antioksidansa koji sprječavaju oksidacijsko kvarenje. Također, javlja se potreba za boljom prezentacijom proizvoda jer ona dovodi do prodaje te se u tom smislu koriste aditivi koji služe poboljšanju boje i izgleda konačnog proizvoda

U sklopu ovog diplomskog rada obraditi ćemo najvažnije skupine aditiva i njihovu funkciju u industriji hrane životinjskog podrijetla.

## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH SPOZNAJA

### 2.1. Povijest aditiva

Već od davnih dana, ljudi u svoju hranu dodaju razne tvari koje na neki način mijenjaju njezina svojstva. U posljednjih nekoliko desetljeća, prehrambena industrija se razvija, a time je obuhvaćen i razvoj brojnih aditiva. Zbog toga se javila povišena svijest o samim aditivima, razlozima njihovog korištenja te utjecaju na zdravlje čovjeka. Pri svakoj upotrebi aditiva, potrebno je odrediti jesu li oni uopće potrebni, i ako jesu, je li njihova upotreba sigurna (KERMODE, 1972.).

KERMODE (1972.) također navodi da su drevne civilizacije imale mnoge načine očuvanja hrane, uključujući termičku obradu, kiseljenje i fermentaciju. Osim toga, na druge su načine mijenjali svojstva hrane, primjerice, u drevnom Egiptu, koristile su se boje za hranu, dok su stari Kinezi koristili kerozin kako bi ubrzali zrenje voća i povrća. Prema BADORA i sur. (2019.), zbog visokih temperatura i drugih klimatskih nepogoda, stanovnici drevnih civilizacija morali su osmisliti načine konzerviranja, očuvanja svojstava hrane i produživanja roka trajanja. Sol, sušenje na suncu, dimljenje i izgaranje sumpora zbog očuvanja povrća neke su od metoda korištene od starih Egipćana. Prvi konzervansi koji su se koristili uključivali su sumporov dioksid (E220), octena kiselina (E260) i natrijev nitrit (E250), dok su prve boje u obliku aditiva bile kurkuma (E100) i karmin (E120). Za vrijeme ratnih razdoblja, uključujući Napoleonske ratove i američki građanski rat, potrebe za hranom bile su masivne. U to je vrijeme predstavljeno korištenje konzervi kao načina očuvanja hrane. Amonijev bikarbonat (E503ii), poznatiji kao sol srži jelenjeg roga, korišten je kao sredstvo za dizanje pekarskih proizvoda, kao i otopina dušikovog hidroksida (BADORA i sur., 2019.). Nadalje, koristili su se i začini, koji su se u nekih naroda smatrali i umjetnošću.

S druge strane, poboljšanje hrane nije bio jedini razlog korištenja aditiva. Tako su ljudi počeli upotrebljavati razne dodatke hrani kako bi ju patvorili, odnosno, kako bi prekrili loša svojstva svakodnevnih namirnica, kao što su kruh, piva i vino (KERMODE, 1972.). FENNEMA i sur. (2017.) su u svojoj knjizi govorili o fazama patvorenja hrane. Prva faza započinje u drevnim vremenima i završava 1820-ih godina. U toj fazi patvorenje nije bilo veliki problem zbog



nedostatka metoda otkrivanja grešaka i prevara. Druga faza, krenula je u ranom 19. stoljeću kad se hrana počela patvoriti u sve većim razmjerima. Tu je fazu obilježila centralizacija obrade i distribucije hrane, s usporednim smanjenjem međuljudske odgovornosti.

Mikrobiologija se u to se vrijeme također razvijala. BADORA i sur. (2019.) navode da je Louis Paster dokazao da je uzrok kvarenja hrane velikim dijelom prisustvo mikroorganizama. To je potaknulo znanstvenike da započnu proučavati tvari koje će usporiti rast i djelovanje tih štetnih organizama. Pikrinska kiselina, fluorovodična kiselina i njihove soli, bile su upotrebljavane kao inhibitori rasta, no imale su i štetne utjecaje na zdravlje čovjeka, s posljedičnim trovanjima i smrti. Osim toga, salicilna kiselina, mravlja kiselina (E236), benzojeva kiselina (E210), borna kiselina (E284), propionska kiselina (E280), sorbinska kiselina (E200) i njena kalijeva sol (E202) te esteri p-hidroksibenzojeve kiseline, koristili su se tih godina kao konzervansi. Zbog nedovoljno istraženih posljedica, probleme u zdravlju čovjeka počeli su stvarati i dodaci u hrani, poput bojila, dodatnih okusa i zaslađivača, koji su se počeli koristiti da bi poboljšali organoleptička svojstva raznih proizvoda. Proizvođači su koristili bakar i željezne soli kako bi uljepšali njihov izgled, ne znajući o štetnim svojstvima istih. Tek su 1907. godine američki znanstvenici uspješno dokazali da je samo 7 od tada 90-ak korištenih sintetičkih bojila pouzdano za korištenje bez potencijalne opasnosti za ljude (BADORA i sur., 2019.).

Prema KERMODE (1972.), ovlaštene su organizacije upotpunile zakone i uvele strožu kontrolu u trgovini hranom. Tako su krajem 19. stoljeća, diljem svijeta, na snagu stupili zakoni o hrani (eng. *pure-food laws*), kako bi se bolje kontrolirao sastav hrane i korištenje aditiva. Zbog sve veće potrebe za regulacijom kvalitete hrane, na području organske kemije došlo je do otkrića koja su dovela do proizvodnje važnih prehrambenih aditiva. Neki od njih su anilin i boje na bazi ugljena, koje se smatraju pretečom današnjih bojila kao aditiva u hrani. Spojevi nosioci okusa i mirisa nekih organskih tvari, kao što je povrće, uspješno su izolirani u obliku alkoholnih otopina. Kasnije su proizvedeni u formi sintetskih okusa. Takvi su sintetski okusi imali intenzivniji okus čak i od prirodnih tvari istog okusa. Početkom 20. stoljeća, gotovo svi dodaci hrani koji su se upotrebljavali, umjetno su sintetizirani.

Kako BAL' -PRYLYPKO i sur. (2016.) navode, krajem 19. stoljeća, počinje se sve više razvijati i tehnologija u industriji, te posljedično tome dolazi do promjena i u mesnoj industriji. Tehnološki napredak omogućava proizvodnju većih količina mesnih proizvoda i što svakako zahtjeva korištenje većeg broja aditiva, najčešće umjetnog porijekla. To je posljedica porasta broja stanovništva koje treba više hrane.

Početak 20. stoljeća i treće faze patvorenja (FENNEMA i sur. 2017.) smanjuje se zapravo patvorenje hrane do neke razine, što zbog učinkovitih metoda detekcije, što zbog pritiska zakonodavstva u industriji hrane. FENNEMA i sur. (2017.) navode da neki stručnjaci smatraju da oko 1950. godine kreće četvrta i posljednja faza, u kojoj se povećava upotreba kemijskih aditiva u hrani, a konzumacija visoko obrađene hrane postaje svakodnevnicom većine stanovništva industrijaliziranih zemalja. U ovoj fazi, zbog posljedica industrijalizacije, raste i količina neželjenih nusproizvoda u hrani (teški metali, pesticidi).

Kako saznajemo iz knjige od BADORA i sur. (2019.), Svjetska Zdravstvena Organizacija (engl. *World Health Organisation*, WHO) bavi se između ostalog i osiguranjem sigurnosti hrane u svijetu, a njoj se u tome pridružuje i Organizacija za prehranu i poljoprivrede (engl. *Food and Agriculture Organisation*, FAO). Te su organizacije 1962. godine uspostavile novu agendu - Komisija za Codex Alimentarius. *Codex alimentarius*, iako nije pravni akt, označava zapravo zbirku međunarodnih standarda koji se moraju ispuniti, a odnose se na sirove materijale i prehrambene proizvode, higijenske mjere, metode istraživanja i dopustivu razinu kontaminacije te količinu aditiva hranu.

Republika Hrvatska je država članica *Codex Alimentarius* od 1994. godine, a od ljeta 2013. godine, sudjeluje u radu *Codex Alimentarius* kroz članstvo u Europskoj uniji koja je dio *Codex Alimentarius* kao zajednica (MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE, 2024). Europska agencija za sigurnost hrane (engl. *European Food Safety Authority*, EFSA) bavi se osiguranjem zaštite ljudskog zdravlja prije svega, a potom i smanjenjem rizika sigurnosti u hrani te samom zaštitom interesa potrošača (BADORA i sur., 2019.).

## 2.2. Uporaba aditiva

Uporaba aditiva na području Republike Hrvatske regulirana je Zakonom o prehranbenim aditivima, aromama i prehranbenim enzimima (NN 39/13, 114/18, 36/22) sa svojim izmjenama i dopunama kojim se utvrđuju nadležna tijela, zadaće tih tijela, službene kontrole i načini postupanja tijela i Europske komisije te svih subjekata koji posluju s hranom. Zakon (NN 39/13, 114/18, 36/22) se sastoji od Uredbi koje su donesene u Europskom parlamentu i Vijeću Europe te je u potpunosti prilagođen standardima Europske unije.

U Uredbi 1333/2008 uređeni su uvjeti korištenja aditiva, način označavanja aditiva i kriteriji čistoće aditiva. Pravilom *quantum satis* nije određena najviša numerička vrijednosti te se aditivi moraju upotrebljavati u skladu s dobrom proizvođačkom praksom (DPP) u količini koja nije viša od nužne za postizanje svrhe, ali uz uvjet da se potrošača ne dovodi u zabludu. Definirane su i dopuštene količine aditiva za uporabu kroz prihvatljiv dnevni unos koji se odnosi na količinu aditiva koja se može konzumirati kao sastavni dio namirnice, a izražava se u mg/kg tjelesne mase (PITAREVIĆ, 2020.).

Na razini Europske unije pa i Republike Hrvatska kao članice Europske unije, za regulaciju uporabe aditiva u prehranbenim proizvodima zadužena je Organizacija za prehranu i poljoprivredu te Svjetska zdravstvena organizacija koje zajedno djeluju kao Zajednički FAO/WHO stručni odbor za prehranbene aditive (engl. *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*, JECFA). Ove organizacije evaluiraju aditive, provode postupak za identifikaciju i određivanje stupnja čistoće te također određuju prihvatljivi dnevni unos aditiva zbog osiguranja zdravlja ljudi. Posebna pažnja posvećuje se osjetljivim populacijama (trudnice, mala djeca, dojenčad) zbog čega se ispituju i sigurnost uporabe aditiva na reproduktivno zdravlje i razvoj čovjeka (HAJRIĆ i sur., 2010.). Osnovni principi FAO i WHO-a su da se aditivi ne smiju koristiti kako bi se prekrila greška u procesu proizvodnje potrošača, da ne smiju nepovoljno utjecati na prehranbenu vrijednost hrane, da upotreba aditiva mora biti ograničena u proizvodnju osnovnih ili sezonskih namirnica te da, naravno, moraju biti sigurni za zdravlje (PITAREVIĆ, 2020.).

### 2.3. Označavanje aditiva

Kako bi se u potpunosti zaštitio potrošač, potrebno je detaljno informiranje o proizvodima koji se konzumiraju te koji su stavljeni na tržište. Označavanje, reklamiranje i prezentiranje hrane u Republici Hrvatskoj opisano je u više zakonskih akta, a najvažniji su Zakon o hrani (NN 18/23) i Zakon o informiranju potrošača o hrani (NN 56/2013, 14/14, 56/16, 32/19). Prehrambeni aditivi se označavaju sa slovom E i odgovarajućim brojem uz slovo E (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.).

Aditivi su numerirani prema Međunarodnom sustavu numeriranja prema *Codexu Alimentariusu* (TEINAZ, 2007.). U Tablici 1 prikazani su E-brojevi prehrambenih aditiva (JAŠIĆ, 2009b.; PITAREVIĆ, 2020.).

Tablica 1. E-sistem označavanja prehrambenih aditiva (JAŠIĆ, 2009b.; PITAREVIĆ, 2020.)

<b>DJELOVANJE</b>	<b>RASPON BROJEVA</b>
Bojila	E100-181
Konzervansi	E200-285, E1105
Anitoksidansi	E300-340
Regulatori kiselosti	različiti brojevi
Zgušnjivači/ Emulgatori	E322, E400-499, E1400-1451
Tvari za sprječavanje zgrudnjavanja	E550-572
Pojačivački okusa	E600-650
Tvari za poliranje	E900-910
Tvari za zaslađivanje	E420, E421, E950-970

E-broj je broj koji se u Europskoj uniji koristi za identifikaciju dopuštenih prehrambenih aditiva, a to bi značilo da je aditiv prošao sve sigurnosne testove te se odobren za upotrebu (EFSA, 2024.). Prema čl. 22 Uredbe (EZ) br. 1333/2008, svaki prehrambeni aditiv koji nije namijenjen prodaji krajnjem potrošaču mora imati:

1. ime i/ili E broj koji je propisan Uredbom br. 1333/2008
2. navod “za hranu” ili navod “ograničena uporaba u hrani”
3. posebni uvjete skladištenja i/ili uporabe
4. upute za uporabu
5. oznaku partije/serije
6. ime tvrtke i adresu proizvođača te subjekta koji stavlja proizvod u ambalažu
7. oznaku najviše dopuštene količine svakog sastojka ili skupine sastojaka koje se označava numerički
8. neto količinu
9. datum isteka roka trajanja
10. prema potrebi, informacije o prehrambenom aditivu.

Označavanje prehrambenih aditiva propisano je i u Zakonu o prehrambenim aditivima, aromama i prehrambenim enzimima (NN 39/13, 114/18, 36/22), a na razini Europske unije, određeno je Uredbom (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća. Zbog principa prijenosa (eng. *carry over*) određeno je da se aditivi ne deklariraju, odnosno ne označavaju u etiketi ako su uneseni posrednim putem kao sastojak drugih sastojaka hrane kojima je dodavanje aditiva dopušteno, npr. u pakiranju smrznute pizze ne treba biti deklariran aditivi koji se nalazi u kečapu (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.).

## 2.4. Zakonska regulativa uporabe aditiva

Kao što je već spomenuto, u Republici Hrvatskoj uporaba prehrambenih aditiva regulirana je Zakonom o prehrambenim aditivima, aromama i prehrambenim enzimima (NN 39/13, 114/18, 36/22) temeljem kojega se provode uredbe:

- Uredbe (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća o prehrambenim aditivima
- Uredbe Komisije (EU) br. 231/2012. o specifikacijama prehrambenih aditiva
- Uredbe (EU) br. 1332/2008 Eurpskog parlamenta i Vijeća o prehrambenim aditivima
- Uredbe (EZ) br. 1334/2008 Europskog parlamenta i Vijeća o aromama i sastojcima hrane s aromatičnim svojstvima za upotrebu u i na hrani
- Provedbena Uredba Komisije (EU) br. 872/2012 o usvajanju popisa aromatičnih tvari
- Uredbe (EZ) br. 1331/2008 Europskog parlamenta i Vijeća kojom se utvrđuje zajednički postupak za odobravanje prehrambenih aditiva, prehrambenih enzima i prehranebenih aroma
- Uredbe Komisije (EU) br. 234/2011 o provedbi Uredbe (EZ) br. 1331/2008 o utvrđivanju zajedničkog postupka odobravanja aditiva, enzima i aroma
- Uredbe (EZ) br. 2065/2003 Europskog parlamenta i Vijeća o aromama dima koje se koriste ili se namjeravaju koristiti u hrani
- Uredbe (EZ) br. 627/2006 o provedbi Uredbe (EZ) br. 2065/2003 za kriterije kvalitete i validaciju analitičkih metoda za uzrokovanje, identifikaciju i karakterizaciju primarnih proizvoda.

Spomenuti zakon definira i nadležna tijela koja su zadužena za provedbu i vođenje politike u području prehrambenih aditive te njihove zadaće. Nadležno tijelo u Republici Hrvatskoj koje uređuje politiku sigurnosti hrane, prati i uslađuje zakonodavstvo te izražuje smjernice za inspekcijske nadzore je Ministarstvo zdravstva. Ono prijavljuje svoju nadležnost Europskoj komisiji te obavještava, zaprima zahtjeve i potrebnu dokumentaciju te šalje Europskoj agenciji za sigurnost hrane koja nadalje postupa prema svojim odredbama. Ministarstvo zdravstva je i kontakt točka prema Europskoj komisiji i Europskoj agenciji za sigurnost hrane.

Za provedbu inspekcijskog nadzora, odnosno za službene kontrole nadležan je Državni inspektorat koji donosi i provodi planove na temelju rizika, a obavezno sadržava planove monitoringa. Inspekcijski nadzor provode sanitarni i veterinarski inspektori Državnog inspektorata. Inspektori imaju pravo i dužnost privremeno zabraniti proizvodnju određene hrane ili maknuti je sa tržišta ukoliko se sumnja na zdravstvenu ispravnost, narediti da se hrana ili aditiv opozove i/ili uništi te ograničiti ili zabraniti uporabu aditiva, arome i enzima.

Subjekti u poslovanju s hranom, odnosno, proizvođači dužni su prema Zakonu o prehranbenim aditivima, aromama i prehranbenim enzimima (NN 114/18, 36/22) osigurati da se aditivi, arome i enzimi koriste u skladu sa uvjetima i propisima Zakona te uredbi Europske unije. Za aditive koje nije propisana maksimalna dopuštena količina (lat. *quantum satis*) proizvođači su dužni provesti postupak validizacije, odnosno odrediti minimalne količine aditiva koje je potrebno dodati u proizvod. Također su definirane prekršajne odredbe ukoliko se na tržište stavlja ili koristi prehranbeni aditiv koji nije obuhvaćen popisom iz Uredbe (EZ) br. 1333/2008 ili propisima iz ostalih Uredbi Europske unije.

Ministar zdravstva imenuje Povjerenstvo za aditive, arome i enzime čija je dužnost sudjelovanje u izradi smjernica za planove službenih kontrola te davati mišljenje o stavljanju na tržište i uporabi prehranbenih enzima, po zahtjevu nadležnih tijela i subjekta u poslovanju s hranom. Nadalje, u članku 7. se navodi kako je svaki proizvođač dužan Državnom inspektoratu staviti na raspolaganje uzorak potrebne količine hrane, aditiva, aroma i enzima za uzorkovanje u svrhu službenih kontrola, te omogućiti provođenje nesmetanog nadzora i uvida u dokumentaciju vezanu za provedbu postojećih Uredbi.

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH) surađuje sa Europskom agencijom za sigurnost hrane (engl. *European Food Safety Authority*, EFSA) te je prema Uredbi (EU) 2019/1381 o transparentnosti i održivosti procjene rizika EU-a u prehranbenom lancu, proširen Upravni odbor EFSA-e među kojima se nalaze hrvatski predstavnici (HAPIH, 2023.). Kontakt točka EFSA-e unutar HAPIH-a je Centar za sigurnost hrane (CSH) koji doprinosi sustavu sigurnosti hrane i hrane za životinje, prikuplja podatke o prehranbenim navikama građana te je također i kontakt točka

Sustava brzog uzbunjivanja za hranu i hranu i životinje (RASFF) koji izrađuje incijalnu procjenu rizika (HRVATSKA AGENCIJA ZA POLJOPRIVREDU I HRANU, 2023.).

## 2.5. Podjela aditiva

Prehrambeni aditivi mogu se podijeliti u različite skupine, ovisno o njihovom porijeklu, štetnosti na zdravlje, funkcionalnim svojstvima te energetske vrijednosti (JAŠIĆ, 2009.b). Prema porijeklu dijele se na prirodne i umjetne aditive, no JAŠIĆ (2009.b) navodi kako se ne mora striktno držati podjele na prirodne i umjetne aditive zbog toga što se neki aditivi dobivaju sintezom spojeva prirodnog porijekla, npr. octena kiselina se dobiva iz alkohola procesom oksidacije, a alkohol se dobiva fermentacijom iz voća.

### 2.5.1. Prirodni aditivi

Prirodni aditivi dijele se na aditive životinjskog i biljnog porijekla, a osim njih postoje još i aditivi mineralnog porijekla te mikroorganizmi koji se koriste kao aditivi. U aditive životinjskog porijekla spada želatina, aminokiseline (asparaginska kiselina), holna kiselina te mono- i digliceridi. Primjeri aditiva biljnog porijekla su sjemenke rogača, pektin, agar, alginska kiselina i sl. U aditive mineralnog porijekla spadaju kalcijev fosfat, kalcijev sulfat, jod, magnezijev klorid te mnogi drugi (JAŠIĆ, 2009.b). SHARMA i sur. (2022.) navode kako se sve veća potražnja za aditivima prirodnog porijekla zbog brojnih problema koje uzrokuju umjetni aditivi, a povezani su sa zdravljem ljudi. Isto tako CAROCHO i sur. (2014.) navode da su konzumenti sve zainteresiraniji za podrijetlo aditiva i samim time su sve više informirani o aditivima u hrani i da radije biraju aditive prirodnog porijekla.

### 2.4.2. Umjetni aditivi

Sintetizirani ili umjetni aditivi su sintetizirani u laboratoriju te se ne nalaze u prirodi. Proizvode se kemijskom sintezom iz jednostavnih organskih i anorganskih spojeva. Primjeri umjetnih aditiva su natrijev hidrokarbonat (soda bikarbona), octena kiselina, mravlja kiselina (VRVILO, 2013.). Kao što je već spomenuto, prema JAŠIĆ (2009.b) postoje umjetni aditivi koji se dobivaju iz prirodnih sastojaka, a to su limunska i askorbinska kiselina. KATALENIĆ (2008.) navodi kako nema velike razlike između umjetnih i prirodnih aditiva u odnosu na njihovu sigurnost



za zdravlje jer i aditivi koji se nalaze u prirodnim izvorima su podvrgnuti kontroliranom kemijskom postupku prilikom izdvajanja.

### 3. ADITIVI PREMA TEHNOLOŠKIM I FUNKCIONALNIM SVOJSTVIMA

U Republici Hrvatskoj primjena aditiva je definirana u Zakonu o prehranbenim aditivima, aromama i prehranbenim enzimima (NN 39/13, 114/18, 36/22), Uredbom (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i vijeća, a aditivi su podijeljeni prema svojim tehnološkim i funkcionalnim svojstvima. Prema Uredbi (EZ) br. 1333/2008 aditivi su razvrstani u 26 kategorija koje su navedene u Tablici 2.

Tablica 2. Kategorije aditiva prema tehnološkim i funkcionalnim svojstvima

1. sladila	14. pojačivači arome
2. bojila	15. tvari za pjenjenje
3. konzervansi	16. tvari za želiranje
4. antioksidansi	17. tvari za poliranje
5. nosači	18. tvari za zadržavanje vlage
6. kiseline	19. modificirani škrobovi
7. regulatori kiselosti	20. plinovi za pakiranje
8. tvari za sprečavanje zgrudnjavanja	21. potisni plinovi
9. tvari protiv pjenjenja	22. tvari za rahljenje
10. tvari za povećanje volumena	23. sekvestranti
11. emulgatori	24. stabilizatori
12. emulgatorske soli	25. zgušnjivači
13. učvršćivači	26. tvari za tretiranje brašna

### 3.1. Sladila

Sladila ili zaslađivači su sve tvari koje hrani daju slatkoću. U skupinu sladila svrstavaju se i zamjene za šećer i umjetna sladila. Uloga ovih aditiva zapravo je zamjena za šećer prirodnog porijekla te smanjenje energetske vrijednosti proizvoda (KRTANJEK, 2014.) Prema porijeklu sladila mogu biti prirodna i umjetna, a prema kemijskom sastavu mogu biti ugljikohidratna i neugljikohidratna. Osim ove dvije podjele, sladila možemo podijeliti i prema energetske vrijednosti, na nutritivna i nenutritivna sladila (LACKOVIĆ, 2014.). Sladila se mogu koristiti i u industriji mliječnih proizvoda. Između ostalih, tu spadaju acesulfam kalij i aspartam.

#### ACESULFAM KALIJ (E950)

Prema LACKOVIĆU (2014.), ovaj je aditiv slučajno otkriven 1967. godine, a 1978. godine, a registriran je kao aditiv od strane Svjetske zdravstvene organizacije. Koristi se kao zaslađivač u brojnim prehrambenim proizvodima, posebice proizvodima za dijabetičare. Kalorijska vrijednost mu je nula, a prolaskom kroz probavni sustav čovjeka ostaje nepromijenjen. Osim u funkciji sladila, može se upotrijebiti i kao pojačivač okusa. S obzirom da je njegova jačina slatkoće čak do 200 puta jača od sukraloze, on stvara čistu slatkoću, a kombinira se i sa drugim sladilima čineći okus nalik prirodnim šećerima. U hrani se najčešće koristi za zaslađivanje napitaka i sokova, jogurta, sladoleda te ostalih mliječnih proizvoda, ali i deserata, žvakaćih guma i sl (EMERTON i CHOI, 2008.). LACKOVIĆ (2014.) također navodi da se često upotrebljava u mliječnim proizvodima sa voćnim okusima.

#### ASPARTAM (E951)

KRTANJEK (2014.) navodi da je ovaj aditiv otkriven 1981. godine. Nadalje, 200 puta je slađi od šećera, a njegova je kalorična vrijednost također nula. Nakon što uđe u organizam, prelazi u dva prirodna spoja, fenilalanin i asparaginsku kiselinu. Često se upotrebljava zajedno sa drugim sladilima, te kao pojačivač okusa. Sa acesulfam kalijem ima sinergistička svojstva koja dovode do intenzivnijeg i prirodnijeg okusa slatkoće. Zajednički FAO/WHO stručni odbor za prehrambene aditive odredio je preporučenu dnevnu dozu unosa ovog aditiva od 40 mg/kg. Dodaje se kao zaslađivač u mnoge proizvode, uključujući razne napitke, jogurte, u koje se dodaje nakon fermentacije, sladolede, te druge mliječne proizvode (EMERTON i CHOI, 2008.).

### 3.2. Bojila

Svima je poznato da su boja i izgled hrane jedna od najbitnijih svojstava na koje se potrošači fokusiraju pri odabiru hrane. Bitnu ulogu u tome imaju bojila. To su tvari koje se koriste kako bi se promijenila i/ili pojačala boja hrane, a samim time i vizualna svojstva hrane. Njihova je upotreba kontroverzna jer mnogi smatraju da se bojila koriste kako bi se prikrila prirodna svojstva nekih proizvoda (EMERTON i CHOI, 2008.). Korištenje bojila se dozvoljava samo u slučaju da dokazano doprinosi povećanju kvalitete određenog proizvoda, primjerice, kad pri preradi nekog proizvoda dođe do nestanka izvorne boje (EMERTON i CHOI, 2008.). PITAREVIĆ (2020.) navodi da se bojila uglavnom iz prirodnih izvora, kao što je voće i povrće. Danas, pak, sve češće se koriste i umjetno sintetizirana bojila. Postoji veliki broj bojila koje se koriste u industriji hrane, a neka od tih su riboflavin, tartrazin, amarant (šćir), eritrozin, klorofil, karoteni, likopen, kantaksantin, betanin, zlato, srebro, aluminij i dr. U industriji hrane životinjskog porijekla, često korištena bojila su kurkumin, karmin, annatto i ekstrakt paprike.

#### KURKUMIN (E100)

Kurkumin je kemijski spoj dobiven od biljke kurkume (lat. *Curcuma longa*), koji se uzgaja u mnogim zemljama tropske klime, a najviše u Indiji i Kini. Kurkumin daje žuto-narančastu boju hrani (SMOLČIĆ, 2023.). Dobiva se ekstrakcijom kurkume, odnosno, mljevenjem podanka biljke. Osim za bojenje, koristi se i za aromatiziranje brojnih namirnica. Koristi se u proizvodnji margarina, slastica, senfa, sokova te alkohola. U mesnoj industriji koristi se kao česti aditiv u proizvodnji kobasica i pašteta (MANOLACH, 2022.).

#### KARMINSKA KISELINA (E120)

Karminska kiselina je crveno bojilo koje se dobiva od kukaca košenila (lat. *Coccus cactii* L.) na način da se insekti zaliju vrućom vodom, nakon čega se suše, melju i kuhaju na pari. Pigment dobiven iz karminske kiseline je karmin, a za jedan kilogram karmina potrebno je 155 tisuća kukaca (BELET, 2013.). Karmin je pigment koji se dugo koristi u prehrambenoj industriji i to u proizvodima kojima pH vrijednost iznosi više od 3,5. Karminska kiselina topljiva je u vodi i najčešće se koristi u proizvodnji bezalkoholnih pića te za bojenje mesnih proizvoda (EMERTON i CHOI, 2008.).

## ANNATTO (E160b)

Annatto je žuto-narančasto bojilo koje ima dugu povijest korištenja u prehrambenoj industriji, spada u karotenoide te ima dva oblika, bixin koji je topljiv u mastima te norbixin koji je topljiv u vodi (SCOTTER, 2009.). Dobiva se iz sjemena tropske biljke *Bixa orellana* L. koja se već dugo godina koristi kao začim u Središnjoj i Južnoj Americi (EMERTON i CHOI, 2008.). Annatto je otporan na toplinu, svjetlost i kisik što je posebno korisno jer se može koristiti u prehrambenim proizvodima koji su bogati proteinima i /ili ugljikohidratima (ZARRINGHALAMI i sur., 2009.). Neki autori (BOLOGNESI i GARCIA, 2018.) navode kako annatto zbog svojih antioksidativnih svojstva i boje može djelovati kao zamjena za nitrite u mesnim proizvodima. VAN COUNG i THOA (2017.) istraživali su utjecaj korištenja annatta u svinjskim kobasicama umjesto nitrita te su otkrili da annatto poboljšava strukturu i boju kobasice te može biti kvalitetna i za zdravlje pogodna zamjena za nitrite u mesnim proizvodima.

## EKSTRAKT PAPRIKE (E160c)

Ekstrakt paprike je jedan od najpoznatijih aditiva u prehrambenoj industriji, a dobiva se iz slatke crvene paprike lat. *Capsicum annuum*. Sadrži karotenoidne pigmente, kapsorubin i kapsantin koji su topljivi u ulju (EMERTON i CHOI, 2008.). U mesnoj industriji, zbog svoje jarke crvene boje, ekstrakt paprike ima glavnu ulogu u bojanju mesa kako bi proizvodi bili privlačni kupcima, a isto tako i zbog očuvanja roka trajanja te okusa proizvoda (GÓMEZ i sur., 2008.). Kao i kod annatta, ekstrakt paprike se također može koristiti kao zamjena za nitrate u mesnim proizvodima, kao što su to i prikazali u svom istraživanju JEONG i sur. (2023.) u kojem su istraživali antioksidativna svojstva paprike.

### 3.3. Konzervansi

Konzervansi su tvari čija je primarna uloga sigurnost i očuvanje prehrambenih proizvoda. To ih čini možda i najvažnijom skupinom aditiva. Iako mnogi smatraju da hrana, u koju su dodani konzervansi, nije sigurna za zdravlje i smanjene je kvalitete, konzervansi se koriste kroz povijest. Svaka hrana organskog porijekla, zbog svojih je biokemijskih i mikrobioloških svojstava sklona je kvarenju. Kroz vrijeme, bakterije mogu proizvesti toksine u hrani i uzrokovati trovanje hranom. Stoga je važna zadaća konzervansa i antibakterijsko djelovanje (EMERTON i CHOI, 2008.). Osim

toga, konzervansi mogu poboljšati izgled hrane i njena nutritivna svojstva (SEETARAMAIAH i sur., 2011.).

SEETARAMAIAH i sur. (2011.) navode da se konzervansi dijele na prirodne i umjetne. U prirodne konzervanse ubrajamo šećer, soli, ocat te ekstrakte ružmarina. Umjetni konzervansi su kemijski spojevi koji se koriste za usporavanje rasta i zaustavljanje aktivnosti mikroorganizama što omogućuje dulje očuvanje hrane bez narušavanja njenih prirodnih svojstava. Pregledom literature, najkorištenije grupe umjetnih konzervansa u hrani su sorbati, benzoati, parabeni, sumporni dioksid i sulfiti, nitrati i nitriti, ugljikov dioksid te propionska kiselina i propionati.

## SORBATI

Sorbati su skupina konzervansa u koju spadaju sorbinska kiselina (E200) i njene soli, natrijev (E201), kalijev (E202) i kalcijev sorbat (E203). Sorbinska kiselina je mononezasićena masna kiselina koja se u prirodi nalazi voću, kao što je nezreli plod planinskog jasena, a osim toga, može se naći i u nekim vinima (MODRIĆ, 2015.). Kako je otkriveno u prvoj polovici prošlog stoljeća, sorbinska kiselina ima antimikrobna svojstva. Ta kiselina i njene soli inhibicijski djeluju na rast plijesni, a također i na plijesni koje tvore mikotoksine (lat. *Penicilium patulum*, *Penicilium roqueforti*, *Aspergillus flavus*) te na određene bakterije rodova *Salmonella*, *Clostridium* i *Staphylococcus* (KUDUMIJA i sur., 2024.). Prema BAJČIĆ i sur. (2021.), sorbati su neutralnog okusa i mirisa u hrani. KUDUMIJA i sur. (2024.) navode da je upotreba sorbata vrlo široka pa ih nalazimo u mliječnim i slastičarskim proizvodima, u dijetnim napitcima, preljevima za salate, u majonezi te se koriste za površinsku obradu mesnih proizvoda. Također, često se zbog svojih svojstava koriste i u proizvodnji vina i suhog voća. Sorbinska kiselina i kalijev sorbat vrlo često se koriste kao antimikotici. Nedavnim istraživanjima utvrđeno je da sorbati imaju širok raspon antimikrobne aktivnosti koja podrazumijeva i inhibiciju kvasaca te mnogih vrsta bakterija koje uzrokuju kvarenje hrane životinjskog porijekla. Sorbinska je kiselina posebno djelotvorna u inhibiciji toksogeneze *Clostridium botulinum* u slanini i ohlađenoj ribi (LINDSAY 2017.)

## NITRATI I NITRITI

Nitrati i nitriti su kemijski spojevi koji se koriste kao gnojiva, rodenticidi i konzervansi. U prirodi nastaju oksidacijom organskog otpada pod djelovanjem bakterija koje vežu dušik, a nalaze se u vodi, zemlji, zraku i hrani, najčešće u povrću (NUJIĆ i STANIĆ, 2017.). Predstavnici ove skupine konzervansa, koji su dozvoljeni u Europskoj uniji, jesu kalijev nitrit (E249), natrijev nitrit (E250), natrijev nitrat (E251) i kalijev nitrat (E252). Kao aditivi, dodaju se prije termičke obrade, a ko konzerviranja mesavažna je njihova sposobnost očuvanja crvene boje mesa zbog reakcije s mioglobinom. Osim toga, koriste se i kao antioksidansi te sprečavaju pojavu “pregrijanog” okusa koji se javlja u kuhanom mesu nakon što odstoji na zraku (MODRIĆ, 2015.). Nitrati se u hrani koriste u kombinaciji s nitritima i soli. Oni se u hrani zbog djelovanja enzima iz bakterija i hrane pretvaraju u nitrite. Važno je da imaju i inhibitorno svojstvo prema anaerobnim bakterijama poput *Clostridium Botulinum* te zbog toga imaju veliku ulogu u proizvodnji sira, suhomesnatih proizvoda i ukiseljene haringe (EMERTON i CHOI, 2008.). Iako neki autori tvrde je upotreba nitrita u mesnim proizvodima neophodna, drugi pak zaključuju da je konzumacija istih potencijalno opasna za ljudsko zdravlje (VAN CUONG i THOA, 2017.).

### 3.4. Antioksidansi

Antioksidansi su kemijske tvari koje usporavaju oksidaciju dakle koriste se za prevenciju oksidacije proizvoda, koja vodi ka kvarenju te lošem okusu i mirisu. Ne koriste se samo u industriji hrane, već i u proizvodnji gume i goriva (FRANCO i sur., 2019.). Prema SMOLČIĆ (2023.), antioksidansi su kemijske tvari koje vežu kisik iz zraka na sebe, prije nego što to učine pojedini sastojci hrane. Njihov nedostatak je u činjenici da im je djelovanje kratkotrajno. U mesnoj industriji, antioksidansi se koriste kako bi se inhibirala ili smanjila oksidacija lipida koja može uzrokovati kvarenje mesa, a time smanjiti kvalitetu i uzrokovati kratki rok trajanja (SHAH i sur., 2014.). Mogu se kategorizirati kao primarni i sekundarni, ovisno o njihovom mehanizmu djelovanja (MAKRIS i BOSKOU, 2014.). Primarnim je funkcija odgađanje ili usporavanje prvog koraka autooksidacije, a to postižu reakcijom s lipidnim i peroksilnim radikalima pretvarajući ih u stabilnije oblike. Sekundarni usporavaju oksidaciju na druge načine, koristeći razne mehanizme. Neki antioksidansi uklanjaju kisik iz okoline samo oksidacijom, (askorbinska kiselina), dok drugi

imaju sposobnost utjecati na mehanizam oksidacije drugih tvari (tokoferoli, soli galne kiseline, butilirani hidroksitoluen i butilirani hidrokianizol). Poznato je da je kombinacija više antioksidansa često učinkovitija, zbog sposobnosti međusobne suradnje (EMERTON i CHOI, 2008.). SMOLČIĆ (2023.) također navodi da postoje prirodni i sintetski antioksidansi. Prirodni se dodaju u proizvode od mesa i ribe, a osim njih i u voće, povrće, pića te konzerviranoj hrani. Često korišteni prirodni antioksidansi uključuju limunsku (E330) i mliječnu kiselinu (E270) te vitamin C (E300) i tokoferole (E306-309). Šljiva, ekstrakt sjemenki grožđa, brusnica, nar, medvjede grožđe, ekstrakt kore bora, ružmarin, oregano te drugi začini koriste se kao antioksidansi u mesnim proizvodima i proizvodima od peradi. Nar, ekstrakt kore bora, cimet i klinčić kao prirodni aditivi mogu utjecati i na boju mesa (KARRE i sur., 2013.). Najčešći predstavnici sintetskih antioksidansa u industriji hrane su butilirani hidroksitoluen (E321), butilirani hidrokianizol (E320), tert-butilhidrokinon (E319) i propil galat (E310) (LOURENÇO i sur., 2019.). U hrani životinjskog porijekla, posebice peradi, antioksidansi se koriste zbog problema oksidacije mesa kako bi inhibirali kvarenje i užeglost (MOVAHED i sur., 2012.). U posljednje se vrijeme vrši sve više istraživanja o novootkrivenim prirodnim antioksidansima. Voće i drugo bilje potencijalno su dobar izvor prirodnih antioksidansa, upravo zbog činjenice da sadrže velike količine fenolnih spojeva. Pokazalo se da su ružmarin te ekstrakti začina aktivniji od sintetskih antioksidansa pa se zato pridaje više pažnje antioksidansima prirodnog porijekla. Europska unija je 2010. godine proglasila ekstrakt ružmarina novim aditivom sa pridruženim brojem E392, koji se može koristiti u hrani, uključujući mesne proizvode (KARRE i sur., 2013.).

#### **BUTILIRANI HIDROKSITOLUEN (E321) i BUTILIRANI HIDROKIANIZOL (E320)**

Butilirani hidroksitoluen (BHT) i butilirani hidrokianizol (BHA) najčešće su korišteni antioksidansi. Prepoznati su kao sigurni za upotrebu u hrani koja sadrži masti i u farmaceutskim proizvodima (YEHYE i sur., 2015.). Dodaju se u hranu kako bi se odgodila ili spriječila užeglost masti i ulja. Topljivi su u mastima, uljima i alkoholu, ali su netopljivi u vodi. Zbog boljeg sinergijskog učinka, u proizvodima se koriste zajedno (EMERTON i CHOI, 2008.). U novije vrijeme utvrđeno je potencijalno kancerogeno djelovanje BHA te su ovi antioksidansi zabranjeni u Japanu, Europi, Kanadi, Australiji i Novom Zelandu. Preporuka je da se sve više koriste prirodni antioksidansi u mesnoj industriji (CANDAN i BAGDATLI, 2017.).



## ASKORBATI

Askorbinska kiselina (vitamin C, E300) i njene soli, natrijev (E301) i kalcijev askorbat (E302) antioksidansi su prirodnog porijekla. Vitamin C nalazi se u brojnom voću i povrću, posebice u porodici agruma. Antioksidativna svojstva askorbinske kiseline vrlo su jaka, što u kombinaciji s drugim antioksidansima daje odlične rezultate. U mesnoj industriji koristi se kako bi pojačala boju mesa te smanjila sintezu nitrozamina. Nadalje, askorbati u hrani sprečavaju oksidaciju i time produžuju rok trajanja proizvoda, a da pri tome okus proizvoda ostaje očuvan. (EMERTON i CHOI, 2008.). Natrijev askorbat (E301) aditiv je čija je upotreba dopuštena u svim vrstama hrane, a u mesnim proizvodima može se koristiti temeljem dobre proizvođačke prakse (BABIĆ, 2008.).

### 3.5. Kiseline i regulatori kiselosti

Kiseline se kao konzervansi koriste već tisućama godina. Dodavanjem u hranu smanjuju pH hrane te samim time usporavaju rast acidofobnih mikroorganizama. Osim toga, mijenjaju okus hrane, dajući joj kiselkast okus (PITAREVIĆ, 2020.). U mliječnim proizvodima koriste se jer uzrokuju koagulaciju bjelancevina. U industriji hrane koriste se i kao emulgatori te tvari protiv pjenjenja. Regulatori kiselosti su tvari koje se koriste u industriji hrane kako bi mijenjale kiselost odnosno lužnatost hrane, te zapravo njima reguliramo pH vrijednost proizvoda. Kod proizvodnje sira, dodaju se limunska (E330) i klorovodična kiselina (E507) (LINDSAY 2017.) Najčešće se u industriji hrane koriste fumarna kiselina (E297), octena kiselina (E260), propionska kiselina (E280) te glukonska kiselina (E574) te njihove soli (EMERTON i CHOI, 2008.; KOPRIVNJAK, 2014.). Limunska kiselina (E330) je jedan od najkorištenijih aditiva u svijetu. Koristi se kao regulator kiselosti, antioksidans i sekvestrant. Mliječna kiselina (E270) proizvodi se fermentacijom glukoze, a koristi se u velikom broju proizvoda, poput slastica, pekarskih proizvoda, procesiranog sira, rikote, sireva u salamuri, margarina te mliječnih namaza. Natrijev (E325) i kalijev (E326) laktat soli su mliječne kiseline čije su uloge u hrani dodavanje okusa te regulacija pH vrijednosti kad se dodaju u obliku pufera. Te se soli također koriste u kobasicama te fermentiranim mliječnim proizvodima kao kontrola fermentacije. Mogu se naći u šunki, proizvodima od piletine i puretine, umacima za kuhanje (EMERTON i CHOI, 2008.). Fosforna kiselina (E338) i fosfati (E339-E343) prirodni su antioksidansi i regulatori kiselosti, a često se koriste u mesnim proizvodima (osim

trajnih kobasica), mlijeku, vrhnju, sladoledu i slatkišima. Fosforna kiselina također se koristi kao pojačivač okusa i u proizvodnji sireva (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.).

### 3.6. Tvari za sprečavanje zgrudnjavanja

Tvari za sprečavanje zgrudnjavanja koriste se u hrani te u smjesama u prahu kao pomoćne tvari, čija je uloga sprečavanje nastanka grudica ili nakupina sastojaka u teksturi proizvoda, a osim toga održavaju konzistenciju i stabilnost sipkog materijala (BRŽENDA, 2023.). Oblaganjem čestica u hrani oni osiguravaju određen stupanj vodootpornosti, a također mogu upijati višak vlage (LINDSAY 2017.) Kako navodi BRŽENDA (2023.), često korištene tvari za sprečavanje zgrudnjavanja uključuju silicijev dioksid (E551), magnezijev (E470b) i kalcijev stearat (E470a) i mikrokrystalnu celulozu (E460i). Kalcijev silikat (E552) koristi se za sprečavanje zgrudnjavanja u prašku za pecivo i kuhinjskoj soli (LINDSAY 2017.), a može se nalaziti i u emulgatorima, rezanom siru i hrani u prahu (EMERTON i CHOI, 2008.). Prašak mikrokrystalne celuloze upotrebljava se u proizvodima poput naribanog i/ili nasjeckanog sira kako bi spriječio grudanje (LINDSAY 2017.) Nadalje, koristi se u proizvodima poput mliječnih napitaka, smrznutih deserata i prerađenih mesnih proizvoda. Silicijev se dioksid koristi u vrlo niskim koncentracijama za poboljšanje protoka praha, a uz to može i unaprijediti učinak praškastih proizvoda, ukoliko dođe do problema u raspodjeli veličine čestica, masnoći i ljepljivosti. Koristi se u prašcima za napitke i deserte, te rezanom siru (EMERTON i CHOI, 2008.).

### 3.7. Tvari protiv pjenjenja

Tvari protiv pjenjenja koriste se kako bi smanjile ili spriječile pjenjenje u hrani što se postiže očuvanjem podjednake prozračnosti plinova u proizvodu, također umanjuju održivost pjene destabilizirajući tekući film koji prekriva mjehuriće zraka (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Pjenjenje se u hrani javlja kao posljedica prisustva zraka ili plina u tekućini i zbog toga utječe na neka svojstva proizvoda, poput teksture, stabilnosti i vanjskog izgleda (BRŽENDA, 2023.). Propilen glikol (E1520), silikon (E900), mono- i digliceridi masnih kiselina (E471) i sorbitan esteri (E491-495) neke su od češće korištenih tvari protiv pjenjenja u industriji hrane (EMERTON i

CHOI, 2008.). Tvari za pjenjenje koriste se u obradi mesa, mliječnim proizvodima, alkoholnim i bezalkoholnim napicima, juhama (SHARMA i sur., 2023.).

### 3.8. Tvari za povećanja volumena

Tvari za povećanje volumena dodaju se hrani kako bi povećale volumen hrane, no ne i energetska vrijednost proizvoda. Također, njihova je uloga unaprjeđenje teksture proizvoda. Princip djelovanja tih tvari bazira se na stvaranju mjehurića zraka u smjesi, čime dolazi do povećanja volumena, jer plinovi ostaju unutar smjese (BRŽENDA, 2023.). Najčešći predstavnik ove kategorije je škrob, koji se koristi jer ne mijenja nutritivnu vrijednost. U mliječnim proizvodima upotrebljavaju se i manitol (E421), metilceluloza (E461), mikrokristalinska celuloza i polidekstroza (E1200) (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.).

### 3.9. Emulgatori i emulgatorske soli

Emulgatori su aditivi koji se koriste za stabilizaciju emulzija s dvije ili više faza. Njihova hidrofobna i hidrofilna svojstva sprečavaju odvajanje kapljica unutar emulzije odnosno da se stvori sediment ili krema. Nadalje, emulgatori se mogu podijeliti na temelju razlika u strukturi na sintetske, prirodne, fino raspršene krutine i pomoćna sredstva (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Primjeri prirodnih emulgatora su lecitin (E322) i mono- i digliceridi masnih kiselina (E471). Margarin i maslac dobivaju se dodavanjem emulgatora u emulziju vode u ulju, dok se dodavanjem emulgatora u emulziju ulja i vode proizvode mlijeko i majoneza (PITAREVIĆ, 2020.). Lecitin je fosfolipidna smjesa koja se dobiva uglavnom iz proizvoda poput jaja i soje. Njegovim dodavanjem dolazi do tvorbe stabilne emulzije s minimalnim srastanjem i agregacijom. Dodaje se u margarin, preljeve i čokoladu. Esteri octene kiseline mono- i diglicerida (E472a) se također koriste kao emulgatori u tortama i slatkišima, a u proizvodima poput kobasica, voća i sira, namjena im je oblaganje i zaštita. Esteri limunske kiseline mono- i diglicerida masnih kiselina (E472c) i mono- digliceridi masnih kiselina smatraju se tipičnim emulgatorima za mesne proizvode, a mogu se koristiti se u proizvodima poput jetrenih kobasica. Mono- i digliceridi masnih kiselina također se stavljaju u kobasice da bolje povežu meso (ASIA PACIFIC FOOD INDUSTRY, 2018.). Primjeri sintetičkih emulgatora su natrijev stearoil laktilat (E481), kalcijev stearoil laktilat (E482)

te polisorbata 80 (E433), koji često u kombinaciji s drugim emulgatorima tvore emulzije ulja u vodi. Uloga im je zadržavanje masti u sladoledima, a osim toga, koriste se u proizvodnji margarina, umaka i smrznutih deserata (EMERTON i CHOI, 2008.). Kako navode EUSTON i GOFF (2019.), emulgatori se koriste kao pomoć pri tvorbi emulzija, ali s druge strane, također i kao stabilizatori emulzija u sladoledu, šlagu i tučenim preljevima. Osim toga, emulgatori u doticaju sa bjelančevinama mogu dati pozitivne rezultate pri kontroli teksture topljenog sira i zamjena za sir. U posljednjih nekoliko godina sve se više koriste prirodni emulgatori, poput fosfolipida soje i mlijeka te mono i -diglicerida porijeklom od mlijeka, kao zamjena za sintetske (EUSTON i GOFF, 2019.).

Emulgatorske soli se koriste kako bi u sustavima koji sadrže masti, vodu i bjelančevine, raspršile bjelančevine te izjednačile raspodjelu masti i vode u samom sustavu (KATALENIĆ, 2004.). Dakle, proizvođači homogenu distribuciju masti, sprečavaju odvajanje bjelančevina (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Proizvode se kontroliranom kemijskom reakcijom fosforne kiseline na povišenoj temperaturi s karbonatima ili hidroksidima natrija, kalcija i kalija te ispravljanjem vode uz kristalizaciju nastalih soli (KATALENIĆ, 2004.). Najčešće korištene emulgatorske soli su natrijev fosfat (E339i) te natrijev citrat (E331). KATALENIĆ (2004.) navodi da se dodavanjem fosfata u mesnu masu, kobasice, šunke ili paštete smanjuje gubitak vode, odnosno voda se zadržava u masi što u konačnici utječe na senzorska svojstva proizvoda, a time utječe i na cijenu proizvoda. Natrijevi fosfati se još koriste u pekarskim proizvodima, mliječnim proizvodima, uljima, majonezama (KATALENIĆ, 2007.).

### 3.10. Pojačivači arome

Najčešći pojačivači arome su glutamati (soli glutaminske kiseline, E620-E625) koji imaju sposobnost intenzivirati okus samog proizvoda i jela, a mogu se pronaći i u prirodi, u algama, prezrelim sirevima, rajčicama, kukuruzu, zelenom grašku (WITKOWSKI i sur., 2022.). U prirodi se mogu nalaziti u dva oblika, kao slobodni spojevi ili spojevi vezani za bjelančevine, a oslobađaju se za vrijeme fermentacije, sazrijevanja i termičke obrade (KOS i sur., 2023.). U svježoj hrani nalaze se u proizvodima poput mlijeka, parmezana, mesa, nekih vrsta ribe i povrća. Glutamati su prepoznatljiviji u prehrambenoj industriji prema karakterističnom “umami” okusu (EMERTON i

CHOI, 2008.), a najčešće se koriste u obliku mononatrijevog glutamata (MSG, E621). Osim mononatrijeva glutamata (E621), postoje i monokalijev (E622) i monoamonijev glutamat (E624) te kalcijev (E623) i magnezijev diglutamat (E625), a najčešće se koriste u juhama, umacima, gotovim jelima i kobasicama (EMERTON i CHOI, 2008.).

#### MONONATRIJEV GLUTAMAT (E621)

Mesna industrija sve se više suočava sa izazovima smanjenja koncentracije NaCl u proizvodima zbog mnogih istraživanja koja pokazuju njezin loš utjecaj na zdravlje ljudi. U skladu s time, industrija traži alternative, a među njima se najkorisnija pokazala uporaba mononatrijevog glutamata (engl. *Monosodium glutamate*, MSG) kao pojačivača okusa/arome (KOS i sur., 2023.). Najčešći dodaci mesu u modernoj mesnoj industriji uključuju vodu, soli, šećere, fosfate, začine, antioksidanse, nitrite i askorbate, no sve više se dodaju i pojačivači okusa, uključujući i MSG (KOS i sur., 2023.) Ova glutaminska sol dobiva se fermentacijom uz pomoć bakterija rodova *corynebacteriuma* i *brevibacteriuma*. Prema BERA i sur. (2017.), mononatrijev glutamat se koristi širom svijeta zbog njegovog širokog utjecaja na svojstva proizvoda. Dodatkom u hranu daje punoću okusa u ustima, blagost i kontinuitet, a povećava i samu sklonost potrošača hrani. Mesni naresci, umaci na bazi školjaka, paštete i hrenovke, neki su od proizvoda u kojima se koristi mononatrijev glutamat. (VULIĆ i sur., 2019.). Nakon raznih procesa obrade, mnoga hrana, poput sporo kuhanog mesa, povrća i temeljca može izgubiti okusna svojstva, a uloga ovog aditiva je da smanji taj gubitak. Nadalje, ovaj se aditiv koristi i kako bi mijenjao okuse koji se javljaju u raznim jelima s povrćem i mesom (KOS i sur., 2023.).

#### 3.11. Tvari za pjenjenje

Pjena je koloidna disperzija u kojoj je plinska faza disperzirana u kontinuiranoj vodenoj fazi. Koristi se u brojnim proizvodima kao što su torte, sladoled i šlag. Tvari za pjenjenje koriste se kako bi kontrolirale pojavu pjene koja se javlja tijekom proizvodnje tih jela te poboljšale njihovu konzistenciju (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Prema BRŽENDI (2023.) jaja, albumini i mliječni bjelančevine mogu se koristiti u te svrhe. Koloidna mikrokristalinska celuloza (E461i) koristi se osim kao emulgator i u stabilizaciji pjene, u proizvodima poput mliječnih napitaka, šlaga te smrznutih deserata, a metil etil celuloza (E465) ima sličnu ulogu u prisustvu masti (EMERTON i CHOI, 2008.). Kristalizacija masti jedno je od važnijih svojstava emulgatora u tučenim

proizvodima koje zajedno sa istiskivanjem bjelančevina formira bazu pjene u proizvodu (EUSTON i GOFF, 2019.).

### 3.12. Tvari za želiranje

Tvari za želiranje koriste se za tvorbu gela u prehrambenim proizvodima koji povećava viskoznost proizvoda. Stabilizatori i zgušnjivači mogu preuzeti njihovu ulogu i nekad biti korišteni za tvorbu gela (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Najčešće se koriste modificirani škrob, agar (E406), karagenan (E407), pektini (E440) te alginati (E401-E405) i to pri proizvodnji mliječnih deserata, pekarskih proizvoda, pudinga, džemova i želea (SHARMA i sur. 2022). Prerađena morska trava euचेuma (PES, E407a) upotrebljava se za stvaranje gela i vezanje vode u šunki i proizvodima od peradi, te kao stabilizator u sladoledu i čokoladnom mlijeku te drugim mliječnim desertima. Pektini se između ostalog koriste kao tvari za želiranje u voćnim pripravcima za pekarske i mliječne proizvode (EMERTON i CHOI, 2008).

#### KARAGENANI (E407)

Karagenani su hidrokoloide koji se sastoje od sulfatiranih polisaharida, a potječu od crvenih algi ili morskih trava. Kao polisaharidi, topivi su u vodi i ponašaju se kao zgušnjivači i tvari za želiranje. U mliječnoj industriji se koriste da bi spriječili odvajanje sirutke te za kontrolu viskoznosti mliječnih proizvoda, a u kombinaciji sa škrobom daju poželjna svojstva nekim proizvodima (TRIUS i sur., 1996.). Uloga im je također i tvorba gela u mliječnim napitcima, te stabilizacija pH neutralnih mliječnih proizvoda. Koriste se u prašnatim smjesama za mliječne deserte, napitke i sladolede. Nadalje, u kuhanim mesnim proizvodima koriste se zbog mogućnosti želiranja i vezanja vode, primarno u mesu peradi i svinjskom mesu (EMERTON i CHOI, 2008.). Karagenani se u meso dodaju utrljavanjem, ubrizgavanjem ili kao sastojak salamure, nakon fosfata i soli. Kako navode NECAS i BARTOSIKOVA (2013.), mnogi današnji proizvodi poput sojinog mlijeka, čokolade, mliječnih proizvoda i nutritivnih suplemenata imaju posebnu i jedinstvenu konzistenciju upravo zbog ovog aditiva.

### 3.13. Tvari za poliranje

Tvari za poliranje se koriste kako bi se poboljšao izgled hrane ili zaštitila hrana (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Najčešća tvar za poliranje koja se koristi je pčelinji vosak (E901) koji se može koristiti u mliječnoj industriji kao film za oblaganje sira tijekom zrenja ili kako bi se proizvodima dao sjaj (FRATINI i sur., 2016.). Koriste se i vosak kandelile (E902), carnaruba vosak (E903), ricinusovo ulje te guma arabika (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Većina njih se koristi u šećernoj industriji, te industriji voća i povrća.

### 3.14. Tvari za zadržavanje vlage

Ove se higroskopne tvari u prehrambenoj industriji koriste kako bi sačuvale vodu u proizvodima, odnosno kako bi produžili vrijeme zadržavanje vode. U svojoj strukturi sadrže hidrofilne skupine kao što su hidroksilna (-OH), amino (-NH<sub>2</sub>) i karboksilna (-COOH) skupina, pomoću kojih održavaju vlažnost proizvoda (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Postoje prirodne i sintetičke tvari za zadržavanje vlage, a njihovim dodavanjem proizvođači održavaju svježinu i teksturu pekarskih proizvoda, slatkiša, te proizvoda od mesa. Glicerol (E422), sorbitol (E420), modificirani škrobovi te propilen glikol (E1520), neki su od aditiva koji se koriste za zadržavanje vlage (BRŽENDA, 2023.). Glicerol se nalazi i u životinjskim i biljnim mastima, a ima sposobnost održavanja vlage i prevencije razmnožavanja mikroorganizama. Također, dodaje blago slatkast okus proizvodima. Sorbitol se upotrebljava u obliku sirupa, te dobro veže vodu i to u proizvodnji majoneze, vrhnja, umaka i pekarskih proizvoda. Ksilitol (E967) se zbog intenzivne slatkoće koristi kao zamjena za šećer između ostalog i u mliječnim proizvodima, a spada u 12 najkorištenijih bio-proizvoda u svijetu (SHARMA i sur., 2022.). Polidekstroza (E1200) se koristi za održavanje vlage u pekarskim proizvodima, prerađenom mesu i slasticama (DEIS i KEARSLEY, 2012.).

### 3.15. Modificirani škrobovi

Škrob je polisaharid koji se sastoji od velikog broja povezanih jedinica glukoze i rijetko se koristi jer tvori gumaste paste i nepoželjni gel pri termičkoj obradi. Ta se loša svojstva mijenjaju na razne načine, a uključuju brojne modifikacije na prirodne molekule škroba (SHARMA I sur.,

2022.). Modificirani škrobovi (E1401-E1450) aditivi su koji se dobivaju kemijskom, fizikalnom i enzimatskom modifikacijom škrobnih granula, čime se poboljšavaju svojstva poput vezanja vode, zadržavanja topline, zgušnjavanja te smanjenja sinereze škroba. Jedna od uloga modificiranih škrobova je zamjena za mast, a to se postiže hidrolizom škroba u proizvodnji maslaca, margarina, majoneze, sira, jogurta i sladoleda sa smanjenom količinom masnoće. Osim, toga, pokazali su se korisnima u očuvanju hlapljivih aroma mesa (ABBAS i sur., 2010.). Oksidirani škrob (E1404) upotrebljava se u mliječnim proizvodima, slasticama, te u smjesama za pohanje ribe, povrća i mesa od peradi i drugih životinja. Acetilirani di-škrob fosfat (E1414) može se koristiti kao zgušnjivač i stabilizator, a najčešće se koristi u mliječnim proizvodima, juhama, hrani za ljubimce te zamrznutoj hrani. Hidroksipropil škrob poboljšava stabilnost hrane na nižim temperaturama zbog sposobnosti vezanja vode na nižim temperaturama i koristi se u mesnim i niskokaloričnim proizvodima i napitcima (EMERTON i CHOI, 2008.). Prema ŠUBARIĆ i sur., (2012.) hidroksipropilni škrobovi manje su viskozni od acetiliranih pa se zato češće koriste u mliječnim proizvodima, proizvodima povećavaju viskoznost te stvaraju bogatu kremastu teksturu. Dekstrin i maltodekstrin (E1400) su spojevi dobiveni od škroba, a koriste se kako bi poboljšali teksturu nekih mesnih proizvoda te kao zamjena za određeni udio masti (BABIĆ i sur., 2013.). Upotreba modificiranih škrobova u industriji hrane s vremenom je sve značajnija, upravo zbog velikog broja njihovih funkcija u hrani. Osim navedenog, koriste se i kao emulgatori, sredstva za sušenje i zamućivanje te kao vezivna sredstva, a uz to mogu poboljšati i teksturu proizvoda i nutritivnu vrijednost (ABBAS i sur., 2010.).

### 3.16. Plinovi za pakiranje

Glavno svojstvo plinova za pakiranje je stvaranje određenih atmosferskih uvjeta za vrijeme pakiranja hrane, a dodaju se prije, tijekom ili nakon odlaganja hrane u spremnik. Tako se postiže produženje roka trajanja i sprečava kvarenje proizvoda (BRŽENDA, 2023.). Plinovi koji se koriste u te svrhe su dušik (E941) i ugljični dioksid (E290), a osim njih i smjese nekih plemenitih plinova, kao što je argon. Argon (E938) se koristi kao nadomjestak dušika u proizvodima poput kuhanog mesa, grickalica i pizza, u kojima zadržava boju i okus te usporava kvarenje. Dušikov oksid (E942) smanjuje oksidaciju lipida zbog preostalog zraka u mliječnim proizvodima. Uporaba kisika (E948) u kombinaciji sa ugljičnim dioksidom važna je kod pakiranja svježeg mesa zbog održavanja



oksidacije mioglobina, a u ribljim proizvodima se koristi jer održava aerobne uvjete i onemogućuje pojavu *Clostridium botulinum* (EMERTON i CHOI, 2008.). Ugljični dioksid se često koristi u sirnim namazima gdje je kiselkast okus poželjna osobina proizvoda.

### 3.17. Potisni plinovi

Potisni plinovi se koriste u prehrambenoj industriji kako bi potaknuli proširenje prehrambenih proizvoda (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.), a najčešće se upotrebljavaju ugljični dioksid (E290) i dušik oksid (E924) u slastičarskim proizvodima kao što je šlag (VARLET i sur., 2014.). Propan (E943) i butan (E944) koriste se u sprejevima biljnih ulja i sprejevima na bazi vode, a koriste se u tekućem stanju (LINDSAY 2017.)

### 3.18. Tvari za rahljenje

Tvari za rahljenje u hrani se koriste kako bi poboljšale strukturu i teksturu samih proizvoda što se postiže stvaranjem plina kao posljedice kemijske reakcije. Sve tvari koje uzrokuju stvaranje i mjehurića kako bi smjesa postala mekša i lakša smatraju se tvarima za rahljenje (NEEHARIKA i sur., 2020.). Koriste se kemijske, biološke i mehaničke tvari za rahljenje. Primjer mehaničkih tvari za rahljenje je tučeni bjelanjak, koji se koristi kako bi oslobodio zrak u tijestu. Biološke tvari tvore ugljikov dioksid procesom fermentacije šećera u hrani. U industriji se najčešće koriste mehaničke tvari za rahljenje, od kojih je soda bikarbona (E500ii) glavni predstavnik. Ona se najčešće koristi u pekarskim proizvodima, poput peciva, kolača, torti i keksa (EMERTON i CHOI, 2008.; FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.).

### 3.19. Sekvestranti

Sekvestranti su aditivi koji se u prehrambene proizvode dodaju da bi poboljšali kvalitetu i stabilnost proizvoda vežući se za metalne ione, kao što su bakar, željezo i nikal. Metali mogu utjecati na organoleptička svojstva proizvoda te samim time umanjiti njihovu vrijednost i stabilnost (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Iako nemaju mehanizam djelovanja kao antioksidansi, njihova je uloga uklanjanje metalnih iona koji potiču oksidaciju. Primjeri prirodnih sekvestranata

su limunska, jabučna, jantarna, vinska i oksalna kiselina, a također se koriste polifosforne kiseline i bjelančevine (LINDSAY 2017.). Dinatrijev fosfat (E339ii) i dikalijev fosfat (E340ii) su tvari koje se često koriste kao sekvestranti u praškastim mliječnim proizvodima te kao emulgatori u sirnim proizvodima.

### 3.20. Stabilizatori

Stabilizatori su kemijski spojevi čija je zadaća kontrola vodene i lipidne faze u emulziji, odnosno, oni uz emulgatore osiguravaju homogenost. Koriste se i za stabilizaciju, pojačavanje i/ili zadržavanje postojećih boja u proizvodima (EMERTON i CHOI, 2008.). U prirodne stabilizatore spadaju alginati, karagenan, kazein, karboksimetilceluloza, natrijeve soli, ksantan i guar guma (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2022.). U istraživanju RATHERA i sur. (2017.) utvrđeno je da guar guma (E412), kao zamjena za mast, doprinosi stabilnosti emulzije u mesnim proizvodima, a samim time i povećava prinos proizvoda. Ksantan guma (E415) je polisaharid koji se koristi u desertima, mesnim proizvodima, tortama i napitcima. Celulozna guma (E466) stabilizator je koji se koristi u mliječnim napitcima, prašcima, jogurtu i sladoledu, a može se naći i u mesnim proizvodima poput pljeskavica i kobasica. Difosfati (E450), trifosfati (E451) i polifosfati (E452) često se koriste kao stabilizatori u mesnoj industriji. Prema THANGAVELU i sur. (2019.), koriste se u čak 65 % mesnih proizvoda. U mliječnim proizvodima djeluju kao emulgatori (EMERTON i CHOI, 2008.). Fosfati se mogu naći u proizvodima poput kobasica, konzerviranih proizvoda od mesa i ribe, sireva (mozarella, parmezan, gouda), jogurta, napitaka i kruha (RITZ i sur., 2012.).

### 3.21. Zgušnjivači

Zgušnjivači su tvari čija je uloga stabilizacija, raspršivanje ili sprečavanje taloženja tvari u suspenziji. Također mogu povećati viskoznost prehrambenih proizvoda bez da mijenjaju njihova druga svojstva. Najčešći predstavnici ove kategorije su gume, modificirani škrobovi, pektini i njihovi derivati (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2023.). Prema PITAREVIĆ (2020.), zgušnjivači su netopivi u mastima, ali imaju sposobnost sprečavanja kretanja vodenih molekula. Dodaju se u umake, sladolede, kreme te druge proizvode gdje je poželjna određena tekstura. Guma od rogača (E410) se često koristi u kombinaciji sa ksantanom za dobivanje elastičnih gelova. Često se koristi

u proizvodima poput sladoleda, majoneze, umaka i juha. Zgušnjivači poput dekstroze (E1400), guar (E412) i ksantan gume (E415) te prerađene morske trave eucheuma (E407a) koriste se u mnogim mesnim proizvodima, uključujući paštete, hrenovke i mesne nereske (GRIŽIĆ, 2022.). Alginska kiselina (E400) prirodni je biljni zgušnjivač koji se koristi u mliječnim proizvodima poput sladoleda, jogurta, vrhnja, mliječnih napitaka, ali i bezalkoholnih pića. Dobiva se iz morskih trava prirodnim putem, no može se sintetizirati iz genetski promjenjenih materijala, ali uporaba tako dobivene alginske kiseline je još uvijek upitna (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.).

## 4. RASPRAVA

### 4.1. Prednosti i nedostaci aditiva

Razvojem čovječanstva razvija se i industrija hrane, a rastom svjetske populacije rastu i potrebe stanovništva za hranom. Za razliku od hrane pripremljene u kućanstvu, koja se uglavnom konzumira odmah po pripremi, hrana koja je proizvedena za širu upotrebu, zahtjeva prijevoz i skladištenje te s vremenom propada. Upravo zbog toga, takva hrana mora duže zadržati svoja tehnološka i senzorička svojstva. Da bi to postigli, proizvođači u hranu dodaju aditive, te samim time poboljšavaju svojstva prehrambenih proizvoda. Prednosti dodavanja aditiva u hranu su brojne. Oni se u hranu mogu dodavati tijekom svih faza proizvodnje. Neki aditivi koriste se kako bi produžili rok trajanja, usporili kvarenje te zaustavili oksidaciju proizvoda. To omogućuje proizvodnju proizvoda kroz cijelu godinu te produžuje upotrebljivost i dostupnost hrane. Drugi aditivi imaju sposobnost sprečavanja razvoja mikroorganizama i njihovih toksina, što smanjuje pojavnost trovanja hrane. Nadalje, aditivi mogu poboljšati konzistenciju, teksturu, okus, miris te vizualni izgled mnogih proizvoda, što ih čini privlačnijim za potrošača (TEINAZ, 2007.).

Prema svemu tome, glavni zadaci industrije hrane jesu proizvesti raznoliku ponudu zdrave, nutritivne, kvalitetne i privlačne hrane koja je sigurna za potrošnju te istu prezentirati po pristupačnoj cijeni i prema zahtjevima potrošača. To sve bilo bi gotovo nemoguće bez upotrebe aditiva, koji su neophodan alat proizvođača za pretvaranje sirovih materijala u spremne i stabilne proizvode za konzumaciju (EMERTON i CHOI, 2008.).

Unatoč kontinuiranim poboljšanjima u proizvodnji i upotrebi aditiva, njihovo korištenje i dalje je kontroverzno zbog brojnih neodgovorenih pitanja i problema vezanih uz potencijalne opasnosti za ljudsko zdravlje (CAROCHO i sur., 2014.). Aditivi se povezuju s reproduktivnim problemima i karcinomima kod ljudi kao potencijalni uzroci njihovih pojava. Također, pojava alergijskih reakcija u ljudi povezana je s aditivima, uključujući bojila i konzervanse (PITAREVIĆ, 2020.). LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK (2007.) navode da je prema nekim istraživanjima, 1 % djece i 0.2 % odraslih alergično na pojedine aditive. Negativne reakcije na aditive su puno češće, no nije ih moguće sve evidentirati i potvrditi zbog nedostatnih i nestandardiziranih testova. Uz to,

procjena štetnosti aditiva koju provodi prehrambena industrija razlikuje se od procjene štetnosti nezavisnih institucija (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.).

Europska komisija i EFSA 2010. godine započele su s testiranjem i evaluacijom svih aditiva, koji su dopušteni za uporabu u hrani, s namjerom da razjasne sumnju vezanu uz štetni utjecaj aditiva na zdravlje potrošača, a također i kako bi potaknuli istraživanja uporabe prirodnih aditiva (CAROCHO i sur., 2014.). Nadalje, stalno se provode dodatna toksikološka istraživanja kako bi se utvrdili mehanizmi djelovanja aditiva na ljudski organizam (BRŽENDA, 2023.).

Posljednjih godina raste zabrinutost potrošača oko konzumacije prerađenih prehrambenih proizvoda. Potrošači se sve više informiraju o sastavu proizvoda koje konzumiraju i postaju svjesni da hrana koju kupuju sadrži sintetske aditive te da oni mogu imati utjecaj na njihovo zdravlje. Stoga zahtijevaju da njihova uporaba bude minimizirana, te provedena sa pažnjom i oprezom, a ukoliko je moguće i da sintetski aditivi budu zamijenjeni prirodnim sa istom ili sličnom funkcijom (FLÓREZ-MÉNDEZ i LÓPEZ, 2022.).

Upotreba aditiva otvara i druga pitanja. Čestim korištenjem aditiva u proizvodnji hrane, industrija hrane može postati previše ovisna o njima, a s njihovim nedostatkom i proizvesti hranu niže kvalitete. Nadalje, aditivi mijenjaju okus, teksturu i druga svojstva hrane, što potrošačima otežava procjenu nutritivne vrijednosti hrane a nije zanemariv ni utjecaj na okoliš vezano uz samu proizvodnju aditiva. Ukoliko je aditiv životinjskog podrijetla postavljaju se i neka etička pitanja vezano uz njegovu upotrebu.

#### 4.2. Zdravstveni aspekt

Svi aditivi moraju prije stavljanja na tržište biti podvrgnuti postupcima ispitivanja i ocjenjivanja njihove sigurnosti i zdravstvene ispravnosti. Sve započinje utvrđivanjem kemijskog sastava aditiva te njegovog porijekla. Zatim je potrebno utvrditi postojeće uvjete stavljanja na tržište i evaluaciju, koji se odnose na već ranije odobrene aditive. Nadalje, definira se predložena uporaba i procjena izloženosti te provodi postupak kojim se procjenjuje izloženost na temelju preporuka o načinu korištenja i dozi ovisno o dobi potrošača. Na kraju se provode toksikološka

istraživanja kojim se utvrđuju akutna, subakutna i kronična toksičnost, te genotoksičnost, kancerogenost i alergogenost pojedinog aditiva (CAROCHO i sur, 2014.). Tim se testovima također određuje koliko iznosi najveća moguća količina nekog aditiva koja nema negativan utjecaj na zdravlje (engl. *no observed advance effect level*) te najmanja količina nekog aditiva koja ima štetne posljedice za zdravlje ljudi (engl. *lowest observed advance effect level*). ADI (engl. *acceptable daily intake*) se odnosi na maksimalnu dopuštenu dnevnu dozu aditiva, kao sastavnog dijela nekog prehrambenog proizvoda, koja ne predstavlja nikakav rizik za zdravlje, čak i ako se unosi cijeli život (JANDRIĆ-KOČIĆ, 2021.).

Kako navodi BABIĆ (2008.), u posljednjih nekoliko godina provedena su istraživanja o alergijskom učinku karminske kiseline (E120). Utvrđeno je da uzrokuje alergiju na hranu koja je posredovana imunoglobulinima E, a također u ljudi zaposlenih u industriji bojila i začina može prouzročiti astmu. BABIĆ (2008.) dalje navodi kako je u nekim slučajevima konzumacije ovog bojila zabilježena pojava anafilaktičkog šoka. Alergijske reakcije također mogu izazvati bojila poput annata (E160b) i tartrazina (E102). Acesulfam-K (E950) i aspartam (E951) najčešće su korištena sladila u industriji hrane, no njihova je štetnost očita i zabrinjavajuća. Prema Centru za znanost u javnom interesu (engl. *Centre for science in the public interest*, CSPI), ta su dva aditiva uvrštena u 10 najštetnijih aditiva. Neke od štetnih posljedica nakon prekomjerne konzumacije tih sladila uključuju omamljenost, glavobolju, umor, povećanje tjelesne mase, povraćanje, uznemirenost, depresiju, pobačaj te bolesti poput tumora mozga, multiple skleroze, epilepsije (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.).

Kad se unosi u organizam, natrijev nitrit (E250) može omesti put kisika u krvi, sniziti krvni tlak te širiti krvne žile, a pri temperaturama iznad 130°C dolazi do sinteze N-nitrozamina koji imaju karcinogeni učinak. Prema nekim istraživanjima, uporaba svih nitrita u većim količinama može uzrokovati akutno trovanje (BAŠNEC, 2015.). Kako bi procijenile potencijalne štetne učinke na zdravlje potrošača, mnoge europske zemlje provode redovite inspekcije radi otkrivanja N-nitrozamina i drugih kontaminanata u mesu, mesnim proizvodima i povrću (MODRIĆ, 2015.).

Upotreba sintetski antioksidansa, poput BHA (E320) i BHT (E321), u velikim količinama, nije preporučljiva (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.). Njihovi su štetni učinci brojni, zbog

čega je njihovo korištenje u nekim državama zabranjeno, kao u Japanu. BHT uzrokuje hemoragije, a BHA može izazvati pojavu alergija, te sindrom hiperaktivnosti u djece. Osim toga, ako se nakupi u organizmu, uzrokuje povišenje masti i masnih kiselina u krvi. Oni imaju i karcinogeni i estrogene učinak (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.). Karagenan (E407) je aditiv koji unatoč prirodnom porijeklu može imati negativne posljedice na čovjeka. Može izazvati alergiju, a u visokim dozama utječe na razinu kalija te drugih minerala i njihovu resorpciju u tijelu. Također ima laksativna svojstva. Ukoliko reagira s etilenovim oksidom, tvori s njime etilenove klorhidirine koji su izrazito kancerogeni (LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK, 2007.). Unatoč tome, smatra se da karagenani imaju vrlo nisku toksičnost te nemaju teratogena svojstva (NECAS i BARTOSIKOVA, 2013.).

Iako je uloga fosfata u hrani brojna, njihova prisutnost u većim količinama povezuje se sa smrtnosti u pacijenata oboljelih od kroničnog zatajenja bubrega, a u zdravih ljudi može uzrokovati oštećenje krvnih žila i ubrzati starenje (RITZ i sur., 2012.). LEROTIĆ i VINKOVIĆ VRČEK (2007.) još navode kako fosfati mogu smanjiti resorpciju minerala i posljedično uzrokovati osteoporozu, a ukoliko se unose u višim koncentracijama, mogu uzrokovati proljev, povraćanje, cijanozu i pad krvnog tlaka.

Mononatrijev glutamat (E621) aditiv je koji se sve više koristi u industriji hrane u ulozi pojačivača okusa. Njegov je utjecaj na zdravlje čovjeka tema brojnih istraživanja, no većina se provodi na životnjama, pa izravan utjecaj na čovjeka nije potpuno utvrđen. Unatoč tome, mnogi znanstveni članci ukazuju na rizike njegove uporabe (AČKAR i JOZINOVIĆ, 2019.). Poremećaji poput mučnine, ubrzanog rada srca, depresije, tjeskobe, bolova u prsima, hiperaktivnosti, nadutosti i žeđi mogu biti uzrokovani prečestom konzumacijom ovog aditiva. Mononatrijev glutamat se također povezuje s bolestima neurološkog sustava (Alzheimerova, Parkinsonova, Huntingdonova) zbog činjenice da može uzrokovati degeneraciju i uništenje neurona (LEROTIĆ i VINKOVIĆ, 2007.). Konzumacijom hrane s velikom količinom ovog aditiva može doći i do pojave sindroma kineskog restorana. Taj je sindrom prvi put opisan šezdesetih godina prošlog stoljeća, a njegova etiologija još nije potpuno razjašnjena. Smatra se da mononatrijev glutamat može imati neurotoksična i neuroekscitatorna svojstva koja loše utječu na hipotalamus. Posljedično tome, javljaju se simptomi poput glavobolje, vrtoglavice, otežanog govora, nemogućnosti gutanja sline,

odbijanja i straha od vode te čestog pljuvanja, a u području uvule i mekog nepca može doći do pojave edema (BAWASKAR i sur., 2017.).

Utjecaj prehrambenih aditiva na zdravlje čovjeka je raznolik, no treba uzeti u obzir da svaki aditiv prolazi kroz niz vrlo strogih testiranja i kontrola. Ispitivanja na ljudima dopuštena su tek nakon što je prikupljeno dovoljno podataka u istraživanjima na životinjama. Osim toga, saznanja iz spomenutih istraživanja koriste se za definiranje prilagodbenih faktora između životinja i ljudi. Ponekad se tijekom same upotrebe aditiva ustanove neki neželjeni učinci. Zbog toga se provode naknadna istraživanja, pa i neki aditivi bivaju zabranjeni. Moramo spomenuti i da je upotreba nekih aditiva u pojedinim dijelovima svijeta zabranjena dok su ti isti u nekim drugim zemljama na listi dopuštenih aditiva. Zbog navedenih činjenica javlja se nepovjerenje ljudi prema aditivima i proizvođačima, na kojima je pritisak da sve više koriste prirodne zamjene za kemijski sintetizirane aditive. No ne smijemo zaboraviti da se prije upotrebe i prirodni aditivi također podvrgavaju istraživanjima vezano uz potencijalne rizike na zdravlje (CAROCHO i sur., 2014.). Nadalje, CAROCHO i sur. (2014.) navode da potrošači sve više konzumiraju neprerađenu prirodnu hranu, dok od prerađene najčešće biraju onu s manje aditiva, odnosno s prirodnim aditivima. Iako se smatra da su prirodni aditivi zdraviji, nekad je njihova uloga u odnosu na kemijski aditiv manje učinkovita. Najčešći izvori prirodnih aditiva su biljke, alge, gljive i morske trave. Antimikrobna i antioksidativna svojstva prirodnih aditiva značajno povećavaju njihovu upotrebu u prehrambenoj industriji. Tarpeni (karvakrol, timol, mentol), peptidi, polisaharidi i fenolski spojevi često se koriste da bi inhibirali rast mikroorganizama, dok se polisaharid hitozan i njegovi derivati upotrebljavaju između ostalog zbog njihovog antitumorskog i protuupalnog djelovanja. Antioksidansi iz bilja, gljiva i algi zbog svojeg se vrlo pozitivnog učinka dodaju u razne proizvode.

Glavni predstavnici vitamina koji djeluju antioksidativno su vitamin C i vitamin E. Vitamin C je esencijalan vitamin koji se koristi u širokom rasponu proizvoda, uključujući mesne, pekarske i riblje proizvode. Polifenoli su spojevi koji također imaju brojne poželjne učinke, a koriste se u industriji mesa i ribe na način da se trupla uranjaju u polifenolske ekstrakte, kako bi se postigla inhibicija oksidacije i kontaminacije mikroorganizmima. Karotenoidi su spojevi koji su se u povijesti koristili kao bojila, no u posljednje vrijeme proučavaju se i njihova antioksidativna svojstva (CAROCHO i sur., 2014.). Prirodni aditivi imaju brojne prednosti, no ne smijemo zaboraviti ni njihova ograničenja. Nekada je potrebna značajno veća količina prirodnog aditiva za



obavljanje funkcije koju bi manja količina sintetskog aditiva uspješno obavila. Također, neki polifenoli mogu reagirati s bjelančevinama, mineralima, i vitaminima što rezultira smanjenjem ukupnog učinka aditiva. Stoga je najpovoljnije upotrebu prirodnih i sintetskih aditiva kombinirati u svrhu postizanja optimalnih rezultata te poboljšanja prehrambenih proizvoda (CAROCHO i sur., 2014.).

## 5. ZAKLJUČCI

Prehrambeni aditivi imaju vrlo dugu povijest koja seže sve do antičkih vremena kad su ljudi koristili sol, začine, dim te druge načine konzerviranja i očuvanja hrane. Razvojem znanosti i tehnologije, a povećanjem svjetskog stanovništva i potražnje za hranom, njihova je uporaba postala sofisticiranija i raznolikija, čime je proizvodnja hrane postala jednostavnija i jeftinija, a sami proizvodi ukusniji, sigurniji te sa produženim rokom trajanja. Aditivi se dodaju hrani zbog mnogih svojstava i poželjnih učinaka kojim na brojne načine poboljšavaju mnoge proizvode, uključujući i one porijeklom od mesa i mlijeka. Pregledom literature, neki od češće korištenih aditiva koji se koriste u hrani životinjskog porijekla uključuju sintetske aditive poput mononatrijevog glutamata, nitrata, nitrita, fosfata, askorbata, karagenana i umjetnih bojila te prirodne aditive, od kojih su bitni predstavnici kuhinjska sol, šećer, askorbinska kiselina te prirodna bojila poput crvene paprike.

Prehrambeni aditivi zakonski su regulirani u Hrvatskoj, Europskoj uniji i širom svijeta kako bi se osigurala sigurnost potrošača. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH) nadzire provedbu zakona u Hrvatskoj usklađenih s regulativom Europske Unije. U Europskoj uniji, Europska agencija za sigurnost hrane procjenjuje sigurnost aditiva prije odobrenja, označavajući ih s E brojevima, a na globalnoj razini, mnoge zemlje slijede smjernice *Codex Alimentarius*, zajedničkog projekta Svjetske zdravstvene organizacije i Organizacije za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda. Ove institucije rade na procjeni sigurnosti, odobravanju i nadzoru korištenja prehrambenih aditiva kako bi se održali visoki standardi sigurnosti hrane. Iako je korištenje aditiva jako doprinijelo razvoju industrije i proizvodnje hrane, njihov se štetan i potencijalno negativan utjecaj na zdravlje čovjeka sve više proučava. Znanstvenici i institucije zadužene za sigurnost hrane i javno zdravstvo provode istraživanja kojima je cilj utvrditi na koji način aditivi mogu ugroziti zdravlje čovjeka.

Hrana životinjskog porijekla čini veliki udio u prehrani cjelokupnog stanovništva te je korištenje aditiva u mesnim i mliječnim proizvodima neizbježno kako bi se osigurala njihova dostupnost kroz cijelu godinu. Bitno je da sve institucije koje su zadužene za kontrolu upotrebe aditiva, nadziru i kontroliraju proizvođače kako bi se proizvodnja hrane životinjskog porijekla

odvijala bez ikakvih prepreka i da dobiveni proizvodi nisu štetni po ljudsko zdravlje. Također, uz svaki prehrambeni aditiv mora biti napisan i preporučeni maksimalni dnevni unos, tako da se prilikom rasprave o zdravstvenim posljedicama prehrambenih aditiva treba uzeti u obzir i sama odgovornost potrošača pri konzumaciji.

## 6. LITERATURA

ABBAS, K. A., S. K. KHALIL, A. S. M. HUSSIN, (2010): Modified starches and their usages in selected food products: A review study. JAS, 2, 90.

AČKAR, Đ., A. JOZINOVIĆ (2019): Mononatrijev glutaminat-Ima li razloga za zabrinutost? MESO 21, 228-233.

ASIA PACIFIC FOOD INDUSTRY (2018): Emulsifiers & Stabilisers-magic for meat applications. <https://www.apfoodonline.com/industry/emulsifiers-stabilisers-magic-meat-applications/> (08.05.2024.)

BABIĆ, S. (2008): Aditivi u proizvodima od mesa i njihov uticaj na konzumente. Teh. mesa, 49, 1-2, 55-66,

BABIĆ, J., D. ŠUBARIĆ, Đ. AČKAR, A. JOZINOVIĆ, B. MILIČEVIĆ, B. PAJIN, D. ALIČIĆ (2013): Application of starch based additives in meat industry. MESO, 15, 209-228.

BADORA, A., K., BAWOLSKA, J., KOZŁOWSKA-STRAWKA, J., DOMAŃSKA (2019): Food additives in food products: A case study. Nutrition in health and disease-our challenges now and forthcoming time. U: Nutrition in Health and Disease. Our Challenges Now and Forthcoming Time. (Mozsik, G., M. Figler, Ur.) IntechOpen, London, str. 161-176.

BAJČIĆ, A., R., B., PETRONIJEVIĆ, M. SEFER, D. TRBOVIĆ, V. DJORDJEVIĆ, J. CIRIC, A. NIKOLIĆ (2021): Sorbates and benzoates in meat and meat products: Importance, application and determination. 61st International Meat Industry Conference, 26.-29. rujna, Zlatibor, Srbija.

BAL' -PRYLYPKO, L. V., N. M. SLOBODIANIUK, B. I. LEONOVA, Y.P. KRYZHOVA, (2016): Actual Problems of Meat-Processing Industry. 2.izd., Editing center of the NULES of Ukraine, Kyiv, str. 23

BAŠNEC, A. (2015): Karcinogene tvari u hrani. Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno tehnološki fakultet, Osijek, Hrvatska.

BAWASKAR, H. S., P. H. BAWASKAR, P. H. BAWASKAR (2017): Chinese Restaurant Syndrome. ISCCM, 21, 49–50. <https://doi.org/10.4103/0972-5229.198327>

BELET, I. (2013): Parliamentary question: E120 colouring (cochineal, Carmine, carminic acid): E-007471/2013: European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-7-2013-007471\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-7-2013-007471_EN.html) (20.05.2024.)

BERA, T. K., S. K. KAR, P. K. YADAV, P. MUKHERJEE, S. YADAV, B. JOSHI (2017): Effects of monosodium glutamate on human health: A systematic review. *WJPS*, 5, 139-144.

BOLOGNESI, V. J., C.E. GARCIA (2018): Annatto carotenoids as additives replacers in meat products. In *Alternative and replacement foods*. U: *Alternative and Replacement Foods*. (Holban A. M, M. Grumezescu, Ur.) Academic Press, str. 355-384

BRŽENDA, B. (2023): Stavovi i mišljenja studenata riječkog sveučilišta o aditivima u hrani. Diplomski rad, Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Rijeka, Hrvatska.

CANDAN, T., A. BAĞDATLI (2017): Use of natural antioxidants in poultry meat. *CBUJOS*, 13, 279-291.

CAROCHO, M., M.F. BARREIRO, P. MORALES, I. C. FERREIRA (2014): Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. *CRFSFS*, 13, 377-399.

CVRTILA FLECK, Ž. (2008): Iz Hrvatske agencije za hranu: Zakonodavstvo EU u području hrane i hrane za životinje. *MESO*, 10, 342-344.

DEIS, R. C., M. W. KEARSLEY (2012): Sorbitol and mannitol. U: *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*, 2. izd. (O' Donnell, K., W.M. Kearsley, Ur.) John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, str. 331-346.

EMERTON, V., E. CHOI (2008): *Essential guide to Food Additives*. 2. izd., Leatherhead Publishing, Royal Society of Chemistry, Cambridge, str. 1-19, 101-321.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (2024): Food additives. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-additives> (20.05.2024.)

EUSTON, S. R., H.D. GOFF (2019): Emulsifiers in dairy products and dairy substitutes. *Food emulsifiers and their applications*. U: *Food Emulsifiers and Their Applications*, 2.izd. (Hasenhuettl, G., R. W. Hartel, Ur), Springer, Cham, str. 217-254.

FENNEMA, O. R., S. DAMODARAN, K. L. PARKIN (2017): *Introduction to food chemistry*. U: *Fennema's food chemistry*, 5.izd. (Damodaran, S., K.L. Parkin, Ur.), CRC Press, str. 1-16

FLÓREZ-MÉNDEZ, J., J. LÓPEZ (2023): Food additives: importance, classification, and adverse reactions in humans. U: *Natural additives in foods* (Valencia, G.A., Ur), Springer, Charm, str 1-31.

FRANCO, R., G. NAVARRO, E. MARTÍNEZ-PINILLA (2019): Antioxidants versus food antioxidant additives and food preservatives. *Antioxidants*, 8, 542.

FRATINI, F., G. CILIA B. TURCHI, A. FELICOLI (2016): Beeswax: A minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. APJTD, 9, 839-843.

GÓMEZ, R., M. ALVAREZ-ORTI, J.E. PARDO (2008): Influence of the paprika type on redness loss in red line meat products. Meat Sci. 80, 823-828.

GRIŽIĆ, S. (2022). Prehrambeni aditivi. Završni rad, Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Split, Hrvatska.

HAJRIĆ, D., S. MACKIĆ, N. AHMETOVIĆ (2010): Smjernice za prehrambene aditive u hrani za posebne prehrambene potrebe. Vijeće ministara BiH, Agencija za sigurnost hrana, Mostar, str. 8-9.

HRVATSKA AGENCIJA ZA POLJOPRIVREDU I HRANU (2023): Centar za sigurnost hrane - Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. HAPIH, <https://www.hapih.hr/csh/> (23.05.2024.)

JANDRIĆ-KOČIĆ, M. C. (2021): Stvari percipirani rizik (Prehrambeni aditivi). Med. glasnik 26, 33-50.

JAŠIĆ, M. (2009b): Aditivi - Podjela i vrste. Tehnološki fakultet, Tuzla. <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/aditivi-podjela-vrste>(15.05.2024.)

JEONG, K. J., J. K. SEO, Z. AHAMED, Y.S. LEE, H.S. YANG (2023): Paprika extract as a natural antioxidant in cold-stored pork patties: Effect on oxidative stability and heterocyclic amines inhibition. Food Chem.: X, 20, 100936.

LINDSAY, R. C., (2017): Food Additives. U: Fennema's food chemistry, 5.izd. (Damodaran, S., K.L. Parkin, Ur.), CRC Press, str. 803-865.

KARRE, L., K. LOPEZ, K.J. GETTY (2013): Natural antioxidants in meat and poultry products. Meat sci., 94, 220-227.

KATALENIĆ, M. (2004): Emulgatorske soli. MESO, 6, 45-51.

KATALENIĆ, M. (2007): Fosfati i polifosfati - emulgatorske soli. Hrvat. čas. javno zdravstvo, 3, 0-0. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/298491>

KATALENIĆ, M. (2008): Aditivi i hrana. Medicus, 17, 57-64.

KERMODE, G. O. (1972): Food additives. SciAm, 226, 15-21.

KOPRIVNJAK, O. (2014): Kvaliteta, sigurnost i konzerviranje hrane: udžbenik iz kolegija Uvod u prehrambene tehnologije za studente sanitarnog inženjerstva. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Rijeka, Hrvatska.

- KOS, I., D. BENDELJA LJOLJIĆ, I. VRDOLJAK, V. GLAVAŠ, N. KOVAČEVIĆ, J. PLEADIN, I. VNUČEC (2023): Glutamate in meat processing—origin, function and novel application. *JCEA*, 24, 624-633.
- KRTANJEK, J. (2014): Zasladaivači i zdravlje. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet, Zagreb, Hrvatska.
- KUDUMIJA, N., A. VULIĆ, T. LEŠIĆ, L.D. BAČUN, Z.D. ODAK, J. PLEADIN (2024): Sorbinska kiselina—aditiv s antimikrobnim djelovanjem u hrani životinjskog podrijetla. *Vet. stanica*, 55, 129-136.
- LACKOVIĆ, I. (2014): Sladila u konditorskoj industriji. Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, Hrvatska.
- LEROTIĆ, D., I. VINKOVIĆ VRČEK (2007): Što se krije iza E-brojeva? Aditivi u hrani. *UDD*, Zagreb, str. 5-17, 31-34.
- LOURENÇO, S. C., M. MOLDÃO-MARTINS, V.D. ALVES (2019): Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24, 4132.
- MAKRIS, D. P., D. BOSKOU (2014): Plant-derived antioxidants as food additives. U: *Plants as a source of natural antioxidants*, 1.izd. (Dublej, N.K., Ur) CABI, London, str. 169-190.
- MANOLACH, A. F. (2022): E100 - curcumin. *InfoCons*. <https://infocons.org/blog/2022/11/21/1502/> (29.04.2024.)
- MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE, ŠUMARSTVA I RIBARSTVA (2024): Codex Alimentarius. <https://poljoprivreda.gov.hr/istaknute-teme/hrana-111/codex-alimentarius/223> (23.05.2024.)
- MODRIĆ, M. (2015): Utjecaj konzervansa na hranu i zdravlje. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet, Zagreb, Hrvatska.
- MOVAHED, S., G.H. ROOSHENAS, H.A. CHENARBON (2012): Evaluating the Effect of Antioxidants on Stability of Poultry Meat Sausages. *WASJ*, 17, 849-851.
- NECAS, J., L. BARTOSIKOVA (2013): Carrageenan: a review. *Vet. medicina*, 58, 187-205
- NEEHARIKA, B., W.J. SUNEETHA, B.A. KUMARI, M. TEJASHREE (2020): Leavening agents for food industry. *Int. J. Curr. Microbiol. App Sci*, 9, 1812-1817.
- NUJIĆ, M., M. HABUDA-STANIĆ (2017): Nitrates and nitrites, metabolism and toxicity. *Food Health Dis*. 6, 48-59

- PITAREVIĆ, A. (2020). Aditivi u hrani. Završni rad. Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu, Split, Hrvatska.
- RATHER, S. A., F.A. MASOODI, R. AKHTER, J.A. RATHER, F. AMIN (2017): Effects of guar gum as a fat substitute in low fat meat emulsions. *JFPP*, 41, e13249.
- RITZ, E., K. HAHN, M. KETTELER, M.K. KUHLMANN, J. MANN (2012): Phosphate additives in food—a health risk. *Dtsch Arztebl Int.*, 109, 49.
- SCOTTER, M. (2009): The chemistry and analysis of annatto food colouring: a review. *Food Addit. & Cont.: Part A*, 26, 1123–1145. <https://doi.org/10.1080/02652030902942873>
- SEETARAMAIAH, K., A.A. SMITH, R. MURALI, R. MANAVALAN (2011): Preservatives in food products-review. *Int J Pharm Biol Arch*, 2, 583-99.
- SHAH, M. A., S.J.D. BOSCO, S.A. MIR (2014): Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat sci.* 98, 21-33.
- SHARMA, H., G. MAHAJAN, M. KAUR, R. GUPTA (2022): Additives in Dairy-Based Food. U: *Microbes for Natural Food Additives* (Nadda, A.K, G. Goel, Ur), Springer, Singapore, str. 169-203.
- SMOLČIĆ, L. (2023): Primjena aditiva u prehrambenoj industriji. Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Prehrambena tehnologija, Karlovac, Hrvatska.
- ŠUBARIĆ, D., J. BABIĆ, Đ. AČKAR (2012): Modificiranje škroba radi proširenja primjene. *Radovi HAZU u Požegi*, 1, 247-258.
- TEINAZ, Y. (2007): Food additives & E numbers—facts. *RSPH*, 1.
- THANGAVELU, K. P., J.P. KERRY, B.K. TIWARI, C.K. MCDONNELL (2019): Novel processing technologies and ingredient strategies for the reduction of phosphate additives in processed meat. *TIFS*, 94, 43-53.
- TRIOUS, A., J.G. SEBRANEK, T. LANIER (1996): Carrageenans and their use in meat products. *CRFSN*, 36, 69-85.
- VAN CUONG, T., N.T. THOA (2017): Effects of partial replacement of nitrite by annatto (Bixa Orellana, L.) seed powder on the properties of pork sausages. *J. Sci. Technol*, 55, 178-187
- VARLET, V., F. SMITH, M.AUGSBURGER (2014): New trends in the kitchen: Propellants assessment of edible food aerosol sprays used on food. *Food chem.*, 142, 311-317.



VRVILO, J. (2013): Prehrambeni aditivi (Doctoral dissertation, Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu).

VULIĆ, A., N. KUDUMIJA, T. LEŠIĆ, L. DERGESTIN BAČUN, J. PLEADIN (2019): Sadržaj mononatrijevog glutamata (MSG) u mesnim i ribljim paštetama s hrvatskog tržišta. Vet. stanica, 50, 361-368.

WITKOWSKI, M., H. GRAJETA, K. GOMULKA (2022): Hypersensitivity reactions to food additives—Preservatives, antioxidants, flavor enhancers. IJERPH, 19, 11493.

YEHYE, W. A., N.A. RAHMAN, A. ARIFFIN, S.B. ABD HAMID, A.A. ALHADI, F.A. KADIR, M. YAEGHOBI (2015): Understanding the chemistry behind the antioxidant activities of butylated hydroxytoluene (BHT): A review. EJMCR, 101, 295-312.

Zakon o prehrambenim aditivima, aromama i prehrambenim enzimima (Narodne novine, br. 39/13, 114/18, 62/22).

Zakon o hrani (Narodne novine, br. 18/23).

Zakon o informiranju potrošača o hrani (Narodne novine br. 56/2013, 14/14, 56/16, 32/19).

ZARRINGHALAMI, S., M.A. SAHARI, Z. HAMIDI-ESFEHANI (2009): Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. Meat sci., 81, 281-284

## 7. SAŽETAK

Prehrambeni aditivi u hrani životinjskog porijekla

Vladimir Skok

Korištenje prehrambenih aditiva neizbježno je u hrani životinjskog porijekla kako bi se osigurala kvaliteta i produžio rok trajanja proizvoda. Aditivi se dijele na prirodne i umjetne, a prema funkcionalnosti dijele se na 26 kategorija. U ovom diplomskom radu, opisane su kategorije aditiva koje se najčešće koriste u hrani životinjskog porijekla te način označavanja. Pregledom zakonske regulative korištenja aditiva, razrađeni su zakoni i uredbe Europske unije kojima su propisani uvjeti uporabe aditiva u Republici Hrvatskoj. Najpovoljnije je upotrebu prirodnih i sintetskih aditiva kombinirati u svrhu postizanja optimalnih rezultata te poboljšanja prehrambenih proizvoda.

Ključne riječi: prehrambeni aditivi, hrana životinjskog porijekla, zdravstvena ispravnost

## **8. SUMMARY**

### Food Additives in Animal-Based Foods

Vladimir Skok

The use of food additives has become necessary in the production of food of animal origin for the purpose of ensuring product quality and extending its shelf life. Food additives are divided into natural and artificial and according to their functionality they are classified into 26 categories. In this thesis, the categories of additives that are most commonly used in production of food of animal origin and the way of labeling are described. By reviewing legal regulations for the use of additives, the laws and regulations of the European Union that prescribe the conditions for the use of additives in the Republic of Croatia have been elaborated. It is most advantageous to combine the use of natural and synthetic additives in order to achieve optimal results and improve food products.

Keywords: food additives, food of animal origin, safety

## **9. ŽIVOTOPIS**

Rođen sam 04. 03. 1998. godine u Čakovcu. Osnovnu školu završio sam u Prelogu, a srednju školu u Čakovcu. Akademske godine 2016./17. upisao sam Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Stručnu praksu u trajanju od mjesec dana, odradio sam u veterinarskoj ambulanti „Fabela“ u Zagrebu.