

cess Contamination. In: Processing of Poultry. Ur. G. C. Mead. Elsevier Science Publishers Ltd., 183-220.

**Mioković, B., B. Njari, L. Kozačinski, N. Zdolec (2004):** Utjecaj postupaka uzorkovanja na mikrobiološku ispravnost namirnica animalnog porijekla. Meso IV, 6, 46-49.

**Moore, J. E., T. S. Wilson, D. R. A. Wareing, T. J. Humphrey, P. G. Murphy (2002):** Prevalence of thermophilic Campylobacter spp. in ready-to-eat foods and raw poultry in Northern Ireland. Journal of Food Protection 65, 1326-1328.

**Olson, V. M., B. Swaminathan, D. E. Pratt, W. J. Stadelman (1981):** Effect of five cycle rapid freeze – thaw treatment in conjunction with various chemicals for the reduction of Salmonella typhimurium. Poultry Science 60, 1822-1826.

**Pettersen, M. K., M. B. Mielnik, T. Eie, G. Skrede, A. Nilsson (2004):** Lipid oxidation in frozen, mechanically deboned turkey meat as affected by packing parameters and storage conditions. Poultry Science 83, 1240-1248.

**Pikul, J., A. Niewiarowicz, J. Kijowski (1983):** Influence of antioxidants on stability of mechanically deboned, frozen poultry meat. Fleischwirtschaft 63, 960-964.

**Peplow, M. O., M. Correa-Prisant, M.E. Stebbins, F. Jones, P. Davies (1999):** Sensitivity, specificity, and predictive values of three Salmonella rapid detection kits using fresh and frozen poultry environmental samples versus those of standard plating. Applied and Environmental Microbiology 65, 1055-1060.

**Schantz, E. J., E. A. Johnson (1992):** Properties and use of botulinum toxin and other microbial neurotoxins in medicine. Microbiological Reviews 56, 80-89.

**Sheridan, J. J. (1997):** The effect of freezing on the survival of pathogens in different meat types and the effect of varying lean fat ratios. Hygiene review, The Society of Food Hygiene and Technology.

**Smith, M. G. (1995):** Survival of E. coli and Salmonella after chilling and freezing in liquid media. Journal of Food Science 60, 509-512.

**Stead, D., S. F. Park (2000):** Roles of Fe superoxide dismutase and catalase in resistance of Campylobacter coli to freeze – thaw

stress. Applied and Environmental Microbiology 66, 110-3112.

**Stern, N. J. (1985):** Enumeration and reduction of Campylobacter jejuni in poultry and red meats. Journal of Food Protection 48, 606-610.

**Thévenot, D., M. L. Delignette-Muller, S. Christieans, C. Vernozy-Rozand (2005):** Prevalence of Listeria monocytogenes in 13 dried sausage processing plants and their products. International Journal of Food Microbiology 102, 85-94.

**Varnam, A., J. M. Sutherland (1995):** Meat and products - technology, chemistry and microbiology. Vol. 3, Chapman Hall. London.

**Willayat, M. M., G. N. Sheikh, R. Ahmed, G. Das (2006):** Isolation of Salmonella serotypes from fresh and frozen chicken. Indian Veterinary Journal 83, 1253-1255.

**Zhao, T., G. O. I. Ezeike, M. P. Doyle, Y.-C. Hung, R. S. Howell (2003):** Reduction of Campylobacter jejuni on poultry by low-temperature treatment. Journal of Food Protection 66, 652-655.

**Živković, J. (1989):** Značenje Salmonella spp u proizvodnji i ocjeni higijenske ispravnosti mesa peradi. Tehnologija mesa 31, 32-36.

**Živković, J., B. Mioković, B. Njari (1998):** Occurrence and control of Listeria spp. in ready-cooked meals prepared with chicken meat. Fleischwirtschaft 78, 798-800.

**Živković, J. (pripremio i dopunio M. Hadžiosmanović) (2001):** Higijena i tehnologija mesa. I dio. Veterinarsko-sanitarni nadzor životinja za klanje i mesa. "Orbis" Zagreb. 147-157.

\* Rad je izvadak iz diplomskog rada Miroslava Jagice, dr. vet. med. (mentor prof. dr. sc. Lidija Kozačinski, komentor dr. sc. Nevijo Zdolec).

\* Rad na projektima financiranima od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH projekti broj 053-0531854-1851 i 053-0531854-1853.

**Prispjelo / Received:** 28.9.2007.

**Prihvaćeno / Accepted:** 5.10.2007. ■

## ARCOBACTER SPP.

Filipović<sup>1</sup>, I., Benussi-Skukan<sup>2</sup>, A., N. Zdolec<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Bakterije roda *Arcobacter* pripadaju porodici *Campylobacteriaceae*, no od *Campylobacter* vrsta razlikuje se po

sposobnosti rasta na 15 °C i u aerobnim uvjetima. Ove bakterije izolirane su iz oboljelih životinja, ljudi, ali i s trupova životinja nakon klaoničke obrade, te svježeg mesa,

<sup>1</sup> Ivana Filipović, dr.vet.med., znanstvena novakinja-asistentica; dr. sc. Nevijo Zdolec, znanstveni novak – viši asistent, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za higijenu i tehnologiju animalnih namirnica, Heinzelova 55, Zagreb

<sup>2</sup> Mr. sc. Andrea Benussi Skukan, Voditelj odjela za mikrobiološku kontrolu namirnica i predmeta opće uporabe Centar za kontrolu namirnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Zagreb, Jagićeva 31

kao i vode. Farmske životinje, posebice perad, smatraju se rezervoarima bakterije. Razvijene su različite mikrobiološke metode za izolaciju *Arcobacter* spp., ali standardni protokol još uvijek ne postoji. Za brzu i specifičnu identifikaciju osnovane su metode bazirane na DNA. Iako su faktori virulencije i patogenost *Arcobacter* spp. i dalje predmet ispitivanja, potrebno je razviti mjere za eliminaciju ovog hazarda iz prehrambenog lanca.

**Ključne riječi:** *Arcobacter* spp., izolacija

## UVOD

Bakterije roda *Arcobacter* su Gram-negativni, lagano zavijeni i pokretni mikroorganizmi. *Arcobacter* spp. prvi puta je izoliran iz abortiranih fetusa svinja i goveda (Ellis i sur., 1977, 1978), te se smatrao aerotolerantim kampilobakterom. Zbog svojih fenotipskih i filogenetskih sličnosti s kampilobakterom, rod je danas svrstan u porodicu *Campylobacteriaceae*. Svojstva po kojima se može razlikovati od *Campylobacter* spp. su sposobnost rasta u aerobnim uvjetima te na niskim temperaturama (od 15 do 25 °C) (Vandamme i De Ley 1991). Rod *Arcobacter* za sada čine tri patogene vrste: *Arcobacter butzleri*, *Arcobacter cryaerophilus* (grupe 1A i 1B) te *Arcobacter skirrowii* (Vandamme i sur., 1991; Donachie i sur., 2005). *Arcobacter cibarius*, izoliran je s trupova brojlera (Houf i sur., 2005), ali njegov status kao potencijalno patogene bakterije tek treba biti utvrđen (Houf i sur., 2005; Son i sur., 2007). Nepatogene vrste *Arcobacter nitrofigilis* i *Arcobacter halophilus* izolirane su iz okoliša i još uvijek nisu utvrđene u ljudima ili životinjama (Donachie i sur., 2005; Van Driessche i Houf, 2007).

Dok su bakterije roda *Campylobacter* kao jedan od glavnih patogena koji se prenose hranom, obično povezane s peradi, tek u zadnjem desetljeću usmjerena je pažnja i na bakterije roda *Arcobacter* kao na potencijalno patogene vrste.

## PREVALENCIJA

*Arcobacter* spp. povezan je s različitim oboljenjima stoke, kao što su abortus, mastitis i enteritis (Skirrow, 1994; On i sur., 2002), no bakterije su izolirane i iz fecesa zdravih životinja i to mliječnih krava, svinja, ovaca i konja (Kabeya i sur., 2003.; Van Driessche i sur. 2003, 2005; Öngör i sur. 2004, Lehner i sur., 2005). *Arcobacter* spp. također je povezivan s enteritisom i bakterijemijom u ljudi (On i sur., 2002; Hsueh

i sur., 1997.; Engberg i sur. 2000; Wybo i sur. 2004), a rijetko je detektiran u krvnim uzorcima pacijenata s cirozom jetre ili akutnom gangrenoznom upalom slijepog crijeva (Yan i sur., 2000; Lau i sur. 2002). *Arcobacter butzleri* najčešće se povezuje s bolestima u ljudi kao što su enteritis, teška dijareja, septikemija i bakterijemija (Vandamme i sur., 1992; Lau i sur., 2002). Prema nedavnim istraživanjima provedenim u Belgiji i Francuskoj, *A. butzleri* identificiran je kao četvrta najčešća vrsta iz porodice *Campylobacteriaceae* izolirana iz uzoraka stolice ljudi (Vandenberg i sur., 2004; Prouzet-Mauléon i sur. 2006). Postoje pretpostavke da kontaminirana voda i meso igraju važnu ulogu u prijenosu ovih bakterija (Rice i sur., 1999; Lehner i sur. 2005). Iako tek treba potvrditi način prijenosa bakterije hranom animalnog podrijetla i njezin značaj u infekcijama ljudi, smatra se da su rukovanje sirovim mesom, unakrsna kontaminacija i konzumacija nedovoljno toplinski obrađenih mesnih proizvoda najvjerojatniji putovi infekcije (Lehner i sur., 2005). Naime, *Arcobacter* vrste izolirane su iz različitih namirnica animalnog podrijetla kao što su meso peradi, svinjetina, govedina, ali i iz vode (Ridsale i sur., 1998; Houf i sur., 2002; Kabeya i sur., 2004.; Morita i sur., 2004, Rivas i sur., 2004). Ispitivanja su pokazala da je *Arcobacter* spp., a posebno *A. butzleri* češće izoliran iz piletine nego iz crvenog mesa (Wesley, 1996; Corry i Atabay, 2001), što dovodi do zaključka da bi perad mogla biti značajan rezervoar ove bakterije (Wesley i Baetz, 1999). Houf i sur. (2002) utvrdili su u 95% istraživanih uzoraka kože vrata brojlera (nakon evisceracije i hlađenja) arkobaktere, dok su ih Son i sur. (2007) utvrdili u 55,1 % trupova brojlera, od čega je 79,1 % činio *A. butzleri*, a 18,6 % *A. cryaerophilus* 1B. Do kontaminacija svinjetine i govedine vjerojatno dolazi tijekom klanja i to fekalnom kontaminacijom, dok kod peradi nema dokaza o prisutnosti arkobaktera u intestinalnoj mikroflori (Houf i sur., 2002 a,b). Kabeya i sur. (2003) su uspjeli izolirati arkobaktere iz 14,5 % uzoraka kloakalnih brisova pilića, dok to nije slučaj u drugim istraživanjima (Atabay i sur., 1998; Houf i sur. 2002; Aydin i sur., 2007). Zbog navedenog smatra se da do kontaminacije trupova brojlera dolazi nakon klanja, a ne primarnom kontaminacijom životinja (Atabay i Corry, 1997). Istraživanje van Driesschea i

Houfa (2007), otkrilo je da je *A. butzleri* dominantna vrsta u fecesu svinja, za razliku od trupova na kojima su dominirali *A. cryaerophilus*, a razlog ovoj pojavi tek treba biti utvrđen. U svom istraživanju autori nisu utvrdili vidljivu fekalnu kontaminaciju. Voda koja se koristi prilikom klaoničke obrade svinja ne može se isključiti kao potencijalni izvor kontaminacije, kao što je već i utvrđeno istraživanjem kontaminacije brojlera (Houf i sur., 2002; Gude i sur., 2005). Osim s trupova, autori su izolirali arkobaktere i iz usitnjenog odnosno mljevenog svinjskog mesa u količini manjoj od 100 CFU/g.

Izvršteno je da *A. butzleri* i *A. cryaerophilus* perzistiraju u klaonicama i prerađivačkoj industriji mesa na površinama opreme i u okolišu, čak i nakon čišćenja i dezinfekcije (Houf i sur., 2002; Houf i sur., 2003; Gude i sur., 2005). No, kontaminacija pilećih trupova preko same opreme za klanje ne može objasniti visok razina kontaminacije (log 2-log 3/ g kože vrata) koji je utvrđen u Belgiji na proizvodima od peradi (Houf i sur., 2003). Vjerojatno je ta kontaminacija dodatno uzrokovana drugim nepoznatim izvorom (Lehner i sur., 2005).

## PATOGENEZA I FAKTORI VIRULENCIJE

Iako je utvrđena povezanost ovih bakterija s oboljenjima u ljudi, njihova uloga u patogenezi bolesti nije jasna (Houf i sur., 2001b). Sve do danas, znanje o mehanizmima patogenosti arkobaktera ili o potencijalnim faktorima njegove virulencije, još je nedostavno te je još uvijek pitanje je li sposobnost adhezije nužna u patogenezi. Houf i Stephan (2007) utvrdili su u 4 od ukupno 7 ispitivanih sojeva *A. cryaerophilus*, sposobnost adhezije na Hep-2 stanice i na stanice karcinoma kolona linije Caco-2 (2 najčešća modela za ispitivanje interakcije bakterija s ljudskim stanicama). U svom istraživanju navedeni autori su izolirali arkobaktere iz 1,4 % ispitivanih uzoraka stolice zdravih ljudi u količini manjoj od 100 CFU/g (izolacija je zahtijevala prethodno obogaćenje). Svi izolati identificirani su kao *A. cryaerophilus*.

Johnson i Murano (2002) koristili su PCR metodu kako bi pretražili izolate *Arcobacter* spp. iz piletine, stoke, vode te fecesa ljudi, na prisutnost gena za CDT (cytolethal distending toxin), no nije bilo pozitivnih izolata, ali je opažena toksičnost na HeLa i

INT407 stanice. Villarruel-Lopez i sur. (2003) istraživali su citotoksični učinak *Arcobacter* izolata iz mesa u maloprodaji, te je dokazan utjecaj na Vero stanice u vidu elongacije stanica, proizvodnje enterotoksina, te induciranja tvorbe vakuole u stanicama.

## RAST, PREŽIVLJAVANJE I INAKTIVACIJA

*Arcobacter* spp. raste u mikroaerofilnim i aerobnim uvjetima. *A. butzleri* raste na temperaturama između 15 i 37 °C, u uvjetima pH između 5,0 i 8,5, s optimalnim rastom na 30 °C i pH između 6,0 i 8,0 (Hilton i sur., 2001). Ispitivan je utjecaj konzervansa na njihov rast te je utvrđeno da su u koncentracijama od 0,5 %, 1,0 % i 2,0 %, mliječna i limunska kiselina inhibirale rast *A. butzleri*, dok je 2 %-tni Na-laktat učinkovit u inhibiciji rasta tijekom 8 sati inkubacije, ali ne i tijekom dužeg perioda (Phillips, 1999). Nizin inhibira rast ove bakterije tijekom 5 sati. Kratkoročan tretman s EDTA i tri-natrij-fosfatom, učinkovit je u redukciji preživljavanja *A. butzleri* u čistim kulturama (Phillips i Dugan, 2001).

## IZOLACIJA I IDENTIFIKACIJA

U identifikaciji *Arcobacter* spp. koriste se tradicionalne mikrobiološke metode, koje obično uključuju postupak obogaćenja u aerobnom uvjetima na 25 °C kroz 48 sati, te rast i identifikaciju kolonija na selektivnom agaru (Houf i sur., 2001a; Scullion i sur., 2004; Lehner i sur., 2005). Još uvijek nema standardnog protokola za izolaciju ovih bakterija, iako je objavljen veliki broj studija o razvoju i usporedbi različitih medija za izolaciju arkobaktera u piletini (Johnson i Murano, 1999; Houf i sur., 2001; Eifert i sur., 2003; Scullion i sur. 2004), svinjetini (Collins i sur., 1996; Ohlendorf i Murano, 2002) i govedini (de Boer i sur., 1996; Golla i sur., 2002). Komercijalno su dostupni *Arcobacter* bujon (*Arcobacter broth* - AB), i cefoperazone, amphotericin i teicoplanin (CAT) dodatak za izolaciju (Atabay i Corry, 1998; Atabay i sur. 2003; Gonzales i sur. 2000). No, ovaj dodatak nije se pokazao sasvim učinkovitim budući da postoje izvještaji o otežanom raspoznavanju tipičnih kolonija zbog rasta kontaminirajuće mikroflore (Houf i sur., 2000; Rivas i sur., 2004). Osim CAT agara komercijalno je dostupan i charcoal cefoperazone, deoxycolate agar (CCDA) za izolaciju *A. butzleri* ([www.oxid.com](http://www.oxid.com)). Son i sur.

(2007) utvrdili su kombinaciju Houf broth ( Houf i sur., 2001) i CVA (cefoperazone, vancomycin, amphotericin B) agara (Collins i sur., 1996) zadovoljavajućim za izolaciju ovih bakterija. Tijekom zadnjih godina razvile su se DNA metode za identifikaciju pojedine vrste unutar roda *Arcobacter* (Gonzales i sur., 2000; Moreno i sur., 2003). Opisana je metoda multiplex PCR (m-PCR) za simultanu detekciju i identifikaciju različitih arkobaktera (Houf i sur., 2000). Elektroforeza u pulsirajućem polju (pulsed-field gel electrophoresis - PFGE) također se može koristiti za genotipizaciju *Arcobacter* spp. (Rivas i sur., 2004). Brightwell i sur. (2007) razvili su metodu real-time PCR za *A. butzleri* i *A. cryaerophilus*, s pojačanom osjetljivošću za 2 log u usporedbi s multiplex PCR testom, pri čemu je minimalni nivo detekcije manji od 10 CFU po PCR reakciji.

## ZAKLJUČAK

Posljednjih godina sve je više istraživanja o prevalenciji ali i patogenosti *Arcobacter* spp. Unatoč tome još uvijek se nedovoljno zna o putovima širenja ovih bakterija, kao i patogenosti te faktorima virulencije. No dosadašnja istraživanja upućuju na neophodnost smanjenja kontaminacije trupova tijekom klaoničke obrade kako bi se smanjio rizik od oboljevanja ljudi. Stoga je održavanje higijene u klaoničkim objektima od iznimne važnosti, kao i primjena GMP te HACCP sustava. Razvoj primjerenih kontrolnih mjera za smanjenje odnosno eradicaciju *Arcobacter* spp. u proizvodnji, preradi te maloprodaji zaslužuje punu pažnju i zahtijeva daljnja istraživanja.

## SUMMARY

### ARCOBACTER SPP.

*Arcobacter* species belong to the family Campylobacteriaceae; ability to grow at 15 °C and aerobically distinguishes them from Campylobacter species. *Arcobacter* spp. have been isolated from many sources (ill animals, humans, carcasses after slaughter, raw meat and water). Farm animals, especially poultry are significant reservoir of *Arcobacter* spp. Different culture-based methods have been developed for isolation, but standard protocol has not been established. DNA-based assays have been established for rapid and specific identification of *Arcobacter* spp. Although virulence factors and pathogenicity need further studies, it is necessary to develop measures for

eradication of *Arcobacter* spp. from the food chain.

## LITERATURA

- Atabay H.I., J.E. Corry (1997):** The prevalence of campylobacters and arcobacters in broiler chickens. *J. Appl. Microbiol.* 83, 619–626.
- Atabay H.I., J.E. Corry (1998):** Evaluation of a new arcobacter enrichment medium and comparison with two media developed for enrichment of *Campylobacter* spp. *Int. J. Food Microbiol.* 41, 53–58.
- Atabay H.I., F. Aydin, K. Houf, M. Sahin, P. Vandamme (2003):** The prevalence of *Arcobacter* spp. on chicken carcasses sold in retail markets in Turkey, and identification of the isolates using SDS-PAGE. *Int. J. Food Microbiol.* 81, 21–28.
- Aydin F., K.S. Gumussoy, H.I. Atabay, T. İça, S. Abay (2007):** Prevalence and distribution of *Arcobacter* species in various sources in Turkey and molecular analysis of isolated strains by ERIC-PCR. *Journal of Applied microbiology* 103, 27–35.
- Brightwell, G. E. Mowat, R. Clemens, J. Boerema, D.J. Pulford, S. L. On (2007):** Development of a multiplex and real time PCR assay for the specific detection of *Arcobacter butzleri* and *Arcobacter cryaerophilus*. *Journal of Microbiological Methods* 68, 318–325.
- Collins C.I., I.V. Wesley and E.A. Murano (1996):** Detection of *Arcobacter* spp. in ground pork by modified plating methods. *J. Food Prot.* 59, 448–452.
- Corry, J.E.L., H.I. Atabay (2001):** Poultry as a source of *Campylobacter* and related organisms. *Journal of Applied Microbiology* 90, 96S–114S.
- de Boer E., J.J. Tilburg, D.L. Woodward, H. Lior, W.M. Johnson (1996):** A selective medium for the isolation of *Arcobacter* from meats. *Lett. Appl. Microbiol.* 23, 64–66.
- Donachie S.P., J.P. Bowman, S.L.W. On, M. Alam (2005):** *Arcobacter halophilus* sp. nov., the first obligate halophile in the genus *Arcobacter*. *Int J Syst Evol Microbiol* 55, 1271–1277.
- Eifert J.D., R.M. Castle, F.W. Pierson, C.T. Larsen, C.R. Hackney (2003):** Comparison of sampling techniques for detection of *Arcobacter butzleri* from chickens. *Poultry Science* 82, 1898–1902.
- Ellis W.A., S.D. Neill, J.J. O'Brien, H.W. Ferguson, J. Hanna (1977):** Isolation of *Spirillum/Vibrio*-like organisms from bovine fetuses. *Vet. Rec.* 100, 451–452.
- Ellis, W.A., Neill, S.D., O'Brien, J.J. and Hanna, J. (1978):** Isolation of spirillum-like organisms from pig foetuses. *The Veterinary Record* 102, 106.
- Engberg J., S.L.W. On, C.S. Harrington, P. Gerner-Smidt (2000):** Prevalence of *Campylobacter*, *Arcobacter*, *Helicobacter*, and *Sutterella* spp. in human fecal samples as estimated by a reevaluation of isolation methods for campylobacters. *Journal of Clinical Microbiology.* 38, 286–291.
- Golla S.E., E.A. Murano, L.G. Johnson, N.C. Tipton, E.A. Cureington, J.W. Savell (2002):** Determination of the occurrence of *Arcobacter butzleri* in beef and dairy cattle from Texas by various isolation methods. *J. Food Prot.* 65, 1849–1853.
- Gonzalez I., T. Garcia, A. Antolin, P.E. Hernandez, R. Martin (2000):** Development of a combined PCR-culture technique for the rapid detection of *Arcobacter* spp. in chicken meat. *Lett. Appl. Microbiol.* 30 207–212.



- Gude A., T.J. Hillman, C.R. Helps, V.M. Allen and J.E. Cory (2005):** Ecology of Arcobacter species in chicken rearing and processing. *Lett. Appl. Microbiol.* 41, 82–87.
- Hilton C.L., B.M. Mackey, A.J. Hargreaves, S.J. Forsythe (2001):** The recovery of Arcobacter butzleri NCTC 12481 from various temperature treatments. *Journal of Applied Microbiology* 91, 929–932.
- Houf K., A. Tuteneel, L. De Zutter, J. Van Hoof, P. Vandamme (2000):** Development of a multiplex PCR assay for the simultaneous detection and identification of Arcobacter butzleri, Arcobacter cryaerophilus and Arcobacter skirrowii. *FEMS Microbiol. Lett.* 193, 89–94.
- Houf K., L.A. Devriese, L. De Zutter, J. Van Hoof and P. Vandamme (2001a):** Development of a new protocol for the isolation and quantification of Arcobacter species. *International Journal of Food Microbiology* 71, 189–196.
- Houf K., L.A. Devriese, L. De Zutter, J. Van Hoof and P. Vandamme (2001b):** Susceptibility of Arcobacter butzleri, Arcobacter cryaerophilus, and Arcobacter skirrowii to antimicrobial agents used in selective media. *J. Clin. Microbiol.* 39 (2001), 1654–1656.
- Houf K., L. De Zutter, J. Van Hoof, P. Vandamme (2002):** Occurrence and distribution of Arcobacter species in poultry processing. *J. Food Prot.* 65, 1233–1239.
- Houf K., L. De Zutter, B. Verbeke, J. Van Hoof, P. Vandamme (2003):** Molecular characterization of Arcobacter isolates collected in a poultry slaughterhouse. *Journal of Food Protection* 66, 364–369.
- Houf K., S.L.W. On, T. Coenye, J. Mast, J. Van Hoof, P. Vandamme (2005):** Arcobacter cibarius sp. nov., isolated from broiler carcasses. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55, 713–717.
- Houf K., Stephan R. (2007):** Isolation and characterization of the emerging foodborne pathogen Arcobacter from human stool. *Journal of Microbiological Methods* 68, 408–413.
- Hsueh P.R., L.J. Teng, P.C. Yang, S.K. Wang, S.C. Chang, S.W. Ho, W.C. Hsieh, K.T. Luh (1997):** Bacteremia caused by Arcobacter cryaerophilus 1B. *J. Clin. Microbiol.* 35, 489–491.
- Johnson L.G., E.A. Murano (1999):** Development of a new medium for the isolation of Arcobacter spp. *J. Food Prot.* 62, 456–462.
- Kabeya H., S. Muruyama, Y. Morita, M. Kubo, K. Yamamoto, S. Arai, T. Izumi, Y. Kobayashi, Y. Katsube, T. Mikami (2003):** Distribution of Arcobacter species among livestock in Japan. *Vet. Microbiol.* 93, 153–158.
- Kabeya, H., Maruyama, S., Morita, Y., Ohsuga, T., Ozawa, S., Kobayashi, Y., Abe, M., Katsube, Y. (2004):** Prevalence of Arcobacter species in retail meats and antimicrobial susceptibility of the isolates in Japan. *International Journal of Food Microbiology* 90, 303–308.
- Lau S.K., P.C. Woo, J.L. Teng, K.W. Leung, K.Y. Yuen (2002):** Identification by 16S ribosomal RNA gene sequencing of Arcobacter butzleri in a patient with acute gangrenous appendicitis. *J. Clin. Pathol., Mol. Pharmacol.* 55, 182–190.
- Lehner, A., T. Tasara, R. Stephan (2005):** Relevant aspects of Arcobacter spp. as potential foodborne pathogen. *International Journal of Food Microbiology* 102, 127–135.
- Moreno Y., S. Botella, J.L. Alonso, M.A. Ferrús, M. Hernández, J. Hernández (2003):** Specific detection of Arcobacter and Campylobacter strains in water and sewage by PCR and fluorescent in situ hybridization. *Appl. Environ. Microbiol.* 69, 1181–1186.
- Morita Y, S. Maruyama, H. Kabeya, S. Boonmar, B. Nimsuphan, A. Nagai, K. Kozawa, T. Nakajima, T. Mikami, H. Kimura (2004):** Isolation and phylogenetic analysis of Arcobacter spp. in ground chicken meat and environmental water in Japan and Thailand. *Microbiology and Immunology* 48, 527–533.
- Ohlendorf D.S., E.A. Murano (2002):** Prevalence of Arcobacter spp. in raw ground pork from several geographical regions according to various isolation methods. *J. Food Prot.* 65, 1700–1705.
- On S.L.W., T.K. Jensen, V. Bille-Hansen, S.E. Jorsal, P. Vandamme (2002):** Prevalence and diversity of Arcobacter spp. isolated from the internal organs of spontaneous porcine abortions in Denmark. *Vet. Microbiol.* 85, 159–167.
- Öngör H., B. Çetinkaya, M.N. Açıık, H.I. Atabay (2004):** Investigation of arcobacters in meat and faecal samples of clinically healthy cattle in Turkey. *Lett Appl Microbiol* 38, 339–344.
- Phillips C.A. (1999):** The effect of citric acid, lactic acid, sodium citrate and sodium lactate, alone and in combination with nisin, on the growth of Arcobacter butzleri. *Letters in Applied Microbiology* 29, 424–428.
- Phillips C.A., J. Duggan (2001):** The effect of EDTA and trisodium phosphate, alone and in combination with nisin, on the growth of Arcobacter butzleri in culture. *Food Microbiology* 18, 547–554.
- Prouzet-Mauléon, L. Labadi, N. Bouges, A. Ménard, F. Mégraud (2006):** Arcobacter butzleri : underestimated enteropathogen, *Emerging Infectious Diseases* 12, 307–309.
- Rice E.W., M.R. Rodgers, I.V. Wesley, C.H. Johnson, S.A. Tanner (1999):** Isolation of Arcobacter butzleri from ground water. *Lett. Appl. Microbiol.* 28, 31–35.
- Rindsale J.A., H.I. Atabay, J.E.L. Corry (1998):** Prevalence of campylobacters and arcobacters in ducks in abattoir. *J. Appl. Microbiol.* 85, 567–573.
- Rivas L., N. Fegan, P. Vanderlinde (2004):** Isolation and characterisation of Arcobacter butzleri from meat. *International Journal of Food Microbiology* 91 (1), 31–41.
- Scullion, R., C.S. Harrington, R.H. Madden (2004):** A comparison of three methods for the isolation of Arcobacter spp. from retail raw poultry in Northern Ireland. *Journal of Food Protection* 67, 799–804.
- Skirrow, M.B. (1994):** Diseases due to Campylobacter, Helicobacter and related bacteria. *Journal of Comparative Pathology* 111, 113–149.
- Son, I., M.D. Englen, M.E. Berrang, P.J. Cray, M.A. Harrison (2007):** Prevalence of Arcobacter and Campylobacter on broiler carcasses during processing. *International Journal of Food Microbiology* 113, 16–22.
- Vandamme P., J. De Ley (1991):** Proposal for a new family, Campylobacteraceae. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 41, 451–455.
- Vandamme P., E. Falsen, R. Rossau, B. Hoste, P. Segers, R. Tytgat, J. De Ley (1991):** Revision of Campylobacter, Helicobacter and Wolinella taxonomy: emendation of generic descriptions and proposal of Arcobacter gen. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 41, 88–103.

Vandamme P., M. Vancanneyt, B. Pot, L. Mels, B. Hoste, D. Dewettinck, L. Vlaes, C. Van Den Burre, C. Higgins, J. Hommez, K. Kersters, J.P. Butzler, H. Goossens (1992): Polyphasic taxonomic study of the emended genus *Arcobacter* with *Arcobacter butzleri* comb. nov. and *Arcobacter skirrowii* sp. nov., an aerotolerant bacterium isolated from veterinary specimens. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 42, 344–356.

Van Driessche E., K. Houf, J. Van Hoof, L. De Zutter, P. Vandamme (2003): Isolation of *Arcobacter* species from animal feces. *FEMS Microbiol. Lett.* 229, 243–248.

Van Driessche, E., K. Houf (2007): Characterization of the *Arcobacter* contamination on Belgian pork carcasses and raw retail pork. *International Journal of Food Microbiology* 118, 20–26.

Vandenberg O., A. Dediste, K. Houf, S. Ibekwem, H. Souayah, S. Cadranet, N. Douat, G. Zissis, J.P. Butzler, P. Vandamme (2004): *Arcobacter* species in humans. *Emerging Infectious Diseases* 10, 1863–1867.

Villarruel-Lopez A., M. Marquez-Gonzales, L.E. Garay-Martinez, H. Zepeda, A. Castillo, L. Mota de la Garza, E.A. Murano, R. Torres-Vitela (2003): Isolation of *Arcobacter* spp. from

retail meats and cytotoxic effects of isolates against Vero cells, *Journal of Food Protection* 66, 1374–1378.

Wesley V.W. (1996): *Helicobacter* and *Arcobacter* species: risks for foods and beverages. *J. Food Prot.* 59, 1127–1132.

Wesley I.V., A.L. Baetz (1999): Natural and experimental infections of *Arcobacter* in poultry. *Poultry science* 78, 536–545.

Wybo I., J. Breynaert, S. Lauwers, F. Lindenburg, K. Houf (2004): Isolation of *Arcobacter skirrowii* from a patient with chronic diarrhea. *Journal of Clinical Microbiology.* 42, 1851–1852.

Yan, J.J., W.C. Ko, A.H. Huang, H.M. Chen, Y.T. Jin, J.J. Wu (2000): *Arcobacter butzleri* bacteremia in a patient with liver cirrhosis. *Journal of the Formosan Medical Association* 99, 166–169. [www.oxid.com](http://www.oxid.com)

\* Rad na projektima financiranima od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH projekti broj 053-0531854-1851 i 053-0531854-1853.

Prispjelo / Received: 3.9.2007.

Prihvaćeno / Accepted: 2.10.2007. ■

# EUROPSKI SMEĐI ZEC (*LEPUS EUROPAEUS PALLAS*) I NJEGOV POTENCIJAL U PREHRANI LJUDI – NEKADA I DANAS

D. Konjević<sup>1</sup>

## SAŽETAK

Europski smeđi zec ubraja se u našu najpoznatiju sitnu divljač. Nastanjuje gotovo cijeli kontinentalni dio Hrvatske (izuzev viših gorskih staništa) te veće otoke. Počevši od 60-tih godina prošloga stoljeća zamijećen je negativan trend u zečjim populacijama kako diljem Europe tako i u Hrvatskoj. Dijelom se ovaj pad brojnosti nastoji ublažiti uzgojem zečeva u kontroliranim uvjetima te njihovim puštanjem u otvorena staništa. Gledano prema kemijskom sastavu meso zeca predstavlja visoko-vrijednu namirnicu usporedivu s mesom kunića.

**Ključne riječi:** zec, brojnost, kemijski sastav mesa, namirnica

## UVOD

Europski smeđi zec (*Lepus europaeus* Pallas) je pripadnik reda dvojezubaca (*Lagomorpha*), porodice zečeva (*Leporidae*) i roda zec (*Lepus*). Kako mnogi poistovjećuju zečeve sa kunićima ili još gore glodavcima, za početak ću ukratko pojasniti ove pojmove. Dvojezupci (ili ponekad dvozupci) su skupina

<sup>1</sup> Dean Konjević, dr. vet. med., asistent-novak, Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, Heinzelova 55, 10 000 Zagreb, e-mail: dean.konjevic@vef.hr