

# Primjena aditiva u mesnoj industriji

---

Rožanković, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:430722>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**PRIMJENA ADITIVA U MESNOJ INDUSTRIJI**

DIPLOMSKI RAD

Ivan Rožanković

Zagreb, rujan, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mesa

## PRIMJENA ADITIVA U MESNOJ INDUSTRIJI

DIPLOMSKI RAD

Ivan Rožanković

Mentor:  
izv. prof. dr. sc. Ana Kaić

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Ivan Rožanković**, JMBAG 0178122347, rođen 25.9.1999. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**PRIMJENA ADITIVA U MESNOJ INDUSTRIJI**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta*

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE  
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA**

Diplomski rad studenta Ivan Rožanković, JMBAG 0178122347, naslova

**PRIMJENA ADITIVA U MESNOJ INDUSTRIJI**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Izv.prof.dr.sc. Ana Kaić
2. Prof.dr.sc. Danijel Karolyi
3. Izv.prof.dr.sc. Ivica Kos

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Zahvala

Ovime zahvaljujem izv.prof.dr.sc. Ani Kaić na iskazanom razumijevanju i pomoći u ulozi mentora pri izradi ovog diplomskog rada.

Nadalje, zahvaljujem se svim profesorima Agronomskog fakulteta u Zagrebu koji su oblikovali moje znanje prilikom obrazovanja na fakultetu.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji i najdražim prijateljima, uz čiju je ljubav i ohrabrenje moje obrazovanje proteklo lakše.

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Povijest primjene aditiva .....	2
3. Prehrambeni aditivi .....	4
3.1. Zakonska legislativa u primjeni aditiva .....	6
4. Aditivi u mesnoj industriji.....	7
4.1. Konzervansi.....	7
4.1.1. Nitriti i nitrati .....	7
4.1.2. Ostali konzervansi.....	10
4.2. Fosfati.....	11
4.3. Antioksidansi .....	13
4.4. Zakiseljivači .....	15
4.5. Pojačivači okusa.....	17
4.6. Stabilizatori, zgušnjivači, emulgatori .....	18
4.7. Boje .....	19
5. Zaključak.....	21
6. Literatura.....	22
7. Prilog.....	27
7.1. Popis slika .....	27
7.2. Popis tablica.....	28
7.3. Popis kratica .....	29
Životopis .....	30

# Sažetak

Diplomskog rada studenta Ivana Rožankovića, naslova

## **PRIMJENA ADITIVA U MESNOJ INDUSTRIJI**

Aditivi su često korišteni u mesnoj industriji iz raznih tehnoloških razloga, uključujući produženje roka trajanja, poboljšanje okusa, teksture i boje, te poboljšanja sigurnosti proizvoda. Najčešće korišteni aditivi u mesnoj industriji uključuju konzervanse, antioksidanse, stabilizatore i emulgatore, bojila, arome, začine i pojačivače okusa, a njihova upotreba ovisi o proizvodu, procesu proizvodnje i zakonskoj legislativi. Kako bi se osigurala sigurnost i kvaliteta proizvoda njihova uporaba mora biti pažljivo kontrolirana. Proizvođači su dužni pridržavati se smjernica i propisa o vrstama i količinama aditiva koje mogu koristiti, te jasno označiti sve korištene aditive na deklaraciji proizvoda.

**Ključne riječi:** mesna industrija, aditivi, legislativa



## Summary

Of the master's thesis – student Ivan Rožanković, entitled

### **APPLICATION OF ADDITIVES IN THE MEAT INDUSTRY**

Additives are often used in the meat industry for various technological reasons, including extending shelf life, improving taste, texture and colour, as well as improving product safety. The most commonly used additives in the meat industry include preservatives, antioxidants, stabilizers and emulsifiers, dyes, aromas, spices and flavor enhancers, and their use depends on the product, production process and legal requirements. In order to secure safety and quality of the product, their use must be carefully controlled. Producers are obliged to adhere to the guidelines and regulations on the type and quantity of additives that may be used and to state all additives used on the product declaration.

**Key words:** meat industry, additives, legislation

## 1. Uvod

Unazad nekoliko desetljeća zabilježene su izrazite promjene u prehranbenim navikama ljudi, zbog kojih na tržištu raste potražnja za proizvodima od prerađenog mesa. Meso je važan izvor bjelančevina, vitamina A i B kompleksa, te minerala među kojima dominiraju magnezij, fosfor, kalij željezo, selen i cink, te zbog toga prevladava u prehrani većine ljudi. Imajući na umu bitnu ulogu mesa u prehranbenim navikama ljudi, od velikog je značaja održati kvalitetu mesa na visokoj razini, te smanjiti utjecaj čimbenika koji nepovoljno utječu na miris, okus, boju i teksturu samoga mesa, odnosno mesnih prerađevina. Cijeli niz međusobno povezanih čimbenika, poput vremena skladištenja, temperature, intenziteta svijetla prilikom skladištenja, transporta, vlage, razine atmosferskog kisika, endogenih enzima i mikroorganizama, imaju veliku ulogu u nastanku štetnih promjena mesa i mesnih proizvoda (Faustman i Cassens, 1990).

Meso i proizvodi od mesa izloženi su mogućim štetnim čimbenicima tijekom cijelog procesa prerade, od pripreme sirovine sve do konzumacije gotovog proizvoda. Pad kvalitete se često pripisuje fizičkim, kemijskim, enzimskim i mikrobiološkim promjenama koje se javljaju u mesu tijekom vremena (Davidson i sur., 2013).

Kako bi se osigurala poželjna svojstva i zdravstvena sigurnost mesnih proizvoda, u određenim fazama procesa prerade mesa često se koriste razni aditivi, od kojih neki pri pogrešnoj uporabi mogu biti i potencijalno štetni po ljudsko zdravlje. Budući da su među potrošačima prisutne mnoge nesigurnosti oko utjecaja na zdravlje uslijed redovite konzumacije aditiva prisutnih u mesnim proizvodima, postoje zakonske legislative kojima se određuju smjernice za njihovo sigurno korištenje. Svi aditivi u hrani, pa tako i oni prisutni u mesu i proizvodima od mesa, se istražuju, kontroliraju i nadgledaju, kako bi se potrošači osjećali sigurnije i bili zaštićeni od potencijalnih opasnosti prilikom konzumacije.

Cilj ovog rada je dati detaljniji uvid u korištenje aditiva u proizvodnji mesnih proizvoda, navesti najčešće korištene aditive, opisati njihovo djelovanje na proizvod, te navesti dozvoljene količine za očuvanje zdravlja potrošača.

## 2. Povijest primjene aditiva

Potreba za konzervacijom, poboljšanjem okusa i osiguranjem sigurnosti mesa rezultirala je bogatom prošlosti primjene aditiva koja traje već dugi niz stoljeća. Način primjene aditiva se mijenjao kroz povijest, te se njihovo korištenje usavršavalo sukladno napretku ljudske civilizacije, a s njome i tehnologije prerade mesa.

Prvo spominjanje prehrambenih aditiva u pisanim izvorima vezano je uz stari Egipat, iako je za vjerovati da su se koristili i ranije. Većina izvora navode Egipćane kao jednu od prvih civilizacija zaslužnih za razvoj soljenja i sušenja mesa u svrhu konzervacije. Narod doline rijeke Nila također je poznat po izlaganju ribe i mesa fermentaciji, čime bi produljili mogućnost njihove konzumacije. Antičke civilizacije Grčke i Rima bile su poznate kao dobri gastronomi, što se odrazilo i na preradu mesa. Kobasice su imale važnu ulogu, a metode konzerviranja, poput soljenja i kiseljenja, bile su uobičajeno primjenjivane (Cassens, 1994).

Katon Stariji, rimski državnik i govornik, među prvima je ikada koji opisuje recept za suhomesnate proizvode. U svojim zapisima "*De Agri Cultura*" objašnjava postupak sušenja i soljenja šunke. Prema Frostu (1999.) na dnu velike staklenke se nalazi sloj soli na koji se naizmjenično postavljaju šunke i slojevi soli dok se staklenka ne napuni do vrha. Nakon 5 dana šunke se vade i vraćaju u staklenku u suprotnom redoslijedu. Nakon 12 dana šunke se vade, četkom se skida površinski sloj soli, te slijedi sušenje u trajanju 2 dana. Šunke se potom čiste, premazuju uljem, izlažu dvodnevnom hladnom dimljenju prije vješanja na skladištenje.

Zbog oskudice ili nedostupnosti svježeg mesa, u srednjem vijeku postojala je potreba za konzerviranjem većih količina mesa. Korištenje salitre (kalijevog nitrata) bila je uobičajena praksa za produljenje roka trajanja mesa, a osim konzerviranja, poboljšavala je i boju te aromu proizvoda. U pojedinim regijama gdje je sol deficitarna i skupa, korišteni su šećer i med za izvlačenje vlage iz mesa i sprječavanje mikrobiološkog rasta nije strano.

Period industrijskih revolucija od kraja 18. stoljeća do sredine 19. stoljeća dovodi do povećanja razine urbanog stanovništva, što rezultira većim potrebama za mesom, a sukladno tome i većom proizvodnjom. Činjenicom da put mesa od polja do stola postaje duži, dolazi se do zaključka da je potrebno produljiti rok trajanja hrane. Esencijalnu ulogu u masovnoj proizvodnji suhomesnatih proizvoda poput šunki i kobasica dobivaju natrijev nitrit i natrijev nitrat, uz čiju se aplikaciju postiže bolja kontrola i ujednačenost u preradi mesa. Budući da tijekom ovog perioda nisu prisutne regulacije uporabe aditiva, za konzervaciju mesa se povremeno koriste štetne tvari poput boraksa (natrijev borat) i formaldehida, čime se povećava nesigurnost potrošača u konzumaciju takvih proizvoda (Tunncliffe i Rosenheim, 1901).

Svjetska Zdravstvena Skupština (engl. *World Health Assembly*, WHA) pokreće inicijativu 1953. godine da se istraži stanje zdravlja potrošača uslijed povećanog korištenja brojnih kemijskih dodataka u prehrambenoj industriji. 1955. godine u Ženevi eksperti iz Organizacije za hranu i poljoprivredu (engl. *Food and Agriculture Organization*, FAO), kao i oni iz Svjetske zdravstvene organizacije (engl. *World Health Organization*, WHO) dali su niz izvršnih

preporuka za uređivanje područja prehrambenih aditiva (Katalenić, 2008). Osnovan je međunarodni zajednički stručni odbor Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Odbor se od tada uobičajeno sastaje dva puta godišnje te raspisuju preporuke vezane za poboljšanje područja primjene prehrambenih aditiva.

Područja rada JECFA-e obuhvaćaju:

- Procjena rizika prehrambenih aditiva i ostalih dodataka, ostataka veterinarskih lijekova, kontaminanta i prirodnih toksina
- Procjena izloženosti
- Specifikacije i analitičke metode
- Razvoj općih načela primjene.

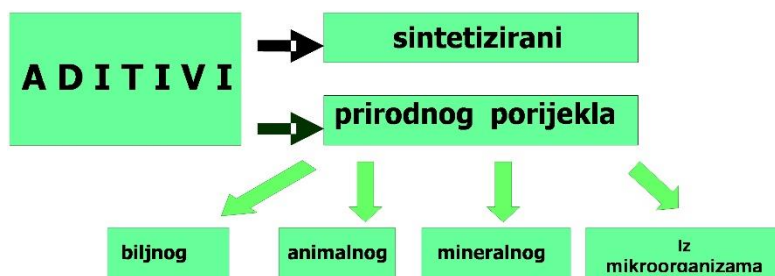
### 3. Prehrambeni aditivi

Potrebe današnjeg tržišta hrane teško je zadovoljiti proizvodom od mesa dostatne kvalitete i senzornih odlika bez uporabe aditiva. Prehrambeni aditivi tehnološka su nužnost u industrijskoj proizvodnji prerađene hrane, pa tako i mesnih proizvoda. Teško je u slobodnoj prodaji naći hranu koja ih ne sadržava (Katalenić, 2008).

Prema Zakonu o prehrambenim aditivima, aromama i prehrambenim enzimima (Narodne novine 39/13) aditiv se definira kao tvar koja se sama po sebi ne konzumira kao hrana, niti je prepoznatljiv sastojak određene hrane bez obzira na hranjivu vrijednost, a čije je dodavanje hrani namjerno zbog tehnoloških razloga u proizvodnji, preradi, pripremi, obradi, pakiranju, prijevozu ili skladištenju, i ima za posljedicu da će aditiv ili njegov derivat izravno ili neizravno postati sastojak hrane.

Aditivi koji su netoksični, i za koje je dokazano da donose koristi potrošačima i industriji općenito su prihvaćeni za upotrebu u proizvodnim pogonima prehrambenih industrija (Magnuson i sur., 2013). Aditivi se moraju tehnološki opravdano koristiti, a primjenjuju se u svrhu konzerviranja, emulgiranja, pojačavanja okusa, stabilizacije i drugih namjena.

Podjela prehrambenih aditiva vrši se na temelju nekoliko parametara, od kojih su najčešći porijeklo (slika 3.1.) i funkcionalna svojstva. Temeljem svojih tehnoloških svojstava aditivi se dijele na 22 kategorije, od kojih su za mesno-prerađivačku industriju najvažniji konzervansi, antioksidansi, zakiseljivači, pojačivači okusa, bojila, fosfati, stabilizatori, zgušnjivači i emulgatori (Katalenić, 2008).



Slika 3.1. Podjela aditiva prema porijeklu

Izvor: <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/aditivi-podjela-vrste>

Monosaharidi, disaharidi i oligosaharidi, osušena ili koncentrirana hrana, uključujući arome dodane tijekom pripreme složenih proizvoda, tvari za pokrivanje ili oblaganje hrane, pektin, baze za žvakaće gume, bijeli i žuti dekstrin, modificirani škrob, amonijev klorid, krvna plazma, jestiva želatina, hidrolizati bjelančevina i njihove soli, mliječne bjelančevine, gluten, aminokiseline i njihove soli koje nemaju tehnološku funkciju (osim glutaminske kiseline, glicina, cisteina, cistina i njihovih soli), kazeinati, kazein i inzulin ne smatraju se prehrambenim aditivima.

Nadalje, kemijska oštećenja ili kontaminanti (poput metala, metaloida, ostatka pesticida, alfatoksina), neželjeni mikroorganizmi, tvari koje se dodaju hrani radi poboljšanja njene hranjive vrijednosti, biljni začini i njihovi ekstrakti, fermenti te kuhinjska sol i slične tvari ne smatraju se aditivima (Katalenić, 2008).

Kako bi se potrošačima olakšalo informiranje o prisutnim aditivima u hrani koju planiraju kupiti, uveden je sustav označavanja aditiva E-brojevima (tablica 3.1.). Osim lakše evidencije, E-broj služi i kao potvrda da je aditiv toksikološki provjeren i zdravstveno ispravan. Arome i enzimi, kao i ostale aditivima slične tvari, nemaju E-broj i označavaju se na drugi način.

Tablica 3.1. Numeriranje aditiva

<b>Aditiv</b>	<b>E-broj</b>
Bojila	100 – 181
Konzervansi	200 – 285 i 1105
Antioksidansi	300 – 340
Zgušnjivači / emulgatori	322, 400 – 499, 1400 – 1451
Pojačivači okusa	600 – 650
Zaslađivači	420, 421, 950 – 970
Regulatori kiselosti	različiti brojevi

Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Kako bi se zaštitilo ljudsko zdravlje snižavanjem rizika od toksičnosti, potrebno je prehrambene aditive koristiti u dozvoljenim, zdravstveno sigurnim granicama. Sukladno tome, neophodno je poznavanje sljedećih pojmova:

- *Quantum satis* - načelo koje govori da nije određena gornja granica količine pri primjeni određene tvari. Isto tako, pod uvjetom da se potrošač ne dovodi u zabludu, označena tvar se koristi do postizanja željenog učinka.
- NOAEL granica (engl. *No observed adverse effect level*) - maksimalna količina ili koncentracija određene tvari (aditiv) pri kojoj nisu zabilježeni štetni učinci po zdravlje
- LOAEL granica (engl. *Lower observed adverse effect level*) - minimalna količina ili koncentracija određene tvari (aditiv) pri kojoj su zabilježeni štetni učinci po zdravlje
- ADI (engl. *Acceptable daily intake*) - količina određene tvari kojom osoba može biti izložena na dnevnoj bazi kroz duži vremenski period bez štetnog djelovanja na zdravlje

### 3.1. Zakonska legislativa u primjeni aditiva

Kako bi se osiguralo učinkovito funkcioniranje unutarnjeg tržišta koje istovremeno održava visoku razinu zaštite zdravlja i interesa potrošača, potrebno je kontrolirati uporabu prehrambenih aditiva legislativama.

Zakonom o prehrambenim aditivima, aromama i prehrambenim enzimima se utvrđuju nadležna tijela i njihove zadaće, službene kontrole i načini postupanja, te izvještaj nadležnih tijela i Europske komisije. Utvrđene su obaveze službenih laboratorija i subjekata u poslovanju s hranom kako bi se provele:

- Uredba (EZ) br. 1333/2008
- Uredba Komisije (EU) br. 231/2012
- Uredba (EU) br. 1332/2008
- Uredba (EZ) br. 1334/2008
- Provedbena Uredba Komisije (EU) br. 872/2012
- Uredba (EZ) br. 1331/2008
- Uredba Komisije (EU) br. 234/2011
- Uredba (EZ) br. 2065/2003
- Uredba (EZ) br. 627/2006

Nadležno tijelo za provedbu Zakona je Ministarstvo nadležno za zdravlje, dok je za inspekcijski nadzor nadležan Državni inspektorat. Pravilnik o prehrambenim aditivima propisuje dopuštenost uporabe i zahtjeve za prehrambene aditive. Utvrđuju se liste odobrenih aditiva, uvjeti korištenja aditiva u hrani, način označavanja aditiva koji se stavljaju na tržište te kriterij čistoće za aditive. Pravilnik sadrži odredbe koje su u skladu sa:

- Uredba Komisije (EU) br. 1129/2011
- Uredba Komisije (EU) br. 1130/2011
- Uredba Komisije (EU) br. 1131/2011
- Uredba Komisije (EU) br. 232/2012
- Uredba Komisije (EU) br. 231/2012

Međunarodno znanstveno povjerenstvo eksperata FAO/WHO Ujedinjenih naroda (JECFA) zemljama članicama predlaže da za pojedine aditive obave toksikološku evaluaciju, odrede ADI, te utvrde količinu i vrstu hrane u kojoj se koriste. Zakon o prehrambenim aditivima, aromama i enzimima nalaže da je u Republici Hrvatskoj nadležno tijelo Ministarstvo zdravlja, koje donosi Pravilnik o prehrambenim aditivima. Glavni zadatak Hrvatske agencije za hranu (HAH) je procjena rizika aditiva, dok službene kontrole obavlja Državni inspektorat.

## 4. Aditivi u mesnoj industriji

### 4.1. Konzervansi

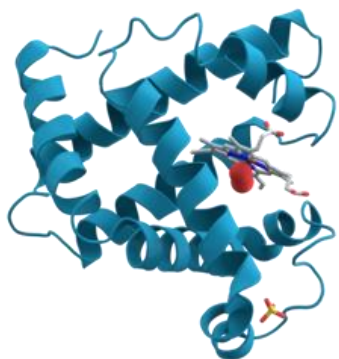
Djelovanje endogenih enzima, oksidacija, mikroorganizmi, temperatura i kisik samo su neki od brojnih čimbenika kojima se pripisuje kvarenje mesa. Prema Lovriću i sur. (2003.) konzerviranje obuhvaća procese koji nastoje što dulje očuvati kvalitetu proizvoda i spriječiti njegovo kvarenje. Budući da većina aditiva za konzerviranje ima bakteriostatsko djelovanje, njihovom primjenom se sprječava i usporava aktivnost mikroorganizama odgovornih za kvarenje. Konzerviranje mesa se postiže tako da se stvore uvjeti nepovoljni za rast i razvoj mikroba i njihovih spora (Kovačević, 2017). Soljenje i salamurenje su dva najčešća načina produljenja roka trajanja proizvoda. Kuhinjska sol (NaCl) vodi se kao jedan od najstarijih i najvažnijih dodataka hrani, ali službeno nema status prehranbenog aditiva. Tehnološka važnost soli opisuje se u njenim brojnim funkcionalnim ulogama poput pojačavanja okusa, aktivacije proteina, poboljšanja strukture i snižavanja aktiviteta vode. Prema Desmondu (2006.) količina soli u izradi kobasica najčešće iznosi 1,1 g/ 100 g, a pri izradi salama 4,6 g/ 100 g proizvoda. Dodatkom NaCl-a regulira se aktivitet vode, osmotski tlak i elektrolitska nestabilnost, te se na taj način inhibira rast mikroorganizama u i na mesnim proizvodima tijekom skladištenja (Bidlas i Lambert, 2008). Prema Hammu (1972.) dodatak soli povećava negativni naboj proteina, što snižava pH na kojoj je izoelektrična točka. Dok sol poticajno djeluje na aktivnost gram pozitivnih bakterija, istodobno se stvaraju nepovoljni uvjeti za gram negativne bakterije (Feiner, 2006). Pri izradi suhomesnatih proizvoda, kobasica i mesnih konzervi, konzervacija se postiže salamurenjem. Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (NN 62/2018) dimljena šunka, lopatica, pečenica, vratina, slanina, kao i kuhana šunka i šunka u ovitku moraju imati okus i miris svojstven salamurenom mesu. Koristi se smjesa kuhinjske soli, nitrita, nitrata, askorbinske kiseline i drugih sastojaka (Daničić, 2020).

#### 4.1.1. Nitriti i nitrati

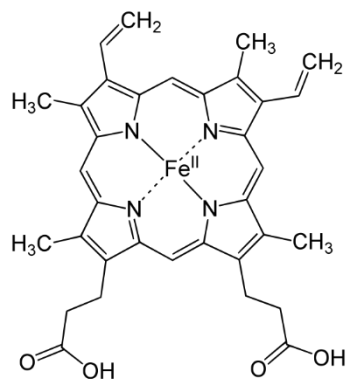
Najpoznatiji i najviše korišteni konzervansi u mesnoj industriji su nitriti i nitrati, koji su bitan čimbenik u preradi suhomesnatih proizvoda i sporo fermentirajućih kobasica. Kemijski gledano, nitrati su soli dušične (nitratne) kiseline ( $\text{HNO}_3$ ), dok su nitriti konjugirana baza dušikaste (nitritne) kiseline ( $\text{HNO}_2$ ). U praksi nitrata najčešće nalazimo u obliku natrijevih ( $\text{NaNO}_3$ ), odnosno kalijevih ( $\text{KNO}_3$ ) soli, koji se označavaju E251, odnosno E252. Slično tome, nitriti također dolaze u dva oblika, kao natrijev nitrit ( $\text{NaNO}_2$ ) koji se označava E250, te kalijev nitrit ( $\text{KNO}_2$ ) koji nosi oznaku E249. Njihova primjena tehnološki je opravdana zbog dokazanog multifunkcionalnog djelovanja na meso. Nitriti poboljšavaju okus, inhibiraju rast mikroorganizama i efektivno kontroliraju užeglost (ranketljivost) masti inhibiranjem oksidacije lipida (Pearson i Gillett, 1996). Nitrati imaju zabilježen antimikrobni utjecaj i utjecaj na formiranje okusa proizvoda, ali prvenstveno služe kao izvor nitrita, u koje se reduciraju pomoću određenih denitrificirajućih bakterija.



Crvena boja mesa najvećim dijelom se pripisuje crvenom mišićnom pigmentu mioglobinu (slika 4.1.). Mioglobin je sarkoplazmatski protein koji uz manifestaciju boje ima ulogu reverzibilnog vezanja kisika. Sastoji se od jednog lanca globina i jednog hema (slika 4.2.), koji je funkcionalna skupina i osnova za boju.



Slika 4.1. Struktura mioglobina



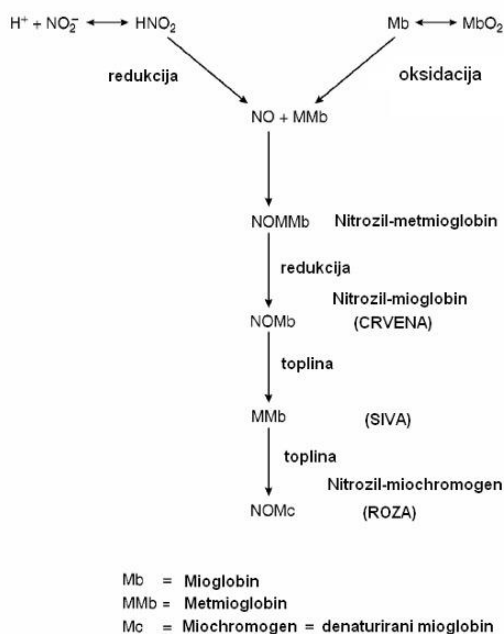
Slika 4.2. Struktura hema

Izvor: <https://sh.wikipedia.org/wiki/Mioglobin> Izvor: <https://bs.wikipedia.org/wiki/Hem>

Mioglobin se u mesu nalazi u više oblika, a najčešće ga nalazimo u tri oblika: izvorni mioglobin, oksimioglobin i metmioglobin. Stanje mioglobina ovisi o valenciji željezovog (Fe) iona, jer ono uvjetuje koji ligand se veže na 6. koordinatno mjesto u prstenu protoporfirina, odnosno hema. Oksimioglobin ( $\text{MbO}_2$ ) nastaje vezanjem kisika na hem, dok je željezo u fero formi ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Ovaj oksigenirani pigment manifestira svijetlocrvenu boju, te se uočava na svježem mesu ostavljenog na zraku nekoliko minuta od rezanja. Metmioglobin (MMb) nastaje oksidacijom fero forme željeza u feri formu ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Pojavljuje se zbog nedostatka reducirajućih komponenti u mišićima, a karakteriziran je tamnosmeđom (tamnocrvenom) bojom.

Boja gotovog proizvoda bitan je pokazatelj uspješnosti same proizvodnje, kao i važan čimbenik u potrošačevoj odluci o kupnji proizvoda. Sukladno tome, u proizvodnji salamurenih mesnih proizvoda se primjenjuju nitriti i nitrati s ciljem stvaranja žarko crvene boje, koja se nakon termičke obrade manifestira kao roza. Jedan od značajnijih učinaka nitrita na konzervirano meso i mesne proizvode je stabilizacija crvene boje salamurenog mesa koja se razvija nizom reakcija od metmioglobina do nitrozilmioglobina (slika 4.3.) (Andree i sur., 2010). U kiselom mediju  $\text{HNO}_2$  se disocira dajući dušikov (II) oksid (NO), dok se uslijed pro-oxidativnog djelovanja nitrita crveni mioglobin pretvara u smeđi metmioglobin. Dobiveni dušikov oksid i metmioglobin spajaju se u nitrozil-metmioglobin (NOMMb), koji se redukcijom pretvara u nitrozil-mioglobin (NOMb), supstancu odgovornu za svijetlocrvenu boju konzerviranog mesa. Termičkom obradom dolazi do denaturacije nitrozil-mioglobina u nitrozil-miochromogen, koji manifestira rozu boju mesa. Pri proizvodnji fermentiranih kobasica razvoj salamurene boje mesa se pospješuje dodatkom NaCl-a i određenih zakiseljivača. Poznato je da se pri nižim pH vrijednostima (5,2 – 5,5) stvara veća količina dušikova (III) oksida ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) zbog prisutnosti više molekula nedisocirane dušikaste kiseline.

S druge strane, sol stvara nitrozil-klorid (NOCl) koji je jači prekursor NO od  $N_2O_3$ , posljedično ubrzavajući formiranje nitrozilmioglobina.



Slika 4.3. Promjena boje u salamurenom mesu

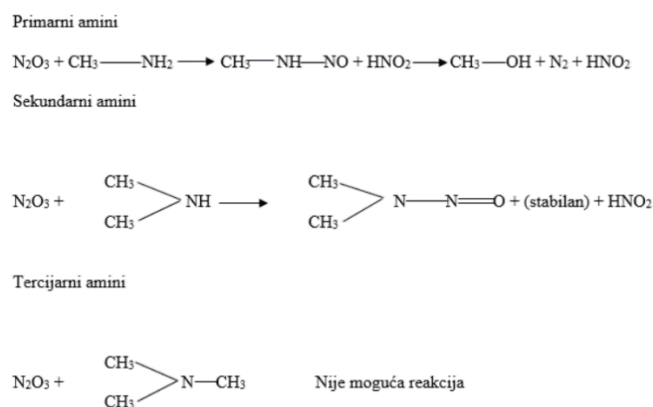
Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/Color-change-in-cured-meat-Ranken-2000\\_fig1\\_326845066](https://www.researchgate.net/figure/Color-change-in-cured-meat-Ranken-2000_fig1_326845066)

Osim formiranja poželjne boje fermentiranog mesa, nitriti i nitrati imaju zapaženu antimikrobnu ulogu, zbog čega se dodaju u kombinaciji s drugim faktorima radi unapređenja mikrobiološke ispravnosti proizvoda (Pichner i sur., 2006). Primarni razlog dodavanja je inhibicija sporulirajućih gram pozitivnih bakterija *Clostridium botulinum*, koje nakon konzumacije proizvode neurotoksine izazivajući intoksikacijski botulizam. Zapaženo je da nitriti također imaju utjecaj na druge bakterije prisutne u mesu. Vrlo efikasno djeluju na suzbijanje *Clostridium botulinum*, ali ne na *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Streptococcus lactis* i *Streptococcus faecalis* (Davidson i sur., 2005). Prema Karolyi-u (2003.) nitrit u formi nedisocirane nitritne kiseline prelazi ionsku barijeru stanične membrane, te na taj način narušava djelovanje bakterijske stanice. Dušikov (II) oksid se veže na ion željeza u bakterijskoj stanici i na taj način ugrožava njezine procese, pritom stvarajući peroksid dušika kojeg karakterizira citotoksično djelovanje. Poznato je da je antimikrobni učinak nitrita značajniji na gram pozitivne bakterije, međutim učinkovitost protiv gram negativnih bakterija također je značajna (Pichner i sur., 2006).

Tehnološki značaj dodatka nitrita primjećuje se i u njegovom antioksidativnom djelovanju, koje se temelji na izdvajanju kisika i vezanju na ione željeza u mioglobinovom kofaktoru hemu (Honikel, 2004). Budući da ioni željeza stvaraju čvrste veze s nitritima, njihovo prooksidativno djelovanje nije moguće, odnosno ioni Fe nisu dostupni za poticanje oksidacije

lipida (Andree i sur., 2010). 2023. godine Europski parlament donosi uredbu (EZ) br. 2108/2023 kojom se propisuje smanjenje (od 9. listopada 2025.) koncentracija nitrita i nitrata u trajnim kobasicama na 80 i 90 mg/kg.

Korištenje nitrita i nitrata u proizvodnji mesnih proizvoda kod današnjih potrošača budi nesigurnosti vezane za zdravlje zbog potencijalnih rizika vezanih uz tvorbu nekih kancerogenih spojeva. U ljudskom organizmu uslijed razgradnje aminokiselina prisutni su određeni metaboliti poput sekundarnih amina i amida. Dokazano je da nitriti sadrže potencijal stvaranja dušikovih nitrozospojeva koji se označavaju kao kancerogeni (slika 4.4.). Navedeni spojevi se dijele u dvije skupine: nitrozoamini i nitrozoamidi. Procjenjuje se da 45% do 75% ukupne izloženosti N nitrozo spojevima potječe od endogene produkcije (Karolyi, 2003.). Eskandari i sur. (2013.) navode da askorbinska kiselina i askorbati imaju inhibitorni učinak na stvaranje nitrozoamina mehanizmom kompeticije amina s nitrozacijskim agensom. Uz pravilno doziranje nitrita i korištenje askorbata, današnji proizvodi sadrže male količine rezidualnih nitrita, i kao takvi su zdravstveno sigurni.



Slika 4.4. Stvaranje nitrozoamina

Izvor: prilagođeno prema Dikeman i Devine 2014.

#### 4.1.2. Ostali konzervansi

Sorbinska (E200) ili 2,4-heksadienolna kiselina je mononezasićena masna kiselina koja se koristi kao konzervans. Sorbinska kiselina zajedno s njezinim solima, kalijev sorbat (E202) i kalcijev sorbat (E203) inhibitorno djeluju na plijesni i neke bakterije iz rodova *Salmonella*, *Clostridium* i *Staphylococcus* (Davidson i sur., 2002, Emerton i Choi, 2008). Neutralan okus i miris važna je karakteristika sorbata, budući da njihov dodatak u proizvod dodatno ne utječe na senzorska svojstva (Bajčić i sur., 2021). Kovačević (2014.) navodi da se kalijev sorbat u 5%-tnoj vodenoj otopini koristi za uklanjanje plijesni s površine kulena.

Nizin je prirodno sredstvo za konzerviranje s antibakterijskim djelovanjem. Proizvode ga bakterije mliječne kiseline, a učinkovito djeluje na patogene gram-pozitivne bakterije poput *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* i *Bacillus cereus* (Lay i sur., 2016). Termostabilan je i hidrofoban, a aktivnost mu se povećava u kombinaciji s mliječnom

kiselinom. Da Costa i sur. (2019.) navode da je uporaba nizina u industriji ograničena zbog slabe topljivosti u mesu i nedjelotvornosti na gram-negativne bakterije.

Natamicin je prirodni konzervans dobiven od *Streptomyces natalensis* i *Streptococcus lactis*. Njegova fungicidna svojstva djelotvorna su već pri koncentracijama od 5 – 10 mg/kg (Ačkar i Rot, 2019). Prema Fišeri i sur. (2015.) proizvod se potapa u otopinu s natamicinom, ili se on raspršuje po površini, dok Pipek i sur. (2010.) navode uporabu putem tretiranja ovitaka prije punjenja kobasica. Ostali konzervansi i dopuštene količine navedeni su u tablici 4.1.

Tablica 4.1. Ostali konzervansi u mesnoj industriji

Konzervansi	E-broj	Dopuštena količina
Sorbinska kiselina, sorbati, benzojeva kiselina, benzoati i hidroksibenzoati	E200-E219	<i>quantum satis</i>
Sumporov dioksid i sulfiti	E220-E228	450 mg/kg SO <sub>2</sub>
Natamicin	E235	1 mg/dm <sup>2</sup>
Lizozim	E1105	<i>quantum satis</i>

Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

## 4.2. Fosfati

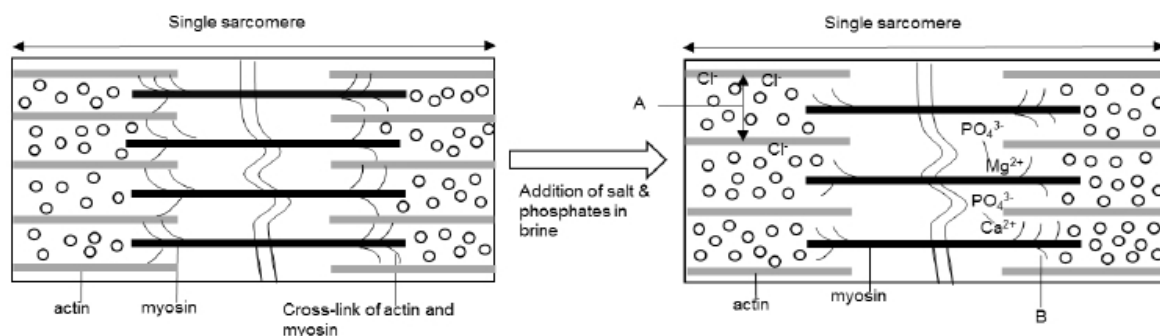
Gledajući funkcionalnost prehrambenih aditiva korištenih u mesnoj industriji, uz nitrite važnu ulogu imaju fosfati, odnosno polifosfati. Slično nitritima, i fosfati imaju široki raspon djelovanja na proizvod. Osim što poboljšavaju vezanje vode, što im je glavna uloga, u mesnoj industriji služe i za povećanje topivosti bjelančevina, te imaju emulzifikacijski i antimikrobni učinak (Bach i sur., 2011). Fosfati koji se koriste u industriji su soli fosforne kiseline i kalija ili natrija, koji se ovisno o broju prisutnih fosfora dijele na mono- (orto-), di- (piro), tri-, i polifosfate (tablica 4.2.). Od navedenih u primjeni su dominantni bazični (alkalni) polifosfati, čiji predstavnik je natrijev polifosfat, linearni polimer sastavljen od tri fosfatne jedinice.

Tablica 4.2. Fosfati u mesnoj industriji

Skupina	Fosfat	E-broj	Dopuštena količina (g/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Monofosfat	Natrijeve soli (MSP, DSP, TSP)	E339	5
	Kalijeve soli (MKP, DKP, TKP)	E340	
	Kalcijeve soli (mono, di, tri)	E341	
	Magnezijeve soli (mono, di, tri)	E343	
Difosfat	Natrijeve soli	E450	5
	Kalijeve soli	E450	
Trifosfat	Natrijeve soli	E451	5
	Kalijeve soli	E451	
Polifosfat	Natrijeve soli	E452	5

Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Prema Hourantu (2004.) primjena fosfata i polifosfata temeljena je na emulgirajućim svojstvima, sekvestrantnom djelovanju, velikoj moći disperzije i visokom kapacitetu zadržavanja vode. Povećana sposobnost vezanja vode (SVV) rezultat je povećanog broja slobodnih funkcionalnih skupina aminokiselina, čija je koncentracija povećana uslijed djelovanja fosfata. Svi fosfati imaju sposobnost čvrstog vezanja na vanjski dio proteina koje uzrokuje bubrenje proteinskog matriksa (Roncales, 2015). Tehnološka važnost fosfata očituje se u njihovoj mogućnosti slabljenja elektrostatskih veza unutar aktinomiozinskog kompleksa (vezivanjem fosfatnih aniona uz  $Mg^{2+}$  i  $Ca^{2+}$  ione), te njegovu disocijaciju u zasebna vlakna (slika 4.5.) (Roncales, 2015).



Slika 4.5. Utjecaj fosfata na strukturu mišićnih miofibrila

Izvor: [https://scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-15892018000200001](https://scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892018000200001)

Nekoliko ključnih svojstava koja utječu na odabir prikladne smjese fosfata u mesno-prerađivačkoj industriji jesu pH vrijednost, topivost fosfata, te njihov utjecaj na proteine prisutne u mišićima (Long i sur., 2011). Većina fosfata povećava pH proizvoda zbog svoje alkalnosti, čime se pH udaljava od izoelektrične točke proteina, te sukladno tome i povećava sposobnost vezanja vode (Thorarinsdottir i sur., 2001). Različiti proizvodi zahtijevaju različite smjese fosfata. Pri proizvodnji hrenovki i ostalih proizvoda fine emulzije biraju se kratkolančani fosfati koji imaju pH vrijednost 7–7,5, dok se kod salamurenih šunki koriste smjese fosfata s pH vrijednostima oko 9 (Feiner, 2006).

Zamijećeno je da fosfati i polifosfati u mesnim proizvodima imaju i antioksidacijsko djelovanje. Sinergističko djelovanje s određenim antioksidansima, poput butiliranog hidroksianisola (BHA) i butiliranog hidroksitoulena (BHT), olakšava keliranje metalnih iona, te je posljedično tome oksidacija masti inhibirana. (Li i sur., 2022).

Dodatni tehnološki benefiti primjene fosfata očituju se većoj sočnosti proizvoda zbog većeg vezanja vode, lakšem narezivanju, te u većoj stabilnosti emulzije zbog većeg izdvajanja proteina topivih u vodi. Fosfati se u salamuru dodaju prije svih drugih aditiva jer im je potrebna velika količina slobodne vode kako bi se u potpunosti otopili (Feiner, 2006).

Primjena polifosfata tehnološki je opravdana zbog njihovog multifunkcionalnog djelovanja na proizvod, međutim pretjerane količine fosfora u gotovom proizvodu utječu na njegovu zdravstvenu ispravnost. Budući da većina hrane ima zadovoljavajući sadržaj fosfora,

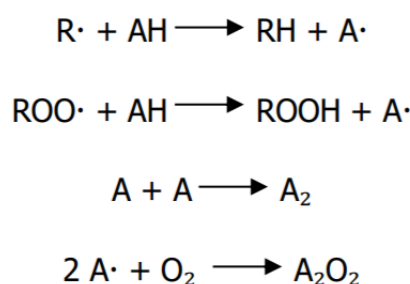
te ga nije potrebno unositi dodatnom konzumacijom, prekomjerni unos fosfora može imati negativne posljedice na zdravlje. Teško je razlučiti količinu dodanog fosfora u gotovom proizvodu od one prirodno prisutne. Ukupna količina fosfata i polifosfata za različite proizvode izražava se u obliku P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, te ju određuju propisi EU i hrvatski propisi o aditivima. Pravilnikom o prehranbenim aditivima (NN RH 62/2010) propisana je razina polifosfata u mesnim proizvodima od 5 g/kg. Većina mesnih industrija, zbog velikih količina fosfata nastalih razgradnjom ATP-a, uobičajeno dodaje male količine fosfata, do 1 mg/kg (Roncales, 2015).

### 4.3. Antioksidansi

Prema Pateiru i sur. (2018.) nepoželjni okusi i mirisi proizvoda rezultat su pojave hlapljivih spojeva aldehida, ketona, kiselina i alkohola, koje je stvorio vodikov peroksid uslijed oksidacije lipida.

Antioksidansi su prirodni ili sintetički aditivi koji se primjenjuju u proizvode s ciljem inhibicije oksidacijskih promjena, odnosno poboljšanja prirodne održivosti masti. Osim konzervirajućeg djelovanja, antioksidansi pozitivno utječu na okus proizvoda, te poboljšavaju stabilnost boje. S obzirom na ograničenu ponudu prirodnih antioksidansa, osim ekstrakta ružmarina, većina primjene u industriji se temelji na sintetičkim oblicima (Carocho, i sur. 2018).

Slobodni aktivirani radikali masne kiseline ili slobodni radikali peroksida u želji za stabilizacijom rado primaju elektron od drugih molekula. Antioksidansi prepuštaju svoj elektron ili atom vodika čime se prekida lančana reakcija i usporava oksidacija (Farmer i sur., 1942).



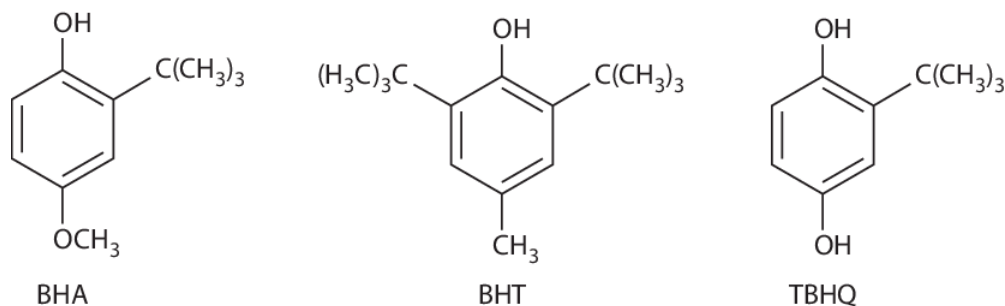
Slika 4.6. Mehanizam djelovanja antioksidansa

Izvor: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-1143-8\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-1143-8_4)

Na slici 4.6. prikazana je shema mehanizma djelovanja antioksidansa, u kojoj su slovom R označeni slobodni radikali masne kiseline, ROO označava slobodni radikal hidroperoksida, a antioksidansi s AH. Nastali spojevi A<sub>2</sub> i A<sub>2</sub>O<sub>2</sub> usporavaju daljnji proces oksidacije.

Askorbinska kiselina, mješavina tokoferola, izoaskorbinska kiselina i natrijev izoaskorbat jesu najčešće korišteni antioksidansi (Martinez i sur., 2006). Askorbinska kiselina, najviše korišteni askorbat, dolazi u kombinacijama s sintetičkim BHA ili BHT jer povećava njihov

antioksidativni kapacitet zahvaljujući svojoj sposobnosti regeneracije drugih antioksidansa (Carocho i sur. 2018.). Prema Miuri i sur. (2015.) primjena izoaskorbinske kiseline otprilike je jednaka askorbinskoj kiselinu. Najaktivnije izoforme vitamina E,  $\alpha$ -tokoferoli i  $\beta$ -tokoferoli, koriste se zajedno s askorbinskom kiselinom, koja ih regenerira, stvarajući sinergistički učinak. Wang i sur. (2015.) tvrde da su sve forme tokoferola topive u vodi i imaju antagonistički učinak na ružmarinsku i kofeinsku kiselinu.



Slika 4.7. Strukture sintetskih antioksidansa

Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/Structures-of-the-synthetic-phenolic-antioxidants-BHA-BHT-and-TBHQ\\_fig2\\_294891001](https://www.researchgate.net/figure/Structures-of-the-synthetic-phenolic-antioxidants-BHA-BHT-and-TBHQ_fig2_294891001)

Mesna industrija se često oslanja na sintetičke antioksidanse poput BHA i BHT (slika 4.7.). Pateiro i sur. (2018.) navode da se najviše koriste u proizvodnji kobasica, u kombinaciji s drugim antioksidansima. Kao i ostali antioksidansi, imaju ulogu uklanjanja slobodnih radikala i inhibicije oksidacije lipida. U najpoznatije i najkorištenije sintetske antioksidanse, uz BHA i BHT, se svakako ubraja i tercijarni-butilhidrokinon (TBHQ). Budući da korištenje sintetskih antioksidansa nije sigurno zbog mogućeg lošeg utjecaja na zdravlje, njihova primjena zakonski je regulirana.

Tablica 4.3. Antioksidansi u mesnoj industriji

Antioksidans	E-broj	Dopuštena koncentracija (mg/kg)
Askorbinska kiselina	E300	quantum satis
Mješavina tokoferola	E306	quantum satis
Izoaskorbinska kiselina	E315	500
Natrijev izoaskorbat	E316	500 kao kiselina
Tercijarni-butilhidrokinon	E319	0,7
Butil-hidroksianisol	E320	0,4 u konačnom proizvodu
Butil-hidroksitoulen	E321	0,4 u konačnom proizvodu
Kalijev laktat	E326	quantum satis
Ekstrakt ružmarina	E392	100

Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

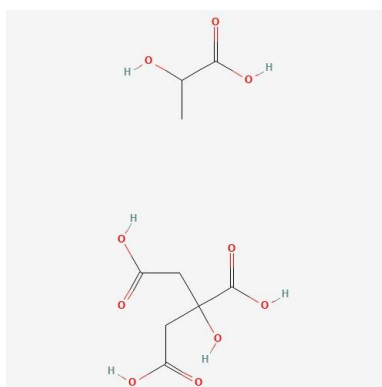
Od širokog spektra antioksidansa korištenih u mesnoj industriji, jedino askorbinska kiselina, tokoferoli i kalijev laktat nemaju maksimalnu dopuštenu količinu u primjeni, što je vidljivo u tablici 4.3.

## 4.4. Zakiseljivači

Acidifikacija mesa u procesima fermentacije se događa i bez dodatka zakiseljivača, kao rezultat djelovanja prisutnih mikroorganizama. Prilikom izrade mesnih proizvoda zakiseljivači imaju brojne uloge: postizanje oštrijeg i kiselijeg okusa, povećanje održivosti, omekšavanje mesa, denaturacija proteina, inhibicija mikrobnog rasta i enzimskih reakcija, kao i povećanje gubitka vode u sušenim proizvodima (Mills, 2004). S obzirom na to da pH vrijednost izravno utječe na svojstva poput kapaciteta vezanja vode, funkcionalnosti proteina i boje, važno je pravovremeno organizirati proces zakiseljavanja uz primjenu ispravnih količina aditiva kako bi se izbjegli mogući štetni učinci na proizvod.

Vrijednost pH mesa *post mortem* iznosi 5,6 – 5,8, te je nedovoljno snižena za postizanje izoelektrične točke proteina (Mills, 2014). Prema Novaku i Havličeku (2016.) izoelektrična točka mišićnih proteina definira se kao vrijednost pH pri kojoj je ukupan naboj proteina jednak nuli. Dodatkom zakiseljivača postiže se izoelektrična točka, što posljedično rezultira izraženijom denaturacijom proteina. Izoelektrična točka većine aminokiselina je u rasponu pH od 4 do 7. Prema Millsu (2014.) pad pH do izoelektrične točke ostavlja posljedice na proteinima u pogledu slabijeg vezanja vode i slabije tvorbe gel stanja mesa.

Mliječna kiselina, limunska kiselina i u manjoj mjeri glukon-delta-lakton su najkorišteniji zakiseljivači u mesno-prerađivačkoj industriji (Mills, 2014), dok su u skupini rjeđe korištenih octena kiselina, fumarna kiselina (E297) i fosforna kiselina. Mliječna kiselina (slika 4.8.) se dodaje u proizvode koji se namjeravaju natjecati s prirodno fermentirajućim proizvodima, zbog sličnosti senzornih svojstava s onima koje daju bakterije u proizvodima s prirodnom fermentacijom. Nedostatak uporabe mliječne kiseline je njena visoka cijena, stoga se proizvođači okreću limunskoj kiselini (slika 4.8.) kao jeftinijoj alternativni (Mills, 2014). Prema Millsu (2014.) dodatak limunske kiseline češći je u proizvodima gdje su potrebni antioksidativni učinci, budući da veže ione metala i na taj način djeluje kao kelacijsko sredstvo. Uslijed brzog spuštanja pH vrijednosti i denaturacije proteina, limunska kiselina se može primijeniti obložena lipidnim prekrivačem, što usporava acidifikaciju (Feiner, 2006). Na taj se način izbjegava opasnost od kiselog okusa, nedovoljnog razvijanja boje i zarobljavanja vode unutar denaturiranih proteina.

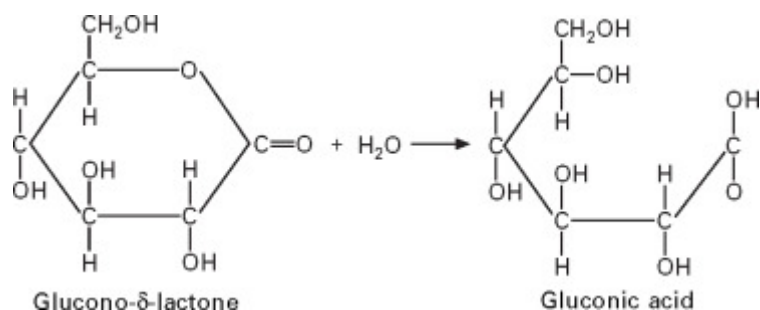


Slika 4.8. Struktura mliječne (gore) i limunske kiseline (dolje)

Izvor: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Citric-Acid-Lactic-Acid>



Glukon-delta-lakton (GDL) je ester glukonske kiseline koji se u reakciji s vodom u mesu hidrolizira u glukonsku kiselinu, te na taj način snižava pH mesa (Al-Hatim i sur., 2021). Proces hidrolizacije vidljiv je na slici 4.9. GDL se odlikuje niskom stopom zakiseljavanja proizvoda; jedan gram snižava pH vrijednost za 0,1 jedinicu, što je tri puta manje od učinka limunske kiseline. Zbog malog utjecaja na zakiseljavanje izbjegava se opasnost nagle acidifikacije i dehidracije mesa, te omogućuje proizvodu oponašanje prirodne acidifikacije fermentiranih proizvoda (Mills, 2014). Međutim, potrebno je obratiti dodatnu pozornost prilikom doziranja zbog činjenice da se meso zakiseljuje dokle god su prisutni GDL ili slobodna voda. Juncher i sur. (2000.) navode kako zakiseljavanje uporabom GDL-a zajedno s mliječnom kiselinom značajno poboljšava oksidativnu stabilnost proizvoda i rezultira višim intenzitetom crvene boje.



Slika 4.9. Hidrolizacija GDL-a

Izvor: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/glucono-delta-lactone>

Pravovremeno dodavanje zakiseljivača ima veliku tehnološku važnost. Prijevremen dodatak zakiseljivača, u početnoj fazi miješanja mesa, rezultira slabijim povezivanjem mesnog tijesta. Prema Millsu (2014.) pred kraj procesa miješanja dodaju se GDL ili enkapsulirane kiseline da bi se izbjegao proizvod nedostatnih senzornih odlika. Mills (2014.) navodi da su enkapsulirane kiseline obložene lipidnim omotačem koji se postupno razgrađuje tek prilikom toplinske obrade. U tablici 4.4. vidljivo je da većina zakiseljivača nema određenu gornju granicu količine pri primjeni, osim fosforne kiseline koja ne smije prelaziti 5 g/kg.

Tablica 4.4. Zakiseljivači u mesnoj industriji

Zakiseljivač	E-broj	Dopuštena koncentracija
Octena kiselina	E260	<i>quantum satis</i>
Mliječna kiselina	E270	<i>quantum satis</i>
Limunska kiselina	E330	<i>quantum satis</i>
Fosforna kiselina	E338	5 g/kg
Glukon-delta-lakton	E575	<i>quantum satis</i>

Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

## 4.5. Pojačivači okusa

Roncales (2015.) navodi primjenu pojačivača okusa pri proizvodnji mesnih proizvoda s nedostatnim procesom fermentacije. Većina potrošača teži "umami" okusu mesa, koji se opisuje kao mesni i slankast okus smanjenih gorkih nota s vrlo malim utjecajem na slatko ili kiselo. Pojačivači okusa sami nemaju okus ni miris, ali osiguravaju željene intenzivnije i punije okuse stimulirajući receptore na jeziku i većom tvorbom sline. Izrada pojačivača okusa vrši se hidrolizom proteina dobivenih iz raznih proteinskih materijala poput soje, ekstrakta kvasaca, mliječnih proteina ili krvnog seruma.

Najpoznatiji pojačivač okusa je glutaminska kiselina (E620), a posebno se ističu njezine soli: natrijeva (E621), kalijeva (E622), kalcijeva (E623), amonijeva (E624) i magnezijeva (E625).

Mononatrijev glutaminat (MSG) nastaje kompletnom hidrolizom proteina s velikim udjelom glutaminske kiseline, te bilježi najveću primjenu od svih soli glutaminske kiseline. Zbog česte pojave nehomogenog okusa uslijed primjene natrijevog glutaminata samostalno, on se koristi u kombinaciji s drugim pojačivačima koji nadopunjuju okus.

Kako raste komercijalna primjena pojačivača okusa, provode se brojna istraživanja njihovog utjecaja na zdravlje potrošača. Dok velika prisutnost MSG-a donosi veliki profit industrijskim proizvođačima, među potrošačima se javlja nesigurnost zbog mogućeg štetnog utjecaja na zdravlje (Ayad i sur., 2021).

Roncales (2015.) navodi kako se za pojačavanje okusa i ostvarivanja umami efekta na senzornim receptorima mogu koristiti i spojevi poput nukleozida i nukleotida. Ribonukleotidi poput inozin monofosfata (IMP, E630) i gvanozin monofosfata (GMP, E626) imaju izraženi sinergistički učinak s MSG-om, te imaju 40 do 50 puta jači učinak od mononatrijevog glutaminata. Uz navedene derivate gvanilne i inozinske kiseline, u ovu skupinu spadaju i ribonukleotidne kalcijeve i natrijeve (E634 i E635) soli, čije su dopuštene količine primjene vidljive u tablici 4.5.

Tablica 4.5. Pojačivači okusa u mesnoj industriji

Pojačivač okusa	E-broj	Dopuštena količina (mg/kg)
Glutaminska kiselina	E620	10 000
Mononatrijev glutaminat	E621	10 000
Gvanilna kiselina	E626	500
Inozinska kiselina	E630	500
Dinatrijev 5'-ribonukleotid	E635	500

Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

## 4.6. Stabilizatori, zgušnjivači, emulgatori

Devadason i sur. (2010.) navode važnost ove skupine aditiva u ujednačavanju disperzije masti i očuvanju vode u proizvodnji tijekom proizvodnog procesa i skladištenja.

Natrijev alginat je polimer prirodnih polisaharida ekstrahiranih iz smeđih algi, koji u reakciji s vodom ireverzibilno stvara termo stabilno gel stanje otopine. Zbog svojih svojstava zgušnjavanja, visoke stabilnosti i odličnih svojstava geliranja, široko se koristi u proizvodnji mesnih proizvoda kao sredstvo za stvaranje gela, zgušnjivač i stabilizator emulzije (Chen i sur., 2014). Saldana i sur. (2015.) dokazali su manje tekuće gubitke u proizvodima tipa mortadele u kojima je korišten natrijev alginat, te pozitivan utjecaj na teksturu proizvoda.

Ksantan guma je polisaharid dobiven iz gram-negativne bakterije *Xanthomonas campestris*, te prema Sanchezu i sur. (1995.) ima najveći kapacitet vezanja vode (232 mL/g) u odnosu na ostale zgušnjivače poput natrijevog alginata (25 mL/g) i guar gume (40 mL/g).

Karboksilirana celuloza je umjetan aditiv koji pri izradi salamurenih svinjskih proizvoda i pilećih hrenovki služi za stabilizaciju, zgušnjavanje i emulzifikaciju (Surendran i sur., 2019).

Tablica 4.6. Stabilizatori, zgušnjivači i emulgatori u mesnoj industriji

Stabilizatori, zgušnjivači i emulgatori	E-broj	Dopuštena količina (mg/kg)
Natrijev alginat	E401	<i>quantum satis</i>
Karagenani	E407	<i>quantum satis</i>
Guar guma	E412	<i>quantum satis</i>
Ksantan guma	E415	<i>quantum satis</i>
Karboksimetilirana kiselina	E466	<i>quantum satis</i>
Mono- i digliceridi masnih kiselina	E471	500

Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Prema tablici 4.6. vidljivo je da većina pojačivača okusa nema gornju granicu količine pri primjeni, osim monoglicerida i diglicerida masnih kiselina, čija količina ne smije prelaziti 5 g/kg.

Karagenan je vrsta biljnog ljepljiva ekstrahiranog iz crvenih morskih algi, koji u industriji imaju ulogu zgušnjivača i sredstva za formiranje gela. Građeni su od polisaharida D-glukoze i 3,6-anhidro-D-galaktoze koji formiranjem gela zadržavaju vodu u proizvodu (Trius i sur., 1996). Zahvaljujući svojoj visokoj prozirnosti, jakoj apsorpciji vode i laganom rastvaranju, karagenani imaju čestu uporabu u preradi mesa. Karagenani i modificirani škrobovi imaju ulogu veziva u proizvodnji salamurenih svinjskih proizvoda i purećih šunki. Količina dodana u mesne proizvode je uglavnom ispod 1%, od 0,1% do 0,6% težine gotovog proizvoda (Imeson, 2011).

Emulgatori stabiliziraju smjesu vode i ulja poboljšavajući pritom teksturu, okus i trajnost proizvoda, što ih čini vrlo značajnim u prehrambenoj industriji, pogotovo u mesnoj preradi (Nash i Brickman, 1972). Amfipatkse su molekule koje u svojoj strukturi sadržavaju i hidrofilne

i lipofilne krajeve, što im omogućava povezivanje vode i masti, koje se inače ne povezuju samostalno. Prema Eskinu i sur. (2001.) kontinuirani lanac mesnog tijesta se stvara kao rezultat međudjelovanja aminokiselina s nepolarnim molekulama masti i polarnim vode.

Monogliceridi i digliceridi masnih kiselina su često korišteni emulgatori u prehrambenoj industriji (Van Nieuwenhuyzen, 1981). Njihova primjena doprinosi glatkoj uniformnoj teksturi, te osigurava stabilnost što produžuje rok trajanja proizvoda. Najčešće se koriste u izradi hrenovki, jetrenih kobasica, jetrenih pašteta i drugih mesnih namaza. Emulgatori djeluju učinkovito samo u pravoj emulziji gdje je masna faza u tekućem obliku (Feiner, 2006).

#### 4.7. Boje

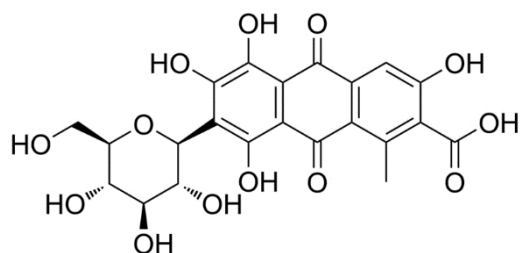
Izgled i boja proizvoda ima snažan utjecaj na odluku potrošača o njegovoj kupnji. Prema Pravilniku o prehrambenim aditivima (NN 62/2010) bojila su tvari koje daju, pojačavaju ili obnavljaju boju u hrani, te osim sintetiziranih bojila obuhvaćaju i prirodne sastojke hrane koji se obično ne uzimaju kao hrana i koji se obično ne koriste kao tipični sastojci hrane. Dok boja proizvoda ima svoju važnost pri kupovini, naglasak pri primjeni bojila je na njihovom neškodljivom utjecaju na ljudsko zdravlje. Prema odredbama Pravilnika o službenim kontrolama hrane životinjskog podrijetla (NN 99/07) 11 i Pravilnika o higijeni hrane životinjskog podrijetla (NN 99/07) 12, bojila koja se smiju koristiti za žigosanje, pečatiranje i ostale oznake na svježem mesu su E155 Brown HT, E133 Brillant Blue FCF, E129 Allura Red AC, smjesa bojila E133 Brillant Blue FCF i E129 Allura Red AC.

U proizvodnji fermentiranih kobasica najčešće se biraju bojila koja oponašaju boju salamurenog mesa, dok se u posebnim proizvodima koriste i nijanse žute boje (Kendrick, 2012.). Feiner (2006.) navodi da se dodatkom svih bojila na početku proizvodnje postiže ravnomjerna raspodjela.

Karmin ili Cochinael je pigment crvene boje životinjskog podrijetla, dobiven ekstrakcijom karminske kiseline iz osušenih ženki kukaca vrste *Cochenillelaeus* (*Coccus cacti* ili *Dactylopius coccus*). Ovaj aditiv se na popisu EU-odobrenih prehrambenih aditiva navodi pod imenima cochinael, karmin, karminska kiselina i prirodna crvena 4 (engl. *Natural Red 4*). S obzirom da karmin nije topiv u masti ali je u vodi, koristan je u proizvodnji kobasica ili šunka s masti i kožom jer promjeni boju mesa, dok mast ostaje nepromijenjena. Prema Feineru (2006.) karmin se često kombinira s askorbinskom kiselinom kako bi se ubrzala tvorba i održala boja proizvoda. Czech-Zalubska i sur. (2023.) proveli su istraživanje s ciljem da utvrde koja bojila su najčešće korištena u preradi mesa na poljskom tržištu. Utvrđena je prisutnost karmina u 183 od ukupnih 273 evaluiranih proizvoda koji su sadržavali bojila (67,03%).

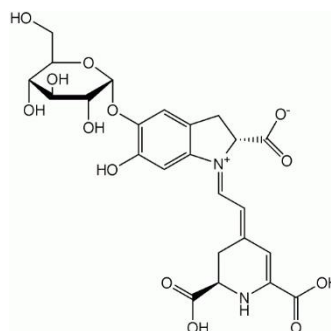
Betanin je prirodni crveni pigment dobiven ekstrakcijom iz cikle. Prema Martinezu i sur. (2006.) betanin je bezopasan i dodaje se *quantum satis*.

Strukture karmina i betanina prikazane su slikama 4.10. i 4.11.



Slika 4.10. Struktura karmina

Izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Karminska\\_kiselina](https://hr.wikipedia.org/wiki/Karminska_kiselina)



Slika 4.11. Struktura betanina

Izvor: <https://bs.wikipedia.org/wiki/Betanin>

Annatto je prirodno bojilo narančasto-crvene nijanse dobiveno iz vanjskog sloja ploda drveta *Bixa orellana*. Bolognesi i Garcia (2018.) navode da sjemenke annatta sadrže značajne količine karotenoida biksina i norbiksina. Dok je bixin topljiv u mastima, norbixin je topljiv u vodi. Bolognesi i Garcia također navode da antioksidativna svojstva i kapacitet bojanja otvaraju mogućnost da ekstrakti annatta zamijene nitrite u mesnim proizvodima.

Kapsantin je narančasto-crveni pigment dobiven kemijskom ekstrakcijom iz crvene paprike. Ovaj ekstrakt je osjetljiv na toplinu i intenzivnu svjetlost, koja promovira izomerizaciju i reakcije oksidacije, posljedično smanjuje aktivnost karotenoida (Jimenez-Escobar i sur., 2020).

Pri izradi mesnih proizvoda poželjno je koristiti niske koncentracije bojila radi očuvanja prirodnog izgleda (Roncales, 2015). Dopušteno je korištenje sintetičkih, odnosno umjetnih bojila, ali u strogo ograničenim količinama. Sintetičke boje bolje je izbjegavati jer ih u modernoj mesnoj industriji lako zamjenjuju prirodni aditivi. U tablici 4.7. vidljivo je da primjena karmina ne smije prelaziti 0,1 g/kg, annatta 0,02 g/kg, kapsantina 0,01 g/kg, dok betanin nema količinsku gornju granicu.

Tablica 4.7. Bojila u mesnoj industriji

Bojila	E-broj	Dopuštena količina (mg/kg)
Karmin/Cochineal	E120	100
Annatto	E160b	20
Kapsantin	E160c	10
Betanin	E162	<i>quantum satis</i>
Titanijev dioksid	E171	<i>quantum satis</i>

Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

## 5. Zaključak

Aditivi igraju ključnu ulogu u modernoj mesnoj industriji, omogućujući očuvanje kvalitete, sigurnosti i produženje roka trajanja mesnih proizvoda. Primjena konzervansa poput nitrita i nitrata osigurava mikrobiološku ispravnost i postizanje željene boje salamurenih proizvoda, dok fosfati, antioksidansi i zakiseljivači poboljšavaju funkcionalna svojstva proizvoda, poput vezanja vode, stabilnosti boje i inhibicije oksidacijskih procesa. Međutim, važno je naglasiti da, unatoč tehnološkim prednostima, upotreba aditiva mora biti strogo kontrolirana i usklađena sa zakonskim propisima kako bi se spriječili potencijalni rizici po zdravlje potrošača, poput stvaranja kancerogenih spojeva. Zbog toga se sve više pažnje posvećuje smanjenju uporabe sintetičkih aditiva i prelasku na prirodne alternative, čime se udovoljava sve većim zahtjevima potrošača za sigurnijom i zdravijom hranom. Kontinuirano istraživanje i prilagođavanje zakonskih regulativa bit će ključni za daljnji razvoj i unaprjeđenje mesne industrije u skladu s modernim prehrambenim trendovima i zdravstvenim standardima

## 6. Literatura

1. Ačkar Đ., Rot T. (2019). Antimikrobno djelovanje aditiva u mesnoj industriji. Meso: prvi hrvatski časopis o mesu. 21(1): 26-30.
2. Al-Hatim R.R., Al-Younis Z.K., Issa N.K., Al-Shawi S.G. (2021). Application of glucono-delta-lactone (GDL) in foods system: a review. *Natural Volatiles & Essential Oils Journal*. 8(4): 11459-11474.
3. Andrée S., Jira W., Schwind K.-H., Wagner H., Schwägele F. (2010). Chemical safety of meat and meat products. *Meat Science*. 86(1): 38-48.
4. Ayad A.E. (2022). Assessment of Monosodium glutamate in some meat products. *Benha Veterinary Medical Journal* 42(2): 198-201.
5. Bajčić A., Petronijević R.B., Sefer M., Trbović D., Djordjević J., Cirić J., Nikolić A. (2021). Sorbates and benzoates in meat and meat products: Importance, application and determination. U: ION Conference Series: Earth and Environmental Science. 854(1). IOP Publishing.
6. Bidlas E., Lambert R.J. (2008). Comparing the antimicrobial effectiveness of the NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. *International Journal of Food Microbiology*. 124(1): 98-102.
7. Bolognesi V.J., Garcia C.E. (2018). Annatto carotenoids as additives replacers in meat products. *Alternative and Replacement Foods*. Academic Press. 355-384.
8. Carocho M., Morales P., Ferreira I.C. (2018). Antioxidants: reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservative. *Trends in Food Science & Technology*. 71: 107-120.
9. Cassens R.G. (1994). Meat preservation. U: Preventing losses and assuring safety. *Food and Nutrition Press*. 3-7.
10. Chen X., Li P.J., Nishiumi T., Takumi, H., Suzuki A., Chen C.G. (2014). Effects of high-pressure processing on the cooking loss and gel strength of chicken breast actomyosin containing sodium alginate. *Food and Bioprocess Technology*. 7: 3608–3617.
11. Czech-Załubaska K., Klich D., Jackowska-Tracz A., Didkowska A., Bogdan J., Anusz K. (2023). Dyes used in processed meat products in the polish market, and their possible risks and benefits for consumer health. *Foods*. 12(13): 2610.
12. Da Costa R.J., Voloski F.L., Mondadori R.G., Duval E.H., Fiorentini A.M. (2019). Preservation of meat products with bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from meat. *Journal of Food Quality*. 1: 4726510.
13. Daničić M. (2020). Konzerviranje mesa soljenjem i salamurenjem. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
14. Davidson P.M., Taylor T.M., Schmidt S.E. (2012). Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. *Food microbiology: fundamentals and frontiers*. 765-801.
15. Desmond E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*. 74(1): 188-196.

16. Devadason I.P., Anjaneyulu A.S.R., Babji Y. (2010). Effect of different binders on the physicochemical, textural, histological, and sensory qualities of retort pouched buffalo meat nuggets. *Journal of Food Science*. 75(1): 31-35.
17. Dikeman M., Devine C. (2014). *Encyclopedia of meat sciences: 3- volume set*. Second edition. Academic Press.
18. Emerton V., Choi E. (2008). *Essential guide to food additives*. Third edition. Royal Society of Chemistry.
19. Eskandari M.H., Hosseinpour S., Mesbahi G., Shekarforoush S. (2013). New composite nitrite-free and low-nitrite meat-curing systems using natural colorants. *Food science & nutrition*. 1(5): 392-401.
20. Eskin M., Robinson D.S. (2000). *Food shelf life stability: chemical, biochemical, and microbiological changes*. CRC Press.
21. Farmer E.H., Bloomfield G.F., Sundralingam A., Sutton D.A. (1942). The course and mechanism of autoxidation reactions in olefinic and polyolefinic substances, including rubber. *Transactions of the Faraday Society*. 38: 348-356.
22. Faustman C., Cassens R.G. (1990). The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. *Journal of Muscle Foods*. 1(3): 217-243.
23. Feiner G. (2006). *Meat products handbook: practical science and technology*. Woodhead Publishing Limited. 672.
24. Fišera M., Valášek P., Mlček J., Fojtikova L., Fišerova L. (2015). Determination of natamycin in fermented dry salami casings. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39(6): 3110–3116.
25. Frost F. (1999). Sausage and meat preservation in antiquity. *Greek Roman and Byzantine Studies*. 40(3): 241-252.
26. Hamm R. (1972). Importance of meat water binding capacity for specific meat products. *Colloidchemie des Fleisches*. 215-222.
27. Hamm R. (1986). Functional properties of the myofibrillar system, and their measurements. *Muscle as Food*. 135-199.
28. Honikel K.O. (2004). *Chemical analysis for specific components: curing Agents*. Federal Research Centre for Nutrition and Food. 195-201.
29. Hourant P. (2004). General properties of the alkaline phosphates: -major food and technical applications. *Phosphorus Research Bulletin*. 15: 85-94.
30. Imeson A. (2011). *Food stabilisers, thickeners and gelling agents*. John Wiley & Sons.
31. Jimenez-Escobar M.P., Pascual-Mathey L.I., Beristain C.I., Flores-Andrade E., Jimenez M., Pascual-Pineda L.A. (2020). In vitro and In vivo antioxidant properties of paprika carotenoids nanoemulsions. *LWT- Food Science and Tehnology*. 118: 108694.
32. Juncher D., Vestergaard C. S., Søltoft-Jensen J., Weber C. J., Bertelsen G., Skibsted L. H. (2000). Effects of chemical hurdles on microbiological and oxidative stability of a cooked cured emulsion type meat product. *Meat Science*. 55(4): 483–491.
33. Karolyi D. (2003). Salamureno meso i zdravlje ljudi. *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu*. 5: 16-18.



34. Katalenić M. (2008). Aditivi i hrana. *Medicus*. 17(1): 57-64.
35. Kendrick A. (2012). Natural food and beverage colourings. *Natural Food Additives, Ingredients and Flavourings*. Woodhead Publishing. 25-40.
36. Kiprotich S.S., Aldrich C.G. (2022). A review of food additives to control the proliferation and transmission of pathogenic microorganisms with emphasis on applications to raw meat-based diets for companion animals. *Frontiers in Veterinary Science*. 10 (9): 1-14.
37. Kovačević D. (2014). Tehnologija kulena i drugih fermentiranih kobasica. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Prehrambeno tehnološki-fakultet.
38. Kovačević D. (2017). Kemija i tehnologija šunki i pršuta. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Prehrambeno-tehnološki fakultet.
39. Li J., Chen J., Bi Y., Yang H. (2022). Insight into synergistic antioxidation mechanism of butyl hydroxyanisole with common synthetic antioxidants. *Grain & Oil Science and Technology*. 5(3): 114-130.
40. Long N.B.S., Gal R., Bunka F. (2011). Use of phosphates in meat products. *African Journal of Biotechnology*. 10(86): 19874-19882.
41. Lovrić T., Tripalo B., Hribar J., Pozderović A. (2003). Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva. Hinus.
42. Martínez L., Cilla I., Beltrán J.A., Roncalés P. (2006). Comparative effect of red yeast rice (*Monascus purpureus*), red beet root (*Beta vulgaris*) and betanin (E-162) on colour and consumer acceptability of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86(4): 500–508.
43. Mastanjević K., Kovačević D., Daničić M., Habschied K. (2024). Sadržaj nitrita i nitrata u tradicionalnoj trajnoj kobasici „domaćem kulenu“. *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu*. 26(5): 419-427.
44. Madsen H.L., Bertelsen G. (1995). Spices as antioxidants. *Trends in food science & technology*. 6(8): 271-277.
45. Mills E. (2004). Additives, Extenders. *Encyclopedia of Meat Sciences*. (Ur. Werner, Klinth, Jensen). Elsevier. 6-11.
46. Mills E. (2014). Functional additives. *Encyclopedia of meat science*. (Ur. Dikeman M., Devine C.). Elsevier Academic Press. 1: 7-11.
47. Miura K., Yazama F., Tai A. (2015). Oxidative stress-mediated antitumor activity of erythorbic acid in high doses. *Biochemistry and Biophysics Reports*. 3: 117-122.
48. Nair M.S., Nair D.V., Johny A.K., Venkitanarayanan K. (2020). Use of food preservatives and additives in meat and their detection techniques. *Meat Quality Analysis: Advanced Evaluation Methods*. Academic Press. 187-213.
49. Narodne novine (2007). Pravilnik o higijeni hrane životinjskog podrijetla. (NN 99/2007).
50. Narodne novine (2007). Pravilnik o službenim kontrolama hrane životinjskog podrijetla. (NN 99/2007).
51. Narodne novine (2008). Pravilnik o prehrambenim aditivima. (NN 81/2008).

52. Narodne novine (2010). Pravilnik o prehranbenim aditivima. (NN 62/2010).
53. Narodne novine (2013). Zakon o prehranbenim aditivima, aromama i prehranbenim enzimima. (NN 39/2013).
54. Narodne novine (2018). Pravilnik o mesnim proizvodima. (NN 62/2018).
55. Nash N.H., Brickman L.M. (1972). Food emulsifiers – science and art. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 49(8): 457-461.
56. Nikolova A.S., Belichovska D. (2020). Determination of the used additives and their correct declaration, in accordance with the legislation for meat products. *Knowledge-International Journal*. 42(3): 481-486.
57. Novák P., Havlíček V. (2016). Protein Extraction and Precipitation. *Proteomic Profiling and Analytical Chemistry*. Elsevier. 51-62.
58. Pateiro M., Barba F.J., Domínguez R., Sant'Ana A.S., Khaneghah A.M., Gavahian M., Gómez B., Lorenzo J.M. (2018). Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: a review. *Food Research International*. 113: 156-166.
59. Pavlinić Prokurica I., Bevardi M., Medić H., Vidaček S., Marušić N. i Kolarić Kravar S. (2010). Nitriti i nitriti kao prekursori N-nitrozamina u paštetama u konzervi. *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu*. 12(6): 322-332.
60. Pearson A.M., Gillett T.A. (1996). *Processed Meats*. Springer Science & Business Media.
61. Pichner R., Hechelmann H., Steinrück H., Gareis M. (2006). Shigatoxin producing *Escherichia coli* (STEC) in conventionally and organically produced salami products. *Fleischwirtschaft*. 10: 112-114.
62. Pipek P., Rohlik B.A., Lojkova A., Staruch L. (2010). Suppression of mould growth on dry sausages. *Czech Journal of Food Science*. 28: 258–263.
63. Roncalés P. (2015). Aditives. *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (Ur. Toldrá F., Hui Y.H., Astiasarán I., Sebranek J.G., Talon R.). 69-79
64. Saldana E., Lemos A.L.D.S.C., Selani M.M., Spada F.P., Almeida M.A.D., Contreras-Castillo C.J. (2015). Influence of animal fat substitution by vegetal fat on Mortadella-type products formulated with different hydrocolloids. *Scientia Agricola*. 72(6): 495-503.
65. Sanchez V.E., Bartholomai G.B., Pilosof A.M.R. (1995). Rheological properties of food gums as related to their water binding capacity and to soy protein interaction. *LWT - Food Science and Technology*. 28(4): 380-385.
66. Shikha P., Arvind K., Gupta A. (2021). Technological advancement in food additives and preservatives. *Food chemistry: the role of additives, preservatives and adulteration*. 375-396.
67. Thorarinsdottir K.A., Arason S., Bogason S.G., Kristbergsson K. (2001). Effects of phosphates on yield, quality and water-holding capacity in the processing of salted cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*. 66(6): 821-826.

68. Trius A., Sebranek J.G., Lanier T. (1996). Carrageenans and their use in meat products. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. 36(1-2): 69-85.
69. Tunncliffe F.W., Rosenheim O. (1901). On the influence of boric acid and borax upon the general metabolism of children. *Epidemiology & Infection*. 1(2): 168-201.
70. Uredba (EZ) (2008). Uredba Europskog parlamenta i Vijeća (2008). o prehrambenim aditivima. (br. 1333/2008 ).
71. Uredba Komisije (EU) (2011). Uredba Komisije o izmjeni Priloga II. Uredbi (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća o popisu Unije prehrambenih aditiva. (br. 1129/2011 ).
72. Uredba Komisije (EU) (2011). Uredba Komisije o izmjeni Priloga III. Uredbi (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća o prehrambenim aditivima kojom se uspostavlja popis Unije prehrambenih aditiva odobrenih za uporabu u prehrambenim aditivima, prehrambenim enzimima, prehrambenim aromama i prehrambenim tvarima. (br. 1130/2011).
73. Uredba Komisije (EU) (2014). Uredba Komisije o izmjeni Priloga II. Uredbi (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu kategorija hrane od mesa i uporabe određenih prehrambenih aditiva u mesnim pripravcima. (br. 601/2014).
74. Van Nieuwenhuyzen W. (1981). The industrial uses of special lecithins: a review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 58(10): 886-888.
75. Velazquez L.D.C., Escudero M.E., De Guzman A.M.S. (2001). Antibacterial effect of different food-related phosphates using *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Food Protection*. 64(2): 195-200.
76. Wang Y., Li F., Zhuang H., Chen X., Li L., Qiao W., Zhang, J. (2015). Effects of plant polyphenols and  $\alpha$ -tocopherol on lipid oxidation, residual nitrites, biogenic amines, and N-nitrosamines formation during ripening and storage of dry-cured bacon. *LWT-Food Science and Technology*. 60(1): 199-206.

## 7. Prilog

### 7.1. Popis slika

Slika 3.1. Podjela aditiva prema porijeklu. Izvor:

<https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/aditivi-podjela-vrste> pristupljeno 11. rujna 2024.

Slika 4.1. Struktura mioglobina. Izvor: <https://sh.wikipedia.org/wiki/Mioglobin> pristupljeno 8. rujna 2024.

Slika 4.2. Struktura hema. Izvor: <https://bs.wikipedia.org/wiki/Hem> pristupljeno 19. rujna 2024.

Slika 4.3. Promjena boje u salamurenom mesu. Izvor:

[https://www.researchgate.net/figure/Color-change-in-cured-meat-Ranken-2000\\_fig1\\_326845066](https://www.researchgate.net/figure/Color-change-in-cured-meat-Ranken-2000_fig1_326845066) pristupljeno 10. rujna 2024.

Slika 4.4. Stvaranje nitrozoamina. Izvor: Dikeman i Devine 2014.

Slika 4.5. Utjecaj fosfata na strukturu mišićnih miofibrila. Izvor:

[https://scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-15892018000200001](https://scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892018000200001) pristupljeno 4. rujna 2024.

Slika 4.6. Mehanizam djelovanja antioksidansa. Izvor: prilagođeno prema

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-1143-8\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-1143-8_4) pristupljeno 10. rujna 2024.

Slika 4.7. Strukture sintetskih antioksidansa. Izvor:

[https://www.researchgate.net/figure/Structures-of-the-synthetic-phenolic-antioxidants-BHA-BHT-and-TBHQ\\_fig2\\_294891001](https://www.researchgate.net/figure/Structures-of-the-synthetic-phenolic-antioxidants-BHA-BHT-and-TBHQ_fig2_294891001) pristupljeno 22. rujna 2024.

Slika 4.8. Struktura mliječne i limunske kiseline. Izvor:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Citric-Acid-Lactic-Acid> pristupljeno 15. rujna 2024.

Slika 4.9. Hidrolizacija GDL-a. Izvor: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/glucono-delta-lactone> pristupljeno 22. rujna 2024.

Slika 4.10. Struktura karmina. Izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Karminska\\_kiselina](https://hr.wikipedia.org/wiki/Karminska_kiselina) pristupljeno 15. rujna 2024.

Slika 4.11. Struktura betanina. Izvor: <https://bs.wikipedia.org/wiki/Betanin> pristupljeno 16. rujna 2024.

## 7.2. Popis tablica

Tablica 3.1. Numeriranje aditiva. Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Tablica 4.1. Ostali konzervansi u mesnoj industriji. Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Tablica 4.2. Fosfati u mesnoj industriji. Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Tablica 4.3. Antioksidansi u mesnoj industriji. Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Tablica 4.4. Zakiseljivači u mesnoj industriji. Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Tablica 4.5. Pojačivači okusa u mesnoj industriji. Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Tablica 4.6. Stabilizatori, zgušnjivači i emulgatori u mesnoj industriji. Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

Tablica 4.7. Bojila u mesnoj industriji. Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129&from=EN>

### 7.3. Popis kratica

KRATICA	PUNI NAZIV
ADI	engl. Acceptable Daily Intake
ATP	adenozin-trifosfat
BHA	butilirani hidroksianisol
BHT	butilirani hidroksitoulen
FAO	engl. Food and Agriculture Organization
Fe	železo
GDL	glukono-delta-lakton
GMP	gvanozin monofosfat
HNO <sub>2</sub>	nitritna (dušikasta) kiselina
HNO <sub>3</sub>	nitratna (dušična) kiselina
IMP	inozin monofosfat
KNO <sub>2</sub>	kalijev nitrit
KNO <sub>3</sub>	kalijev nitrat
LOAEL	engl. Lower observed adverse effect level
MSG	mononatrijev glutaminat
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	didušikov trioksid
NaCl	natrijev klorid
NaNO <sub>2</sub>	natrijev nitrit
NaNO <sub>3</sub>	natrijev nitrat
NO	dušikov monoksid; dušikov (II) oksid
NOAEL	engl. No observed adverse effect level
NOMb	nitrozilmioglobin
NOMMb	nitrozilmetmioglobin
NOCl	nitrozilklorid
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	fosforov pentoksid
SVV	sposobnost vezanja vode
TBHQ	tercijarni-butilhidrokinon
WHA	engl. World Health Assembly
WHO	engl. World Health Organization

## Životopis

Ivan Rožanković rođen je 25. rujna 1999. godine u Zagrebu. Osnovnu školu pohađao je u Novom Zagrebu, srednjoškolsko obrazovanje započinje u III. gimnaziji Zagreb 2015., te završava istu 2019. godine. Nakon gimnazije upisuje Sveučilište u Zagrebu Agronomski Fakultet, smjer Animalne znanosti. Završni rad na temu “Kemijski sastav janječeg i jarećeg mesa” piše 2022. godine pod mentorstvom prof. dr. sc. Bore Mioča, i stječe akademski naziv sveučilišni prvostupnik (*baccalareus*) inženjer animalnih znanosti, *cum laude* (s pohvalom). Nakon toga upisuje diplomski studij Proizvodnja i prerada mesa te piše diplomski rad na temu “Primjena aditiva u mesnoj industriji” pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ane Kaić. Kroz sveučilišno obrazovanje stječe želje za daljnja učenja i usavršavanja. Dobro raspolaže engleskim jezikom u govoru i pismu.