

# Otpornost bakterije *Listeria monocytogenes* na postupke sanitacije u klaoničkom objektu

---

Dulikravić, Ninoslav

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:871378>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-15**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI  
STUDIJ *VETERINARSKA MEDICINA*

DIPLOMSKI RAD

Ninoslav Dulikravić

Otpornost bakterije *Listeria monocytogenes* na postupke sanitacije u klaoničkom  
objektu

Zagreb, 2024.

Ninoslav Dulikravić

Odjel za veterinarsko javno zdravstvo i sigurnost hrane, Zavod za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane

Odjel za animalnu proizvodnju i biotehnologiju, Zavod za higijenu, ponašanje i dobrobit životinja

Predstojnica: prof. dr. sc. Željka Cvrtila, redovita profesorica u trajnom zvanju

Predstojnik: izv. prof. dr. sc. Mario Ostović, izvanredni profesor

Mentori: doc. dr. sc. Tomislav Mikuš, docent

izv. prof. dr. sc. Mario Ostović, izvanredni profesor

Članovi Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Željka Cvrtila, redovita profesorica u trajnom zvanju
2. izv. prof. dr. sc. Mario Ostović, izvanredni profesor
3. doc. dr. sc. Tomislav Mikuš, docent
4. prof. dr. sc. Nevijo Zdolec, redoviti profesor (zamjena)

Rad sadržava 36 stranica, 11 slika, 5 tablica i 52 literaturna navoda.

## ZAHVALA

*Ovim putem u prvom redu izražavam veliku zahvalnost mojim mentorima, doc. dr. sc. Tomislavu Mikušu i izv. prof. dr. sc. Mariju Ostoviću, na vodstvu, strpljenju, pomoći, susretljivosti i dostupnosti pri izradi ovog rada.*

*Također, zahvaljujem se kolegici asistentici Mladenki Vukšić, dr. med. vet. na utrošenom vremenu i pomoći pri izradi diplomskog rada.*

*Želim zahvaliti i svim djelatnicima Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji su svojim radom doprinijeli stjecanju mog znanja o veterinarskoj medicini i bez kojih moja obrazovna avantura na Veterinarskom fakultetu ne bi bila moguća.*

*Zahvaljujem svim prijateljima koji su me podržavali tijekom mog studija i na kraju želim posebno zahvaliti mojoj obitelji koja me je podržavala i vjerovala u mene od prvog dana.*

*Hvala Vam od srca, ovaj rad posvećen je svima Vama!*

## POPIS PRILOGA

Popis slika:

Slika 1. *Listeria monocytogenes* skenirajući elektronski mikroskop

Slika 2. Kolonije *Listeria* spp. na ALOA agaru

Slika 3. Slikovni prikaz izvora *L.monocytogenes*

Slika 4. Šest koraka suzbijanja listerije

Slika 5. Sinnerov krug

Slika 6. Prikaz temperature topivosti masnoća

Slika 7. Mobilni niskotlačni uređaj

Slika 8. Centralna crpka sa pripadajućim dijelovima

Slika 9. Prikaz korištenja pjenušavog sredstva u klaoničkom objektu

Slika 10. Prikaz provjere higijenskog statusa radnih površina s HY-RISE® test trakicama

Slika 11. Luminometar

Popis tablica:

Tablica 1. Prikaz potvrđenih slučajeva Listerioze i postotak na 100 000 stanovnika, s obzirom na zemlje EU/EEA za period od 2018. do 2022.

Tablica 2. Ciljevi čišćenja klaoničkog objekta

Tablica 3. Pet čimbenika koji utječu na čišćenje klaoničkog objekta

Tablica 4. Alat, oprema i sredstva za čišćenje i dezinfekciju u klaoničkom objektu

Tablica 5. Faze čišćenja klaoničkog objekta

## **POPIS KRATICA**

ATP – adenzin trifosfat

EEA – engl. *European Economic Area* (Europsko gospodarsko područje)

EU – Europska unija

HACCP – engl. *Hazzard Analysis and critical control point* (Analiza opasnosti i kritične kontrolne točke)

ISO – engl. *International Organization for Standardization* (Međunarodna organizacija za normizaciju)

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	6
<b>2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA</b> .....	7
2.1. Opće karakteristike bakterija iz roda <i>Listeria</i> .....	7
2.1.1. Listerioza .....	9
2.2. Negativne posljedice prisutnosti bakterije <i>Listeria monocytogenes</i> u hrani .....	9
2.3. Prisutnost bakterije <i>L. monocytogenes</i> u mesnoj industriji i klaoničkim objektima .....	12
2.3.1. Prisutnost bakterije <i>Listeria monocytogenes</i> u mesnim proizvodima .....	14
2.4. Tehnologija sanitacije u klaoničkom objektu.....	16
2.4.1. Sinnerov krug .....	16
2.4.2. Primjena postupaka za čišćenje i dezinfekciju klaoničkih objekata .....	18
2.5. Standardi učinkovitosti sredstava za čišćenje i dezinfekciju.....	20
2.6. Zakonska regulativa vezana uz bakteriju <i>Listeria monocytogenes</i> .....	24
2.7. Kontrola i praćenje učinkovitosti mjera čišćenja i dezinfekcije na listeriju.....	24
2.7.1. Učinkovitost i primjena korektivnih mjera za bakteriju <i>Listeria monocytogenes</i> u klaoničkom objektu.....	26
<b>3. ZAKLJUČCI</b> .....	28
<b>4. LITERATURA</b> .....	29
<b>5. SAŽETAK</b> .....	34
<b>6. SUMMARY</b> .....	35
<b>7. ŽIVOTOPIS</b> .....	36

## 1. UVOD

*Listeria monocytogenes* je ubikvitarna, gram-pozitivna, štapićasta, psihrofilna patogena bakterija koja se prenosi hranom. Etiološki je uzročnik listerioze, perakutne do akutne infekcije koju karakteriziraju vrućica, bolovi u mišićima, mučnina i proljev, dok u težim slučajevima može doći do septikemije, meningitisa, encefalomijelitisa i keratokonjunktivitis, s posljedično smrtnim ishodom. *L. monocytogenes* može kontaminirati gotovo sve vrste hrane, od sirovog voća i povrća, svježeg mesa, do nepasteriziranih mliječnih proizvoda i prerađene hrane.

Suzbijanje *L. monocytogenes* predstavlja velik izazov u prehrambenoj industriji i veterinarskom javnom zdravstvu. Trupovi u klaonici mogu se kontaminirati listerijom u svakom trenutku klaoničke obrade, a unatoč razrađenim postupcima sanitacije neki sojevi mogu perzistirati u objektu te izazivati kontinuirane, odnosno ponovljene kontaminacije hrane. Glavni razlog stalne prisutnosti ovog patogena u okolišu prehrambene industrije jest otpornost na industrijske dezinficijense koji se koriste u njezinom suzbijanju.

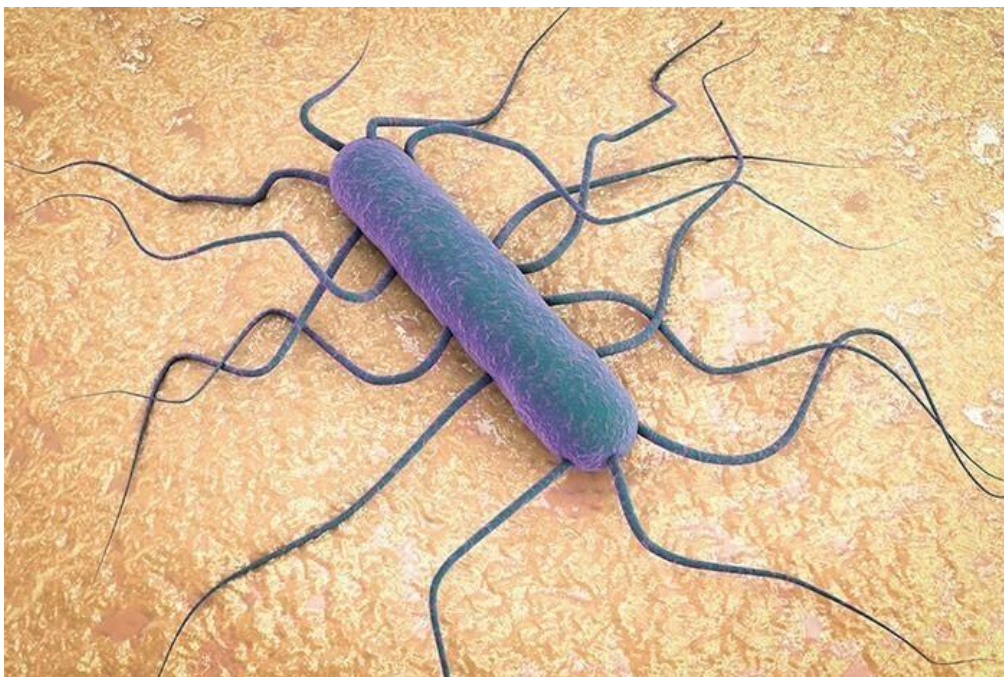
Cilj ovog rada bio je pregledati i proučiti dostupnu literaturu, obraditi podatke iz pregledane literature te donijeti zaključke o otpornosti *L. monocytogenes* na postupke sanitacije u klaoničkom objektu.



## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Opće karakteristike bakterija iz roda *Listeria*

Rod *Listeria* obuhvaća nekoliko vrsta gram-pozitivnih, asporogenih, kratkih štapićastih bakterija veličine 0,5 – 2  $\mu\text{m}$ , pravilnog oblika, raspoređenih pojedinačno ili u kratkim lancima. Listerije su aerobni i fakultativno anaerobni mikroorganizmi. Rastu pri temperaturama od 4 °C do 45 °C te su vrlo proširene u prirodi i često se mogu naći kao saprofiti u tlu, vodi ili na biljkama. U medicinskom smislu važne su vrste *L. monocytogenes* (Slika 1), koja je ujedno i predstavnik roda, te *L. ivanovii* (NAGLIĆ i sur., 2005.).

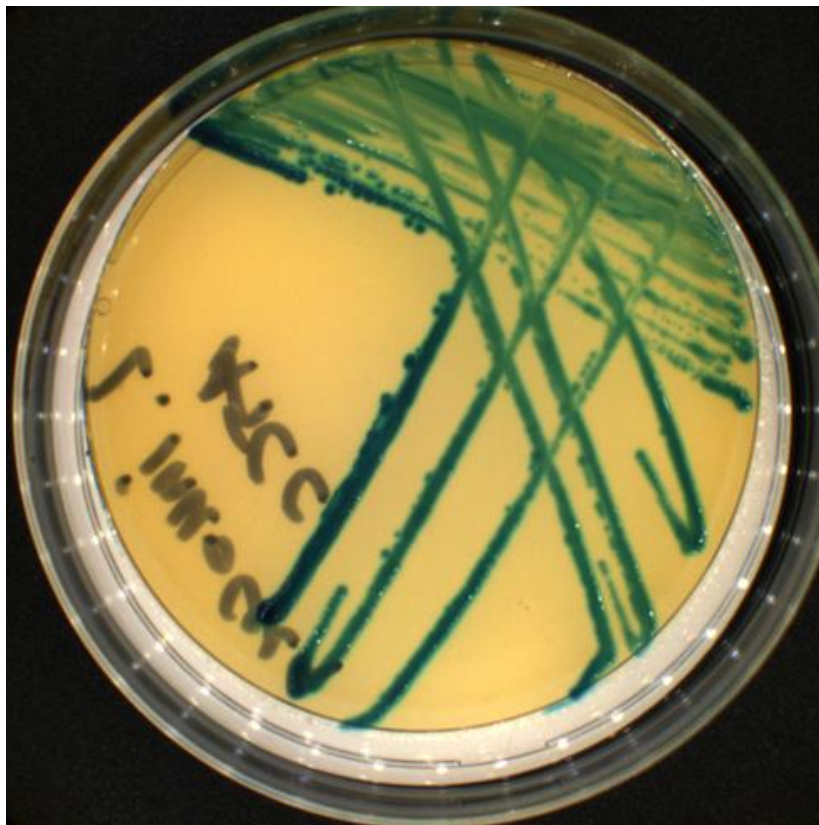


Slika 1. *Listeria monocytogenes*, skenirajući elektronski mikroskop.

(Izvor: <https://www.christeys.com/es-es/biofilm-listeria/>)

Vrsta *L. monocytogenes*, kokobacilarna je ili štapićasta bakterija, koja se u mikroskopskim preparatima nalazi pojedinačno, u kraćim nizovima ili palisadama, tvoreći oblike slova V i Y. Može se pojaviti i u R obliku, u dužim nizovima. U mladim kulturama oboji se gram-pozitivno, a u starijim je gram labilna. Uzgajana pri temperaturi od 20 °C do 25 °C giba se karakteristično vrteći se i prevrćući. *L. monocytogenes* fakultativni je anaerob koji se može uzgajati na običnim hranjivim podlogama, ali se lakše izdvoji ako je podloga obogaćena krvnim

serumom, krvlju ili iscrpkom jetrenog tkiva. Dodatkom nekih antimikrobnih tvari u mikrobiološke podloge (talijeva acetata) omogućuje se selektivno izdvajanje listerija iz kliničkog materijala koji je onečišćen drugim bakterijama. *L. monocytogenes* optimalno raste u mikroaerofilnim uvjetima pri temperaturi 30 – 37 °C i pH 7,0 – 7,2. Nakon 24 sata inkubacije na čvrstim hranjivim podlogama izrastu male, glatke i prozirne kolonije (1 – 2 mm), koje na ALOA agaru izrastu kao kolonije plavo zelene boje, specifično za *Listeria* spp. (Slika 2). *L. monocytogenes* izdvojena je iz čovjeka, velikog broja domaćih i divljih sisavaca, ptica te iz pojedinih vrsta riba i kukaca. U vanjskoj sredini *L. monocytogenes* preživi od nekoliko tjedana do više godina, što ovisi o vrsti onečišćenog materijala, temperaturi, izloženosti sunčevom svjetlu i drugim utjecajima. Vrlo dobro podnosi smrzavanje i soljenje. Pri odgovarajućoj temperaturi može se razmnožavati u silaži, mesu, mlijeku i tlu bogatom organskim tvarima. U vlažnoj sredini pri 55 °C ugiba za 40 minuta, a pri 85 °C za manje od 20 minuta. Osjetljiva je na fenol, kvaterne amonijeve spojeve i aktivni klor (MATICA i sur., 2003.).



Slika 2. Kolonije *Listeria* spp. na ALOA agaru.

(Izvor: Arhiv Zavoda za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane)

### 2.1.1. Listerioza

Listerioza, koju uzrokuje *L. monocytogenes*, uvjetna je zarazna bolest, ustanovljena u više vrsta domaćih i divljih životinja te čovjeka. Za infekciju su prijemljivije mlađe i gravidne životinje, a najviše oboljevaju goveda i ovce. Bolest je zoonoza od koje najčešće obole djeca i trudnice, koje mogu i pobaciti. Rijetko se inficiraju izravno od oboljelih, češće do infekcije dolazi onečišćenom hranom, primjerice sirovim voćem i povrćem, svježim i smrznutim mesom, mesnim proizvodima, ribom, neprokuhanim mlijekom, mekanim sirevima te sadržajem probavnog sustava zdravih i bolesnih ljudi i životinja. Listerioza se pojavljuje sporadično ili epidemijski. U ljudi je utvrđen prijenos s majke na dijete, transplacentarnim putem ili preko inficiranog porođajnog kanala, što može rezultirati oštećenjem embrija, spontanom pobačajem, preranim porođajem ili rođenjem mrtvog djeteta. Zbog izravnog kontakta s oboljelim životinjama, u doktora veterinarske medicine opisana je primarno kožna listerioza. Klinička slika, nakon inkubacije od 3 do 90 dana (prosjek 3 – 4 tjedna), može se očitovati kao gastroenteritis, lokalne infekcije na različitim organima (infekcija kože, endoftalmitis, endokarditis, artritis, osteomijelitis, apsces mozga, jetre i slezene, peritonitis, holecistitis), meningoencefalitis, mastitis i pobačaj. Bolest se liječi primjenom antibiotika, u trajanju od najmanje 3 tjedna (penicilin, ampicilin, gentamicin, eritromicin, tetraciklin, rifampicin) (MATICA i sur., 2003.).

### 2.2. Negativne posljedice prisutnosti bakterije *Listeria monocytogenes* u hrani

U sprečavanju listerioze važna je stalna kontrola namirnica te provođenje općih higijenskih mjera u pripremi i rukovanju hranom. Preporučuje se dobra termička obrada mesa, dobro pranje voća i povrća ako se ono jede sirovo te izbjegavanje konzumacije nepasteriziranog mlijeka i proizvoda od mlijeka. Razlikujemo vertikalnu i horizontalnu kontaminaciju hrane. Prilikom vertikalne kontaminacije bakterija je unesena putem primarnih sirovina. Horizontalna kontaminacija nastaje tijekom tehnoloških procesa prerade i obrade hrane. Za razliku od drugih bakterija koje uzrokuju trovanja hranom, glavna problematika vezana uz ovu bakteriju je njezina pojavnost i rast na temperaturi hladnjaka. Zato je bitno da primarna sirovina obavezno bude pretražena i negativna na bakteriju, uz propisane uvjete skladištenja i poštivanje roka trajanja. Zbog svega navedenog važno je poštivati preporuke: izbjegavanje konzumacije hrane s većom prevalencijom pojavljivanja poput mekanih i polumekanih nepasteriziranih sireva, nedovoljno pasteriziranog mlijeka, sladoleda, sirovog povrća, fermentiranih kobasica i kuhane

piletine, sirove i dimljene ribe, te pohrana i konzumacija mesnih proizvoda u razdoblju od dva tjedna nakon otvaranja. Zbog prisutnosti listerije u hrani mogući su značajni ekonomski gubici. Stoga njezino suzbijanje u prehrambenoj industriji ima veliku važnost (PAKDAMAN, 2023.).

*L. monocitogenes* jedan je od najznačajnijih patogena koje se prenose hranom a to potvrđuju i mišljenja Europske agencije za sigurnost hrane (eng. *European Food Safety Authority* - EFSA) koja je provela raspravu na temu bioloških opasnosti i istaknula listeriju kao jednu od najznačajnijih patogena podrijetlom iz hrane (EUROPEAN FOOD SAFETY AGENCY, 2024.). Listerioza predstavlja značajan javnozdravstveni problem zbog svoje ozbiljnosti i poveznica je s kontaminacijom hrane (TODD i NOTERMANS, 2011.). Procjenjuje se da se stopa incidencije listerioze u svijetu kreće od 0,1 do 10 slučajeva na milijun ljudi godišnje, ali uvelike varira među kontinentima i zemljama (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018.).

Prema izvješću Europskog centra za kontrolu i prevenciju bolesti iz 2024. godine (EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL, 2024.), ukupno 30 zemalja EU, odnosno EEA, u razdoblju od 2018. do 2022. godine prijavilo je 2770 potvrđenih slučajeva listerioze, što je najveći godišnji broj slučajeva od početka nadzora na razini EU-a. Stopa prijave incidencije listerioze bila je 0,62 na 100 000 stanovnika. Njemačka, Francuska i Španjolska imale su najveći broj prijavljenih slučajeva, što odgovara 51,8 % svih slučajeva prijavljenih na razini EU-a. Najviše stope incidencije bile su u Danskoj, Finskoj i Švedskoj (Tablica 1).

Tablica 1. Prikaz potvrđenih slučajeva listerioze i stopa na 100 000 stanovnika, s obzirom na zemlje EU/EEA za razdoblje od 2018. do 2022. godine (Prilagođeno prema: EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL, 2024.)

Zemlja	2018.		2019.		2020.		2021.		2022.	
	Broj	Postotak	Broj	Postotak	Broj	Postotak	Broj	Postotak	Broj	Postotak
Austrija	27	0,31	38	0,43	41	0,46	38	0,43	47	0,52
Belgija	74	0,81	66	0,72	54	0,59	68	0,74	87	0,94
Bugarska	9	0,13	13	0,19	4	0,06	3	0,04	5	0,07
<b>Hrvatska</b>	<b>4</b>	<b>0,10</b>	<b>6</b>	<b>0,15</b>	<b>5</b>	<b>0,12</b>	<b>8</b>	<b>0,20</b>	<b>5</b>	<b>0,13</b>
Cipar	1	0,12	1	0,11	2	0,23	1	0,11	1	0,11
Češka	31	0,29	27	0,25	16	0,15	24	0,22	48	0,46
Danska	49	0,85	61	1,05	43	0,74	62	1,06	86	1,46
Estonija	27	2,05	21	1,59	3	0,23	5	0,38	11	0,83
Finska	80	1,45	50	0,91	94	1,70	70	1,26	70	1,26
Francuska	338	0,50	373	0,56	334	0,50	435	0,64	451	0,66
Njemačka	678	0,82	571	0,69	546	0,66	562	0,68	548	0,66
Grčka	19	0,18	10	0,09	20	0,19	21	0,20	7	0,07
Mađarska	24	0,25	39	0,40	32	0,33	35	0,36	64	0,66
Island	2	0,57	4	1,12	4	1,10	5	1,36	2	0,53
Irska	21	0,43	17	0,35	6	0,12	14	0,28	17	0,34
Italija	178	0,29	202	0,34	155	0,26	230	0,39	345	0,58
Latvija	15	0,78	6	0,31	8	0,42	10	0,53	8	0,43
Lihtenštajn	NP	NDP	NP	NDP	NP	NDP	0	0,00	0	0,00
Litva	20	0,71	6	0,21	7	0,25	7	0,25	13	0,46
Luksemburg	5	0,83	3	0,49	4	0,64	4	0,63	4	0,62
Malta	1	0,21	5	1,01	5	0,97	0	0,00	1	0,19
Nizozemska	69	0,40	103	0,60	90	0,52	86	0,49	94	0,53
Norveška	24	0,45	27	0,51	37	0,69	20	0,37	30	0,55
Poljska	128	0,34	121	0,32	57	0,15	120	0,32	142	0,38
Portugal	64	0,62	56	0,54	47	0,46	57	0,55	63	0,61
Rumunjska	28	0,14	17	0,09	2	0,01	11	0,06	14	0,07
Slovačka	17	0,31	18	0,33	7	0,13	13	0,24	25	0,46
Slovenija	10	0,48	20	0,96	26	1,24	19	0,90	20	0,95
Španjolska	370	NDP	504	NDP	191	NDP	355	0,77	437	0,95
Švedska	89	0,88	113	1,10	88	0,85	107	1,03	125	1,20
<b>EU/EEA – (30 zemalja)</b>	<b>2402</b>	<b>0,51</b>	<b>2498</b>	<b>0,50</b>	<b>1928</b>	<b>0,43</b>	<b>2390</b>	<b>0,53</b>	<b>2770</b>	<b>0,62</b>
Ujedinjeno Kraljevstvo	168	0,25	154	0,23	NP	NDP	NA	NA	NA	NA
<b>EU/EEA – (31 zemalja)</b>	<b>2570</b>	<b>0,47</b>	<b>2652</b>	<b>0,46</b>	<b>1928</b>	<b>0,43</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>

NP – nema podataka, NDP – nema dostupnih podataka, NA – nije primjenjivo, engl. *not applicable*

S obzirom na to da je Ujedinjeno Kraljevstvo 31. siječnja 2020. godine istupilo iz EU-a, za 2020. i 2021. godinu nema relevantnih podataka za potvrđene slučajeve listerioze.

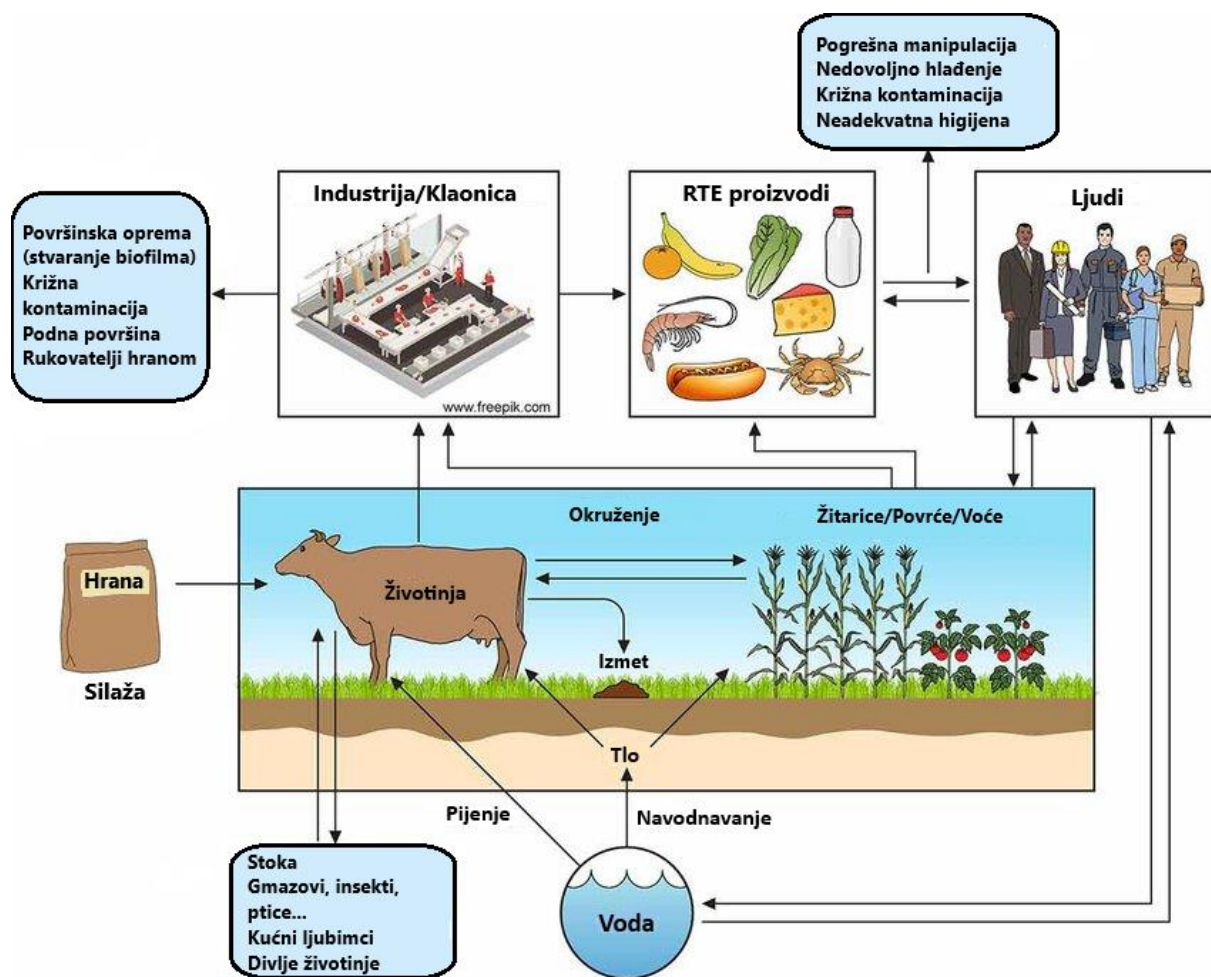
### 2.3. Prisutnost bakterije *L. monocytogenes* u mesnoj industriji i klaoničkim objektima

Industrija mesa posebno je osjetljiva na pojavnost listerije zbog prirode same bakterije, prirode proizvoda i posebnih metoda obrade, stoga je nužno provoditi mjere za njezino suzbijanje. Ključni koraci u suzbijanju *L. monocytogenes* i osiguranju zdravlja ljudi i životinja su: prevencija, primjena i poštivanje strogih mjera te kontrola u uzgoju životinja i preradi hrane (WIEDMAN i EVANS, 2011.). Prisutnost listerije mora biti kontrolirana na razini cijelog klaoničkog objekta, što uključuje primjenu mjera kontrole tijekom procesa proizvodnje i prerade mesa (LUBER, 2011.). Naime, načini širenja listerije su mnogobrojni, međutim naglasak se stavlja na klaoničke objekte i objekte za preradu hrane. Gotovi proizvodi navedenih objekata predstavljaju važan izvor infekcije za čovjeka, najčešće uslijed neoprezne manipulacije i termički nedovoljno obrađenog mesa (Slika 3) (SALA i sur., 2016.; SCHÄFER i sur., 2017.). Uz to, patogen je otkriven na vizualno čistim dijelovima kože (DEMAÎTRE i sur., 2021.) što dodatno komplicira detekciju.

Analizirajući primjere iz prakse, u nekim klaoničkim objektima i pogonima mesne industrije listerija se pojavila nakon prekida rada pogona na nekoliko dana. Tada je utvrđena prisutnost listerija u odvodnim cijevima te na radnim površinama i opremi. Navedeno se može objasniti ustajalom vodom u zastarjelim vodovodnim instalacijama ili tehnološki neispravnim vodovodnim sustavom (CARPENTIER i CERF, 2011.).

Jedna od glavnih karakteristika *L. monocytogenes* je stvaranje biofilma, koji pruža zaštitu od čimbenika kao što su toplina, isušivanje i djelovanje kemijskih sredstava koji se koriste za čišćenje i dezinfekciju (MØRETRØ i sur., 2012.; STOLLER i sur., 2019.). To predstavlja značajan rizik subjektima u poslovanju s hranom jer može dovesti do izbijanja bolesti zbog unakrižne kontaminacije ukoliko prehrambeni proizvodi dođu u dodir s neprimjereno očišćenom i dezinficiranom površinom (GUIDI i sur., 2023.).





Slika 3. Slikovni prikaz izvora bakterije *Listeria monocytogenes*.  
(Prilagođeno prema: QUEREDA i sur., 2021.)

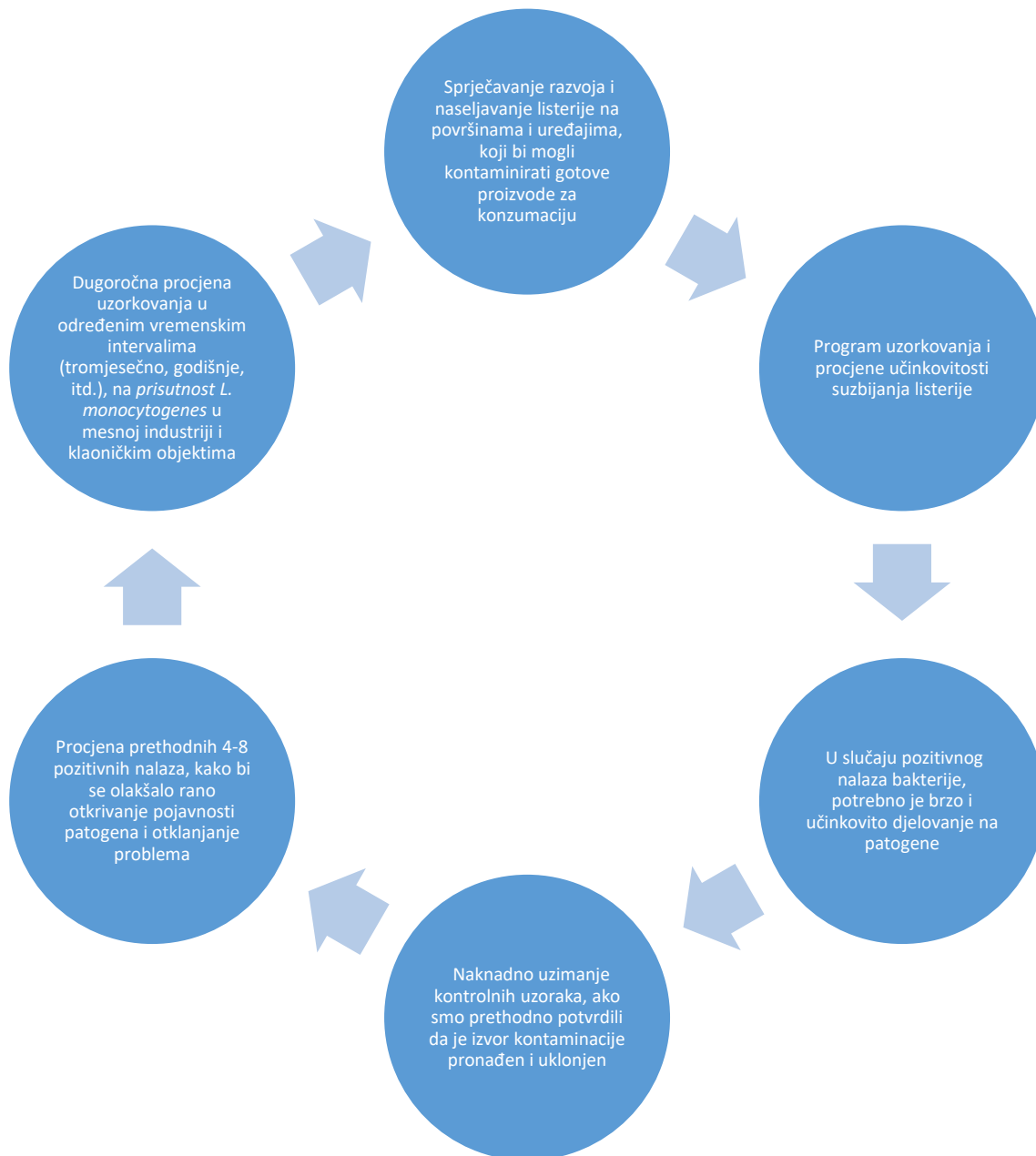
### 2.3.1. Prisutnost bakterije *Listeria monocytogenes* u mesnim proizvodima

Jedan od važnih čimbenika koji doprinosi rastu *L. monocytogenes* u mesnim proizvodima također je pH-vrijednost. Bakterija može rasti u pH rasponu od 4,4 do 9,6, s optimalnim pH rasponom od 6,0 do 7,5. Mesni proizvodi obično imaju raspon pH od 5,5 do 6,2, što je unutar optimalnog raspona za rast ovog patogena, stoga je kontrola pH-vrijednosti u mesnim proizvodima ključna kako bi se spriječio rast ove bakterije (SCHLECH i ACHESON, 2000.).

Aktivitet vode u hrani još je jedan u nizu čimbenika koji utječe na rast *L. monocytogenes* u mesnim proizvodima. Izražava se omjerom parcijalnog tlaka vode iznad namirnice i parcijalnog tlaka vode iznad čiste vode, pri određenoj temperaturi. Može se kretati u rasponu od 0 do 1. *L. monocytogenes* može rasti na razinama već od 0,92 što je čini mnogo izdržljivijom od mnogih drugih patogena koji se prenose hranom. Mesni proizvodi obično imaju visok postotak vezane vode, pružajući idealno okruženje za rast ovog patogena. Stoga je kontrola razine vezane vode u mesnim proizvodima ključna za sprečavanje rasta ove bakterije (FARBER i PETERKIN, 1991.; KOZAČINSKI i sur., 2022.).

Nedavne studije identificirale su i druge čimbenike koji doprinose rastu *L. monocytogenes* u mesnim proizvodima. To uključuje prisutnost drugih mikroorganizama, poput bakterija mliječne kiseline i *Enterobacteriaceae*, koje mogu osigurati hranjive tvari i stvoriti povoljne uvjete za rast ove vrste bakterija (RIBERIO i sur., 2023.). Program suzbijanja listerije u prehrambenoj industriji prikazan je na Slici 4.





Slika 4. Šest koraka suzbijanja listerije.  
(Prilagođeno prema: TOMPKIN, 2002.)

## 2.4. Tehnologija sanitacije u klaoničkom objektu

Objekti za preradu mesa trebaju se redovito čistiti i dezinficirati, kako bi se spriječili rast i širenje bakterija. To uključuje primjenu određenih standarda, zasnovanih na principima dr. Sinnera. On je postavio standarde koji uključuju četiri osnovna principa, tzv. Sinnerov krug čišćenja (SINNER, 1960.). Osim toga, neophodna je primjena uređaja, alata i opreme za čišćenje, a zaposlenici bi trebali voditi brigu o osobnoj higijeni, kao što je često pranje ruku, nošenje zaštitne i čiste odjeće (GARCÍA-DÍEZ i sur., 2023.).

Preventivne mjere koje se mogu implementirati za kontrolu rasta i pojavnosti *L. monocytogenes* u klaoničkim objektima uključuju dobru proizvodnu praksu, a odnose se na: pravilnu sanitaciju, dezinfekciju, kontrolu temperature, korištenje dezinfekcijskih barijera, uz kombiniranje više mjera s ciljem smanjenja rasta mikroorganizama (FARBER i PETERKIN, 1991.).

Sanitacija je skup mjera u procesu čišćenja kojima se uglavnom uklanjaju nečistoće, odnosno dekontaminiraju površine u objektima i proizvodnim pogonima. Zatim slijedi dezinfekcija površina kao zasebni proces, uz uvjet da se samo čiste površine mogu dezinficirati.

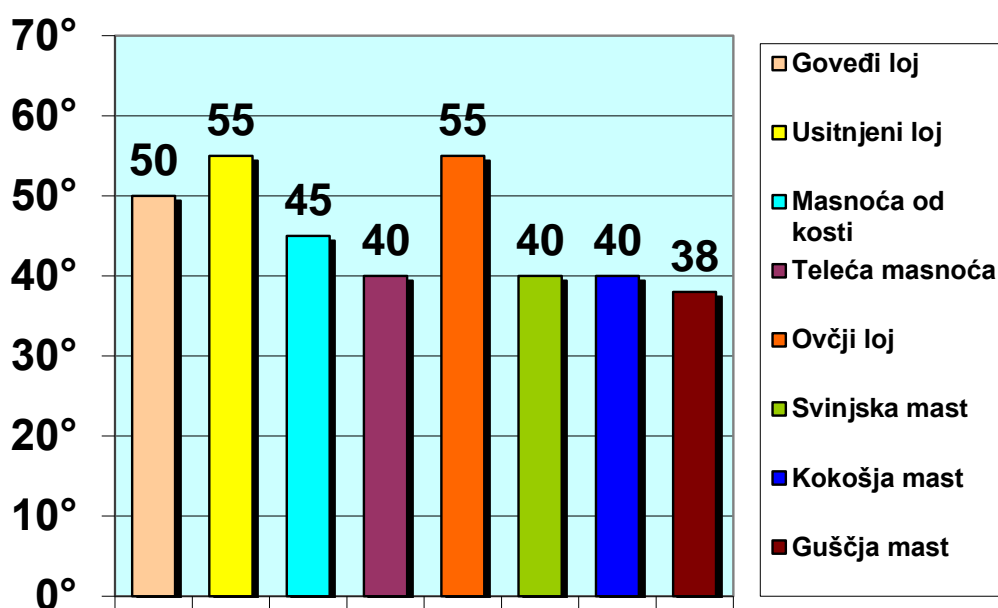
### 2.4.1. Sinnerov krug

Sinnerov krug predstavlja pravilan balans četiri čimbenika (Slika 5). Povećanje dva čimbenika podrazumijeva smanjenje preostala dva čimbenika, što nam govori da je nužan balans kako bi se stvorili uvjeti za kvalitetno čišćenje. Pojedini čimbenici, u ovom slučaju, četvrtine mogu biti više ili manje zastupljeni, no na kraju krug je uvijek jednak, s ciljem pronalaska optimalne kombinacije za čišćenje (SINNER, 1960.).



Slika 5. Sinnerov krug.  
(Prilagođeno prema: SINNER, 1960.)

1. Temperatura - opće je poznato da topla voda bolje otapa masnoće od hladne vode. Uz povišenu temperaturu, ostala nečistoća također se lakše uklanja i otapa. Povećanjem temperature smanjuje se potreba za jačom mehaničkom silom i duljim vremenom djelovanja, odnosno pranja. Također, sve ovisi o vrsti masnoće i primjerenosti temperaturi topivosti masnoća (Slika 6). Važno je da temperatura pranja ne pređe 55 °C jer na višim temperaturama dolazi do koagulacije bjelančevina na površini. Ukoliko dođe do koaguliranja bjelančevina, to u kombinaciji s nepravilnim pranjem, odnosno neprikladnim sredstvom za pranje, može dovesti do stvaranja biofilma – sloja koaguliranih bjelančevina prekrivenih kamencem na površini koji je štetan jer omogućava bakterijama uvjete za život, veže ih za površinu te ih štiti od čišćenja i dezinfekcije (FOLSOM i sur., 2006.; CARRASCOSA i sur., 2021.).



Slika 6. Prikaz temperature topivosti masnoća.  
(Prilagođeno prema: LUTZ i STEINBERGER, 2003.)

2. Vrijeme: ovaj čimbenik označava vrijeme djelovanja nekog kemijskog sredstva na kontaminiranoj. U slučaju da se poveća vrijeme djelovanja, smanjuje se potreba za većom mehaničkom silom prilikom pranja, kao i potrošnja kemijskog sredstva (SINNER, 1960.).

3. Mehanička sila: pod ovim čimbenikom podrazumijeva se sila koja je potrebna da bi se dobili dobri rezultati pri pranju. To se odnosi na trljanje i ribanje, odnosno kontaktnu silu koja se primjenjuje na površini uz odgovarajuće strojeve i alate (SINNER, 1960.).

4. Kemijska sredstva: ovaj čimbenik ključan je u procesu čišćenja jer pravilan odabir sredstva za čišćenje izravno utječe na kvalitetu sanitacije. Preporučuje se koristiti kemijska sredstva koja sadrže i aktivnu komponentu dezinficijensa tako da jedan radni proces uključuje pranje, odmašćivanje i dezinfekcijski učinak. Nadalje, sastav kemijskog sredstva bitan je i zbog jednostavnijeg ispiranja kasnije te manjeg onečišćenja otpadnim vodama (SINNER, 1960.).

#### 2.4.2. Primjena postupaka za čišćenje i dezinfekciju klaoničkih objekata

Postupci čišćenja i dezinfekcije, koji se također nazivaju sanitarna obrada (MARRIOTT i sur., 2018.), trebali bi obuhvatiti sve prostore u klaoničkom objektu (LINDAHL i sur., 2009.). Čišćenje se odnosi na uklanjanje neželjenog materijala, kao što su strana tijela, prašina i ostaci hrane, uključujući mikroorganizme i alergene (HOLAH, 2014.). Čišćenje u klaonicama treba

slijediti dezinfekcija kako bi se mikroorganizmi inaktivirali u mjeri u kojoj neće kontaminirati meso i proizvode od mesa (LINDAHL i sur., 2009.). Opći ciljevi te čimbenici koji utječu na čišćenje klaoničkog objekta prikazani su u Tablicama 2 i 3.

Tablica 2. Ciljevi čišćenja klaoničkog objekta (Prilagođeno prema: LUTZ i STEINBERGER, 2003.)

<b>Ciljevi čišćenja klaoničkog objekta</b>	1. Estetski izgled
	2. Potpuna funkcionalnost objekta za ponovnu upotrebu
	3. Produljenje vijeka pogona i uređaja
	4. Osiguranje optimalne kvalitete mesa i prehrambenih proizvoda

Tablica 3. Pet čimbenika koji utječu na čišćenje klaoničkog objekta (Prilagođeno prema: LUTZ i STEINBERGER, 2003.)

<b>Pet čimbenika koji utječu na čišćenje klaoničkog objekta</b>	1. Zaprljanje prema vrsti i količini (stupnju)
	2. Vrsta materijala
	3. Tehnologija uređaja za čišćenje
	4. Priprema vode (tvrdoća i temperatura)
	5. Pravilan izbor sredstva za čišćenje

Čišćenje i dezinfekcija važne su mjere postupka za sprečavanje kontaminacije bakterijama u klaoničkim objektima i mesnoj industriji. Različite metode čišćenja i dezinfekcije zahtijevaju pravilan odabir sredstava, opreme i alata (Tablica 4) koje je neophodno primijeniti na različitim mjestima (za vrijeme klanja, pokretnoj traci, tijekom obrade mesa, pakiranja krajnjeg proizvoda i dr.).

Tablica 4. Alat, oprema i sredstva za čišćenje i dezinfekciju u klaoničkom objektu (Prilagođeno prema: LUTZ i STEINBERGER, 2003.)

<b>Oprema i strojevi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Niskotlačni uređaji za pranje (pjenomati) <ul style="list-style-type: none"> <li>- mobilni</li> <li>- stacionarni (centralni)</li> </ul> </li> <li>2. Sustav za čišćenje i dezinfekciju (sateliti)</li> <li>3. Četke</li> <li>4. Gurači vode</li> </ol>
--------------------------	---

<p style="text-align: center;"><b>Kemijske komponente</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparati klora</li> <li>2. Vodikov peroksid</li> <li>3. Peroksiocetna kiselina</li> <li>4. Kvarterni amonijevi spojevi</li> <li>5. Aldehidi</li> <li>6. Alkoholi</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>Ostala oprema u klaoničkom objektu</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zaštitna oprema (rukavice, zaštitna odjeća, čizme, naočale i dr.)</li> <li>2. Ostali strojevi</li> <li>3. Alati</li> </ol>

## 2.5. Standardi učinkovitosti sredstava za čišćenje i dezinfekciju

Prilikom provođenja sanitarnih mjera bitan je redoslijed rada te praćenje učinkovitosti mjera u svim fazama čišćenja objekta (Tablica 5).

Tablica 5. Faze čišćenja klaoničkog objekta ( Prilagođeno prema: BENSINK, 1974.)

<p style="text-align: center;"><b>Faze čišćenja klaoničkog objekta</b></p>	1. Pretpranje
	2. Pranje sredstvom za pranje
	3. Ispiranje
	4. Dezinfekcija
	5. Ispiranje
	6. Sušenje

U mesnoj industriji i klaoničkim objektima standardno se prilikom pranja koriste niskotlačni uređaji do 30 bara, koji mogu biti mobilni i centralni. Mobilni uređaji koriste se u manjim pogonima, dok se u većim primjenjuju centralni. U većim postrojenjima, uz centralni uređaj, neophodan je najmanje jedan mobilni uređaj (Slika 7) zbog mogućnosti i brzine pranja, ali uvijek treba biti na oprezu kod premještanja opreme zbog eventualne križne kontaminacije.



Slika 7. Mobilni niskotlačni uređaj.

(Izvor: DULIKRAVIĆ, 2019.)

Centralni sustav se sastoji od crpke i satelita (Slika 8). Crpka može opsluživati do pet satelita, ali istovremeno mogu raditi samo tri satelita. Dužina crijeva za pranje na centralnom, ali i mobilnom uređaju ograničena je na 25 m radi učinkovitosti i stalnog pritiska na izlazu iz crijeva. Nužno je da je boja crijeva plava jer se ista ne identificira po HACCP-u (proces analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka, eng. *Hazard Analysis Critical Control Point*) niti sa jednom namirnicom. Na taj se način u slučaju oštećenja i eventualnog kontaminiranja komadićem crijeva sprječava fizička kontaminacija hrane.



Slika 8. Centralna crpka s pripadajućim dijelovima.

(Izvor: DULIKRAVIĆ, 2019.)

Nadalje, bitno je da se za čišćenje odnosno ribanje koriste kvalitetne četke. One moraju imati dlake od polipropilena i biti otporne na agresivne kemikalije kako ne bi došlo do fizičke kontaminacije, a ako se primjenjuju i gurači vode, oni moraju zadovoljiti istu kvalitetu.

Prilikom čišćenja i dezinfekcije važno je ukloniti dnevno nakupljenu nečistoću s površina (MØRETRØ & LANGSRUD, 2017.). Najbolji rezultati u čišćenju objekta dobivaju se korištenjem lužnatog pjenušavog sredstva koje u svom sastavu ima kalijev hidroksid i aktivni klor. Tako jedan radni proces uključuje i dezinfekciju, a zbog prisutnosti kalijevog hidroksida sredstvo je vrlo lako isperivo te se znatno reducira potrošnja vode i manje opterećuju otpadne vode, što je u ukupnim troškovima pogona vrlo bitno (KHAMISSE i sur., 2012.; GARCÍA-SÁNCHEZ i sur., 2017.; WANG i sur., 2018.).

Jednom tjedno treba primjenjivati kiselo pjenušavo sredstvo na bazi fosforne kiseline jer je ona nekorozivna te sprječava stvaranje kamenca na površinama koje se peru. Zbog pH-vrijednosti dolazi do šoka za bakterije i dezinfekcijskog učinka (STANGA, 2010.; HOLAH, 2014.; MARRIOTT i sur., 2018.).



Oba sredstva se nanose pjenušatom, što je funkcija centralnog ili mobilnog uređaja s nastavkom u obliku pištolja koji ima funkciju pranja, pjenjenja, ispiranja i dezinfekcije. Pjenjenje se obavlja nakon kvalitetnog prepranja, odstranjivanja grube nečistoće i ostataka u pogonu. Sam postupak provodi se od dolje prema gore na zidnim i vertikalnim površinama opreme tako da se gradi pjena na pjenu, a ispiranje se obavlja obrnutim redoslijedom (od gore prema dolje) (Slika 9). Ovisno od primijenjene koncentracije sredstva, a povezane s tvrdoćom vode i stupnjem onečišćenja, preporučljivo vrijeme djelovanja je najčešće 30 minuta tako da se postigne učinak odmašćivanja i dezinfekcijskog djelovanja aktivne komponente (TEMAM, 2017.). Kombinacijom te rotacijom lužnatih i kiselih sredstava pokazalo se da se učinkovitost čišćenja i dezinfekcije povećava u usporedbi s uporabom samo lužnatih ili kiselih sredstava (DELHALLE i sur., 2020.). Za dezinfekciju se koriste kvarterni amonijevi spojevi, spojevi na bazi klora, fosforna kiselina i drugi kiseli agensi (HUTCHISON i sur., 2007.; KHAMISSE i sur., 2012.; GARCÍA-SÁNCHEZ i sur., 2017.; WANG i sur. 2018.; CHERIFI i sur., 2022.), a neke osjetljive površine (elektronske vage) mogu se dezinficirati alkoholima (tj. etanolom i izopropilnim alkoholom) (HOLAH, 2014.).



Slika 9. Prikaz korištenja pjenušavog sredstva u klaoničkom objektu.

(Izvor: DULIKRAVIĆ, 2019.)

Pravilnim postupkom pranja s površine se odstranjuju bjelančevine, masnoće, mikroorganizmi, a primjenom kiselog sredstva i kamenac, koji se na površinama primijeti po tirkizno plavoj boji. Dezinfekcija uključuje upotrebu kemijskih sredstava za uništavanje mikroorganizama na površini. Ovaj postupak dodatno smanjuje rizik od širenja zaraze. Kada se

površine dezinficiraju, uništavaju se i spore mikroorganizama, ovisno o korištenom sredstvu. Naime, ako spore i dalje postoje, mikroorganizmi se ponovo počinju razmnožavati.

## 2.6. Zakonska regulativa vezana uz bakteriju *Listeria monocytogenes*

Prema zakonodavstvu EU-a, prehrambene objekte za proizvodnju hrane u kojima *L. monocytogenes* predstavlja rizik, potrebno je uzorkovati, kako opremu tako i okruženje u kojem se očekuje prisutnost patogena (EK, 2005.; EFSA Biohazard Panel, 2024.). Nadalje, oprema i okoliš u kojem obitava bakterija moraju se uzorkovati kako bi se osigurala sukladnost s mikrobiološkim kriterijima za hranu. Zakonska regulativa koja se odnosi na kontrolu, prisutnost i prevenciju listerije u mesnoj industriji i klaoničkim objektima je sljedeća:

1. Uredba komisije (EZ) br. 2073/2005
2. Uredba Komisije (EU) 2019/229.

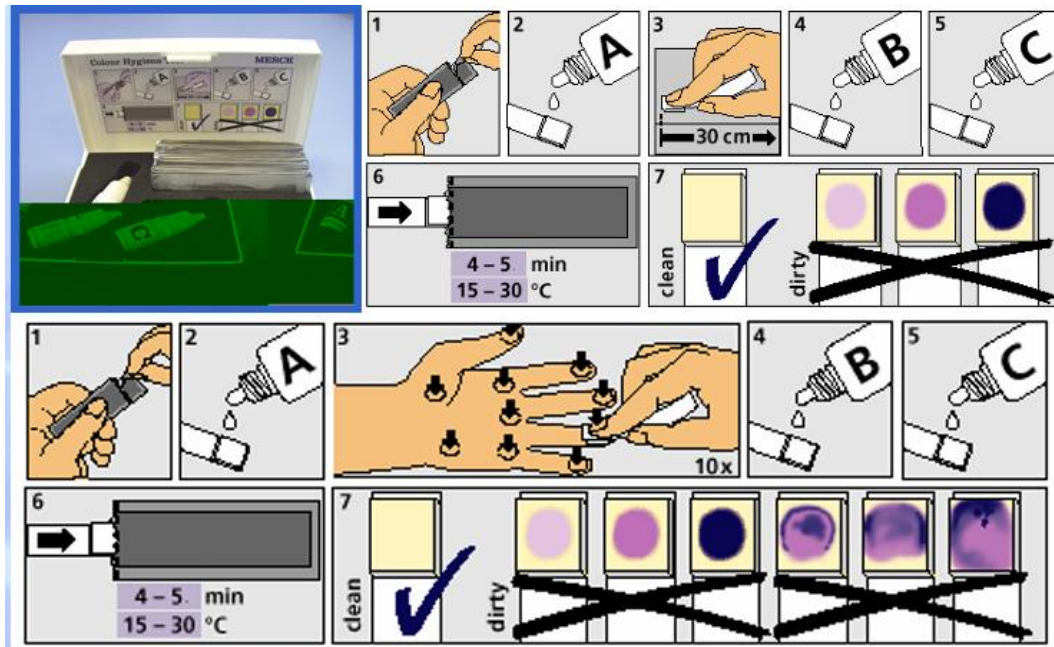
## 2.7. Kontrola i praćenje učinkovitosti mjera čišćenja i dezinfekcije na listeriju

Zakonodavstvo EU-a zahtijeva ISO standard 18593 za površine koje će se koristiti kao referenca za uzorkovanje (EUROPSKA KOMISIJA, 2005.). Ovaj standard opisuje upotrebu kontaktnih pločica i brisova, ali ne spominje testiranje bioluminiscencije adenozin trifosfata (ATP), što je često korištena nemikrobiološka metoda procjene učinkovitosti čišćenja i dezinfekcije u prehrambenoj industriji (MOAZZAMI, 2023.). Postoje prednosti i nedostaci metoda uzorkovanja. Na primjer, ATP-bioluminiscencija daje rezultate unutar samo nekoliko sekundi, omogućujući trenutne korektivne radnje, dok je za mikrobiološke metode, kao što su brisovi i primjena kontaktnih pločica potrebno nekoliko dana (MØRETRØ i sur., 2019.; LANE i sur., 2020.). Prednost brisanja spužvom je uporaba fizičke sile, koja povećava vjerojatnost oporavka rezistentnih bakterija (MØRETRØ i LANGSRUD, 2017.). Kontaktne pločice su jednostavne za korištenje, ali bi se trebale koristiti samo na ravnim površinama (GRIFFITH, 2016.). Još jedna važna razlika između ovih metoda je da se ATP-bioluminiscencijom ne utvrđuju samo bakterijske stanice, već i druge stanice organskog otpada (MØRETRØ i sur., 2019.; LANE i sur., 2020.).

### 1. Vizualni brzi testovi na osnovi mjerenja NADH

HY-RISE® (Merck KGaA, Darmstadt, Njemačka) test trakice i pripadajući reagensi omogućuju provjeru higijenskog statusa radnih površina (ravnih ili zakrivljenih), ruku ili CIP

ispiraka u nekoliko minuta (Slika 10). Intenzitet boje ukazuje na sadržaj metabolita stanica NADH, tj. na stupanj kontaminacije mikroorganizmima i ostacima hrane. Trenutna informacija o čistoći omogućava korektivne radnje prije procesa proizvodnje u slučaju nezadovoljavajućeg higijenskog statusa.



Slika 10. Prikaz provjere higijenskog statusa radnih površina HY-RISE® test trakicama  
(Izvor: MERCK KGaA, DARMSTADT, NJEMAČKA)

- Instrumentalni brzi testovi na osnovi mjerenja ATP-a (izvora energije svih živih organizama).

ATP-metoda može se primijeniti samo za nadzor higijene na temelju ukupnog ATP-a (nečistoća, somatski, mikrobn i slobodni), nikako za diferencijaciju ATP-a ili kontrolu gotovog proizvoda. HY-LITE 2® sustav je jednostavan prijenosni uređaj koji mjeri ukupan sadržaj ATP molekula prisutnih na radnim površinama. Sustav se sastoji od luminometra (Slika 11), potrošnih pera i CD-a s programom za praćenje rezultata. Test je vrlo osjetljiv i bilježi vrlo niske kontaminacije. Rezultat izražen u RLU jedinicama predstavlja sadržaj kontaminacije mjeren preko ukupnog sadržaja ATP-a. Vrijednosti su dostupne u roku minute te omogućuju korektivne mjere (MOAZZAMI i sur., 2023.).



Slika 11. Luminometar.

(Izvor: DULIKRAVIĆ, 2019.)

### 2.7.1. Učinkovitost i primjena korektivnih mjera za bakteriju *Listeria monocytogenes* u klaoničkom objektu

Zakonodavstvo EU-a ne navodi koja se područja uzorkuju. Međutim, prema ISO standardu 18593, izbor uzorkovanja treba se temeljiti na povijesnim trendovima prije prikupljenih podataka. Moguće standardne liste mjesta uzorkovanja za FCS-ove su, primjerice, pokretne trake, rezači, daske za rezanje, površine koje nisu u kontaktu s hranom, kao što su odvodi, podovi, crijeva, kotači, kolica i stropovi. Stoga, svaki subjekt u poslovanju s hranom mora uspostaviti vlastite standarde, što znači da vrijednosti variraju između različitih premisa (GRIFFITH, 2016.; AGÜERIA i sur., 2021.; DE OLIVERA MOTA i sur., 2021.; ABDESSATER i sur., 2023.). Kada se uoče odstupanja od određenih vrijednosti, potrebno je provesti korektivne mjere (AGÜIERA i sur., 2021.).

Nadzor provođenja mjera čišćenja i dezinfekcije na listeriju izuzetno je važna komponenta sigurne proizvodnje hrane, ali i ostalih procesa kod kojih postoji mogućnost kontaminacije. Već je dulje vrijeme poznata činjenica da samo vizualna inspekcija nije dovoljna. HACCP koncept izričito zahtijeva provjeru i dokumentaciju postupaka vezanih uz higijenu prilikom proizvodnje i pripremanja hrane. Nadzor sanitacije osnova je za uvođenje HACCP plana. HACCP sustav uspostavljen je kako bi se rizik za sigurnost hrane sveo na minimalnu razinu, a cilj je kontrola proizvodnog procesa. Njime se ne mogu u potpunosti eliminirati rizici, ali se mogu svesti na prihvatljivu razinu. To uključuje primjenu sljedećih korektivnih mjera:

1. provjeru higijenskog statusa proizvodnih postrojenja, ali isto tako i provjeru procesa čišćenja, higijenski status osoblja, pribora, opreme, hladnjača za skladištenje i prehrambenih proizvoda

2. edukaciju osoblja

3. provjeru ispravnosti i funkcionalnosti opreme i alata za čišćenje i dezinfekciju

4. ponovno čišćenje kontaminiranih površina

5. provjeru roka valjanosti dezinficijensa

6. odabir dezinficijensa učinkovitog na predmetnu bakteriju

7. oonovnu korektivnu dezinfekciju

8. naknadnu kontrolu luminometrom.

### 3. ZAKLJUČCI

*L. monocytogenes* predstavlja značajan rizik u prehrambenoj industriji zbog svoje patogenosti i mogućnosti preživljavanja u mnogim nepovoljnim uvjetima. Zato je potrebno redovito i pravilno održavati higijenu u pogonima i propisano provoditi postupke prerade mesa kako ne bi došlo do kontaminacije proizvoda namijenjenih za tržište i samim time do pojave listerioze koja može završiti smrtnim ishodom.

Na temelju svih navedenih i obrađenih podataka može se zaključiti da je higijena i sanitacija u pogonima prehrambene industrije, uključujući higijenu radnika, od iznimne važnosti.

Vrlo je bitno sprovesti pravilan i kvalitetan proces sanitacije u klaoničkom objektu, uz primjenu kvalitetne i ispravne opreme, te pravilnim odabirom sredstava za čišćenje i dezinfekciju spriječiti razvoj mikroorganizama.

Za vrijeme procesa sanitacije bitno je kombinirati i rotirati lužnata i kisela sredstva. Na taj se način postiže kvalitetnije čišćenje i sprečavanje stvaranje biofilma te učinkovitija dezinfekcija.

#### 4. LITERATURA

- ABDESSATER, M., F. FAYYAD, J. MATTA, L. KARAM (2023): Assessment of prerequisite programs implementation at food packaging manufacturing companies and hygiene status of food packaging in a developing country: cross-sectional study. *Heliyon* 9, e19824.
- AGÜERIA, D. A., C. LIBONATTI, D. CIVIT (2021): Cleaning and disinfection programmes in food establishments: a literature review on verification procedures. *J. Appl. Microbiol.* 131, 23 – 35.
- BENSINK, J. C. (1974): Cleaning in the food industry. *CSIRO Food Research Quarterly* 34, str. 49 – 61.
- CARPENTIER, B., O. CERF (2011): Review – Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *Int. J. Food Microbiol.* 145, 1 – 8.
- CARRASCOSA, C., D. RAHEEM, F. RAMOS, A. SARAIVA, A. RAPOSO (2021): Microbial biofilms in the food industry – a comprehensive review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 1 – 31.
- CHERIFI, T., J. ARSENAULT, S. QUESSY, P. FRAVALO (2022): Co-occurrence of *L. monocytogenes* with other bacterial genera and bacterial diversity on cleaned conveyor surfaces in a swine slaughterhouse. *Microorganisms* 10, 613.
- DE OLIVERIA MOTA, J., G. BOUÉ, H. PRÉVOST, A. MAILLET, E. JAFFRES, T. MAIGNIEN, N. ARNICH, M. SANAA, M. FEDERIGHI (2021): Environmental monitoring program to support food microbiological safety and quality in food industries: a scoping review of the research and guidelines. *Food Control* 130, 108283.
- DELHALLE, L., B. TAMINIAU, S. FASTREZ, A. FALL, M. BALLESTEROS, S. BURTEAU, G. DAUBE (2020): Evaluation of enzymatic cleaning on food processing installations and food products bacterial microflora. *Front. Microbiol.* 11, 1 – 16.
- DEMAÎTRE, N., G. RASSCHAERT, L. DE ZUTTER, A. GEERAERD, K. DE REU (2021): Genetic *Listeria monocytogenes* types in the pork processing plant environment: from occasional introduction to plausible persistence in harborage sites. *Pathogens* 10, 717.
- EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (2024): Listeriosis. Annual Epidemiological Report for 2022. Stockholm. [https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/LIST\\_AER\\_2022\\_Report.pdf](https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/LIST_AER_2022_Report.pdf) (5.8.2024.)

EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards), KOUTSOUMANIS, K., ALLENDE, A., BOLTON, D., BOVERID, S., CHEMALY, M., DE CESARE, A., HERMAN, L., HILBERT, F., LINDQVIST, R., NAUTA, M., NONNO, R., PEIXE, L., RU, G., SIMMONS, M., SKANDAMIS, P., SUFFREDINI, E., FOX, E., GOSLING, R. . . . . ALVAREZ-ORDÓÑEZ, A. (2024): Persistence of microbiological hazards in food and feed production and processing environments. *EFSA Journal*, 22, e8521.

EUROPSKA KOMISIJA (2005): Uredba Komisije (EZ) br. 2073/2005 od 15. studenoga 2005. o mikrobiološkim kriterijima za hranu Brisel, Belgija. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32005R2073> (05.08.2024.)

EUROPSKA KOMISIJA (2019): Uredba Komisije (EU) 2019/229 od 7. veljače 2019. o izmjeni Uredbe (EZ) br. 2073/2005 o mikrobiološkim kriterijima za hranu u pogledu određenih metoda, kriterija sigurnosti hrane za bakteriju *Listeria monocytogenes* u klicama i kriterija higijene procesa te kriterija sigurnosti hrane za nepasterizirane sokove od voća i povrća (gotova hrana), Brisel, Belgija. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32019R0229> (05.08.2024.)

FARBER, J. M., P. I. PETERKIN (1991): *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiol. Rev.* 55, 476 – 511.

FOLSOM, J. P., G. R. SIRAGUSA, J. F. FRANK (2006): Formation of biofilm at different nutrient levels by various genotypes of *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.* 69, 826 – 834.

GARCÍA-DÍEZ, J., S. SARAIVA, D. MOURA, L. GRISPOLDI, B. T. CENCI-GOGA, C. SARAIVA (2023): The importance of the slaughterhouse in surveilling animal and public health: a systematic review. *Vet. Sci.* 10, 167.

GARCÍA-SÁNCHEZ, L., B. MELERO, I. JAIME, M. L. HÄNNINEN, M. ROSSI, J. ROVIRA (2017): *Campylobacter jejuni* survival in a poultry processing plant environment. *Food Microbiol.* 65, 185 – 192.

GRIFFITH, C. (2016): Surface sampling and the detection of contamination. U: *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry*. 2 izd. (Holah, J., H. L. M. Lelieveld, D. Gabric, Ur.), Woodhead Publishing, Sawston, str. 673 – 696.

GUIDI, F., G. CENTOROTOLA, A. CHIAVERINI, L. IANNETTI, M. SCHIRONE, P. VISCIANO, A. CORNACCHIA, S. SCATTOLINI, F. POMILIO, N. D'ALTERIO, M. TORRESI (2023): The slaughterhouse as hotspot of CC1 and CC6 *Listeria monocytogenes* strains with hypervirulent profiles in an integrated poultry chain of Italy. *Microorganisms* 11, 1543.



- HOLAH, J. T. (2014): Cleaning and disinfection practices in food processing. U: Hygiene in Food Processing. (Lelieveld, H. L. M., J. Holah, D. Napper, Ur.), Woodhead Publishing 2, Sawston, str. 259 – 304.
- HUTCHISON, M. L., J. D. THOMAS, A. H. SMALL, S. BUNCIC, M. HOWELL (2007): Implementation of compulsory hazard analysis critical control point system and its effect on concentrations of carcass and environmental surface bacterial indicators in United Kingdom red meat slaughterhouses. *J. Food Prot.* 70, 1633 – 1639.
- KHAMISSE, E., O. FIRMESE, S. CHRISTIEANS, D. CHASSAING, B. CARPENTIER (2012): Impact of cleaning and disinfection on the non-culturable and culturable bacterial loads of food-contact surfaces at a beef processing plant. *Int. J. Food Microbiol.* 158, 163 – 168.
- KOZAČINSKI, L., N. ZDOLEC, Ž. CVRILA, V. DOBRANIĆ, T. MIKUŠ, M. KIŠ (2022): Mlijeko i mliječni proizvodi. U: Laboratorijske vježbe iz higijene i tehnologije hrane (Kožačinski, L., Cvrtila, Ž, Zdolec, N., Ur.). 2. izd. Tiskara Zelina d.d., Zagreb, str. 118.
- LANE, K., L. A. MCLANDBOROUGH, W. R. AUTIO, A. J. KINCHLA (2020): Efficacy of ATP monitoring for measuring organic matter on postharvest food contact surfaces. *J. Food Prot.* 83, 1829 – 1837.
- LINDAHL, C., C. BENFALK, P. KISEKKA-NDAWULA, E. UPPGÅRD (2009): Industry guidelines for small scale slaughter and cutting of cattle, pigs and lambs. Report: Institute of Agriculture and Environmental Technology (JTI) report Agriculture & Industry, str. 385.
- LUBER, P. (2011): The Codex Alimentarius guidelines on the application of general principles of food hygiene to the control of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. *Food Control* 22, 1482 – 1483.
- LUTZ, W., R. STEINBERGER (2003): Fachbuch Gebäudereinigung. 3. izd., Lutz-Fachbücher, Metzingen, str. 212 – 217.
- MARRIOTT, N. G., M. W. SCHILLING, R. B. GRAVANI (2018): Sanitation and the food industry. U: Principles of Food Sanitation. (Marriott, N. G., M. W. Schilling, R. B. Gravani, Ur.) 6. izd., Springer International Publishing, New York City, str. 5 – 6.
- MATICA, B., A. MLINARIĆ DŽEPINA, N. JARŽA DAVILA (2003): *Legionella, Gardnerella, Listeria, Erysipelotrix, Corynebacterium*. U: Specijalna medicinska mikrobiologija i parazitologija. (Mlinarić Galinović, G., M. Ramljak Šešo, Ur.), Merkur A.B.D., Zagreb, str. 103 – 115.

MOAZZAMI, M. (2023): Foodborne bacteria in slaughterhouses with focus on cleaning and disinfection. Disertacija, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Uppsala, Švedska.

MOAZZAMI, M., E. BERGENKVIST, S. BOQVIST, S. FROSTH, S. LANGSRUD, T. MØRETRØ, I. VÅGSHOLM, I. HANSSON (2023): Assessment of ATP-bioluminescence and dipslide sampling to determine the efficacy of slaughterhouse cleaning and disinfection compared with total aerobic and *Enterobacteriales* counts. *J. Food Prot.* 86, 100155.

MØRETRØ, T., E. HEIR, L. L. NESSE, L. K. VESTBY, S. LANGSRUD (2012): Control of *Salmonella* in food related environments by chemical disinfection. *Int. Food Res.* 45, 532 – 544.

MØRETRØ, T., M. A. NORMANN, H. R. SÆBØ, S. LANGSRUD (2019): Evaluation of ATP bioluminescence-based methods for hygienic assessment in fish industry. *J. Appl. Microbiol.* 127, 186 – 195.

MØRETRØ, T., S. LANGSRUD (2017): Residential bacteria on surfaces in the food industry and their implications for food safety and quality. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 16, 1022 – 1041.

NAGLIĆ, T., D. HAJSIG, J. MADIĆ, LJ. PINTER (2005): Veterinarska mikrobiologija: specijalna bakteriologija i mikologija. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 183 – 186.

PAKDAMAN, A. (2023): Evaluation of the presence of *Listeria monocytogenes* in bovine carcasses at a slaughterhouse. Disertacija, Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisabon, Portugal.

QUEREDA, J. J., A. MORÓN-GARCÍA, C. PALACIOS-GORBA, C. DESSAUX, F. GARCÍA-DEL PORTILLO, M. G. PUCCIARELLI, A. D. ORTEGA (2021): Pathogenicity and virulence of *Listeria monocytogenes*: a trip from environmental to medical microbiology. *Virulence* 12, 2509 – 2545.

RIBERIO, A. C., F. A. DE ALMEIDA, M. M. MEDEIROS, B. R. MIRANDA, U. M. PINTO, V. F. ALVES (2023): *Listeria monocytogenes*: an inconvenient hurdle for the dairy industry. *Dairy* 4, 316 – 344.

SALA, K., A. MORAR, E. TIRZIU, I. NICHITA, M. IMRE, K. IMRE (2016): Environmental occurrence and antibiotic susceptibility profile of *Listeria monocytogenes* at a slaughterhouse raw processing plant in Romania. *J. Food Prot.* 79, 1794 – 1797.

- SCHÄFER, D. F., J. STEFFENS, J. BARBOSA, J. ZENI, N. PAROUL, E. VALDUGA, A. JUNGES, G. T. BACKES, R. L. CANSIAN (2017): Monitoring of contamination sources of *Listeria monocytogenes* in a poultry slaughterhouse. LWT 86, 393 – 398.
- SCHLECH, W. F., D. ACHESON (2000): Foodborne listeriosis. Clin. Infect. Dis. 31, 770 – 775.
- SINNER, H. (1960): Über das Waschen mit Haushaltwaschmaschinen: in welchem Umfang erleichtern Haushaltwaschmaschinen und geräte das Wäschehaben im Haushalt Haus & Heim Verlag, Hamburg, str. 9 - 10.
- STANGA, M. (2010): Sanitation: cleaning and disinfection in the food industry. 6. izd., Wiley-VCH 1, Weinheim, str. 484 - 514.
- STOLLER, A., M. J. A. STEVENS, R. STEPHAN, C. GULDIMANN (2019): Characteristics of *Listeria monocytogenes* strains persisting in a meat processing facility over a 4-year period. Pathogens 8, 32.
- TEMAM, A. H. (2017): Bacterial protease enzyme: safe and good alternative for industrial and commercial use. IJCBS. 3, 1 – 10.
- TODD, E. C. D., S. NOTERMANS (2011): Surveillance of listeriosis and its causative pathogen, *Listeria monocytogenes*. Food Control 22, 1484 – 1490.
- TOMPKIN, R. B. (2002): Control of *Listeria monocytogenes* in the food-processing environment. J. Food Prot. 65, 709 – 725.
- WANG, H., A. HE, X. YANG (2018): Dynamics of microflora on conveyor belts in a beef fabrication facility during sanitation. Food Control 85, 42 – 47.
- WIEDMANN, M., K. G. EVANS (2011): Diseases of dairy animals/Infectious diseases: Listeriosis. U: Encyclopedia of dairy sciences. 2 izd. (Fuquay, J. W. Ur.), Elsevier press, New York, str. 184-189.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2018): Listeriosis. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/listeriosis> (1.8.2024.)

## 5. SAŽETAK

Otpornost bakterije *Listeria monocytogenes* na postupke sanitacije u klaoničkom objektu

Ninoslav Dulikravić

*Listeria monocytogenes* je patogena bakterija koja se prenosi hranom. Zbog prisutnosti bakterije u gotovo svim lancima prehrambene industrije, listerioza u ljudi predstavlja značajan javnozdravstveni problem. Razlog pojavnosti listerije u klaoničkim objektima i mesnoj industriji leži u njezinoj sposobnosti preživljavanja, rasta i razvoja u mnogim nepovoljnim uvjetima. U svrhu sprečavanja i suzbijanja potrebno je provoditi stroge biosigurnosne mjere, s naglaskom na higijenu, čišćenje i dezinfekciju. U suprotnome, nepoštivanje propisanih biosigurnosnih mjera dovodi do potencijalne pojave bolesti.

Ključne riječi: *Listeria monocytogenes*, listerioza, sanitacija, klaonički objekt, hrana

## **6. SUMMARY**

Resistance of *Listeria monocytogenes* to sanitation procedures in a slaughterhouse

Ninoslav Dulikravić

*Listeria monocytogenes* is a foodborne pathogenic bacterium. Due to its presence in almost all chains of the food industry, listeriosis in humans represents a significant public health problem. The reason for the appearance of listeria in slaughterhouses and the meat industry lies in its ability to survive, grow and develop in many unfavorable conditions. For the purpose of prevention and suppression, it is necessary to implement strict biosecurity measures with an emphasis on hygiene, cleaning and disinfection. Otherwise, non-observance of prescribed biosecurity measures leads to the potential occurrence of disease.

Key words: *Listeria monocytogenes*, listeriosis, sanitation, slaughterhouse, food

## 7. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 7. siječnja 1994. godine u Koprivnici. Godine 2000. započeo sam osnovnoškolsko obrazovanje u osnovnoj školi „Antun Nemčić Gostovinski“ u Koprivnici. Nakon osam godina upisao sam Opću gimanziju „Fran Galović“ u Koprivnici. Uspješnim završetkom osnovnoškolskog i srednješkolskog obrazovanja 2012. godine upisao sam studij na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija aktivno sam se bavio zrakoplovstvom sudjelovanjem u radu sportskih udruga i aeroklubova.