

KEITTIÖPINTOJEN KONTAMINOITUMINEN RUOAN
VALMISTUKSEN YHTEYDESSÄ KÄSITELTÄESSÄ JOKO
KOKONAISIA PAKASTEBROILEREITA TAI BROILERIN
MARINOITUJA KOIPIREISIPALOJA

Tuija Holopainen
Lisensiaatin tutkielma
Helsingin yliopisto
Eläinlääketieteellinen tiedekunta
Elintarvike- ja ympäristöhygienian laitos
Ympäristöhygienia
2009



Tiedekunta - Fakultet - Faculty		Laitos - Institution - Department	
Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Elintarvike- ja ympäristöhygienian laitos	
Tekijä - Författare - Author			
Tuija Holopainen			
Työn nimi - Arbetets titel - Title			
Keittiöpintojen kontaminoituminen ruoan valmistuksen yhteydessä käsiteltäessä joko kokonaisia pakastebroilereita tai broilerin marinoituja koipireisipaloja			
Oppiaine - Läroämne - Subject			
Ympäristöhygieniä			
Työn laji - Arbetets art - Level		Aika - Datum - Month and year	
Lisensiaatin tutkielma		03/09	
		Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages	
		53	
Tiivistelmä - Referat - Abstract			
<p>Salmonella ja kamylobakteeri ovat maailmanlaajuisesti merkittävimpiä ruokamyrkytyksiä aiheuttavia bakteereita. Suomessa kotimaisia tartuntoja esiintyy ihmisillä erityisesti kesäisin. Tartunnat ovat yleensä sporadisia ja tartuntalähde jää usein tuntemattomaksi. Kotimaisessa broilerinlihassa salmonellaa esiintyy harvoin. Kamylobakteereita esiintyy kotimaisessa broilerinlihassa kesäkuukausina eli ihmisten tartuntahuippujen aikaan. Kotimaisen broilerinlihan merkitys infektiioihin on epäselvä. Ulkomaisissa tapaus-verrokkitutkimuksissa siipikarjanlihan kulutus ja ristikontaminaatio on havaittu riskitekijöiksi kamylobakteeri-infektioihin.</p> <p>Jos broilerinliha sisältää kamylobakteereita tai salmonellaa, voivat bakteerit kontaminoida lihan kanssa kosketuksiin joutuvia pintoja keittiössä. Aiemmin broilerinlihan aiheuttamaa kontaminaatiota on tutkittu lähinnä bakteereiden siirtymäosuuksien avulla. Tutkimuksessani keittiön kontaminaatiota tutkittiin broilerilihapakkauksiin ruiskutetun fluoresoivan liuoksen avulla, jolloin saadaan tietoa siitä, miten laajalti ja minne bakteerit voivat levitä keittiössä.</p> <p>Tutkimuksessani vertailtiin kokonaisten pakastebroilerin (25 näytettä) ja marinoitujen broilerinkoipireisipalojen (25 näytettä) aiheuttamaa likaantumista keittiöpinnoilla ja -välineissä. Broilerit laitettiin koekeittiössä uunivuokaan pilkottuna ja maustettuna. Broilerinäytteen käsittelyn jälkeen arvioitiin keittiön pinnalla olevien ruutujen ja erillisten keittiövälineiden likaisuus UV-valolampulla.</p> <p>Marinoidut koipireisipalat vähentävät kuluttajan lihankäsittelyä keittiössä. Leikkuulauta ja maustekaappi pysyivät jokaisen marinoidun koipireisinäytteen kohdalla odotetusti puhtaina. Kokonaisten broilerin kohdalla kyseiset kohteet likaantuivat jokaisen näytteen kohdalla. Kokonaisten pakastebroilerin käsittelyssä likaantuivat merkittävästi enemmän ($p < 0,001$) broilerinlihan kanssa suorassa kosketuksessa olevat pinnat eli tiskipöytä ja veitsen teräosa. Keittiön likaisuutta yleisesti kuvaava puhdistusliina likaantui merkittävästi enemmän ($p < 0,001$) kokonaisten broilerin kohdalla. Käsien välityksellä likaantuvista kohteista kokonaisten broilerin käsittelyssä likaantuivat merkittävästi enemmän ($p < 0,001$) vasemmanpuoleinen roskakaapinovi ja sen kahva sekä veitsen kädensija. Oikeanpuoleinen roskakaapinovi likaantui koipireisien kohdalla enemmän kuin kokonaisia broilereita käsiteltäessä ($p = 0,002$). Oikeanpuoleisen roskakaapin kahvan ja hanan kohdalla ei likaantumisella ollut tilastollisesti merkittävää eroa (roskakaapin kahva $p = 0,347$, hana $p = 0,101$).</p> <p>Tulosten perusteella aiheuttaa kokonainen pakastebroileri selvästi suuremman riskin ristikontaminaation tapahtumiseen keittiössä. Broilerin marinoidut koipireisipalat aiheuttavat vain vähän keittiöpintojen ja välineiden likaantumista, mutta ristikontaminaatio on mahdollinen käsien välityksellä.</p>			
Avainsanat - Nyckelord - Keywords			
Salmonella, Campylobacter, surface, cross contamination, home hygiene			
Säilytyspaikka - Förvaringställe - Where deposited			
Viikin tiedekirjasto			
Työn valvoja (professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) - Instruktor och ledare - Director and Supervisor(s)			
Työn valvoja: professori Marja-Liisa Hänninen Työn ohjaaja: ELT Riitta Maijala			



Tiedekunta - Fakultet – Faculty		Laitos - Institution – Department	
Faculty of Veterinary Medicine		Department of Food and Environmental Hygiene	
Tekijä - Författare – Author			
Tuija Holopainen			
Työn nimi - Arbetets titel – Title			
Contamination of kitchen surfaces during food preparation: handling of either whole frozen broilers or marinated broiler legs			
Oppiaine - Läroämne – Subject			
Environmental Hygiene			
Työn laji - Arbetets art – Level	Aika - Datum – Month and year	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages	
Licentiate thesis	03/09	53	
Tiivistelmä - Referat – Abstract			
<p>Salmonella and Campylobacter are one the most significant enteric bacterial organisms causing foodborne infections world-wide. Domestic Finnish broiler meat is rarely contaminated with Salmonella. Campylobacter contamination rate of domestic broiler meat is 10-30 % in summer months, during the seasonal peak of human campylobacter infections. The human campylobacter infections are usually sporadic and the source of infection remains unknown. Impact of domestic broiler meat on the incidence of these infections is unclear. In several case-control studies performed all over the world, consumption of poultry products and cross-contamination are recorded as risk factors for human Campylobacter infection.</p> <p>If broiler meat is contaminated by Campylobacter or Salmonella, the bacteria most probably contaminate kitchen surfaces in contact with the meat. The previous studies on contamination caused by broiler meat are mainly focused on quantitative transfer rates of the bacteria. In this thesis the kitchen contamination was studied using fluorescent liquid injected in broiler meat packages to document contact of meat or meat juice with the surfaces. The used method provides information on how widely and where the bacteria might spread in the kitchen.</p> <p>The study compared contamination on kitchen surfaces and utensils, caused by whole frozen broilers (25 units) and marinated broiler legs (25 units). The frozen broilers were prepared in a test kitchen, cut into pieces and spiced and cooked in oven pan. Marinated legs were opened from the packages and cooked in oven. After handling of each broiler meat unit, contamination on defined areas of kitchen surface and utensils were documented using ultraviolet light marked surface areas in the kitchen.</p> <p>Handling of marinated broiler legs decrease steps of meat handling in the kitchen. As expected, the cutting board and the spice cupboard remained clean with every marinated broiler leg unit. Correspondingly, those surfaces contaminated in the handling of whole frozen broiler unit. In handling of frozen broilers, meat-contact surfaces (i.e. counter and knife blade) contaminated significantly more often ($p < 0.001$) compared to broiler legs. Dishcloths, commonly indicating the cleanness levels in the kitchen were contaminated also more ($p < 0,001$) after handling of whole broiler units. Through hand-contact of whole broilers, the left trash cupboard with the door handle and the knife handle contaminated more often ($p < 0,001$) than in the handling of marinated broiler legs. The right side trash cupboard contaminated more often ($p = 0,002$) in handling of broiler legs than in the handling of whole broilers. The difference of contamination was not statistically significant between the handle of right-hand side trash cupboard and the water tap (trash bin door handle $p = 0,347$, water tap $p = 0,101$).</p> <p>Our study showed, that handling of whole frozen broiler carcasses cause significantly higher risk of cross-contamination appearing in the kitchen. Marinated broiler legs cause only little contamination on kitchen surfaces and utensils. However, cross-contamination is still possible through hands after handling of these products.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Salmonella, Campylobacter, surface, crosscontamination, home hygiene			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Viikki Science Library			
Työn valvoja (professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktor och ledare – Director and Supervisor(s)			
Director: Prof. Marja-Liisa Hänninen Supervisor: PhD, DVM Riitta Maijala			

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	3
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	4
2.1 KAMPYLOBAKTEERIT JA INFEKTIOT IHMISILLÄ.....	4
2.1.1 Yleistä kampylobakteereista.....	4
2.1.2 Kampylobakteeri-infektiot ihmisillä	5
2.1.3 Kampylobakterioosi Suomessa.....	6
2.1.4 Ihmisen tartuntalähteet	7
2.1.5 Kampylobakteerien esiintyminen broilerituotteissa	8
2.2 SALMONELLA JA INFEKTIOT IHMISILLÄ	9
2.2.1 Yleistä salmonellasta.....	9
2.2.2 Salmonellainfektiot ihmisillä.....	10
2.2.3 Salmonelloosi Suomessa	11
2.2.4 Ihmisen tartuntalähteet	12
2.2.5 Salmonellavalvontaohjelma	13
2.2.6 Salmonellan esiintyminen broilerituotteissa	14
2.3 RISTIKONTAMINAATIO KEITTIÖSSÄ SIIPIKARJANLIHAA KÄSITELTÄESSÄ	14
2.3.1 Bakteerien säilyminen broilerituotteissa	14
2.3.2 Ristikontaminaation merkitys siipikarjanlihan käsittelyssä	16
2.3.3 Ristikontaminaatio kotikeittiössä.....	17
2.3.4 Kampylobakteerin ja salmonellan säilyminen pinnoilla ja valmistuotteissa..	20
2.3.5 Pesun ja desinfiointiaineiden tehokkuus	22
2.4 KEITTIÖHYGIENIA	24
2.4.1 Keittiöhygienia	24
2.4.2 Kotitalouksien virheitä ruoankäsittelyssä.....	24
2.4.3 Turvallinen ruoanvalmistus	25
3 TUTKIMUSOSA	26
3.1 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET.....	26
3.2 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	26
3.2.1 Aineisto	26
3.2.2 Tutkimuksen suorittaminen.....	26
3.2.3 Fluoresoivan liuoksen valmistus.....	28

3.2.4 Tilastollinen käsittely	28
3.3 TULOKSET	29
3.3.1 Broilerin marinoitujen koipireisipalojen ja kokonaisten pakastettujen broilerin keittiön pintoja likaava vaikutus.....	29
3.3.2 Broilerin marinoitujen koipireisipalojen ja kokonaisten pakastettujen broilerin keittiövälineitä likaava vaikutus	34
3.4 POHDINTA	36
3.5 YHTEENVETO	40
4 KIRJALLISUUSLÄHTEET	41

1 JOHDANTO

Salmonella ja kamylobakteeri ovat maailmanlaajuisesti merkittävimpiä ruokamyrkytyksiä aiheuttavia bakteereita. Viime vuosina Euroopan Unionin alueella on kamylobakterioosi ollut yleisin raportoitu ihmisten zoonoottinen sairaus, salmonelloosin ollessa toinen (European Food Safety Authority 2009). Ihmisten raportoitujen salmonella- ja kamylobakteeri-infektioiden määrät ovat olleet Suomessa viime vuosina kasvussa (KTL Tartuntatautikirekisteri).

Suomessa kamylobakteereita esiintyy broilerituotteissa kesäkuukausina (Hänninen ym. 2000) eli ihmisten tartuntahuippujen aikaan (Iivonen ym. 2005). Broilerinlihan merkitys kotimaisten kamylobakteeritartuntojen lähteenä on epäselvä. Tutkimuksen mukaan on myös mahdollista, että ihmisten ja broilerin tartunnoilla on yhteinen ympäristöperäinen lähde (Kärenlampi ym. 2003). Salmonellan esiintyminen kotimaisissa broilerituotteissa on harvinaista Suomessa (European Food Safety Authority 2009, Huttunen ym. 2006).

Jos broilerinliha sisältää kamylobakteereita tai salmonellaa, voivat bakteerit kontaminoida lihan kanssa kosketuksiin joutuvia pintoja (De Boer & Hahne 1990, Cogan ym. 2002). Ristikontaminaatiolla tarkoitetaan sitä, kun bakteerit päätyvät valmiiseen ruokaan suoraan lihan pinnalta tai likaantuneiden pintojen, käsien tai keittiövälineiden kautta.

Suomessa broilerinliha myydään kaupoissa yleensä valmiiksi paloitetuna ja usein myös marinoituna, joten broilerinlihan käsittely kotikeittiössä on vähäistä.

Markkinointitutkimuksen mukaan 87 % broilerituotteista myydään kaupoissa valmiiksi marinoituna (Simola 2008). Kokonaisten raakojen broilereiden myynti on Suomessa nykyään harvinaista. On epäselvää, miten valmistuotteiden lisääntyminen vähittäismyynnissä on vaikuttanut kotikeittiöiden kontaminoitumiseen ja infektioiden esiintymiseen.

Tutkimuksessani vertaillaan kokonaisten pakastebroilerien ja marinoitujen broilerin koipireisipalojen aiheuttamaa keittiöpintojen ja –välineiden likaantumista fluoresoivan liuoksen avulla. Aiemmin broilerinlihan aiheuttamaa kontaminaatiota on tutkittu lähinnä

bakteereiden siirtymäosuuksien avulla, joten tutkimuksessa käytetty menetelmä on uudenlainen lähestymistapa kontaminaation arvioimiseen ja antaa tietoa siitä, miten laajalti bakteerit voivat levitä keittiössä.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 KAMPYLOBAKTEERIT JA INFEKTIOT IHMISILLÄ

2.1.1 Yleistä kampylobakteereista

Campylobacteriaceae-heimoon kuuluu *Campylobacter*-suvun lisäksi *Arcobacter*-suku. *Campylobacter*-sukuun kuuluu yhteensä 19 lajia ja 8 alalajia (Euzéby 2009). Tärkeimmät ihmisten suolistosairauksia aiheuttavat kampylobakteerit ovat *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* (tästä eteenpäin *C. jejuni*) ja *C. coli*. Vuonna 2004 Kansanterveyslaitoksen tartuntatautirekisteriin ilmoitetuista tapauksista 95 prosenttia oli *Campylobacter jejuni* ja viisi prosenttia *Campylobacter colin* aiheuttamia (Iivonen ym. 2005). Muita ihmisten suolistoinfektioita aiheuttavia kampylobakteereita ovat *C. lari*, *C. upsaliensis* ja *C. fetus* subsp. *fetus*. Myös muita kampylobakteerilajeja on eristetty eri tautien yhteydessä ihmisestä, mutta niiden rooli sairauden aiheuttamisessa on epäselvä (Nachamkin 2003).

Kampylobakteerit ovat kaarevia, S-kirjaimen tai spiraalinmuotoisia 0,2- 0,9 µm leveitä ja 0,5-5 µm pitkiä gram-negatiivisia sauvoja, jotka eivät muodosta itiöitä. Bakteerit liikkuvat polaaristen flagellojen avulla ja ovat mikroaerofiilisiä. Useimmat kampylobakteerilajit kasvavat parhaiten oloissa, jossa on 5 % happea, 10 % hiilidioksidia ja 85 % typpeä. Optimaaliset kasvulämpötilat vaihtelevat eri kampylobakteerilajien välillä. Kasvatettaessa termofiilisiä kampylobakteerilajeja, kuten *C. jejuni* ja *C. coli*, sopiva inkubaatiolämpötila on 42 °C. Muita kampylobakteerilajeja eristettäessä käytetään 37 °C lämpötilaa (Nachamkin 2003).

Kampylobakteerit elävät nisäkkäiden ja lintujen ruoansulatuskanavassa ja joskus sukuelinten limakalvolla, mutta aiheuttavat vain harvoin sairautta eläimille (Quinn ym.2002).

2.1.2 Kampylobakteeri-infektiot ihmisillä

Kampylobakteerien infektiivinen annos on tutkimusten mukaan alhainen. Robinsonin (1981) tutkimuksessa havaittiin 500 *C. jejuni*- bakteerin maidossa juotettuna aiheuttavan sairastumisen. Black ym. (1988) suorittamassa kokeellisessa *Campylobacter jejuni*- infektiossa bakteeria syötettiin vapaaehtoisille aikuisille. Annokset vaihtelivat 8×10^2 ja 2×10^9 bakteerin välillä ja oireita ilmeni kaikilla annoksilla.

Enteerisen kampylobakterioosin inkubaatioaika on vaihteleva. Oireet alkavat yleensä 48-82 tunnin kuluttua altistuksesta, mutta oireiden puhkeamiseen voi kulua 7-10 päivää tai vielä pidempi aika. Ripuli menee ohi yleensä viikossa, mutta bakteerin erityös voi jatkua vielä yli kaksi kuukautta oireiden katoamisen jälkeen (Jay 2003). Enteerisen infektion pääoireena on ripuli, joka voi olla vetistä tai veristä. Myös vatsakipu liittyy ruoansulatuskanavan oireiluun, sen sijaan oksentaminen on harvinaista (Moore ym. 2005). Suomalaisessa tutkimuksessa, jossa yli 600 kampylobakteeriposiitivista potilasta vastasi lähetettyyn kyselyyn, havaittiin kampylobakterioosin yleisimpien oireiden olevan ripuli (98 %), vatsakipu (88 %) ja kuume (81 %). Tilastollisesti merkitseviä eroja ei havaittu oireiden esiintymisessä *C. jejuni* (88 % ulostenäytteistä) ja *C. coli* (10 %) aiheuttamien enteriittien välillä (Hannu ym. 2002).

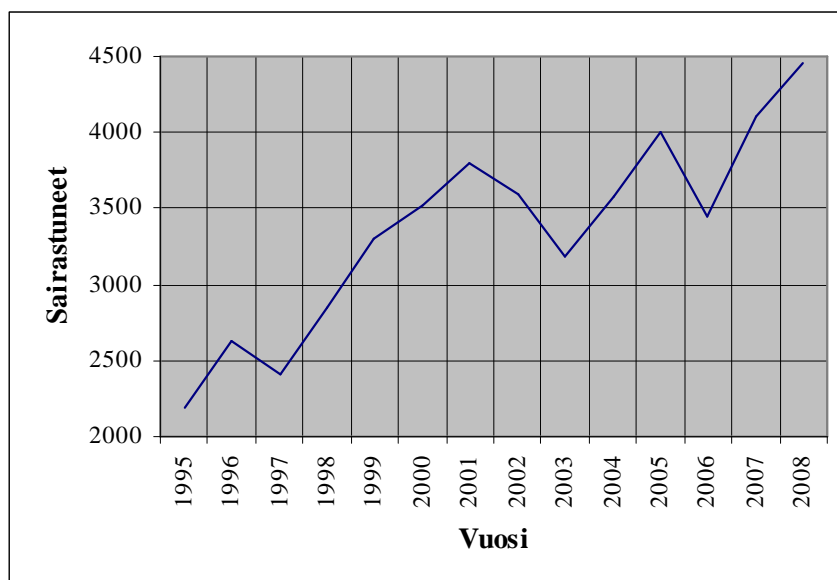
Kampylobakterioosiin saattaa liittyä myöhäiskomplikaatioita, joista tärkeimmät ovat reaktiivinen artriitti ja Guillan-Barrén syndrooma. Suomalaisessa tutkimuksessa havaittiin reaktiivinen artriitti 7 % kampylobakterioosiin sairastuneelta. Yleensä artriitti oli lieväoireinen ja esiintyi aikuisilla potilailla (Hannu ym. 2002). Guillan-Barré syndroomassa esiintyy akuuttia perifeeristen neuronien demyelinisaatiota ja sitä kautta etenevää paralyysia (Moore ym. 2005). Guillan-Barrén syndrooma esiintyy arviolta yhdellä 1000:sta kampylobakteeri enteriittiin sairastuneesta ja määrä on 77-kertainen verrattuna väestöön yleensä (Tam ym.2006). Erään tutkimuksen mukaan 80,6 %

Guillan-Barrén syndroomaan sairastuneelta on tilaa edeltänyt *C.jejuni*-infektio (Schmidt-Ott ym. 2006).

2.1.3 Kampylobakterioosi Suomessa

Kampylobakteeri on vuodesta 1998 alkaen ollut yleisimmin raportoitu suolistoinfektioita aiheuttava bakteeri Suomessa (Iivonen ym. 2005). Kampylobakteeri-infektioiden määrä on ollut Suomessa voimakkaassa kasvussa (kuva 1). Vuonna 2007 tartuntatautirekisteriin ilmoitettiin 4107 kampylobakteeritapausta. Ilmaantuvuus koko väestössä oli 78/100 000. Sairaanhoidopiireistä ilmaantuvuus oli korkein Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoidopiirissä (122/100 000). Eniten tapauksia ilmoitettiin 25–34-vuotiailla, joilla ilmaantuvuus oli 161/100 000 (Hulkko ym. 2008).

Kampylobakteeritapausten ikäjakauman selvä huippu on nuorissa aikuisissa, minkä uskotaan heijastavan tämän ryhmän runsasta matkustelua (Iivonen ym. 2005). Vuonna 2007 tietoa sairastumisesta edeltävästä ulkomaanmatkasta saatiin 3112 tapaukselta (76 %). Näistä 75 prosenttia oli ollut ulkomailla juuri ennen sairastumistaan (Hulkko ym. 2008).



Kuva 1. Ihmisillä raportoidut kampylobakteeri-infektiot Suomessa vuosina 1995–2008 (KTL tartuntatautirekisteri).

Suomessa kampylobakterioosin ilmaantuvuus on suurimmillaan heinä-elokuussa ja huippukuukausi on joka vuosi ollut heinäkuu (Iivonen ym. 2005, Hulkko ym. 2008,

KTL tartuntatautirekisteri). Kansanterveyslaitoksen suolistobakteriologian laboratorion tutkimusten perusteella valtaosa (68 %) heinä-elokuussa todetuista tapauksista on kotimaisia (Iivonen ym. 2005).

2.1.4 Ihmisen tartuntalähteet

Ruokamyrkytys-epidemiolla tarkoitetaan tapausta, jossa vähintään kaksi henkilöä on saanut samanlaatuisen sairauden nautittuaan samaa alkuperää olevaa ruokaa tai talousvettä, ja missä epidemiologisesti kyseinen ruoka tai vesi voidaan todeta sairauden lähteeksi (Niskanen ym. 2007). Kampylobakteerien aiheuttamia ruokamyrkytys-epidemioita on todettu vuosittain (vuosina 2002-2006) 1-4 kappaletta, joista talousvesivälitteisiä on ollut 0-2 (Hatakka ym. 2003, Hatakka ym. 2004, Niskanen ym. 2005, Niskanen ym. 2006, Niskanen ym. 2007). Talousvesivälitteisiä epidemioita esiintyy Suomessa satunnaisesti ja niissä sairastuneiden määrät voivat nousta suuriksi. Vuonna 2005 raportoitiin kaksi *C. jejuni*-bakteerin aiheuttamaa vesiepidemiaa (Vihti ja Espoo), joissa sairastui yhteensä 712 henkilöä (Niskanen ym. 2006). Nokialla tapahtui vesiepidemia marras-joulukuussa vuonna 2007, ja joulukuussa Nokialta ilmoitettiin 191 kampylobakteeritapausta (Hulkko ym. 2008).

Kampylobakteeri-infektiot ovat yleensä sporadisia ja tartuntalähde jää tuntemattomaksi. Riskitekijöitä yksittäisille tapauksille on pyritty selvittämään epidemiologisilla tapaus-verrokkitutkimuksilla. Siipikarjanlihan kulutus on useassa tutkimuksessa havaittu riskitekijäksi (Studahl & Anderson 2000, Evans ym. 2003, Wingstrand ym. 2006). Tanskalaisessa tapaus-verrokkitutkimuksessa suurimmaksi riskitekijäksi todettiin kananlihan syöminen, joka on ostettu tuoreena kaupasta ja jota ei ole pakastettu kotona (Wingstrand ym. 2006). Vastaavanlaisessa tutkimuksessa Norjassa havaittiin, että siipikarjanlihaan liittyvät kampylobakteeri-infektiot tapahtuvat yleensä ristikontaminaation kautta. Itse lihan syöminen ei todettu olevan riskitekijä, mutta riskitekijöiksi mainittiin grillaus ja broilerin ostaminen kaupasta raakana. Muita riskitekijöitä olivat desinfioimattoman veden juominen, riittämättömästi kypsennetyn sianlihan syöminen ja päivittäinen kontakti karjan, lampaiden tai siipikarjan kanssa (Kapperud ym. 2003).

Myös Suomessa on tapaus-verrokkitutkimuksella kartoitettu riskitekijöitä ja mahdollisia infektiolähteitä kotimaassa saatuihin sporadisiin kampylobakteeri-infektioihin. Tutkimus suoritettiin heinä-syyskuussa vuonna 2002. Riskitekijöitä olivat tutkimuksen mukaan luonnonvesissä uiminen, huonosti kypsennetyn lihan syöminen ja kaivoveden juonti (Schönberg-Norio ym. 2004). Myöhemmässä tutkimuksessa luonnonvesissä uimisen on todettu liittyvän lasten (≤ 5 vuotta) kampylobakteeri-infektioihin. *C. jejuni*-tartuntojen lähteet voivat vaihdella eri ikäryhmillä ja maantieteellisillä alueilla (Schönberg-Norio ym. 2006).

Kotimaisia sporadisia kampylobakteeritartuntoja on selvitetty pulssikenttägeelelektroforeesi (engl. pulsed-field gel electrophoresis, PFGE) -menetelmällä kesän tartuntahuipun aikana. Tutkimuksessa on vertailtu ihmisistä eristettyjen kampylobakteerien sero/genotyyppjä siipikarjasta eristettyihin kampylobakteereihin. Vuonna 1999 46 % ihmisten *C. jejuni*- tartunnoista oli vastaavia tyyppjä kun siipikarjan suolistosta teurastamalla eristetyt kannat (Kärenlampi ym. 2003). Vuonna 2003 ihmisten ulosteista eristetyt *C. jejuni*- ja *C. coli*-kannat olivat 61 % samoja tyyppjä kuin vähittäismyynnissä olleesta siipikarjanlihasta eristetyt bakteerit (Kärenlampi ym. 2007). Vuonna 1999 useat ihmisistä eristetyt bakteerikantatyyppit esiintyivät ennen vastaavan bakteerikannan tartuttaman broileriparven teurastusta, joka viittaisi yhteiseen ympäristöperäiseen lähteeseen sekä ihmiselle että broileriparville (Kärenlampi ym. 2003).

Pohjoismaisissa tapaus-verrokkitutkimuksissa on riskitekijöiksi todettu myös pastöroimattoman maidon juominen (Studahl & Andersson 2000, Neimann ym. 2003). Suomessa on maatilalla esiintynyt perheen keskuudessa pitkäaikainen *C. jejuni*-bakteerin aiheuttama enteriitti, jossa pastöroimaton maito osoittautui välittäjäelintarvikkeeksi (Schildt ym. 2006).

2.1.5 Kampylobakteerien esiintyminen broilerituotteissa

Helsingin alueella suoritetussa kolmivuotisessa (1996–1998) tutkimuksessa havaittiin, että heinä-elokuussa olivat kampylobakteerilöydökset yleisiä vähittäismyynnissä olevista broilerinpalatuotteista. Tällöin kampylobakteeria esiintyi 10–30 % tuotteista (Hänninen ym. 2000). Vastaavanlaisia tuloksia on saatu myös muista Suomessa

tehdystä tutkimuksista. Vuonna 2006 kesä-elokuussa valmistetuista broilerin vähittäismyyntituotteista löytyi kamylobakteereita kaiken kaikkiaan 17 % tutkituista näytteistä. Kesäkuussa positiivisia näytteitä oli 8 %, heinäkuussa 29 % ja elokuun kahdella ensimmäisellä viikolla 12 % tutkituista näytteistä. Valmistajien välillä oli suuria vaihteluita kamylobakteeripositiivisten tuotteiden osuudessa, jonka takia ei pystytty tekemään tarkempia vertailuja eri broilerin osien ja eri tavalla maustettujen tuotteiden välillä. Bakteerien määrä kamylobakteeripositiivisiksi todetuista tuotteista oli 24 % tapauksessa vähintään 1000 pmy/näyte ja 33 % määrä ylitti 10 000 pmy/näyte (Töyrylä 2006).

Elintarvikeviraston ja EELA toteuttivat kamylobakteeriprojektin vuonna 2002, jolloin tutkittiin kamylobakteerien esiintyvyyttä suurtalouskeittiöistä otetuista siipikarjanlihanäytteistä kesä-, elo-, syys- ja lokakuussa. Kamylobakteereita oli 19 % (47/244) tuotteissa, mutta kamylobakteerimäärät olivat vähäisiä kontaminoituneissa tuotteissa. Tutkituista 46 näytteestä 36:ssa (78 %) kamylobakteerien määrä oli alle 1 MPN/g, näistä 19:ssa alle 0,2 MPN/g. Kolmessa näytteessä kamylobakteereita oli 4,9-7,9 MPN/g ja yhdessä yli 160 MPN/g (Hatakka & Hakkinen, 2004).

2.2 SALMONELLA JA INFEKTIOT IHMISILLÄ

2.2.1 Yleistä salmonellasta

Salmonella-suku kuuluu *Enterobacteriaceae*-heimoon ja sukuun kuuluu 3 lajia: *Salmonella enterica*, *Salmonella bongori* ja uutena lajina (vuosi 2005) *Salmonella subterranea*. *S. enterica*-bakteerilla on kuusi alalajia, joista tärkein on *S. enterica* subsp. *enterica*. Kaikki merkittävimmät ruokamyrkytyksiä aiheuttavat salmonellat kuuluvat kyseiseen alalajiin ja ovat tämän lajin eri serovaareja (serotyyppejä). Salmonellat jaetaan serovaareihin O- ja H-antigeenien perusteella Kauffmannin ja Whiten kehittämän luokittelun mukaisesti (Euzéby 2009).

Salmonella on gram-negatiivinen sauvabakteeri, joka kasvaa hyvin MacConkey-agarilla. Bakteeri liikkuu peritrikkisten flagellojen avulla, joskaan kaikki salmonellat

eivät ole liikkuvia. Salmonella fermentoi D-glukoosia ja muodostaa yleensä kaasua (Bopp ym. 2003).

Salmonellan elinympäristöä on eläinten (kuten linnut, matelijat, tuotantoeläimet, ihmiset) ruoansulatuskanava, josta bakteeri leviää ulosteiden mukana jätevesiin ja laajalti ympäristöön. Salmonella voi näiden välityksellä taas infektoida uusia eläimiä, jolloin salmonellan kierto jatkuu. Ruokamyrkytyksiä aiheuttavat salmonellat eivät ole yleensä isäntälajispesifisiä. Lavantautia aiheuttava *Salmonella* Typhi ja pikkulavantautia aiheuttava *Salmonella* Paratyphi infektoivat vain ihmisiä (Jay 2003).

2.2.2 Salmonellainfektiot ihmisillä

Salmonellan infektiomallista on hyvin erilaisia tutkimustuloksia. WHO:n tekemän annos-vaste-mallituksen (beta-Poisson-malli) perusteella, jossa aineistona oli 20 epidemiaa, 1000 salmonellasolun syöminen aiheuttaa 33 % todennäköisyyden sairastua. Epidemiaselvityksiin liittyy kuitenkin epävarmuuksia, kuten selvitykset infektiomallista ja arviot altistuneiden ja sairastuneiden määrästä (WHO 2002). Ruoan korkea rasvapitoisuuden pienentää tarvittavaa infektiomallista, jolloin jo muutama solu voi aiheuttaa sairastumisen (D'Aoust 1985).

Salmonelloosin inkubaatioaika on yleensä 12-14 tuntia, vaikka lyhyempiä ja pidempiä aikoja on myös raportoitu (Jay 2003). Japanilaisen tutkimuksen mukaan salmonellan inkubaatioaika on riippuvaista syötyjen salmonellabakteerien määrästä. Syötyjen bakteerien määrän ja mediaanisen inkubaatioajan välillä on selvä negatiivinen korrelaatio. Heidän tutkimuksessaan inkubaatioajan mediaani oli yli 48 tuntia silloin, kun *Salmonella* Enteritidis annos oli alle 10^3 bakteeria (Abe ym. 2004).

Salmonelloosin tyypillisiä oireita ovat pahoinvointi, oksentelu, vatsakivut, pääkipu, vilunväristykset ja ripuli. Oireet kestävät tyypillisesti 2-3 päivää. Vaikka bakteerit häviävät yleensä nopeasti ruoansulatuskanavasta, voi jopa 5 % potilaista tulla taudinkantajia (Jay 2003). Vuonna 2006 EU:n alueella tapahtuneissa salmonellaepidemioissa joutui 14 % sairastuneista sairaalahoitoon ja kuolleisuus oli 0,001 % (European Food Safety Authority 2007).

Ruotsalaisessa tutkimuksessa kartoitettiin suolistosairauksiin liittyviä komplikaatioita ja salmonellan kohdalla havaittiin suurentunut riski kolmen kuukauden kuluessa infektiosta aortan pullistumaan ja vuoden kuluessa infektiosta ulseratiiviseen koliittiin ja reaktiiviseen artriittiin. Salmonellan eri serovaareilla ei havaittu olevan vaikutusta komplikaatioiden esiintymiseen (Ternhag ym. 2008). Salmonellainfektiossa kuolleisuus lisääntyy sekä infektion akuutissa vaiheessa että myös pidemmän aikavälin seurannassa. Tanskalaisessa tutkimuksessa salmonellaan sairastuneiden kuolleisuus infektion jälkeisenä vuonna oli 2,85-kertainen verrattuna kontroleihin (Helms ym. 2003).

2.2.3 Salmonelloosi Suomessa

Vuonna 2007 ilmoitettiin kansanterveyslaitokselle yhteensä 2735 salmonellatapausta. Vuonna 2007 vuosittainen ilmaantuvuus asukasta kohti oli koko maassa 52/100 000. Suurinta ilmaantuvuus oli Etelä-Savon (89/100 000) ja Kanta-Hämeen sairaanhoitopiireissä (69/100 000). Ikäryhmissä ilmaantuvuus oli suurinta 20-54-vuotiailla (vaihteluväli 66-85/100 000) (Hulkko ym. 2008).

Vuonna 2007 salmonellatartunnoista 380 (14 %) oli kotimaisia ja 2270 (83 %) ulkomaisia. Tartuntamaata ei ollut ilmoitettu 3 % tapaukselle. Suurin osa (156 tapausta, 41 %) kotimaisista tapauksista oli *Salmonella* Typhimurium- serotyypin aiheuttamia. Toiseksi yleisin serotyyppi oli *Salmonella* Enteritidis (62 tapausta) (Hulkko ym. 2008). Kotimaasta peräisin olevat salmonellatapaukset ovat kesäkuukausina yleisempiä kuin muina vuodenaikoina. Vuosina 2004-2006 34 prosenttia kotimaisista tartunnoista todettiin kesä-elokuulla (Kuusi & Siitonen 2007).

Ulkomaisista tapauksista 735 (32 %) oli *S. Enteritidis* serotyypin aiheuttamaa. Seuraavaksi yleisimmät ulkomailta saadut serotyypit olivat Typhimurium (246 tapausta), Stanley (175), Virchow (135) ja Corvallis (59). Yleisin tartuntamaa (36 %) oli Thaimaa. Lavantautia aiheuttavaa *S. Typhi* tapauksia todettiin 11 ja pikkulavantautia aiheuttavaa *S. Paratyphi* A:tä kuusi tapausta ja *S. Paratyphi* B:tä kolme tapausta. Matkustustieto oli saatavilla kaikille *S. Typhi*-tapauksille, vain yksi ei ollut matkustanut ulkomailta. *S. Paratyphi*-tapauksista kaikki olivat matkustaneet ulkomailta. Intia ja Thaimaa olivat yleisimmät *S. Typhi*- ja *S. Paratyphi*-tapausten tartuntamaat (Hulkko ym. 2008).

2.2.4 Ihmisen tartuntalähteet

Suomessa salmonellan aiheuttamia ruokamyrkytys epidemioita on vuosittain (vuosina 2002-2006) raportoitu 0-5 kappaletta. Useat tartunnat ovat liittyneet joukkoruokailuihin, joissa välittäjäelintarvike on jäänyt tuntemattomaksi. Ulkomailta tuodut elintarvikkeet (suklaa, seesammassa, pavut, broileri, salaatti) ovat aiheuttaneet useita ruokamyrkytyksiä (Hatakka ym. 2003, Hatakka ym. 2004, Niskanen ym. 2005, Niskanen ym. 2006, Niskanen ym. 2007). Vuonna 2006 EU:n alueella aiheutti salmonella 53,9 % kaikista raportoiduista ruokamyrkytys epidemioista.

Välittäjäelintarvikkeesta on tietoa 60,7 % epidemian osalta. Välittäjäelintarvikkeista ehdottomasti tärkein oli muna ja munavalmisteet. Muita salmonellatartuntoihin (yli 10 epidemiaa) liittyviä elintarvikkeita olivat erilaiset lihat ja lihatuotteet (tarkemmin määrittelemätön punainen liha, siipikarjanliha, sianliha), leipomotuotteet, maitovalmisteet, buffet-ruoka, kala ja kalatuotteet, suklaa tai muu makeinen, vihannekset ja niistä valmistetut mehut. Useat ruokamyrkytykset liittyivät aterioihin, pizzoihin, keittoihin tai kastikkeisiin, jotka määriteltiin ryhmään: erilaisia välittäjäelintarvikkeita (European Food Safety Authority 2007).

Ulkomailla on sporadisiin salmonellainfektioihin kartoitettu riskitekijöitä tapaus-verrokkitutkimuksella. Raaka kananmuna ja siitä tehdyt valmisteet ovat havaittu useassa tutkimuksessa merkittäväksi *S. Enteritidis*-bakteerin lähteeksi (Mølbak ym. 2002, Doorduyn ym. 2006, Marcus ym. 2007). Yhdysvalloissa *S. Enteritidis*-infektioiden riskitekijöiksi havaittiin myös ulkomaanmatkailu, kananlihan syöminen kodin ulkopuolella ja kontaktit lintujen tai matelijoiden kanssa (Marcus ym. 2007). Hollantilaisessa tapaus-verrokkitutkimuksessa *S. Typhimurium*-infektioihin liittyivät huonosti kypsennetty liha ja kosketuksiin joutuminen raakan lihan kanssa. Lisäksi *S. Typhimurium*-infektion riskitekijäksi paljastui hiekkalaatikossa leikkiminen (4-12 vuotiaat), minkä uskottiin heijastavan bakteerin saamista ympäristöstä. Lääkkeistä protonipumppuinhibiittorit, H₂-antagonistit ja antibiootit olivat riskitekijöitä salmonellainfektioille (Doorduyn ym. 2006).

Suomessa hyvän salmonellavalvonnan avulla salmonellan esiintyvyys tuotantoeläimissä on saatu pysymään pienenä, mutta kotimaisia salmonellaepidemioita todetaan silti

ihmisillä vuosittain. *S. Typhimurium* ja varsinkin sen faagityyppi FT1 on tärkein kotoperäinen salmonellatyyppimme ihmisellä, mutta nykyään sitä todetaan harvoin tuotantoeläimissä. Vuodesta toiseen toistuu kuitenkin ilmiö, että kotimaisten *Typhimurium*- tapausten määrä alkaa lisääntyä keväällä. Aiheuttaja on yleensä muuta faagityyppiä, kuin FT1. Tilanne muuttuu heinäkuulle tultaessa, jolloin FT1- tapausten määrä lisääntyy jyrkästi laskeakseen marraskuun tienoilla. Näiden kotimaisten tartuntojen lähde on tuntematon. Yhden kesätartuntoja lisäävän tekijän uskotaan olevan se, että salmonella lisääntyy hyvin lämpimässä eikä kesällä ruokia aina säilytetä riittävän kylmässä (Kuusi & Siitonen 2007).

Salmonellariskistä kotimaisen broilerin-, sian- ja naudanlihan sekä kananmunien tuotannossa on tehty kvantitatiiviset (laskennalliset) riskinarvioinnit. Arviointien perusteella kyseiset elintarvikkeet aiheuttavat kolmanneksen kotimaisista salmonellatapauksista. Nykyisen salmonellavalvontaohjelman ja sen perusteella myönnettyjen erityistakuiden ollessa voimassa arvioitiin naudanlihan (13 % kaikista kotimaassa saaduista tapauksista) ja sianlihan (12 %) merkitys suurimmaksi, broilerinlihan aiheuttaessa 9 % tapauksista. Kananmunien arveltiin aiheuttavan vain noin 1 % Suomessa saaduista tapauksista (Tuominen ym. 2006).

2.2.5 Salmonellavalvontaohjelma

Vuonna 1995 Suomelle hyväksyttiin kansallinen salmonellavalvontaohjelma. Ohjelman tavoitteena on pitää salmonellan esiintyminen tuotantoeläimissä ja niistä saaduissa elintarvikkeissa alle 1 % tasolla vuosittain. Siipikarjan salmonellavalvonta perustuu ensisijaisesti elävien lintujen ulostenäytteiden tutkimiseen. Nautojen ja sikojen salmonellaseuranta perustuu teurastamonäytteenottoon (imusolmuke- ja ruhonpintasivelynäytteet) sekä tiloilla tapahtuvaan näytteenottoon salmonellaa epäiltäessä. Lisäksi salmonellan esiintymistä seurataan lihaleikkaamoissa siipikarjan-, naudan- ja sianlihasta. Suomelle myönnettiin EU:hun liittymisen yhteydessä salmonellaa koskevat lisävakuudet, joiden saantiehtona oli kansallisen valvontaohjelman perustaminen. Lisävakuudet tarkoittavat elintarvikkeiden osalta sitä, että lihalähetykset on tutkittava ennen Suomeen toimittamista salmonellan varalta ja tutkimustuloksen on oltava negatiivinen. Vastaavasti ennen kananmunien toimittamista on munat tuottanut kanaparvi tutkittava salmonellan varalta. Muista EU:n

jäsenvaltioista toimitettavia eläimistä saatavia elintarvikkeita valvotaan Suomessa ensisaapumispaikoissa ja niiden omavalvonnassa on seurattava myös salmonellalisävakuutuksien toteutumista. Salmonellaa on todettu lisävakuutuksen piiriin kuuluvissa lihaerissä (Huttunen ym. 2006).

2.2.6 Salmonellan esiintyminen broilerituotteissa

Suomalaista alkuperää oleva siipikarjanliha ei ole merkittävä lähde ihmisten salmonelloosi tapauksiin (European Food Safety Authority 2009). Eviran julkaisussa tulee esille Suomen hyvä tilanne salmonellan esiintymisessä siipikarjanlihassa. Vuosina 1995-1998 todettiin salmonellaa vuosittain 0,9-3,0 %:ssa tutkituista kotimaisista tuoreista broileripaloista (n=315). Vuosina 1999-2004 tutkituista raaosta siipikarjanlihanäytteistä (n=449) ei yhdestäkään todettu salmonellaa (Huttunen ym. 2006).

Vuonna 2007 Suomen lihaleikkaamoissa tutkituista siipikarjanlihanäytteistä ei yhdessäkään löytynyt salmonellaa. Näytteistä 757 oli broilerinlihaa ja 517 kalkkunanlihaa. Euroopan Unionin alueella raaosta broilerinlihanäytteistä 5,5 % oli salmonellaposiitivisia (European Food Safety Authority 2009).

2.3 RISTIKONTAMINAATIO KEITTIÖSSÄ SIIPIKARJANLIHAA KÄSITELTÄESSÄ

2.3.1 Bakteerien säilyminen broilerituotteissa

Kampylobakteerin säilymistä broilerinlihassa on tutkittu erilaisissa lämpötiloissa. Kampylobakteeri säilyy viileässä paremmin kuin korkeammassa lämpötiloissa (Blankenship & Craven 1982, Curtis ym. 1995). Jääkaappilämpötilassa kampylobakteerien määrä voi pysyä lähes muuttumattomana viikon ajan. Pakastamisella voidaan vähentää kontaminoitujen ruojen kampylobakteeripitoisuuksia. Kampylobakteerien määrä vähenee yhden logaritmisestä asteikon verran heti pakastamista seuraavan vuorokauden aikana (Georgsson ym.2006).

Eräässä tutkimuksessa kananlihassa *S. Enteritidis*- ja *S. Typhimurium*- bakteereista tehty sekaviljelmä ei kasvanut aerobisissa oloissa 0, 4 tai 6 °C:ssa 15 päivän aikana, mutta salmonellan kasvu oli merkittävää (2- 3 log₁₀) 8, 10 tai 12 °C:ssa 9 päivän aikana (United Kingdom Food Standards Agency 2003). *S. Typhimurium*- bakteerien määrä säilyi jääkaappilämpötilassa (+ 4 °C) 8 päivää muuttumattomana raaka-assa kananlihassa (Pintar ym. 2007).

Suomessa suuri osa broilerinlihatuotteista myydään kauppoissa paloitetuina ja valmiiksi marinoituina. Pelkässä marinaadissa *C. jejuni* säilyy alle kaksi vuorokautta jääkaappilämpötilassa (+ 4 °C), mutta marinoidussa broilerituotteessa ei *C. jejuni* säilymisellä jääkaappilämpötilassa ole eroa marinoimattomaan tuotteeseen. *C.jejuni* säilymisaika tuotteissa on riippuvaista bakteerin lähtöpitoisuudesta (Perko-Mäkelä ym. 2000). Siipikarjanlihatuotteissa kampylobakteeri selviytyy huomommin nahattomassa lihassa kuin ihoa sisältävässä lihapalassa (Davis & Connert 2007).

C. jejuni- bakteerin säilymiseen tuotteissa vaikuttaa pakkauksessa käytetty suojakaasu. Eräässä tutkimuksessa havaittiin aerobisten kaasuseosten vähentävän *C. jejuni* - bakteerien määrää broilerinfileissä nopeammin kuin anaerobiset kaasuseokset. Tutkimuksissa vertailtiin happea sisältävää kaasua (70/30 % O₂/CO₂) anaerobisiin kaasuihin (70/30 % N₂/CO₂ ja 100 % N₂). Happea sisältävä kaasu suosi kuitenkin myös lihan pilaajabakteerin kasvua (Boysen ym. 2007). Saksalaisessa tutkimuksessa havaittiin muunnetun ilmakehän pakkaamisen (hiilidioksidi ja typpi) vähentävän kampylobakteerin esiintymistä verrattuna tyhjiopakattuihin ja ilmapakattuihin tuotteisiin (Luber & Bartelt 2007).

Tyhjiopakauksen ja muunnetun ilmakehän pakkaamisen vaikutusta on tutkittu *S. Enteritidis*- bakteerin säilymiseen ja kasvuun tuoreessa siipikarjanlihassa. Molemmissa pakkaustyypeissä 3 °C:ssa *S. Enteritidis* säilyy, mutta ei lisääntynyt merkittävästi. 10 °C:ssa *S. Enteritidis* lisääntyy nopeasti sekä tyhjiopakauksessa että muunnellussa ilmakehässä (100 % N₂, 20/80 % CO₂/ O₂) ja kasvua on havaittavissa myös 100 % CO₂- kaasussa (Nychas & Tassou 1996).

2.3.2 Ristikontaminaation merkitys siipikarjanlihan käsittelyssä

Keittiössä ristikontaminaatio voi tapahtua bakteerin saastuttamaa lihaa käsiteltäessä, jolloin bakteerit päätyvät valmiiseen ruokaan joko suoraan raaka-asta lihasta tai epäsuorasti kontaminoituneilta pinnoilta, käsistä tai työvälineistä (Vahteristo ym. 2004).

Suomessa siipikarjanliha on harvoin todettu välittäjäelintarvikkeeksi tilastoiduissa ruokamyrkytys epidemioissa 2000-luvulla. Vuonna 2002 aiheutti kanasalaatti pienen *C. jejuni*-epidemian (Hatakka ym. 2003). Vuonna 2004 ravintolassa tapahtuneessa salmonellaepidemiassa oli välittäjäelintarvikkeena brasilialainen broileri (Niskanen ym. 2005).

Euroopan Unionin alueella vuonna 2006 broilerinliha ja muu siipikarjanliha aiheuttivat yhteensä tilastoituja kampylobakteriepidemioita 48 ja salmonellaepidemioiden osalta 30 kotitalousepidemiaa ja 21 yleistä epidemiaa (henkilöitä sairastunut useammasta kuin yhdestä kotitaloudesta) (European Food Safety Authority 2007). 2000-luvulla on raportoitu ruokamyrkytys selvityksiä, joissa siipikarjanlihan aiheuttama ristikontaminaatio on todettu kampylobakteeri- tai salmonellaepidemian aiheuttajaksi (Mazick ym. 2006, Jimenez ym. 2005, Moffatt ym. 2006). Kööpenhaminassa vuonna 2005 sairastui 79 henkilöä *C. jejuni*-bakteerin aiheuttamaan enteriittiin. Sairastumisen todettiin liittyvän kanasalaattiin. Raakoja broilereita oli säilytetty kypsennettyjen broilerin yläpuolella jääkaapissa, joten todennäköisenä selityksenä tapahtuneelle pidettiin raaoista broilereista valunut neste kypsiin paloihin, jotka myöhemmin käytettiin salaatin raaka-aineena (Mazick ym. 2006). Madridissa 81 oppilasta koulussa sai *C. jejuni*-tartunnan syötyään rahkaa, jonka uskottiin kontaminoituneen keittiössä, jossa oli käsitelty edellisenä päivänä raakaa siipikarjanlihaa (Jimenez ym. 2005). Australiassa 61 henkilöä sairastui *S. Typhimurium*-infektioon syötyään täytettyä sämpylää, johon bakteerit joutuivat todennäköisesti mausteiden välityksellä, jotka olivat kontaminoituneet kananlihasta (Moffatt ym. 2006).

Saksassa tehty tutkimus viittaa myös siihen, että kampylobakterioosin saaminen ristikontaminaation kautta on todennäköisempää kuin huonosti kypsennetyn broilerinlihan syöminen. Tutkimuksessa vertailtiin kaupasta ostettujen broilerin rintapalojen kampylobakteeripitoisuuksia lihan pinnalta ja sisäosista.

Kampylobakteereja esiintyi pinnalla 87 % ja sisäosissa 20 % tutkituissa näytteistä. Bakteerien määrät olivat vähäisiä lihan sisäosissa, alle 1 pmy/g. Fileenpinnalla kampylobakteerien esiintyminen oli keskiarvoltaan 1903 pmy, mediaanin ollessa 537 pmy. Lihaa kypsennettäessä pintojen bakteerien oletetaan tuhoutuvan ensin, joten huonosti kypsennetyssä lihassa sisäosien bakteerit ovat merkityksellisiä (Luber & Bartelt 2007). Myös vähittäismyynnissä olevien broilerin koipien kampylobakteerikontaminaatio on ihonäytteissä merkittävästi suurempi kuin lihan sisäosissa. Bakteerien esiintyminen on sisäosissa harvinaisempaa ja bakteerien määrät ovat pieniä (Scherer ym. 2006).

2.3.3 Ristikontaminaatio kotikeittiössä

Cambylobacter jejuni ja *Salmonella spp.* kontaminoivat helposti raakaa siipikarjanlihaa käsiteltäessä kosketuksiin joutuvat pinnat ja erityisesti kädet. Bakteerit voivat siirtyä elintarvikkeisiin, jotka joutuvat kosketuksiin raakan lihan kontaminoimille pinnoille (De Boer & Hahne 1990). Valmistettaessa ruokaa kontaminoituneesta broilerista kampylobakteeri ja salmonella leviävät käsien ja broilerin välityksellä laajalti keittiön eri pinnoille kuten hanaan ja ovenkahvoihin (Cogan ym. 1999).

Kun vapaaehtoiset henkilöt pilkkoivat luonnollisesti kontaminoituneita kokonaisia broilereita, saatiin pinnoilta, jotka olivat kosketuksissa käsiin tai broileriin, eristettyä (> 1pmy) kampylobakteeri 63,3 % ja salmonella 40 % näytteistä. Yli 1000 pmy- näytteitä oli kampylobakteerin osalta 20 % ja salmonellalla 1,7 %. Tutkittavista kohteista kädet, leikkuulauta ja vaatteet olivat yleisimmin kontaminoituneet infektiivisellä määrällä bakteereita. Käsien kanssa kosketuksissa olleet pinnat olivat selvästi harvemmin saastuneet ja bakteerimäärät niissä jäivät vähäisiksi verrattuna suoraan lihan kanssa kosketuksissa olleisiin pintoihin (Cogan ym. 2002).

Koska useissa maissa kokonaisten broilerin käyttö kotikeittiöissä on vähentynyt, määrittivät saksalaiset tutkijat broilerin rintafileen ja broilerinkoiven aiheuttamaa kampylobakteerin siirtymistä ruoanlaittotapahtumissa. Tässä tutkimuksessa määriteltiin broilerin pinnalta ja tutkittavista näytteistä bakteeripitoisuus (pmy), jolloin saatiin siirtyneiden bakteerien prosenttiosuudet selville. Kampylobakteerin siirtyminen käsiin fileitä käsiteltäessä oli keskiarvoltaan 3,8 % bakteeripitoisuuksista ja koipia

käsiteltäessä vastaava luku oli 2,9 %. Broilerinkoivista lautaselle siirtyi 0,3 % bakteeripitoisuuksista ja rintafileitä käsitellessä siirtymä lihan pinnalta keittiövälineisiin oli 1,1 %. Tämä oli tilastollisesti merkitsevää, joskaan tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia erilaisten pintojen ja käsittelyn suhteen. Valmiiseen ruokaan bakteerien siirtyminen käsistä ja työvälineistä vaihteli välillä 2,9 -27,9 % bakteeripitoisuuksista. Vaihtelun uskottiin olevan yhteydessä erilaisiin kosketuspintojen laatuun ristikontaminaation tapahtuessa (Luber ym. 2006).

Kampylobakteeripitoisuuksien (menetelminä sekä MPN ja pmy) siirtymistä on tutkittu myös toisessa tutkimuksessa, jolloin broilerin rintafileistä siirtyi keskimäärin kampylobakteereita käsiin 0,16 % bakteeripitoisuuksista, keittiövälineisiin 0,10 % ja leikkuulaudoille 0,08 % (Verhoeff-Bakkenes ym. 2008).

Myös monissa muissa tutkimuksissa on havaittu suuri vaihtelevuus bakteerien siirtymisessä keittiöpinnoilta valmiiseen syötävään tuotteeseen. Kusumaningrum ym. tutkimuksessa (2003a) bakteerien määrä (pmy/cm²) pinnoilta määritettiin yhden kontaktiagarin avulla ja sitä verrattiin kontaminoituneella pinnalla olleen elintarvikkeen bakteerimäärästä (pmy/cm²) saatuun lukemaan. Yhden kontaktiagarin käyttö saattaa aliarvioida pinnalla ollutta bakteerimäärää, jolloin bakteereiden prosentuaalinen siirtymä on todellisuudessa elintarvikkeisiin vähäisempää. Kurkkuviipaleisiin ja paistettuihin kananfilee palasiin ruostumattomalta teräspinnalta patogeenisten bakteerien (*S. Enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *C. jejuni*) siirtyminen vaihteli 20 ja 100 prosentin välillä bakteeripitoisuuksista. Keskimääräinen bakteerien siirtyminen teräspinnalta kurkkuviipaleisiin on tutkimuksen mukaan salmonellalla 34,8 % ja kampylobakteerilla 42,5 % bakteeripitoisuuksista (Kusumaningrum ym. 2004). Pintojen materiaalilla on vaikutusta bakteerien siirtymiseen tuotteisiin ja esimerkiksi *S. Typhimurium*- bakteerin on havaittu säilyvän paremmin ja siirtyvän kurkkuviipaleeseen helpommin Formica®-laminaatilta ja ruostumattomalta teräspinnalta kuin puu- tai polypropyleenipinnalta (Moore ym. 2007).

Currykana-hedelmäsalaatin valmistaminen kampylobakteereilla kontaminoiduista broilerin rintapaloista osoitti, että suuria määriä kampylobakteereita löytyy salaattista, jos leikkuulautaa, keittiövälineitä ja käsiä ei pestä (de Jong ym. 2008). Jos ristikontaminaation annettiin tapahtua, siirtyi rintapaloista kampylobakteereita keskimäärin 0,12 % bakteeripitoisuuksista salaattiin. Tutkimuksessa käytettiin

keinotekoisesti kontaminoituja broilerifileitä (alkuperäinen kampylobakteerimäärä $8,8 \pm 0,2 \log_{10}$ pmy) ja siirtyneet bakteeripitoisuudet tutkittiin MPN- ja pmy-mentelmällä. Vaikka salaatti valmistetaan hyvää hygieniää käyttäen, löytyy salaateista myös näissä tapauksissa satunnaisesti kampylobakteereita (Verhoeff-Bakknes ym. 2008).

Moore ym. (2003) totesivat, että valmiiseen ruokaan voi siirtyä suuriakin määriä bakteereita vielä 1-2 tuntia pinnan alkuperäisen kontaminoitumisen jälkeen. Heidän tutkimuksessaan vertailtiin bakteerien siirtymistä ruostumattomalta teräspinnalta kuivaan ja märkään salaattiin. Salaattiin siirtynyt bakteerimäärä jaettiin pinnalle jääneiden ja salaattiin siirtyneiden bakteerien summalla, jolloin saatiin todellinen siirtymä määrityshetkellä. Bakteeripitoisuudet määritettiin pmy-menetelmällä. 80 minuutin tarkastelun aikana *C. jejuni*- bakteerien siirtyminen pinnalta kuivaan salattiin vaihteli 16-38 prosentin välillä bakteeripitoisuuksista ja märkään salattiin 15-27 prosentin välillä. Bakteerien siirtyminen lisääntyi 40 minuuttiin asti ja tämän jälkeen väheni. *S. Typhimurium* siirtyi märkään salattiin teräspinnalta 120 minuutin tarkastelun aikana 23-31 prosenttia bakteeripitoisuuksista ja siirtyminen oli riippumatonta ajankulusta. Salmonellan siirtyminen kuivaan salaattiin oli merkittävästi riippuvaista ajankulusta, jolloin tunnin kohdalla siirtyminen oli suurinta ollen silloin keskimäärin 66 prosenttia. Dawson ym. (2007) totesivat vuorokauden seuranta aikana, että *S. Typhimurium*- bakteerin siirtyminen pinnoilta ruokaan vähenee ajan kuluessa.

Siipikarjanlihaa sisältävät pakkaukset voivat myös olla kontaminoituneita kampylobakteereilla tai salmonellalla. Etelä-Walesissa lihapakkauksista saatiin eristettyä kampylobakteeri 34 % ja salmonella 11 % tutkituista kokonaisista pakkausmateriaaleista. Kampylobakteeria löytyi myös pakkauksen ulkopinnalta 3 % näytteistä (Harrison ym. 2001). Isossa-Britanniassa on tehty myös toinen tutkimus, jossa kartoitettiin lihapakkausten ulkopintojen kontaminaatiota. Salmonella saatiin eristettyä siipikarjanlihapakkauksen ulkopinnalta 0,2 % ja kampylobakteeri 3 % näytteistä. Paloiteltujen lihojen pakkaukset olivat merkittävästi harvemmin kontaminoituneet kampylobakteereilla kuin kokonaisen kanan sisältävä pakkaus (Burgess ym. 2005). Suomeen on vaikea soveltaa pakkausten kontaminaation yleisyyttä, koska eri maissa patogeenien esiintyminen vaihtelee suuresti. Pakkausten kontaminaation merkityksestä ei ole myöskään selvää tietoa. Mielenkiintoista on Yhdysvalloissa tehdyt tapaus-verrokkitutkimukset sekä kampylobakteerin että

salmonellan osalta, jossa imeväisikäisten infektiolle on riskitekijänä ostoskärryissä oleminen siipikarjan- tai muun lihan läheisyydessä. Tutkijat uskovat saastuneiden pakkausten aiheuttaneen tartunnan (Fullerton ym. 2007, Jones ym. 2006).

Ristikontaminaatiotutkimuksissa on keskitytty bakteerikontaminaation tutkimiseen. Tyypillisesti on määritetty bakteerien määriä ja esiintymistä eri pinnoilla sekä bakteerien siirtymäosuuksiin pinnalta toiselle. Omassa tutkimuksessani pintojen kontaminaatiota arvioidaan epäsuorasti pinta-alojen likaantumisen perusteella.

2.3.4 Kampylobakteerin ja salmonellan säilyminen pinnoilla ja valmistuotteissa

Kampylobakteerilla on yleisesti maine, ettei se kestä kuivia olosuhteita. Humphrey ym. (1995) tutkivat *C. jejuni*- bakteerin säilymistä keittiön pinnalla (20°C), kun bakteeria suspensoitiin veritippaan. Veritippa kuivui noin kahdessa tunnissa ja tämän jälkeen ei *C. jejuni* ollut enää eristettävissä. Jos veritippa pidettiin kosteana, saatiin *C. jejuni* eristetty neljän tunnin jälkeen keittiön pinnalta. Kuitenkin myöhemmissä tutkimuksissa, kampylobakteeri on saatu herkemmillä menetelmillä eristettyä kuivilta pinnoilta 24 tuntia kontaminaation jälkeen (Humphrey ym. 2001). *C. jejuni*- bakteerin kohdalla on havaittu ensimmäisen 30 minuutin aikana tapahtuva 3 log₁₀ väheneminen pinnoilta huoneenlämmössä (Kusumaningrum ym. 2003a, Cools ym. 2005).

Ruostumattomalla teräspinnalla huoneenlämmössä tehdyssä tutkimuksessa *S. Enteritidis*- bakteerin säilymisaika on riippuvaista bakteerien alkuperäisestä määrästä pinnalla. Suurilla bakteeripitoisuuksilla (10⁵ pmy/cm²) *S. Enteritidis* voi säilyä pinnoilla yli 4 vuorokautta, kun taas pienemmillä alkupitoisuuksilla bakteeri häviää pinnoilta nopeammin. Pienimmällä tutkitulla pitoisuudella (10pmy/cm²) *S. Enteritidis* säilyi vain tunnin. *C. jejuni* säilyi teräspinnalla 4 tuntia riippumatta bakteerin lähtöpitoisuudesta (Kusumaningrum ym. 2003a).

Pintojen materiaalilla ja pinnalla olevan orgaanisen aineen määrällä on vaikutusta salmonellan ja *C. jejuni*- bakteerin säilymiseen. Salmonellan säilyminen paranee ravintorikkaassa ympäristössä (De Cesare ym. 2003, Moore ym. 2007, Dawson ym. 2007), mutta *C. jejuni* ei välttämättä hyödy ravinteista kovilla pinnoilla (De Cesare ym. 2003). *S. Typhimurium* säilyi ravintorikkaalla, kuivalla keraamisella pinnalla yli 28

vuorokautta ja ravinteikkaan ympäristön antama etu johtui lähinnä ensimmäisen kahdeksan tunnin aikana ravinteiden antamasta suojasta (Dawson ym. 2007). *S. Enteritidis* PT4 muodostaa biofilmin ruostumattomalle teräspinnalle parhaiten silloin, kun ravinteita on riittävästi saatavilla ja pinnalla esiintyy ilman ja nesteen rajapintoja (Giaouris & Nychas, 2006). Kanafileestä tehty liuos peptoni-suolaveden lisäksi tutkimuksen mukaan *C. jejuni*- ja *S. Enteritidis*- bakteerien säilymistä pinnoilla (Kusumaningrum ym. 2003). Eräässä tutkimuksessa todettiin, että ruostumattomalta teräspinnalta *C. jejuni* tuhoutuu nopeammin kuin muovi- tai puupinnoilta (Wanyenya ym. 2004).

Leikkuulautoja on tutkittu paljon bakteerien välittäjänä valmiiseen tuotteeseen. Tutkimuksissa on vertailtu erilaisista materiaaleista tehtyjä leikkuulautoja hyvinkin erilaisin menetelmin. Tulokset ovat tämän takia vaikeasti vertailtavissa ja tulokset muovisten ja puisten leikkuulautojen paremmuudesta vaihtelevat eri tutkimuksissa (Cliver 2006). Eräässä tutkimuksessa ei havaittua eroa *C. jejuni*- bakteerin säilymisellä pyökistä tai polypropyleenistä valmistetussa leikkuulaudassa (Cools ym.2005). Tapaus-verrokkitutkimuksessa, jossa kartoitettiin riskitekijöitä sporadisiin salmonellainfektioihin, ei havaittu leikkuulautojen käyttöön liittyvien tekijöiden olevan tilastollisesti merkitseviä. Tutkimuksessa vertailtiin leikkuulautojen määrää, saman laudan käyttöä raakalle ja kypsennetylle ruoalle ja harjan käyttöä leikkuulaudan puhdistuksessa (Parry ym. 2002).

C. jejuni- bakteeri voi säilyä pitkiä aikoja tuoreissa kasvituotteissa. Tutkimuksessa vertailtiin bakteerin säilymistä eri tuoretuotteessa, joita olivat cantaloupemelonin palat, kurkkuviipaleet, porkkanaraaste, mansikat ja pilkottu jäävuorisalaatti. Bakteerit vähenivät selvästi nopeimmin mansikassa, jonka pH oli muihin tuotteisiin verrattuna alhainen. 7 °C:ssa bakteerien määrän väheneminen vaihteli eri tuotteen mukaan välillä 0,41–1,02 log₁₀ vuorokaudessa (the mean death rate/day). Lämpötilalla oli vaikutusta kamylobakteerin säilymiseen: 21 °C:ssa bakteerit vähenivät nopeammin kuin 7 °C:ssa (Kärenlampi & Hänninen 2004). Vastaavanlaisia havaintoja on tehty myös vedessä, jossa kamylobakteeri säilyi 4 °C:ssa merkittävästi pidempään kuin 22 °C:ssa (Buswell ym. 1998).

2.3.5 Pesun ja desinfiointiaineiden tehokkuus

Pintajännitystä alentavalla pesuaineella peseminen ei ole tehokas keino yksinään vähentämään kontaminaatiota pinnoilta. Pesu tehoaa salmonellaan heikommin verrattuna kampylobakteeriin. Tärkein yksittäinen tekijä pesuprosessissa on riittävä huuhteluvaihe (Cogan ym. 2002, Barker ym. 2003, de Jong ym. 2008).

Kampylobakteereilla saastuneiden leikkuulautojen ja keittiövälineiden puhdistustulos on parempi huuhdeltaessa kuumalla vedellä (68 °C, 10s) verrattuna kylmällä huuhteluun tai pesuaineella pesuun, jossa on lyhyt huuhteluvaihe. Kuitenkin suositeltavinta on käyttää eri leikkuulautoja raaka-alle lihalle ja muille elintarvikkeille (de Jong ym. 2008). Kusumaningrum ym. (2002) tutkivat markkinoilla olevien antibakteeristen tiskiaineiden tehoa *S. Enteritidis*-bakteerisuspensioon. Pieninä pitoisuuksina tiskiaineella (0,5 %) ei ollut vaikutusta bakteerimäärään 24 tunnin aikana ja vasta suuremmilla pitoisuuksilla (2-4 %) bakteerien määrä putosi vuorokaudessa alle havaintorajan.

Pesun jälkeen desinfiointi kloriitilla vähentää kontaminaatiota pinnoilta (Cogan ym. 1999). Barker ym. (2003) tutkivat hypokloriitin tehokkuutta pinnoilla, jotka olivat kontaminoitu salmonellalla. Pesun ja huuhtelun jälkeen hypokloriitin käyttö pitoisuudella 5000 ppm (vaikutusaika 1 minuutti) vähensi merkittävästi pintojen kontaminaatiota, jolloin enää 2,9 prosenttia näytteistä oli salmonellaposiitivisia. Toisessa tutkimuksessa *S. Enteritidis* väheni 5 log₁₀ 30 minuutin vaikutusaikana natriumhypokloriittipitoisuudella 400 ppm suspensiotestissä, jossa käytettiin lehmän seerumin albumiinia kuvaamaan likaisia oloja (Kusumaningrum ym. 2003b).

Elektrolyysillä saatu hapettava vesi (engl. electrolyzed oxidizing water, EO water), jossa on vaikuttavana aineena neutraalissa pH:ssa hypokloorihapoke (HOCl), on uusien tutkimusten mukaan tehokas keino myös *S. Typhimurium*-bakteerin tuhoamiseen. EO vesi on ympäristöystävällinen ja laajakirjoisesti bakteereita tuhoava. Keittiöpinnoilta EO veden avulla kokonaisbakteeripitoisuudet vähenivät 79-100 % (Guentzel ym. 2008).

Käsien huolellinen pesu kahden minuutin ajan saippualla ja vedellä sekä pesua seuraava huuhtelu, eivät välttämättä riitä salmonellan poistamiseen käsistä. Edelleen salmonella on saatu eristettyä kyseisen pesukaavan jälkeen 10 prosentista käsinäytteistä (Barker ym. 2003). Käsien kuivaaminen vähentää oleellisesti siirtyvien bakteerien määrää. 10 sekuntia kestävä pyyhekuivaus tai 20 sekuntia kestävä ilmapuhaltimella kuivaus

vähentää siirtyvien bakteerien pitoisuuksia 94-99,8 % riippuen kosketettavasta pinnasta (Patrick ym. 1997).

Käsin tiskattaessa astiat voivat jäädä kontaminoituneiksi salmonellalla ja kamylobakteerilla. Astioita kuivattaessa kamylobakteeri kuitenkin tuhoutuu astioista, toisinkuin salmonella, joka kestää myös kuivausvaihetta. Salmonella tuhoutuu paremmin ilmakeivauksella kuin pyyhkeellä kuivattaessa. Tiskauksessa käytetyn veden lämpötilan nosto vähentää astioiden bakteeripitoisuutta. Tutkimuksen perusteella ei uskota, että salmonella ja kamylobakteeri voisivat säilyä astianpesukoneen ohjelmasta, jossa lämpötila on noin 60 astetta (Mattick ym. 2003).

Salmonella voi lisääntyä kontaminoituneissa vaatteissa. Salmonellan poistaminen perinteisillä pesumenetelmillä vaatteista on vaikeaa, vaikka ne pestäisiin heti käytön jälkeen. Vaatteet voivat jäädä pintajännitystä alentavalla pesuaineella pesun jälkeen voimakkaasti kontaminoituneiksi. Huuhtelulla saadaan parannettua hieman pesutulosta. Jos vaatteet pestään vasta seuraavana päivänä, on salmonellan poistaminen entistä vaikeampaa (Cogan ym. 2002).

S. Enteritidis kontaminaatio teräspinnalta vähenee merkittävästi luuttuamisella ja 15 minuutin ilmakeivauksella. Pesutulokseen ei vaikuta luuttujen materiaali tai luutun aiempi käyttö, mutta bakteerit siirtyvät luuttuihin aiheuttaen ristikontaminaatoriskin (Kusumaningrum ym. 2003b). Eräässä kokeessa luutun sisältämistä patogeenisistä bakteereista (*S. aureus*, *S. Enteritidis* ja *C. jejuni*) siirtyi 21-43 prosenttia teräspinnalle (Kusumaningrum ym. 2003a). Antibakteerisilla tiskiaineilla ei ole todettu olevan vaikutusta *S. Enteritidis*- bakteerien määrään luutussa, jos siinä on ruoantähteitä jäljellä (Kusumaningrum ym. 2002), ja luutuista bakteerien hävittämiseen tarvitaan suurempia pitoisuuksia natriumhypokloriittia kuin suspensiotesteissä (Kusumaningrum ym. 2003b). Salmonellan esiintymistä on tutkittu luutuissa ja jääkaapeissa tapaus-verrokkitutkimuksen avulla. Kotikeittiöitä, joissa on epäilty aiheutuneen sporadinen salmonellatartunta, verrattiin kontrollikeittiöihin. Kotikeittiöissä, joissa tartunta oli tapahtunut, oli salmonella eristettävissä 10 % (12/125) luutuista ja 0,7 % (1/137) jääkaapeista, kun taas kontrollikeittiöistä 5 % (4/81) luutuista ja 3 % (3/96) jääkaapeista. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (Parry ym. 2005). Hilton ja

Austin (2000) tutkivat sataa satunnaisesti valittua luuttua kotikeittiöistä ja yhdestäkään luutusta ei saatu eristettyä salmonellaa tai kampylobakteeria.

2.4 KEITTIÖHYGIENIA

2.4.1 Keittiöhygienia

Elintarvikkeiden sisältämät bakteerit voivat olla haitallisia, jos elintarvikkeita käsitellään keittiössä väärin. Huonosta keittiöhygieniasta voi seurata ruokamyrkytys. Keittiöhygienian kannalta ovat tärkeitä elintarvikkeiden säilytys- ja kypsennyslämpötilat sekä pintojen ja käsien puhtaudesta huolehtiminen (EVIRA 2009).

2.4.2 Kotitalouksien virheitä ruoankäsittelyssä

Kotitalouksille tehdyissä kyselyissä ihmiset arvioivat omat ruoanlaittotapansa, tietonsa, asenteensa ja aikomuksensa paremmaksi kuin mitä todellisuudessa tapojen on havaittu olevan (Jay ym. 1999, Redmond & Griffith 2003, Abbot ym. 2007). Tämän takia luotettavimmat tulokset saadaan seuraamalla suoraan ihmisten ruoanlaittoa (Redmond & Griffith 2003).

Australiassa videoitiin 1-2 viikon ajan kotikeittiöitä. Tutkimuksessa havaittiin, että yleisimmät virheet kotitalouksissa olivat käsien pesemättä jättäminen ennen ruoanlaittoa ja epäsäännölliset pesukerrat ruoanlaiton yhteydessä sekä lisäksi pesu tapahtui huonolla tekniikalla. Keittiöpintoja ei puhdistettu riittävästi, keittiössä oli lemmikkieläimiä, ruoanlaiton aikana kosketeltiin kasvoja, suuta, nenää ja hiuksia sekä keittiöstä puuttuivat erilliset pyyhkeet tiskeille ja käsille (Jay ym. 1999). Myös Yhdysvalloissa videoitiin aterian valmistus (99 henkilöä), jolloin havaittiin käsienpesussa ja pintojen puhdistuksissa suuria puutteita. Lähes kaikki ruoanlaittajat käsittelivät ruokia tavalla, joka aiheuttaa ristikontaminaatiota raaka-aineista valmisruokaan. 94 % ristikontaminaatiota aiheuttavista toiminnoista tapahtui epäsuorasti ja yleisimmät tekijät epäsuoraan ristikontaminaatioon olivat kädet (51 % tapauksista), tiskit (18 %) ja keittiövälineet (16 %) (Anderson ym. 2004).

Kuluttajien toimintamalleja ruoanvalmistuksessa arvioitiin Isossa-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa, jossa 108 henkilöä valmisti annetun reseptin mukaisen ruoan. Eniten virheitä tapahtui ruokien säilytyslämpötiloissa ja hygieniassa. Raaka-aineita kuljetettaessa kaupasta lämpötila kohosi tuotteissa liian korkeaksi (yli 8 °C) 45 % tapauksessa ja tämän lisäksi 58 % jääkaapeista oli lämpötilaltaan yli 5 °C. Ruoankäsittelyssä yleisimmät virheet olivat käsien pesemättä jättäminen ennen ruoanlaittoa (66 % henkilöistä) ja raakan lihan käsittelyn jälkeen (58 %). Lisäksi ruoanlaitossa käytettiin ainoastaan yhtä leikkuulautaa (60 %) (Worsfold & Griffith 1997). Saksassa tehdyssä puhelinkyselyssä, johon osallistui 510 henkilöä, haastatelluista raakan lihan käsittelyn jälkeen 46,6 prosenttia ei pese käsiä ja 48,1 % ei pese leikkuulautaa saippualla (Bremer ym. 2005). Uudessa-Seelannissa tehty kysely ruoanlaittotavoista osoitti, että vastaajista 41 % käytti veitsiä ja 28 % keittiöpintoja tavalla, joka mahdollistaa ristikontaminaation tapahtumisen (Gilbert ym. 2007).

Hollannissa tehty riskinarviointi kananlihan käsittelystä osoitti, että kampylobakteerit leviävät valmiiseen salattiin herkemmin käsien välityksellä kuin leikkuulaudalta. Leikkuulautojen peseminen osoittautui tehokkaammaksi keinoksi kuin käsien tai salaatin peseminen. Havaitut seikat selittyvät sillä, että leikkuulaudan pesutulos on parempi kuin käsien tai salaatin (Mylius ym. 2007).

2.4.3 Turvallinen ruoanvalmistus

WHO (2008) on laatinut viisi avainkohtaa, joilla voidaan vähentää ruokamyrkytyksiä. Ohjeita noudattamalla ristikontaminaation riski keittiössä pienenee ja ruoan mikrobien säilymis- ja kasvuedellytykset huonontuvat.

Huolehdi puhtaudesta

Erota raaka ja kypsennetty ruoka

Kypsennä ruoka kauttaaltaan (yli 70 °C)

Pidä ruoka turvallisissa lämpötiloissa (alle 5 °C tai yli 60 °C)

Käytä hyvälaatuista vettä ja raaka-aineita

3 TUTKIMUSOSA

3.1 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli vertailla pakastetun kokonaisen broilerin ja marinoitujen broilerin koipireisipalojen aiheuttamaa keittiöpintojen ja – välineiden likaantumista ja pyrkiä arvioimaan sitä kvantitatiivisesti. Tutkimuksessa havainnoitiin myös likaantumisen riskialueita keittiössä.

3.2 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.2.1 Aineisto

Tutkimuksessa oli 25 pakettia broilerin marinoituja koipireisipaloja ja 25 kokonaista broileria pakastepussissa. Broilerin koipireisipalapakkausten paino vaihteli välillä 0,968- 1,330 kg, keskiarvo 1,09 kg. Kokonaisten broilerin paino vaihteli välillä 1,00- 1,36 kg, keskiarvo 1,23 kg.

3.2.2 Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimus suoritettiin koekeittiössä Helsingin yliopiston tiloissa. Broilerit valmistettiin normaaliin tapaan laittamalla ne uunivuokaan pilkottuna ja maustettuna, ja samalla seurattiin keittiön kontaminaatiotasoa. Kontaminaatiota seurattiin keittiön pinnoille piirretyllä ruudukolla. Jokainen ruudukossa oleva ruutu arvioitiin erikseen likaisuuden suhteen broilereiden uunivuokaan laiton jälkeen (arvosteluasteikko 0-4). Ruudukko tutkittiin UV-valolampulla, jolloin havaittiin broileripakkaukseen lisätty fluoresoiva liuos, joka oli päätnyt keittiön pinnalle. Tutkimuksessa vertailtiin pakkauksessa olevia marinoituja broilerin koipireisiä sekä kokonaisia pakastettuja broilereita, joita ei ollut valmiiksi maustettu.

Marinoidut broilerin koipireidet säilytettiin alkuperäispakkauksissa jääkaapissa (alle +6 astetta) ja kokonaiset broilerit muovipussissa pakastimessa (alle -18 astetta). Kokonaisia broilereita sulatettiin vuorokauden ajan jääkaapissa alustan päällä ennen tutkimuksen suorittamista. Näytteet punnittiin ennen tutkimuksen aloittamista. Avaamattomiin broilerin koipireisipakkauksiin ja kokonaisten broilereiden muovipakkauksiin ruiskutettiin 20 ml Colilert-liuosta (Colilert®-18, IDEXX) ruiskun ja neulan avulla. Tämän jälkeen pakkauksia ravisteltiin huolellisesti jotta voitiin varmistaa liuksen tasainen leviäminen. Ennen tutkimuksen aloittamista UV-valon avulla varmistettiin, että fluoresoivaa liuosta oli tasaisesti lihan päällä. UV-valon avulla myös varmistettiin, että kokonaisten broilereiden alustoilla olevat sulamisvedet värjäytyivät ja tarvittaessa osa väriliuoksesta ruiskutettiin sulamisveteen. Tutkimus suoritettiin kertakäyttökäsineet kädessä.

Koipireisipakkaukset avattiin tiskipöydän päällä, jossa oli ruudukko piirrettynä vedenkestävällä kalvotussilla. Sen jälkeen koipireiden siirrettiin uunivuokaan kypsennystä varten. Pakkaus heitettiin roskeen, joka sijaitsi tiskipöydän alla olevassa kaapissa.

Kokonainen broileri otettiin pakastepussista ja pussi heitettiin roskeen. Broileri leikattiin tiskipöydällä olevalla muovisella leikkuulaudalla, johon oli myös piirretty vastaava ruudukko. Kun broilerit olivat palasina, siirrettiin ne tiskipöydällä olevaan uunivuokaan. Tiskipöydän yläpuolella oli kaappi, joka avattiin kuvainnollisesti mausteiden ottoa varten.

Kun broilerit olivat valmiina uuniin laittaa varten, avattiin hana ja kasteltiin puhdistusliina valmiiksi pintojen puhdistusta varten. Puhdistaminen tapahtui keittiön kontaminaation tutkimisen jälkeen ja tämän jälkeen myös puhdistusliinan likaisuus arvioitiin.

Tiskipöydän, leikkuulaudan ja ovien (roska- ja maustekaappi) ruudukot (ruudun koko 4x4cm) arvoitettiin UV-valon avulla (aallonpituudella 366nm). Ruutuja oli tiskipöydällä 534 kpl, leikkuulaudalla 96 kpl sekä jokaisessa kaapinovessa 15 kpl. Ruudun likaisuus arvioitiin asteikolla 0-4. Jos ruutu oli puhdas, arvoksi tuli nolla. Jos ruudun pinta-alasta oli likaantunut korkeintaan neljäsosa, arvoksi tuli yksi. Jos ruudusta

oli likaantunut korkeintaan puolet, arvoksi tuli 2. Jos ruudusta oli likaantunut korkeintaan 3/4, tuli arvoksi 3. Jos ruutu oli likaantunut yli 3/4, arvoksi tuli 4. Lisäksi arvosteltiin samalla asteikolla likaisuus myös roska- ja maustekaapin kahvoista, veitsestä (kädensija ja teräosa) ja hanan käsiosasta. Sekä veitsen kädensija ja teräosa arvosteltiin kahdessa osassa (oikealta ja vasemmalta puolelta) ja hanan käsiosa kolmessa osassa. Kun tutkimus oli näiltä osin suoritettu, pyyhittiin väriaine pois puhdistusliinalla (19 x 19 cm²), joka arvosteltiin tämän jälkeen molemmilta puolilta (yhteensä kahdeksassa osassa). Tiskipöydän, leikkuulaudan ja ovien ruudukkojen tulokset merkittiin eri pintoja kuvaaviin taulukoihin. Jokaisen näytteen tutkimisen jälkeen tarkastettiin UV-valolla, että keittiön pinnat olivat puhtaat fluoresoivasta aineesta ennen seuraavan näytteen tutkimista.

3.2.3 Fluoresoivan liuoksen valmistus

Brucella Broth-liemeen (BRU-liemi) siirrostettiin yksi bakteeripesäke beetaglukuronidaasia tuottavasta *E.coli*-kannasta verilevyiltä ja liuosta inkuboitii +37 asteessa vuorokausi. Colilert-liuos (Colilert[®]-18, IDEXX) valmistettiin lisäämällä 50ml:an natriumpeptonivettä Colilert-jauhe ja 50µl *E.coli*-bakteeria sisältävää BRU-lientä, joka oli edellisenä päivänä laitettu inkuboitumaan. Colilert-liuosta inkuboitii +37 asteessa vuorokausi ennen sen käyttöä tutkimuksessa. UV-valon avulla todettiin liuoksen fluoresointi ennen sen ottamista tutkimukseen. Väriaine ruiskutettiin tuotteisiin juuri ennen tutkimuksen aloittamista, jolloin Colilert-liuos oli tutkimushetkellä vuorokauden vanhaa.

3.2.4 Tilastollinen käsittely

Aineiston tilastollinen käsittely tehtiin käyttäen ohjelmia Microsoft Office Excel 2003 ja SPSS 15.0 for Windows. Ryhmien (broilerin marinoidut koipireisipalat ja kokonaiset pakastetut broilerit) välinen tilastollinen vertailu tehtiin käyttäen ei-parametrissa Mann-Whitney U-testiä.

3.3 TULOKSET

3.3.1 Broilerin marinoitujen koipireisipalojen ja kokonaisten pakastettujen broilerin keittiön pintoja likaava vaikutus

Keittiön pintojen likaisuuden havainnointi summaruudukossa

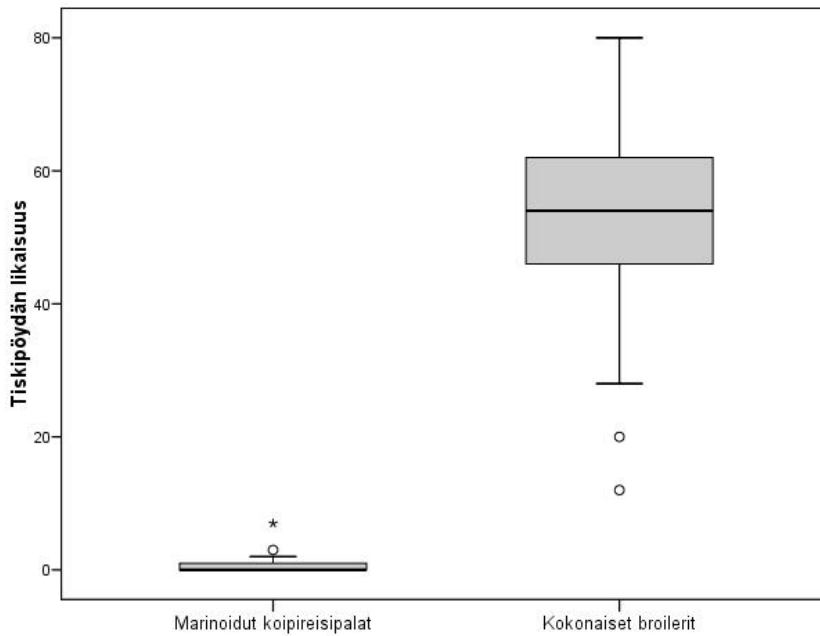
Kuvissa 2 ja 3 on laskettu keittiöpintojen (tiskipöytä, leikkuulauta, maustekaapin- ja roskakaapin ovet) likaantumisen summat ruuduittain sekä marinoituille koipireisipaloille (kuva 2) että kokonaisille broilereille (kuva 3). Molemmissa ryhmissä näytteitä oli 25 ja yksittäinen ruutu pystyi saamaan arvon 0-4 likaisuuden mukaan arvioituna. Yhteenlasketussa ruudukossa yksittäisen ruudun suurin mahdollinen saama arvo on täten sata ja se tarkoittaa, että kaikkien ryhmän näytteiden kohdalla ruutu on saanut arvon 4. Vastaavasti arvo 0 kertoo siitä, että ruutu ei likaantunut kertaakaan 25 näytteen kohdalla. Ruudukon avulla voidaan havaita keittiöpinnoilta suurimmat riskialueet. Tiskipöydän mustat alueet ovat tiskiallas (ei arvosteltu tutkimuksessa) ja hana, joka arvosteltiin erillisenä kohteena. Leikkuulauta oli tutkimuksen aikana tiskipöydän etureunassa, altaan vierellä. Leikkuulaudan paikka ei kuitenkaan ollut tarkasti määritetty.

Likaisuusarvojen vertailu marinoitujen koipireisien ja kokonaisten pakastettujen broilerin välillä

Jokaiselle näytteelle laskettiin likaisuusarvo erikseen tiskipöydälle, leikkuulaudalle, mauste- ja roskakaapin oville (oikea ja vasen). Likaisuusarvolla tarkoitetaan tarkasteltavan alueen summaa, joka on saatu laskemalla yhteen näytteen likaantuneiden ruutujen arvot (eli ruutu on ollut likainen ja saanut arvon 1-4). Likaisuusarvojen vertailu tehtiin koipireisipalojen ja kokonaisten broilerin välillä eri alueita (tiskipöytä, leikkuulauta, ovet) tarkastellen.

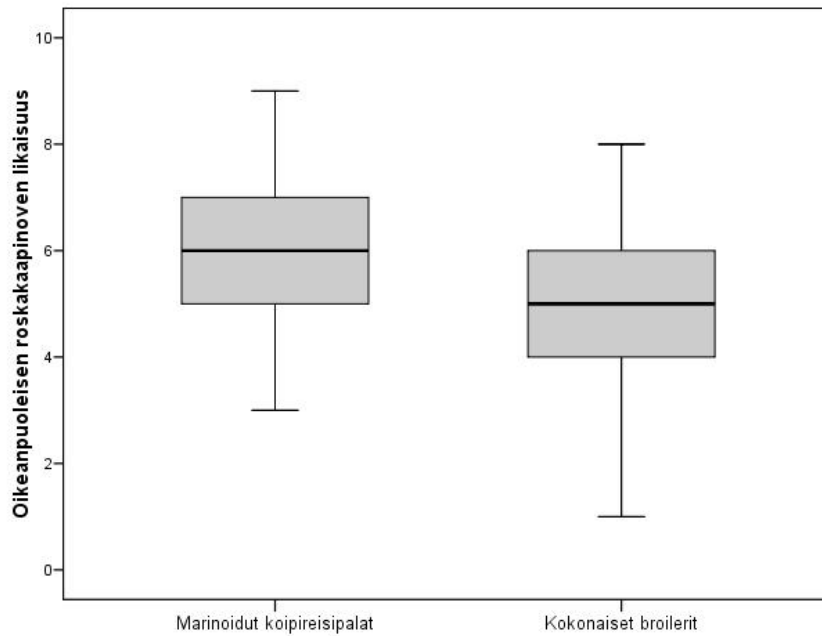
Koska marinoitujen koipireisipalojen kohdalla leikkuulautaa ja maustekaappeja (oikea ja vasen ovi) ei tarvittu, oli oletettavaa, etteivät kyseiset ruudukot likaannu näytteitä käsiteltäessä. Näin myös tapahtui ja jokaisen 25 marinoituneen koipireisipala-näytteen kohdalla kyseiset alueet pysyivät puhtaina. Kokonaisten broilerin kohdalla leikkuulauta ja maustekaappien ovet likaantuivat merkittävästi. Leikkuulaudan ruuduista likaantuneita ruutuja oli 28-58, keskiarvo 38,7 (ruutuja leikkuulaudalla 96). Kun likaisuusarvo jaetaan ruutujen määrällä, saadaan yhden ruudun likaisuutta kuvaava arvo. Kokonaisten broileri-näytteiden kohdalla leikkuulaudan yhden ruudun likaisuusarvoksi tuli 1.3. Vastaavasti maustekaapin oven likaisuus ruutua kohden oli oikean puolen ovesa 0,2 ja vasemman puolen ovesa 0,3.

Tiskipöytä likaantui vain vähän koipireisipaloja käsiteltäessä ja näytettä kohden likaantuneita ruutuja oli 0-7, keskiarvo 0,8 (ruutuja tiskipöydällä yhteensä 534). Kokonaisten broilerin kohdalla likaantuneita ruutuja oli 10-29 (keskiarvo 20,5) ja ruudut saivat suurempia likaisuusarvoja kuin koipireisipalojen kohdalla (tiskipöydän likaisuuden keskiarvo koipireisipaloille 0,80 ja kokonaisille broilereille 53,0). Kuvassa 4 on vertailtu palojen ja kokonaisten broilerin likaisuusarvojen esiintymistä tiskipöydällä. Tiskipöytä likaantui kokonaisia broilereita käsiteltäessä merkitsevästi enemmän kuin marinoituja reisisipaloja käsiteltäessä ($p < 0,001$).

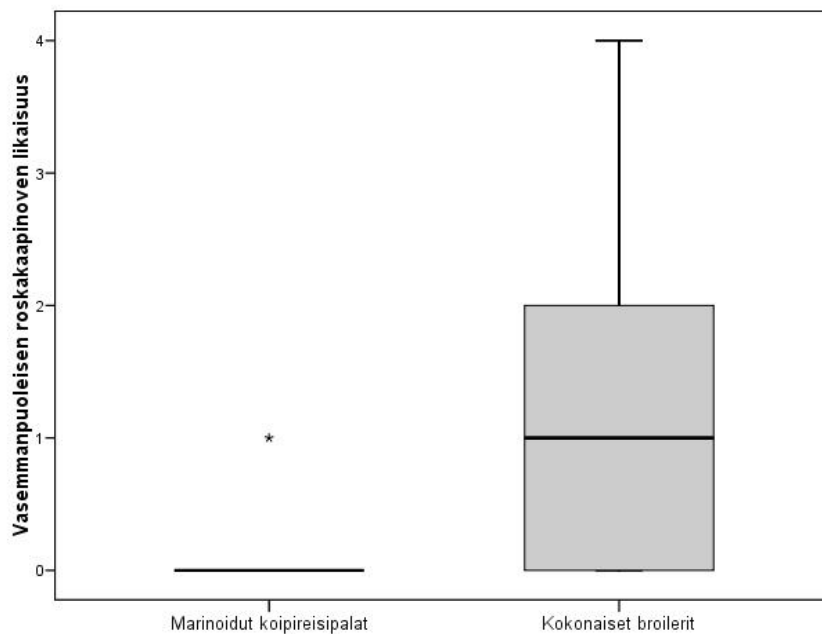


Kuva 4. Tiskipöydän likaisuusarvot erosivat tilastollisesti erittäin merkittävästi ($p < 0.001$) marinoituilla koipireisipaloilla ja kokonaisilla broilereilla (Box-Whisker-kuvio eli kuviossa nähdään mediaani, ala- ja yläkvartiilit, pienin ja suurin havaintoarvo sekä poikkeukselliset havaintoarvot tähdillä ja ympyröillä merkittyinä).

Oikeanpuoleinen roskakaappi likaantui enemmän marinoitujen koipireisipalojen kohdalla kuin kokonaisia broileria käsiteltäessä ($p = 0,002$). Kuvassa 5 on vertailtu oikeanpuoleisen roskakaapin likaisuusarvojen esiintymistä kokonaisilla broilereilla ja marinoituilla reisipaloilla. Vasemmanpuoleinen roskakaapin ovi (kuva 6) likaantui puolestaan kokonaisia broilereita käsiteltäessä merkittävästi enemmän ($p < 0,001$).



Kuva 5. Oikeanpuoleisen roskaakaapinoven likaisuuden jakaantuminen (Bow-Whisker-kuvio eli kuviossa nähdään mediaani, ala- ja yläkvartiilit, pienin ja suurin havaintoarvo sekä poikkeukselliset havaintoarvot tähdillä ja ympyröillä merkittyinä).



Kuva 6. Vasemmanpuoleisen roskaakaapinoven likaisuuden jakaantuminen (Box-Whisker-kuvio eli kuviossa nähdään mediaani, ala- ja yläkvartiilit, pienin ja suurin havaintoarvo sekä poikkeukselliset havaintoarvot tähdillä ja ympyröillä merkittyinä).

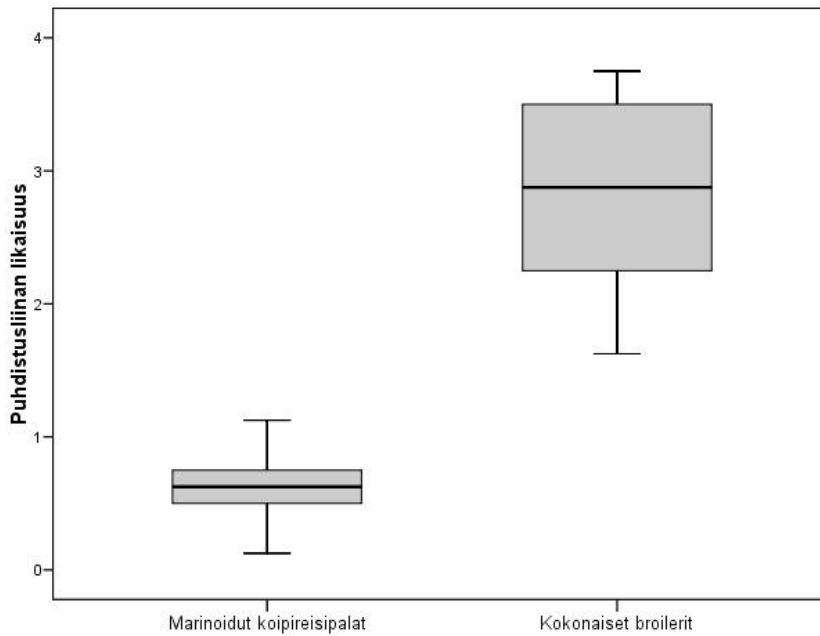
3.3.2 Broilerin marinoitujen koipireisipalojen ja kokonaisten pakastettujen broilieriä keittiövälineitä likaava vaikutus

Jokaisen näytteen jälkeen arvosteltiin keittiöpintojen lisäksi erillisiä kohteita keittiössä: mauste- ja roskakaapinoven kahvat, veitsen kädensija ja teräosa, hanan käsiosa ja puhdistusliina. Erilliset kohteet arvosteltiin myös asteikolla 0-4 likaisuuden mukaan. Veitsen kädensija ja teräosa arvosteltiin kahdessa osassa (molemmat puolet erikseen), hana arvosteltiin kolmessa ja puhdistusliina kahdeksassa osassa. Jokaiselle osassa arvostellulle kohteelle laskettiin keskiarvo, jolloin saatiin yksi arvo kuvaamaan kohteen likaisuutta. Taulukossa 1 on koottu keittiövälineiden likaantumisarvojen tunnuslukuja marinoituille koipireisipaloille ja kokonaisille broilereille. Marinoitujen koipireisipalojen käsittelyssä eivät maustekaapin kahvat likaantuneet, koska mausteita ei tarvittu ruoanlaitossa. Kokonaisten broilieriä osalta likaantumisen keskiarvo maustekaapin kahvoille oli vasemmassa ovesa 3,32 ja oikeassa ovesa 1,96.

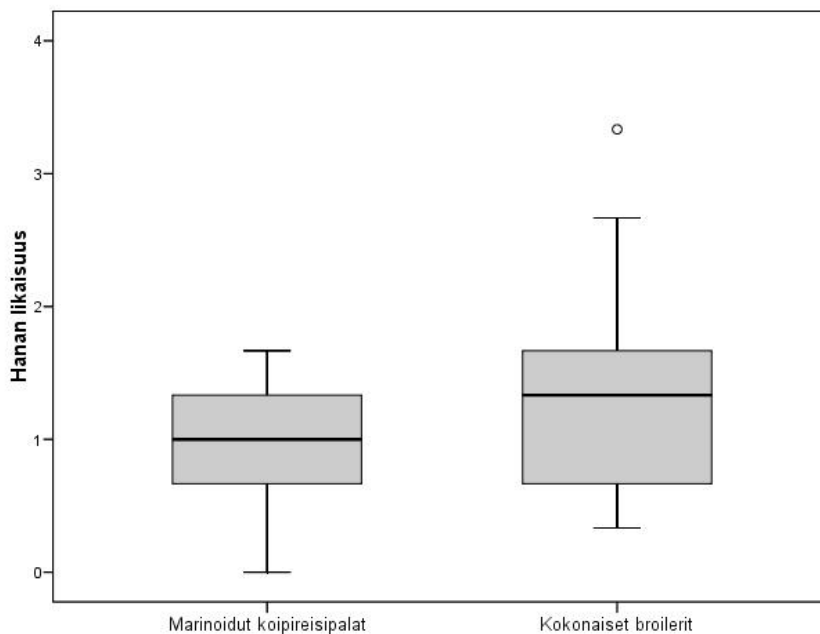
Keittiövälineiden likaantuminen	Näytetyyppi	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta
Veitsi teräosa***	Marinoidut koipireisipalat	0,60	0,50	0,52
	Kokonaiset broilerit	3,74	4,00	0,46
Veitsi kädensija***	Marinoidut koipireisipalat	0,12	0,00	0,30
	Kokonaiset broilerit	2,52	2,50	0,64
Kahva roskakaappi oikea	Marinoidut koipireisipalat	1,68	2,00	0,56
	Kokonaiset broilerit	1,60	1,00	0,82
Kahva roskakaappi vasen***	Marinoidut koipireisipalat	0,12	0,00	0,33
	Kokonaiset broilerit	1,24	1,00	0,78
Hana	Marinoidut koipireisipalat	0,96	1,00	0,42
	Kokonaiset broilerit	1,28	1,33	0,72
Puhdistusliina***	Marinoidut koipireisipalat	0,65	0,63	0,23
	Kokonaiset broilerit	2,85	2,88	0,60

Taulukko 1. Keittiövälineiden likaantuminen (***) = $p < 0,001$)

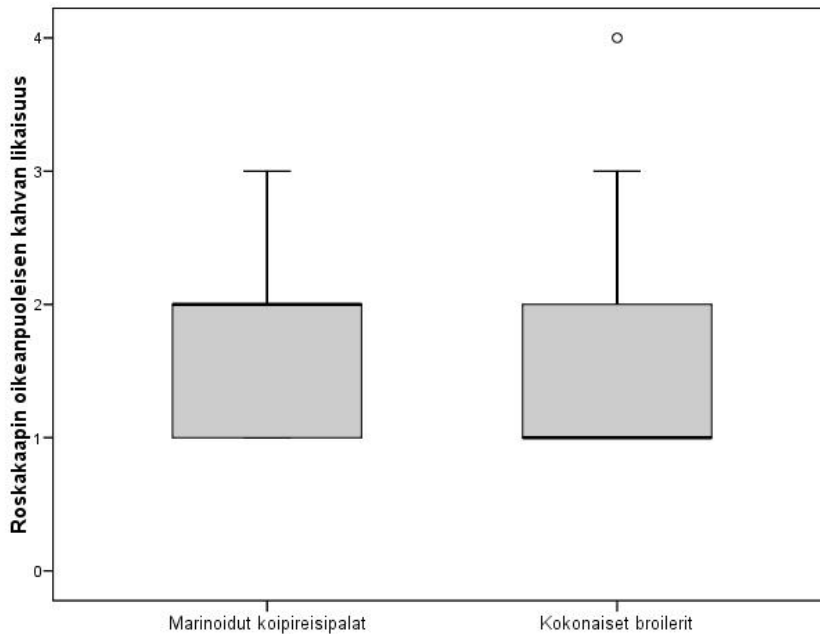
Keittiökohteista likaantuivat roskakaapin vasen kahva ($p < 0,001$), veitsen teräosa ($p < 0,001$), veitsen kädensija ($p < 0,001$) ja puhdistusliina ($p < 0,001$) kokonaisten broilieriä käsittelyssä merkitsevästi enemmän kuin marinoitujen koipireisipaloilla. Kuvassa 7 on esitetty puhdistusliinan likaisuusarvojen jakaantuminen. Ainoastaan hanan ($p = 0,101$) ja oikean roskakaapin kahvan ($p = 0,347$) likaisuudet eivät olleet tilastollisesti merkitsevästi erilaisia eri näytetyyppien välillä. Kuvissa 8 ja 9 näkyvät näiden likaisuusarvojen jakaumat.



Kuva 7. Puhdistusliinan likaisuusarvojen jakautuminen (Box-Whisker-kuvio eli kuviossa nähdään mediaani, ala- ja yläkvartiilit, pienin ja suurin havaintoarvo sekä poikkeukselliset havaintoarvot tähdillä ja ympyröillä merkittyinä).



Kuva 8. Hanan likaisuusarvojen jakaantuminen (Box-Whisker-kuvio eli kuviossa nähdään mediaani, ala- ja yläkvartiilit, pienin ja suurin havaintoarvo sekä poikkeukselliset havaintoarvot tähdillä ja ympyröillä merkittyinä).



Kuva 9. Roskakaapin oikeanpuoleisen kahvan likaisuusarvojen jakaantuminen (Box-Whisker-kuvio eli kuviossa nähdään mediaani, ala- ja ylävartiilit, pienin ja suurin havaintoarvo sekä poikkeukselliset havaintoarvot tähdillä ja ympyröillä merkittyinä).

3.4 POHDINTA

Kampylobakteerilöydökset ovat kesäkuukausina yleisiä kotimaisesta vähittäismyynnissä olevasta broilerinlihasta (Hänninen ym. 2000, Töyrylä 2006). Kotimaisessa broilerinlihassa salmonellaa esiintyy harvoin (European Food Safety Authority 2009). Jos kampylobakteeria tai salmonellaa esiintyy broilerituotteessa keittiöön tuotaessa, niin tutkimusten perusteella molemmat bakteerit voivat säilyä tuotteessa jääkaappilämpötilassa (Georgsson ym.2006, Pintar ym. 2007) ja aiheuttaa riskin ristikontaminaation tapahtumiselle keittiössä (De Boer & Hahne 1990, Cogan ym. 2002). Suomessa erityisesti kampylobakteeri-infektion saaminen broilerinlihasta on mahdollinen, koska kampylobakteerin infektiannon on alhainen (Robinson 1981) ja kampylobakteeria esiintyy broilerinlihassa.

Saksassa tehty tutkimus viittaa siihen, että kampylobakterioosin saaminen ristikontaminaation kautta on todennäköisempää kuin huonosti kypsennetyn broilerinlihan syömisen välityksellä (Luber & Bartelt 2007). Ranskassa tehdyssä tapaus-verrokkitutkimuksessa huono keittiövälineiden hygienia todettiin riskitekijäksi kampylobakteeri-infektioihin (Gallay ym. 2008). Kampylobakteereilla

kontarminoiduista broilerin rintapaloista valmistettu salaatti sisälsi suuria määriä kamylobakteereita, kun leikkuulautaa, keittiövälineitä ja käsiä ei pesty ruoanvalmistuksen aikana (de Jong ym. 2008). Vaikka salaatti valmistetaan hyvää hygieniää käyttäen, löytyy salaateista myös näissä tapauksissa satunnaisesti kamylobakteereita (Verhoeff-Bakknes ym. 2008). Tutkimusten perusteella broilerinlihasta aiheutuva ristikontaminaatio on riskitekijä kamylobakteeri-infektioihin.

Tähän asti julkaistut ristikontaminaatiota käsittelevät tutkimukset ovat keskittyneet tarkastelemaan siirtyneiden bakteerien määriä broilerista erilaisille keittiöpinnoille, keittiövälineisiin, käsiin ja valmisruokiin. Näiden tutkimusten perusteella on kuitenkin vaikea arvioida, minne ja kuinka laajalti bakteerit leviävät. Lisäksi luonnollisesti kontaminoituneiden näytteiden hankinta ja käsittely on kallista, ja Suomessa salmonellaposiitiivisen broilerin löytäminen on vaikeaa.

Tässä työssä on kehitetty menetelmää, jonka avulla voidaan selvittää, miten laajalti bakteerit voivat levitä, jos broilerinliha on kontaminoitunut. Broilerinlihapakkauksen nesteestä tehty kamylobakteerimääritys on todettu yhtä tehokkaaksi keinoksi bakteeripitoisuuksien määrittämiseen kuin kokonaisten broilerin pinnoista huuhtomalla saatu näyte (Musgrove ym. 2003). Ainakin kamylobakteerien kohdalla voidaan broilerituotteissa olevan nesteen katsoa aiheuttavan lihan ohella riskiä keittiöpintojen kontaminoitumiseen bakteerilla. Myös salmonella viihtyy broilerista tullessa nesteessä (Kusumaningrum ym. 2003).

Menetelmän avulla voidaan selvittää kontaminaation tasoa likaisuusarvon perusteella, jolloin voidaan vertailla eri pintojen riskiä aiheuttaa ristikontaminaatio. Menetelmä sopii myös kahden erityyppisen tuotteen aiheuttaman keittiön kontaminaation vertailuun. Omassa tutkimuksessani vertailu tapahtui kahden erilaisen broilerituotteen (pakastettu kokonainen ja marinoitunut koipireisipalat) välillä. Menetelmän luotettavuuden kannalta epävarmuutta aiheuttaa fluoresoivan liuoksen käyttäytyminen eri pinnoilla. Broilerinlihan ja lihasta tulleen nesteen tulee olla kattavasti peittynyt fluoresoivalla liuoksella. Vaikeinta on kuitenkin varmistaa, että fluoresoiva liuos tarttuu samalla tavalla keittiön eri pintamateriaaleihin ja että UV-valolla havaitaan fluoresoiva liuos samalla tarkkuudella eri värisiltä ja materiaalisilta pinnoilta.

Tulosten perusteella aiheuttaa kokonainen broileri selvästi suuremman riskin ristikontaminaation tapahtumiseen keittiössä. Leikkuulauta, maustekaappi ja sen kahvat pysyivät jokaisen marinoidun koipireisinäytteen kohdalla odotetusti puhtaina, kun taas kokonaisten broilerin kohdalla kyseiset kohteet likaantuivat jokaisen näytteen kohdalla. Broilerin kanssa suorassa kosketuksessa olevista pinnoista likaantuivat tiskipöytä ja veitsen teräosa kokonaisten broilerin kohdalla merkitsevästi enemmän ($p < 0,001$). Käsien välityksellä likaantuivat vasemmanpuoleinen roskakaapinovi ja sen kahva sekä veitsen kädensija merkitsevästi enemmän ($p < 0,001$) kokonaisten broilerin käsittelyssä. Myös puhdistusliina likaantui merkitsevästi enemmän ($p < 0,001$) kokonaisten broilerin kohdalla. Ainoastaan oikeanpuoleinen roskakaapinovi likaantui koipireisien kohdalla enemmän kuin kokonaisia broilereita käsiteltäessä ($p = 0,002$). Oikeanpuoleisen roskakaapin kahvan ja hanan kohdalla ei likaantumisella ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (roskakaapin kahva $p = 0,347$, hana $p = 0,101$).

Kontaminaatiotason arviointi kotikeittiössä on tärkeää, sillä jos kontaminaatio pinnoilla saadaan vähenemään, pienenee myös todennäköisyys infektiannonoksen ylittävään ristikontaminaatioon. Marinoidut koipireisipalat vähentävät kuluttajan lihankäsittelyä kotikeittiössä, jolloin leikkuulaudan ja mausteiden tarve vähenee. Myös veitsen käyttö on valmiiksi pilkottujen tuotteiden kohdalla vähäistä. Koipireisien osalta veistä tarvittiin vain pakkauksen avaamiseen ja veitsen likaantuminen oli vähäistä. Veitsi likaantui merkitsevästi enemmän kokonaisten broilereiden kohdalla. Pussissa olevista pakastetuista kokonaisista broilereista tulee sulatettaessa paljon nestettä, jota päätyy keittiöpinnoille. Muovirasioissa olevat tuoreet marinoidut koipireisipalat eivät juuri aiheuta keittiöpintojen likaantumista. Tiskipöytä, jolla tuotteiden ja pakkausten käsittely tapahtui, likaantui merkitsevästi enemmän kokonaisia broilereita käsiteltäessä. Puhdistusliinan likaisuus kuvaa keittiön likaantumista yleisesti, sillä kaikki likaantuneet pinnat pyyhittiin puhdistusliinalla. Puhdistusliina likaantui merkitsevästi enemmän kokonaisten broilerin kohdalla verrattuna koipireisipaloihin.

Mielenkiintoista oli kuitenkin havaita, että marinoitujen koipireisipalojen käsittely aiheuttaa keittiön likaantumista käsien välityksellä. Marinoidut koipireidit nostettiin uunivuokaan käsin ja tämän jälkeen käsien kanssa joutui kosketuksiin roskakaapin kahvat, roskakaapinovat kahvojen ympäriltä ja hana. Oikeanpuoleinen roskakaapinovi

likaantui koipireisien kohdalla enemmän kuin kokonaisia broilereita käsiteltäessä. Oikeanpuoleisen roskakaapin kahvan ja hanan kohdalla ei likaantumisella ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Vasemmanpuoleinen roskakaapinovi ja kahva likaantuivat merkitsevästi enemmän kokonaisten broilereiden kohdalla, sillä vasen käsi likaantui pilkottaessa broileria leikkuulaudalla.

Tutkimusten mukaan kotikeittiössä yleinen virhe on käsien pesemättä jättäminen raa'an lihan käsittelyn jälkeen (Worsfold & Griffith 1997, Bremer ym. 2005) ja lisäksi käsien pesu suoritetaan huonolla tekniikalla (Jay ym. 1999, Mylius ym. 2007). Käsien on todettu olevan merkittävä reitti bakteerin leviämiseen valmisruokaan (Mylius ym. 2007). Tutkimuksessa käsien likaantumisen kertovista kohteista (hana, kaapit ja kahvat) oli osa marinoitujen koipireisien kohdalla yhtä likaisia tai jopa likaisempia kuin kokonaisten broilereiden käsittelyn jälkeen. Kokonaisten broilereiden käsittely kuitenkin likasi molemmat kädet, josta kertoi kaapinovie- ja ripojen likaantuminen molemminpuolisesti. Kokonaisten broilereiden pilkkomisessa joudutaan lihaa käsittelemään paljon, joten mahdollisesti bakteereita siirtyy enemmän käsiin lihanpinnan hankauksessa kuin ainoastaan nostettaessa lihaa vuokaan. Käsien likaantumista voisi vähentää valmiiksi pilkottujen broilerituotteiden kohdalla, jos lihat kaadettaisiin pakkauksesta uunivuokaan sen sijaan, että palat nostettaisiin sinne käsin.

Eräässä tutkimuksessa kampylobakteereita broilerista käsiin siirtyi keskiarvoltaan 0,16 % (Verhoeff-Bakkenes ym. 2008) ja toisen tutkimuksen mukaan 2,9–3,8 % bakteeripitoisuuksista (Luber ym. 2006). Yksittäisessä näytteessä siirtyminen voi olla kuitenkin huomattavasti suurempaa jopa lähes 20 % bakteereista (Luber ym. 2006). On todennäköistä, että käsiin siirtyneistä bakteereista vain osa siirtyy eteenpäin keittiökohteisiin. Jos tällaisesta keittiökohteesta aiheutuisi ristikontaminaatio, tarvittaisiin vielä kontakteja bakteerien siirtymiseen valmisruokaan. Käytännössä bakteereista siirtyy jokaisessa kohtaamisessa vain osa. Tutkimuksessa on havaittu, että käsien kanssa kosketuksissa olleet pinnat olivat selvästi harvemmin saastuneet ja bakteerimäärät niissä jäivät vähäisiksi verrattuna suoraan lihan kanssa kosketuksissa olleisiin pintoihin (Cogan ym. 2002). Käsien kautta likaantuneet keittiövälineet aiheuttavat siis todennäköisesti pienemmän riskin ruokamyrkytyksiin, kun bakteerien siirtyminen valmisruokaan suoraan käsistä tai lihan kanssa kosketuksissa olleiden pintojen kautta. Esimerkiksi kampylobakteeri-infektioiden syntymisessä on bakteerien

siirtymisen käsistä hanaan todettu olevan merkityksetöntä (Mylius ym. 2007). Käsistä bakteerit voivat joutua suoraan ruoanlaittajan suuhun, jolloin infektiannon saadaan helpommin kuin pinnoilta, joista vain osa bakteereista siirtyy.

Broilerin marinoitujen koipireisipalot aiheuttavat vain vähän keittiöpintojen ja välineiden likaantumista kokonaisuudessaan verrattuna. Keittiöpinnoilta bakteerien siirtyminen valmisruokaan on todennäköisesti vähäistä. Tutkimuksen perusteella ristikontaminaatio, erityisesti käsien välityksellä on kuitenkin mahdollista.

3.5 YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla pakastetun kokonaisen broilerin ja marinoitujen broilerin koipireisipalojen aiheuttamaa keittiöpintojen ja – välineiden likaantumista ja pyrkiä arvioimaan sitä kvantitatiivisesti. Tavoitteena oli myös kehittää uutta menetelmää, jolla voidaan selvittää kontaminaatiotasoa likaisuusarvon perusteella, jolloin voidaan vertailla eri pintojen riskiä aiheuttaa ristikontaminaatiota ja vertailla kahden erityyppisen tuotteen aiheuttamaa keittiön kontaminaatiota.

Aineistona oli 25 pakettia broilerin marinoituja koipireisipaloja ja 25 kokonaista broileria pakastepussissa. Tutkimuksessa ruiskutettiin broilerinlihapakkausliuokseen fluoresoivaa liuosta. Fluoresoiva liuos saatiin lisäämällä Colilert-liuokseen (Colilert®-18, IDEXX) beetaglukuronidaasia tuottavaa *E. coli*-kanta. Broilerit laitettiin koekeittiössä uunivuokaan pilkottuna ja maustettuna. Broilerinäytteen käsittelyn jälkeen arvioitiin keittiön pinnalla olevien ruutujen ja erillisten keittiövälineiden likaisuus (arvosteluasteikko 0-4). Ruudukko tutkittiin UV-valolampulla.

Koska marinoituja koipireisejä ei tarvinnut pilkkoa tai maustaa, pysyivät leikkuulauta, maustekaappi ja sen kahvat jokaisen marinoitujen koipireisinäytteen kohdalla odotetusti puhtaina. Kokonaisten broilerin kohdalla kyseiset kohteet likaantuivat jokaisen näytteen kohdalla. Broilerin kanssa suorassa kosketuksessa olevat pinnat, tiskipöytä ja veitsen teräosa, likaantuivat kokonaisten broilerin kohdalla merkitsevästi enemmän ($p < 0,001$). Käsien välityksellä likaantuvista kohteista kokonaisten broilerin käsittelyssä likaantuivat merkitsevästi enemmän ($p < 0,001$) vasemmanpuoleinen roskakaapinovi ja sen kahva sekä veitsen kädensija. Oikeanpuoleinen roskakaapinovi likaantui

koipireisien kohdalla enemmän kuin kokonaisia broilereita käsiteltäessä ($p=0,002$). Oikeanpuoleisen roskakaapin kahvan ja hanan kohdalla ei likaantumisella ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (roskakaapin kahva $p=0,347$, hana $p=0,101$). Keittiön likaisuutta yleisesti kuvaava puhdistusliina likaantui merkitsevästi enemmän ($p<0,001$) kokonaisten broilerin kohdalla.

Tulosten perusteella aiheuttaa kokonainen broileri selvästi suuremman riskin ristikontaminaation tapahtumiseen keittiössä. Marinoidut koipireisipalat vähentävät kuluttajan lihankäsittelyä kotikeittiössä, jolloin leikkuulaudan ja mausteiden tarve vähenee. Myös veitsen käyttö on valmiiksi pilkottujen tuotteiden kohdalla vähäistä. Broilerin marinoidut koipireisipalat aiheuttavat vain vähän keittiöpintojen ja välineiden likaantumista kokonaisiin broilereihin verrattuna. Broilerin marinoidut koipireisipalat aiheuttavat kuitenkin ristikontaminaatoriskin käsien välityksellä.

4 KIRJALLISUUSLÄHTEET

Abbot JM, Byrd-Bredbenner C, Shaffner D, Bruhn CM, Blalock L. Comparison of food safety cognitions and self-reported food-handling behaviours with observed food safety behaviors of young adults. *Eur J Clin Nutr* 2007; 1-8.

Abe K, Saito N, Kasuga F, Yamamoto S. Prolonged incubation period of salmonellosis associated with low bacterial doses. *J Food Prot* 2004, 67: 2735-2740.

Anderson JB, Shuster TA, Hansen KE, Levy AS, Volk A. A camera's view of consumer food-handling behaviors. *J Am Diet Assoc* 2004, 104: 186-191.

Barker J, Naeeni M, Bloomfield SF. The effects of cleaning and disinfection in reducing *Salmonella* contamination in a laboratory model kitchen. *J Appl Microbiol* 2003, 95: 1351-1360.

Black RE, Levine MM, Clements ML, Hughes TP, Blaser MJ. Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *J Infect Dis* 1988, 157: 472-479.

- Blankenship LC, Craven SE. *Campylobacter jejuni* survival in chicken meat as a function of temperature. *Appl Environ Microbiol* 1982, 44: 88-92.
- Bopp CA, Brenner FW, Fields PI, Wells JG, Strockbine NA. *Escherichia, Shigella* and *Salmonella*. Teoksessa: Murray PR (toim.) *Manual of Clinical Microbiology*. 8. p. American Society for Microbiology, Washington DC 2003: 654-671.
- Boysen L, Knochel S, Rosenquist H. Survival of *Campylobacter jejuni* in different gas mixtures. *FEMS Microbiol Lett* 2007, 266: 152-157.
- Bremer V, Bocter N, Rehmet S, Klein G, Breuer T, Ammon A. Consumption, knowledge, and handling of raw meat: a representative cross-sectional survey in Germany, March 2001. *J Food Prot* 2005, 68: 785-789.
- Burgess F, Little CL, Allen G, Williamson K, Mitchell RT. Prevalence of *Campylobacter, Salmonella* and *Escherichia coli* on the external packaging of raw meat. *J Food Prot* 2005, 68: 469-475.
- Buswell CM, Herlihy YM, Lawrence LM, McGuiggan JTM, Marsh PD, Keevil CW, Leach SA. Extended survival and persistence of *Campylobacter* spp. in water and aquatic biofilms and their detection by immunofluorescent- antibody and -rRNA staining. *Appl Environ Microbiol* 1998, 64: 733-741.
- Clover DO. Cutting boards in *Salmonella* cross-contamination. *J AOAC Int* 2006, 89: 538-542.
- Cogan TA, Bloomfield SF, Humphrey TJ. The effectiveness of hygiene procedures for prevention of cross-contamination from chicken carcasses in the domestic kitchen. *Lett Appl Microbiol* 1999, 29: 354-358.
- Cogan TA, Slader J, Bloomfield SF, Humphrey TJ. Achieving hygiene in the domestic kitchen: the effectiveness of commonly used cleaning procedures. *J Appl Microbiol* 2002, 92: 885-892.

Cools I, Uyttendaele M, Cerpentier J, D'Haese E, Nelis HJ, Debevere J. Persistence of *Campylobacter jejuni* on surfaces in a processing environment and on cutting boards. *Lett Appl Microbiol* 2005, 40: 418-423.

Curtis LM, Patrick M, Blackburn CD. Survival of *Campylobacter jejuni* in foods and comparison with a predictive model. *Lett Appl Microbiol* 1995, 21: 194-197.

D'Aoust JY. Infective dose of *Salmonella* Typhimurium in cheddar cheese. *Am J Epidemiol* 1985, 122: 717-720.

Davis MA, Connert DE. Survival of *Campylobacter jejuni* on poultry skin and meat at varying temperatures. *Poult Sci* 2007, 86: 765-767.

Dawson P, Han I, Cox M, Black C, Simmons L. Residence time and food contact time effects on transfer of *Salmonella* Typhimurium from tile, wood and carpet: testing five-second rule. *J Appl Microbiol* 2007, 102: 945-953.

De Boer E, Hahne M. Cross-contamination with *Campylobacter jejuni* and *Salmonella* spp. from raw chicken products during food preparation. *J Food Prot* 1990, 53: 1067-1068.

De Cesare A, Sheldon BW, Smith KS, Jaykus L-A. Survival and persistence of *Campylobacter* and *Salmonella* species under various organic loads on food contact surfaces. *J Food Prot* 2003, 66: 1587-1594.

De Jong AEI, Verhoeff-Bakkenes L, Nauta MJ, de Jonge R. Cross-contamination in the kitchen: effect of hygiene measures. *J Appl Microbiol* 2008, 105: 615-624.

Doorduyn Y, van den Brandhof WE, van Duynhoven YTHP, Wannet WJB, van Pelt W. Risk factors for *Salmonella* Enteritidis and Typhimurium (DT104 and non-DT104) infections in the Netherlands: predominant roles for raw eggs in Enteritidis and sandboxes in Typhimurium infections. *Epidemiol Infect* 2006, 134: 617-626.

European Food Safety Authority. The Community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2006. The EFSA Journal 2007, 130: 1-310.

European Food Safety Authority. The Community summary report on trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union in 2007. The EFSA Journal 2009, 223: 1-215.

Euzéby JP. List of prokaryotic names with standing in nomenclature,[päivitetty 26.02.2009]. <www.bacterio.net>, haettu 27.02.2009.

Evans MR, Ribeiro CD, Salmon RL. Hazards of healthy living: bottled water and salad vegetables as risk factors for campylobacter infection. Emerg Infect Dis 2003, 9: 1219-1225.

EVIRA. Hygienia kotikeittiössä.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/elintarviketietoa/hygienia_kotikeittiossa>, haettu 28.02.2009.

Fullerton KE, Ingram LA, Jones TF, Anderson BJ, McCarthy PV, Hurd S, Shiferaw B, Vugia D, Haubert N, Hayes T, Wedel S, Scallan E, Henao O, Angulo FJ. Sporadic *Campylobacter* infection in infants a population-based surveillance case-control study. Pediatr Infect Dis J 2007, 26: 19-24.

Gallay A, Bousquet V, Siret V, Prouzet-Mauleon V, de Valk H, Vaillant V, Simon F, Strat YL, Megraud F, Desenclos J-C. Risk factors for acquiring sporadic *Campylobacter* infection in France: results from a national case-control study. J Infect Dis 2008, 197: 1477-84.

Georgsson F, Thornorkelsson AE, Geirsdottir M, Reiersen J, Stern NJ. The influence of freezing and duration of storage on *Campylobacter* and indicator bacteria in broiler carcasses. Food Microbiol 2006, 23: 677-683.

Giaouris ED, Nychas G-JE. The adherence of *Salmonella* Enteritidis PT4 to stainless steel: The importance of the air-liquid interface and nutrient availability. Food Microbiol 2006, 23: 747-752.

Gilbert SE, Whyte R, Bayne G, Paulin SM, Lake RJ, van der Logt P. Survey of domestic food handling practices in New Zealand. Int J Food Microbiol 2007, 117: 306-311.

Guentzel JL, Lam KL, Callan MA, Emmons SA, Dunham VL. Reduction of bacteria on spinach, lettuce, and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water. Food Microbiol 2008, 25: 36-41.

Hannu T, Mattila L, Rautelin H, Pelkonen P, Lahdenne P, Siitonen A, Leirisalo-Repo, M. *Campylobacter*- triggered reactive arthritis: a population-based study. Rheumatology (Oxford) 2002, 41: 312-318.

Harrison WA, Griffith CJ, Tennant D, Peters AC. Incidence of *Campylobacter* and *Salmonella* isolated from retail chicken and associated packaging in South Wales. Lett Appl Microbiol 2001, 33: 450-454.

Hatakka M, Hakkinen M. Kamylobakteeriprojekti EVI-EELA 2002. Elintarvikevirasto 2004: 1-5.

<http://www.evira.fi/attachments/elintarvikkeet/valvonta_ja_yrittajat/tutkimukset_ja_projektit/arkisto/kamylobakteeriprojekti_evi-eela_2002.pdf>, haettu 08.02.2007

Hatakka M, Johansson T, Kuusi M, Maijala R, Pakkala P, Siitonen A. Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2002. Elintarvikeviraston julkaisuja 5/2003. Helsinki 2003: 1-69.

Hatakka M, Johansson T, Kuusi M, Maijala R, Pakkala P, Siitonen A. Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2003. Elintarvikeviraston julkaisuja 7/2004. Helsinki 2004: 1-64.

Helms M, Vastrup P, Gerner-Smidt P, Mølbak K. Short and long term mortality associated with foodborne bacterial gastrointestinal infections: registry based study. *BMJ* 2003, 326: 357.

Hilton AC, Austin E. The kitchen dishcloth as a source of and vehicle for foodborne pathogens in a domestic setting. *Int J Environ Health Res* 2000, 10: 257-261.

Hulkko T, Lyytikäinen O, Kuusi M, Iivonen J, Ruutu P. Tartuntataudit Suomessa 2007. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja. KTL B10/2008. Helsinki 2008: 1-44.

Humphrey T, Mason M, Martin K. The isolation of *Campylobacter jejuni* from contaminated surfaces and its survival in diluents. *Int J Food Microbiol* 1995, 26: 295-303.

Humphrey TJ, Martin KW, Slader J, Durham K. *Campylobacter* spp. in the kitchen: spread and persistence. *J Appl Microbiol* 2001, 90: 115-120.

Huttunen A, Johansson T, Kostamo P, Kuronen H, Laaksonen T, Laihonon M, Lievonen S, Myllyniemi A-L, Niskanen T, Ranta J, Rosengren H, Siitonen A, Tuominen P, Varimo K, Varjonen M. Salmonellavalvonta ja salmonellan esiintyminen 1995-2004. *Eviran julkaisuja* 3/2006. Helsinki 2006: 1-94.

Hänninen M-L, Perko-Mäkelä P, Pitkälä A, Rautelin H. A three-year study of *Campylobacter jejuni* genotypes in humans with domestically acquired infections and in chicken samples from the Helsinki area. *J Clin Microbiol* 2000, 38: 1998-2000.

Iivonen J, Kela E, Kuusi M, Lyytikäinen O, Ruutu P. Tartuntataudit Suomessa 1995-2004. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja. KTL B12/2005. Helsinki 2005: 1-78.

Jay JM. *Modern Food Microbiology*. 6. p. Kluwer Academic Publishers, New York 2003: 560-563, 511-525.

Jay LS, Comar D, Govenlock, D. A video study of Australian domestic food-handling practices. *J Food Prot* 1999, 62: 1285-1296.

Jimenez M, Soler P, Venanzi JD, Cante P, Varela C, Martinez-Navarro F. An outbreak of *Campylobacter jejuni* enteritis in a school of Madrid, Spain. Euro Surveill 2005, 10: 118-121.

Jones TF, Ingram LA, Fullerton KE, Marcus R, Anderson BJ, McCarthy PV, Vugia D, Shiferaw B, Haubert N, Wedel S, Angulo FJ. A case-control study of the epidemiology of sporadic *Salmonella* infection in infants. Pediatrics 2006, 118: 2380-2387.

Kapperud G, Espeland G, Wahl E, Walde A, Herikstad H, Gustavsen S, Tveit I, Natås O, Bevanger L, Digranes A. Factors associated with increased and decreased risk of *Campylobacter* infection: a prospective case-control study in Norway. Am J Epidemiol 2003, 158: 234-242.

KTL Tartuntatautirekisteri. <www.ktl.fi/ttr>, haettu 26.02.2009.

Kusumaningrum HD, Van Putten MM, Rombouts FM, Beumer RR. Effects of antibacterial dishwashing liquid on foodborne pathogens and competitive microorganism in kitchen sponges. J Food Prot 2002, 65: 61-65.

Kusumaningrum HD, Riboldi G, Hazeleger WC, Beumer RR. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. Int J Food Microbiol 2003(a), 85: 227-236.

Kusumaningrum HD, Paltinaite R, Koomen AJ, Hazeleger WC, Rombouts FM, Beumer RR. Tolerance of *Salmonella* Enteritidis and *Staphylococcus aureus* to surface cleaning and household bleach. J Food Prot 2003(b), 66: 2289-2295.

Kusumaningrum HD, Van Asselt ED, Beumer RR, Zwietering MH. A quantitative analysis of cross-contamination of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. via domestic kitchen surfaces. J Food Prot 2004, 67: 1892-1903.

Kuusi M, Siitonen A. Kotimaiset kamylobakteeri- ja salmonellatartunnat lisääntyvät kesäkuukausina. Kansanterveys 2007, 5-6: 14-15.

Kärenlampi R, Rautelin H, Hakkinen M, Hänninen M-L. Temporal and geographical distribution and overlap of penner heat-stable serotypes and pulsed-field gel electrophoresis genotypes of *Campylobacter jejuni* isolates collected from humans and chickens in Finland during a seasonal peak. *J Clin Microbiol* 2003, 41: 4870-4872.

Kärenlampi R, Hänninen M-L. Survival of *Campylobacter jejuni* on various fresh produce. *Int J Food Microbiol* 2004, 97: 187-195.

Kärenlampi R, Rautelin H, Hänninen M-L. Evaluation of genetic markers and molecular typing methods for prediction of sources of *Campylobacter jejuni* and *C.coli* infections. *Appl Environ Microbiol* 2007, 73: 1683-1685.

Luber P, Brynestad S, Topsch D, Scherer K, Bartelt E. Quantification of *Campylobacter* species cross-contamination during handling of contaminated fresh chicken parts in kitchens. *Appl Environ Microbiol* 2006, 72: 66-70.

Luber P, Bartelt E. Enumeration of *Campylobacter* spp. on the surface and within chicken breast fillets. *J Appl Microbiol* 2007, 102: 313-318.

Marcus R, Varma JK, Medus C, Boothe EJ, Anderson BJ, Crume T, Fullerton KE, Moore MR, White PL, Lyszkowicz E, Voetsch AC, Angulo FJ. Re-assessment of risk factors for sporadic *Salmonella* serotype Enteritidis infection: a case-control study in five FoodNet Sites, 2002-2003. *Epidemiol Infect* 2007, 135: 84-92.

Mattick K, Durham K, Domingue G, Jorgensen F, Sen M, Schaffner DW, Humphrey T. The survival of foodborne pathogens during domestic washing-up and subsequent transfer onto washing-up sponges, kitchen surfaces and food. *Int J Food Microbiol* 2003, 85: 213-226.

Mazick A, Ethelberg S, Moller Nielsen E, Molbak K, Lisby M. An outbreak of *Campylobacter jejuni* associated with consumption of chicken, Copenhagen, 2005. *Euro Surveill* 2006, 11: 137-139.

Moffat CRM, Combs BG, Mwanri L, Holland R, Delroy B, Cameron S, Givney RC. An outbreak of *Salmonella* Typhimurium phage type 64 gastroenteritis linked to catered luncheons in Adelaide, South Australia, June 2005. *Commun Dis Intell* 2006, 30: 443-448.

Mølbak K, Neimann J. Risk factors for sporadic infection with salmonella enteritidis, Denmark, 1997-1999. *Am J Epidemiol* 2002, 156: 654-661.

Moore CM, Sheldon BW, Jaykus L-A. Transfer of *Salmonella* and *Campylobacter* from stainless steel to romaine lettuce. *J Food Prot* 2003, 66: 2231-2236.

Moore JE, Corcoran D, Dooley JSG, Fanning S, Lucey B, Matsuda M, McDowell DA, Megraud F, Millar BC, O'Mahony R, O'Riordan L, O'Rourke M, Rao JR, Rooney PJ, Sails A, Whyte P. *Campylobacter*. *Vet Res* 2005, 36: 351-382.

Moore G, Blair IS, McDowell A. Recovery and transfer of *Salmonella* Typhimurium from four different domestic food contact surfaces. *J Food Prot* 2007, 70: 2273-2280.

Musgrove MT, Cox NA, Berrang ME, Harrison MA. Comparison of weep and carcass rinses for recovery of *Campylobacter* from retail broiler carcasses. *J Food Prot* 2003, 66: 1720-1723.

Mylius SD, Nauta MJ, Havelaar AH. Cross-contamination during food preparation: a mechanistic model applied to chicken-borne *Campylobacter*. *Risk Analysis* 2007, 27: 803-813.

Nachamkin I. *Campylobacter* and *Arcobacter*. Teoksessa: Murray PR (toim.) *Manual of Clinical Microbiology*. 8. p. American Society for Microbiology, Washington DC 2003: 902-914.

Neimann J, Engberg J, Molbak K, Wegener HC. A case-control study of risk factors for sporadic campylobacter infection in Denmark. *Epidemiol Infect* 2003, 130: 353-366.

- Niskanen T, Johansson T, Kuusi M, Raahenmaa M, Siitonen A, Tuominen P. Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2005. Eviran julkaisuja 2/2006. Helsinki 2006: 1-52.
- Niskanen T, Johansson T, Siitonen A, Kuusi M. Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2006. Eviran julkaisuja 21/2007. Helsinki 2007: 1-62.
- Niskanen T, Kuusi M, Johansson T, Siitonen A, Tuominen P. Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2004. Elintarvikeviraston julkaisuja 6/2005. Helsinki 2005: 1-40.
- Nychas GJ, Tassou CC. Growth/survival of *Salmonella* Enteritidis on fresh poultry and fish stored under vacuum or modified atmosphere. [abstract] Lett Appl Microbiol 1996, 23: 115-119.
- Parry SM, Palmer SR, Slader J, Humphrey T, The South East Wales Infectious Disease Liaison Group. Risk factors for salmonella food poisoning in the domestic kitchen- a case control study. Epidemiol Infect 2002, 129: 277-285.
- Parry SM, Slader J, Humphrey T, Holmes B, Guildea Z, Plamer SR, Sewildg. A case-control study of domestic kitchen microbiology and sporadic salmonella infection. Epidemiol Infect 2005, 133: 829-835.
- Patrick DR, Findon G, Miller TE. Residual moisture determines the level of touch-contact-associated bacterial transfer following hand washing. Epidemiol Infect 1997, 119: 319-325.
- Perko-Mäkelä P, Koljonen M, Miettinen M, Hänninen M-L. Survival of *Campylobacter jejuni* in marinated and nonmarinated chicken products. Journal of Food Safety 2000, 20: 209-216.
- Pintar K, Cook A, Pollari F, Ravel A, Lee S, Odumeru JA. Quantitative effect of refrigerated storage time on the enumeration of *Campylobacter*, *Listeria* and *Salmonella* on artificially inoculated raw chicken meat. J Food Prot 2007, 70: 739-743.

Quinn PJ, Markey BK, Carter ME, Donnelly WJ, Leonard FC. Veterinary Microbiology and Microbial Disease. 1. p. Blackwell Science, Oxford 2002: 168-172.

Redmon EC, Griffith CJ. Consumer food handling in the home: a review of food safety studies. J Food Prot 2003, 66: 130-161.

Robinson DA. Infective dose of *Campylobacter jejuni* in milk. Br Med J (Clin Res Ed) 1981, 282: 1584.

Scherer K, Bartelt K, Sommerfeld C, Hildebrandt G. Quantification of *Campylobacter* on the surface and in the muscle of chicken legs at retail. J Food Prot 2006, 69: 757-761.

Schildt M, Savolainen S, Hänninen M-L. Long-lasting *Campylobacter jejuni* contamination of milk associated with gastrointestinal illness in a farming family. Epidemiol Infect 2006, 134: 401-405.

Schmidt-Ott R, Schmidt H, Feldmann S, Brass F, Krone B, Gross U. Improved serological diagnosis stresses the major role of *Campylobacter jejuni* in triggering Guillan-Barre syndrome. Clin Vaccine Immunol 2006, 13: 779-783.

Schönberg-Norio D, Takkinen J, Hänninen M-L, Katila ML, Kaukoranta SS, Mattila L, Rautelin H. Swimming and *Campylobacter* infections. Emerg Infect Dis 2004, 10: 1474-1477.

Schönberg-Norio D, Sarna S, Hänninen M-L, Katila M-L, Kaukoranta S-S, Rautelin H. Strain and host characteristics of *Campylobacter jejuni* infections in Finland. Clin Microbiol Infect 2006, 12: 754-760.

Simola S. Maustamaton liha on luultua yleisempää. 20.02.2008.

<<http://www.hs.fi/kotimaa/artikkeli/Maustamaton+liha+on+luultua+yleisemp%C3%A4%C3%A4/1135234221325>>, haettu 14.02.2009

- Studahl A, Andersson Y. Risk factors for indigenous campylobacter infection: a Swedish case-control study. *Epidemiol Infect* 2000, 125: 269-275.
- Tam CC, Rodrigues LC, Petersen I, Islam A, Hayward A, O'Brien SJ. Incidence of Guillan-Barre syndrome among patients with *Campylobacter* infection: a general practice research database study. *J Infect Dis* 2006, 194: 95-97.
- Ternhag A, Törner A, Svensson Å, Ekdahl K, Giesecke J. Short- and long-term effects of bacterial gastrointestinal infections. *Emerg Infect Dis* 2008, 14: 143-148.
- Tuominen P, Ranta J, Lievonen S, Maijala R. Salmonellariski kotimaisissa eläimistä saatavissa elintarvikkeissa. Eläinlääkäripäivien luentokokoelma: eläinlääkäripäivät 2006. Helsinki 2006: 277.
- Töyrylä E. Kamylobakteerit ja *Escherichia coli* siipikarjatuotteissa kesällä 2006. Syventävien opintojen tutkielma. Helsingin yliopisto. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Elintarvike- ja ympäristöhygienian laitos. 2006: 1-42.
- United Kingdom Food Standards Agency. Evaluating the growth and survival of *Salmonella* on chicken at chilled storage temperature. 30.04.2004.
<<http://www.food.gov.uk/science/research/researchinfo/foodborneillness/microriskresearch/b12programme/B12projlist/b12004/b12004r>>, haettu 29.01.2008.
- Vahteristo L, London L, Hakkinen M, Perko-Mäkelä P, Hänninen M-L, Maijala R. Yleiskuvaus kamylobakteerien aiheuttamasta riskistä. EELAn julkaisusarja 5/2003. Helsinki 2004: 1-60.
- Verhoeff-Bakkenes L, Beumer RR, de Jonge R, van Leusden FM, de Jong AEI. Hands, cutlery and cutting board during preparation of a chicken fruit salad. *J Food Prot* 2008, 71: 1018-1022.
- Wanyenya I, Muyanja C, Nasinyama GW. Kitchen practices used in handling broiler chickens and survival of *Campylobacter* spp. on cutting surfaces in Kampala, Uganda. *J Food Prot* 2004, 67: 1957-1960.

WHO. Prevention of foodborne diseases: five keys to safer food, [päivitetty 16.05.2008]. <<http://www.who.int/foodsafety/consumer/5keys/en/index.html>>, haettu 20.08.2008.

WHO. Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens. Microbiological risk assessment series 2. 2002: 1-302.
<www.wpro.who.int/fsi_guide/files/risk_assessments_of_salmonella2.pdf>, haettu 30.07.2008.

Wingstrand A, Neimann J, Engberg J, Moller Nielsen E, Gerner-Smidt P, Wegener HC, Molbak K. Fresh chicken as main risk factor for campylobacteriosis, Denmark. *Emerg Infect Dis* 2006, 12: 280-284.

Worsfold D, Griffith CJ. Assesment of the standard of consumer food safety behavior. *J Food Prot* 1997, 60: 399-406.