



**VISOKA POSLOVNA ŠKOLA
STRUKOVNIH STUDIJA
ČAČAK**

MAGISTARSKI RAD

Kakvoca smrznutog mesa peradi

Mentor: _____
Profesor: _____

Student: _____
Br.Indeksa: _____

Mesto, mesec, godina

kmam (eds.), pp. 365-416. Elsevier, Amsterdam.

Busboom, J.R., D.C. Rule, D. Colin, T. Heald, A. Mazhar, (1991): Growth carcass characteristics and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. *Journal of Animal Science* 69, 1101-1108.

Buscailhon, S., J.L. Berdagué, G. Gandemer, C. Touraille, G. Monin, (1994): Effects of initial pH on compositional changes and sensory traits of French dry-cured hams. *Journal of Muscle Foods* 5, 257-270.

Coutron-Gamboti, C., G. Gandemer (1999): Lipolysis and oxidation in subcutaneous adipose tissue during dry-cured ham processing. *Food Chemistry* 64, 95-101.

Flores, J., P. Nieto, S. Bermell, M.C. Miralles (1985): Changes in lipids during the slow and rapid maturation processes of dry-cured ham and its relation with two quality. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.* 25, 117-124.

Flores, J., C. Biron, L. Izquierdo, P. Nieto (1988): Characterization of green hams from Iberian pigs by fast analysis of subcutaneous fat. *Meat Science* 23, 253-262.

Gandemer, G. (1999): Lipids and meat quality: Lipolysis, oxidation, flavor. *Sciences des Aliments* 19, 439-458.

Hernández, P., J.L. Navarro, F. Toldrá (1999): Lipolytic and oxidative changes in two Spanish pork loin products: dry-cured loin and pickled-cured loin. *Meat Science* 51, 123-128.

Imanaka, T., M. Yamaguchi, S. Ahkuma, T. Takano (1985): Positional specificity of lysosomal acid lipase purified from rabbit liver. *Journal of Biochemistry* 98, 927-931.

Karolyi, D. (2002): Kakvoća buta švedskog landrasa u tehnologiji istarskog pršuta. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet.

Krvavica, M. (2003): Učinak odsoljavanja na kristalizaciju tirozina I ukupnu kakvoću pršuta. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet.

Krvavica, M., A. Lukić i M. Vrdoljak (2007): Aktivnost proteolitičkih i lipolitičkih enzima tijekom proizvodnje pršuta. Stručni rad. *Meso* 3, 158 - 162.

Leseigneur-Maynier, A., Gandemer, G. (1991): Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of the fibres. *Meat Science* 29, 229-241.

Martín, L., J.J. Córdoba, J. Ventanas, T. Antequera (1999): Changes in intramuscular lipids during ripening of Iberian dry-cured ham. *Meat Science* 21, 129-134.

Monahan, F.J., D.J. Buckley, P.A. Morrissey, P.B. Lynch, J.I. Grey (1991): Influence of dietary fat and α -tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Science* 29, 229-241.

Motilva, M.J., F. Toldrá, J. Flores (1992): Assay of lipase and esterase activities in fresh pork meat and dry-cured ham. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung* 195, 446-450.

Motilva, M.J., F. Toldrá, M.C. Aristoy, J. Flores (1993a): Subcutaneous adipose tissue lipolysis in the processing of dry-cured ham. *Journal of Food Biochemistry* 16, 323-335.

Motilva, M.J., F. Toldrá, P. Nieto, J. Flores, (1993b): Muscle lipolysis phenomena in the processing of dry-cured ham. *Food Chemistry* 48, 121-125.

Ruiz, J., R. Cava, T. Antequera, L. Martín, J. Ventanas, C.L. López-Bote (1998): Prediction of the feeding background of Iberian pigs using the fatty acid profile of subcutaneous, muscle and hepatic fat. *Meat Science* 49, 155-163.

Toldrá, F. (1992): The enzymology of dry-curing of meat products. In *New Technologies for Meat and Meat Products*, F.J.M. Smulders, F. Toldrá, J. Flores and M. Preto (eds.), pp. 209-231.

Toldrá, F. (1998): Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science* 49, 101-110.

Toldrá, F., M. Flores (1998): The role of muscle proteases and lipases in flavour development during the processing of dry-cured ham. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 38, 331-352.

Toldrá, F. (2002): Dry-cured meat products. Food and Nutrition press, inc. Trumbull, Connecticut, USA.

Yuan, W., D.M. Quin, P.B. Sigler, M.H. Gelb (1990): Kinetic and inhibition studies of phospholipase A2 with short chain substrates and inhibitors. *Biochemistry* 29, 6082-6094.

Vestergaard, C.S., C. Schivazzapa, R. Virgili (2000): Lipolysis in dry-cured ham maturation. *Meat Science* 55, 1-5.

Prispjelo / Received: 29.8.2007.

Prihvaćeno / Accepted: 5.10.2007. ■

KAKVOĆA SMRZNUTOG MESA PERADI

JXxxx¹, X., X xxx, Ž. Xxx², X. Xxx², X. XXXXXXXXX², X XXXXX²

SAŽETAK

U ovom radu dat je pregled literature o utjecaju postupka smrzavanja na kakvoću mesa peradi. Prikazani su podaci o promjenama na kemijskim komponentama mesa

uvjetovane pohranom u smrznutom stanju, kao i o utjecaju niskih temperatura na pojedine vrste mikroorganizama značajne za procjenu zdravstvene ispravnosti mesa peradi. Postupak smrzavanja djeluje konzervirajuće na

mikroorganizme, dakle ne uništava u potpunosti mikrobnu populaciju mesa. Stoga je za sigurnost mesa peradi, kako svježeg tako i smrznutog, presudno provođenje dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse u okviru suvremenih koncepcija veterinarsko-sanitarnog nadzora.

Ključne riječi: meso peradi, smrzavanje, kakvoća

UVOD

Velika sposobnost prilagodbe peradi gotovo svim regijama svijeta, niski troškovi proizvodnje po jedinici, kratak reprodukcijski period te brzi prirast, samo su neki od činitelja koji uvjetuju razvoj peradarstva kao vodećeg sektora animalne proizvodnje i time bogatog izvora namirnica namijenjenih prehrani ljudi. Uzgoj peradi, proizvodnja i potrošnja mesa peradi bilježili su stalan porast u drugoj polovici 20. stoljeća, no danas su prisutna bitna kolebanja na tržištu uvjetovana ponajprije pojavom novih virulentnijih virusa koji nanose velike štete peradarstvu i proizvodnji mesa peradi u cjelini.

U proizvodnji mesa peradi važna je činjenica da su žive životinje nosioci velikog broja mikroorganizama na koži, perju ili u probavnom traktu. Tijekom klanja, velik broj mikroorganizama biva uklonjen, a naknadno onečišćenje moguće je u bilo kojoj fazi proizvodnog procesa, od čerupanja do evisceracije, tijekom pranja, hlađenja ili smrzavanja (Mead, 1989; Živković, 2001; cit. Kozačinski, 2003). Konzerviranje niskim temperaturama (hlađenje, smrzavanje, duboko smrzavanje) jedan je od najstarijih načina produženja održivosti mesa. Uslijed fizikalno-kemijskih promjena koje nastaju tijekom smrzavanja mesa dolazi do uništavanja i sprečavanja rasta pojedinih mikrobnih vrsta. Ipak, smrzavanjem neki od njih, pa i patogeni, ostaju «konzervirani» i preživljavaju period pohrane smrznutog mesa (Mioković i sur., 2004). Osim mikrobioloških pokazatelja kakvoće (i sigurnosti), smrznutog mesa peradi, značajne su i fizikalno-kemijske i senzorske promjene koje se prvenstveno očituju reakcijama masti i bjelančevina.

U ovom radu dat je pregled literature o utjecaju postupka smrzavanja na kakvoću mesa peradi. Tako su izneseni podaci o promjenama na kemijskim komponentama mesa uvjetovanimi pohranom u smrznutom stanju, kao i o utjecaju niskih temperatura na pojedine vrste mikroorganizama najrelevantnije za procjenu zdravstvene ispravnosti mesa peradi.

FIZIKALNO-KEMIJSKE PROMJENE TIJEKOM SMRZAVANJA MESA

Osnovne promjene koje utječu na kakvoću smrznutog mesa su one na tkivnim strukturama koje su posljedica kristalizacije vode, smještaja i veličine kristala. Uslijed tih promjena mijenja se sposobnost vezanja vode mesa, što dovodi do cijedenja sa posljedičnim nepoželjnim izgledom mesa, gubitkom sočnosti poslije kuhanja, te pojačanog razvoja mikroorganizama kao posljedica površinske vlažnosti. Promjene koje utječu na kakvoću smrznutog mesa pojavljuju se u svim fazama pohrane, od početnog zamrzavanja do završnog otapanja (Varnam i Sutherland, 1995).

Miozin i aktin, kao glavne kontraktivne bjelančevine, značajni su za funkcionalne karakteristike mesa. Tijekom smrzavanja nastaju agregacijske reakcije miozina i posljedično stvrđavanja mesa i gubitka sposobnosti vezanja vode. Različitosti u stabilnosti i održivosti mesa različitih životinjskih vrsta tijekom pohrane u smrznutom stanju mogu se pripisati svojstvima miozinskih vlakana. Usporedna istraživanja svježeg mesa i smrznutog mesa brojlera pokazala su da smrzavanje dovodi do malih ali vidljivih promjena u senzorskim svojstvima mesa te da je opseg promjena bjelančevina mesa ovisan o stupnju smrzavanja. Sporo smrzavanje uzrokuje veći gubitak vode pri odmrzavanju i opsežnije smanjenje sposobnosti vezanja vode nego pri brzom smrzavanju. Dodatno, sporim se smrzavanjem, u odnosu na brzo, pojavljuju opsežnije proteolitičke promjene i povećanje aktivnosti adenozin-trifosfataze miofibrilarnih bjelančevina (Mackie, 1993).

Tijekom smrzavanja namirnica slobodna voda prelazi u led, a temperatura pri kojoj počinje smrzavanje ovisi o koncentraciji otopljenih tvari u vodi, poput bjelančevina i ugljikohidrata. Meso se počinje smrzavati na $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, a pri $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ oko polovica tekućine u mesu je u smrznutom stanju. Na temperaturama između 0 i $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ frakcija leda u mesu iznosi oko 74 %, na $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 83 %, na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 88 %, dok je na $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ meso gotovo potpuno smrznuto (oko 10 % vode ostaje nesmrznuto, vezano uz strukturne bjelančevine). Aktivnost vode u svježem mesu iznosi 0,99, a smrzavanjem se postupno smanjuje u skladu s razvojem frakcije leda (Gill, 2002).

Promjene u sposobnosti vezanja vode tijekom smrzavanja dovode do cijeđenja pri otapanju, što je posljedica kretanja vode u vanstanični prostor i narušavanja miofibrilarne strukture. Dehidracija vlakana i značajno povećanje koncentracije otopine zajedno s narušavanjem miofibrilarne strukture dovode do denaturacije bjelančevina koja izravno utječe na sposobnost vezanja vode mesa. Denaturacija, posebno u slučaju sporog smrzavanja, također uključuje i cijepanje aktinskih i miozinskih veza. Smanjena sposobnost vezanja vode znači da su mišićne stanice nesposobne reapsorbirati svu vodu iz vanstaničnih prostora pri odmrzavanju mesa. Tijekom 15-tjednog skladištenja brzo smrznutog mesa, koje sadrži i unutarstanične i izvanstanične kristale, denaturacija miozina se povećava sa 19% (odmah nakon smrzavanja) do oko 60% neovisno od temperature skladištenja. U polagano smrznutom mesu denaturira se glavina miozina (40%). Tijekom pohrane denaturacija je spora, pa se dodatno denaturira samo 20% slijedećih 40 tjedana. Disocijacija i denaturacija miozina je kontinuirani proces koji glavinom nastaje tijekom sporog smrzavanja i tijekom pohrane brzo smrznutog mesa. Glavni učinak spomenutih promjena u tijeku pohrane smrznutog mesa jest povećani gubitak vode kako se produžuje period pohrane i povećava temperatura, uz dodatne gubitke funkcionalnih svojstava mesa (Varnam i Sutherland, 1995).

Pri brzom smrzavanju gdje se stvaraju i vanstanični i unutarstanični kristali, količina vode pri otapanju je ovisna o stupnju i brzini smrzavanja mesa. Pri brzom zamrzavanju i nastanku velikog broja malenih unutarstaničnih kristala, količina vode pri otapanju je vrlo mala. Unutarstanični kristali postaju većima sa sporijim smrzavanjem pri čemu se bitno povećava količina vode pri otapanju mesa. Promjene u kristalnoj strukturi leda nastaju tijekom skladištenja mesa i povezane su s daljnjom denaturacijom bjelančevina, a intenzitet promjena ovisan je o duljini perioda pohrane. Promjene u strukturi leda uključuju rekristalizaciju i povećanje prosječne veličine kristala. Transport vode između kristala različite veličine uključuje proces topljenja na malim kristalima sa difuzijom i solidifikacijom na velikim kristalima. Rekristalizacija nastaje u određenoj količini na konstantnoj temperaturi, ali se jako ubrzava kad nastaju temperaturna

oscilacije, što dovodi do topljenja manjih kristala (Varnam i Sutherland, 1995).

Na početku otapanja smanjenje sposobnosti vezanja vode određeno je stupnjem i brzinom smrzavanja mesa i trajanjem pohrane. Ipak, stvaranje eksudata nakon otapanja ovisi i o načinu odmrzavanja iako stvarna sposobnost vezanja vode nije promijenjena. Pod jednakim uvjetima tijekom skladištenja aktivnost vode biti će podjednaka u unutarstaničnim i vanstaničnim prostorima, neovisno o veličini i broju kristala leda. Otapanjem leda u izvanstaničnom prostoru povećava se aktivnost vode čime voda migrira kroz sarkolemu prema još smrznutom unutarstaničnom prostoru gdje je aktivnost vode visoka. Voda koja doseže unutarstanični prostor se reapsorbira od strane djelomično dehidriranih vlakana. Razlika u aktivnosti vode između izvanstaničnih i unutarstaničnih prostora ovisi o brzini otapanja, a povećava se bržim načinom otapanja. Pod ovim uvjetima proces je kontroliran sposobnošću dehidriranih vlakana da reapsorbiraju vodu u unutarstaničnom prostoru. Tako se voda koja nije apsorbirana nakuplja u izvanstaničnim prostorima i otpušta pri odmrzavanju (Varnam i Sutherland, 1995).

Kao posljedica smrzavanja mesa dolazi do promjene stanja mišićne plazme, albumina i globulina. Kad je meso smrznuto ispod $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ stvaranje ledenih kristala u mesu toliko podiže koncentraciju ovih bjelančevina da na kraju oni postaju netopivi te je takva promjena ireverzibilna čak i kad se meso otopi. Za vrijeme smrzavanja voda koja je prisutna u mišićnim vlaknima izlazi kako bi se stvorili kristali. Brzina samog smrzavanja ima vrlo bitnu ulogu u stvaranju kristala te njihovoj veličini i budućoj kvaliteti proizvoda. Ako se meso smrzava sporo najveći kristali nastaju između $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ te je većina njih smještena izvan mišićnih vlakana. Ako je pak meso smrzavano brzo na temperaturama nižim od $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, kristali leda su maleni i leže uglavnom u mišićnim vlakancima. Ako je pak smrzavanje dovoljno brzo, onda nastaju vrlo maleni kristali leda koji mogu biti čak i manji nego stanica u kojoj su nastali (Gracey i Collins, 1992). Kao posljedica djelovanja kristala koji su nastali zamrzavanjem ali isto tako i nemogućnosti mišića da resorbira tekućinu kod otapanja, dolazi do izlaska tkivne tekućine van mišića. U njoj se nalaze otopljene različite tvari kao što su sol, proteini, ošte-

ćena krvna tjelešca itd. Što su kristali koji su nastali kod smrzavanja veći, to su veća oštećenja stanica, te nastaje veći gubitak tkivnih tekućina kod odmrzavanja mesa i samim tim imamo veći kalo smrzavanja/odmrzavanja. Prvenstveni uzrok ovakvih promjena je nastanak velikih kristala leda, koji na mehaničkoj osnovi oštećuju stanice u mišićima. Takva oštećenja su ireverzibilna. Smatra se da, ako se meso polako odmrzava, dolazi do manjeg istjecanja tekućine. Isto tako poznato je da će iz mesa doći do slabijeg istjecanja tekućine, ako ono u trenutku smrzavanja ima visoki pH (Gracey i Collins, 1992).

Tijekom smrzavanja mesa nastaju i promjene boje mesa kao posljedica oksidacije mioglobina u metmioglobin što je usko vezano uz ranketljivost masti. U tim okolnostima smrznuto meso može izgledati tamnije od svježega, a to proizlazi iz koncentracije pigmentata za vrijeme procesa smrzavanja što se može nadomjestiti brzim smrzavanjem i refleksijom malih kristala leda. S druge strane, taj postupak može dovesti do pojave neprihvatljive svjetle boje mesa. Nadalje, dehidracija na površini mesa također koncentrira pigmente te pogoduje nastanku metmioglobina. U ekstremnim slučajevima to rezultira nastankom «smrztina» kao posljedice sublimacije leda iz nezaštićenih površina i snažne dehidracije (Varnam i Sutherland, 1995).

Smrznuto meso koje je pohranjeno predugo, vremenom postaje suho i ranketljivo, spužvasto, mijenja boju, gubi aromu, a najbitnije promjene koje se mogu zamjetiti u mesu su raspadanje masti na slobodne masne kiseline i glicerol. Promjene masti općenito su u smrznutom mesu vrlo polagane, a očituju se u dva oblika; oksidativnom ranketljivošću i lipolizom. Oksidativna užeglost se javlja kada nezasićene masne kiseline reagiraju sa kisikom iz skladišnog okoliša. Posljedično dolazi do stvaranja stabilnih kemijskih spojeva poput aldehida, ketona te kratko lančanih masnih kiselina, a kao rezultat toga u konačnici imamo užegli okus i miris mesa. Autooksidacija koja ne ovisi o mikrobnom djelovanju, javlja se u mesu skladištenom u aerobnim uvjetima, a na njezine iznose utječe omjer nezasićenih masnih kiselina u mesu (Gill, 2002). Fosfolipidni sastojci membrana mišićnog tkiva također sadrže velike količine nezasićenih masnih kiselina koje podlježu oksidaciji. Golem broj mikroba uzročnika kvarenja može proizvoditi lipaze,

koje zajedno sa njihovim produktima oksidacije mogu sudjelovati u nastanku užeglosti (Kraft, 1992).

Za stupanj oksidacije masti u smrznutom mesu snačajni su smanjenje temperature koje reducira kemijske reakcije, i koncentriranje reaktanata u preostaloj slobodnoj vodi čime se reakcije ubrzavaju. Oksidacija masti prestaje pri $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ kada je 100% vode smrznuto, no kod temperature iznad $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ povećava se brzina reakcija zbog koncentracije reaktanata. Oksidacija masti najbrže se odvija na temperaturama od $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ kad je većina vode smrznuta, a enzimaska aktivnost visoka. Brzi nastanak ranketljivosti može se očekivati tijekom pohrane u zamrzivačima u domaćinstvima na $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$, odnosno $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. U kontroliranim i standardiziranim uvjetima, otpornost prema oksidaciji određuje se stupnjem nezasićenosti (pr. govedina > bijelo pileće meso > tamno pileće meso). Godinama su se vodile rasprave o značenju fosfolipida i triglicerola u razvoju oksidativne ranketljivosti tijekom pohrane mesa u smrznutom stanju. Rezultati istraživanja provedenih u tom području bila su često oprečna; neka su upućivala da su trigliceroli primarno uključeni, druga pak da nisu uopće promijenjeni, ali utvrđeno je sa sigurnošću da nastaje značajan gubitak fosfolipida. Na osnovi tih istraživanja postalo je jasno da se oksidacija masti u smrznutom mesu razvija u dvije faze. Prva se faza očituje tijekom prva tri mjeseca, a uključuje oksidaciju fosfolipida, dok su trigliceridi oksidirani u drugoj fazi, nakon 5-6 mjeseci pohrane. Osjetljivost fosfolipida prema oksidaciji je posljedica njihovog visokog sadržaja nezasićenih masnih kiselina, posebno linoleinske i arahidonske. Te su masne kiseline usko vezane uz stanične membrane i time odgovorne i za procese njihovog oštećenja pa su stanice izložene kisiku, enzimima, hem pigmentima i metalnim ionima, što sve može izazvati brzu ranketljivost. Nadalje, ranketljivost u smrznutom mesu može nastati i zbog enzimatske lipolize, no taj proces nije toliko značajan kao oksidativna ranketljivost. Uključene su lipaze i fosfolipaze, čime se oslobađaju masne kiseline podložne oksidaciji. Opseg oksidacije slobodnih masnih kiselina dobivenih iz triglicerola veći je od oksidacije samih triglicerola. To ipak ne vrijedi za slobodne masne kiseline iz fosfolipida, gdje nastanak slobodnih masnih kiselina inhibira oksidaciju (Varnam i Sutherland, 1995).

Opseg oksidacijskih promjena u smrznutom mesu ovisan je i o načinu pakiranja te antioksidacijskim tvarima prisutnima u mesu ili dodanima naknadno. Tako su Pettersen i sur. (2004) istraživali utjecaj načina pakiranja i dodatka antioksidansa na oksidaciju masti u smrznutom mehanički iskoštenom purećem mesu. U uzorcima pakiranim u vakuumu ili modificiranoj atmosferi utvrđene su manje vrijednosti 2-tiobarbituratne kiseline i heksanala (hlapljivog oksidacijskog produkta) nego u smrznutim uzorcima pakiranim u prisutnosti kisika. Količina 2-tiobarbituratne kiseline i heksanala povećavala se kako je napredovao period pohrane, a najveće količine zabilježene su nakon 6 mjeseci u smrznutom mesu pakiranom aerobno. Utjecaj dodatka antioksidacijskih tvari na kakvoću smrznutog mesa peradi istraživali su prije i Pikul i sur. (1983) i dokazali da antioksidansi značajno inhibiraju oksidacijske promjene (peroksidni broj, kiselinski broj, količina malonaldehida), ali stvaraju «pregrijanu» aromu kuhanog mesa. Utvrdili su da dodatak sojina ulja u količini od 9 % učinkovito sprečava oksidaciju masti tijekom pohrane mesa u smrznutom stanju, uz istovremeno očuvanje senzorskih svojstava mesa.

UTJECAJ SMRZAVANJA NA PATOGENE MIKROORGANIZME U MESU PERADI

Sposobnost preživljavanja bakterija u smrznutim namirnicama ovisna je o nekoliko činitelja: vrsti bakterije (Gram-negativne ili pozitivne), bakterijskom soju, fazi rasta (eksponencijalna ili stacionarna faza), uvjetima rasta prije smrzavanja, vrsti namirnice (riba, meso i dr.), temperaturi smrzavanja, trajanju pohrane te uvjetima odmrzavanja (Sheridan, 1997).

Temperatura je jedan od najvažnijih čimbenika koji utječu na rast mikrobnih stanica. Raspon mikrobnog rasta određen je minimalnom temperaturom ispod koje su stanice metabolički neaktivne, i maksimalnom temperaturom ispod koje stanice također ne rastu. Unutar tog raspona ekstrema nalazi se optimalna temperatura rasta pri kojoj mikroorganizmi očituju najveću sposobnost rasta i razmnožavanja. Postupak konzerviranja mesa niskim temperaturama pridonosi produženju njegove održivosti i sprečavanju rasta patogenih mikroorganizama.

Međutim, utvrđeno je da ipak pojedini patogeni mogu rasti i producirati toksine i na temperaturama hlađenja (Mioković i sur., 2004). Smrzavanje je jedan od najsigurnijih načina konzerviranja i produženja održivosti različitih vrsta namirnica. Uslijed nastalih fizikalnih promjena u tijeku smrzavanja većina mikroorganizama propada. Međutim, smrzavanjem neki od njih, pa tako i patogeni, ostaju «konzervirani» i preživljavaju u takvim uvjetima dugo vremena. U smrznutim namirnicama pa i mesu opstaju različite vrste mikroorganizama poput virusa, bakterija, kvasaca, plijesni i protozoa (Archer, 2004). U tekstu koji slijedi izneseni su podaci o utjecaju smrzavanja mesa peradi na neke od patogenih bakterija uzročnika alimentarnih infekcija i intoksikacija.

Pojave kampilobakterioze ljudi, pored salmoneleze, najčešće se povezuju s konzumacijom mesa peradi. Utvrđeno je da se bakterije roda *Campylobacter* bolje razmnožavaju u uvjetima hlađenja nego na sobnoj temperaturi, na kojoj se inače slabo razmnožavaju. Zbog toga je vrlo čest njihov pozitivan nalaz u ohlađenom, pa i u smrznutom mesu. Kullman i Hager (2002) utvrdili su u svježem mesu peradi na njemačkom tržištu prosječnu kontaminaciju od 52,22 % (n=40), dok je od pretraženih 50 uzoraka smrznutoga mesa u 54 % pronađen *Campylobacter* spp., što govori da je rizik od pojave kampilobakterioze ljudi preko smrznutog mesa peradi u najmanju ruku podjednak kao kod svježeg mesa.

Zbog velikog javnozdravstvenog značaja kampilobakterioze ljudi povezane s konzumacijom mesa peradi provode se i istraživanja utjecaja različitih postupaka konzerviranja na sposobnost preživljavanja uzročnika. Dok *Campylobacter* spp. preživljava na trupovima peradi pohranjenima na temperaturi hladnjaka (Stern, 1985), smrzavanjem se može postići smanjenje njegovog broja. Smanjenje preživljavanja pripisuje se stvaranju kristala leda i dehidraciji. Moore i sur. (2002) utvrdili su 94%-tno smanjenje broja *Campylobacter* spp. u svježe smrznutog mesa brojlera te 77 %-tno smanjenje u smrznutim uzorcima tijekom pohrane. Lee i sur. (1998) zabilježili su naglo smanjenje broja *Campylobacter jejuni* na koži brojlera tijekom prva dva tjedna uskladištenja na -20°C .

Bhaduri i Cottrell (2004) istražili su učinak hlađenja ($+4^{\circ}\text{C}$) i smrzavanja (-20°C) i njihove kombina-

cije na preživljavanje *C. jejuni* u usitnjenom piletni i pilećoj koži. Pri hlađenju uzoraka tijekom 3-7 dana broj *C. jejuni* smanjen je za 0,34-0,81 log CFU/g u usitnjenom mesu i 0,31-0,63 log CFU/g na koži. Smrzavanjem i smrzavanjem s predhlađenjem broj je smanjen za 0,56 – 1,57 log CFU/g u usitnjenom mesu, a 1,38-3,39 log CFU/g na koži tijekom dvotjedne pohrane. *C. jejuni* preživio je pohranu mesa i kože na + 4 i na – 20 °C. Rezultati ovog istraživanja upućuju da samo hlađenje i smrzavanje ili njihova kombinacija ne mogu biti zamjena za higijenski pristup u proizvodnji i pravilan način pripreme mesa peradi.

Zhao et al. (2003) nasadili su 3 različita soja *C. jejuni* na pileća krila i smrzavali na - 20 do - 30 °C kroz 72 h. Nakon 72 h došlo je do pada broja od 1,3 log 10 CFU/g na - 20 °C, te 1,8 log10 CFU/g na - 30 °C. Pri dugotrajnijem smrzavanju najznačajnije smanjenje broja *C. jejuni* odvija se prvih 8 tjedana pohrane (za 2,3 log10 CFU/g). Prema Chanu i sur. (2001) stupanj preživljavanja *Campylobacter* vrsta u uvjetima hlađenja i smrzavanja razlikuje se ovisno o bakterijskom soju.

U istraživanju Georgssona i sur. (2006) na kontaminiranim trupovima brojlera utvrđeno je statistički značajno smanjenje *Campylobacter* spp. te fekalnih koliforma tijekom pohrane na – 20 °C kroz 31, 73, 122 i 220 dana u odnosu na početni broj uzročnika u svježem mesu. Nakon 31 dana pohrane mesa u smrznutom stanju broj *Campylobacter* spp. Smanjen je za 0,65 do 2,87 log CFU/g. Nadalje, utvrđeno je trenutno smanjenje broja odmah po smrzavanju za 1 log, dok je u daljnjem tijeku pohrane broj ostao približno konstantan. Nakon 31 dana pohrane u smrznutom stanju utvrđeno je veće smanjenje broja uzročnika u uzorcima koji su otapani na + 7 °C u odnosu na uzorke mesa otapanje na + 22 °C. Autori zaključuju da se rizik od pojave kampilobakterioze ljudi može smanjiti postupkom smrzavanja mesa peradi prije distribucije na tržište.

Infekcije peradi bakterijama roda *Salmonella* u svjetskim razmjerima su vrlo značajni veterinarsko-sanitarni, gospodarski pa i higijensko-epidemiološki problem, a posljedično je ugrožena proizvodnja i promet mesa peradi (Živković, 1989). Salmoneloza je do nedavno bila najučestalija alimentarna infekcija ljudi, koju je danas ipak prevladala kampilobakteri-

oza. Najvažniji izvor infekcije za ljude je naknadno kontaminirano meso peradi, nedovoljno termički obrađeno meso te jaja (Bryan i Doyle, 1995). Istraživanje Willayata i sur. (2006) pokazalo je da je i svježe (n=125) i smrznuto (n=50) meso pilića kontaminirano salmonelama (2,4 odnosno 4 % uzoraka). Serološkom identifikacijom utvrđena su 2 serotipa – *Salmonella Enteritidis* i *Salmonella Reading*.

Većina istraživanja utjecaja niskih temperatura na salmonele u mesu peradi i drugim animalnim namirnicama pokazala su otpornost uzročnika na takve uvjete. U istraživanju provedenom na krilcima pilića kojima je dodana mliječna kiselina ustanovljen je letalniji učinak smrzavanja na *Salmonella typhimurium* od 5%, nakon 5 ciklusa smrzavanja i odmrzavanja (Olson i sur., 1981). Utvrđeno je isto tako da *Salmonella enteritidis* pokazuje povećanu osjetljivost dodatkom nizina tijekom smrzavanja mesa na - 20 °C, ali se ta osjetljivost izgubila nakon odmrzavanja (Bozaris i Adams, 2001). *Salmonella* koja pokazuje povećanu otpornost prema smrzavanju očituje i određene razlike tj. povećanu osjetljivost prema smrzavanju kod sporog smrzavanja i sporog odmrzavanja. Posljedično dolazi do povećanog oštećenja bakterija kod postupka sporog smrzavanja i odmrzavanja, dok kod brzih postupaka taj efekt izostaje (Smith, 1995; Peplow i sur., 1999).

Bakterije roda *Clostridium* poznate su po svojoj otpornosti na okolišne čimbenike pa tako i na postupke smrzavanja mesa i drugih namirnica. Razinu kontaminacije s *Cl. perfringens* istraživali su Cakmak i sur. (2006) u smrznutom usitnjenom mesu pilića i smrznutom oblikovanom mesu. *Cl. perfringens* izoliran je iz 28 (70 %) od 40 pretraženih uzoraka smrznutog pilećeg mesa u prosječnom broju od 2,6 MPN/g). Kontaminacija ovim mikroorganizmom bila je veća za vrijeme ljetnih mjeseci, pa autori navode da mljeveno pileće meso može biti značajan izvor *Cl. perfringens* poglavito u ljetnom periodu godine, a velik postotak pozitivnih uzoraka upućuje na postojanje nehygijskih uvjeta i neprimjeren postupak pripreme mesa. Utjecaj smrzavanja na ovu bakteriju ovisan je o supstratu koji se podvrgava smrzavanju. Primjećeno je, da ako se smrzava na svježem mesu, te na temperaturi od - 29 °C broj živih bakterija i spora pada za 89,5%. Podaci pokazuju da toksin bakterije *Cl. botulinum* preživljava postupke smrzavanja i

odmrzavanja bez gubitaka na toksičnosti (Schantz i Johnson, 1992). Općenito se smatra da su bakterijske spore izrazito otporne prema smržavanju (Lund, 2000).

Staphylococcus aureus ubraja se među najotpornije bakterije. Neki sojevi tvore enterotoksine koji u ljudi uzrokuju alimentarne intoksikacije. Toksini obično nastaju u hrani koja sadrži znatne količine ugljikohidrata, kada se te namirnice drže u neprikladnim uvjetima koji omogućuju razmnožavanje stafilokoka. Onečišćenje hrane bakterijama najčešće je posljedica nehigijenskog rada, ali namirnice mogu biti i primarno kontaminirane toksinogenim stafilokokima. Važna je značajka stafilokoknih enterotoksina da su termostabilni (Hadžiosmanović i sur. 1992). Smatra se da se enterotoksin ne može razgraditi kuhanjem kroz 20 - 60 minuta, dok ga postupak smržavanja ne inaktivira. Istraživanje osjetljivosti *S. aureus* na smržavanje provedeno je u mlijeku, mljevenom goveđem mesu, smrznutoj piletni i govedini. Nakon smržavanja i čuvanja na temperaturi između -18°C i -22°C kroz nekoliko mjeseci uočeno je smanjenje broja stanica od samo 1 log₁₀ (Archer, 2004). Druga studija uspoređuje preživljavanje *S. aureus* u goveđem mesu dviju različitih pH vrijednosti te u suhom ledu/etanolu. Nakon što je podvrgnut uzastopnom postupku smržavanja i odmrzavanja u suhom ledu/etanolu uočena je manje vjerojatnost preživljavanja *S. aureus* u mediju sa nižom pH vrijednosti (Demchick i sur., 1982).

Listerioza ljudi alimentarna je infekcija uzrokovana bakterijom *Listeria monocytogenes*. Uzročnik bolesti pokazuje osebujna svojstva poput velike otpornosti u, za mnoge bakterije pogubnim uvjetima. Tako, primjerice, preživljava smržavanje, razmnožava se na temperaturama hlađenja, opstaje u kiseloj i alkalnoj sredini, pri niskom aktivitetu vode i povećanim količinama soli. Stoga je i moguće njezino preživljavanje i razmnožavanje u različitim vrstama hrane i različitim uvjetima pohrane. Najvažnija karakteristika *L. monocytogenes* je sposobnost rasta na temperaturi od 5°C što znači da svaki uzorak hrane za kvantitativnu ili kvalitativnu determinaciju *L. monocytogenes* treba analizirati odmah kako ne bi krivo protumačili rezultate. *L. monocytogenes* ubikvitarna je bakterija trajno prisutna u okolišu, a izdvojena je iz brojnih vrsta namirnica i proizvodnih pogona (Loncarevic,

1998; Živković i sur., 1998; Kozačinski i Hadžiosmanović, 2001; Thévenot i sur., 2005). Općenito, nalaz bakterije *L. monocytogenes* čest je u mesu i proizvodima (Jay, 1996; Kaya i sur. 1997), a naročito u mesu peradi i proizvodima. Čest je nalaz bakterija roda *Listeria* i u smrznutom i duboko smrznutom mesu i drugim animalnim namirnicama. Tako su Mangold i sur. (1991) izolirali *Listeria* spp. iz ukupno 43 % (n=122) uzoraka duboko smrznutih namirnica prikupljenih na berlinskom tržištu. U 21 % uzoraka utvrđena je *L. monocytogenes*. Prema Izvešću De Valka i sur. (2005) broj slučajeva listerioze ljudi povezanih s hranom u Europi nije zanemariv.

Prema podacima iz literature za *L. monocytogenes* letalnija je temperatura od - 18 °C nego temperatura od - 198 °C ponavljanjem ciklusa smržavanja i odmrzavanja. Ukoliko se smržava na - 198 °C a skladišti na - 18 °C učinak je letalniji nego skladištenje i zamrzavanje na - 198 °C (El-Kest i Marth, 1992). Prema istraživanju koje je provedeno u SAD – u na gotovim jelima od mesa peradi, koja su čuvana u hladnjaku nakon nasađivanja *L. monocytogenes* pri temperaturi od - 20 °C nađeno je da je čak u nekim slučajevima došlo do porasta broja uzročnika, posebno u vakum pakiranim proizvodima (hrenovke i gotove kobasice od mesa peradi) dok je u drugim proizvodima i nakon 90 dana utvrđen početni broj bakterija ili neznatno promjenjen broj *L. monocytogenes* (Beverly, 1997).

ZAKLJUČAK

Smržavanje je jedan od najučestalijih postupaka konzerviranja i produženja održivosti mesa peradi. Senzorska svojstva mesa uskladištenog u smrznutom stanju mogu ostati nepromijenjena i do 12 mjeseci. Propustima u tehnologiji smržavanja poput osciliranja temperature, vlažnosti zraka ili nepravilnog pakiranja mogu dovesti do bržeg kvarenja i smanjenja kakvoće smrznutog mesa. Općenito je kvarenje posljedica enzimatske razgradnje komponenti mesa, a prvenstveno se očituje proteolitičkim i lipolitičkim promjenama. Postupak smržavanja značajan je s gledišta sigurnosti hrane budući da je pri temperaturama smržavanja i dubokog smržavanja zaustavljen rast ili omogućeno smanjenje broja eventualno prisutnih patogenih mikroorganizama. Međutim, dostupni literaturni podaci ukazuju da većina

mikroorganizama uzročnika alimentarnih infekcija i intoksikacija preživljava postupak smrzavanja mesa. Stoga je za sigurnost mesa peradi, kako svježeg tako i smrznutog, presudno provođenje dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse u okviru suvremenih koncepcija veterinarsko-sanitarnog nadzora.

SUMMARY

QUALITY OF FROZEN POULTRY MEAT

This paper presents summarised literature data about influence of freezing procedure on quality of poultry meat. Presented data refer to changes of chemical components of meat conditioned to storage under freezing temperatures, in addition to literature review on impact of low temperatures on microorganisms important in the assessment of safety of poultry meat. Freezing procedure does not destroy all microorganisms present in meat. Hence, the crucial point in the improvement of safety of fresh and frozen poultry meat, is the implementation of Good Hygiene Practice (GHP) and Good Manufacturing Practice (GMP) within the frame of modern concepts of veterinary-sanitary control.

Key words: poultry meat, freezing, quality

LITERATURA

- Abram, D. D., N. N. Potter (1984):** Survival of *Campylobacter jejuni* at different temperatures in broth, beef, chicken and cod supplemented with sodium chloride. *Journal of Food Protection* 47, 795–800.
- Archer, D. L. (2004):** Freezing: an underutilized food safety technology? *International Journal of Food Microbiology* 90, 127–138.
- Beverly, R. L. (1997):** The control, survival, and growth of *Listeria monocytogenes* on food products. A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the Requirements for the degree of Doctor of Philosophy in The Department of Food Science.
- Bhaduri, S., B. Cottrell (2004):** Survival of cold- stressed *Campylobacter jejuni* on ground chicken and chicken skin during frozen storage. *Applied and Environmental Microbiology* 70, 7103–7109.
- Bozaris, I. S., M. R. Adams (2001):** Temperature shock, injury, and transient sensitivity to nisin in Gram negatives. *Journal of Applied Microbiology* 91, 715–724.
- Bryan, F. L., M. P. Doyle (1995):** Health risk and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry. *Journal of Food Protection* 58, 326–344.
- Cakmak, O., F. S. B. Ormanci, M. Tayfur, I. Erol (2006):** Presence and contamination level of *Clostridium perfringens* in raw frozen ground poultry and poultry burgers. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Science* 30, 101–105.
- Chan, K. F., Tran, H. L., Kanenaka, R. Y., Kathariou, S. (2001):** Survival of clinical and poultry-derived isolates of *Campylobacter jejuni* at low temperature (4°C). *Applied and Environmental Microbiology* 67, 4186–4191.
- Demchicki, P. H., S. A. Palumbo, J. L. Smith (1982):** Influence of pH on freeze–thaw lethality in *Staphylococcus aureus*. *Journal of Food Safety* 4, 185–189.
- De Valk, H., C. Jacquet, V. Goulet, V. Vaillant, A. Perro, F. Simon, J.C. Desenclos, P. Martin on behalf of the *Listeria surveillance feasibility study participants* (2005): Surveillance of *Listeria* infections in Europe. *Euro Surveill* 10, 251–5.**
- El-Kest, S. E., E. H. Marth (1992):** Freezing of *Listeria monocytogenes* and other microorganisms: a review. *Journal of Food Protection* 55, 639–648.
- Georgsson, F., A. E. Pörkelsson, M. Geirsdóttir, J. Reiersen, J. N. Stern (2006):** The influence of freezing and duration of storage on *Campylobacter* and indicator bacteria in broiler carcasses. *Food Microbiology* 23, 677–683.
- Gill, C. O. (2002):** Microbial control with cold temperatures. U: V.K. Juneja & J.N. Sofos, Control of foodborne microorganisms. New York: Marcel Dekker, 55–74.
- Gracey, J. F., D. S. Collins (1992):** Meat Hygiene. Ninth Edition. Baillière Tindall, London, England.
- Hadžiosmanović, M., J. Živković, B. Mioković, D. Pranjić (1992):** Higijensko značenje i postupci izolacije *Staphylococcus aureus* iz namirnica. *Mljekarstvo* 42, 233–237.
- Jay, J. M. (1996):** Prevalence of *Listeria* spp. in meat and poultry products. *Food Control* 7, 209–214.
- Kaya, M., H. Y. Gokalp, A. H. Con (1997):** Antagonistic effect on *Listeria monocytogenes* and *L. innocua* of a bacteriocin-like metabolite produced by lactic acid bacteria isolated from sucuk. *Meat Science* 59, 437–441.
- Kozačinski, L., M. Hadžiosmanović (2001):** The occurrence of *Listeria monocytogenes* in home-made dairy products. *Tierärztliche Umschau* 56, 590–594.
- Kozačinski, Z. (2003):** Ocjena održivosti svježega pilećeg mesa na domaćem tržištu. Stručni rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Kraft, A. A. (1992):** Psychrotrophic Bacteria in Foods: Disease and Spoilage. CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla.
- Kullman, Y., Hager, O. (2002):** Detection of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in foods. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 53, 76–78.
- Lee, A., S. C. Smith, P. J. Coloe (1998):** Survival and growth of *Campylobacter jejuni* after artificial inoculation onto chicken skin as a function of temperature and packaging conditions. *Journal of Food Protection* 61, 1609–1614.
- Loncarevic, S. (1998):** *Listeria monocytogenes* with special reference to food products and human listeriosis. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 1998.
- Lund, B. M. (2000):** Freezing. U: Lund, B. M., Baird Parker, T. C., Gould, G. W. (Eds.), The Microbiological Safety and Quality of Food, vol. I. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD, 122–145.
- Mackie, I. M. (1993):** The effects of freezing on flesh proteins. *Food Reviews International* 9, 575–610.
- Mangold, S., E. Weise, G. Hildebrandt (1991):** Occurrence of *Listeria* in deep frozen foods. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 42, 121–124.
- Mead, G. C. (1989):** Hygiene Problems and Control of Pro-

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. Christeans, C. Vernoy-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.

Filipović¹, I., Benussi-Skukan², A., N. Zdolec¹

SAŽETAK

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

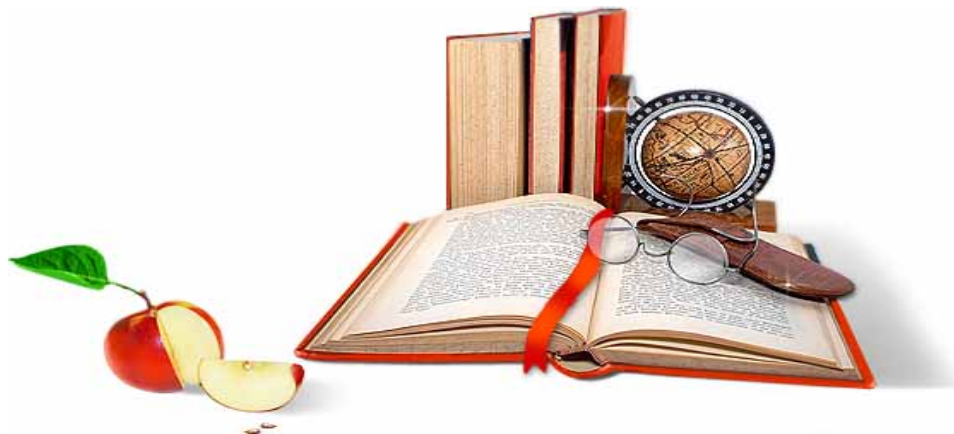
sposobnosti rasta na 15 °C i u aerobnim uvjetima. Ove bakterije izolirane su iz oboljelih životinja, ljudi, ali i s trupova životinja nakon klaoničke obrade, te svježeg mesa,

¹ 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

² 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

BESPLATNI GOTOVI SEMINARSKI, DIPLOMSKI I MATURSKI RAD.

**RADOVI IZ SVIH OBLASTI, POWERPOINT PREZENTACIJE I DRUGI EDUKATIVNI
MATERIJALI.**



WWW.SEMINARSKIRAD.ORG

WWW.MATURSKIRADOVI.NET

WWW.MATURSKI.NET

WWW.SEMINARSKIRAD.INFO

WWW.MATURSKI.ORG

WWW.ESSAYSX.COM

WWW.FACEBOOK.COM/DIPLOMSKIRADOVI

NA NAŠIM SAJTOVIMA MOŽETE PRONAĆI SVE, BILO DA JE TO [SEMINARSKI](#), [DIPLOMSKI](#) ILI [MATURSKI](#) RAD, POWERPOINT PREZENTACIJA I DRUGI EDUKATIVNI MATERIJAL. ZA RAZLIKU OD OSTALIH MI VAM PRUŽAMO DA POGLEDATE SVAKI RAD, NJEGOV SADRŽAJ I PRVE TRI STRANE TAKO DA MOŽETE TAČNO DA ODABERETE ONO ŠTO VAM U POTPUNOSTI ODGOVARA. U BAZI SE NALAZE [GOTOVI SEMINARSKI, DIPLOMSKI I MATURSKI RADOVI](#) KOJE MOŽETE SKINUTI I UZ NJIHOVU POMOĆ NAPRAVITI JEDINSTVEN I UNIKATAN RAD. AKO U [BAZI](#) NE NAĐETE RAD KOJI VAM JE POTREBAN, U SVAKOM MOMENTU MOŽETE NARUČITI DA VAM SE IZRADI NOVI, UNIKATAN SEMINARSKI ILI NEKI DRUGI RAD RAD NA LINKU [IZRADA RADOVA](#). PITANJA I ODGOVORE MOŽETE DOBITI NA NAŠEM [FORUMU](#) ILI NA MATURSKIRADOVI.NET@GMAIL.COM