

# Alergeni iz hrane animalnog podrijetla

---

Lupret Goleš, Karla

Master's thesis / Diplomski rad

2025

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:178:997460>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



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*

Karla Lupret Goleš

Alergeni iz hrane animalnog podrijetla

Zagreb, 2024.

Karla Lupret Goleš

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 38 stranica, 0 slika, 2 tablice, 20 literaturnih navoda.

## ZAHVALE

*Prije svega se zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Željki Cvrtila, na iznimnoj podršci, pristupačnosti i stručnom mentorstvu, ne samo tijekom izrade diplomskog rada, već i kroz dane studiranja tijekom kojih se osim kao stručna osoba, pokazala kao i osoba velikog srca.*

*Također zahvaljujem svojim prvim prijateljicama Pauli i Ani, koje su me naučile što je to biti prijatelj i bez kojih život ni ne pamtim.*

*Hvala i kolegicama Mariji i Nikolini koje su bile uz mene za vrijeme polaganja teških ispita, uspona i padova, ali i nekih od najljepših sjećanja studentskih dana zbog kojih se isplatio i zaboravio svaki loš trenutak.*

*Veliko hvala kolegici Vandi za koju je naziv prijateljica umanjenica i svaka riječ koju napišem neće biti ni približno dovoljna za osobu kao što je ona.*

*Najveća hvala mojoj obitelji koja mi je tijekom cijeloga života bila najveća podrška i izvor bezuvjetne ljubavi.*

*Hvala s najvećim H ide mojem dečku Jurici koji je svaki moj ispit proživljavao kao vlastiti i zbog kojeg se smatram najbogatijom osobom na svijetu.*

*Ovaj rad posvećujem svojoj mami Lei. Sve što jesam sam zbog nje.*

## **POPIS PRILOGA**

### **TABLICE**

Tablica 1. Hranjivi sastav mliječnih proizvoda (na 100 g)

Tablica 2. Kliničke manifestacije LI i CMA

## KRATICE

AGS - alpha-gal sindrom

$\alpha$ -LA -  $\alpha$ -laktalbumin

$\beta$ -LG -  $\beta$ -laktoglobulin

CMA - alergija na kravlje mlijeko (eng. Cow milk allergy)

HDL - lipoprotein visoke gustoće (eng. high-density lipoprotein)

HDM - tropomiozin iz grinja kućne prasine (eng. house dust mites)

IgE - alergen-specifičnog imunoglobulina E

LDL - lipoprotein niske gustoće (eng. low-density lipoprotein)

LI - intolerancija na laktozu (eng. Lactose intolerance)

SO<sub>2</sub> - sumporov dioksid

SWP- pšenične bjelančevine (eng. soluble wheat protein)

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	1
<b>2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA</b>	2
2.1. ALERGIJE	2
2.1.1. Mehanizam alergija	2
2.2. ALERGENI U MESU I MESNIM PROIZVODIMA	5
2.2.1. Unakrižna reaktivnost na crveno meso	5
2.2.2. Pšenične bjelančevine	7
2.2.3. Mliječne bjelančevine u mesnim prerađevinama	8
2.2.4. Bjelančevine iz jaja	9
2.2.5. Sulfiti	10
2.2.6. Senf	10
2.2.7. Kikiriki	11
2.3. ALERGENI U MLIJEKU I MLIJEČNIM PROIZVODIMA	12
2.3.1. Laktoza	16
2.4. ALERGENI U JAJIMA I PROIZVODIMA OD JAJA	19
2.5. ALERGENI RIBE I MORSKIH PLODOVA	21
2.5.1. Histaminsko trovanje ribom	21
2.5.2. Parvalbumin	22
2.5.3. Tropomiozin	22
2.5.4. Neprehrambeni proizvodi koji sadržavaju derivate od ribe/školjkaša	23
<b>3. RASPRAVA</b>	24
<b>4. ZAKLJUČAK</b>	27
<b>5. LITERATURA</b>	28
<b>6. SAŽETAK</b>	30
<b>7. SUMMARY</b>	31
<b>8. ŽIVOTOPIS</b>	32

## 1. UVOD

Alergeni iz hrane animalnog podrijetla su tvari prisutne u pojedinoj hrani, a koje mogu izazvati alergijske reakcije kod osjetljivih pojedinaca. Te tvari su obično bjelančevine koje organizam pojedinih konzumenata prepoznaje kao strane i na koje reagira aktiviranjem imunološkog sustava. Najčešći alergeni iz hrane animalnog podrijetla uključuju bjelančevine prisutne u mesu, mlijeku, jajima, ribi, školjkama i drugim morskim plodovima. Konzumenti alergični na ove tvari mogu doživjeti različite simptome, uključujući kožne reakcije, probavne smetnje, otežano disanje ili anafilaktički šok u težim slučajevima. Identifikacija alergena iz hrane animalnog podrijetla važna je za dijagnozu i upravljanje alergijskim reakcijama. Ljudi koji su svjesni svojih alergija trebaju pažljivo čitati deklaracije na proizvodima i izbjegavati hranu koja sadrži alergene koje ne podnose. Također je ključno educirati osoblje u prehrambenoj industriji o važnosti prepoznavanja i označavanja ovih alergena kako bi se osigurala prehrambena sigurnost svih potrošača. Razumijevanje ovih faktora važno je za poboljšanje prehrambene sigurnosti i pružanje relevantnih informacija potrošačima koji su skloni alergijskim reakcijama na određenu hranu. Najznačajniji alergeni iz animalnog podrijetla su: žitarice koje sadrže gluten i njihovi proizvodi, ribe, rakovi, školjke i ostali mekušci te njihovi proizvodi, jaja i proizvodi od jaja, kikiriki i orašasto voće, soja i proizvodi od soje, mlijeko i mliječni proizvodi (uključujući i laktozu) iako su poznate i druge. Stoga je cilj ovoga rada opisati najčešće alergene u hrani animalnog podrijetla, raspraviti o njihovoj važnosti za prehrambenu industriju te utjecaju na sigurnost potrošača. Ukratko biti će i opisane i najvažnije metode za otkrivanje alergena u hrani.



## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.1. ALERGIJE

Alergije predstavljaju značajan javnozdravstveni problem, pogađajući milijune pojedinaca širom svijeta. Karakterizirane pretjeranom imunološkom reakcijom na obično bezopasne tvari, ili alergene, ove bolesti mogu dovesti do širokog raspona simptoma, od blagih neugodnosti do po život opasnog anafilaktičkog šoka. Alergije ne definiramo kao bolest, već nasljednu sklonost imunološkog sustava koji preosjetljivošću reagira na određene tvari, a u kontaktu s alergenima može se i ne mora razviti alergijska reakcija. Alergeni su mješavine molekula, obično bjelančevina, glikoproteina, lipoproteina, kemijski konjugiranih bjelančevina ili lijekova koji mogu izazvati odgovor alergen-specifičnog imunoglobulina E (IgE) kod izloženih i genetski predisponiranih pojedinaca. Alergeni se nalaze svugdje u prirodi, pa tako i u hrani. Spomenuti alergeni, mogu uključivati pelud, grinje, dlaku životinja, određenu hranu, ubode insekata i lijekove. Alergijske reakcije mogu varirati u težini, od blagih simptoma poput kihanja i svrbeža do težih reakcija poput anafilaktičkog šoka, koji može biti opasan po život. Alergija je, dakle, prekomjerna reakcija obrambenog sustava organizma u ponovljenom doticaju s alergenom tvari u oboljelih, dok kod zdravih osoba neće izazvati smetnje. U kontaktu sa alergenom tvari, dolazi do poremećaja obrambenog sustava i do reakcija između alergena i antitijela, uz nepotrebno i prekomjerno stvaranje antitijela, koja pripadaju skupini IgE (POLJANEC, 2017.).

#### 2.1.1. Mehanizam alergija

Razvoj alergija uključuje složen međusobni odnos između imunološkog sustava i okolišnih čimbenika. Ključni mehanizmi su:

1. Faza senzibilizacije:
  - a) Izloženost alergenima: Prvi put kada je pojedinac izložen alergenu, njegov imunološki sustav može pogrešno identificirati taj alergen kao štetnu tvar.
  - b) Proizvodnja IgE antitijela: Kao odgovor, imunološki sustav proizvodi imunoglobulin E (IgE) antitijela specifična za taj alergen. Ova antitijela se vežu na mastocite i bazofile, koji su tipovi imunoloških stanica.

## 2. Ponovna izloženost:

Prilikom ponovne izloženosti istom alergenu, alergen se veže na IgE antitijela na površini mastocita i bazofila. Ova vezanost pokreće oslobađanje raznih kemikalija, a najistaknutija je histamin.

## 3. Oslobađanje histamina i ostalih medijatora:

- a) Oslobađanje histamina: Histamin je odgovoran za mnoge simptome alergije, poput svrbeža, otečenosti i crvenila. Uzrokuje dilataciju krvnih žila i povećava njihovu propusnost, što dovodi do nakupljanja tekućine u tkivima.
- b) Upalni medijatori: Oslobađaju se i druge kemikalije, poput leukotriena i prostaglandina, koje doprinose upali i dodatno pojačavaju alergijski odgovor.

Oslobađanje ovih medijatora dovodi do niza simptoma ovisno o putu izloženosti:

## 4. Simptomi:

- a) Respiratorni trakt: Alergije mogu uzrokovati kihanje, nazalnu kongestiju i simptome astme.
- b) Koža: Alergijske reakcije mogu se manifestirati kao urtikarija, ekcemi ili opći svrbež.
- c) Probavni sustav: U slučajevima alergije na hranu, simptomi mogu uključivati mučninu, povraćanje ili proljev.
- d) Anafilaktični šok: U teškim slučajevima, alergijska reakcija se može intenzivirati te pretvoriti u anafilaktični šok, koji se karakterizira otežanim disanjem, brzim padom krvnog tlaka i mogućim gubitkom svijesti.

Razumijevanje mehanizama iza alergija ključno je za razvoj učinkovitih tretmana i preventivnih strategija. Uzevši u obzir da za alergije na hranu (kad se alergeni unose u organizam putem hrane, odnosno probavnog sustava) ne postoji sigurna i učinkovita terapija., nego je moguća samo prevencija neželjenih reakcija kod osjetljivih osoba koja se temelji na izbjegavanju hrane koja sadrži alergene koji izazivaju alergijske reakcije. Iz navedenog razloga, iznimno je važno pravilno deklariranje proizvoda koje sadrži lako razumljive i istaknute informacije kako bi osobe s alergijama mogle prilagoditi odabir prehrambenog proizvoda svojim potrebama. Kako broj alergena i alergija nastavlja rasti globalno, daljnja istraživanja o njihovim uzrocima i upravljanju ostaju prioritet u javnom zdravstvu (POLJANEC, 2017.).

Jako je važno kada govorimo o temi alergija, razlikovati alergije i intolerancije koje ljudi često poistovjećuju. Intolerancija na određenu komponentu iz hrane je ne-imunološki odgovor na određene sastojke hrane i vrlo često je uzrokovana nemogućnošću pravilnog probavljanja i apsorpiranja tih sastojaka. To se događa radi nedostatka enzima potrebnih za probavu navedenih tvari. Na primjer, intolerancija na laktozu, šećer koji se nalazi u mlijeku i mliječnim proizvodima, uzrokovana je nedostatkom enzima laktaze čija funkcija je razgradnja laktoze. Kad se laktoza ili neki drugi sastojak hrane kao što je npr. gluten ne probavlja, može dovesti do gastrointestinalnih simptoma koji mogu biti vrlo neugodni i ozbiljni, no s obzirom da izostaje imunološka komponenta, ne može doći do alergijske reakcije, dakle ni do anafilaktičkog šoka.

## 2.2. ALERGENI U MESU I MESNIM PROIZVODIMA

Samo meso kao takvo vrlo rijetko izaziva alergijske reakcije. Odnosno ljudi pretežno nisu alergični na meso kao takvo već na razne aditive koji se koriste u preradi mesa, te proizvodnji mesnih proizvoda. Naime, iako u teoriji sve bjelančevine imaju potencijal da postanu alergeni, to obično nije slučaj sa bjelančevinama iz mesa kralježnjaka, naročito sisavaca i peradi. S obzirom na vrlo sličan sastav ljudskog tijela i tijela drugih sisavaca, u smislu vrste bjelančevina, imunološki sustav čovjeka vrlo teško prepoznaje bjelančevine drugih sisavaca kao strane. Imunološki odgovor na životinjske bjelančevine porijeklom od sisavaca mogao bi izazvati i autoimunu bolest (MASILAMANI i sur., 2012.).

Pa ipak, 2002. godine prvi put je zabilježena pojava Alpha-gal sindroma (AGS), odnosno alergije na meso sisavaca. To je patološko stanje u kojemu dolazi do pojave alergije na alpha-gal, ugljikohidrat koji se nalazi u tkivima svih sisavaca izuzev primata i ljudi. Ova vrsta alergije se još se naziva alergija na meso sisavaca (eng. Mammalian meat allergy, MMA), alpha-gal alergija, te alergija na meso uzrokovana ugrizom krpelja (WOODFOLK i sur., 2015.). Naime, radi se o krpelju *Amblyomma americanum* čiji ugriz može uzrokovati tešku i doživotnu alergiju na crveno meso. Spomenuti krpelj pretežno živi po čitavom Američkom kontinentu, no bolest je česta i u Australiji, a zabilježena je i u većini Europskih zemalja. Ugriz ove vrste krpelja izaziva rijetku alergijsku reakciju na crveno meso, AGS koji u početku može uzrokovati osip, otežano disanje i u nekim slučajevima može biti opasan po život. Oboljeli od AGS-a alergični su na govedinu, svinjetinu, janjetinu, divljač, zečetine, meso kunića, te meso drugih sisavaca. Simptomi se javljaju nakon konzumacije mesa ili izloženosti drugim proizvodima porijeklom od sisavaca Centar za kontrolu i prevenciju bolesti (eng. Centers for Disease Control and Prevention, CDC) izvještava o više od 110,000 prijavljenih sumnji na AGS između 2010. i 2022. godine u Sjedinjenim Američkim Državama, no točan broj slučajeva nije poznat. Da bi se isti utvrdio, potrebno je provesti znatno veći broj istraživanja, te prikupiti više podataka koji su trenutno nedostadni za precizno definiranje broja oboljelih od AGS-a u SAD-u. Do danas u Republici Hrvatskoj nije zabilježen niti jedan slučaj AGS-a.

### 2.2.1. Unakrižna reaktivnost na crveno meso

Prvi zapisi o unakrižnoj reaktivnosti koja dovodi do alergijskih reakcija na meso vezani su za kravlje mlijeko. Kod djece koja su pokazala znakove alergije na goveđe meso, u pravilu je ranije dijagnosticirana alergija na kravlje mlijeko. U novije vrijeme ustanovilo se da pacijenti koji imaju pozitivnu reakciju na kožnom alergijskom testu ili na testu za određivanje titra IgE u serumu na ekstrakt mačje dlake, pokazuju ozbiljne znakove alergijske reakcije na svinjetinu. U ovom slučaju dolazi do unakrižne reakcije između mačjeg albumina i svinjskog serumskog albumina. Interesantno je da je ova reakcija vezana primarno za izloženost mački u domu i svakodnevnom životu i nema nikakve povezanosti sa astmom (WOODFOLK i sur., 2015.).

Kao što smo već naveli, samo meso ne izaziva alergijske reakcije, osim navedenih iznimnih i rijetkih slučajeva, već te reakcije pretežno izazivaju dodaci koji se koriste u proizvodnji mesnih prerađevina i proizvoda.

Najčešći dodaci mesnim proizvodima koji djeluju kao alergeni kod osjetljivih pojedinaca jesu:

- Pšenične bjelančevine: vitalni pšenični gluten, hidrolizirani pšenični gluten, pšenično brašno, pšenični škrob, pšenični albumin, globulin, gliadin, topljive pšenične bjelančevine (eng. soluble wheat protein, SWP), seitan, teksturirana pšenična bjelančevina
- Sojine bjelančevine: sojin lecitin, sojin umak, sojin izolat, koncentrat soje, sojino ulje, hidrolizirana sojina bjelančevina, sojino brašno, sojina vlakna, sojina krupica, teksturirane biljne bjelančevine, hidrolizirane biljne bjelančevine (HVP)
- Mliječne bjelančevine: natrijev ili kalcijev kazeinat, kazein, nemasno suho mlijeko, sirutka u prahu, sirutka sa smanjenom laktozom, hidrolizati mliječnih bjelančevina, koncentrat ili izolat sirutke, laktalbumin, koncentri bjelančevina mliječnog seruma
- Bjelančevine iz jaja: bjelanjci, (ov)bjelančevine, lipoproteini (žumanjak), lecitin (žumanjak)
- Sulfiti (služe kao konzervansi)

Uz gore navedene najčešće aditive koji djeluju kao potencijalni alergeni, u mesnim proizvodima mogu se naći i još neki proizvodi koji također mogu izazvati alergije u ljudi kao što su senf, sezam, celer, kikiriki, orašasti plodovi, bijela lupina, riba i račići u tragovima.

### 2.2.2. Pšenične bjelančevine

Alergija na pšenične bjelančevine može biti posredovana imunoglobulinom EIgE ili alergijska reakcija koja nije posredovana imunoglobulinom E. Može dovesti do životno ugrožavajućeg stanja i anafilaktičke reakcije. Celijakija predstavlja primjer alergije na pšenične bjelančevine koja nije posredovana imunoglobulinom E. U pšenične bjelančevine ubrajamo gluten, škrob i sojne bjelančevine.

Pšenični gluten je bjelančevinsko-lipidno-ugljikohidratni kompleks nastao kao rezultat specifičnih kovalentnih i nekovalentnih veza između komponenti brašna tijekom izrade tijesta i hidratizacije tih komponenti (WATSON i sur., 2014.). Gluten je sastavni dio pšeničnog brašna koji preostaje nakon izdvajanja škroba. Taj se ostatak sastoji od više bjelančevina koji se razlikuju po svojstvima topljivosti i ekstrakcije i primarno su odgovorne za ozljedu sluznice koja se javlja u tankom crijevu kod bolesnika s celijakijom. Gluten je glavna skladišna bjelančevina koji se taloži u stanicama pšeničnog zrna za vrijeme njegovog razvoja. Škrob i gluten imaju sposobnost formiranja viskoelastične mreže, pa se pšenica koristi u brojnim prerađenim namirnicama dajući im volumen i povezujući sastojke. Radi toga je povećana količina glutena koji konzument unosi u organizam svakodnevnom prehranom. Međutim, zbog visokog sadržaja prolina i glutamina, glutenski peptidi su relativno otporni na potpunu probavu ljudskim probavnim proteazama jer ti enzimi nemaju prolil endopeptidazičku aktivnost. Nepotpuna probava bjelančevina glutena stvara oligopeptide visoke molekularne mase koji ostaju u lumenu tankog crijeva. Neki od njih mogu izazvati upalni proces povezan s celijakijom (CAMINERO i sur., 2014.). Alergije na gluten obično su povezane sa disfunkcijom gastrointestinalnog sustava (celijakija, gastritis, kolitis, gastroenteritis, sindrom iritabilnog crijeva), kožnim manifestacijama (atopični dermatitis, urtikarija, angioedem), a znatno rjeđe sa poremećajima dišnog sustava i sistemskim manifestacijama kao što je anafilaktički šok. Gluten, odosno njegov hidrolizat i škrob dodaju se u kobasice, obarene kobasice, hrenovke, safalade i druge mesne prerađevine kao što je kuhana šunka, da bi poboljšali viskoznost tih proizvoda, teksturu, elastičnost, olakšali žvakanje, te povećali mogućnost homogenizacije sastojaka u povezanu masu. Gluten hidrolizat čini 1 do 5 % mase kobasice.

Alergije na škrob koji se također može naći u mesnim prerađevinama su moguće, no one su vrlo rijetke. Simptomi takvih alergija mogu uključivati kožni osip, respiratorne probleme,

gastrointestinalne simptome, pa čak u krajnjim izuzetno teškim i rijetkim slučajevima anafilaktički šoki smrt. U svrhu dijagnoze, ako postoji sumnja na alergiju na škrob, koriste se alergološki testovi.

Upotreba frakcija bjelančevina soje u mesnim proizvodima također se naširoko primjenjuje zbog njihovih funkcionalnih svojstava kao što su vezanje vode, vezivanje masti, dobra tekstura i sposobnost emulgiranja. Nadalje, njihova upotreba povećava prinos i poboljšava ekonomičnost proizvodnje stoga se često koriste u mesnim proizvodima zbog niske cijene i relativno dobre kvalitete bjelančevina (proizvodnja šunki, hrenovka i drugih mesnih proizvoda). Sojine bjelančevine imaju dobra želatinozna svojstva kao i mogućnost vezivanja, što se koristi za poboljšanje strukture proizvoda, povećanje elastičnosti i tvrdoće proizvoda. Dodavanje sojinih bjelančevina u preradi mesnih proizvoda doprinosi postizanju kompaktnije strukture proizvoda i boljem okusu. Sojine bjelančevine intenzivno zadržavaju vodu i ulje te se time smanjuje količina nemasnog mesa i povećava udio vode i masti u proizvodu. Vrijeme pripreme, odnosno kuhanja kobasice ili šunke kojima su dodani sojine bjelančevine je kraće, gubitak na volumenu kuhanjem je manji, a struktura proizvoda nakon kuhanja je poboljšana. Dodatak sojinih bjelančevina u proizvod mora se izvršiti prije sušenja kako bi se spriječila otpornost sojinih bjelančevina na sol. Može se dodati mesnoj emulziji kroz predhidrataciju kako bi se povećao učinak bjelančevina soje. Sojina bjelančevina djeluje i kao konzervans, te povećava rok trajnosti proizvoda koji ju sadrže. Alergija na bjelančevine soje obično je blaga i dosta rijetka. Tek u iznimno rijetkim slučajevima može biti intenzivna, pa čak i životno ugrožavajuća. Češća je kod djece (0,4 % male djece u SAD-u), no s odrastanjem većinom nestaje.

### 2.2.3. Mliječne bjelančevine u mesnim prerađevinama

Od mliječnih bjelančevina, u mesnoj industriji najčešće se koriste natrijev ili kalcijev kazeinat, kazein, nemasno suho mlijeko, sirutka u prahu, sirutka sa smanjenom laktozom, hidrolizati mliječnih bjelančevina, koncentrat ili izolat sirutke, laktalbumin, koncentrat bjelančevina mliječnog seruma. Najčešće se dodaju natrij i kalij kazeinat koji služe kao emulgatori, s time da je natrij kazeinat puno zastupljeniji od kalij kazeinata.

Natrijev kazeinat u prahu se koristi u mesnim proizvodima kao što su mesni doručak i kobasice, čime se povećava sposobnost vezivanja vode u mesu, poboljšava kvaliteta mesnih proizvoda, povećava iskorištenje mesa i smanjuje troškove proizvodnje. Također se može koristiti kao tvar za zgušnjavanje, emulgator i stabilizator te u svrhu produženja roka trajnosti proizvoda.

Primjena natrijevog kazeinata u mesnim proizvodima najčešće se koristi u proizvodnji raznih kobasica, mljevene govedine i ovčetine, hamburgerima i šunki u salamuri.

Kazein se u mesnim prerađevinama i proizvodima od mesa koristi kao stabilizator i emulgator.

Sirutka nastaje u procesu proizvodnje sira. Koristi se u preradi mesa, no koncentrirane sirutkine bjelančevine imaju slabiju sposobnost emulgiranja od kazeina. Koncentrirane bjelančevine sirutke imaju niži viskozitet i djeluju želatinirajuće.

Laktozu se, radi njenih funkcionalnih svojstava kao blagog zaslađivača, poboljšivača teksture proizvoda i sposobnosti vezivanja vode, često dodaje u razne prehrambene proizvode, pa tako i u proizvode od mesa. Laktoza je mliječni šećer, pripada skupini disaharida. Prisutna je u mlijeku većine sisavaca, pa i u majčinom mlijeku. Ona pomaže apsorpciji kalcija odnosno crijevima u resorpciji mineralnih tvari te utječe na peristaltiku crijeva. Alergijske reakcije na mliječne bjelančevine u mesnim proizvodima znatno su rjeđe nego alergijske reakcije na gluten, soju, senf, kikiriki ili orašaste plodove. Također su znatno rjeđe u odraslih nego u djece (POLJANEC, 2017.).

#### 2.2.4. Bjelančevine iz jaja

Jaja su učestali sastojak u preradi mesa koji nudi višestruke funkcionalne prednosti. Mogu se koristiti u različitim oblicima kao što su cijela jaja, bjelanjci ili žumanjci, od kojih svaki na svoj način doprinosi konačnom proizvodu. Jaja imaju sposobnost emulgiranja što je jedan od primarnih razloga zašto se jaja koriste u proizvodnji mesnih proizvoda.

Žumanjci sadrže lecitin, prirodni emulgator, koji pomaže u povezivanju masti i vode. Ovo je osobito važno u proizvodima poput kobasica i mesnih štruga, gdje se želi ujednačena tekstura. Svojstva emulgiranja jaja osiguravaju ravnomjernu raspodjelu masti, što rezultira proizvodom glatke teksture i privlačnog okusa.

Jaja imaju i sposobnost fiksiranja, te stoga služe i kao izvrsna veziva u mesnim proizvodima. Bjelančevine u jajima koaguliraju kada se zagrijavaju, tvoreći mrežu koja drži čestice mesa zajedno. To je osobito korisno u proizvodima s nižim udjelom mesa, gdje vezivna svojstva jaja mogu nadoknaditi nedostatak prirodnih mesnih bjelančevina. Osim vezivanja, jaja doprinose i zadržavanju vlage u mesnim proizvodima. Bjelančevine u jajima mogu zadržavati vodu,



sprječavajući isušivanje proizvoda tijekom kuhanja. Time se dobiva sočniji i ukusniji mesni proizvod (KUMAR, 2023.).

Bjelančevine jaja mogu dovesti do alergije. Iako se alergija može javiti i na bjelančevine bjelanjka i žumanjka, uglavnom se radi o alergiji na bjelanjak. Čimbenici rizika alergije na jaja su dob, obiteljska anamneza, druge alergije i atopijski dermatitis. Alergija na jaja češća je kod djece nego kod odraslih.

#### 2.2.5. Sulfiti

Sulfiti i sumpor dioksid (SO<sub>2</sub>) dugo se koriste u svrhu inhibicije i kontrole rasta mikroorganizama, sprječavanja neenzimskog posmeđivanja, inhibicije reakcija kataliziranih enzimima te kao antioksidanti i reducirajuća sredstva. Izlučuju se u urinu bez vidljivih patoloških efekata. Premda je toksičnost sulfita niska i oni ne predstavljaju veliki rizik po zdravlje (TOMAŠEVIĆ i sur., 2017.), nalaze se na listi alergena te je obavezno njihovo isticanje na deklaraciji ukoliko im udio u hrani prelazi 10 mg SO<sub>2</sub> po kilogramu. Nadalje, treba ih svesti na najmanju moguću mjeru u hrani koja sadrži tiamin, poput crvenog mesa, jer ometa apsorpciju ovog vitamina u organizmu (TOMAŠEVIĆ i sur., 2018.; JAŠIĆ, 2009.).

Iako se alergija na sulfite smatra relativno rijetkom, bitno je podići svijest i educirati javnost o mogućim rizicima. Prema studiji objavljenoj u „Welzo Online Medical Journalu“, prevalencija osjetljivosti na sulfite raste, vjerojatno zbog široke upotrebe sulfita u preradi hrane. Ovaj rastući trend naglašava važnost razumijevanja uzroka, simptoma i strategija upravljanja povezanih s alergijom na sulfite. Europska agencija za sigurnost hrane (engl. European Food Safety Authority, EFSA) utvrdila je da su sulfiti općenito sigurni za konzumaciju, ali mogu izazvati nuspojave kod osjetljivih osoba.

#### 2.2.6. Senf

Jedan od alergena koji se mogu naći u proizvodima od mesa je i senf. Iako alergije na njega nisu česte, nisu ni zanemarive. Simptomi prave alergijske reakcije na senf najčešće se razvijaju u roku od nekoliko minuta ili, rjeđe, u nekoliko sati nakon ingestije senfa. Blagi simptomi mogu uključivati peckanje ili svrbež u ustima, mučninu i osjećaj nelagode u abdomenu i probavnom sustavu, nelagodu i osip na tijelu (osip je sličan urtikariji). Ozbiljniji simptomi uključuju oticanje lica, usana, organa usne šupljine i grla te poteškoće u disanju pa i napad astme. U nekim

slučajevima dolazi do ozbiljnog pada krvnog tlaka koji je simptom anafilaktičkog šoka. Gore navedeni simptomi najčešće su popraćeni teškom slabošću, vrtoglavicom i poremećajem općeg stanja (POLJANEC, 2017.).

#### 2.2.7. Kikiriki

Kikiriki je izuzetno jak alergen koji sadrži do 32 različite bjelančevine, od kojih najmanje 18 može izazvati alergijske reakcije. Među njima je i vicilin, bjelančevina koja se nalazi u sjemenki, glavni alergen otporan na toplinu (na njega otpada 12–16% ukupnih bjelančevina u kikirikiju), zatim konglutin, profilin, i albumin, bjelančevina otporna na toplinu koja se ne raspada tijekom probave, odnosno bjelančevina prijenosa lipida. Sa biološkog aspekta, kikiriki nije orašasti plod, već sjeme biljke iz obitelji mahunarki. Široko se koristi u prehrambenoj industriji te je često “skriveni” alergen u proizvodima koji ga na prvi pogled ne sadrže. Među svim mahunarkama ima najviše alergenskih svojstava i može izazvati po život opasne alergijske reakcije, anafilaktički šok, angioedem, urtikariju, egzacerbaciju respiratornih alergija i atopijski dermatitis. Određeni oblici termičke obrade mogu pojačati alergena svojstva kikirikija. Alergenost kikirikija ovisi o stupanj i vrsti toplinske obrade: suho pečenje povećava alergenost, a proces kuhanja ju smanjuje jer vjerojatno dio bjelančevina prelazi u vodu (DU TOIT i sur., 2008).

## 2.3. ALERGENI U MLIJEKU I MLIJEČNIM PROIZVODIMA

Mlijeko ljudi koriste u svojoj prehrani od davnina jer se radi o hrani visoke nutritivne vrijednosti. Ono se može konzumirati svježe ili prerađivati u proizvode koji se mogu skladištiti kroz duži vremenski period. U nekim zemljama gotovo polovica proizvedenog mlijeka konzumira se kao svježe pasterizirano punomasno, nemasno ili obrano mlijeko. Većina mlijeka u svijetu se ipak prerađuje u mliječne proizvode (maslac, sir, mlijeko u prahu, sladoled i kondenzirano mlijeko).

Kravlje mlijeko je najrasprostranjenija i najčešće korištena vrsta mlijeka u svijetu. Ostale životinjske vrste koje se koriste za proizvodnju mlijeka uključuju bivola (u Indiji, Kini, Egiptu i na Filipinima), koze (u mediteranskim zemljama), sobove (u sjevernoj Europi) i ovce (u južnoj Europi). Mnogi čimbenici utječu na sastav mlijeka, uključujući pasminu goveda, genetsku konstituciju pojedinog goveda, starost, stadij laktacije, interval između mužnje i kondiciju goveda. Sastav mlijeka varira među različitim vrstama sisavaca, prvenstveno kako bi se zadovoljile stope rasta pojedinih vrsta. Općenito, tehnologija prerade kravljeg mlijeka može se uspješno primijeniti na preradu mlijeka dobivenih od drugih gore navedenih vrsta.

Ovčje mlijeko bogato je hranjivim tvarima, ima 18 % ukupne suhe tvari (5,8 % bjelančevina i 6,5 % masti). Mlijeko sobova ima najvišu razinu hranjivih tvari, s 36,7 % ukupne suhe tvari (10,3 % bjelančevina i 22 % masti).

Kozje mlijeko ima približno isti sastav hranjivih tvari kao i kravlje mlijeko, ali se razlikuje u nekoliko karakteristika. Kozje mlijeko je potpuno bijele boje jer se sav beta-karoten (koji se unosi iz hrane) pretvara u vitamin A. Masne kuglice su manje i stoga ostaju suspendirane, tako da se vrhnje ne diže i mehanička homogenizacija je nepotrebna. Skuta od kozjeg mlijeka formira se u male, lagane pahuljice i lakše se probavlja, slično kao i skuta nastala od majčinog mlijeka. Često se propisuje osobama koje su alergične na bjelančevine u kravljem mlijeku i nekim pacijentima koji boluju od čira na želucu.

Glavne komponente mlijeka su voda, masti, bjelančevine, ugljikohidrati (laktoza) i minerali (pepeo). Međutim, postoje brojni drugi vrlo važni mikronutrijenti kao što su vitamini, esencijalne aminokiseline i minerali u tragovima. U mlijeku je identificirano više od 250 kemijskih spojeva. Sastav svježeg tekućeg mlijeka i drugih mliječnih proizvoda prikazan je u Tablici 1.

Tablica 1. Hranjivi sastav mliječnih proizvoda (na 100 g) (SINGH i BANDLER, 2024.)

Proizvod	Energetska vrijednost (kcal)	Voda (g)	Bjelančevine (g)	Masti (g)	Ugljikohidrati (g)	Kolesterol (g)	Vitamin A (IU)	Riboflavin (mg)	Kalcij (mg)
Svježe punomasno mlijeko	61	88	3,29	3,34	4,66	14	126	0,162	119
Svježe nemasno mlijeko	50	89	3,33	1,92	4,80	8	205	0,165	122
Svježe obrano mlijeko	35	91	3,41	0,18	4,85	2	204	0,140	123
Mlijeko u prahu	134	74	6,81	7,56	10,04	29	243	0,316	261
Obrano mlijeko u prahu	78	79	7,55	0,20	11,35	4	392	0,309	290
Maslac	717	16	0,85	81,11	0,06	219	3,058	0,034	24
Sladoled (vanilija)	201	61	3,50	11,00	23,60	44	409	0,24	128
Kiselo vrhnje	214	71	3,16	20,96	4,27	44	790	0,149	116

Jogurt, obični, nemasni	63	85	5,25	1,55	7,04	6	66	0,214	183
Jogurt vočni, nemasni	102	74	4,37	1,08	19,05	4	46	0,178	152
Plavi sir	353	42	21,40	28,74	2,34	75	721	0,382	528
Svježi sir	103	79	12,49	4,51	2,68	15	163	0,163	60
Krem sir	349	54	7,55	34,87	2,66	110	1,427	0,197	80
Mozzarella	280	49	27,47	17,12	3,14	54	628	0,343	731
Parmezan	456	18	41,56	30,02	3,74	79	701	0,386	1376
Ementaler	376	37	28,43	27,54	3,38	92	845	0,365	961

Najčešći alergeni iz kravljeg mlijeka su  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin te kazein i goveđi serumski albumin što je dokazano brojnim istraživanjima u kojima su se koristili krvni testovi na prisustvo specifičnih IgE antitijela (SHOORMASTI i sur., 2011.).

Jedna od najčešćih alergija na hranu u dječjoj dobi je alergija na kravlje mlijeko (eng. cow milk allergy, CMA) koja se manifestira različitim simptomima. Kravlje mlijeko ima četiri glavne bjelančevine koje izazivaju alergije na mlijeko u dječjoj dobi, te njihova identifikacija može pomoći liječnicima u liječenju pacijenata oboljelih od te alergije. Osoba alergična na kravlje mlijeko, ne mora biti alergična i na druge vrste mliječnih proizvoda. Alergija na mlijeko zabilježena je pretežno kod djece, te je između 2 i 3 % djece mlađe od tri godine alergično na mlijeko. Ta alergija nestaje do 16. godine života u oko 80 % djece koja su bila alergična na mlijeko.

Bjelančevine sirutke predstavljaju glavne alergene u mlijeku. Osjetljive su na toplinu i rasprostranjene u mliječnim proizvodima i kao i u prehrambenim proizvodima u kojima su dodane bjelančevine mlijeka. Izolat bjelančevine sirutke (eng. whey protein isolate, WPI), bjelančevina koja čini oko 20 % ukupnih bjelančevina kravljeg mlijeka, sadrži dva glavna alergena  $\alpha$ -laktalbumin ( $\alpha$ -LA) i  $\beta$ -laktoglobulin ( $\beta$ -LG).  $\beta$ -LG je češći alergen od  $\alpha$ -LA, a oko 80 % pacijenata s alergijom na mlijeko alergično je na  $\beta$ -LG jer ga ljudsko mlijeko ne sadrži a u jako kiselom okruženju želuca koje stvara želučana kiselina relativno je stabilan.

Tijekom vremena provedena su razna istraživanja kojima se nastojao utvrditi učinak visoke temperature sterilizacije na stabilnost  $\alpha$ -LA i  $\beta$ -LG. Dokazano je da su bjelančevine sirutke osjetljive na izloženost visokim temperaturama (sterilizacija pri 80° C tijekom 3 ciklusa), pri čemu je  $\alpha$ -LA puno osjetljiviji od  $\beta$ -LG, te se njegova struktura znatno promijenila što naravno umanjuje i njegov alergijski potencijal. To daje teoretsku osnovu za proizvodnju niskoalergičnih mliječnih proizvoda korištenjem uobičajenih metoda sterilizacije (ZHAO ZHANG i sur., 2022.).

Dosadašnja istraživanja su pokazala da je učestalost alergijskih reakcija u dojenčadi i male djece zbog konzumacije mlijeka u porastu, a u nekim slučajevima prehrana bogata mlijekom i proizvodima od mlijeka praćena je izraženim kliničkim simptomima, poput svrbeža kože i dispneje koja može biti opasna po život. Osim toga, alergije na mliječne bjelančevine mogu dovesti do oštećenja, pa i potpunog uništenja crijevnih resica, što dovodi do nedostatka laktaze i intolerancije na laktozu. Komplikacije alergija na mliječne bjelančevine također mogu uključivati poremećaje prehrane i rasta, anemiju, te nedovoljnu kalcifikaciju kostiju (ZHAO ZHANG i sur., 2022.).

Kazein je glavna bjelančevina mlijeka s udjelom oko 80% ukupnih bjelančevina u mlijeku. Smjesa je fosfoproteina, asastoji se od 3 frakcije ( $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ -kazein). Najvažniji je izvor aminokiselina, koje služe za izgradnju tjelesnih bjelančevina. Također je izuzetno bogat kalcijem koji je značajan za tvorbu koštanog tkiva mladunčadi sisavaca. U probavnom sustavu kazein se sporo razgrađuje i na taj način djeluje kao dugotrajan izvor energije tijekom razdoblja “gladovanja” (tijekom noći što mladunčadi omogućava miran san). U današnje vrijeme kazein se koristi u proizvodima za sportaše u svojstvu bjelančevinske nadopune, a konzumacijom se u procesu probave u želucu stvara gel konzistencija te se potom polagano otpuštaju aminokiseline. U čistom obliku kazein je amorfnu bijela krutina, bez okusa i mirisa, dok je komercijalni tip (prerađen za prodaju za dodavanje u hranu) žućkast s ugodnim mirisom. Kravlje mlijeko sadrži oko 3 % kazeina. Suhi kazein nije kvarljiv i rok trajnosti mu je dug ako je zaštićen od insekata i glodavaca. Vlažni kazein je dobra podloga za razvoj plijesni i bakterija što uzrokuje neugodan miris. Izoelektrična točka kazeina je pri pH 4,6 gdje je njegova topljivost u vodi samo 0,01 %. Amfoteran je, ispod pH 4,6 kazein tvori umjereno topive soli kao što je kazein klorid, a iznad pH 4,6 kazein tvori soli s bazama. Natrijev kazeinat i druge alkalne soli topljive su bez ograničenja, dok je kalcijev kazeinat gotovo netopljiv. Kazeinati lako prelaze u želatinozno stanje kada se polako zgrušavaju iz koncentriranih otopina. Formaldehid tvori netopljivi spoj s kazeinom. Kazein je netopljiv u većini organskih otapala.

Kazein se koristi u prehrambenoj industriji, u lijekovima i dodacima prehrani te u kozmetici. Također se u manjoj mjeri koristi i u drugim industrijskim granama kao što je industrija kože, papirnata industrija, tekstilna industrija, obućarstvo, te u proizvodnji sredstava za čišćenje, insekticida, te u mnogim drugim proizvodnjama gdje se kazein koristi kao zaštitni koloid, emulgator ili vezivo. Glavne primjene kazeina izvan prehrambene i farmaceutske industrije su premazi za papir, ljepila, boje, plastika i umjetna vlakna.

### 2.3.1. Laktoza

Laktoza je glavni ugljikohidrat mlijeka. Važan je izvor hrane za nekoliko vrsta fermentirajućih bakterija koje se koriste u proizvodnji mliječnih proizvoda. U probavnom sustavu se laktoza razgrađuje na glukozu i galaktozu djelovanjem enzima laktaze. Glukoza i galaktoza se tada mogu apsorbirati iz probavnog trakta. Pojedinci s nedostatkom laktaze ne mogu metabolizirati laktozu i to stanje se naziva intolerancija na laktozu. Nemetabolizirana laktoza ne može se apsorbirati iz probavnog trakta i stoga se nakuplja, što dovodi do crijevnih tegoba. Izuzetno je

važno razlučiti intoleranciju na laktozu od alergije na laktozu. Iako su uzroci i mehanizmi LI i CMA različiti, kliničke manifestacije su slične (Tablica 2.), što otežava dijagnostiku oba stanja. To može dovesti do pogrešne ili zakašnjele dijagnoze LI ili CMA.

Tablica 2. Kliničke manifestacije LI i CMA

<b>Klinički znakovi i simptomi</b>	<b>LI</b>	<b>CMA</b>
Mučnina i/ili povraćanje	±	±
Kronični proljev	++	±
Nadutost i proširenje abdomena	+	±
Grčevi/bolovi u abdomenu	+	±
Nadutost	+	±
Kruljenje	+	±
Krvava i/ili sluzava stolica	–	+
Krvarenje iz rektuma	–	+
Perianalni osip i iritacija	+	–
Sporo napredovanje i slab prirast na težini	–	+
Kožni simptomi (npr. Ekcem ili urtikarija)	–	+
Respiratorni simptomi (npr. Otežano disanje ili astma)	–	+
Anafilaktički šok	–	+
		(ako je posredovana imunoglobulinom)
Atopične bolesti ili alergije na hranu u obiteljskoj anamnezi	–	+

LI: intolerancija na laktozu, CMA: alergija na kravlje mlijeko, –: nema vidljivih simptoma; ±: može, ali ne mora biti simptoma; +: simptomi su vidljivi; ++: vrlo često zamječeni simptomi.

Važno je napomenuti da su intolerancija na laktozu (eng. Lactose intolerance, LI) i alergija na kravlje mlijeko (eng. Cow milk allergy, CMA) patološka stanja uzrokovana istom hranom odnosno kravljim mlijekom, ali se javljaju kroz različite mehanizme. Intolerancija je poremećaj enzimske neravnoteže koji nije na imunološkoj osnovi, dok je alergija imunološki poremećaj i



uzrokovane su različitim komponentama kravljeg mlijeka odnosno ugljikohidratima ili bjelančevinama).

Razlikujemo tri vrste intolerancije na laktozu, kongenitalnu (urođenu) primarnu i sekundarnu. Kongenitalna ili urođena intolerancija na laktozu je rijetka i prisutna je od rođenja zbog genetskog defekta koji sprječava proizvodnju laktaze, čineći čak i majčino mlijeko teško probavljivim za novorođenčad. Primarna intolerancija na laktozu razvija se postepeno kako tijelo prirodno smanjuje proizvodnju laktaze nakon djetinjstva. Sekundarna intolerancija nastaje kao posljedica bolesti ili povrede tankog crijeva koje oštećuje sluznicu i smanjuje proizvodnju laktaze. Kongenitalna intolerancija na laktozu je rijetka. Primarna intolerancija na laktozu nije česta kod novorođenčadi i dojenčadi, ali ona prevladava među djecom. Gastrointestinalni simptomi LI I CMA mogu se preklapati.

Alergija na kravlje mlijeko (CMA) se manifestira nespecifičnim i širokim rasponom kliničkih simptoma, od kojih ni jedan nije patognomoničan. Kliničke manifestacije CMA trebale bi se smanjiti ili nestati nakon strogog izbjegavanja kravljeg mlijeka bez uzimanja simptomatskih lijekova, a ponovile bi se nakon ponovnog uvođenja kravljeg mlijeka. Eliminacija i ponovno uvođenje kravljeg mlijeka i proizvoda od mlijeka u prehranu neophodni su za dijagnosticiranje CMA.

Ljudi koji su alergični na jedan od sastojaka mlijeka osim samog mlijeka i mliječnih proizvoda kao što su jogurt, vrhnje, maslac, sladoled, puding, sir, trebaju obratiti pozornost i na druge proizvode koji, iako nisu mliječni proizvodi u svom sastavu sadrže neke od komponenata mlijeka, a to su: gratinirana jela i bijeli umaci (koji sadrže vrhnje), pohana i pržena hrana (smjesa za pohanje i prženje sadrži jaja i mlijeko), indijska hrana, u kojoj je ghee (oblik maslaca) vrlo čest, margarin, meso - konzervirano i prerađeno, uključujući nereske i mesne proizvode kao što su kobasice i hrenovke, preljevi za salatu (na bazi vrhnja ili jogurta) (SINGH i BANDLER, 2024.).

Upravo stoga vrlo je važno na deklaracijama označiti da određeni proizvod sadrži mlijeko ili neke od sastojaka mlijeka.

## 2.4. ALERGENI U JAJIMA I PROIZVODIMA OD JAJA

Jaja su jedna od najčešćih namirnica koje uzrokuju alergije kod djece. Simptomi alergije na jaja obično se javljaju nekoliko minuta do nekoliko sati nakon konzumiranja jaja ili hrane koja sadrži jaja. Znakovi i simptomi kreću se od blagih do teških i mogu uključivati osip na koži, koprivnjaču, začepljenost nosa i povraćanje ili druge probavne probleme. Rijetko, alergija na jaja može uzrokovati anafilaktički šok. Alergija na jaja može se pojaviti već u dojenačkoj dobi. Većina djece, ali ne sve, preraste alergiju na jaja prije adolescencije. Sadržaj bjelančevina u različitim dijelovima jajeta varira. Poznato je da se u žumanjcima nalaze gotovo sve hranjive tvari i masti. Međutim, osim ovih hranjivih tvari, žumanjak također sadrži do otprilike polovice sadržaja ukupnih bjelančevina u jajetu.

Glavne bjelančevine koje se nalaze u žumanjku uključuju lipoprotein niske gustoće (eng. low-density lipoprotein, LDL) koji čini 65% ukupnih bjelančevina u žumanjku, lipoprotein visoke gustoće (eng. high-density lipoprotein, HDL), fosvitin i livetin.

Bjelanjak se sastoji od oko 40 različitih vrsta bjelančevina. Ovalbumin je glavna bjelančevina (54%) bjelanjka zajedno s ovotransferinom (12%) (to je vrsta bjelančevina čija je glavna karakteristika da veže željezo te ima antimikrobna svojstva) i ovomukoidom (11%). Ostale bjelančevine bjelanjka su flavoprotein, koji veže riboflavin, avidin, koji se može vezati i inaktivirati biotin te lizozim. Ovomucin, koji je također vrsta glikoproteina, predstavlja manje od 11% bjelančevina bjelanjka, a odgovoran je za njegovu želatinastu teksturu. Bjelančevine jajeta sadrže značajne količine esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina. Esencijalne aminokiseline u jajetu čine između 12% i 31% preporučene dnevne doze.

Osim direktne konzumacije jaja ili proizvoda koji sadrže jaja, potencijalni izvor izloženosti bjelančevinama jaja je i križna kontaminacija u domaćim jelima do koje dolazi prilikom pripreme hrane, na primjer koristeći isto neoprano posuđe u kojemu je prethodno bila hrana koja sadrži jaja.

Neka cjepiva mogu sadržavati bjelančevine jaja koja se koriste u njihovoj proizvodnji. Radi se većinom o virusnim cjepivima kao što su cjepiva protiv rubele, mumpsa (zaušnjaka) i morbila (ospica) ili njihove kombinacije (MMR cjepivo) jer se virusni sojevi uzgajaju na embrioniranim kokošnjim jajima. No s obzirom na procese purifikacije izuzetno je mala mogućnost zaostanka bjelančevina jaja u gotovom proizvodu. Kod ljudi alergičnih na bjelančevine jaja ova cjepiva mogu

predstavljati rizik i izazvati alergijsku reakciju, no u izuzetno rijetkim slučajevima. Isti slučaj je i sa cjepivom protiv gripe i cjepivom protiv žute groznice (DULASHI i sur., 2020.).

## 2.5. ALERGENI RIBE I MORSKIH PLODOVA

Konzumacija morskih plodova u posljednjih nekoliko desetljeća se značajno povećala u svijetu. Do toga je dovela široka dostupnost ribe i morskih plodova u dijelovima svijeta koji su udaljeni od mora razvojem globalne prometne mreže, te povećanjem broja dobro opskrbljenih dućana u gotovo svim zemljama svijeta. Također veliki doprinos globalnoj konzumaciji ribe i morskih plodova doprinijele su i spoznaje o velikoj nutritivnoj vrijednosti i zdravstvenim učincima takve prehrane koja je bogati izvor bjelančevina, vitamina i minerala.

Osobe s alergijom na plodove mora mogu reagirati na ribu i/ili školjke i/ili račiće. Osoba alergična na ribu ne mora biti alergična na druge plodove mora i obratno. To je jedna od najčešćih alergija na hranu kod odraslih, ali može se pojaviti i kod djece. Češće se javlja u žena nego u muškaraca. Alergija na morske plodove može se razviti u bilo kojem trenutku života osobe. Može se javiti kod osoba koje su već nebrojeno puta konzumirale ribu, račiće ili mekušce bez ikakvih znakova alergijskih reakcija. Alergija na ribu i morske plodove većinom je doživotna. Ribe i školjke čine tri od četrnaest alergena u hrani koje regulira britanska Agencija za standarde hrane ([www.food.gov.uk](http://www.food.gov.uk)) i njihov sadržaj obavezno mora biti uključen na deklaracijama prehrambenih proizvoda (NAKONECHNA i sur., 2024.).

Ponekad hrana može sadržavati plodove mora iako oni nisu vidljivi niti ih je moguće detektirati osjetom mirisa. Namirnice koje potencijalno mogu sadržavati ribu i plodove mora su: azijska hrana može sadržavati ribu ili školjke u temeljcima ili umacima, jela od riže kao što su paella, pržena riža i sushi rollice, juhe ili složenci, umaci ili paštete, inćuni (riba) mogu biti prisutni u Cezar salati, dodani kao preljev za pizzu ili u umaku, umaci koji sadrže ribu (uključujući Worcestershire, kamenice i riblje umake koji se mogu dodati mnogim različitim vrstama jela), te hrana pržena u istom ulju (na primjer riba i krumpirići iz restorana ili trgovine).

Od izuzetne je važnosti čitati deklaracije na hrani na kojima je navođenje potencijalnih alergena obavezno. Za ljude koji su alergični na jednu vrstu školjki ili ribe, sigurnije je izbjegavati sve vrste morskih plodova vrste naročito kada se hrane izvan doma zbog rizika od križne kontaminacije.

### 2.5.1. Histaminsko trovanje ribom

Kod postavljanja dijagnoze na alergijsku reakciju na ribu diferencijalno dijagnostički bitno je spomenuti histaminsko trovanje ribom. Histaminsko otrovanje je otrovanje do kojeg dolazi kada se u organizam unese hrana (u ovom slučaju riba iako su mogući i drugi proizvodi životinjskog podrijetla) koja sadrži visoku koncentraciju histamina. Histamin se u ribi oblikuje *post mortem*, bakterijskom dekarboksilacijom histidina. Ovi simptomi mogu oponašati alergijsku reakciju jer se događaju ubrzo nakon što se onečišćena riba konzumira. Otrovani ljudi mogu patiti od koprivnjače, crvenila, svrbeža, mučnine, povraćanja, grčeva u trbuhu, vrtoglavice i lupanja srca. Blagi simptomi mogu se liječiti antihistaminicima, dok je u slučaju težih simptoma nužna hospitalizacija (VISCIANO i sur., 2020.).

### 2.5.2. Parvalbumin

Primarni alergen odgovoran za alergiju na ribe je bjelančevina poznata kao parvalbumin. Parvalbumini se neznatno razlikuju među različitim vrstama riba, što znači da će alergija na jednu vrstu ribe obično rezultirati alergijom i na druge vrste riba (stanje poznato kao polisenzibilizacija). Parvalbumini su izuzetno otporni na toplinu i ne razgrađuju se ni nakon višesatnog kuhanja, tako da konzumacija pečene ribe predstavlja istu opasnost kao i konzumacija sirove ribe. Alergija na različite vrste riba nije predispozicija za alergiju na školjke.

### 2.5.3. Tropomiozin

Tropomiozin je glavni alergen u mekušcima. Uz njega u mekušcima je identificirano još nekoliko alergena među kojima su najvažniji arginin kinaza, miozin kratkog lanca, sarkoplazmatski protein koji veže kalcij i hemocijanin. Unakrižna reaktivnost između alergena u različitim vrstama školjkaša mogla bi uključivati gotovo sve alergene komponente koje su do sada identificirane. Tropomiozin također nalazimo i u kućnoj prašini. Tropomiozin iz grinja kućne prašine (eng. house dust mites, HDM) imaju visoku sekvencu homologije s tropomiozinima školjkaša, a dokazana je i unakrsna reaktivnost između tropomiozina iz grinja kućne prašine (HDM-a) i tropomiozina škampa. Pretpostavlja se da je izloženost inhalacijskim tropomiozinima grinja kućne prašine primarni senzibilizator alergije na školjke, u reakciji analognoj sindromu oralne alergije (inhalacija-ingestija).

#### 2.5.4. Neprehrambeni proizvodi koji sadržavaju derivate od ribe/školjkaša

Derivati ribe/školjkaša mogu se koristiti u neprehrambenim proizvodima kao što su kozmetika, proizvodi za njegu kože, sredstva za njegu kose, te šamponi koji mogu izazvati kontaktne reakcije. Biorazgradive slamke za piće mogu se izrađivati od kitozana dobivenog iz školjki. Školjkaši se također mogu koristiti u procesu proizvodnje piva i vina, što također može dovesti do alergijske reakcije kod osjetljivih pojedinaca.

### 3. RASPRAVA

Riječ alergija je nastala od grčkih riječi „allos“ što znači drugi i „ergon“ što znači reaktivnost. Alergijska reakcija na hranu je poremećaj nastao izlaganjem specifičnoj bjelančevini koja izaziva imunološki odgovor posredovan imunoglobulinom E kojeg slijedi brza uzročno posljedična reakcija. Alergija na hranu je visoko na ljestvici zastupljenosti autoimunih bolesti, posebno u dobro razvijenim zemljama. Neželjene alergijske reakcije na hranu mogu se podijeliti na toksične i netoksične reakcije. Neželjene netoksične reakcije u koje ubrajamo i alergije na hranu, javljaju se u preosjetljivih osoba, a mogu biti alergijske i nealergijske, odnosno one koje su posredovane i one koje nisu posredovane IgE (imunoglobulin E) antitijelima. Alergija je po svojoj definiciji prekomjerna reakcija obrambenog sustava organizma u ponovljenom doticaju s alergenom tvari u oboljelih, dok kod zdravih osoba ne izaziva nikakve smetnje. Razlozi pojavnosti alergija su brojni no manifestacije su vrlo slične. Alergije na hranu i razni oblici nepodnošenja hrane ubrajaju se u najsloženije alergološke probleme a najvažniji podatak u anamnezi je u kojem se razdoblju od uzimanja određene hrane pojavljuju prvi simptomi alergije. Broj oboljelih osoba od alergijskih reakcija na hranu je u sve većem porastu. Kao brojni razlozi navode se: kvaliteta života, globalno zatopljenje, genetički modificirana hrana, izloženost zračenju telekomunikacijskih uređaja, neprestana izloženost alergenu i visoka stopa stresnih čimbenika.

Da bi se ustanovilo da li određena namirnica sadrži alergene potrebno je provesti alergološko testiranje. Najčešće metode koje se koriste u analizi alergena u hrani su enzimski imunosorbentni test (eng. Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA), lančana reakcija polimerazom (eng. polimerase chain reaction, PCR), te tekućinska kromatografija – masena spektrometrija (eng. Liquid chromatography–mass spectrometry, LC-MS).

Najčešće korištene metode za dokaz alergena u hrani su imonoenzimske metode radi svoje osjetljivosti, specifičnosti i granice detekcije. Skriveni alergeni u hrani problem su s kojim se u posljednje vrijeme susreću i osobe s alergijama na hranu i prehrambena industrija. Većina prehrambenih proizvoda se termički obrađuje i ti procesi mogu imati utjecaj na topljivost i ekstrakciju bjelančevina, kao i na sposobnost antitijela koja se koriste u imunoenzimskim testovima da ih prepoznaju. Također, na rezultate analitičkih postupaka utjecaj mogu imati i interakcije s drugim sastojcima u hrani te smanjena topljivost denaturiranih bjelančevina. Kako bi se odredili tragovi alergena u hrani potrebno je povećati osjetljivost analitičkih metoda, a to je omogućeno

uporabom posebno proizvedenih sekundarnih antitijela. Dokaz alergena u hrani može biti otežan, budući da su alergeni često prisutni u tragovima i mogu biti maskirani matriksom hrane. Prednosti ELISA metode u određivanju alergena su brzo i jednostavno korištenje, osjetljivost i selektivnost na tragove alergena. Nedostaci su dugotrajno razvojno vrijeme, moguća križna kontaminacija, učinci matriksa hrane, mogući lažno pozitivni rezultati, te nemogućnost analiza više sastojaka istovremeno (CIVERA i sur., 2022.).

Moguće je i preventivno djelovati na pojavnost alergija. Tu svakako moramo spomenuti probiotike kao žive organizme koji imaju višestruko pozitivan učinak na zdravlje konzumenta. Probiotici potiču prirodenu imunost te time moduliraju imunološki odgovor na infekcije pa i alergije.

U liječenju alergija na hranu najčešće se primjenjuje eliminacijska dijeta odnosno izbacivanje potencijalno alergeni namirnica iz svakodnevne prehrane. Međutim, promjene u načinu pripreme hrane u domaćinstvu i industriji te nepotpuno poznavanje sastava hrane radi prečesto nedostatnih ili čak netočnih deklaracija na prehrambenim proizvodima samo su neki od razloga koji otežavaju učinkovito izbacivanje određene hrane ili njenih sastojaka iz prehrane. Neadekvatno označavanje vrlo je često na nezapakiranoj hrani, hrani koja se nudi u restoranima, školama, predškolskim ustanovama, bolnicama.

U svrhu zaštite zdravlja ljudi uspostavljen je zakonodavni okvir označavanja hrane koji smanjuje mogućnost neželjenih reakcija na hranu i kojeg su se proizvođači hrane dužni strogo pridržavati. Taj zakonodavni okvir označavanja hrane čine:

- Zakon o informiranju potrošača o hrani
- Uredba (EU) br. 1169/2011 o informiranju potrošača o hrani
- Delegirana Uredba Komisije (EU) br. 78/2014 o informiranju potrošača o hrani, u pogledu određenih žitarica koje uzrokuju alergije ili netolerancije i hrane s dodatkom fitosterola, estera fitosterola, fitostanola i/ili estera fitostanola)– izmjena
- Pravilnik o informiranju potrošača o nepretpakiranoj hrani i ostale odredbe specifičnih propisa (EU i nacionalnih) za pojedinu kategoriju hrane životinjskog podrijetla koji zahtijevaju navođenje određenih informacija na hrani.

Obveza navođenja alergena prisutnih u hrani od prosinca 2014. godine EU zakonodavstvom proširena je i na nepretpakiranu hranu. Način označavanja tvari ili proizvoda koji uzrokuju alergije ili intolerancije propisan je Prilogom II. Uredbe (EU) br. 1169/2011. Svi prisutni



alergeni moraju se istaknuti na popisu sastojaka, na primjer drugim fontom, veličinom slova ili bojom pozadine. Ako ne postoji popis sastojaka, navod alergena mora sadržavati riječ „sadržava” nakon koje slijedi naziv alergena. Subjekt u poslovanju s hranom odgovoran je za informacije o hrani i mora osigurati prisutnost i točnost informacija o hrani u skladu s primjenjivim propisima o informacijama o hrani i zahtjevima odgovarajućih nacionalnih propisa. U tom smislu, proizvođači hrane koja se prodaje u Europskoj uniji trenutačno imaju obvezu na oznakama hrane navesti 14 alergena u skladu s regulativom Europske Unije. To uključuje žitarice koje sadržavaju gluten, zatim mlijeko, jaja, orašaste plodove, kikiriki, soju, ribe, rakove, mekušce, celer, lupinu, sezam, gorušicu i sulfite. Ovaj popis će se vjerojatno u budućnosti ažurirati, te je stoga važno da proizvođači hrane prate regulatorne zahtjeve kako lokalne tako i europske.

Nutritivne alergije zanimljivo su i još nedovoljno istraženo područje moderne alergologije, koje ostavlja brojna otvorena pitanja i daje široke mogućnosti daljnjeg istraživačkog rada

## 4. ZAKLJUČAK

Pojedini alergeni sastavni su dio hrane životinjskog podrijetla, dok se neki dodaju kao dodatni sastojci tijekom tehnoloških procesa proizvodnje proizvoda životinjskog podrijetla. Pregledom literature, neki od češćih alergena u hrani animalnog podrijetla uključuju pšenične bjelančevine u koje ubrajamo gluten, sulfite, senf, kikiriki, mliječne bjelančevine, laktozu, bjelančevine iz jaja, histamin, parvalbumin i tropomiozin.

Istaknuta je važnost provođenja alergološkog testiranja kako bi se definirala prisutnost alergena u određenoj hrani namirnicama. Najčešće analitičke metode koje se koriste pri dokazu alergena u hrani su enzimski testovi, lančana reakcija polimerazom i tekućinska kromatografija. Nakon provedenog alergološkog testiranja, nužno je pravilno deklariranje proizvoda prilikom stavljanja na tržište. Deklariranje proizvoda definirano je zakonodavnim okvirom i odredbama specifičnih propisa (EU i nacionalnih) za pojedinu kategoriju hrane životinjskog podrijetla koji zahtijevaju navođenje određenih informacija na deklaraciji hrane. Proizvođači unutar Europske Unije imaju obavezu navesti 14 alergena prilikom deklariranja i stavljanja na tržište.

Alergijske reakcije mogu biti od blagih, pa sve do životno ugrožavajućih, stoga je od izuzetne važnosti mogućnost potrošača da bude informiran o sastojcima hrane te na osnovu te informacije donese osobnu odluku o kupnji i konzumaciji pojedinog proizvoda životinjskog podrijetla.

## 5. LITERATURA

CAMINERO, A , E. NISTAL, A.R. HERRÁN, J. PÉREZANDRÉS, L. VAQUERO, S. VIVAS, J. M. RUÍZ DE MORALES, J. CASQUEIRO (2014): Wheat and Rice in Disease Prevention and Health, str. 157-170

Civera, A., P. Galan-Malo, I. Segura-Gil, L. Mata, A. P. Tobajas, L. Sánchez, M. D. Pérez (2022): Development of sandwich ELISA and lateral flow immunoassay to detect almond in processed food, Food Chemistry 371 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881462102344X>

Delegirana Uredba Komisije (EU) br. 78/2014 o informiranju potrošača o hrani, u pogledu određenih žitarica koje uzrokuju alergije ili netolerancije i hrane s dodatkom fitosterola, estera fitosterola, fitostanola i/ili estera fitostanola)– izmjena

DU TOIT, G., Y. KATZ, P. SASIENI, D. MESHER, S.J. MALEKI, H.R. FISHER (2008): Early consumption of peanuts in infancy is associated with a low prevalence of peanut allergy, JACI. 122(5), 984–991.

DULASHI WITHANAGE, D., C. SUPHIOGLU (2020): Diagnosis and Immunotherapy, Int. J. Mol. Sci. 21(14):5010 <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/14/5010>

HRVATSKA AGENCIJA ZA POLJOPRIVREDU I HRANU (2009.): Alergije podrijetlom iz hrane, Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, HAPIH [https://www.hah.hr/pdf/alergije\\_brosura.pdf](https://www.hah.hr/pdf/alergije_brosura.pdf)

JAKŠIĆ, M. (2009.): Konzervansi, Tehnologija hrane <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/konzervansi>

KUMAR, P. (2023): Using Eggs and Vegetables in Meat Products, Agriculture Institute <https://agriculture.institute/processed-meat-technology/using-eggs-vegetables-meat-products/>

MASILAMANI, M., S. COMMINS, W. SHREFFLER (2012): Determinants of Food Allergy, Immunol. Allergy Clin. North Am. 32, 11-33

NAKONECHNA, A., A. VAN BERGEN, A. ANANTHARACHAGAN, A. DILANI, N. JOHNSTON, K. NADEAU, K. RUTKOWSKI, S. B. SINDHER, P. SRIAROON, T. IASON, P. VIJAYADURAI, A. WAGNER, C. M. DAVIS (2024): Fish and shellfish allergy: Presentation and management differences in the UK and US—analysis of 945 patients, JACI Global, 100309 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277282932400105X>

POLJANEC, I. (2017.): Količina alergena u mesnim proizvodima, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska

POLJANEC, I., N. VAHČIĆ, G. KREŠIĆ, S. KOLARIĆ KRAVAR, N. KUDMIJA, J. PLEADIN (2017.): Alergeni u mesnim proizvodima s hrvatskog tržišta, MESO, 5, 420-425.

Pravilnik o informiranju potrošača o nepretpakiranoj hrani i ostale odredbe specifičnih propisa (EU i nacionalnih) za pojedinu kategoriju hrane životinjskog podrijetla koji zahtijevaju navođenje određenih informacija na hrani

SHOORMASTI, R. S., Z. POURPAK, Z. YAZDANYAR, Z. LEBASCHI, P. TEYMOURPOUR, S. BARZEGAR, B. TAZESH, M. R. FAZLOLLAHI, M. MOVAHEDI, P. DASHTI, M. MOIN (2011): The most common cow's milk allergenic proteins regarding to allergic symptoms, Clin. Transl. Allergy, Aug 12;1(Suppl 1): P62

SINGH, R. P., D. K. BANDLER (2024): Dairy product, Encyc. Britannica <https://www.britannica.com/topic/dairy-product>

Uredba (EU) br. 1169/2011 o informiranju potrošača o hrani

VISCIANO, P., M. SCHIRONE, A. PAPARELLA (2020): An Overview of Histamine and Other Biogenic Amines in Fish and Fish Products, Foods 9, 1795 <https://doi.org/10.3390/foods9121795>

WOODFOLK, J. A., S. P. COMMINS, A. J. SCHUYLER, E. A. ERWIN, T. A. E. PLATTS-MILLS (2015): Allergens, sources, particles, and molecules: Why do we make IgE responses?, Allergol. Int. 64, 295-303

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

ZHANG, Z., R. MA, Y. XU, L. CHI, Y. LI, G. MU, X. ZHU (2022): Investigation of the Structure and Allergic Potential of Whey Protein by Both Heating Sterilization and Simulation with Molecular Dynamics. Foods, 11(24), 4050. <https://doi.org/10.3390/foods11244050>

## 6. SAŽETAK

Alergeni iz hrane animalnog podrijetla

Karla Lupret Goleš

Hrana životinjskog podrijetla sadrži alergene koji mogu izazvati razne alergijske reakcije. U ovom radu opisani su alergeni u mesu i proizvodima od mesa, mlijeku i proizvodima od mlijeka, jajima i proizvodima od jaja te u ribama i morskim plodovima. Rad opisuje i metode alergoloških testiranja hrane, kao i pravila označavanja alergena na deklaracijama. Pošto je većina alergena sastavni dio hrane animalnog podrijetla, nužno je pridržavanje proizvođača zakonskih regulativa o deklariranju alergena te svjesnost potrošača o proizvodu koji kupuje.

Ključne riječi: alergeni, hrana animalnog podrijetla, alergološko testiranje

## **7. SUMMARY**

Allergens from food of animal origin

Karla Lupret Goleš

Food of animal origin contains allergens that can cause mild to severe allergic reactions. This paper describes allergens in meat and meat products, milk and dairy products, eggs and egg products, as well as in fish and seafood. The paper also discusses methods for allergological testing of food and the rules for allergen labeling on packaging. Since most allergens are an integral part of food of animal origin, it is essential for manufacturers to comply with legal regulations on allergen labeling and for consumers to be aware of the product they are purchasing.

Keywords: allergens, food of animal origin, allergological testing

## **8. ŽIVOTOPIS**

Rođena sam 21.09.1997. u Zagrebu. Završila sam Osnovnu školu Pantovčak i X. gimnaziju Ivan Supek u Zagrebu. Akademske godine 2016./2017. upisala sam Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Kroz studij sam bila aktivna članica studentske udruge „IVSA“, kao i predstavnicu u studentskom zboru. Rad u odjelu kliničkih ispitivanja i u odjelu farmakovigilancije započela sam 2022. godine, te i dalje radim u istima.