

# Otrovanja hranom

---

**Butković, Dorian**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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:178:453445>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-17**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

Dorian Butković

**Otrovanja hranom**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

**VETERINARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ZAVOD ZA HIGIJENU, TEHNOLOGIJU I SIGURNOST HRANE**

**Predstojnik :**

izv. prof. dr. sc. Nevijo Zdolec

**Mentori:**

prof. dr. sc. Željka Cvrtila

dr. sc. Tomislav Mikuš

**Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada :**

1. izv. prof. dr. sc. Nevijo Zdolec

2. prof.dr.sc. Željka Cvrtila

3. dr. sc. Tomislav Mikuš

4. prof. dr. sc. Lidija Kozačinski (zamjena)

*Zahvaljujem se svojim mentorima prof.dr.sc. Željki Cvrtila i dr.sc. Tomislavu Mikušu na savjetima, potpori i pomoći pri pisanju ovog rada.*

*Zahvaljujem se roditeljima na njihovoj strpljivosti i potpori tijekom studija.*

*Također se zahvaljujem svojim bliskim prijateljima koji su imali pozitivan utjecaj na mene i motivirali me da budem osoba koja želim biti.*

*Zahvaljujem se i profesorima koji su se trudili svoje znanje prenijeti na mlađe generacije.*

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. Uvod.....  | 1  |
| 2. Biološka kontaminacija .....                                   | 2  |
| 2.1. Bakterije .....  | 2  |
| 2.1.1.  Campylobacter spp. ....                                   | 2  |
| 2.1.2.  Salmonella spp. ....                                      | 3  |
| 2.1.3.  Escherichia coli .....                                    | 4  |
| 2.1.4.  Clostridium perfringens .....                             | 5  |
| 2.2. Virusi.....  | 6  |
| 2.2.1.  Norovirus, Caliciviridae .....                            | 6  |
| 2.2.2.  Hepatovirus A, Picornaviridae .....                       | 7  |
| 2.2.3.  Hepatitis E virus.....                                    | 8  |
| 2.3. Paraziti.....  | 9  |
| 2.3.1.  Cryptosporidium spp.....                                  | 9  |
| 2.3.2.  Trichinella.....  | 10 |
| 2.3.3.  Toxoplasma Gondii .....                                   | 11 |
| 3. Kemijska onečišćenja .....                                     | 13 |
| 3.1. Prirodni toksini .....                                       | 13 |
| 3.1.1.  Aflatoksini.....  | 13 |
| 3.1.2.  Okratoksini .....   | 14 |
| 3.1.3.  Lektini .....   | 15 |
| 3.2. Onečišćivači iz okoliša .....                                | 16 |
| 3.2.1.  Dioksini.....   | 16 |
| 3.2.2.  Olovo .....   | 16 |
| 3.2.3.  Živa .....  | 17 |
| 3.3. Onečišćivači nastali tijekom prerade ili čuvanja hrane ..... | 18 |
| 3.3.1.  Akrilamid.....  | 18 |
| 3.3.2.  Furan .....   | 19 |
| 3.4. Namjerno dodani onečišćivači .....                           | 19 |
| 3.4.1.  Melamin.....  | 20 |
| 3.4.2.  Sudansko bojilo.....                                      | 20 |
| 4. Zaključak .....  | 21 |
| 5. Literatura .....   | 22 |
| 7. Summary.....   | 28 |
| 8. Životopis .....  | 29 |



## 1. Uvod

Svjetska zdravstvena organizacija, SZO (World Health Organization, WHO) trovanje hranom definira kao bolest nastalu posljedicom konzumacije kontaminirane hrane. Do kontaminacije može doći u bilo kojoj fazi proizvodnje, distribucije i konzumacije hrane. Trovanje hranom jedan je od najčešćih uzroka infekcije u cijelom svijetu. Prema podacima američkog Centra za kontrolu i prevenciju bolesti, (Centers For Disease Control and Prevention, CDC) svaki šesti Amerikanac godišnje se otruje hranom koštajući Sjedinjene Američke Države 15.6 milijardi Američkih dolara. Do otrovanja dolazi kontaktom s uzročnikom koji može biti biološkog, kemijskog ili fizičkog podrijetla. U ovom radu opisana su otrovanja biološkog i kemijskog podrijetla. Takva trovanja nastaju prvenstveno uslijed konzumiranja onečišćene hrane i vode. Onečišćenje mogu uzrokovati: bakterije ili njihovi toksini koji se uslijed neprimjerene pripreme i pohrane namirnica nađu u hrani, virusi, kemikalije poput insekticida i herbicida, metali kao što su olovo, živa i kadmij, otrovne biljke kao što su velebilje i nejestive gljive te drugi onečišćivači kao što su mikotoksini i/ili ostaci veterinarskih lijekova. Kemijsko otrovanje hranom najčešće uključuje prirodne toksine, teške metale i pesticide, dok su uzroci biološkog onečišćenja hrane najčešće *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* i *Staphylococcus aureus*.

Cilj ovog rada je predstaviti i kritički se osvrnuti na najčešća kemijska i biološka otrovanja hranom, odnosno ona koja predstavljaju potencijalno najveći rizik po zdravlje potrošača.

## 2. Biološka kontaminacija

Pod biološku kontaminaciju ubrajamo hranu koja je kontaminirana organizmima poput bakterija, virusa i parazita. Bakterije su najčešći uzročnici trovanja hranom. Iako je došlo do velikih pomaka u javnom zdravlju, biološka kontaminacija hranom i dalje je prisutna u razvijenim zemljama uzrokujući veliki broj infekcija. U ovom poglavlju su predstavljeni bitni predstavnici koji pripadaju u navedene skupine.

### 2.1. Bakterije

#### 2.1.1. *Campylobacter spp.*

*Campylobacter spp.* jedan je od najčešćih uzročnika trovanja hranom ljudi u svijetu. *Campylobacter spp.* je mala, mikroaerofilna, ubikvitarna gram negativna štapićasta bakterija. Bakterije ovog roda nalaze se u probavnom traktu ljudi i životinja te u vanjski okoliš dospijevaju fecesom. U ljudi najčešće otrovanje hranom uzrokuju vrste *Campylobacter jejuni* i *Campylobacter coli* (HUMPHREY i sur., 2007.). Zoonoza koju uzrokuje ova bakterija naziva se kampilobakterioza. U životinja rijetko uzrokuje bolest te se stoga nesmetano širi među životinjama. Prema podacima Europske agencije za sigurnost hrane (engl. European Food Safety Agency, EFSA) 2020. godine unutar Europske unije prijavljeno je 120,946 slučajeva kampilobakterioze uzrokovane kontaminiranom hranom (EFSA i ECDC, 2021.). Broj neprijavljenih slučajeva mnogostruko je veći. Meso peradi, crvena mesa, sirovo mlijeko, salata, kontaminirana voda, grožđe, školjkaši mogu biti izvori infekcije (HUMPHREY i sur. 2007.). Najčešći izvor infekcije je pileтина kontaminirana *Campylobacterom jejuni* (HUMPHREY i sur., 2007.). Domaća kokoš (*Gallus domesticus*) na farmi unosi ovu bakteriju iz okoliša ili kontaminiranih voda. Često je uzročnik proširen unutar jata (TODD, 2014.). Također postoje indikacije da se može i vertikalno prenositi (HUMPHREY i sur., 2007.). Faktori koji povećavaju izgled kontakta s ovom bakterijom na farmi su kontakt s životinjama druge vrste, prenapučenost i loši zoohigijenski uvjeti (HUMPHREY i sur., 2007.). Perad se inficira najčešće fekalno-oralnim putem. Mikroorganizam se zadržava i razmnožava u cecalnim i kloakalnim kriptama. U vanjsku okolinu se izlučuje fecesom uslijed čega dolazi do širenja unutar jata (ZHANG i SAHIN, 2020.). Do kontaminacije mesa najčešće dolazi tijekom klanja. Do unosa



u ljudski organizam dolazi uslijed konzumacije nedovoljno termički obrađenog mesa, križne kontaminacije, konzumacije sirovog mlijeka. Sirovo mlijeko može se kontaminirati tijekom mužnje fecesom životinje pošto se bakterija nalazi u crijevnom traktu (HUMPHREY i sur. 2007.). Mala količina ovog patogenog organizma može uzrokovati trovanje (TODD, 2014.). Samim time i rasprostranjenost organizma u jatima dolazi do čestih trovanja hranom ovim mikroorganizmom. Bolest u ljudi najčešće je blagog tijeka. Inkubacijsko razdoblje traje od dva do pet dana (TODD, 2014.). Dolazi do povišene temperature, boli u trbuhu i proljeva koji može sadržavati krv. U jako mlade djece, imunokomprimitiranih i starijih ljudi češće dolazi do teže kliničke slike. Neke od komplikacija su bakterijemija, hepatitis, pankreatitis i pobačaj. U rijetkim slučajevima postinfektivno razvija se reaktivni artritis ili Guillain-Barré sindrom. Smrtnost je niska. Kampilobakterioza u većini slučajeva ne zahtijeva antibiotsku terapiju. Liječenje antibioticima je indicirano u težim slučajevima. Simptomi traju tri do šest dana. Liječi se potpornom terapijom koja se u većini slučajeva svodi na rehidraciju i održavanje elektrolitskog balansa (ANONIMUS, 2020.a).

### 2.1.2. *Salmonella* spp.

*Salmonella* spp. je drugi najčešći uzročnik trovanja hranom na području Europske unije (EFSA, ECDC, 2021.). *Salmonella* spp. je ubikvitarna, štapičasta, fakultativno anaerobna, gram negativna bakterija koja je prirodni dio mikroflore crijeva životinja i ljudi. Unutar Europske unije najčešći serovari koji su bili identificirani u slučajevima trovanja hranom su *Salmonella enteritidis* (48.7%), *Salmonella typhimurium* (12,4%), monofazična *Salmonella typhimurium* (11,1%), *Salmonella infantis* (2,5%) i *Salmonella derby* (1,2%) (EFSA, ECDC, 2021.). Salmoneloza se dijeli na slabiji (gastroenteritični) i teži oblik (tifoidna groznica) ovisno o simptomima koje uzrokuje. Jače salmoneloze uzrokuju tifoidni (*typhi*, *paratyphi*) serotipovi *Salmonelle* spp. (POPA i POPA, 2021.). Do kontaminacije hrane dolazi nakon kontakta hrane s fecesom tijekom bilo koje faze proizvodnje. Glavni rezervoari su kokoši, pure, svinje i krave. Čovjek je glavni rezervoar za tifoidne sojeve. Otprilike 4% ljudi koji su preboljeli tifoidnu groznicu kronično izlučuju patogen mikroorganizma fecesom (ENG, 2015.). Najvažniji izvori trovanja hranom su jaja, meso, mliječni proizvodi, povrće i voda. Hrana se kontaminira s malim količinama fecesa, često tijekom same klaoničke obrade (ENG, 2015.). Unutar Europske unije catering usluge identificirane su kao značajan izvor infekcija. Poslije ingestije kontaminirane hrane mikroorganizam kolonizira tanko i debelo crijevo te ulazi u epitel crijeva gdje se

razmnožava. Umnaža se intracelularno te se širi u mezenteričke limfne čvorove. Preko limfe može se širiti po drugim organskim sustavima. Jačina širenja ovisi o serotipu i zdravstvenom statusu čovjeka (GIANELLA, 1996.). Ukoliko dođe do sistemskog širenja, dolazi do težeg oblika bolesti. Blaži oblik (gastroenterični) se pojavljuje ubrzo nakon ingestije uzročnika (6-12h). Simptomi traju do 10 dana. Tipični simptomi su proljev, povraćanje, mučnina, glavobolja, abdominalni grčevi i mialgija. Moguće komplikacije su kolecistitis, pankreatitis i upala slijepog crijeva. Djeca, stariji ljudi i imunokomprimirani su podložniji komplikacijama (ENG, 2015.). Liječenje se svodi na mirovanje i rehidraciju. Teži oblik (tifoidna groznica) se poglavito pojavljuje u području Azije, Afrike, Južne Amerike. Europljani i Amerikanci koji obole od težeg oblika bolesti većinom su se zarazili tijekom putovanja. Nakon inkubacije od 5-9 dana prvi simptom je vrućica. Uz vrućicu dolazi do konstipacije, iako može doći do proljeva (SANTOS, 2001.). Česta je pojava kašlja, abdominalne boli i gubitka apetita. Postoje cjepiva koja se peroralno ili intramuskularno apliciraju. Cijepljenje je preporučeno prilikom putovanja na područja u kojima su tifoidni sojevi endemični (ANONIMUS, 2020.b). Bez antibiotika simptomi traju tjednima ili mjesecima. Liječenje se provodi peroralnom rehidracijom i primjenom antibiotika (ENG, 2015.).

### 2.1.3. *Escherichia coli*

*Escherichia coli* je ubikvitarna, štapičasta, gram negativna bakterija koja se fiziološki nalazi u crijevu ljudi i životinja te se u okolinu širi fecesom. Brojni *E. coli* sojevi mogu izazvati trovanje hranom. STEC (Shiga toxin producing *E. coli*) sojevi smatraju se najznačajnijim u području Europske unije i Sjedinjenih Američkih Država (TODD, 2014.). Tijekom 2020. potvrđeno je 4446 slučajeva na području Europske unije (EFSA, ECDC, 2021.). Najznačajniji STEC serovar je O157:H7. U infekciji ljudi također su značajni O26, O103, O104, O111 O126, O145 i O157:NM serovari (TODD, 2014.). Tijekom 2020. potvrđeno je 4446 slučajeva unutar Europske unije čineći STEC četvrtim najčešćim uzročnikom trovanja hranom (EFSA, ECDC, 2021.). STEC sojevi su karakteristični po lučenju shiga toksina koji je nositelj virulencije. Shiga toksin precipitira trombotične mikrovaskularne lezije. Uslijed oštećenja endotela može doći do hemolitičko-uremijskog sindroma (HUS), najčešće kod djece (KARCH, 2005.). Najznačajniji rezervoar *E. coli* O157:H7 su goveda. Goveda ne obolijevaju, ali fecesom luče mikroorganizam u vanjsku sredinu. Mikroorganizam može preživjeti do 10 mjeseci u okolišu. Otporan je na sušenje i niski pH. Mogući načini širenja su kontaminirana hrana, kontakt između

Ljudi te ljudski kontakt sa životinjama. Izvori infekcije najčešće su sirova ili nedovoljno termički obrađena govedina i sirovo mlijeko. Hamburgeri su značajni izvor infekcije jer u određenim oblicima pripreme nisu u potpunosti termički obrađeni. Zabilježeno je i širenje kontaminiranom vodom, jabukovačom, voćem i povrćem (KARCH, 2005.). Uzročnik je izrazito patogen. Mala količina uzročnika (100 bakterija) može uzrokovati infekciju. Nakon peroralnog unosa mikroorganizma, razmnožava se u debelom crijevu te luči velike količine shiga toksina (KARCH, 2005.). Nakon inkubacijskog razdoblja od 3-4 dana dolazi do vodenastog proljeva i abdominalnog grčenja koje traje 1-3 dana. Vodenasti proljev može postati krvav. Osoba je najčešće afebrilna, iako mnogo pacijenata tvrdi da su imali temperaturu u ranoj fazi. U djece postoji velika opasnost od razvitka HUS-a. Čak 15% djece mlađe od 10 godina s potvrđenim *E. coli* O157:H7 razvije HUS. Stoga se nakon razvitka krvavog proljeva preporuča infuzijska terapija. Potencijalne komplikacije HUS-a su poremećaji centralnog živčanog sustava, napadaji, stupor, koma, moždani udar te srčana disfunkcija. Antibiotičko liječenje se ne preporuča (KARCH, 2005.).

#### 2.1.4. *Clostridium perfringens*

*Clostridium perfringens* je gram pozitivna, anaerobna, sporoformna bakterija koja se nalazi u tlu, vodi, probavnom sustavu ljudi i životinja. Tipovi A i C *Clostridium perfringens* uzrokuju trovanje hranom u ljudi. Najčešće trovanje uzrokuje tip A. Spore A tipa su izrazito otporne na djelovanje temperature od 100°C (YAO i ANNAMARAJU, 2022.; SMAJLOVIĆ i sur., 2020.). Do kontaminacije hrane dolazi razmnožavanjem bakterije i proizvodnjom toksina u hrani. Važan faktor u virulenciji je *Clostridium perfringens* enterotoksin (CPE) (TODD, 2014.). Prema podacima američkog CDC-a *Clostridium perfringens* uzrokuje 10% otrovanja hranom u Sjedinjenim Američkim Državama. Glavni toksin zbog kojeg dolazi do simptoma trovanja hranom je CPE (YAO i ANNAMARAJU, 2022.). Izvori infekcije najčešće su gotova jela pripremljena od mesa poslužena s različitim umacima. Trovanje je tipično u masivnoj proizvodnji hrane (restorani, bolnice, škole, starački domovi, proslave) pošto je velike količine hrane teže držati u adekvatnim uvjetima (SMAJLOVIĆ i sur., 2020.). Faktori koji utječu na dovoljnu količinu razvoja *C. perfringens* su neadekvatno kuhanje, neadekvatno hlađenje, rukovanje, termička obrada hrane, neadekvatno otapanje, nedovoljno podgrijavanje, količina hrane i vrijeme provođenja navedenih postupaka. Hrana se priprema prije posluživanja što omogućava patogenu dovoljno vremena za reprodukciju (SMAJLOVIĆ i sur., 2020.). Jedan

od faktora je i velika količina hrane koja se drži u hladnjacima. Zbog toga dolazi do sporijeg hlađenja hrane što mikroorganizmu daje više vremena za razmnožavanje (DOYLE, 2002.). Uzročnik se umnožava u hrani te tvori veliki broj pokretnih vegetativnih oblika patogena. Razmnožava se u mesu koje se nalazi u povoljnom temperaturnom rasponu za *Clostridium perfringens*. Temperaturni raspon u kojemu se bakterija razmnožava je od 12-50° C. Zbog ovog raspona potrebno je hranu što prije staviti u hladnjak i uskladištiti na način da se hrana može dovoljno brzo ohladiti (DOYLE, 2002.). Nakon unosa velike količine uzročnika (>10<sup>6</sup>) putem hrane, *Clostridium perfringens* sporulira u tankom crijevu pri čemu tvori CPE i oslobađa ga zajedno sa sporama (SMAJLOVIĆ i sur., 2020.). Bolest je najčešće blagog oblika. Inkubacijsko razdoblje je kratko (8 do 24 sata). Prvi simptomi su profuzni proljev i abdominalni grčevi koji traju jedan do dva dana. Rijetko dolazi do povišene tjelesne temperature. Smrtni ishod nije uobičajen, ali može se dogoditi u djece, starijih ljudi i imunokompromitiranih osoba. Antibiotička terapija u ljudi koji su inače zdravi nije preporučena. Liječi se peroralnom rehidracijom, a u težim slučajevima parenteralnom (SMAJLOVIĆ, 2020.).

## 2.2. Virusi

### 2.1.1. Norovirus, Caliciviridae

Norovirus je najčešći uzročnik gastroenteritisa u svijetu. Virus čini jednolančana RNA. 6 genomskih skupina (GI, GII, GIII, GIV, GV, GVI). GI, GII i GIV) uzrokuju bolest u ljudi. Genomske skupine su podijeljene u genotipove. Najčešći uzročnik gastroenteritisa je Norovirus GII.4. Svake godine 6% Amerikanaca oboli od gastroenteritisa uzrokovanog Norovirusom (HALL i sur., 2014.). Čestim infekcijama pogoduju stabilnost virusa pri niskim i relativno visokim temperaturama (60°C), rezistentnost na dezinficijense, niska infektivna doza (18-2800 čestica) te velike količine virusa koje se izlučuju fecesom (HALL i sur., 2014.). Ljudi luče virus dva tjedna. Asimptomatski kliconoše mogu i dulje lučiti virus. Povraćanjem se virus aerosolom širi na objekte i predmete (MARINCULIĆ i sur., 2014.). Često je širenje infekcije putem restorana. Hrana se kontaminira direktnim kontaktom tijekom pripreme. Izvor infekcije su svježe povrće, voće, orašasti plodovi, školjkaši i mliječni proizvodi. Za razliku od ostale hrane, školjkaši se ne kontaminiraju tijekom pripreme nego zagađenom vodom u staništu (MOORE, 2015.). Patogeneza nije sasvim razjašnjena. Patohistološki dolazi do skraćivanja i

proširenja crijevnih resica uz infiltraciju mononuklearnim stanicama i citoplazmatsku vakuolarizaciju. Također dolazi do poremećaja motiliteta želuca zbog čega dolazi do mučnine i povraćanja (MARINCULIĆ i sur. 2014.). Inkubacija je kratka (24-48h). Klinička slika se očituje povraćanjem, mučninom, vodenastim proljevom i abdominalnom boli. U djece je češće povraćanje, dok je u starijih proljev glavni simptom. Do hospitalizacije rijetko dolazi, obično u starijih ljudi. Prognoza je povoljna i dovoljno je liječenje peroralnom rehidracijom (MARINCULIĆ i sur., 2014.).

### 2.1.2. Hepatovirus A, Picornaviridae

Hepatovirus A virus uzročnik je hepatitisa A. Virus se sastoji od jednolančane RNA molekule. Identificarno je 6 genotipova. Genotipovi I, II i III uzrokuju hepatitis A u ljudi. Podijeljeni su još u podtipove A i B. Najrašireniji genotip je I (ANONIMUS, 2017.). Godišnje uzrokuje hepatitis u 1.4 milijuna ljudi i samim time veliki trošak na javno zdravstvo. Najviše slučajeva zabilježeno je u Aziji. Unutar Europske unije i Sjedinjenih Američkih Država bolest je bolje kontrolirana. Otprilike 5000 do 20000 slučajeva godišnje je zabilježeno unutar navedenih regija (CASTANEDA, 2021.). Od 1995. Sjedinjene Američke Države krenule su s cijepljenjem u visoko rizičnim područjima. Dokaz uspješnosti tog programa je pad prevalencije za 92% od 1995. do 2012. godine (MATHENY, 2012.). Glavni način širenja infekcija je feko-oralnim putem. Čovjek fecesom luči uzročnika. Do infekcije dolazi nakon ingestije hrane ili vode kontaminirane fecesom (MATIOLLI, 2003.). Moguće je i širenje bliskim kontaktom (ANONIMUS, 2017.). Glavni izvori infekcije su školjkaši, sirovo povrće i voće (ANONIMUS, 2021.a). Nakon ingestije virus iz crijeva ulazi u krvožilni sustav te se portalnim krvotokom širi u jetra gdje inficira hepatocite. U crijeva se luči preko žuči te fecesom izlazi u vanjsku sredinu (CASTANEDA, 2021.). Simptomi se pojavljuju iznenada nakon duge inkubacije (15 do 50 dana). Bolest može biti asimptomatskog tijeka. Dob utječe na pojavu simptoma. Većina djece ispod 6 godina ne pokazuje simptome, dok starije osobe redovito obolijevaju s jačom kliničkom slikom. Bolest je obilježena mučninom, povraćanjem, proljevom, žuticom, povećanom temperaturom, tamnim urinom, abdominalnom boli, glavoboljom i gubitkom na težini. Žutica se pojavljuje u 70% starije djece i odraslih ljudi. Komplikacije se najčešće pojavljuju u ljudi starijih od 50 godina. Može doći do relapsa infekcije nakon što je osoba ozdravila. Rijetko dolazi do artritisa, trombocitopenije, pankreatitisa, hemolitičke anemije, perikarditisa,

Guillain-Barré sindroma i akutnog zatajenja bubrega. Liječenje se temelji na simptomatskoj terapiji. Obično se pacijent spontano oporavi (MATHENY, 2012.).

### 2.1.3. Hepatitis E virus

Hepatitis E virus spada u rod hepevirusa i uzrokuje hepatitis E u ljudi. Otkriven je 1983. godine nakon pojave hepatitisa nepoznatog podrijetla kod sovjetskih vojnika tijekom rata u Afganistanu (KAMAR i sur., 2014.). Virus čini jednolančana RNA molekula. Postoje 4 genotipa (1,2,3,4) koji uzrokuju bolest u ljudi. Virus hepatitisa E 1 i 2 (Hepatitis E virus, HEV) uzrokuju bolest samo u ljudi, dok HEV3 i HEV4 uzrokuju bolest i u životinja (CASTANEDA, 2021.). Hepatitis E virus smatra se najčešćim uzročnikom akutnog hepatitisa virusne etiologije u ljudi (KAMAR i sur., 2014.). HEV1 i HEV2 su karakteristični za zemlje u razvoju, dok HEV3 i HEV4 prevladavaju u razvijenim zemljama. HEV3 i HEV4 u razvijene zemlje unose putnici iz suptropskih i tropskih područja (MARINCULIĆ i sur., 2014.). U zemljama u razvoju najčešće se širi kontaminiranom vodom te je tipično epidemijsko širenje, dok se u razvijenim širi preko kontaminirane svinjetine, direktnog kontakta ili kontaminiranom vodom. U razvijenijim zemljama su slučajevi sporadični. Svinje su prirodni rezervoari hepatitis E virusa. Svinje šire virus fecesom kojim se kontaminira svinjetina ili direktnim kontaktom. Iz tog razloga veterinari i stočari su prijemljiviji ovoj bolesti (KAMAR i sur., 2014.). U većini ljudi hepatitis E traje par tjedana. Inkubacijsko razdoblje je između 2 do 6 tjedna. Najprije dolazi do vrućice i mučnine na koju se kasnije nadovežu abdominalna bol, povraćanje, anoreksija, letargija. HEV1 i HEV2 uzrokuju žuticu u 40% slučajeva, dok HEV3 i HEV4 u 75%. HEV3 i HEV4 mogu uzrokovati kroničnu infekciju, pogotovo u imunokomprimiranih jedinki. U malom broju pacijenata pojavljuju se neurološki simptomi, zatajenje bubrega, pankreatitis i poremećaji krvi (trombocitopenija i aplastična anemija). Trudnice jako loše podnose infekciju s HEV1 i HEV2. Mortalitet je između 20 i 25% u ovoj populaciji. Terapija je simptomatska te se u težim slučajevima koriste i antivirusni lijekovi (KAMAR i sur., 2014.).

## 2.3. Paraziti

### 2.3.1. *Cryptosporidium* spp.

*Cryptosporidium* spp. je obligatni intracelularni parazit koji parazitira u tankom crijevu ljudi i životinja. Najčešće pogađa djecu i imunokompromitirane osobe. Pripada skupini protozoa. Kriptosporidiozu u ljudi najčešće uzrokuju *Cryptosporidium parvum* i *Cryptosporidium hominis*. U Europi prisutna su oba soja. Podtipovi *Cryptosporidium parvum* su IIa, IIb, IIc, IIe, IIg, IIh, IIi, IIk i III, dok su podtipovi *Cryptosporidium hominis* Ia, Ib, Ic, Id, Ie, If i Ig (VANATHY, 2017.). U Europi je tijekom 2018. godine potvrđeno 14252 slučaja, dok je procijenjeno da u Sjedinjenim Američkim Državama godišnje 748000 ljudi oboli od kriptosporidioze (ANONIMUS, 2021.c; ANONIMUS, 2022.b). U Milwaukeeu u Sjedinjenim Američkim Državama 1993. zabilježena je endemija u kojoj je bilo zaraženo 400000 stanovnika, 25% stanovnika tog grada. Procijenjena šteta iznosila je 96 milijuna američkih dolara. Zabilježeno je 69 smrtnih slučajeva, većinom pacijenata sa sindromom stečene imunodeficijencije, SIDA (Acquired Immunodeficiency Syndrome, AIDS; GRADUS, 2014.). *Cryptosporidium* spp. luči se fecesom ljudi i životinja. U okolišu se nalazi u sporuliranom obliku koji je izrazito otporan na vanjske uvjete. Uzročnik je ubikvitaran te se nalazi i u tlu. Glavni izvor infekcije je kontaminirana voda. Voda korištena tijekom procesa proizvodnje može kontaminirati hranu. Sirovo povrće, sirovo mlijeko, voće, nepasterizirani voćni sokovi i nedovoljno termički obrađeno meso (pogotovo piletina) su izvori kriptosporidioze (MARINCULIĆ i sur., 2014.). Izvor infekcije može biti i direktan kontakt sa zaraženom životinjom (VANATHY, 2017.). Nakon ingestije uzročnika u lumen crijeva iz sporulirane oociste izlaze 4 sporozoita koji ulaze u epitelne stanice crijeva. Sporozoiti umnažanje nastavljaju shizogonijom, gametogonijom i sporogonijom. Moguće je i širenje u respiratorni sustav. U vanjsku sredinu fecesom izlaze u dva oblika: oocista s debelom i oocista s tankom ovojnicom. Oocista s debelom ovojnicom je izrazito otporna na vanjske uvjete, dok je oocista s tankom ovojnicom odgovorna za autoinvaziju (MARINCULIĆ, 2014.). U imunokompetentnih ljudi bolest je blaga i prolaznog karaktera. Glavni simptom je vodenasti proljev koji traje 2 tjedna. Najčešće pogađa djecu. Kod djece je moguć kronični oblik koji je karakteriziran smanjenim rastom i simptomima od strane respiratornog sustava. U pacijenata s AIDS-om bolest je teška i kronična (VANATHY, 2017.). Većina zdravih ljudi se oporavi bez

liječenja. Terapija je simptomatska. Može se liječiti antiparazitikom nitazoksanidom (ANONIMUS, 2021.b).

### 2.3.2. *Trichinella*

Unutar roda *Trichinella* opisano je 11 vrsta. Rod *Trichinella* je podijeljen na one koje se inkapsuliraju i one koje se ne inkapsuliraju u tkivima. Najčešći uzročnik trihinelozu u ljudi je *Trichinella spiralis* (FURHAD i BOKHARI, 2019.). *Trichinella spiralis* je inkapsulirajući oblič dužine 1-3,5 mm (MARINCULIĆ i sur., 2014.). Epidemija trihineloze opisana je prvi puta 427. godine prije nove ere. Tek 1835. Richard Owen i James Paget opisuju *Trichinellu spiralis* kao uzročnika trihineloze nakon što je James Paget uočio masu nalik na crve u dijafragmi (FURHAD i BOKHARI, 2019.; TARATUTO i VENTURIELLO, 1997.). Na svjetskoj razini godišnje se zabilježi 10000 slučajeva trihineloze. Razlog tako male brojke su poboljšanja u uzgoju svinja, smrzavanje svinjetine u domaćinstvima i razvitak svijesti ljudi o opasnostima konzumiranja sirove svinjetine. Tijekom 1940-ih zabilježeno je otprilike 400 slučajeva godišnje u Sjedinjenim Američkim Državama, dok je tijekom 2011.-2015. u prosjeku bilo 16 slučajeva na godišnjoj razini (ANONIMUS, 2019.a.). Tijekom 2019. unutar Europske unije potvrđeno je 97 slučajeva trihineloze (ANONIMUS, 2019.b). Životni ciklus trihinele započinje konzumacijom mesa u kojoj se nalazi. Unutar tog mesa nalazi se inkapsulirana ličinka trihinele. Neadekvatna termička obrada mesa omogućava ličinki preživljavanje. Poslije ingestije ličinke se oslobađaju iz kapsule u želucu. U tankom crijevu prodiru u mukozu gdje sazrijevaju. Limfom i krvi se šire tijelom i inkapsuliraju u poprečno-prugastoj muskulaturi. Predilekcijska mjesta su mišići s većom količinom kisika. U svinja su to ošit, jezik i žvačni mišić. U mišićju ljudi mogu preživjeti i preko 40 godina (MARINCULIĆ i sur., 2014.; GOTTSTEIN i sur., 2009.). Inkubacija je varijabilna. Može biti svega par dana pa sve do dva mjeseca. Prva faza invazije je enterička. Tijekom parazitiranja u tankom crijevu prevladava proljev. Može doći do povraćanja, konstipacije i pojave abdominalne boli. Druga faza invazije je akutna te je karakterizirana migracijom larvi organizmom. Traje otprilike 2 mjeseca. Obilježena je eozinofilijom, vrućicom, bolom u mišićju, periorbitalnim edemima i edemom lica. Ukoliko se larve prošire u miokard može doći do zatajenja srca. Širenjem respiratornim sustavom može doći do dispneje i kašlja. Širenje u centralni živčani sustav obilježeno je glavoboljom, vrtoglavicom, napadajima i promjenama u ponašanju. Bolest se liječi simptomatski uz antihelmintike poput albendazola i fenbendazola (GOTTSTEIN i sur., 2009.).



### 2.3.3. *Toxoplasma Gondii*

*Toxoplasma gondii* je ubikvitarna protozoa koja intracelularno parazitira u svim toplokrvnih životinjama i čovjeku. Bolest koju uzrokuje zove se toksoplazmoza. Većinu toksoplazmoza uzrokuju tri soja. To su tip I, tip II i tip III. Najdominantniji u ljudi je tip II. Felidi su jedini konačni domaćini. Ljudi i toplokrvne životinje su intermedijarni domaćini (ALMERIA i DUBEY, 2014.). Toksoplazmoza je izrazito proširena u ljudi. U Sjedinjenim Američkim Državama prema projekcijama svake godine se 85000 ljudi zarazi (DUNAY i sur., 2018.). U Splitu i okolici protutijela su dokazana u 38,1% žena (MARINCULIĆ, 2014.). Pretpostavljena prevalencija latentne toksoplazmoze u trudnica u svijetu je 33,8% (ALMERIA i DUBEY, 2020.). Važnost tog podatka proizlazi iz činjenice da infekcija tijekom trudnoće može rezultirati pobačajem, mrtvorodenjem ili se dijete rađa s poremećajima tipičnim za toksoplazmozu (abnormalno povećana ili smanjena glava) (ANONIMUS, 2018.). Iako se nekada vjerovalo da većina infekcija potječe od fecesa mačaka, danas je poznato da većina infekcija proizlazi iz kontaminiranog mesa. Osim mesa poznati izvori infekcije su tlo, sirovo mlijeko, povrće, biljke, školjkaši, kontaminirana voda (ALMERIA i DUBEY, 2020.). Rizik predstavljaju skoro sve vrste mesa. Najveći rizik je neadekvatno termički obrađena svinjetina. Meso svinja držanih u ekstenzivnom tipu uzgoja predstavlja visoki rizik. Tradicionalni suhomesnati proizvodi predstavljaju posebnu opasnost zbog sposobnosti tkivnih cisti da prežive na temperaturi od 50°C 10 minuta (MARINCULIĆ i sur., 2014.). Spolna faza parazita odvija se samo u crijevnom epitelu felida (enteroepitelna faza). Felidi luče oocistu u vanjsku okolinu koja sporulira nakon 2-5 dana. Tako sporulirana oocista u vanjskim uvjetima može preživjeti nekoliko godina. Unutar oocista nalaze se 2 sporociste koje sadrže 4 sporozoita. Unutar intermedijarnih domaćina sporozoiti imaju mogućnost invadiranja svih stanica s jezgrom (tkivna faza). Unutar stanice sporozoit mijenja oblik te se dijeli i prelazi u tahizoit. Tahizoiti se brzo dijele unutar stanice koja naposljetku puca. Nakon pucanja stanice se u daljnje tkivo šire makrofagima. Nakon što dođe do imunološkog odgovora, tahizoiti prelaze u bradizoit. Bradizoit je oblik koji se sporije dijeli te u tkivu formira cistu koja može sadržavati tisuće bradizoita. Čovjek se inficira sporozoitima ili bradizoitima (MARINCULIĆ i sur., 2014.). U većini zdravih ljudi infekcija je latentna. Mogući su blagi simptomi poput upaljenih limfnih čvorova i boli u mišićju koja traje nekoliko tjedana. Parazit ostaje latentan i može se opet aktivirati u stanju imunosupresije. Najrizičnija skupina su trudnice koje su prvi puta inficirane nedugo prije ili tijekom trudnoće. Može doći do pobačaja, mrtvorodenja ili poremećaja tijekom embrionalnog razvoja. U kongenitalnoj infekciji ili infekciji nedugo nakon

poroda može doći do kronične bolesti oka. Imunokomprimitirani ljudi zbog bolesti (SIDA) ili liječenja (npr. terapija glukokortikoidima) oboljevaju od težeg oblika toksoplazmoze (ANONIMUS, 2018.). Kod njih ne dolazi do pretvorbe sporozita u bradizoit što rezultira teškim oštećenjem svih tkiva, pogotovo moždanog i srčanog (MARINCULIĆ i sur., 2014.). Liječenje u težih simptomatskih pacijenta provodi se kombinacijom pirimetamina i sulfadiazina (DUNAY i sur. 2018.).

### 3. Kemijska onečišćenja

Kemijska onečišćenja hrane mogu biti uzrokovana prirodnim toksinima, onečišćivačima iz okoliša, onečišćivačima nastalim tijekom prerade ili čuvanja hrane i namjerno dodanim onečišćivačima. Razvitkom industrije i kao posljedica brojnih ljudskih aktivnosti povećan je broj kemijskih onečišćenja u hrani. U većini hrane koju konzumiramo možemo naći kemijske kontaminante. Logično se zapitati kolika je količina kemijskih kontaminanata u hrani štetna. U nekim slučajevima hrana se namjerno kontaminira radi jeftinijeg dobivanja poželjnih svojstva (boja, konzistencija, miris). U ovom poglavlju opisani su važni predstavnici iz navedenih skupina kemijskih onečišćivača.

#### 3.1. Prirodni toksini

##### 3.1.1. Aflatoksini

Aflatoksini su toksični metaboliti koje većinom proizvode plijesni roda *Aspergillus*. Glavni proizvođači unutar tog roda su *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* i *Aspergillus nomius*. Ova plijesan je ubikvitarna. Prisutna je u zraku, tlu, biljkama i životinjama. Aflatoksini su podijeljeni u 5 glavnih razreda : B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> i M<sub>1</sub>. Najprevalentniji i najtoksičniji je B<sub>1</sub>. Različite vrste *Aspergillus* stvaraju različite mikotoksine. Primjerice *Aspergillus flavus* luči B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, dok *Aspergillus parasiticus* može sintetizirati B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> aflatoksine. Visoka temperatura pogoduje proizvodnji aflatoksina na žitaricama (ANDRADE i sur., 2014.). U većini razvijenih država zbog kontrola i regulatornih procedura rizik od trovanja je nizak. Zbog nedovoljnih resursa, tehnologije i infrastrukture u siromašnijim zemljama pojavljuju se infekcije u značajnijem broju. Mnogo slučajeva aflatoksikoze zabilježeno je u Aziji i Africi, obično zbog konzumiranja kontaminiranog kukuruza. Do akutnog trovanja dolazi uslijed konzumacije velikih količina aflatoksina, dok kronična ingestija manjih doza djeluje kancerogeno. Od 2007. do 2016. godine unutar Europske unije zabilježeno je 16 slučajeva previsoke koncentracije aflatoksina u mlijeku i mliječnim proizvodima (ANDRADE i sur., 2014.). Važni izvori aflatoksina su pljesnivi kukuruz, pogača kikirikija, suncokreta, gluten iz kukuruza, kopar, sjeno pamuka, rižine posije, ljuške palme i sojino zrnje (PLEADIN i sur.,

2018.). Rizik predstavljaju i kontaminirana jaja, sirovo mlijeko i mliječni proizvodi te meso i mesni proizvodi (zbog hranjenja kontaminiranim krmivom). Sušeno meso i sir se mogu kontaminirati tijekom procesa zrenja (ANDRADE i sur., 2014.). Na stvaranje aflatoksina utječu čimbenici poput: vrste supstrata, sadržaja vlage u supstratu, prisutnosti aflatoksikogenih plijesni, prisutnosti mineralnih tvari te mehaničkog oštećenja zrna. Sušna razdoblja i oštećenja usjeva i velike količina masti i ugljikohidrata u usjevu pozitivno utječu na stvaranje aflatoksina. Zbog navedenih razloga važno je pravilno skladištenje žitarica (ANDRADE i sur., 2014.; PLEADIN i sur., 2018.). U akutnoj aflatoksikozi dolazi do hepatotoksičnosti. Aflatoksini iz probavnog sustava cirkulacijom putuju do jetra. Rani simptomi akutne toksikoze su anoreksija, letargija i blago povišena temperatura. Može doći do progresije simptoma. Tada dolazi do potencijalno smrtonosnog hepatitisa s povraćanjem i abdominalnim grčanjem. Većina slučajeva trovanja je kronično. Kroničnom konzumacijom povećava se rizik od hepatocelularnog karcinoma i disfunkcije imunskog sustava. Također se navodi kao i potencijalan uzročnik zaostajanja u razvoju. Specifičnog liječenja nema. Suplementacija prehrane s proteinima, melatoninom, vitaminima A i E može pomoći u smanjivanju štetnih učinka aflatoksikoze (ANDRADE i sur., 2014.).

### 3.1.2. Okratoksini

Okratoksini su toksični metaboliti koje pretežno sintetiziraju plijesni rodova *Aspergillus* i nekih *Penicillium* vrsta. Glavni oblici su okratoksin A, okratoksin B i okratoksin C. Okratoksin je prvi izolirao Van Der Merwe 1965. godine. Izolirao je okratoksin A koji se i danas smatra okratoksinom koji najtoksičnije djeluje na ljudsko zdravlje. Okratoksin A je jako stabilan u okolišu. Iznimno je rezistentan na visoku kiselost i visoku temperaturu. Čak ni dezinfekcija parom na 121°C kroz 3 sata nije dovoljna za uklanjanje okratoksina iz hrane. Iz tog razloga većina napora temelji se na profilaktičnom sprječavanju kontaminacije hrane (DELGADO i sur., 2018.). Danas je nemoguće izbjeći konzumaciju okratoksina zbog njegove široke rasprostranjenosti u hrani. Unutar Europske Unije dopuštena količina je 0,50 g/kg u prerađenoj hrani na bazi žitarica, hrani za dojenčad i malu djecu te hrani za posebne medicinske potrebe isključivo namijenjenoj dojenčadi. Najveće dopuštene količine od 15-20 g/kg dopuštene su u začinima, mješavinama začina i sušenim plodovima (PLEADIN, 2014.). U miševa, štakora, zečeva i svinja dokazana je kancerogenost. U ljudi postoje određene indikacije da utječe na razvoj bubrežnih bolesti, hepatocelularni karcinom i tumor mokraćnog mjehura (SCHRENK i

sur., 2020.). Povezuje se s balkanskom endemskom nefropatijom, iako je izglednije da je uzročnik aristokolična kiselina koju luči biljka *Aristolochija clematitis* (vučja stopa) (CHAN i sur., 2018.). Veće količine okratoksina u hrani su prisutnije tijekom vlažnih i hladnih godina. Izvori okratoksina su pljesniva pšenica, riža, kava, vino, pivo, začini, sušeno voće, kukuruz, raženo brašno, heljda, žitarice za doručak, meso, iznutrice farmskih životinja (bubreg i jetra) te proizvodi životinjskog podrijetla. Procesi poput zagrijavanja, soljenja, sušenja i skladištenja nemaju utjecaj na smanjenje koncentracije okratoksina A u već kontaminiranim proizvodima (PLEADIN, 2014.). U ljudi još nije dokazano da je okratoksin A definitivno kancerogen. Trenutno se oprezno postupa zbog dokazane kancerogenosti u životinja. Implikacije za javno zdravlje povezane su s potencijalnim svojstvom nefrotoksičnosti, hepatotoksičnosti, imunotoksičnosti i kancerogenog djelovanja. Trenutna strategija u razvijenim državama je sprječavanje rasta plijesni u hrani, kontrola količine okratoksina A te daljnja istraživanja utjecaja okratoksina A na zdravlje ljudi (DELGADO i sur., 2018.).

### 3.1.3. Lektini

Lektini su proteini koji se selektivno vežu na ugljikohidrate. Najistraženiji lektini su PHA (*Phaseolus vulgaris* agglutinin) iz graha, WGA (*Wheat germ* agglutinin) iz pšenice, PSA (*Pisum sativum* agglutinin) iz graška, GNA (*Galanthus nivalis* agglutinin) iz visibabe (ŠARKANJ i sur., 2010.). Lektini su anti-nutrijenti koji se nalaze u biljkama. Termička obrada denaturira lektine i time inaktivira njihovo štetno djelovanje. Opasnost se pojavljuje ukoliko se konzumiraju sirove biljke s visokom dozom lektina (ANONIMUS, 2020.c). Izvor zabilježenih trovanja većinom je konzumacija crvenog graha. Crveni grah sadrži PHA. U razdoblju između 1976. i 1989. godine zabilježeno je 50 slučajeva trovanja lektinima iz crvenog graha. U većini slučajeva grah je konzumiran sirov ili neodovoljno termički obrađen (RODHOUSE i sur., 1990.). U 2020. godini 45 ljudi u Danskoj se otrovalo nakon konzumacije graha koji nije bio dovoljno termički obrađen (WHITWORTH, 2020.). Lektini u probavnome sustavu su otporni na razgradnju. Vežu se za stanice epitela crijeva uzrokujući njihovu nekrozu. U animalnim istraživanjima dokazano je da interferiraju s apsorpcijom kalcija, željeza, fosfora i cinka. Trenutno se istražuje njihova povezanost s imunološkim bolestima poput reumatoidnog artritisa i dijabetesa tipa 1. Zbog svog dugog vezanja za stanice potencijalno uzrokuje upalu zbog čega je moguća povezanost s autoimunskim bolestima (ANONIMUS, 2020.c). Trovanje

uzrokuje simptome disfunkcije gastrointestinalnog trakta. Pojavljuje se mučnina, povraćanje i proljev. Terapija je simptomatska (ŠARKANJ i sur., 2010.).

### **3.2. Onečišćivači iz okoliša**

#### *3.2.1. Dioksini*

Dioksini su spojevi koji se sastoje od dva benzenska prstena koje spajaju dvije molekule kisika i sadrže 4-8 klorida. Nastaju tijekom industrijskih procesa poput spaljivanja, izbjeljivanja papira klorom i tijekom proizvodnje nekih pesticida, insekticida i fungicida (SCHECTER i sur., 2005.). Smatra se da su najrasprostranjenije toksične kemikalije u okolišu koje su posljedica ljudskog djelovanja. Skupini dioksina pripada 210 spojeva od kojih su 17 izrazito toksični (ŠARKANJ i sur., 2010.). Dioksini se primarno nalaze u zraku. Oko 62% atmosferskih emisija posljedica je spaljivanja komunalnog otpada. Nakon saznanja o toksičnosti počinje regulacija emisija dioksina. Od 1980. do 2003. godine emisija je smanjena za 90% u Sjedinjenim Američkim Državama. Najvažniji izvor trovanja u ljudi je hrana. Nakon emisije u atmosferu, talože se i zadržavaju u tlu, vodi, biljkama, hrani životinjskog podrijetla. Topljivi su samo u mastima (ŠARKANJ i sur., 2010.). Najznačajniji izvori dioksina su meso, riba i mliječni proizvodi. Masnija hrana sadrži veće doze. Primjerice punomasno mlijeko sadrži dioksine, dok ih obrano mlijeko neće sadržavati. U ljudima se zadržavaju i kumuliraju u mastima (ŠARKANJ i sur., 2010.). U životinja i ljudi su kancerogeni. Izazivaju poremećaje u reprodukcijском sustavu i dovode do poremećaja u razvoju. Djeluju destruktivno na imunološki sustav i interferiraju s hormonalnim sustavom. U velikim akutnim dozama mogu izazvati klor-akne (ŠARKANJ i sur., 2010.).

#### *3.2.2. Olovo*

Olovo je teški metal koji se prirodno nalazi u Zemljinoj kori. U zadnja tri stoljeća količina olova u okolišu se povećala preko 1000 puta. Razlog takvog povećanja je ljudska aktivnost. Koristi se u građevinarstvu, automobilskim akumulatorima, a nekad se koristilo i kao antidetonator u benzinu. Zbog novih saznanja o utjecaju olova na zdravlje prestalo se s dodavanjem olova u benzin. Prema procjeni Svjetske zdravstvene organizacije izloženost

olovu tijekom 2016. je uzrokovalo 540000 smrti (WANG i sur., 2019.). Olovo je ubikvitarno. Nalazi se u tlu iz kojega ga biljke uzimaju i širi se dalje prehranbenim lancem nakon što životinje pojedu biljke. U hranu može ući tijekom proizvodnje, distribucije, skladištenja ili kuhanja. Najrizičnija populacija su djeca zbog manje kilaže te činjenice da apsorbiraju 50% unesenog olova u organizam, dok odrasli apsorbiraju samo 10%. Apsorpciju olova povećava i prehrana siromašna cinkom, kalcijem i željezom (ŠARKANJ i sur., 2010.). Nalazi se u većini hrane koju konzumiramo u većim ili manjim količinama. U Kini najveće koncentracije olova pronađene su u algama, sušenoj morskoj hrani i školjkašima. Prema istom istraživanju djeca predškolske dobi najveće količine primaju iz riže, pšeničnog brašna, svinjetine, lisnatog povrća i voća (WANG i sur., 2019.). Olovo apsorbirano iz probavnog trakta se akumulira u mekim i tvrdim tkivima. Najviše se akumulira u kostima u kojima može ostati i do 30 godina. Tijekom trudnoće i dojenja djelovanjem hormona povećava mobilizacija olova iz kostiju. U fetus ili dijete ulazi kroz placentu ili mlijekom. Prouzrokuje oštećenja živčanog sustava što se u djece očituje zaostajanjem u razvoju, poteškoćama pri učenju i čitanju i smanjenim kvocijantom inteligencije. Osim utjecaja na razvitak mozga utječe i na razvitak kardiovaskularnih bolesti, hipertenziju, smanjenu funkciju bubrega, smanjenje plodnosti, endokrinih poremećaja i smanjenje imunosti (ŠARKANJ i sur., 2010.).

### 3.2.3. Živa

Živa je teški metal koji se pri sobnoj temperaturi i normalnom tlaku pojavljuje u tekućem obliku. U prirodi živu nalazimo u tri oblika: elementarnom, anorganskom i organskom (OZUAH, 2000.). U atmosferu dospijeva erupcijama vulkana, a značajne količine u atmosferu otpuštaju se i ljudskim aktivnostima poput gorenja u termoelektranama na ugljen i plina iz kojeg živa nije uklonjena prije gorenja, proizvodnjom zlata i proizvodnjom neželjenih metala (ŠARKANJ i sur., 2010.). Živa koja se nalazi u atmosferi kišom ili snijegom pada do tla ili vode. Nakon toga bakterije koje se nalaze u tlu ili vodi pretvaraju živu u organski oblik - metil-živu. U ovom obliku je uzimaju fitoplanktoni, vodeno bilje i životinje. Kroz hranidbeni lanac se biomagnificira te stoga ribe koje su na vrhu hranidbenog lanca sadrže najveće koncentracije žive. Živa je topljiva u mastima i stoga se nalazi najviše u utrobi riba. Najpoznatiji slučaj masovnog trovanja u ljudi zabilježen je u Japanu, Minamati. Razlog masovnog trovanja je bilo ispuštanje industrijske otpadne vode koja je sadržavala živu. U ribama se živa pretvarala u metil-živu koja je izrazito toksična za ljude. Konzumacijom riba došlo je i do trovanja ljudi

(ŠARKANJ i sur., 2010.). Otrovanja obično proizlaze iz organske žive, ponajprije metil-žive. Najveću opasnost predstavljaju tvorničke otpadne vode i nepropisno uklanjanje otpada. Ljudi u sebe živu najvećim dijelom unose konzumacijom riba u kojima se akumulira živa. Metil-živa se u potpunosti apsorbira u probavnome sustavu (OZUAH, 2000.). U akutnoj intoksikaciji dolazi do oštećenja živčanog sustava. Djeca su teže pogođena. Nakon trovanja može doći do ataksije, parestezije i oštećenja osjeta. U akutnim otrovanjima provodi se simptomatska terapija. U težim slučajevima koriste se respiratori i ventilatori. Koristi se i terapija kelirajućim spojevima koja pomaže bržem izlučivanju žive iz organizme. Terapija se temelji na čekanju da se živa izluči iz organizma. Najvećim dijelom se izlučuje urinom (OZUAH, 2000.).

### **3.3. Onečišćivači nastali tijekom prerađivanja ili čuvanja hrane**

#### **3.3.1. Akrilamid**

Akrilamid je organska tvar koja je u čistom obliku bijeli kristal bez mirisa, dobro topiv u vodi. Tek 2002. godine otkrivena je prisutnost akrilamida u hrani. Zbog potencijalne kancerogenosti količina u hrani mora biti što niža, u okvirima mogućnosti, dok se ne obave detaljnija istraživanja o utjecaju na zdravlje ljudi (ŠARKANJ i sur., 2010.). U hrani pretežno nastaje Maillardovom reakcijom asparagina i izvorom karbonila pri temperaturama iznad 120°C. Osim Maillardovom reakcijom može nastati i dehidracijom glicerola tijekom prženja hrane, enzimatskom dekarboksilacijom asparagina, termičkom degradacijom dipeptida karnozina iz mesa te polipeptida iz brašna (ŠARKANJ i sur., 2010.). Akrilamid je gotovo nemoguće izbjeći u zapadnjačkoj prehrani. Unosi se putem termički obrađenih krumpira, kave, pekarskih proizvoda i proizvoda od žitarica. Najveću koncentraciju sadrže čips, prženi krumpirići, tost, krekeri, žitarice za doručak, kava i kakao prah (ŠARKANJ i sur., 2010.). Zbog svoje male molekularne mase brzo se apsorbira u probavnome sustavu. Putem cirkulacije prelazi u periferna tkiva. Ima mogućnost prelaska placentu i također se može lučiti majčinih mlijekom (RIFAI i SALEH, 2020.). Nije poznato koliko je štetan unos akrilamida u količinama u kojima se nalazi u hrani. Oprezno se postupa s koncentracijom koja se nalazi u hrani zbog moguće neurotoksičnosti, genotoksičnosti, kancerogenosti, toksičnosti na reproduktivni sustav, hepatotoksičnosti i imunotoksičnosti. Rizik se procjenjuje na temelju istraživanja na životinjama. Iako nije dokazana štetnost u ljudi, trenutna strategija je preventivno smanjivanje



količine akrilamida u hrani. Postupci poput blanširanja, korištenja sorti krumpira s manjom količinom šećera, sušenje, smanjivanje maksimalne temperature pečenja na 175°C smanjuju količinu akrilamida. U žitarica se smanjivanje može provesti korištenjem žitarica s manjom količinom proteina, produljenjem fermentacije ili provedbom kisele fermentacije (RIFAI i SALEH, 2020.; ŠARKANJ i sur, 2010.).

### 3.3.2. Furan

Furan je bezbojan, lako hlapiv ciklički eter koji se povezuje s aromom hrane. U hrani se nalazi u malim koncentracijama. Američka Agencija za hranu i lijekove (FDA) i EFSA od 2004. detaljno prate furan u hrani zbog potencijalnog kancerogenog učinka u ljudi. Potrebna su detaljnija istraživanja o učinku na ljudsko zdravlje u dozama u kojima se nalazi u hrani (ŠARKANJ i sur., 2010.). U hrani se pojavljuje prirodno u vrlo niskim koncentracijama, a može nastati i Maillardovom reakcijom ili termalnom oksidacijom askorbinske kiseline, određenih aminokselina, polinezasićenih masnih kiselina i karotenoida. U hrani najčešće nastaje degradacijom šećera. Najviše koncentracije zabilježene su u kavi, umaku od soje, karamelu, hidroliziranim biljnim proteinima i dječjoj hrani (ŠARKANJ i sur., 2010.). Nakon ingestije brzo se apsorbira u crijevima. Unutar 24h većina apsorbiranog furana se izluči urinom, fecesom ili disanjem. Kod češćeg unosa nakuplja se u jetri gdje u određenim dozama može remetiti proizvodnju ATP-a i uzrokovati staničnu smrt (ŠARKANJ i sur, 2010.). Potencijalna kancerogenost temelji se na istraživanjima na laboratorijskim životinjama. Dokazana je hepatotoksičnost i genotoksičnost u laboratorijskih životinja (SEOK i sur., 2015.). Smanjivanje količine furana u hrani nije jednostavno. Nije moguće značajno utjecati na izvore furana. Moguće je smanjiti količinu furana dodatkom aditiva i/ili kontroliranjem prekursora furana. Aditivi koji smanjuju količinu furana su kalcijev sulfat, magnezijev sulfat, butil-hidroksianisol, butil-hidroksitoluen i natrijev sulfat (SEOK i sur., 2015.).

## 3.4. Namjerno dodani onečišćivači

#### 3.4.1. Melamin

Melamin je sintetski organski spoj koji se koristi za proizvodnju plastike, ploča i posuđa. Sadrži veliku količinu dušika, čak 66% njegove ukupne mase. 2007. kineski proizvođači mlijeka za pse i mačke razrjeđivali su mlijeko i dodavali melamin u razrijeđeno mlijeko. Razlog tomu je što se broj bjelančevina standardno kontrolira preko dušika i time je razrijeđeno mlijeko imalo prihvatljivu količinu bjelančevina. Zbog ovog patvorenja došlo je do uginuća tisuća životinja u SAD-u. 2008. u Kini zabilježeno je patvorenje dječje formule s melaminom. Zbog ovoga došlo je do smrti i ozbiljnih bolesti u beba (TYAN, 2009.). Europska unija reagirala je zabranom trgovanja mliječnim proizvodima podrijetlom iz Kine (TYAN, 2009.). Melamin je sintetski spoj koji se ne nalazi u hrani u prirodnim uvjetima. Opasnost proizlazi od kontinuiranog unošenja malih doza kroz duže razdoblje. Melamin se na tržištu nalazi tehničke čistoće i sam po sebi sadrži onečišćenje, cijanomokraćnu kiselinu. U bubrezima melamin i cijanomokraćna kiselina zajedno stvaraju netopljive kristale, zatvaraju bubrežne kanale i razaraju tkivo (ŠARKANJ i sur., 2010.).

#### 3.4.2. Sudansko bojilo

Sudanska bojila su se do 1956. slobodno koristila kao bojila za hranu. Ovoj skupini bojila pripadaju Sudan 1, Sudan 2, Sudan 3 i Sudan 4 bojila. Nakon što se uspostavilo da predstavljaju zdravstveni rizik njihova je uporaba zabranjena. Trenutno se koriste za bojenje sintetskih materijala, naftnih derivata, otapala, pasta za cipela i pasta za parkete. 2003. je u Francuskoj identificirano bojilo Sudan u hrani (ŠARKANJ i sur., 2010.). Sporni uzorci najčešće su čili paprika u prahu, curry, umaci s čili paprikom u prahu, worchester umaci, umaci za pizzu. Čiliju daje intenzitet boje koji kupcu daje lažnu sigurnost u kvalitetu proizvoda. Raspadni produkti sudanskih bojila su kancerogeni i teratogeni. Iz tog razloga njihova upotreba je zabranjena (ŠARKANJ i sur., 2010.).

#### **4. Zaključak**

Otrovanja hranom imaju veliki utjecaj na zdravlje ljudi. Većina uzročnika uzrokuje kratkotrajne simptome. Teže obolijevaju skupine ljudi sa smanjenom imunosnom aktivnošću poput starijih, djece i imunokompromitiranih ljudi. Osim na zdravlje ljudi, velik utjecaj imaju i na ekonomiju. Bitno je znati podrijetlo uzročnika i način na koji ulazi u hranidbeni lanac. Tim znanjem moguće je smanjiti njegovu pojavnost u hrani. Uvijek postoji opasnost od nastanka novih sojeva koji se mogu širiti brže i koji mogu ostavljati teže posljedice u ljudi. Zato je važno pratiti i nastanak novih sojeva ili vrsta te pravodobna reakcija. Osim praćenja onečišćivača u hrani, važna je i edukacija javnosti. Najznačajniji razlog otrovanja hranom je neadekvatna higijena tijekom pripreme hrane. Osim higijene osobe koja priprema hranu, bitno je korištenje temperatura tijekom kuhanja koje ne dozvoljavaju preživljavanje uzročnika. Važno je skladištenje hrane u pravilnom roku i na temperaturi koja je adekvatna za prevenciju razvitka uzročnika.

## 5. Literatura

1. ANONIMUS (2017.): ECDC: Factsheet about hepatitis A.  
Dostupno na: < [https://www.cdc.gov/parasites/toxoplasmosis/disease.html/](https://www.ecdc.europa.eu/en/hepatitis-A/facts#:~:text=Genotypes%20I%2C%20II%20and%20III,is%20prevalent%20in%20central%20Asia./><br/>(pristupano 5. kolovoza 2022.)</li><li>2. ANONIMUS (2018.) CDC: Parasites - Toxoplasmosis (Toxoplasma infection)<br/>Dostupno na : <<a href=)>  
(pristupano 5. kolovoza 2022.)
3. ANONIMUS (2019.a): CDC: Parasites - Trichinellosis (also known as Trichinosis)  
Dostupno na:  
<[https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/TRIC\\_AER\\_2019\\_Report.pdf/](https://www.cdc.gov/parasites/trichinellosis/epi.html#:~:text=Worldwide%2C%20an%20estimated%2010%2C000%20cases,most%20commonly%20found%20in%20pigs/><br/>(pristupano 5. kolovoza 2022.)</li><li>4. ANONIMUS (2019.b): ECDC: Trichinellosis Annual Epidemiological Report for 2019.<br/>Dostupno na:<br/><<a href=)>  
(pristupano 5. kolovoza 2022.)
5. ANONIMUS (2020.a): WHO: Campylobacter,  
Dostupno na: < <https://www.who.int/news-room/fact-heets/detail/campylobacter/>>  
(pristupano 5. kolovoza 2022.)
6. ANONIMUS (2020.b) : CDC : Typhoid fever,  
Dostupno na < <https://wwwnc.cdc.gov/travel/diseases/typhoid/>>  
(pristupano 5. kolovoza 2022.)
7. ANONIMUS (2020.c): Harvard: Lectins  
Dostupno na <<https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/anti-nutrients/lectins/>>  
(pristupano 5. kolovoza 2022.)
8. ANONIMUS (2021.a): FDA: Hepatitis A virus  
Dostupno na: < [22](https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/hepatitis-virus-hav#:~:text=Although%20foodborne%20illnesses%20caused%20by,cited%20as%20potential%20foodborne%20sources./><br/>(pristupano 5. kolovoza 2022.)</li></ol></div><div data-bbox=)

9. ANONIMUS (2021.b): CDC: Parasites - Cryptosporidium (also known as "Crypto").  
Dostupno na: < <https://www.cdc.gov/parasites/crypto/infection-sources.html#three/>>  
(pristupano 5. kolovoza 2022.)
10. ANONIMUS (2021.c): ECDC: Cryptosporidiosis Annual Epidemiological Report for 2018  
Dostupno na:  
[https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/CRYP\\_AER\\_2018\\_Report\\_0.pdf/](https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/CRYP_AER_2018_Report_0.pdf/)  
(pristupano 5. kolozova 2022.)
11. ALMERIA, S., J. P. DUBEY(2020.): Foodborne transmission of Toxoplasma gondii infection in the last decade. An overview. Res.Vet. Sci. 135, 371-358.
12. ANDRADE, M. J., E. BERMÚDEZ, A. RODRÍGUEZ, M. RODRÍGUEZ, J. J. CÓRDOBA (2018.): Aflatoxins. Handbook of foodborne diseases, 85, 911-920.
13. BIRNBAUM, L., J. J. RYAN, J. D. CONSTABLE (2006.): Dioxins: an overview. Environ. Res., 101, 3, 419-428.
14. CASTANEDA, D., A. J. GONZALEZ, M. ALOMARI, K. TANDON, X. B. ZERVOS (2021.): From hepatitis A to E: A critical review of viral hepatitis. World J. Gastroenterol., 27, 16, 1691-1715.
15. CHAN, K., Y. LIU, N. M. PAVLOVIĆ, W. CHAN (2018.): Etiology of Balkan Endemic Nephropathy: An Update on Aristolochic Acids Exposure. Chem. Res. Toxicol. 31, 11, 1109-1110.
16. DELGADO, J., M. A. ASENSIO, F. NÚÑEZ (2018.): Ochratoxins. Handbook of foodborne diseases, 89, 955-962.
17. DOYLE, E. (2002.): Survival and Growth of Clostridium perfringens during the cooling Step of thermal processing of meat products. Food Research Institute, University of Wisconsin.
18. DUNAY, I. R., K. GAJUREL, R. DHAKAL, O. LIESENFELD, J. G. MONTOYA (2018.): Treatment of Toxoplasmosis: Historical Perspective, Animal Models, and Current Clinical Practice. ASM Clin Microbiol Rev 31, 4.
19. EFSA, ECDC (2021.): The European Union One Health 2020 Zoonoses Report. EFSA Journal, 19, 12.
20. ENG, S., P. PUSPARAJAH, N. MUTALIB, H. SER, K. CHAN, L. LEE (2015.): Salmonella: A review on pathogenesis, epidemiology and antibiotic resistance. Front. Life Sci. 8, 3, 284-293.

21. FONOVICH, T. M. (2013.): Sudan dyes: are they dangerous for human health? *Drug Chem. Toxicol.* 36, 3, 343-352.
22. GIANELLA, R. (1996.): *Medical Microbiology*. 4th edition, poglavlje 21.
23. GOTTSTEIN, B., E. POZIO, K. NOECKLER (2009.): Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Control of Trichinellosis. *Clin. Microbiol. Rev.* 127-145.
24. HUMPHREY, H., S O'BRIEN, M. MOGENS (2007.). Campylobacters as zoonotic pathogens: a food production perspective. *Int. J. Food Microbiol.* 117, 3, 237-257.
25. KARCH, H., P. THARR, M. BIELASZEWSKA (2005.): Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* in human medicine. *Int J Med Microbiol.* 295, 6-7: 405-18.
26. MARINCULIĆ, A., B. HABRUN, LJ. BARBIĆ, R. BECK (2009.): *Biološke opasnosti u hrani*, Grafika d.o.o.,
27. MATHENY, S. C., J. E. KINGERY (2012.): Hepatitis A. *Am Fam Physician* 86, 11, 1027-1034.
28. MATTIOLI-COSTA, M., A. D. NAPOLI, V. FERRÉ, S. BILLAUDE, R. PEREZ-BERCOFF, J. CRISTINA (2003.): Genetic variability of hepatitis A virus. *J. Gen. Virol.* 84, 12, 3191-3201.
29. MILWAUKEE (1993): The largest documented waterborne disease outbreak in us history: An Interview with Dr. Stephen Gradus, Ph.D., MT(ASCP), D(ABMM), City of Milwaukee Health Department.  
Dostupno na: <<https://waterandhealth.org/safe-drinking-water/drinking-water/milwaukee-1993-largest-documented-waterborne-disease-outbreak-history/>>  
(pristupano 5. kolovoza 2022.)
30. MIYAKE, K., T. TANAKA, P. L. MCNEILL (2007.): Lectin-Based Food Poisoning: A New Mechanism of Protein Toxicity. *PLoS one* 2, 8, 687
31. MOORE, M. D., R. M. GOULTER, L. JAYKUS (2015.): Human norovirus as a foodborne pathogen: challenges and developments. *Annu Rev Food Sci Technology* 6, 411-433.
32. OZUAH, P. O. (2000.): Mercury poisoning. *Curr. Probl. Pediatr. Adolesc. Health Care* 30, 3, 91-99.
33. PINTÓ, R. M., F. PÉREZ-RODRÍGUEZ, A. BOSCH (2021.): Pathogenicity and virulence of hepatitis A virus. *Virulence*, 12, 1, 1174-1185.
34. PLEADIN, J., V. VASILJ, D. PETROVIĆ (2018.): Mikotoksini: Pojavnost, prevencija i redukcija. 8, 87-104. ZIRAL-Mostar

35. RIFAI, L., F. A. SALEH (2020.): A review on Acrylamide in Food: Occurrence, Toxicity and Mitigation Strategies. *Int. J. Toxicol.* 39, 7.
36. RODHOUSE, J. C., C. A. HAUGH, D. ROBERTS, R. J. GILBERT (1990.): Red kidney bean poisoning in the UK: an analysis of 50 suspected incidents between 1976 and 1989. *Epidemiol Infect.*, 105, 3, 485-491.
37. SANTOS, R. L., S. ZHANG, R. M. TSOLIS, R. A. KINGSLEY, L. G. ADAMS, A. J. BÄUMLER (2002.): Animal models of Salmonella infections: enteritis versus typhoid fever. *Microbes Infect.* 3, 14, 15, 1335-1344.
38. SCHRENK, D., L. BODIN, J. K. CHIPMAN, J. MAZO, B. GRASL-KRAUPP, C. HOGSTRAND, L. HOOGENBOOM, J. LEBLANC, C. S. NEBBIA, E. NIELSEN, E. NTZANI, A. PETERSEN, S. SAND, T. SCHWERDTLE, C. VLEMINCKX, H. WALLACE, J. ALEXANDER, C. DALL'ASTA, A. MALLY, M. METZLER, M. BINAGLIA, Z. HORVÁTH, H. STEINKELLNER, M. BIGNAM (2020.): Risk assessment of ochratoxin A in food. *EFSA journal*, 4, 2, 6, 58-61  
Dostupno na:  
<<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1845/>>  
(pristupano 7. studenog 2022.)
39. SEOK, Y., J. HER, M. Y. KIM, S. Y. JEONG, M. K. KIM, J. LEE, C. KIM, H. YOON, K. LEE (2015.): Furan in Thermally Processed Foods – A review. *Toxicol Res.* 31, 3, 241-253.
40. SKINNER, C. G., J. D. THOMAS, J.D. OSTERLOH (2010.): Melamine Toxicity. *J. Med. Toxicol.* 6, 1, 50-55.
41. SMAJLOVIĆ A., I. MUJEZINOVIĆ, M. SMAJLOVIĆ, E. ČLANJAK-KUDRA, B. DUKIĆ, D. ALAGIĆ (2020.): Veterinarska toksikologija, 2. dopunjeno izdanje, 123-127.
42. ŠARKANJ, B., D. KIPČIĆ, Đ. VASIĆ-RAČKI, F. DELAŠ, K. GALIĆ, M. KATALENIĆ, N. DIMITROV, T. KLAPEC (2010.): Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani. Izdavač: Hrvatska agencija za hranu. Osijek. Str. 11-246.
43. TARAUTOL, A. L., S. M. VENTURIELLO (1997.): Trichinosis. *Brain Pathol.* 7, 1, 663-72
44. TODD, E.C.D. (2014.): Overview of Biological Hazards and Foodborne Diseases. *Encyclopedia of Food Safety*, 221-242.
45. TYAN, Y., M. YANG, S. JONG, C. WANG, J. SHIEA (2009.): Melamine contamination. *Anal Bioanal Chem.*, 395, 3, 729-735.
46. VANATHY, K., P. S. CHANDRA, M. JHARNA, H. ABDOUL, K. SRIRAM (2017.): Cryptosporidiosis: a mini review. *Trop. Parasitology* 7, 2, 72-80.

47. WANG, M., L. BOHENG, W. ZHAN, K. CHEN, Z. ZHANG, H. ZHOU, Z. CHENG, H. LIU, X. ZHONG, Y. LI, Y. LIU (2019.): Dietary Lead Exposure and Associated Health Risks in Guangzhou, China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16, 8, 1417.
48. WHITWORTH, J. (2020.): Food safety news: Red kidney beans linked to poisoning cases in Denmark.  
Dostupno na <<https://www.foodsafetynews.com/2020/07/red-kidney-beans-linked-to-poisoning-cases-in-denmark/>>  
(pristupano 5. kolovoza 2022.)
49. YAO P, ANNAMARAJU P. (2022.) Clostridium Perfringens. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. PMID: 32644475.
50. ZHANG, Q., O SAHIN (2020.): Campylobacteriosis. *Diseases of Poultry*, 14th Edition, 754-763.



## 6. Sažetak

### OTROVANJA HRANOM

Dorian Butković

Do trovanja hranom u ljudi dolazi pojavom kontaminanta u hrani. Sama pojava kontaminanta ne uvjetuje pojavu trovanja. Za trovanje potrebna je i određena doza koja će uzrokovati infekciju. Do kontaminacije dolazi u bilo kojem razdoblju produkcijskog, distribucijskog i konzumacijskog lanca. Trovanje hranom jedan je od najčešćih uzroka infekcije u ljudi u cijelom svijetu. Hoće li doći do otrovanja ovisi o količini kontaminanta u hrani te imunosnom sustavu čovjeka. Onečišćenja hrane mogu biti biološkog, kemijskog ili fizičkog podrijetla. Biološki uzročnici trovanja hranom su bakterije, virusi i paraziti. Unutar Europske Unije najčešći uzročnik bioloških otrovanja hranom je bakterija *Campylobacter* spp. Bakterije i najčešće uzrokuju trovanja. *Norovirus* je najčešći virusni uzročnik gastroenteritisa. Kemijska onečišćenja su podijeljena na prirodne toksine, onečišćivače iz okoliša, onečišćivači nastali tijekom prerade ili čuvanja hrane i namjerno dodani onečišćivači. Od prirodnih toksina značajni su aflatoksini, ohratoksini i lektini. Značajni onečišćivači iz okoliša su dioksini, olovo i živa. Akrilamid i furan spadaju pod značajne onečišćivače nastale tijekom prerade ili čuvanja hranom. Namjerno dodani onečišćivači su sudansko bojilo i melamin.

Ključne riječi: Otrovanje hranom, prevalencija, patogeneza, simptomi, liječenje

## 7. Summary

### FOODBORNE ILLNESS

**Dorian Butković**

Foodborne illnesses in humans are caused by a specific contaminant found in food. Contaminant by itself doesn't have to cause a foodborne illness. Immune system capability and dose of contaminants found in food are factors which are significant for genesis of a foodborne illness. Food can be contaminated during any stage of production, distribution or consumption. Foodborne illnesses are one of leading cause of disease in the world. Food can be contaminated by biological, chemical or physical means. Biological contaminants are bacteria, viruses and parasites. The leading cause of biological poisonings in the European Union is *Campylobacter* spp. Bacteria cause most of foodborne illnesses in general. Norovirus is the most common viral pathogen that causes gastroenteritis. Chemical contaminants are natural toxins, environmental contaminants, process-derived contaminants and deliberately added contaminants. Significant natural toxins are aflatoxins, ochratoxins and lectins. Dioxines, lead and mercury are significant environmental contaminants. Acrylamide and furan are important process-derived contaminants. From deliberately added contaminants it is worth mentioning melamine and sudan dyes.

Key words: Foodborne illness, prevalence, pathogenesis, symptoms, treatment

## 8. Životopis

Rođen sam 13.8.1996. u Zagrebu. Završio sam Osnovnu školu Cvjetno naselje. Nakon toga sam pohađao i završio Klasičnu gimnaziju. Nakon toga 2015. sam upisao Veterinarski fakultet. Tijekom studiranja aktivno sam se bavio debatom i nogometom u sklopu Veterinarskog fakulteta. Od stranih jezika tečno govorim engleski.