

DOI: 10.7251/VETJ1601105I

UDK 636.4.084.52:637.51

J. Ivanović¹, J. Janjić¹, R. Mitrović², D. Krnjaić¹, M. Bošković¹, L. Ranin³,
M. Ž. Baltić¹

Pregledni rad

**YERSINIA ENTEROCOLITICA U MESU SVINJA
- RIZIK ZA BEZBEDNOST HRANE****Kratak sadržaj**

Evropska agencija za bezbednost hrane (EFSA - *European Food Safety Authority*) objavila je u 2011. godini preporuke za inspekciju trupova svinja. Preporuke se odnose na najznačajnije biološke opasnosti po zdravlje ljudi koje se mogu naći u mesu. Pored *Salmonella* spp., *Toxoplasma gondii* i *Trichinella* spp., kao biološka opasnost navodi se i *Yersinia enterocolitica*. *Yersinia enterocolitica*, kao i druge bakterije iz familije *Enterobacteriaceae*, ima sposobnost opstanka u spoljašnjoj sredini, u koju dospava preko inficiranih životinja. U Evropi, svinje su najčešći asimptomatski nosioci patogenih sojeva *Y. enterocolitica* za ljude, posebno soja biotipa 4 (serotipa O:3) i ne tako učestalog biotipa 2 (serotip O:9 i O:27). Uzročnici su najčešće lokalizovani u oralnoj duplji, posebno u tonzilama, submaksilarnim limfnim čvorovima, crevima i fecesu svinja. Pravilan postupak sa trupovima svinja, nakon klanja, može znatno da smanji nivo kontaminacije mesa svinja. Učestalost *Y. enterocolitica* kod svinja, kao rezervoara ovog patogena, veoma varira. Slučajevi jersinioze kod ljudi zabeleženi su, kako u Evropi, tako i u Japanu, SAD, Nigeriji i Brazilu.

Ključne reči: *Yersinia enterocolitica*, meso, bezbednost, prevalenca, trupovi svinja

¹ Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Bulevar oslobođenja 18, Beograd, Republika Srbija
Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Bulevar oslobodjenja 18, Belgrade, Republic of Serbia

² Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kaćanskog 18, Beograd, Republika Srbija
Institute for Meat Technology and Hygiene, Kacanskog 18, Belgrade, Republic of Serbia

³ Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Dr Subotića 1/I, Beograd, Republika Srbija
Medical Faculty, University of Belgrade, Dr Subotica 1/I, Belgrade, Republic of Serbia
E- pošta korespondentnog autora/E-mail of Corresponding Author:
1310jecko@gmail.com

J. Ivanović¹, J. Janjić¹, R. Mitrović², D. Krnjaic¹, M. Bosković¹, L. Ranin³,
M. Z. Baltić¹

Review paper

YERSINIA ENTEROCOLITICA IN THE PIG MEAT - RISK FOR FOOD SAFETY

Abstract

The European Food Safety Authority (EFSA - European Food Safety Authority) published in 2011. the recommendations of the inspection of carcasses of pigs. Recommendations are related to the most significant biological hazards to human health that can be found in meat. In addition to *Salmonella* spp., *Toxoplasma gondii* and *Trichinella* spp., as a biological hazard states and *Yersinia enterocolitica*. *Yersinia enterocolitica*, and other bacteria of the *Enterobacteriaceae* family having ability to survive in the environment, in which accrues through the infected animals. In Europe, pigs are the most common asymptomatic carriers of pathogenic strains of *Y. enterocolitica* to humans, especially biotype 4 (serotype O: 3) and not so frequent biotype 2 (serotype O: 9 and O: 27). The causes are usually localized in the oral cavity, especially in the tonsils, submaxillary lymph nodes, intestines and feces of pigs. The proper treatment of pig carcasses after slaughter, can significantly reduce the level of contamination of pig meat. The incidence of *Y. enterocolitica* in pigs, as reservoirs of this pathogen varies. Yersiniosis cases in humans have been reported, both in Europe and in Japan, the United States, Nigeria and Brazil.

Keywords: *Yersinia enterocolitica*, meat safety, prevalence, carcasses of pigs

ZNAČAJ MESA U ISHRANI LJUDI/IMPORTANCE OF MEAT IN HUMAN NUTRITION

Meso, a posebno crveno meso, predstavlja nezamenljiv izvor proteina u ishrani ljudi. Pored sadržaja proteina, meso predstavlja izuzetan izvor masti. Sadržaj masti varira u zavisnosti od vrste mesa (svinjsko, goveđe, pileće). Veliki broj studija pokazuje da se ishranom životinja može uticati na masnokiselinski sastav mesa, kao i na odnos n-6/n-3 masnih kiselina. Dodavanjem lana, konjugo-

vane linolne kiseline (CLA), fitoestrogena (genistein itd) i dr. može se značajno uticati na nutritivnu vrednost mesa (Ivanović, 2015a; Marković i sar., 2015a; Marković i sar., 2015b; Pantić, 2014). Meso je, takođe, dobar izvor cinka, selena i gvožđa. Količina od 100 g goveđeg mesa obezbeđuje 37% dnevnih potreba za selenom, 26% za cinkom i 20% za kalijumom (USDA, 2011). Poznato je da je meso namirnica sa izuzetnim nutritivnim i biološkim svojstvima (Higgs, 2000). Međutim, pojedini epidemiološki podaci ukazuju na to da je tanka linija iz-

među mesa kao namirnice, bogate hranljivim materijama i mesa kao izvora uzročnika bolesti prenosivih hranom.

BIOLOŠKE OPASNOSTI U MESU/BIOLOGICAL HAZARDS IN MEAT

Bezbednost mesa danas je ugrožena različitim biološkim, hemijskim i fizičkim opasnostima, ali se poseban značaj daje biološkim opasnostima usled mogućnosti pojave bolesti prenosivih hranom (Norrung i Bunčić, 2008; Blagojević i Antić, 2014; Bunčić, 2015). Biološke opasnosti sa zoonotskim karakteristikama koje se nalaze u mesu mogu se podeliti u dve grupe: biološke opasnosti koje izazivaju makroskopski vidljive lezije na

trupu ili delovima trupa životinja i biološke opasnosti koje ne izazivaju makroskopski vidljive lezije, ali se nalaze u digestivnom traktu i na koži životinja za klanje (tabela 1). Biološke opasnosti iz prve grupe lako se mogu eliminisati iz lanca ishrane *ante-mortem* i *post-mortem* inspekcijom mesa, i na taj način ne predstavljaju rizik za pojavu oboljenja kod ljudi. Međutim, biološke opasnosti iz druge grupe mogu se jedino dokazati laboratorijskim analizama. Ovakav postupak analize svakog trupa često nije praktičan i zahteva povećane materijalne troškove (Bunčić, 2006; Blagojević i Antić, 2014). Iz ovih razloga, prevencija i redukcija bioloških opasnosti sa kože ili iz digestivnog trakta životinja za klanje zavisi od procesne higijene (Blagojević i sar., 2011).

Tabela 1. Najčešće biološke opasnosti sa zoonotskim karakterom u mesu svinja
 (izvor: Blagojević i Antić, 2014)

Biološka opasnost	Ima/nema vidljivih promena prilikom inspekcija* mesa svinja
<i>Campylobacter</i> spp.	Nema
<i>Salmonella</i> spp.	Nema
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Nema
Verotoksična <i>E. coli</i>	Nema
<i>Mycobacterium</i> spp.	Ima (nekrotične promene na submandibularnim limfnim čvorovima)
<i>Bacillus anthracis</i>	Ima (edematozne promene na vratu i submaksilarnoj regiji), hemoragični enteritis
<i>Clostridium</i> spp.	Nema
<i>L. monocytogenes</i>	Nema
<i>Toxoplasma gondii</i>	Nema
<i>Trichinella</i> spp.	Ima (cistične promene na dijafragmi, jeziku i drugim mišićima)

Legenda: * pod inspekcijom mesa podrazumeva se i mikroskopski pregled mišićnog tkiva na prisustvo *Trichinella* spp.

JERSINIOZA KOD LJUDI/ YERSINIOSIS IN HUMANS

Salmonella enterica i *Y. enterocolitica* značajni su patogeni mikroorganizmi koji uzrokuju bolesti ljudi prenosive hranom. U 2010. godini salmoneloza i jersinioza su bolesti sa najvećom učestalošću u evropskim zemljama (na drugom i trećem mestu), odmah iza kampilobakterioze. Najčešći uzročnik jersinioze ljudi je *Y. enterocolitica*, dok je manji broj slučajeva (oko 1,7%) prouzrokovan sa *Y. pseudotuberculosis* (Anon., 2012).

EFSA je tokom 2012. godine objavila izveštaj o učestalošću pojave zoonoza i bolesti prenosivih hranom (Anon., 2012). Prema podacima iz 2010. godine, u 27 zemalja članica Evropske unije prijavljeno je oko 6.776 (1,6 na 100.000 ljudi) slučajeva jersinioze kod ljudi i 99.020 obolelih od salmoneloze (21,5 slučaja na 100.000 ljudi) (Bonardi i sar., 2013). U Sjedinjenim Američkim Državama zabeležen je broj obolelih od oko 115.000 ljudi u toku 2010. godine (Scallan i sar., 2011). Međutim, smatra se da je ovaj broj mnogo veći, jer veliki broj obolelih ili nije zatražio lekarsku pomoć ili im nije postavljena prava dijagnoza. Ovo se najpre objašnjava neadekvatnim postupcima u dijagnostici. Slučajevi pojave jersinioze nisu samo zabeleženi u evropskim zemljama, već i u Australiji, Japanu, Brazilu, Iranu, Bangladešu i Nigeriji (Rahman i sar., 2011; Okwori i sar., 2009; Sabina i sar., 2011).

Jersinioza je oboljenje koje se javlja u svim državama članicama Evropske unije, ali karakterističan je podatak da se znatno više slučajeva ovog oboljenja beleži u razvijenim zemljama (Norveškoj i Danskoj) (EFSA, 2009). U poslednjih 10 godina zabeleženo je 80 do 150 slučajeva

oboljenja u Norveškoj na godišnjem nivou (Grahek-Ogden i sar., 2006). Tokom 2009. godine prijavljeno je u Litvaniji i Finskoj 12,9 i 9,8 slučajeva na 100.000 stanovnika. U Francuskoj je potvrđeno 16 slučajeva oboljenja jersinioze na 100.000 stanovnika u toku 2003. godine (Leclercq i Carniel, 2004). Biotip 4 je bio najčešći uzročnik koji je izolovan kod obolelih pacijenata (69%), biotip 2 oko 30%, dok je biotip 3 bio zastupljen u najmanjem broju slučajeva (1%) (Savin i Carniel, 2008). U 2010. godini Irsko i Italija imale su najmanji broj potvrđenih slučajeva 0,7 i 0,2 potvrđena slučaja jersinioze na 100.000 stanovnika (Anon., 2012). Prvi prijavljen slučaj severnoameričkog soja *Y. enterocolitica*, biotipa 1B/O:8 identifikovan je u Nemačkoj 2003. godine. Soj je izolovan kod četvorogodišnjeg dečaka koji je zadržan u bolnici zbog karakterističnih simptoma abdominalnog bola, groznice i dijareje. Od ostalih simptoma dečak je pokazivao znake anemije i leukocitoze (Anon., 2012).

U početku je vladalo mišljenje da je bolest sezonskog karaktera i da se javlja uglavnom u periodu hladnih jesenjih i zimskih meseci (Verhaegan i sar., 1998). Međutim, u 2010. godini Evropski centar za prevenciju i kontrolu bolesti (ECDC) na osnovu trogodišnjih istraživanja podneo je izveštaj na osnovu koga je zaključeno da bolest nema sezonski karakter. *Y. enterocolitica* je čest uzročnik jersinioze ljudi u umerenim klimatskim zonama, ali se infekcije ovim patogenim mikroorganizmom javljaju sporadično i u tropskim oblastima (Wang i sar., 2009).

Potrošači su uglavnom izloženi ovom alimentarnom patogenom mikroorganizmu preko sirovog svinjskog mesa, bilo

direktno, putem konzumiranja nedovoljno termički obrađenog mesa ili indirektno putem kontaminacije drugih namirnica u toku pripreme hrane (Fredriksson-Ahomaa i sar., 2006b; Viridi i Sachdeva, 2005; Vishnubhatla i sar., 2001). S aspekta bezbednosti hrane naročito opasnost predstavlja konzumacija proizvoda od svinjskog mesa koje nije dovoljno termički obrađeno, kao što su hladnodimljeni proizvodi, delikatesi koji nisu termički obrađeni i koji su popularni u velikom broju zemalja (Sakai i sar., 2005).

Jersinioza ljudi je akutno infektivno oboljenje koje se odlikuje febrilnim stanjem i pojavom enterokolitisa koji je praćen dijarejom. Ovakva klinička slika najčešće je opisana kod male dece, starosti do pet godina i kod adolescenata. Inkubacija traje od jedan do četiri dana. Bolest prolazi kroz dve faze, akutnu i subakutnu. Početak akutne faze protiče sa znacima glavobolje, povišene temperature i bolom u abdomenu sa povremenom vodenom dijarejom. Kod dece se može javiti i hemoragični kolitis. Kolitis se obično održava od tri do četiri dana sa periodima smirivanja i pogoršanja bolesti. Kliničke manifestacije zavise od starosti i opšteg stanja pacijenta. Subakutna faza bolesti odlikuje se reaktivnim promenama, koje se javljaju četvrte nedelje od početka bolesti (Ivanović, 2014).

MESO KAO IZVOR JERSINIOZE/MEAT AS POSSIBLE SOURCE OF YERSINIOSIS

Y. enterocolitica je široko rasprostranjena u spoljašnjoj sredini, upravo zbog ne tako male sposobnosti mikroorganizma da ostane metabolički aktivan na

ekstremnim temperaturnim uslovima, nedostatku hranljivih sastojaka i nepovoljnoj pH vrednosti (Fredriksson-Ahomaa i sar., 2006a; 2003). *Y. enterocolitica* je izolovana iz jezera, izvora, bunara, zemlje i biljaka, svinja, pasa, mačaka, preživara, jelena, glodara, majmuna, čoveka, kao i kod beskičmenjaka kao što su rakovi, puževi i mekušaci. Infekcija sa *Y. enterocolitica* biotip 4 (serotip O:3) pojavljuje se kod pasa i mačaka (Byun i sar., 2011, Greene, 2006; Fredriksson-Ahomaa i sar., 2001). Ove životinje mogu često biti asimptomatski nosioci enteropatogenih sojeva *Yersinia* (Fredriksson-Ahomaa i sar., 2001). Izvor infekcije za ljude u ovom slučaju najčešće je pljuvačka, feces i ostali ekskreti kućnih ljubimaca koji dolaze u kontakt sa čovekom (Stamm i sar., 2013; Wang i sar., 2010; Fenwick i sar., 1994). Međutim, daleko najčešći izvor patogena sojeva su svinje. Postoji uska povezanost sa svinjskim tonzilama (krajnicima) ali su studije pokazale da su iznutrice, jezik, srce, jetra i bubrezi, kao i mleveno svinjsko meso često kontaminirani sa *Y. enterocolitica* (Tan i sar., 2014; Fredriksson-Ahomaa i sar., 2001). U istraživanju koje se sproveli Tan i sar. (2014) u periodu od juna 2010. do marta 2011. godine obuhvaćeno je ukupno 58 uzoraka sirovog svinjskog mesa koje je podrazumevalo i iznutrice. Uzorci su sakupljeni u marketima. Od tog broja, u 20% uzoraka je utvrđeno prisustvo *Y. enterocolitica*. Takođe, u ovom istraživanju obuhvaćene su bile i iznutrice, gde je učestalost *Y. enterocolitica* u jetri bila 60%, crevima 87,5%, srcu 60% i bubrezima 25%. U studijama koje su sprovedene u Australiji, ustanovljena je podudarnost između sojeva *Y. enterocolitica* O:3 izolovanih iz zdravih svinja sa onim sojevima izolovanih iz obolelih

ljudi. Unakrsna kontaminacija trupova svinja sa *Y. enterocolitica* je moguća u objektima za proizvodnju i preradu mesa (Baltić i sar., 2013; Ivanović i sar., 2013). Najčešće su izvori kontaminacije usna duplja i creva. Takođe, unakrsna kontaminacija je moguća i u domaćinstvima, što se posebno odnosi na "ready-to-eat" hranu (Jackson i sar., 2007). Tokom klanja, trupovi svinja mogu se kontaminirati ovim patogenim mikroorganizmom putem fekalne kontaminacije i iz usne duplje, pa se sojevi biotipa 4 (serotip O:3) mogu često naći na površinama trupova svinja (Fredriksson-Ahomaa i sar., 2007; Hayashadani i sar., 2003). Tehnika klanja i sama higijena klanja imaju veliki uticaj na učestalost kontaminacije. Postupci sa glavom tokom obrade trupa (uklanjanje tonzila, razdvajanje trupova i *post-mortem* inspekcija) mogu da dovedu do širenja *Y. enterocolitica* koje se nalaze na ovom delu trupa. Smatra se da je kontaminacija mesa sa *Y. enterocolitica* najučestalija tokom procesa klanja i obrade u klanici (Fredriksson-Ahomaa, 2003). Utvrđeno je da se unakrsna kontaminacija vrši direktno ili indirektno na

svinjsko meso preko opreme, vazduha, rukovaoca hranom u procesu obrade mesa, prodajnim mestima u i domaćinstvima.

Kao psihrotrofni mikroorganizam, *Y. enterocolitica* (Neuhaeus i sar., 1999) može da se razmnožava tokom hladnog lanca od procesa proizvodnje mesa, pa do domaćinstava. Pored svinjskog mesa, *Y. enterocolitica* se takođe može pronaći u govedem, jagnjećem i pilećem mesu, a često do kontaminacije može doći i pranjem u vodi koja nije higijenski ispravna (Weagant, 2008).

Učestalost jersinioze kod svinja u svetu varira. Iz tabele 2. jasno se može videti da su Belgija, Estonija, Italija, Japan, Rusija i Španija zemlje kod kojih je zabeležen najveći broj pozitivnih farmi na *Y. enterocolitica*.

Učestalost *Y. enterocolitica* kod svinja kao rezervoara ovog patogena ne varira samo od zemlje do zemlje, već i unutar mnogih zemalja. *Yersinia enterocolitica* O:3 je češće izolovana u evropskim zemljama, Danska, Belgija, Finska, Nemačka, Švedska, dok je niža prevalenca bila u Italiji, Grčkoj i Poljskoj.

Tabela 2. Nalaz *Y. enterocolitica* u različitim zemljama (prema Laukkanen- Ninios i sar., 2014)

Zemlja	Broj farmi	Broj svinja	Broj pozitivnih farmi (%)	Broj pozitivnih svinja (%)		Biotip
				Tonzile	Feces	
Belgija	100	7047	85	2009 (29)	NP	O:3
Kanada	264	395	NP	7 (2)	NP	4/O:3
Kina	NP	4495	NP	694 (15)	NP	NP
Danska	NP	140	NP	NP	59 (42)	O:3, O:9
Estonija	15	151	15 (100)	135 (89)	NP	4/O:3
Finska	55	301	NP	177 (59)	90 (30)	4/O:3
Francuska	96	3120	NP	414 (13)	73 (76)	2, 3, 4
Nemačka	NP	164	NP	101 (62)	17 (10)	4/O:3

Grčka	NP	455	NP	58 (13)	NP	4/0:3
Italija	22	428	22 (100)	137 (32)	NP	4/0:3
Japan	96	1200	32 (33)	NP	89 (7)	4/0:3
Norveška	66	461	NP	67 (15)	NP	4/0:3
Rusija	10	197	10 (100)	66 (34)	NP	4/0:3
Španija	14	200	14 (100)	185 93	NP	4/0:3
Švajcarska	16	212	NP	72 (34)	NP	4/0:3

NP - nema podataka

Studije Baumgartnet i sar. (2007) ne potvrđuju hipotezu da su svinje najčešći rezervoari ovog patogenog mikroorganizma. Pileće meso je opisano kao potencijalni rezervoar *Y. enterocolitica* (Capita i sar, 2002; Dallal i sar., 2010). Dallal i sar. (2010) su ispitivali 190 uzoraka pilećeg mesa i 189 uzoraka junećeg mesa. Utvrđeno je da je 42 uzorka pilećeg mesa i 18 uzoraka junećeg mesa bilo pozitivno na prisustvo *Y. enterocolitica*. Jasno se vidi je veća učestalost *Y. enterocolitica* u pilećem mesu u odnosu na juneće meso. U Švedskoj su ispitivane ovce kao mogući rezervoari ovog patogena. Bez obzira na to što je utvrđen veliki broj pozitivnih uzoraka *Y. enterocolitica*, nisu dokazani patogeni biotipovi *Y. enterocolitica*. Autori navode da je najveći broj ovog patogenog mikroorganizma bio biotip 1A, koji u najvećem broju dosadašnjih istraživanja nije bio patogen za čoveka. Međutim, postoje istraživanja koja navode da biotip 1A može biti patogen za čoveka (Soderqvist i sar., 2012). U Norveškoj je pojava infekcija sa *Y. enterocolitica* kod koza izazvana biotipom 5 (serotip O:2). Meso koza takođe može biti izvor infekcije za ljude (Ivanović i sar., 2011). Mogućnost prenošenja *Y. enterocolitica* iz digestivnog trakta životinja u meso najčešće se objašnjava lošom higijenskom praksom u klanicama, odnosno nepo-

štovanjem principa GMP (*Good Manufacturing Practices*) i GHP (*Good Hygiene Practices*). Sekundarna kontaminacija ima poseban značaj zbog mogućnosti stvaranja biofilma *Y. enterocolitica* (Kim i sar., 2008). Biofilm je često nemoguće odstraniti standardnim metodama čišćenja i dezinfekcije unutar objekata za preradu mesa, što dodatno predstavlja rizik za kontaminaciju mesa.

Pozitivni testovi u serološkim kontrolama na brucelozu kod brucela negativnih grla u nekim slučajevima pokazali su unakrsnu reakciju na *Y. enterocolitica* serotip O:9, što ukazuje da goveda mogu biti asimptomatski nosioci ovog serotipa (Malašević, 2012; Krnjaić i sar., 2000).

Y. ENTEROCOLITICA U DRUGIM VRSTAMA HRANE/Y. ENTEROCILITICA IN OTHER TYPES OF FOOD

Pored mesa, kao izvor infekcije *Y. enterocolitica* povrće se navodi kao mogući uzročnik ovog patogena. U tom slučaju, najčešće se povrće kontaminira prilikom upotrebe organskih đubriva (Beuchat, 2002). Poslednjih nekoliko godina rizik od pojave jersinioze preko kontaminiranog povrća je u stalnom porastu. Ovo se objašnjava prevashodno izbegavanjem

termičke obrade povrća (konzumiranje povrća kroz različite napitke, presna ishrana itd.), u cilju očuvanja svih nutritivnih svojstava povrća. Međutim, upotreba ovakvih proizvoda obično je veoma kratka i najčešće se čuvaju na temperaturi frižidera, što može inhibirati rast pojedinih bakterija iz porodice *Enterobacteriaceae*, ali ne i *Yersinia* spp. Naime, ovo se objašnjava činjenicom da je *Y. enterocolitica* psihrotrofni mikroorganizam i ima mogućnost razmnožavanja na temperaturi frižidera, što može predstavljati ozbiljan rizik po zdravlje ljudi (Jiang i sar., 2000).

Y. enterocolitica biotip 1B (serotip O:8) (Ackers i sar., 2000) je najčešće izolovana iz mleka i mlečnih proizvoda. Izvori kontaminacije su verovatno kontaminirane površine nakon pasterezacije, slabo oprane boce, kontaminirana spoljašnja ambalaža ili kontaminirani krajnji proizvodi od sirovog mleka. Pasterizovano mleko je idealan medijum za rast i razmnožavanje *Y. enterocolitica*. Sojevi *Y. enterocolitica* su izolovani iz mleka i mlečnih proizvoda, ali je većina izolata bila nepatogena. Kontaminirano pasterizovano mleko i kontaminirano čokoladno mleko dovode se u vezu sa *Y. enterocolitica* (Ackers i sar., 2000). *Y. enterocolitica* je izolovana iz tofu sira (*Anachaipattana* i sar., 2012).

U Finskoj *Y. enterocolitica* je izolovana u 8% uzoraka pripremljenog, prethodno isečenog povrća, a u Novreškoj je *Y. enterocolitica* izolovana je PCR metodom iz zelene salate (Johannessen i sar., 2000). Bunari, reke i izvori su podložni kontaminaciji fecesom divljih i domaćih životinja, ali i izlivanjem sadržaja iz septičkih jama, tako da je voda moguć izvor *Y. enterocolitica*. U vodi je najčešće izolovana *Y. enterocolitica* biotip 1A.

USLOVI ZA RAST I RAZMNOŽAVANJE *Y. ENTEROCOLITICA* U HRANI/CONDITIONS FOR GROWTH AND REPRODUCTION *Y. ENTEROCOLITICA* IN FOOD

Y. enterocolitica ima sposobnost umnožavanja na niskim temperaturama, odnosno ona pripada grupi psihrotrofnih mikroorganizama. Zabeležen je opseg rasta od -2°C do 42°C. Optimalna temperatura rasta je od 28°C do 29°C. *Yersinia enterocolitica* ima sposobnost unmožavanja u hrani kao što je meso i mleko, na temperaturi koja je ispod 0°C. Važno je napomenuti da *Yersinia enterocolitica* ima znatno veći potencijal razmnožavanja na temperaturi frižidera u odnosu na *L. monocytogenes*. Rezultati istraživanja su pokazali da u hrani sa neutralnom pH vrednosti, skladištenoj na 5°C, broj *Y. enterocolitica* sa 10/ml može se povećati na 2.8×10^7 /ml u periodu od 5 dana. *Yersinia enterocolitica* preživljava u zamrznu-toj hrani koja se čuva na -20°C. Toplotni tretman sirovog mleka na pri temperaturi od 60°C do 70°C u trajanju od 16,2 sekunde brzo inaktivise *Y. enterocolitica* (Ivanović, 2014).

Minimalan pH za rast *Y. enterocolitica* je između 4,2 i 4,4 (Kendall i Gilbert, 1980). Prisustvo organske kiseline smanjuje sposobnost *Y. enterocolitica* da se umnožava na niskim vrednostima pH. Si-rćetna kiselina ima jače inhibitorno dejstvo nego mlečna kiselina i limunska kiselina (Brocklehurst i Lund, 1990). Nema mogućnost rasta na pH ispod 4,2 ili iznad 9 (Kendall i Gilbert, 1980). Bhaduri (2011) je izveo eksperiment promenom pH vrednosti hrane, gde su

vrednosti pH bile 4,5 i 6. Broj ćelija sa smanjenom patogenošću bio je oko 5%, dok je 95% ćelija zadržalo svoju patogenost. Međutim na pH vrednosti 3, sve ćelije su bile apatogene.

Vrednost aktivnosti vode pri kojoj je optimalan rast *Y. enterocolitica* je oko 0,96 (Bonardi i sar., 2003). Ovaj alimentarni patogeni mikroorganizam ima sposobnost rasta u uslovima sa dodatkom 5% kuhinjske soli. Međutim, u uslovima sa 7% kuhinjske soli nema sposobnost rasta. Bhaduri (2011) je došao do rezultata da dodatak kuhinjske soli u namirnice u koncentraciji od 0,5, 2 i 5% znatno smanjuje razmnožavanje *Y. enterocolitica*.

Kao fakultativan anaerobni mikroorganizam, modifikovana atmosfera ima efekat na rast *Y. enterocolitica*. Rast *Y. enterocolitica* je bio u potpunosti inhibiran na 4°C i 10°C u modifikovanoj atmosferi od 60%CO₂/0,4%CO, dok je broj bakterija u uzorcima sa visokim sadržajem O₂ (70%O₂/30%CO₂) bio uvećan. Uticaj modifikovane atmosfere na rast i razmnožavanje *Y. enterocolitica* zavisi i od vrste i koncentracije gasova u koju se meso pakuje (Ivanović i sar., 2014, Ivanović, 2014). Prosečan broj *Y. enterocolitica* u uzorcima mlevenog mesa je bio znatno manji u uzorcima koji su pakovani u modifikovanu atmosferu, gde je odnos gasova bio 20% O₂/50%CO₂/30% N₂, u odnosu na uzorke koji su bili upakovani u modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 30% CO₂/ 50% N₂ (Ivanović i sar., 2015c).

Zbog psihrotrofnih karakteristika *Y. enterocolitica* ima sposobnost umnožavanja tokom skladištenja mesa i proizvoda od mesa. Međutim, sposobnost da opstane, pored velikog broja psihrotrofnih mikroorganizama koji se nalaze uo-

bičajeno u mesu, pri odgovarajućoj pH vrednosti, jeste mala, posebno pri niskim temperaturama. Na većim temperaturama (>5 °C) i u mesu sa većom pH vrednošću, *Y. enterocolitica* se može umnožavati. Ovaj patogen nema sposobnost preživljavanja pasterizacije i kuvanja. Pored značajnog uticaja pH vrednosti i temperature skladištenja, mnoge druge bakterije mogu imati inhibitorski efekat na *Y. enterocolitica*. To se posebno odnosi na fermentisane proizvode od mesa (kobasice) i prisustvo uobičajene mikroflore, pre svega, bakterija mlečne kiseline (Ivanović i sar., 2015b). U ispitivanju mogućnosti inaktivacije *Y. enterocolitica* odabranim vrstama bakterija mlečne kiseline (*Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus* i *Staphylococcus xylosus*) Mitrović (2016) dokazala je inhibiciju rasta ovog patogena, gde na kraju ogleada *Y. enterocolitica* u fermentisanim kobasicama nije utvrđena. Upotreba fermentacijskih i starter kultura može da spreči rast *Y. enterocolitica*. Antagonistički efekat odabranih mlečno-kiselinskih bakterija na *Y. enterocolitica* sojeve dokazan je kod proizvoda od mesa, posebno u fermentisanim kobasicama (Gomolka-Pawlicka i sar., 2003). Postoje primeri preživljavanja *Y. enterocolitica* u feta siru u kojem je za kontrolu korišćena *Streptococcus cremoris* (Erkmen, 1996). *Y. enterocolitica* dobro raste pri 8°C u vakuum pakovanju kuvane šunke i kobasica u prisustvu 10⁻⁵ CFU/g bakterija mlečne kiseline. Efekat mlečne kiseline na rast *Y. enterocolitica* je veći u anaerobnim nego u aerobnim uslovima, iako se pokazalo da je bakterija tolerantnija prema niskoj pH u anaerobnoj atmosferi nego aerobnoj u odsustvu mlečne kiseline.

Čuvanje ribe i proizvoda od ribe,

mesa i proizvoda od mesa, kao i mleka, kontaminiranih sa *Y. enterocolitica*, pri 0-4°C, može dovesti do intenzivnog umnožavanja ovog patogenog mikroorganizma (Tudor i sar., 2008). Bracket (1986) je identifikovao *Y. enterocolitica* u hrani koja je čuvana pri pH 4, tokom 21 dan na temperaturi od 5°C. Veliki broj studija pokazuje da se infekcije ljudi sa *Y. enterocolitica* mogu povezati sa klimom i vremenskim uslovima (Wang i sar., 2008).

IZOLACIJA *Y. ENTEROCOLITICA* I MOGUĆI PROBLEMI/ISOLATION OF *Y. ENTEROCOLITICA* AND POSSIBLE PROBLEMS

Za izolaciju *Y. enterocolitica* danas se koristi ISO metoda, 10273:2003, Mikrobiologija hrane i hrane za životinje - Horizontalna metoda za otkrivanje *Yersinia enterocolitica*. Ova metoda daje precizna uputstva za izolaciju ovog patogenog mikroorganizma, kao i detaljne podatke o podlogama i temperaturnim režimima inkubacije. Međutim, mnogi autori navode da ova metoda ima niz nedostataka koji mogu uticati na konačan rezultat izolacije (Zadernowska i sar., 2014; Van Damme i sar., 2013, Van Damme i sar., 2010; Fredriksson-Ahomaa i sar., 2008).

Kod poređenja različitih metoda za izolaciju *Y. enterocolitica* treba uzeti u obzir veličinu uzorka, proces uzorkovanja, upotrebu podloga za predobogaćenje itd. Danas je uobičajeno da se izolacija *Y. enterocolitica* vrši na CIN podlozi (Cefsulodin- Irgasan- Novobiocin). Ova podloga inhibira rast mnogih bakterija iz familija *Enterobacteriaceae*, dok

utiče stimulatивно na rast *Y. enterocolitica*. *Y. enterocolitica* formira tipične kolonije na CIN podlozi (eng. bull` eye). Međutim, pojedine bakterije kao što su *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Serratia* i *Klebsiella* mogu dati slične kolonije na CIN podlozi kao i *Y. enterocolitica*. Iz tog razloga, postoji veliki broj lažno pozitivnih uzoraka na *Y. enterocolitica* (Zadernowska i sar., 2014).

Upotreba podloga za predobogaćenje zavisi od vrste uzoraka. Naime, Van Damme i sar. (2013) navode da upotreba PSB podloge daje bolje rezultate u izolaciji *Y. enterocolitica* ako je uzorak bris sa tonzila svinja, u odnosu na ITC podlogu, koji se pokazao kao bolja podloga u slučaju kada je uzorak tkivo tonzila. Ovo se može objasniti različitom koncentracijom patogenih *Y. enterocolitica* u uzorku, kao i kompetitivnim bakterijama. U poređenju sa nalazom *Y. enterocolitica* u tkivu tonzila, koncentracija *Y. enterocolitica* u brisevima tonzila, trupa i hrani je znatno manja (Van Damme i sar. 2013). Obogaćenje sa PSB podlogom na 25°C ima znatno bolji efekat na oporavak *Y. enterocolitica* u ispitivanom uzorku u odnosu na hladan lanac izolacije. Takođe, Van Damme i sar. (2013) daju preporuke da su bolji rezultati izolacije kada je obogaćenje na PSB podlozi dva dana (u odnosu na pet dana izolacije, kako je bila ranija praksa).

U različitim evropskim studijama *Y. enterocolitica* je izolovana na trupovima svinja između 0% i 22% (Fredriksson-Ahomaa i sar., 2000; Laukkanen i sar., 2009; Lindblad i sar., 2007; Nesbakken i sar., 2008) korišćenjem kulturalnih tehnika. Međutim, upotreba PCR svakako je senzitivnija metoda za detekciju *Y. enterocolitica*.

ZAHVALNICA/ ACKNOWLEDGEMENT:

Ovaj rad predstavlja rezultat projekta TR31034 finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011-2016. godine).

LITERATURA/REFERENCES:

1. Ackers M. L., S. Schoenfeld, J. Markman (2000): *An outbreak of O:8 infections associated with pasteurized milk*, Journal of Infectious Diseases, 181, 5: 1834–1837.
2. Ananchaipattana C., Hosotani Y., Kawasaki S., Pongsawat S., Latiful B. M., Isobe S., et al. (2012): *Bacterial contamination of soybean curd (tofu) sold in Thailand*. Food Science and Technology Research, 18, 6: 843–848.
3. Anon, EFSA (2009): *The community summary report on trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union in 2007*, EFSA Journal, 23: 8–13.
4. Anon, EFSA (2011): *Scientific opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat from swine*. EFSA Journal, 2351.
5. Anon., European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control (2012): *The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010*, EFSA Journal, 10: 1–442.
6. Baltić Ž. M., Ivanović J., Dokmanović M., Marković R., Todorović M., Lončina J., Bošković M (2013): *Yersinia enterocolitica* - Izvori i putevi kontaminacije trupova svinja, Savremena poljoprivreda 62: 109-117.
7. Baumgartner A., Kuffer M. Suter D., Jemmi T., Rohner P (2007): *Antimicrobial resistance of Yersinia enterocolitica strains from human patients, pigs and retail pork in Switzerland*. Int. J. Food Microbiol 115: 110-114.
8. Bercovier H., Mollaret H.H., Alonso J.M., Brault J., Fanning G.R., Steigerwalt A.G., Brenner D.J., (1981): *In Validation of the publication of new names and new combinations previously effectively published outside the IJSB*. List no. 7. Int. J. Syst. Bacteriol. 31: 382–383.
9. Beuchat L. R (2002): *Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables*. Food Control 7: 223-228.
10. Bhaduri S (2005): *Survival, injury, and virulence of freeze-stressed plasmid-bearing virulent Yersinia enterocolitica in ground pork* Foodborne Pathogens and Disease, 2, 4: 353–356.
11. Bhaduri S (2011): *Effect of salt and acidic pH on the stability of virulence plasmid (pYV) in Yersinia enterocolitica and expression of virulence-associated characteristics*. Food Microbiology 28, 1:171–173.
12. Blagojevic B., Antic D (2014): *Assessment of potential contribution of official meat inspection and abattoir process hygiene to biological safety assurance of final beef and pork carcasses*. Food Control 36 : 174-182.
13. Blagojevic B., Antic D., Ducic M., Buncic, S (2011): *Ratio between carcass and skin microflora as an abattoir*

- process hygiene indicator*. Food Control, 22: 186-190.
14. Bonardi S., Brindani F., Pizzin G., Lucidi L., D'Incau M., Liebana E., Morabito S (2003): *Detection of Salmonella spp., Yersinia enterocolitica and verocytotoxin producing Escherichia coli O157 in pigs in slaughter in Italy*. Int. J. Food Microbiol 85: 101-110.
 15. Bonardi S., Bassi L., Brindani F., D'Incau M., Barco L., Carra E., Pongolini S (2013): *Prevalence, characterization and antimicrobial susceptibility of Salmonella enterica and Yersinia enterocolitica in pigs at slaughter in Italy*. International journal of food microbiology, 163, 2: 248-257.
 16. Bracket R. E (1986): *Growth and survival of Yersinia enterocolitica at acidic pH*. Int J. Food Microbiol 3: 243-251.
 17. Brocklehorst T.F., Lund B.M (1990): *The influence of pH, temperature and organic acid on the initiation of growth of Yersinia enterocolitica*. J Appl Bacteriol 69:390-397.
 18. Buncic S. (2015): *Biological meat safety: challenges today and the day after tomorrow*. Procedia Food Science 5: 26 – 29.
 19. Buncic, S. (2006): *Integrated food safety and veterinary public health*. Oxfordshire, UK: ABL.
 20. Byun J. W., Yoon S. S., Lim S. K., Lee O. S., Jung, B. Y (2011): *Hepatic yersiniosis caused by Yersinia enterocolitica 4: O3 in an adult dog*. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 23, 2: 376-378.
 21. Capita R., Alonso-Calleja C., Prieto M., del Camino García-Fernández M., Moreno B (2002): *Incidence and pathogenicity of Yersinia spp. isolates from poultry in Spain*. Food microbiology, 19(4): 295-301.
 22. Dallal M. M. S., Doyle M. P., Reza-dehbashi M., Dabiri H., Sanaei M., Modarresi S., Sharifi-Yazdi M. K (2010): *Prevalence and antimicrobial resistance profiles of Salmonella serotypes, Campylobacter and Yersinia spp. isolated from retail chicken and beef, Tehran, Iran*. Food Control, 21,4: 388-392.
 23. Erkmén O (1996): *Survival of virulent Yersinia enterocolitica during the manufacture and storage of Turkish Feta cheese*, International Journal of Food Microbiology, 33: 285-292
 24. Fenwick S., Madie P., Wilks C(1994): *Duration of carriage and transmission of Yersinia enterocolitica biotype 4, serotype O:3 in dogs*, Epidemiology and Infection, 113: 471-477
 25. Fredriksson-Ahomaa M., Korte T, Korkeala H (2000): *Contamination of carcasses, offals, and the environment with yadA-positive Yersinia enterocolitica in a pig slaughterhouse*, Journal of Food Protection 63.: 31-35
 26. Fredriksson-Ahomaa M, Korte T, Korkeala H (2001): *Transmission of Yersinia enterocolitica 4/O:3 to pets via contaminated pork*, Letters in Applied Microbiology 32 6: 375-378.
 27. Fredriksson-Ahomaa M., Korkeala H (2003): *Low occurrence of pathogenic Yersinia enterocolitica in clinical, food, and environmental samples: a methodological problem*. Clinical Microbiology Reviews, 16 2: 220-229.

28. Fredriksson-Ahomaa M., Stolle A., Korkeala H (2006a): *Molecular epidemiology of Yersinia enterocolitica infections*. FEMS Immunol. Med. Microbiol. 47: 315–329.
29. Fredriksson-Ahomaa M., Stolle A., Siitonen A., Korkeala H (2006b): *Sporadic human Yersinia enterocolitica infections caused by bio-serotype 4/O: 3 originate mainly from pigs*. Journal of medical microbiology 55 6: 747-749.
30. Fredriksson-Ahomaa M., Stolle A., Stephan R (2007): *Prevalence of pathogenic Yersinia enterocolitica in pigs slaughtered at a Swiss abattoir*. Int. J. Food Microbiol 119: 207–212.
31. Fredriksson-Ahomaa M, Hartmann B., Wacheck S., Stolle A (2008): *Evaluation of the ISO 10273 method for isolation of Yersinia enterocolitica 4/O:3 in food samples*, Archiv fur Lebensmittelhygiene, 59: 99–102.
32. Fredriksson-Ahomaa M., Gerhardt M., Stolle A (2009): *High bacterial contamination of pig tonsils at slaughter*. Meat Sci 83: 334-336.
33. Gomółka-Pawlicka M., Uradziński J., Wiszniewska A (2003): *Effect of chosen lactic acid bacteria strains on Staphylococcus aureus in vitro as well as in meat and raw sausages*. Polish journal of veterinary sciences 7: 251-259.
34. Grahek-Ogden D, Nygård K, Lassen J (2006): *Outbreak of Yersinia enterocolitica O:9 infections in the counties of Vestfold and Østfold [in Norwegian]* [Norwegian Institute of Public Health, Oslo, Norway] Communicable Diseases Report. 34:7.
35. Greene C.E (2006): *Infectious diseases of the dog and cat WB Saunders*, Elsevier Science
36. Hayashidani Y, Ishiyama T, A. Okatani et al, (2003): *Molecular genetic typing of Yersinia enterocolitica serovar O:8 isolated in Japan*, Advances in Experimental Medicine and Biology, 529: 363–365.
37. Higgs J. D (2000): *The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality*. Trends in Food Science & Technology, 11: 85–95.
38. Ivanović J., Baltić Ž. M., Karabasil N., Dimitrijević M., Antić N., Janjić J., Đorđević J (2013): *Ispitivanje mikrobiološke kontaminacije površina koje dolaze u kontakt sa mesom u objektu za preradu mesa*. Tehnologija mesa, 54, 2: 110-116.
39. Ivanović J. (2014). *Ispitivanje uticaja različitih načina pakovanja na rast Yersinia enterocolitica u mesu svinja*. Doktorska disertacija, Beograd.
40. Ivanovic J., Janjic J., Boskovic B., Baltic M., Dokmanovic M., Djordjevic V., Glamoclija N. (2014): *Survival Yersinia enterocolitica in Ground Pork Meat in Different Packages*. Journal of Pure and Applied microbiology, 8: 4317-4323.
41. Ivanovic, J., Pantic, S., Dokmanovic, M., Glamoclija, N., Markovic, R., Janjic, J., & Baltic, M. Z. (2015a): *Effect of Conjugated Linoleic Acids in Pig Nutrition on Quality of Meat*. Procedia Food Science 5: 105-108.
42. Ivanovic J., Mitrovic R., Janjic J., Boskovic M., Đorđević V., Djordjevic J., Baltić T. and Baltic, M (2015b): *Inactivation of Yersinia enterocolitica in Fermented Sausages during Fermentation*. Journal of Agricultural Science and Technology, 640-648.
43. Ivanovic J., Janjic, J., Đorđević, V., Dokmanović, M., Bošković, M., Marković, R., & Baltić, M (2015c): *The*

- Effect of Different Packaging Conditions, pH and Lactobacillus spp. on the Growth of Yersinia enterocolitica in Pork Meat.* Journal of Food Processing and Preservation. 39: 2773-2779.
44. Ivanović S., Pavlović I., Žujović M., Tomić, Z (2011): *Goat meat, a possible source of Yersinia enterocolitica.* In *Međunarodno savetovanje industrije mesa= International Meat Industry Conference, 56, Tara (Serbia), 12-15 Jun 2011.* Institut za higijenu i tehnologiju mesa.
45. Jackson V., Blair I., McDowell D., Kennedy J., Bolton D (2007): *The incidence of significant foodborne pathogens in domestic refrigerators.* Food Control 18 4: 346-351.
46. Jiang G.C., Kang D.H., Fung D.Y (2000): *Enrichment procedures and plating media for isolation of Yersinia enterocolitica.* J. Food Protect 63: 1483-1486.
47. Johannessen G.S., Kapperud G., Kruse H. (2000): *Occurrence of pathogenic Yersinia enterocolitica in Norwegian pork products determined by a PCR method and a traditional culturing method.* International Journal of Food Microbiology, 54: 75-80.
48. Kendall M., Gilbert R. J. (1980): *Survival and growth of Yersinia enterocolitica in broth media and in food. In Microbial growth and survival in extremes of environment* (pp. 215-226). Academic Press New York.
49. Kim T. J., Young B. M., Young G M (2008): *Effect of flagellar mutations on Yersinia enterocolitica biofilm formation.* Applied and environmental microbiology, 74 17: 5466-5474.
50. Krnjaić D., Asanin Ružica, Plavsić B., (2000): *Antigena srodnost gram negativnih bakterija sa pojavom cross reaktivnosti u serološkim reakcijama.* Zbornik naučnih radova, Institut PKB agroekonomik, 6: 511 - 517
51. Lai Kuan Tan, Peck Toung Ooi, Kwai Lin Thong (2014): *Prevalence of Yersinia enterocolitica from food and pigs in selected states of Malaysia.* Food Control. 35: 94-100.
52. Laukkanen R., P.O. Martinez, K.M. Siekkinen, J. Ranta, R. Maijala, H. Korkeala (2009): *Contamination of carcasses with human pathogenic Yersinia enterocolitica 4/O:3 originates from pigs infected on farms,* Foodborne Pathogens and Disease, 6:681-688
53. Laukkanen-Ninios R., Fredriksson-Ahomaa M., Maijala R., Korkeala, H (2014): *High prevalence of pathogenic Yersinia enterocolitica in pig cheeks.* Food microbiology, 43: 50-52.
54. Leclercq A., Carniel E (2004): *Caractéristiques des souches de Yersinia enterocolitica reçues au CNR en 2003.* Fascicule n°4 du CNR de la peste et autres yersiniozes.
55. Lindblad M., Lindmark H., Lanibertz S.T, Lindqvist R (2007): *Microbiological baseline study of swine carcasses at Swedish slaughterhouses,* Journal of Food Protection, 70:1790-1797
56. Malašević M (2012): *Ocena rizika i opcije za redukciju rizika od Yersinia enterocolitica u mesu svinja,* Master rad, Novi Sad
57. Marković R., Todorović M., Pantić S., Baltić M., Ivanović J., Jakić-Dimić D., Šefer D., Petrujkić B., Radulović S

- (2015a): *Effect of the diet on improvement of the fatty acid composition of pig meat*. First International Symposium of Veterinary Medicine-ISVM215. 148-156.
58. Marković R., Baltić Ž.M., Pavlović M., Glišić M., Radulović S., Đorđević V., Šefer D (2015b): *Isoflavones- from biotechnology to functional foods*, *Procedia Food Science* 5: 176-179.
59. Martínez P., Fredriksson-Ahomaa M., Pallotti A., Rosmini R., Houf K., Korkeala H (2011): *Variation in the prevalence of enteropathogenic Yersinia in slaughter pigs from Belgium, Italy, and Spain*, *Foodborne Pathogens and Disease*, 8:445-450.
60. Mitrović R. (2016): *Ispitivanje mogućnosti inaktivacije Yersinia enterocolitica u fermentisanim kobasicama*. Doktorska disertacija. Fakultet veterinarske medicine. Univerzitet u Beogradu. 1-153. UDK broj: 637.523':579.842.
61. Nesbakken T, Eckner K., Rotterud O. J (2008): *The effect of blast chilling on occurrence of human pathogenic Yersinia enterocolitica compared to Campylobacter spp. and numbers of hygienic indicators on pig carcasses*, *International Journal of Food Microbiology* 123: 130-133.
62. Neuhaus K., Francis K. P., Rapposch S., Görg A., Scherer S (1999): *Pathogenic Yersinia species carry a novel, cold-inducible major cold shock protein tandem gene duplication producing both bicistronic and monocistronic mRNA*. *Journal of Bacteriology* 181 20: 6449-6455.
63. Nissen H., Alvseike O., Bredholt S. Nesbakken T (2000): *Comparison between growth of Yersinia enterocolitica, Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 and Salmonella spp. In ground beef packed by three commercially used packaging techniques*, *Int J Food Microbiol* 59: 211-20.
64. Norrung B., Buncic S (2008): *Microbial safety of meat in the European Union*. *Meat Science* 78: 14-24.
65. Okwori A. E., Martínez P. O., Fredriksson-Ahomaa M., Agina S. E., Korkeala H (2009): *Pathogenic Yersinia enterocolitica 2/0: 9 and Yersinia pseudotuberculosis 1/0: 1 strains isolated from human and non-human sources in the Plateau State of Nigeria*. *Food microbiology*, 26 8: 872-875.
66. Pantić S (2014): *Uticaj konjugovane linolne kiseline na proizvodne rezultate, kvalitet mesa i proizvoda od mesa svinja u tovu*. Doktorska Disertacija. Fakultet veterinarske medicine. Univerzitet u Beogradu.
67. Rahman A., Bonny T. S., Stonsaovapak S., Ananchaipattana, C (2011): *Yersinia enterocolitica: Epidemiological studies and outbreaks*. *Journal of pathogens*, 2011.
68. Sabina Y., Rahman A., Ray R. C., Montet, D (2011): *Yersinia enterocolitica: mode of transmission, molecular insights of virulence, and pathogenesis of infection*. *Journal of pathogens*, 2011.
69. Sakai T., Nakayama A., Hashida M., Yamamoto Y., Takebe H., Imai, S (2005): *Outbreak of food poisoning by Yersinia enterocolitica serotype O8 in Nara prefecture: the first case report in Japan*. *Japanese journal of infectious diseases* 58 4: 257.
70. Savin C, Carniel E (2008): *Les diarrhées d'origine bactérienne: le cas de Yersinia enterocolitica*. *Rev Fr Lab*

- 400: 49–58.
71. Scallan E., Hoekstra R. M., Angulo F. J., Tauxe R. V., Widdowson M. A., Roy S. L., Griffin, P. M (2011): *Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens. Emerg Infect Dis*, 17(1).
72. Söderqvist K., Boqvist S., Wauters G., Vågsholm I., Thisted-Lambertz S (2012): *Yersinia enterocolitica* in sheep—a high frequency of biotype 1A. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 54 1: 1.
73. Stamm I., Hailer M., Depner B., Kopp P., Rau J (2013): *Yersinia enterocolitica* in diagnostic fecal samples of European dogs and cats: identification by FT-IR and MALDI-TOF MS, *Journal of Clinical Microbiology* <http://dx.doi.org/10.1128/JCM.02506-12>
74. Tan L. K., Ooi P. T., Thong, K. L (2014): *Prevalence of Yersinia enterocolitica* from food and pigs in selected states of Malaysia. *Food Control* 35 1: 94-100.
75. Tudor L., Togoe I., Pop A., Mitranescu E (2008): *The Yersinia enterocolitica* species tolerance to temperature. *Romanian Biotechnological Letters* 13, 5: 17-22.
76. USDA (2011): *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*, Release 24. (Retrieved from <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>)
77. Van Damme I., Habib I., Zutter L. De (2010): *Yersinia enterocolitica* in slaughter pig tonsils: enumeration and detection by enrichment versus direct plating culture. *Food Microbiology* 27: 158–161
78. Van Damme I., Berkvens D., Botteidoorn N., Dierick K., Wits J., Pochet B., De Zutter L (2013): *Evaluation of the ISO 10273: 2003 method for the isolation of human pathogenic Yersinia enterocolitica from pig carcasses and minced meat*. *Food microbiology* 36, 2: 170-175.
79. Vishnubhatla A., R.D. Oberst, D.Y.C. Fung, W. Wonglumsom, M.P. Hays, T.G. Nagaraja (2001): *Evaluation of a 5-nuclease (TaqMan) assay for the detection of virulent strains of Yersinia enterocolitica in raw meat and tofu samples*. *Journal of Food Protection* 64, 355–360
80. Verhaegen J, Charlier J, Lemmens P, Delmee M, Van Noyen R, Verbist L (1998): *Surveillance of human Yersinia enterocolitica infections in Belgium: 1967-1996*. *Clin Infect Dis* 27(1):59-64.
81. Viridi J. S., Sachdeva P. (2005): *Molecular heterogeneity in Yersinia enterocolitica and 'Y. enterocolitica-like' species—Implications for epidemiology, typing and taxonomy*. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 45(1): 1-10.
82. Wang X., Qiu H., Jin D., Cui Z., Kan B., Xiao Y., Wang X. (2008): *O: 8 serotype Yersinia enterocolitica* strains in China. *International journal of food microbiology* 125 3: 259-266.
83. Wang X., Cui Z., Jin D., Tang L., Xia S., Wang H., Xu, J (2009): *Distribution of pathogenic Yersinia enterocolitica in China*. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*, 28 10: 1237-1244.
84. Wang X., Z. Cui, H. Wang, L. Tang, J. Yang, L. Gu, et al., (2010): *Pathogenic strains of Yersinia enterocolitica isolated from domestic dogs (Canis familiaris) belonging to farmers are of the same subtype as pathogenic*

- Y. enterocolitica* strains isolated from humans and may be a source of human infection in Jiangsu Province, China Journal of Clinical Microbiology 48 5:1604–1610.
85. Weagant S. D (2008): *A new chromogenic agar medium for detection of potentially virulent Yersinia enterocolitica*. J. Microbiol. Methods 72: 185-90.
86. Wesley IV, Bhaduri S, Bush E (2008): *Prevalence of Yersinia enterocolitica in market weight hogs in the United States*. J Food Prot 71:1162–8.
87. Zadernowska A., Chajęcka-Wierzychowska W., Łaniewska-Trokenheim Ł (2014): *Yersinia enterocolitica: a dangerous, but often ignored, food-borne pathogen*. Food Reviews International 30 1: 53-70.