

# Javnozdravstveni značaj fermentiranih mesnih proizvoda

---

**Hendak, Mateja**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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:178:305306>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-06**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

Mateja Hendak

**JAVNOZDRAVSTVENI ZNAČAJ FERMENTIRANIH  
MESNIH PROIZVODA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

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

Predstojnica:

Izv. prof. dr. sc. Vesna Dobranić

Mentor:

Doc. dr. sc. Nevijo Zdolec

Članovi povjerenstva:

1. Izv. prof.dr.sc. Vesna Dobranić
2. Prof.dr.sc. Lidija Kozačinski
3. Doc.dr.sc. Nevijo Zdolec

## SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	3
2.1. Fermentacija i zrenje kao čimbenik sigurnosti proizvoda	
– primjer trajnih kobasica	3
2.1.1. Autohtona mikroflora	4
2.2. Odabrane mikrobiološke opasnosti	6
2.2.1. Rezistentne bakterije	6
2.2.2. Patogene bakterije	11
2.3. Odabrane kemijske i toksikološke opasnosti	13
2.3.1. Mikotoksini	13
2.3.2. Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)	14
2.3.3. Biogeni amini	16
2.3.4. Nitrozamini	18
3. RASPRAVA	20
4. ZAKLJUČAK	23
5. LITERATURA	24
6. SAŽETAK	34
7. SUMMARY	35
8. ŽIVOTOPIS	36

Zahvaljujem svom mentoru doc. dr. sc. Neviju Zdolecu koji mi je svojim vodstvom, strpljenjem, znanjem i savjetima pomogao u izradi ovog diplomskog rada. Zahvaljujem i svojim roditeljima koji su bili uvijek uz mene i bez kojih ne bi bilo moguće sve što sam postigla. I na kraju, hvala svim prijateljima i kolegama te djelatnicima Veterinarskog fakulteta koji su mi na bilo koji način pomogli i uljepšali studentske dane.

## 1. UVOD

Fermentirani mesni proizvodi najcjenjenija su skupina mesnih proizvoda koji se proizvode tradicionalnim tehnikama i industrijskim tehnologijama. Proizvodnja trajnih kobasica i sušenih mesa stara je više tisuća godina. Nije točno poznato kad i gdje je točno započela, ali se spominje u raznim povijesnim dokumentima. Inače za trajne kobasice koriste se termini salame i kobasice (razlike u promjeru). Smatra se da izraz „salama“ potječe od grčkog grada *Salamis* koji je srušen 500 godina prije Krista. Stari Rimljani također su konzumirali kobasice za vrijeme svojih gozbi, a bile su toliko popularne da ih je čak jedno vrijeme i zabranjivala katolička crkva. Uglavnom, postupno su se razvijale u različitim dijelovima svijeta i tako postale tipične za različite regije – tzv. autohtoni proizvodi.

U ta davna vremena, jasno, nije bilo konzerviranja mesa hlađenjem, smržavanjem i sl. već je način očuvanja mesa i produženja održivosti upravo bila proizvodnja sušenih mesnih proizvoda. Znači da se konzerviranje obavljalo soljenjem, dimljenjem, sušenjem – pretvaranjem u kobasice i slične proizvode. Zrenje trajnih kobasica odvijalo se u atmosferskim uvjetima koji su presudni za razvoj specifičnih organoleptičkih svojstava. To je ovisno o podneblju, klimi, temperaturama u određeno godišnje doba, strujanjima zraka, vjetrovima, relativnoj vlažnosti zraka i sl. (OIKI i sur., 2016.). Danas je ova proizvodnja napredovala te se prenijela u obrtničke i industrijske uvjete radi standardizirane proizvodnje i dobivanja potrebnih količina za tržište.

Unatoč njihovoj dobroj prihvaćenosti kod potrošača, također treba uzeti u obzir i zdravstveno nepoželjne učinke, poput visokog sadržaja soli, zasićenih masti, kolesterola i dr. (POPELKA, 2016.; cit. ČOP, 2016.). Određeni rizici pojavljuju se u tradicionalnoj proizvodnji s obzirom na specifičnosti okoliša, higijenu, dobrobit i zdravlje životinja za klanje na gospodarstvu i dr. (OIKI i sur., 2016.). Mikroflora proizvoda uglavnom je sastavljena od bakterija mliječne kiseline, stafilokoka i mikrokoka, kvasaca i plijesni. Rijetko se očekuju mikrobiološki rizici, no moguć je nalaz patogenih bakterija ili bakterija kvarenja u uvjetima higijenskih i tehnoloških propusta. Smanjenje mikrobioloških rizika može se postići različitim tehnologijama i njihovim kombinacijama, poznatih kao „hurdle concept“ (KAMENIK, 2016.; cit. ČOP, 2016., VIGNOLO i sur.,2010.).

U vezi s navedenim, cilj je ovog diplomskog rada prikazati javnozdravstveno značenje fermentiranih mesnih proizvoda s naglaskom na potencijalne rizike za potrošače.

## **2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

### **2.1. Fermentacija i zrenje kao čimbenik sigurnosti proizvoda – primjer trajnih kobasica**

Fermentacija je jedan od najstarijih procesa konzerviranja mesa, proces ovisan o biološkoj aktivnosti fermentacijskih mikroorganizama. Najintenzivnija je u prvim danima nakon nadijevanja kobasica kada se stvara najviše kiselih produkata razgradnjom mišićnih šećera (ugljikohidrata). Fermentacija se u blažem intenzitetu održava sve do kraja proizvodnog procesa, odnosno tijekom zrenja kobasice. Postupnom fermentacijom i kiseljenjem nadjeva nastupaju promjene mesnih proteina što pak utječe na gubitak vode iz nadjeva, odnosno sušenje kobasice. Spomenimo da se fermentacija u kontroliranim uvjetima (komore za zrenje) provodi na temperaturama koje su znatno više (12-25 °C, ovisno o tipu kobasice) od onih u domaćinstvima tijekom zimskih mjeseci, pa su i proizvodi dijametralno različiti, a proces proizvodnje neusporedivo kraći od tradicionalnog. Često smo u zabludi kako za zrenje/sušenje kobasica u domaćinstvima temperature zraka moraju biti niske, „kako se ne bi pokvarile“, no to i nije baš tako. Dapače, preniske temperature zraka (npr. ispod nule) mogu čak i više štetiti od onih viših (npr. + 15 °C) jer smrzavaju vodu u nadjevu pa zaustavljaju fermentaciju i zrenje. Nadalje, velike dnevno-noćne oscilacije temperature također nisu poželjne jer se izmjenjuju faze otapanja i smrzavanja kobasice što će rezultirati lošim proizvodom.

Dakle, tijekom zrenja fermentiranih kobasica odvijaju se složeni mikrobiološki, biokemijski i fizikalno-kemijski procesi koji utječu na ispravnost i kakvoću gotovih proizvoda (GANDEMER, 2002.). Stupanj inicijalne mikrobne kontaminacije ovisi o mikrobiološkoj kakvoći upotrijebljene sirovine i dodataka te o (ne)higijenskom pristupu tijekom proizvodnje. No, slijedom temeljnih fizikalno-kemijskih procesa u pojedinim fazama zrenja (snižavanje pH i aktivnosti vode, povećanje količine soli) napreduju uvjeti u nadjevu koji doprinose razvoju specifične mikroflore (acidofili, halofili, osmofili) ili pak djeluju štetno na druge mikroorganizme. Odavno je poznato da su najaktivniji mikroorganizmi u nadjevu fermentiranih kobasica bakterije mliječne kiseline (npr. laktobacili) te stafilokoki/mikrokoki. Važno je napomenuti da te bakterije nisu nikako štetne za zdravlje ljudi, već ih možemo smatrati tzv. „dobrim bakterijama“. Osim navedenih, pojedine vrste fermentiranih kobasica karakterizira i stabilna



populacija kvasaca, plijesni te enterokoka. Svi oni utječu, zasebno i združeno s tkivnim enzimima, na način i stupanj mijenjanja senzornih svojstava kobasice (okus, miris, boja, aroma, konzistencija itd.). Princip metaboličke aktivnosti spomenutih mikroorganizama ustaljen je i možemo reći prepoznatljiv u svakom mesnom supstratu, međutim raznolikosti u načinu proizvodnje fermentiranih kobasica, sirovini i dodatnim sastojcima, podneblju itd. uvelike utječe na stupanj «afirmacije» pojedinih mikrobnih vrsta ili sojeva, a posljedično i na pokazatelje kakvoće i sigurnosti kobasica (ZDOLEC, 2007.).



Slika 1. Detalj iz klasične pušnice (snimio N.Zdolec)

### 2.1.1. Autohtona mikroflora

Kakvoća tradicionalnih trajnih kobasica proizvedenih u domaćinstvima proizlazi iz spontane fermentacije djelovanjem autohtonih mikroorganizama u nadjevu. U odnosu na industrijske kobasice kojima se dodaju komercijalne starter

kulture (BASSI i sur., 2015., BONOMO i sur., 2009.) kobasice iz domaćinstva pokazuju optimalnija senzorska svojstva zbog dugotrajnijeg i prirodnijeg postupka zrenja. Ova činjenica ukazuje na značajan prikriveni potencijal autohtone mikroflore u razvoju kobasičarske proizvodnje na poljoprivrednim gospodarstvima i/ili obrtima. Naime, praćenjem dinamike razvoja mikrobne ekologije tijekom zrenja tradicionalnih trajnih kobasica moguće je utvrditi koje mikrobne vrste dominiraju i time najviše doprinose razvoju poželjnih svojstava gotovog proizvoda.

Okolišna onečišćenja, posebno ona mikrobiološka, mogu bitno opteretiti uspješnost i konkurentnost proizvodnje tradicionalnih namirnica. Primjena autohtonih starter kultura u kobasice može pomoći u smanjivanju mikrobioloških rizika za potrošače i okoliš u smislu uklanjanja patogenih i rezistentnih bakterija iz prehrambenog lanca. Za to mogu poslužiti kompetitivni autohtoni sojevi bakterija mliječne kiseline i koagulaza-negativnih stafilokoka s izraženom antimikrobnom aktivnošću i tehnološkim prednostima (FRECE i MARKOV, 2016., ZDOLEC i sur., 2013.a).

Autohtona mikroflora u spontanoj fermentaciji tradicionalnih trajnih kobasica je najvažniji čimbenik razvoja specifičnih senzorskih svojstava proizvoda. Ta činjenica nameće potrebu za praćenjem mikrobne ekologije tradicionalnih kobasica i selekcijom sojeva s optimalnih tehnološkim i zdravstvenim karakteristikama radi primjene u naturalnim i kontroliranim uvjetima proizvodnje kobasica. Spontana fermentacija može rezultirati i potencijalno rizičnim proizvodom, u smislu nalaza bakterija otpornih na antibiotike, biogenih amina, enterotoksina, pa i patogenih bakterija (ZDOLEC, 2016.a). Stoga primjena autohtonih sojeva u nadjev tradicionalne kobasice može unaprijediti i sigurnost tradicionalnih proizvoda. Laboratorijskom karakterizacijom izolata mogu se pronaći najoptimalniji sojevi za praktičnu primjenu u pokusnoj tradicionalnoj i kontroliranoj (komora za zrenje) proizvodnji. Selekcijom i primjenom autohtonih starter kultura može se očekivati tehnološki pomak u smislu ujednačenosti proizvoda i standardizacije kakvoće, ali i zdravstveni doprinos u smislu smanjenja postojećih mikrobioloških rizika. Naime, nedavna istraživanja u našoj zemlji su pokazala da autohtona mikroflora tradicionalnih namirnica sadrži značajan udio bakterija otpornih na antibiotike što se može smatrati potencijalnim rizikom za zdravlje potrošača (ZDOLEC i sur., 2013.b,c). U tom smislu primjena kompetitivnih

autohtonih sojeva mliječno-kiselinskih bakterija i stafilokoka može doprinijeti većoj sigurnosti proizvoda sistiranjem rasta štetnih rezistentnih bakterija.

## **2.2. Odabrane mikrobiološke opasnosti**

### **2.2.1. Rezistentne bakterije**

Otpornost bakterija na antimikrobne tvari (antibiotike i kemoterapeutike) jedan je od najznačajnijih problema u veterinarskom javnom zdravstvu. Pored patogenih bakterija, ta otpornost opterećuje i nepatogene bakterije koje prenose gene rezistencije kroz prehrambeni lanac. Koagulaza-negativni stafilokoki (KNS) i bakterije mliječne kiseline (BMK) tehnološki/zdravstveno su važni mikroorganizmi u proizvodnji fermentiranih mesnih proizvoda (HADŽIOSMANOVIĆ i sur., 2005.) no zdravstveni rizici mogu se očekivati pri nalazu sojeva koji produciraju biogene amine, enterotoksine ili prenose antimikrobnu rezistenciju. U Hrvatskoj je provedeno tek nekoliko istraživanja prevalencije rezistentnih KNS i BMK u hrani, primarno tradicionalnim autohtonim proizvodima - svježim kravljim sirevima i trajnim kobasicama (ZDOLEC i sur., 2011.;2012.a,b; 2013.b,c).

Otpornost patogenih bakterija iz hrane životinjskog podrijetla na antibiotike sustavno se prati i uvažava kao aktualan javnozdravstveni problem koji se provlači kroz lanac proizvodnje hrane; od životinja do ljudi. Pored tradicionalnih zoonotskih bakterija sve se više propituju mogućnosti i rizični potencijal nekih drugih bakterija koje primarno nisu patogene, no mogu prenositi otpornost na druge (a)patogene bakterije. U tom smislu značajno je pratiti i pojavu otpornosti na antibiotike u apatogenih crijevnih bakterija životinja, ljudi i u hrani životinjskog podrijetla. Danas su nam dostupni službeni podaci o učestalosti rezistentnih sojeva *E. coli* i enterokoka iz životinja i hrane životinjskog podrijetla koji također pokazuju značajan udio rezistentnih sojeva na tetracikline, eritromicin te ciprofloksacin, ampicilin i sulfonamide. Analogno enterokokima, i druge bakterije mliječnokiselog vrenja (npr. laktobacili, laktokoki i dr.) mogući su (pre)nositelji bakterijske rezistencije, odnosno gena koji su odgovorni za tu pojavu (ZDOLEC, 2012). Fermentirani prehrambeni proizvodi čine značajan dio prehrane ljudi, pa je opravdano preispitivati i moguće nepoželjne učinke fermentacijskih bakterija. U tablici 1 izdvojeni su rezultati nekih

istraživanja rezistencije bakterija mliječne kiseline iz fermentiranih mesnih proizvoda u različitim dijelovima svijeta.

Tablica 1. Pregled istraživanja rezistencije BMK u fermentiranim mesnim proizvodima (prema ZDOLEC i sur., 2016.).

Hrana	Vrste BMK	Rezistencija	Detekcija i lokalizacija gena	Reference
Trajne kobasice	<i>Lb. sakei</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. paracasei</i> , <i>Lb. coryniformis</i> , <i>E. faecium</i>	vankomicin, rimfamycin, amikacin, tetraciklin	<i>tet</i> (M)	LANDETA i sur. (2013)
Kineska trajna kobasica	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. helveticus</i> <i>E. faecium</i>	tetraciklin, eritromicin, kloramfenikol, kanamicin	<i>tet</i> (M) i <i>erm</i> (B), -plazmid i kromosom; gen <i>aph</i> A3, - plazmid, gen <i>mef</i> A, -kromosom	PAN i sur. (2011)
Talijanske trajne kobasice	<i>Lb. sakei</i> <i>Lb. curvatus</i> <i>Lb. Plantarum</i>	tetraciklin, eritromicin	<i>tet</i> (M), <i>tet</i> (W), <i>tet</i> (L), <i>tet</i> (S), <i>erm</i> (B), <i>erm</i> (C)	ZONENSCHAIN i sur. (2009)
Španjolske trajne kobasice	<i>Lb. sakei</i> <i>Lb. curvatus</i> <i>Ln. mesenteroides</i>	ampicilin 43.6% kloramfenikol 1.2% gentamicin (98.4%) penicilin G 29.2% tetraciklin 12% vankomicin 100%	nt	AYMERICH i sur. (2006)
Trajne kobasice	<i>Lactobacillus</i> spp.	tetraciklin, gentamicin 79% penicilin G 64% kanamicin 79%	<i>tet</i> (M)	GEVERS i sur. (2003)

nt-nije testirano

Ipak, među bakterijama mliječne kiseline najrizičnijima s obzirom na prijenos antimikrobne rezistencije treba smatrati enterokoke koji su redovit nalaz u fermentiranim mesnim proizvodima. Mišljenja o higijenskom i tehnološkom značenju enterokoka u nadjevu fermentiranih kobasica često su oprečna; s jedne strane pripisuje im se utjecaj na senzorna svojstva budući da su fermentacijske bakterije, dok su s druge strane pojedine vrste izazivači kvarenja mesa ali i potencijalni patogeni te nositelji rezistentnih gena. Enterokoki mogu preživjeti i umnažati se tijekom fermentacije u mesnim i mliječnim proizvodima, posebno u proizvodima bez uporabe kompetitivnih starter-kultura (ZDOLEC, 2007.). Enterokoki su prisutni posvuda u okolišu, a u fermentiranoj hrani imaju tehnološki značaj u razvoju senzornih svojstava. Enterokoki su dio uobičajene mikroflore fermentiranih kobasica, no znatno variraju s obzirom na brojnost populacije u različitim tipovima kobasica (DANILOVIĆ i SAVIĆ, 2016.). Enterokoki mogu preživjeti i umnažati se tijekom fermentacije u mesnim proizvodima, posebno u proizvodima bez uporabe kompetitivnih starter kultura (tradicionalni fermentirani mesni proizvodi) (HUGAS i sur., 2003.). Istraživanjem autohtonih hrvatskih fermentiranih kobasica zabilježen je kontinuiran porast populacije enterokoka za 1,53 log (ZDOLEC i sur., 2008.). U nedavnom istraživanju (ČOP, 2016.; ZDOLEC i sur., 2017., u tisku) inokulirana je kultura *E. faecalis* 101 iz mlijeka u nadjev kobasica ( $10^5$  CFU/g) pri čemu se broj enterokoka nije značajno mijenjao tijekom zrenja. Budući se populacija održala stabilnom, možemo pretpostaviti da se soj dobro prilagodio uvjetima fermentacije mesa, no potrebna su daljnja istraživanja i pokusne proizvodnje. Ukoliko bi se radilo o rezistentnim enterokokima, razvidan je potencijalni rizik zbog stabilne populacije enterokoka i prijenosa rezistencije na druge nepatogene bakterije u nadjevu. U tablici 2 prikazani su rezultati istraživanja rezistencije enterokoka u različitim vrstama fermentiranih mesnih proizvoda.

Tablica 2. Rezistencija enterokoka iz fermentiranih mesnih proizvoda (ZDOLEC i sur., 2016.)

<b>Vrsta</b>	<b>Mesni proizvod</b>	<b>Zemlja</b>	<b>Dominantna rezistencija</b>	<b>Reference</b>
<i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. gallinarum</i>	Suhe kobasice, sušena šunka	Kanada	klindamicin, tetraciklin hidroklorid, tilozin, eritromicin	JAHAN i sur. (2013.)
<i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i>	Kobasice, šunka	Njemačka	enrofloksacin, eritromicin, avilamicin, quinupristin/dalfopristin ( <i>E. faecium</i> ); tetraciklin, eritromicin ( <i>E. faecalis</i> )	PETERS i sur. (2003.)
<i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. durans</i> , <i>E. gallinarum</i>	Šunka	Italija	tetraciklin, eritromicin	PESAVEN-TO i sur. (2014.)
<i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. casseliflavus</i> ,	Trajne kobasice sausages Alheira, Salpicaõde Vinhais, Chouriça de Vinhais	Portugal	rifampicin, tetraciklin, eritromicin, ciprofloksacin	BARBOSA i sur. (2009.)
<i>E. faecium</i>	Trajne kobasice	Španjolska	tetraciklin, rifampicin, ciprofloksacin	LANDETA i sur. (2013.)
<i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i>	Kobasice	Turska	eritromicin, tetraciklin, kanamicin	TOĞAY i sur. (2010.)
<i>E. faecium</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>E. durans</i> , <i>E. hirae</i> , <i>E. casseliflavus</i>	Blago fermentirane kobasice – chorizo, fuet	Španjolska	rifampicin, ciprofloksacin	MARTIN i sur. (2005.)
<i>E. faecalis</i>	Fermentirane kobasice Chouriço	Portugal	tetraciklin, eritromicin, vankomicin	RIBEIRO i sur. (2011.)

Koagulaza-negativni stafilokoki također su „fiziološki“ prisutni u različitim vrstama hrane, uključujući fermentirane mesne proizvode gdje doprinose razvoju senzorskih svojstava svojom lipolitičkom i proteolitičkom aktivnošću (HADŽIOSMANOVIĆ, 1978). Ipak, nedavna istraživanja govore i o nalazu oportunističkih patogenih vrsta u spontanoj (prirodnoj) fermentaciji mesa, poput bakterije *Staphylococcus epidermidis* (MARTY i sur., 2012) koja pak često nosi gene za rezistenciju (MARTIN i sur., 2006; RESCH i sur., 2008; ZDOLEC i sur., 2013.b). ZDOLEC i sur. (2012.b) su izvjestili o značajnom udjelu rezistentnih koagulaza-negativnih stafilokoka u mesnim i mliječnim proizvodima u Hrvatskoj (Tablice 3 i 4).

Tablica 3. Broj i postotak rezistentnih izolata KNS prema određenim antimikrobnim tvarima (ZDOLEC i sur., 2012.b).

Antimikrobna tvar	Broj izolata	Broj rezistentnih	Postotak (%) rezistentnih
Eritromicin	142	49	34,5
Penicilin	103	18	17,47
Linkomicin	64	9	14,06
Tetraciklin	142	19	13,38
Ampicilin	64	7	10,93
Gentamicin	64	2	3,1
Trimetoprim	78	2	2,56
Trimetoprim + sulfametoksazol	78	1	1,28
Tobramicin	78	1	1,28

Tablica 4. Broj i postotak rezistentnih KNS prema vrstama hrane (ZDOLEC i sur., 2012.b)

Vrsta hrane	Broj izolata	Broj rezistentnih	Postotak (%) rezistentnih
Kobasice od mesa divlje svinje	25	16	64
Kulen	25	15	60
Domaće slavonske kobasice	14	4	28,5
Svježi sirevi od pasteriziranog mlijeka	58	32	55,2
Salamura za sir	9	0	0
Maslac	3	3	100
Tvrđi sirevi	8	0	0
<b>Ukupno</b>	<b>142</b>	<b>66</b>	<b>46,47</b>

### 2.2.2. Patogene bakterije

Za rast i razvoj mikroorganizama, meso i mesni proizvodi su jako povoljan medij. Tako u mesnim proizvodima možemo naći mikroorganizme koje dijelimo u tri skupine. Prvu čine korisni mikroorganizmi koji daju fermentiranim mesnim proizvodima poželjne karakteristike (senzorna svojstva), drugu čine štetni mikroorganizmi koji uzrokuju neželjene promjene teksture, boje ili okusa fermentiranih mesnih proizvoda, dok treću skupinu predstavljaju patogeni mikroorganizmi štetni za zdravlje potrošača (ŠUMIĆ, 2009.). U primarnoj mikroflori svježeg mesa prevladavaju gram-negativne bakterije kao što su *Escherichia coli* i bakterije iz roda *Salmonella* dok od gram-pozitivnih nalazimo bakterije iz roda *Lactobacillus*. Osim navedenih, u primarnoj mikroflori također se mogu i naći patogene bakterije čiji je izvor najčešće sama životinja (MEAD, 2007.).

Osim sirovine u proizvodnji fermentiranih mesnih proizvoda izvori patogenih bakterija mogu biti radne površine, pribor, osoblje, potom ovci i začini. Tako je u začinima i začinskom bilju dokazana prisutnost *Salmonella* spp., *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* i *Clostridium perfringens* (SCHWAB i sur., 1982., DE BOER i sur., 1985., MCKEE, 1995., GARCIA i sur., 2001., BANERYEE i SARKAR, 2003., SAGOO i sur., 2009.). S druge strane neki začini imaju jako antimikrobno djelovanje (CEYLAN i FUNG, 2004., SHAN i sur., 2007.).

Neki od najvažnijih patogena koje možemo naći u fermentiranim mesnim proizvodima su bakterije iz roda *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *S. aureus* i *E. coli* O157:H7. *L. monocytogenes* je bakterija koja izaziva listeriozu, bolest visokog mortaliteta i morbiditeta. Doza potrebna za nastanak bolesti iznosi više od sto kolonija po gramu sirovog mesa ili gotovog proizvoda (DE CESARE i sur., 2007.). Prevalencija *L. monocytogenes* u fermentiranim mesnim proizvodima iznosi od 0 do 40% (FAO/WHO, 2004., DE CESARE i sur., 2007., MARTIN i sur., 2011.; cit. PARAMITHIOTIS i DROSINOS, 2016.). Bakterije iz roda *Salmonella* su također rasprostranjene u prirodnom okruženju pa tako se često nalaze i u proizvodima animalnog podrijetla. Salmoneloze su od velike važnosti za javno zdravstvo i na samom su vrhu po učestalosti. Poznata je najmanja infektivna doza koja iznosi  $10^5$



cfu/g (KOTHARY i BABU, 2001.). Kad su u pitanju fermentirani mesni proizvodi prevalencija iznosi 5 do 10% (SIRIKEN i sur., 2006.). *Escherichia coli*, kao i bakterije iz roda *Salmonella*, su najčešće izolirane bakterije iz fermentiranih mesnih proizvoda u slučajevima epidemija tj. trovanja ljudi ovom vrstom hrane (Tablica 5). Kao što je poznato, *E. coli* tvori dva značajna toksina, vero toksin i shiga toksin. Enterohemoragična *E. coli* O157:H7 najčešće je izolirana pri pojavi trovanja ljudi fermentiranim mesnim proizvodima. Ipak, prevalencija u fermentiranim mesnim proizvodima je niska (SIRIKEN i sur., 2006.). Pored navedenih bakterija važnost se treba dati i bakteriji *Staphylococcus aureus*. U slučaju grešaka u fermentaciji i/ ili pohrani proizvoda, *S. aureus* može neometano rasti i proizvoditi termostabilan enterotoksin koji je opasan po zdravlju potrošača (METAXOPOULOS i sur., 1981.a,b, NYCHAS i ARKOUELOS, 1990.). Prevalencija za mesne proizvode iznosi oko 10% (SKANDAMIS i NYCHAS, 2007.).

Tablica 5. Epidemije povezane s konzumiranjem fermentiranih mesnih proizvoda (PARAMITHIOTIS I DROSINOS, 2016.)

Godina	Država	Uzročnik	Broj Slučajeva/Smrti
1987-88	Engleska	<i>S. Typhimurium</i> DT 124	101/0
1992	Australija	<i>E. coli</i> O111:H	21
1994	Washington i California	<i>E. coli</i> O157:H7	17/0
1995	Sjeverna Italija	<i>S. Typhimurium</i> PT 193	83/0
1998	Južni Ontario, Kanada	<i>E. coli</i> O157:H7	39/0
1999	Britanska Kolumbija, Kanada	<i>E. coli</i> O157:H7	143/0
2001	Aljaska	<i>Cl. botulinum</i>	14
2002	Švedska	<i>E. coli</i> O157:H7	38/0
2004	Italija	<i>S. Typhimurium</i> DT104A	63/0
2005	Švedska	<i>S. Typhimurium</i> NST	15/0
2006	Norveška	<i>S. Kedougou</i>	54/1
2007	Italija	<i>E. coli</i> O157	2/0
2009-2010	SAD-više država	<i>S. Montevideo</i>	272/0
2010	Danska	<i>S. Typhimurium</i>	20/0

## 2.3. Odabrane kemijske i toksikološke opasnosti

### 2.3.1. Mikotoksini

Mikotoksini su toksične (otrovne) tvari koje stvaraju određene vrste plijesni. Poznato je da plijesni u povoljnim uvjetima (temperatura, vlažnost, kisik) mogu rasti gotovo posvuda, pa i na/u hrani za životinje, kao i na površini mesnih proizvoda tijekom sušenja i zrenja. Uslijed pogrešaka pri pripremi i skladištenju te hrane (npr. žitarice-vlažnost, silaža-prisutnost zraka, mesni proizvodi – vlažnost, slabo strujanje zraka) povećava se rizik od razvoja plijesni koje mogu otpuštati toksine u hranu/proizvod. Mikotoksini mogu završiti u organizmu čovjeka preko životinjskih proizvoda ili izravno iz okoliša. Njihov štetni učinak na zdravlje ljudi ovisi o vrsti i količini mikotoksina, no ipak je teško odrediti stvarnu povezanost unosa mikotoksina i nekih oboljenja ljudi ili životinja. Danas je poznato više vrsta mikotoksina, među njima aflatoksini, zearalenon, ergot, ohratoksin i drugi. Aflatoksini imaju najveće javnozdravstveno značenje, a poznata su 4 tipa i podtipa čiji su štetni učinci utvrđeni kod različitih vrsta životinja i ljudi. Najveću opasnost predstavlja aflatoksin B1 koji je izrazito hepatotoksičan (oštećenje jetre) i kancerogen.

Plijesni općenito imaju vrlo važnu tehnološku ulogu u proizvodnji fermentiranih mesnih proizvoda i bitno doprinose specifičnosti senzornih svojstava. Plijesni mogu biti inokulirane na površinu kobasice uranjanjem proizvoda u otopinu ili prskanjem. Često odabirane plijesni su iz roda *Penicillium* (TABANELLI i sur., 2012.). Dodane plijesni su bijele ili bijelo-sive boje, dok su neželjene plijesni često crne, zelene ili žućkaste (FEINER, 2006.). Sloj plijesni na površini kobasice uvjetuje ravnomjernije sušenje, usporava gubitak vlage u konačnom proizvodu te štiti proizvod od diskoloracija i ranjetljivosti (INCZE, 2010.). Ipak najčešće u prirodnoj autohtonoj proizvodnji mogu se pojaviti rizici uslijed razvoja toksogenih plijesni u postojećim higijenskim i mikroklimatskim uvjetima proizvodnje (OIKI i sur., 2016.). Pojedini dodatni uvjeti mogu utjecati na rast nepoželjnih plijesni, poput oštećenja ovitaka (PLEADIN i sur., 2015.a). MARKOV i sur. (2013.) navode da su trajni fermentirani mesni proizvodi iz individualnih domaćinstava najčešće kontaminirani plijesnima roda *Penicillium*, dok je najučestaliji detektirani mikotoksin bio ohratoksin A. PLEADIN i sur. (2015.b) ističu da najveće utvrđene količine ohratoksina A u trajnim kobasicama i suhomesnatim proizvodima su 5-10 puta više od preporučenih 1 µg/kg (Tablica 6).

Tablica 6. Količine mikotoksina u tradicionalnim fermentiranim mesnim proizvodima

<b>Proizvod</b>	<b>Mikotoksini</b>	<b>Utvrđene količine</b>	<b>Reference</b>
Kobasice od divljači, suhomesnati proizvodi	Ohratoksin A Aflatoksin B1	do 7,83 µg/kg, do 3,0 µg/kg	MARKOV i sur. (2013.)
Slavonski kulen	Ohratoksin A	do 17,0 µg/kg (oštećen ovitak)	PLEADIN i sur. (2015.a)
Šunka, trajne kobasice	Ohratoksin A	do 9,95 µg/kg, do 5,10 µg/kg	PLEADIN i sur. (2015.b)
Dalmatinski pršut, Kraški pršut	Ohratoksin A	do 2,75 µg/kg do 2,86 µg/kg	PLEADIN i sur. (2014.)

### 2.3.2. Policiklički aromatski ugljikovodici

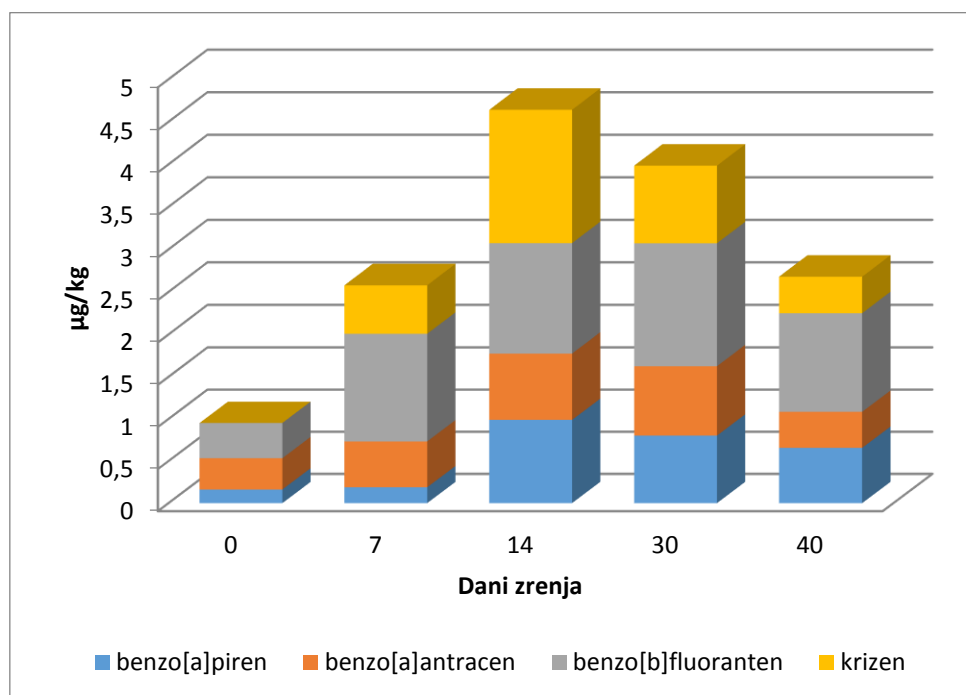
Dimljenje je tehnološki proces koji je vrlo bitan u proizvodnji fermentiranih mesnih proizvoda, u smislu razvoja specifičnih senzornih svojstava, posebno arome i boje. Dim je složena smjesa molekula male i velike mase. Zbog svoje formaldehidne i fenolne komponente dim ima antibakterijsko i fungicidno svojstvo (FLORES, 1997.). Tradicionalna metoda izravnog dimljenja se i dalje primjenjuje, ali u zadnjih nekoliko desetljeća u industriji je popularno korištenje tekućeg dima kao alternative za nastanak specifičnog okusa i mirisa bez dimljenja u pušnicama. Pirolizom se najlakše razgradi hemiceluloza, nakon nje celuloza pa lignin. Razgradnjom celuloze nastaju furani i laktoni, dok pirolizom celuloze nastaju aldehidi i alifatska kiselina. Završna razgradnja lignina dodaje najvažniju dimnu komponentu koja doprinosi jedinstvenom okusu, a to su fenoli (MEDIĆ, 2016.). Dim može sadržavati i štetne komponente kao što su policiklički aromatski ugljikovodici (engl. Polycyclic aromatic hydrocarbons; PAH), a njihov sadržaj ovisi o mnogo čimbenika kao što su metoda dimljenja, vrsta drveta, vrsta generatora, temperatura i dr. (HITZEL i sur., 2013.). Uglavnom nastaju tijekom pirolize na temperaturama iznad 500°C.

Količina PAH spojeva u dimljenim mesnim proizvodima ovisi o nizu čimbenika pri čemu možemo izdvojiti samu tehnologiju dimljenja, propusnost ovitka, sadržaj masti, vrstu drveta za dimljenje, prisutnost kisika, vlažnost i temperature izgaranja (ŠIMKO, 2005; STUMPE-VÍKSNA i sur., 2008; GOMES i sur., 2013). Javnozdravstveni značaj očituje se u kancerogenim svojstvima PAHova s 5 i više strukturnih lanaca, dok PAHovi malih molekularnih masa nisu štetni (ŠIMKO, 2005). Poznato je da su PAH spojevi prisutni u okolišu, animalnim tkivima i promiseću se longitudinalno kroz prehrambeni lanac (DOBRIKOVA i SVETLIKOVA, 2007). Istraživanja količine benzo[a]pirena u tradicionalno ili industrijski dimljenim mesnim proizvodima većinom pokazuju sukladnost s postavljenim kriterijima sigurnosti proizvoda ( $< 2 \mu\text{g}/\text{kg}$ ), a najveći udio prisutnih PAH spojeva otpada na bezopasne PAH-ove malih molekularnih masa poput naftalena, acenaftena, fluorena, fenantrena, antracena i drugih (DJINOVIC i sur., 2008; ROSEIRO i sur., 2011; SANTOS i sur., 2011; GOMES i sur., 2013; ŠKRBIĆ i sur., 2014). Međutim, tradicionalno dimljeni mesni proizvodi sadrže u pravilu veće količine PAH spojeva u odnosu na industrijsko dimljenje u kontroliranim uvjetima (ROSEIRO i sur., 2011; ŠKRBIĆ i sur., 2014).

PAŽIN i sur. (2016.) su istražili količine 16 PAH spojeva u tradicionalno dimljenim kobasicama u domaćinstvu Sjeverozapadne Hrvatske koje su dimljene do 10. dana a sušene do 40. dana. Istražen je sadržaj policikličkih aromatskih ugljikovodika 0., 7., 14. 30. i 40. dana zrenja primjenom plinske kromatografije uz detekciju pomoću spektrometra masa (GC-MSMS). Ukupna količina PAH spojeva (PAH16) kretala se od početnih  $116,43 \mu\text{g}/\text{kg}$  do najvećih  $877,631 \mu\text{g}/\text{kg}$  14. dana da bi se smanjila na  $856,772$  i  $693,595 \mu\text{g}/\text{kg}$  30. odnosno 40. dana zrenja. PAH4 vrijednosti nisu prelazile propisanih  $12 \mu\text{g}/\text{kg}$ , kao ni količine benzo[a]pirena granicu od  $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Prije aplikacije dima u nadjevu kobasica je detektirano 12 PAH-ova, što upućuje na kontaminaciju sirovine, dodataka ili okoliša u uvjetima proizvodnje u domaćinstvu. Udio javnozdravstveno najvažnijih PAH4 je u ukupnim PAH vrijednostima iznosio tek 0,81, 0,57, 0,52, 0,46 i 0,38 %, a benzo[a]pirena 0,13, 0,04, 0,11, 0,09 i 0,09 %, prema danima zrenja. Količina benzo[a]pirena statistički je značajno korelirala ( $P < 0,05$ ) s utvrđenim ukupnim PAH4, PAH8 i PAH16.

U pogledu PAH4, kao propisanog indikatora sigurnosti proizvoda s obzirom na PAH spojeve, propisane granične vrijednosti od  $12 \mu\text{g}/\text{kg}$  nisu premašene, pri čemu

je najveća vrijednost od 4,641  $\mu\text{g}/\text{kg}$  zabilježena 14. dana zrenja, odnosno nakon provedenog procesa dimljenja (slika 2).



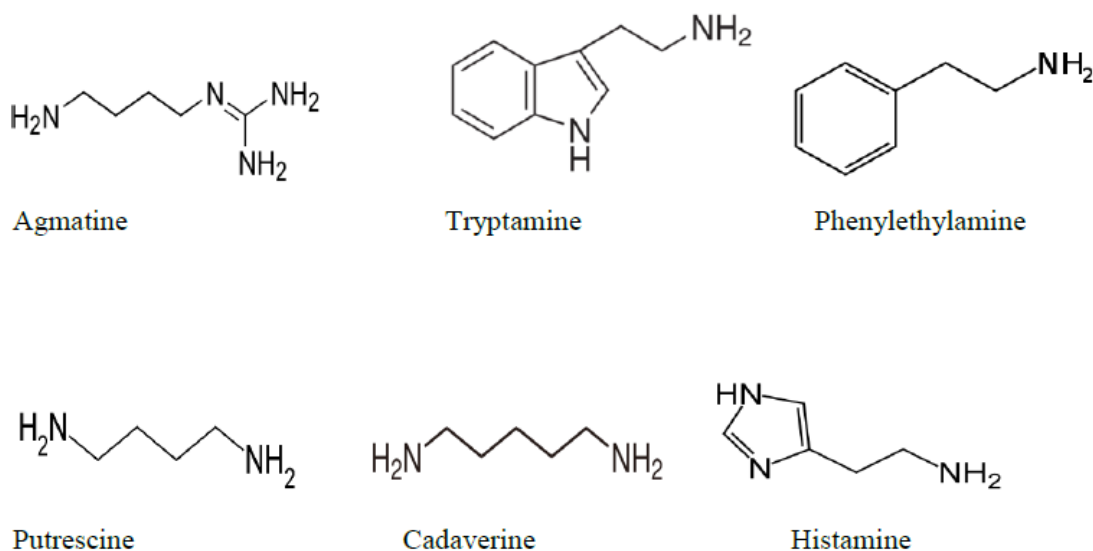
Slika 2. Koncentracije i udjeli PAH4 tijekom zrenja tradicionalno dimljenih trajnih kobasica (PAŽIN i sur., 2016.).

Autori su zaključili da se generiranje dima u odvojenim ložištima sporim izgaranjem drveta te dovođenjem hladnog dima cijevima do prostora za dimljenje može smatrati prikladnom tehnologijom u uvjetima domaćinstava pri čemu se ne razvijaju štetne količine PAH spojeva u trajnim kobasicama. Određivanje količine PAH4 i PAH8 pouzdan su indikator ukupne količine PAH spojeva u tradicionalno dimljenim domaćim trajnim kobasicama i prosudbi potencijalnog rizika za potrošače ovog autohtonog mesnog proizvoda.

### 2.3.3. Biogeni amini

Biogeni amini su biološki aktivni spojevi koji nastaju dekarboksilacijom slobodnih aminokiselina ili aminacijom i transaminacijom aldehida i ketona (MAIJALA i sur., 1993.). Mogu se detektirati u svim vrstama fermentirane hrane uključujući

fermentirane mesne proizvode. Povećane količine biogenih amina u fermentiranoj hrani životinjskog podrijetla povezane su uz procese zrenja u kojima sudjeluju mikroorganizmi s jakom dekarboksilirajućom aktivnošću, poput laktobacila i enterokoka. Najčešći biogeni amini koji se povezuju s trovanjem hrane su: kadaverin, putrescin, histamin, spermidin, spermin, tiramin i triptamin.



Slika 3. Najvažniji biogeni amini u fermentiranim mesnim proizvodima (LORENZO i sur., 2016.)

Da bi biogeni amini nastali u hrani, potreban je supstrat tj. slobodni prekursori – aminokiseline te aktivnost bakterijskih dekarboksilaza. Čimbenici koji utječu na nastajanje biogenih amina su: pH, koncentracija soli, bakterijska aktivnost, vlaga, temperatura skladištenja, vrijeme zrenja, sinergija mikroorganizama (MARIJAN, 2013.).

Najznačajnije toksikološko značenje od biogenih amina imaju histamin, tiramin i  $\beta$ -feniletilamin. Potrošnja hrane koja sadrži biogene amine je odgovorna za mnoge farmakološke učinke koji vode do nekoliko tipova trovanja hranom, uključujući trovanje histaminom (skombroidno trovanje) i toksičnost tiraminom (sirna reakcija). Štetni učinci koji rezultiraju potrošnjom hrane bogate biogenim aminima

moгу biti očekivani samo kada dospiju u krvotok (JOOSTEN, 1988.; cit. MARIJAN, 2013.), a tiramin, triptamin i  $\beta$ -feniletilamin su vazoaktivni amini. Biogeni amini istraživani su i kao potencijalni mutageni faktori, budući da neki amini mogu biti nitrizirani ili se mogu ponašati kao prekursori za druge spojeve sposobne za tvorbu nitrozamina koji je kancerogen za različite životinjske vrste i potencijalno štetan ljudskom zdravlju (MARIJAN, 2013.).

U fermentiranim mesnim proizvodima nalaz biogenih amina rezultat je primjene sirovine loše kakvoće odnosno proizvodnje u lošim higijenskim uvjetima. Najčešće nalazimo tiramin, kadaverin, putrescin i histamin (RUIZ-CAPILLAS i JIMÉNEZ-COLMENERO, 2004.; cit. PLEADIN i BOGDANOVIĆ, 2016.). U različitim fermentiranim kobasicama Europe utvrđene su količine tiramina od 76 -187 mg/kg, a putrescina 33-125 mg/kg (ANSORENA i sur., 2001.). Sadržaj amina može pored mikrobioloških čimbenika ovisiti i o pH, temperaturi, soli, vrsti (veličini i promjeru) kobasica te djelovanju starter kultura (LATORRE-MORATALLA i sur., 2008). Kobasice većeg promjera obično sadrže veće količine biogenih amina. Starter kulture u proizvodnji fermentiranih kobasica imaju ulogu u redukciji biogenih amina pa je njihov izbor vrlo važan s obzirom na te karakteristike.

#### **2.3.4. Nitrozamini**

Prilikom prerade mesa i mesnih proizvoda dolazi do reakcije između dodanih nitrita i proteina mesa. Kao produkt takvih reakcija mogu nastati N-nitrozamini koji su štetni i kancerogeni spojevi. Takve reakcije ovisne su o količini amina i dodanih nitrita, pH vrijednostima, temperaturi, redoks potencijalu te prisutnosti drugih kemijskih spojeva i agensa. Nitrati za razliku od nitrita imaju manju reaktivnost i nemaju izravan utjecaj na meso i mesne prerađevine kad se dodaju kao konzervansi već predstavljaju zalihu nitrita, a time i opasnost od nastanka nitrozamina (HUI, 1992.). Prilikom procesiranja mesa i mesnih proizvoda gubi se određena količina nitrita od 1 do 5% prilikom stvaranja dušikovog oksida ili se veže na lipide mesa. Od 1 do 10% se oksidira da nitrata, 5 do 10% ostaju kao slobodni nitriti dok 5 do 15% reagira sa sulfhidridnim spojevima ili mioglobinom (nitrozilmioglobin). 20 do 30% stane vezano za proteine (HUI, 1992.). Proces redukcije nitrita u nitrozamine odvija

se već u samoj sirovini, u gotovim proizvodima te na kraju i u probavnom traktu konzumenta pod djelovanjem crijevne mikroflore. N-nitrozamini nastaju kemijskom reakcijom nitrozacijskog agensa i sekundarnih ili tercijarnih amina. Najviše istraživani nitrozacijski agens koji sudjeluje u stvaranju N-nitrozamina je nitratni anhidrid koji nastaje u kiseloj vodenoj otopini. Nitratni anhidrid se spaja sa slobodnim parom elektrona sekundarnih amina reakcijom nukleofilne supstitucije i nastaje N-nitrozamin. Stupanj nitrozacije je ovisan već spomenutoj koncentraciji nitrita i amina, kao i o pH vrijednostima koje trebaju u idealnim uvjetima iznositi od 2.5 do 3.5. Nakon ovih rečenica možemo lako doći do zaključka da je upravo ljudski želudac takav medij koji pogoduje stvaranju N-nitrozamina (HUI 1992., WALKER, 1990., SEN i sur., 1980.). N-nitrozamini se mogu podijeliti na hlapljive i ne hlapljive N-nitrozamine. U hlapljive spadaju nitrozirani dialkil amini i ciklički spojevi male molekularne mase, a u ne hlapljive spadaju hidroksilirani amini ili polifunkcionalne tvari (WALKER, 1990.). Reakcije nitrozacije imaju i svoje inhibitore, tvari s redoks potencijalom. Askorbati, vitamin E, selen i askorbinska kiselina samo su neki od njih. Askorbinska kiselina inhibira stvaranje N-nitrozamina mehanizmom kompeticije nitrostabilnih prekursora (amina) sa nitrozacijskim agensom. Potpuna inhibicija je učinkovita samo uz velike količine askorbinske kiselinie i/ili u anaerobnim uvjetima (CHOW i HONG, 2002., LU i sur., 1986.).

Neki od najvažnijih N-nitrozamina su N-nitrozopiperidin, N-nitrozopirrolidin, N-nitrozodretilamin, N-nitrozoetilmetilamin i drugi (TOLDRA i REIG, 2007.). U Europskim fermentiranim kobasicama, u kojima je inače količina N-nitrozamina neznatna ili niska, nađeni su N-nitrozidimetilamin i N-nitrozopiperidin i to u količinama iznad 1 mikrogram po kilogramu (DEMEYER i sur., 2000.). Prisutnost nekih N-nitrozamina potvrđena je i u šunkama koje su bile pakirane u elastične gumene mrežice. Uspostavili se da su N-nitrozamini nastali kao posljedica interakcije amina iz elastične mrežice i nitrata (SEN i sur., 1987.). N-nitrozamin toksično djeluje na eritrocite i vitamin A te ima štetan učinak na reproduksijski sustav, a o toksičnosti N-nitrozamina ima mnogo podataka te se s razlogom stavlja pritisak na mesnu industriju da se reducira količina nitrata i nitrita koji se dodaju u proizvode.



### 3. RASPRAVA

Proizvodnja fermentiranih mesnih proizvoda – kobasica i suhomesnatih proizvoda vrlo je složen proces uvjetovan nizom vanjskih i unutrašnjih čimbenika koji mogu bitno utjecati na kakvoću i higijensku ispravnost gotovog proizvoda. Tu ubrajamo sastojke nadjeva (meso, masno tkivo, dodaci), soljenje i obradu komada mesa, ovitak, tehnološke procese pripreme nadjeva, salamure, mikroklimatske uvjete tijekom zrenja, sastav i aktivnost autohtone mikroflore ili dodanih starter kultura. Kao komercijalno najvredniji kobasičarski proizvodi, fermentirane kobasice proizvode se od najkvalitetnijih partija mesa različitih vrsta životinja, dok suhomesnate proizvode oblikujemo od pojedinih dijelova trupa životinje (but, leđa, vrat i dr.).

Fermentirani mesni proizvodi mogu se razmatrati s različitih gledišta: tehnološkog, kemijskog, biokemijskog, toksikološkog, prehrambenog i drugih, uvijek u vezi s određenim javnozdravstvenim temama. Kompleksnost proizvodnje i zdravstveni aspekti fermentiranih mesnih proizvoda zahtijevaju multidisciplinarni pristup koji daje širok uvid u potencijalne rizike i njihovu kontrolu (ZDOLEC, 2016.b). U ovom radu od mikrobioloških rizika povezanih s ovom vrstom mesnih proizvoda posebno izdvajamo problem antimikrobne rezistencije. U konkretnom slučaju antimikrobnu rezistenciju ne promatramo u opće poznatim okvirima patogene mikroflore odnosno potencijalnih opasnosti prijenosa rezistencije patogenih bakterija u lancu proizvodnje hrane od životinja preko njihovih proizvoda do čovjeka, već u kontekstu prirodno prisutne apatogene mikroflore koja također može biti nositelj prenosivih gena rezistencije. U tom smislu se preispituje u posljednje vrijeme i GRAS (engl. Generally Recognized As Safe) status bakterija mliječne kiseline. Tako i rezultati nekih istraživanja dokazuju horizontalni prijenos gena rezistencije s enterokoka humanog podrijetla na stafilokoke, pediokoke i laktobacile tijekom fermentacije mesa (GAZZOLA i sur., 2012). Budući da fermentirani mesni proizvodi spadaju u skupinu gotove hrane spremne za konzumaciju (engl. Ready-to-Eate, RTE) razvidna je važnost dobre higijenske prakse, tj. sprečavanja onečišćenja sirovine i dodataka bakterijama, uključujući i potencijalno rezistentne sojeve. Nadalje, drugi mehanizam sistiranja ili eliminiranja rezistentnih bakterija u fermentiranim mesnim proizvodima tj. kobasicama jest primjena kompetitivnih starter kultura koje

trebaju kolonizirati mesni supstrat i na taj način onemogućiti razmnožavanje prirodne mikroflore koja potencijalno može biti štetna s obzirom na prisutnost i prijenos determinanti antimikrobne rezistencije. Posebno se to odnosi na enterokoke koji su dio populacije bakterija mliječne kiseline i prirodno ih nalazimo u fermentaciji mesa (ČOP, 2016.). Enterokoki ne moraju nužno biti pokazatelj fekalnog onečišćenja budući da su ubikvitarni i prisutni posvuda u okolišu. To vjerojatno uvjetuju i njihov širok raspon prisutne rezistencije na brojna antimikrobne tvari, a posebno je bitna učestala prisutnost prenosivih gena otpornosti/rezistencije. Zanimljiva su nedavna istraživanja (BUTKOVIĆ, 2015., ZDOLEC i sur., 2016.b) kojima se potvrđuje nalaz rezistentnih enterokoka u animalnim proizvodima (u ovom slučaju u mlijeku) neovisno o primjeni antibiotika u životinjama. To može ukazivati na prisutnost rezistentne populacije enterokoka u biosustavu što je vrlo bitno u kontekstu higijenske proizvodnje hrane, pogotovo gotove hrane koja se prije konzumacije termički ne obrađuje (fermentirani mesni proizvodi).

Od patogene mikroflore, možemo izdvojiti značaj bakterije *L. monocytogenes* zbog porasta listerioze ljudi uzrokovane hranom u Europskoj uniji. Europska regulativa kategorizira hranu u dvije skupine, onu koja ne podupire rast *L. monocytogenes* i onu koja podupire. To je povezano s fizikalno-kemijskim karakteristikama hrane pa fermentirani mesni proizvodi s  $\text{pH} \leq 4.4$  i aktivitetom vode ( $a_w$ )  $\leq 0.92$ , ili s  $\text{pH} \leq 5.0$  i  $a_w \leq 0.94$  ne omogućuju rast bakterije. Međutim, iako su formalno takvi proizvodi sigurni, rizik ipak postoji zbog post-procesnog onečišćenja bakterijom *L. monocytogenes* npr. prilikom narezivanja i pakiranja. Budući da je bakterija ubikvitarna i raste u širokom temperaturnom rasponu, i fermentirane mesne proizvode treba uzeti u obzir kao rizičnu hranu.

Toksikološko-kemijski rizici u proizvodnji fermentiranih proizvoda koje smo odabrali u ovom radu su okolišni (mikotoksini) ili kontaminanti koji nastaju u preradi mesa (PAH, biogeni amini, nitrozamini). Mikotoksine općenito promatramo kao kontaminante koji se longitudinalno prenose prehranbenim lancem, odnosno potječu iz poljoprivrednih kultura (pljesnivljenje hrane za životinje) a završavaju u životinjama, njihovim proizvodima i tkivima, a na kraju u čovjeku koji ih konzumira. U proizvodnji fermentiranih mesnih proizvoda slučaj onečišćenja toksogenim plijesnima uvjetovan je lošim higijenskim i mikroklimatskim uvjetima tijekom zrenja. Nalaz štetnih PAH spojeva u/na dimljenim fermentiranim mesnim proizvodima uvjetovan je

brojnim čimbenicima koje treba uzeti u obzir pri dimljenju proizvoda poput temperatura izgaranja drveta i količini kisika (visoke temperature i odsutnost kisika = visok sadržaj štetnih PAH spojeva), vrsti drveta i njegovoj vlažnosti (meka i vlažna drva = više PAH spojeva), trajanju dimljenja i dr. U svakom slučaju tradicionalni mesni proizvodi koji se podvrgavaju hladnom dimljenju, bez izravnog izlaganja proizvoda ložištu, sigurni su u pogledu količina štetnih PAH spojeva (PAŽIN i sur., 2016.). Količine biogenih amina u ovim proizvodima također ovise o nizu uvjeta, no najbitnija je higijenska kvaliteta sirovine, sastav mikroflore, trajanje zrenja. Strategija selektiranja i primjene starter kultura koje sprečavaju razvoj aminogene mikroflore čini se primjerenom u kontroli rizika pojave biogenih amina u fermentiranim mesnim proizvodima.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Fermentirani mesni proizvodi dobro su prihvaćeni od potrošača zbog visoke prehrambene vrijednosti, privlačnih organoleptičkih svojstava i današnjih potreba ubrzanog načina života. Istovremeno su potrošači svjesni poznatih zdravstvenih nedostataka ovih proizvoda poput visoke količine soli, masti, kolesterola i dr. Mikrobiološki su to stabilni proizvodi no potencijalni rizici mogu biti rezistentne bakterije u sastavu prirodne mikroflore. Pored navedenog, nužno je pratiti i toksikološko-kemijske pokazatelje sigurnosti proizvoda poput biogenih amina, nitrozamina i policikličkih aromatskih ugljikovodika.

## 5. LITERATURA

1. ANSORENA, D., M.C. MONTEL, M. ROKKA, R. TALON, S. EEROLA, A. RIZZO, M. RAEMAEEKERS, D. DEMEYER (2002.): Analysis of biogenic amines in northern and southern European sausages and role of flora in amine production. *Meat Sci.* 61, 141–147.
2. AYMERICH, T., B. MARTIN, M. GARRIGA, M. C. VIDAL-CAROU, S. BOVERCID, M. HUGAS (2006.): Safety properties and molecular strain typing of lactic acid bacteria from slightly fermented sausages. *J. Appl. Microbiol.* 100, 40–49.
3. BANERJEE, M., P.K. SARKAR (2003.): Microbiological quality of some retail spices in India. *Food. Res. Int.* 36, 469-474.
4. [BARBOSA, J.](#), V. [FERREIRA](#), P. [TEIXEIRA](#) (2009.): Antibiotic susceptibility of enterococci isolated from traditional fermented meat products. [Food Microbiol.](#) 26, 527–532.
5. BASSI, D., E. PUGLISI, P.S. COCCONELLI (2015.): Comparing natural and selected starter cultures in meat and cheese fermentations. *Curr. Food Sci.* 2, 118-122.
6. BONOMO, M.G., A. RICCIARDI, T. ZOTTA, M.A. SICO AND G. SALZANO (2009.): Technological and safety characterization of coagulase-negative staphylococci from traditionally fermented sausages of Basilicata region (Southern Italy). *Meat Sci.* 83, 15-23.
7. BUTKOVIĆ, I. (2015.): Osjetljivost bakterija na antimikrobne tvari iz mlijeka zdravih i terapiranih vimeana krava. Diplomski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
8. CEYLAN E., D.Y.C. FUNG (2004.): Antimicrobial activity of spices. *J. Rapid Meth. Aut. Mic.*12, 1-55.
9. CHOW, C. K., C. B. HONG (2002.): Dietary vitamine E and selenium and toxicity of nitrite and nitrate. *Toxicology* 180, 195-207.

10. ČOP, M. (2016.): Utjecaj *Enterococcus faecalis* 101 na kakvoću trajnih kobasica iz domaćinstva. Diplomski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
11. DANILOVIĆ, B., D. SAVIĆ (2016.): Microbial ecology of fermented sausages and dry-cured meats. U: Fermented meat products: health aspects. N. Zdolec (ur.). Taylor&Francis, Boca Raton, USA, 127-166.
12. DE BOER, E., W.M. SPIEGELENBERG, F.W.JANSSEN (1985.): Microbiology of spices and herbs. Anton. Leeuw. Int. J.G. 51, 435-438.
13. DE CESARE, A., R. MIONI, G. MANFREDA (2007.): Prevalence of *Listeria monocytogenes* in fresh and fermented Italian sausages and ribotyping of contaminating strains. Int. J. Food Microbiol. 12, 124-130.
14. DEMEYER, D., M. REAMAEEKERS, A. RIZZO, A. HOLCK, A. DE SMEDT, B. TEN BRINK, B. HAGEN, C. MONTEL, E. ZANARDI, E. MURBREKK, F. LEROY, F. VANDENDRIESSCHE, K. LORENSTEN, K. VENEMA, L. SUNESEN, L. STAHNKE, L. VUYST, R. TALON, R. CHIZZOLINI, S. EROLA (2000.): Control of bioflavour and safety in fermented sausages: First results of a European project. Food Res. Int. 33, 171-180.
15. DJINOVIC, J, A. POPOVIC, W. JIRA (2008.): Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia. Meat Sci 80, 449-456.
16. DOBRÍKOVÁ, E, A. SVĚTLÍKOVÁ (2007.): Occurrence of benzo [a]pyrene in some foods of animal origin in the Slovak Republic. J. Food Nutr. Res. 46, 181-185.
17. FAO/WHO (2004.): Risk Assessment; Appendix 4-Prevalence and incidence of *L. Monocytogenes* in fermented meat products(QMRA)
18. FEINER, G. (2006.): Meat products handbook. Practical science and technology. CRC Press, Boca Raton, Florida.
19. FLORES, J. (1997.): Mediterranean vs northern European meat products. Processing technologies and main differences. Food Chem. 59, 107-112.
20. FRECE, J., K. MARKOV (2016.): Autochthonous starter cultures. U: Fermented meat products: health aspects. N. Zdolec (ur.). Taylor & Francis, Boca Raton, USA, 270-293..

21. GANDEMER, G. (2002.): Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. *Meat Sci.* 62, 309-321.
22. GARCIA, S., F. IRACHETA, F. GALVAN, N. HEREDIA (2001.): Microbiological survey of retail herbs and spices from Mexican markets. *J. Food. Protect.* 64, 99-103.
23. GAZZOLA, S., C. FONTANA, D. BASSI, P.S. COCCONCELLI (2012.): Assessment of tetracycline and erythromycin resistance transfer during sausage fermentation by culture-dependent and -independent methods. *Food Microbiol.* 30, 348-354.
24. GEVERS, D., G. HUYS, J. SWINGS (2003.): In vitro conjugal transfer of tetracycline resistance from *Lactobacillus* isolates to other gram-positive bacteria. *FEMS Microbiol. Lett.* 225, 125–130.
25. GOMES, A., C. SANTOS, J. ALMEIDA, M. ELIAS, L.C. ROSEIRO (2013.): Effect of fat content, casing type and smoking procedures on PAHs contents of Portuguese traditional dry fermented sausages. *Food Chem. Toxicol.* 58, 369-374.
26. HADŽIOSMANOVIĆ, M. (1978.): Utjecaj mikrokoka na lipolitičke promjene u nadjevu trajnih kobasica. Doktorska disertacija, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
27. HADŽIOSMANOVIĆ, M., J. GASPARIK-REICHARDT, M. SMAJLOVIĆ, S. VESKOVIĆ-MORAČANIN, N. ZDOLEC (2005.): Possible use of bacteriocins and starter cultures in upgrading of quality and safety of traditionally fermented sausages. *Tehnologija mesa* 46, 197-211.
28. HITZEL, A., M. POHLMANN, F. SCHWAGELE, K. SPEER, W. JIRA (2013.): Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in meat products smoked with different types of wood and smoking spices. *Food Chem.* 139, 955-962.
29. HUGAS, M., M. GARRIGA, M. T. AYMERICH (2003.): Functionality of enterococci in meat products. *Int. J. Food Microbiol.* 88, 223-233.
30. HUI, H.Y. (1992.): *Encyclopaedia of Food Science and Technology*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
31. INCZE, K. (2010.): Mold-Ripened Sausages. U: F. Toldra (ur.). *Handbook of meat processing*. Blackwell Publishing Professional, Ames, Iowa, 363-378.

32. [JAHAN, M.](#), D.O. [KRAUSE](#), R.A. [HOLLEY](#) (2013.): Antimicrobial resistance of Enterococcus species from meat and fermented meat products isolated by a PCR-based rapid screening method. [Int. J. Food Microbiol.](#) 163, 89–95.
33. JOOSTEN, H. M. L.J., M. A. J. S. VAN BOEKEL (1988.): Conditions allowing the formation of biogenic amines in cheese. 4. A study of kinetics of histamine formation in an infected Gauda cheese. *Neth. Milk Dairy J.* 42, 3–24.
34. KAMENIK, J. (2016.): Hurdle technologies in fermented meat production. U: *Fermented meat products: health aspects*. N. Zdolec (ur.). Taylor & Francis, Boca Raton, USA, 95-126.
35. KOTHARY, M.H., U.S. BABU (2001.): Infectiv dose of foodborne pathogenes in volunteers: A review. *J. Food Safety* 21, 49-73.
36. LANDETA, G., J. A. CURIEL, A.V. CARRASCOSA, R. MUÑOZ, B. DE LAS RIVAS (2013.): Technological and safety properties of lactic acid bacteria isolated from Spanish dry-cured sausages. *Meat Sci.* 95, 272–280.
37. LATORRE-MORATALLA, M.L., T. VECIANA-NOGUÉS, S. BOVER-CID, M. GARRIGA, T. AYMERICH, E. ZANARDI, A. IANIERI, M.J. FRAQUEZA, L. PATARATA, E.H. DROSINOS, A. LAUKOVÁ, R. TALON, M.C. VIDAL-CAROU (2008.): Biogenic amines in traditional fermented sausages produced in selected European countries. *Food Chem.* 107, 912–921.
38. LORENZO, J.M., D. FRANCO, J. CARBALLO (2016.): Biogenic amines in fermented meat products. U: *Fermented meat products: health aspects*. N. Zdolec (ur.). Taylor & Francis, Boca Raton, USA, 450-473.
39. LU, S.H. H. OHSHIMA, H.M. FU, Y. TIAN, F.M. LI, M. BLETTNER, J. WAHRENDORF, H. BARTSCH (1986.): Urinary excretion of n-nitrosoamine acids by inhabitants of high and low risks areas for esophageal cancer in North China endogenous formation of N-nitrosoproline and its inhibition by vitamin C. *Canc. Resear.* 46, 1485-1491.
40. MAIJALA, R. L., S. H. EEROLA, M. A. AHO, J. A. HIRN (1993.): The effects of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. *J. Food Prot.* 56, 125-129.
41. MARIJAN, A. (2013.): Utjecaj procesa zrenja na količinu pojedinih biogenih amina u Livanjskom siru. Diplomski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.



42. MARKOV, K., J. PLEADIN, M. BEVARDI, N. VAHČIĆ, D. SOKOLIĆ-MIHALEK, J. FRECE (2013.): Natural occurrence of aflatoxin B<sub>1</sub>, ochratoxin A and citrinin in Croatian fermented meat products. *Food Control* 34, 312–317.
43. MARTIN, B., M. GARRIGA, M. HUGAS, T. AYMERICH (2005.): Genetic diversity and safety aspects of enterococci from slightly fermented sausages. *J. Appl. Microbiol.* 98, 1177–1190.
44. MARTIN, B., M. GARRIGA, T. AYMERICH (2011.): Prevalence of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* at small-scale Spanish factories producing traditional fermented sausages. *J. Food. Protect.* 74: 821-815.
45. MARTIN, B., M. GARRIGA, M. HUGAS, S. BOVER-CID, M.T. VECIANA-NOGUÉS, T. AYMERICH (2006.): Molecular, technological and safety characterization of Gram-positive catalase-positive cocci from slightly fermented sausages. *Int. J. Food Microbiol.* 107, 148–158.
46. MARTY, E., J. BUCHS, E. EUGSTER-MEIER, C. LACROIX, L. MEILE (2012.): Identification of staphylococci and dominant lactic acid bacteria in spontaneously fermented Swiss meat products using PCR-RFLP. *Food Microbiol.* 29, 157–166.
47. MC KEE, L.H. (1995.): Microbial contamination of spices and herbs: a review. *Lebensm.Wiss.Technol.* 28, 1-11.
48. MEAD, G.C. (2007.): *Microbiological analysis of red meat, poultry and eggs.* Woodhead Publishing Limited 102-103.
49. MEDIĆ, H. (2016.): *Technology of fermented meat products. U: Fermented meat products: health aspects.* N. Zdolec (ur.). Taylor & Francis, Boca Raton, USA, 27-48.
50. METAXOPOULOS, J.C., GENIGEORGIS, M.J. FANELLI, C. FANTI, E. COSMA (1981.a): Production of Italian dry salami. i. Initiation of staphylococcal growth in salami under commercial manufacturing conditions. *J. Food Protect.* 44, 347-352.
51. METAXOPOULOS, J.C., GENIGEORGIS, M.J. FANELLI, C. FANTI, E. COSMA (1981.b): Production of Italian dry salami: Effect of starter culture and chemical acidulation on staphylococcal growth in salami under commercial manufacturing conditions. *Appl. Environ. Microbiol.* 42, 863-871.
52. NYCHAS, G.J.E., J.S. ARKOUELOS (1990.): Staphylococci: Their role in fermented sausages. *J. Appl. Bacteriol.* 69 (Suppl.), 167-188.

53. OIKI, H., H. KIMURA, N. ZDOLEC (2016.): Traditional production of fermented meats and related risk. U: Fermented meat products: health aspects. N. Zdolec (ur.). Taylor & Francis, Boca Raton, USA, 49-57.
54. PAN, L., X. HU, X. WANG (2011.): Assessment of antibiotic resistance of lactic acid bacteria in Chinese fermented foods. *Food Control* 22, 1316–1321.
55. PARAMITHIOTIS, S., E.H. DROSINOS (2016.): Foodborne pathogens of fermented meat products. U: Fermented meat products: health aspects. N. Zdolec (ur.). Taylor&Francis, Boca Raton, USA, 196-227.
56. PAŽIN, V., V. ŠIMUNIĆ MEŽNARIĆ, T. TOMPIĆ, G. HAJDUK, S. LEGEN, N. ZDOLEC (2016.): Policiklički aromatski ugljikovodici u dimljenim trajnim kobasicama iz domaćinstva. Zbornik radova 6. Hrvatski veterinarski kongres, Opatija, 26.-29.10., 579-588.
57. PESAVENTO, G., C. CALONICO, B. DUCCI, A. MAGNANINI, A. LO NOSTRO (2014.): Prevalence and antibiotic resistance of *Enterococcus* spp. isolated from retail cheese, ready-to-eat salads, ham, and raw meat. *Food Microbiol.* 41, 1–7.
58. [PETERS, J.](#), K. [MAC, H.](#) [WICHMANN-SCHAUER, G.](#) [KLEIN, L.](#) [ELLERBROEK](#) (2003.): Species distribution and antibiotic resistance patterns of enterococci isolated from food of animal origin in Germany. [Int. J. Food Microbiol.](#) 88, 311–314.
59. PLEADIN, J., L. DEMŠAR, T. POLAK, D. KOVAČEVIĆ (2014.): Levels of aflatoxin B1 and ochratoxin A in Croatian and Slovenian traditional meat products. *Meso* 16, 516–521.
60. PLEADIN, J., D. KOVAČEVIĆ, N. PERŠI (2015.a): [Ochratoxin A contamination of the autochthonous dry-cured meat product “Slavonski Kulen” during a six-month production process.](#) *Food Control* 57, 377–384.
61. PLEADIN, J., M. MALENICA STAVAR, N. VAHČIĆ, D. KOVAČEVIĆ, S. MILONE, L. SAFTIĆ, G. SCORTICHINI (2015.b): [Survey of aflatoxin B<sub>1</sub> and ochratoxin A occurrence in traditional meat products coming from Croatian households and markets.](#) *Food Control* 52, 71–77.
62. PLEADIN, J., T. BOGDANOVIĆ (2016.): Chemical hazard sin fermented meats. U: Fermented meat products: health aspects. N. Zdolec (ur.). Taylor & Francis, Boca Raton, USA, 417-449.

63. POPELKA, P. (2016.): Fermented meats composition – health and nutrition aspects. U: Fermented meat products: health aspects. N. Zdolec (ur.). Taylor & Francis, Boca Raton, USA, 389-416.
64. RESCH, M., V. NAGEL, C. HERTEL (2008.): Antibiotic resistance of coagulase-negative staphylococci associated with food and used in starter cultures. *Int. J. Food Microbiol.* 127, 99–104.
65. RIBEIRO, M.D.P.M.A., M.D.T.F. DELLIAS, S.M. TSAI, A. BOLMSTRÖN, L.W. MEINHARDT, C.D.M. BELLATO (2005.): Utilization of the Etest assay for comparative antibiotic susceptibility profiles of citrus variegated chlorosis and Pierce's disease strains of *Xylella fastidiosa*. *Curr. Microbiol.* 51, 262–266.
66. ROSEIRO, L.C., A. GOMES C. SANTOS (2011.): Influence of processing in the prevalence of polycyclic aromatic hydrocarbons in a Portuguese traditional meat product. *Food Chem. Toxicol.* 49, 1340- 1345.
67. RUIZ-CAPILLAS, C., F. JIMÉNEZ-COLMENERO (2004.): Biogenic amines in meat and meat products. *Crit. Rev. Food Sci.* 44, 489–499.
68. SAGOO, S.K., C.L. LITTLE, M. GREENWOOD, V. MITHANI, K.A. GRANT, J. MC LAUHLIN, E. DE PINA, E.J. THRELFALL (2009.): Assessment of the microbiological safety of dried spices and herbs from production and retail in the United Kingdom. *Food Microbiol.* 26, 39-43.
69. SANTOS, C., A. GOMES, L.C. ROSEIRO (2011.): Polycyclic aromatic hydrocarbons incidence in Portuguese traditional smoked meat products. *Food Chem. Toxicol.* 49, 2343-2347.
70. SCHWAB, A.H., A.D. HARPESTAD, A. SWARTZENTRUBER, J.N. LANIER, B.A. WENTZ, A.P. DURAN, R.J. BARNARD, R.B. Jr. READ (1982.): Microbiological quality of some spices and herbs in retail markets. *Appl. Environ. Microbiol.* 44, 627-630.
71. SEN, N. P., S. SEAMAN, M. MC PHERSON (1980.): Further studies on the occurrence of volatile and non\_volatile nitrosamines in foods. *IARC Sci. Publ.* 31: 457-465.
72. SEN, N. P., P.A. BADOO, S.W. SEAMAN (1987.): Volatile nitrosamines in cured meats packaged in elastic rubber nettings. *J. Agric. Food Chem.* 35, 346-350.

73. SHAN, B., Y.Z. CAI, J.D. BROOKS, H. CORKE (2007.): The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *Int. J. Food Microbiol.* 117, 112-119.
74. SIRIKEN, B., S. PAMUK, C. OZAKIN, S. GEDIKOGLU, M. EYIGOR (2006.): A note on the incidences of *Salmonella* spp., *Listeria* spp. and *Escherichia coli* O157:H7 serotypes in Turkish sausages (Soudjouck) *Meat Sci.* 72, 177- 181.
75. SKANDAMIS, P., G.J.E. NYCHAS (2007.): *Pathogens: Risks and Control*. U: .F.Toldra (ur.). *Handbook of fermented meat and poultry*. Blackwell Publishing, Oxford, UK., 427-454.
76. STUMPE-VĪKSNA, I., V. BARTKEVIČS, A. KUKĀRE, A. MOROZOVS (2008.): Polycyclic aromatic hydrocarbons in meat smoked with different types of wood. *Food Chem.* 110, 794-797.
77. ŠIMKO, P. (2005.): Factors affecting elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons from smoked meat foods and liquid smoke flavorings. *Mol. Nutr. Food Res.* 49, 637-647.
78. ŠKRBIĆ, B., N. ĐURIŠIĆ-MLADENOVIĆ, N. MAČVANIN, A. TJAPKIN, Š. ŠKALJAC (2014.): Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked dry fermented sausages with protected designation of origin *Petrovska klobasa* from Serbia. *Maced. J. Chem. Chem. En.* 33, 227-236.
79. TABANELLI, G., F. COLORETTI, C. CHIAVARI, L. GRAZIA, R. LANCIOTTI, F. GARDINI (2012.): Effects of starter cultures and fermentation climate on the properties of two types of typical Italian dry fermented sausages produced under industrial conditions. *Food Control* 26, 416-426.
80. TOĞAY, S.O., A.C. KESKIN, L. AÇIK, A. TEMİZ (2010.): Virulence genes, antibiotic resistance and plasmid profiles of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* from naturally fermented Turkish foods. [\*J. Appl. Microbiol.\*](#) 109, 1084–1092.
81. TOLDRA, F., M. REIG (2007.): Methods for rapid detection of chemical and veterinary drug residues in animal foods. *Trends Food Sci. Technol.* 17, 482-489.
82. VIGNOLO, G., C. FONTANA, S. FADDA (2010.): Semidry and dry fermented sausages. U: F. Toldra (ur.). *Handbook of meat processing*. Blackwell Publishing Professional, Ames, Iowa, 379-398.

83. WALKER, R. (1990.): Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet and toxicological implications. *Food Addit. Contam.* 7, 717-768.
84. ZDOLEC, N. (2007.): Utjecaj zaštitnih kultura i bakteriocina na sigurnost i kakvoću fermentiranih kobasica. Disertacija. Veterinarski fakultet Zagreb.
85. ZDOLEC, N., M. HADŽIOSMANOVIĆ, L. KOZAČINSKI, Ž. CVRTILA, I. FILIPOVIĆ, M. ŠKRIVANKO, K. LESKOVAR (2008.): Microbial and physicochemical succession in fermented sausages produced with bacteriocinogenic culture of *Lactobacillus sakei* and semi-purified bacteriocin mesenterocin Y. *Meat Science* 80, 2, 480-487.
86. ZDOLEC, N., I. FILIPOVIĆ, Ž. CVRTILA FLECK, A. MARIĆ, D. JANKULOSKI, L. KOZAČINSKI, B. NJARI (2011.): Antimicrobial susceptibility of lactic acid bacteria isolated from fermented sausages and raw cheese. *Vet. arhiv* 81, 133–141.
87. ZDOLEC, N. (2012.): Lactobacilli – functional starter cultures for meat applications. U: *Lactobacillus: Classification, Uses and Health Implications*. A.I. Peres Campos, A.L. Mena (Ur.), NovaPublishers, USA (2012).
88. ZDOLEC, N., V. DOBRANIĆ, I. FILIPOVIĆ, D. MARCINČAKOVA (2012.a): Antimicrobial resistance of coagulase-negative staphylococci isolated from spontaneously fermented wild boar sausages, *Proceedings of Lectures and Posters, Hygiene Alimentorum XXXIII, Strbske Pleso, Slovakia* 283–287.
89. ZDOLEC, N., V. DOBRANIĆ, I. FILIPOVIĆ (2012.b): Nalaz rezistentnih koagulaza-negativnih stafilokoka u mesnim i mliječnim proizvodima. Zbornik radova, 5. Hrvatski veterinarski kongres, Tuheljske toplice, 10.-13.10.2012., str. 71-76.
90. ZDOLEC, N., V. DOBRANIĆ, A. HORVATIĆ, S. VUČINIĆ (2013.a): Selection and application of autochthonous functional starter cultures in traditional Croatian fermented sausages. *Int. Food Res. J.* 20, 1, 1-6.
91. ZDOLEC, N., I. RAČIĆ, A. VUJNOVIĆ, M. ZDELAR-TUK, K. MATANOVIĆ, I. FILIPOVIĆ, V. DOBRANIĆ, Ž. CVETNIĆ, S. ŠPIČIĆ (2013.b): Antimicrobial Resistance of Coagulase-Negative Staphylococci Isolated from Spontaneously Fermented Sausages. *Food Technology and Biotechnology* 51, 2, 240-246.

- 92.ZDOLEC, N., V. DOBRANIĆ, G. ZDOLEC, D. ĐURIČIĆ (2013.c): Otpornost na antimikrobne tvari koagulaza-negativnih stafilokoka i bakterija mliječne kiseline iz industrijskih mliječnih proizvoda. *Mljekarstvo* 63, 1, 30-35.
- 93.ZDOLEC, N. (2016.a): Antimicrobial resistance of fermented food bacteria. U: *Fermented Foods: Part 1. Biochemistry and Biotechnology*. D. Montet i R.C Ray (ur.). CRC Press Taylor & Francis, Boca Raton, Florida, USA, 264-282.
- 94.ZDOLEC, N. (2016.b): *Fermented Meat Products: Health Aspects*. N. Zdolec (ur.). CRC Press Taylor & Francis, Boca Raton, Florida, USA, 572 str.
- 95.ZDOLEC, N., S. VESKOVIĆ-MORAČANIN, I. FILIPOVIĆ, V. DOBRANIĆ (2016.a): Antimicrobial resistance of lactic acid bacteria in fermented meat products. U: *Fermented Meat Products: Health Aspects*. N. Zdolec (ur.). CRC Press Taylor & Francis, Boca Raton, Florida, USA, 319-343.
- 96.ZDOLEC, N., V. DOBRANIĆ, I. BUTKOVIĆ, A. KOTURIĆ, I. FILIPOVIĆ, V. MEDVID (2016.b): Antimicrobial susceptibility of milk bacteria from healthy and drug-treated cow udder. *Vet. arhiv* 86, 2, 163-172.
- 97.ZONENSCHAIN, D., A. REBECCHI, L. MORELLI (2009.): Erythromycin- and tetracycline-resistant lactobacilli in Italian fermented dry sausages. *J. Appl. Microbiol.* 107, 1559–1568.

## 6. SAŽETAK

U radu su prikazani neki od najvažnijih mikrobioloških, kemijskih i toksikoloških rizika u proizvodnji fermentiranih mesnih proizvoda. Kompleksnost proizvodnje zahtijeva strogo provođenje dobre higijenske i proizvođačke prakse, budući se radi o gotovoj hrani koja se konzumira bez toplinske ili neke druge obrade. Pojedini rizici mogu se provlačiti kroz lanac proizvodnje od polja do stola, dok drugi nastaju tehnološkim intervencijama u procesu prerade mesa. Antimikrobna rezistencija prirodno prisutne apatogene flore u fermentiranim mesnim proizvodima mora se uzeti u obzir zbog dokazanih razmjena i prijenosa gena rezistencije u mikrobnim zajednicama tijekom zrenja mesa. Iako mikrobiološki stabilni i rijetko rizični s obzirom na patogene mikroorganizme, fermentirani mesni proizvodi nisu iznimka za post-procesna onečišćenja bakterijom *L. monocytogenes*. Nalaz pak mikotoksina na/u fermentiranim mesnim proizvodima posljedica je propusta u higijeni proizvodnje i uvjetima mikroklima tijekom zrenja. Policiklički aromatski ugljikovodici na/u dimljenim proizvodima najčešće su prisutni u toksikološki prihvatljivim vrijednostima, no uz primjenu primjerenih tehnologija dimljenja. Biogene amine nalazimo u svim fermentiranim namirnicama, a njihov nalaz i količina ovise o mikrobiološkoj ispravnosti sirovine, prisutnosti aminogene mikroflore, trajanju zrenja te primjeni kompetitivnih starter kultura. Fermentirani mesni proizvodi opterećeni su potencijalnim javnozdravstvenim opasnostima i rizicima, niti manje niti više od drugih vrsta namirnica. Kompleksnost proizvodnje i kontrole tj. sprečavanja potencijalnih rizika za potrošače daje ovim proizvodima dodanu vrijednost.

Ključne riječi: fermentirani mesni proizvodi, veterinarsko javno zdravstvo, mikrobiologija, toksikologija

## 7. SUMMARY

### *PUBLIC-HEALTH SIGNIFICANCE OF FERMENTED MEAT PRODUCTS*

The most important microbiological, chemical and toxicological hazards and risks in fermented meat products are reviewed. RTE fermented meats should be produced under the strict hygienic conditions. Several hazards are transferred through the production chain, while others are generated during the meat processing. Antimicrobial resistance of natural microbiota should be considered carefully due to possible transfer of resistance genes within the microbial associations during meat fermentation. Even microbiologically stable, fermented meat products are usually contaminated by *L. monocytogenes* during post-processing phase. Mycotoxins on/in fermented meat products occur due to poor hygiene and improper microclimate conditions during the ripening. PAHs are detected within toxicologically acceptable values, if appropriate smoking technologies applied. Biogenic amines are present in all fermented foods, conditioned by raw material quality, presence of natural aminogenic microbiota, ripening duration and usage of competitive starter cultures. Public-health significance of fermented meat products is neither less nor more than other foods. The complexity of production and risk control gives an added value to this kind of meat products.

Key words: fermented meat products, veterinary public health, microbiology, toxicology



## **8. ŽIVOTOPIS**

Rođena sam 26. siječnja 1988. godine u Zagrebu. Osnovnu školu pohađala sam u Područnoj školi Cugovec do 4. razreda, a nakon toga u Osnovnoj školi Gradec od 5. do 8. razreda. Nakon osnovne škole upisala sam Medicinsku školu u Bjelovaru, usmjerenje dentalni tehničar. Maturirala sam s odličnim uspjehom 2006. godine, nakon čega sam neko vrijeme radila u stomatološkoj ordinaciji kao dentalni asistent. Integrirani preddiplomski i diplomski studij veterinarske medicine upisala sam 2007. godine na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a apsolvirala sam 2017. godine. Tijekom studiranja opredijelila sam se za usmjerenje Higijena animalnih namirnica i javno zdravstvo.