

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

Tuomas Haltiala, Eija Kaukonen ja Maria Fredriksson-Ahomaa

Broileriruhojen bakteerisaastuminen teurastuksen yhteydessä Bakteriell kontamination på broilerkroppar vid slakt Bacterial contamination of broiler carcasses during slaughter

YHTEENVETO

Broilerinlihan kulutus on tasaisesti kasvanut. Salmonella, kampylobakteeri ja kefalosporiineille resistentit *Escherichia coli* ovat tärkeitä ulosteperäisiä bakteereita, jotka leviävät saastuneen, raa'an broilerinlihan välityksellä ihmisiin. Broileriruhot saastuvat helposti ulosteperäisillä bakteereilla teurastuksen yhteydessä. Tutkimme 2016 ja 2019 *E. coli*en ja ihmisille tautia-aiheuttavien bakteerien (salmonellan, kampylobakteerin, yersinian, sigatoksiinia tuottavan *E. coli* (STEC) ja listerian) esiintyvyyttä broileriruhojen pinnoilla teurastuksen yhteydessä kyninnän, suolistuksen ja jäähdetyksen jälkeen. Vuoden 2019 näytteistä tutkimme myös kolmannen polven kefalosporiineille resistenttin *E. coli*en (CREC) esiintyvyyttä. Tutkimusta varten keräsimme 204 pintasivelynäytettä 68 broileriruhosta keväällä 2016 ja 2019 sekä syksyllä 2019. Vuoden 2016 ruhot jäähdytettiin ilmalla ja vuoden 2019 ruhot vesisumutteella ennen ilmajäähdytystä. Kaikki ruhot olivat saastuneet *E. coli*lla kyninnän ja suolistuksen jälkeen ja bakteerimäärät olivat suuret. Jäähdytyksen jälkeen *E. coli* -määrät vähenivät merkitsevästi ($p < 0,001$) eikä CREC-bakteereita löytynyt. Jäähdytysmenetelmä ei vaikuttanut *E. coli* -määriin merkitsevästi. Kampylobakteeria, STEC-bakteeria ja listeriaa löytyi ruhojen pinnoilta kaikissa kolmessa näytteenotokohdassa PCR:llä. Kampylobakteeria ($p = 0,004$) ja STEC-bakteeria ($p = 0,002$) löydettiin enemmän kevään kuin syksyn näytteistä. Jäähdytys vähensi tehokkaasti ulosteperäisten bakteerien esiintymistä broileriruhojen pinnoilla. Jäähdytyksestä huolimatta boilerinlihassa voi esiintyä patogeenisiä bakteereita. Tämän takia raakaa broilerinlihaa tulee käsitellä erityisellä huolellisuudella ja se tulee kuumentaa kauttaaltaan ennen tarjoilua.

SUMMARY

Consumption of broiler meat has steadily increased. Salmonella, campylobacter, and cephalosporine-resistant *Escherichia coli* are important faecal bacteria, which are transmitted to humans via contaminated raw poultry meat. Broiler carcasses are easily contaminated with faecal bacteria during slaughter. We studied the prevalence of *E. coli* and human pathogenic bacteria: salmonella, campylobacter, yersinia, shigatoxin-producing *E. coli* (STEC), and listeria during the slaughter after plucking, evisceration and chilling in 2016 and 2019. Third-generation cephalosporins (CREC) were studied in samples taken in 2019. We collected 204 swab samples from 68 broiler carcasses during spring and autumn. The samples collected in 2016 were chilled with air and in 2019 with water spray before air. All carcasses were contaminated with *E. coli* after plucking and evisceration, and the number of bacteria was large. After chilling, there was a significant ($p < 0.001$) decrease in the number of

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla. Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

E. coli. No CREC was found. The chilling method did not significantly affect the number of *E. coli*. *Campylobacter*, STEC and listeria were detected by PCR on broiler carcasses after all three sampling points. *Campylobacter* ($p=0.004$) and STEC ($p=0.002$) were detected more frequently in spring than in autumn. We show that chilling can effectively inhibit the growth of faecal bacteria on broiler carcasses. Despite chilling, broiler meat can be contaminated with pathogenic bacteria. Therefore, raw broiler meat needs to be handled carefully and thoroughly heat treated.

YDINKOHDAT

- Ulosteperäiset bakteerit, mukaan lukien patogeeneit, leviävät helposti broileriruhon pinnalle teurastuksen yhteydessä.
- Tutkimme pintasivelnäytteitä broileriruhosta teurastuksen kolmessa vaiheessa.
- *Escherichia coli* -määrä ruhon pinnalla väheni erittäin merkittävästi jäädytyksen jälkeen.
- Tautia-aiheuttavia bakteereita (kampylobakteeria, STEC-bakteeria ja listeriaa) löytyi ruhojen pinnoilta teurastuksen eri vaiheissa.
- Jäädytyksellä voidaan tehokkaasti hillitä ulosteperäisten bakteerien kasvua broileriruhon pinnoilla.

JOHDANTO

Broilerit teurastetaan Suomessa yleensä 5–6 viikon ikäisinä.¹ Ne ovat nopeakasvuista Ross 308 -hybridiä ja niiden keskimääräinen teuraspaino on noin 1,4–1,8 kg. Broilerit kasvatetaan useimmiten sisätiloissa eikä broileriparvia yleensä lääkity mikrobilääkkeillä lukuun ottamatta kokkidioosiaa. Suomessa teurastetaan vuosittain yli 80 miljoonaa teurasbroileria. Yli 99 % teurastuksista tehdään neljässä teurastamossa. Kahden isomman teurastamon linjanopeus on yli 9 000 broileria tunnissa.² Broilerinlihan kulutus on jatkuvasti kasvanut ja ohittanut sianlihan kulutuksen. Suomalaiset syövät vuodessa yli 26 kg luullista broilerinlihaa, josta kotimaisen lihan osuus on yli 90 %.¹

Yleisimmät lihavälitteiset ihmisille tautia-aiheuttavat bakteerit Suomessa ovat kampylobakteeri, salmonella, yersinia, sigatoksiinia tuottava *E. coli* (STEC) ja listeria.³ Näistä salmonella ja kampylobakteeri leviävät usein saastuneen broilerinlihan välityksellä ihmisiin.^{4–6} Lisäksi broilerinliha on katsottu tärkeäksi kolmannen polven kefalosporiineille resistenttien *E. coli*en (CREC) tartuntalähteeksi.⁴ Bakteerit leviävät helposti teurastuksen yhteydessä suoraan ruhon pinnalle tai välillisesti saastuneiden välineiden, ympäristön (esimerkiksi työpintojen ja ilman) ja työntekijöiden käsien välityksellä.⁵ Hyvä prosessihygienia on erittäin tärkeää broilerin teurastuksessa, jotta lopputuote olisi mahdollisimman turvallinen ja säilyvä.⁷

Teurastusprosessin hygieniaa voidaan seurata erilaisilla indikaattoribakteereilla, kuten seuraamalla mesofiilisten bakteerien, enterobakteerien ja *Escherichia coli*en määrää broileriruhon pinnoilla.⁸ Näistä *E. coli*en määrä kuvaa parhaiten ulostesaastutusta. Broilerin teuraslinjan kriittisiä kohtia, joissa *E. coli*en määrää on

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

saatu vähennettyä ruhon pinnalla, ovat kalttaus, pesu ja jäähdytys.^{8,9} Indikaattoribakteerien lisäksi Euroopassa seurataan broilerin teurastushygieniaa tutkimalla salmonellan ja kamylobakteerin esiintyvyyttä broileriruhon niskanahkanäytteissä.¹⁰ Suomessa vuonna 2022 kaikki tutkitut broileriruhojen niskanahkanäytteet (1300 näytettä) olivat salmonella- ja kamylobakteerinegatiivisia.¹¹ Kamylobakteeri, salmonella ja *Listeria monocytogenes* ovat yleisiä löydöksiä broileriruhon pinnalla Euroopassa.¹² Tutkimme *E. coli*en ja ulostevälitteisten patogeenisten bakteerien esiintymistä broileriruhojen pinnoilla teurastuksen kolmessa eri vaiheessa. Lisäksi selvitimme vuodenajan ja jäähdytysmenetelmän vaikutuksesta bakteerien esiintyvyyteen broileriruhojen pintasivelynäytteissä.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimme 204 pintasivelynäytettä, jotka otettiin 68 broilerin ruhosta (24 teurasparvesta) teurastuksen aikana vuosina 2016 ja 2019 yhdessä siipikarjateurastamossa (taulukko 1). Broilerit olivat peräisin kahdeksalta (A-H) eri tilalta ja ne oli lääkitetty kokkidiostaateilla (monensiini tai narasiini) ja paastotettu 8–12 tuntia ennen teurastusta. Ne kerättiin kuljetuslaatikkoihin joko käsin tai koneellisesti 35–39 vuorokauden ikäisinä ja noin 2,5 kg:n painoisina (teuraspaino 1,6–1,8 kg). Näytteet kerättiin touko–kesäkuun vaihteessa 2016 ja elo-syyskuun vaihteessa vuosina 2016 ja 2019. Näytteenottopäiviä oli 23 (15 vuonna 2016 ja 8 vuonna 2019, taulukko 1). Jokaisesta ruhosta otettiin pintasivelynäytteet kolmessa teurastuksen eri vaiheessa: kyninnän, suolistuksen ja jäähdytyksen jälkeen. Ruhot merkittiin niin, että yksittäisen ruhon tuloksia pystyttiin seuraamaan kussakin vaiheessa. Ruhot jäähdytettiin lämpötilaltaan alle 4-asteisella ilmalla 2016 ja vuonna 2019 ensin vesisumutteella ja sitten ilmalla. Ruhon rinnan alueelta siveltiin 5x5 cm:n kokoinen alue steriilillä vanutupolla kyninnän, suolistuksen ja jäähdytyksen jälkeen kraniaalisesti oikealta, vasemmalta ja kaudaalisesti. Vanutuppo siirrettiin 1 ml:aan puskuroitua peptonivettä (Bufferered Peptone Water, BPW, Labema) ja kuljetettiin laboratorioon noin 6°C:n lämpötilassa.

Sivelynäytteistä tutkimme *E. coli*en määrän viljelemällä 10 µl ja 100 µl BPW-liuosta (25 cm²/ml) kromogeeniselle Harlequintm *E.coli*/coliform -alustalle (Labema). Alustat rikastettiin 37°C:n lämpötilassa 20–24 tuntia. Alin havaitsemisraja (limit of detection, LOD) oli 10 pmy/25 cm² ja ylin LOD oli 10 000 pmy/25 cm². Patogeenisten bakteerien (lämpötolerantin kamylobakteerin, salmonellan, suolistopatogeenisen (*ail*-positiivisen) yersinian, *Listeria monocytogenes*in ja (*stx*-positiivisen) STEC:n esiintymistä tutkimme reaaliaikaisella PCR:llä.¹³ CREC:n esiintymistä tutkimme vuoden 2019 näytteistä viljelyllä.¹⁴ CREC tutkittiin 24 broilerista (72 pintasivelynäytettä) viideltä eri tilalta (tilat C, E-H, taulukko 1). Aineiston tilastollinen testaus tehtiin SPSS-ohjelmalla (SPSS Statistics 29.0, IBM) ja tulosten merkitsevyyden arvioimme 95 %:n luottamustasolla (p<0,05). Aineisto testattiin ei-parametrisillä testeillä, koska aineisto ei ollut luonnollisesti jakautunut (Shapiron-Wilkin testi). Tilastollista riippuvuutta eri ryhmissä arvioimme Fisherin tarkalla testillä, kahden riippumattoman otoksen välisen eron merkitsevyyttä arvioimme Mann-Whitneyn testillä, kolmen riippumattoman otoksen eroja Kruskal-Wallis H-testillä ja kolmen riippuvan otoksen eroja Friedman-testillä.

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

TULOKSET

E. coli -määrä broileriruhojen pintanäytteissä (n=204) vaihteli välillä <math><10 (0,7 \log_{10})</math> ja >math>10.000 (4,7 \log_{10})</math> *E. coli* -bakteereita 25 cm²:ssä mediaanin ollessa 2,5 log₁₀ pmy/25 cm² (316 *E. coli*a 25 cm²:ssä, taulukko 2). Mediaanien välillä oli vaihtelua (2,0–2,6 log₁₀ pmy/25 cm²), mutta vaihtelu ei ollut tilastollisesti merkitsevä näytteenottovuosien (p=0,829) ja vuodenajan välillä (p=0,109). Tilojen mediaanien välillä oli myös vaihtelua (2,3–2,9 log₁₀ pmy/cm²), joka ei ollut tilastollisesti merkitsevä (p=0,936).

Suurimmasta osasta (73 %, 148/204) ruhojen pintasivelynäytteistä löytyi *E. coli*a. *E. coli*en määrä 68 broileriruhon pinnalla oli suurin kyninnän (piste 1) ja suolistuksen (piste 2) jälkeen (kuva 1). Jäähdytyksen (piste 3) jälkeen *E. coli*en määrä laski erittäin merkitsevästi (p<0,001) ja niitä löytyi harvemmin (18 %, 12/68) pintasivelynäytteistä. Jäähdytysmenetelmillä (2016 ilma ja 2019 vesisumute ja ilma) ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta *E. coli*en määrään pisteessä 3 (p=0,324). Keräilymenetelmällä ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta ruhojen *E. coli*en määrään (p=0,500).

Yleisimmät patogeeneit broileriruhojen pintasivelynäytteissä oli *L. monocytogenes* (12,7 %) ja STEC (10,8 %) (taulukko 3). Kampylobakteeri, STEC ja *L. monocytogenes* löytyi PCR:llä useamman broilerin pintanäytteistä kahdelta tilalta (A ja C). Kampylobakteeri löytyi kahdeksasta sivelynäytteestä (3,9 %), jotka olivat peräisin seitsemästä (10,3 %) broileriruhosta ja neljästä (16,7 %) teurasparvesta. Salmonellan löysimme yhdestä (0,5 %) näytteestä (tila D). Kampylobakteeria ja STEC:ä löysimme enemmän kevään kuin syksyn näytteistä (kampylobakteeri: p=0,004 ja STEC: p=0,002). Yksittäinen salmonella löytyi syksyn näytteestä jäähdytysvaiheessa. Patogeenisia bakteereita löytyi selvästi vähemmän jäähdytyksen (16,2 %) kuin kyninnän (29,4 %) tai suolistuksen (32,4 %) jälkeen. Ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä (p=0,075). Tauti-aiheuttavien bakteerien esiintymisen ja *E. coli*en määrän välillä ruhossa oli heikko positiivinen korrelaatio (Spearmanin korrelaatio= 0,189, p=0,007). CREC eristettiin 10 pintasivelynäytteestä (13,9 %, 10/72). Kaikki positiiviset näytteet (37 %, 10/27) olivat broilereista, jotka olivat peräisin tilalta E. CREC:ä ei löytynyt jäähdytyksen jälkeen.

POHDINTA

Suurin osa (73 %) broileriruhojen pintanäytteistä olivat *E. coli*lla saastuneita ja *E. coli*en määrissä oli suurta vaihtelua. Kaikki kyninnän ja suolistuksen jälkeen otetut pintasivelynäytteet olivat *E. coli* -positiivisia. *E. coli*en määrät olivat myös suuret kyninnän ja suolistuksen jälkeen. Broileriruhojen saastuminen ulosteella on hyvin todennäköistä teurastuksen aikana, etenkin kyninnän ja suolistuksen yhteydessä.¹⁵ Koneellinen kynintä levittää helposti bakteereita ruhosta toiseen, etenkin jos linnut ovat likaisia. Kynintää edeltävän kaltauksen (lämpötila >50°C) on aikaisemmissa tutkimuksissa osoitettu selvästi vähentävän *E. coli* -määrää,⁸ mikä osoittaa, että kaltauksella voidaan vaikuttaa *E. coli*en määrään ja siten myös vähentää kyninnän aikana tapahtuvaa ristisaastutusta.

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

Tutkimuksessamme *E. coli*en määrä broileriruhojen pinnoilla väheni merkittävästi enemmän jäädytyksen kuin kyninnän ja suolistuksen jälkeen. Samansuuntaisia tuloksia on raportoitu aikaisemmissa tutkimuksissa.^{7,15,16} EFSA:n tieteellisessä raportissa¹⁶ jäädytys vähensi merkittävästi enemmän *E. coli*en määrää kuin suolistus. Saman tutkimuksen mukaan *E. coli*en määrään vaikutti ruhon koko, suolen rikkoutuminen ja elinten irrotusmenetelmä. Sveitsiläisessä tutkimuksessa¹⁵ *E. coli*en määrä kasvoi merkittävästi suolistuksen jälkeen. Meidän tutkimuksessamme *E. coli*en määrä ei lisääntynyt suolistuksen jälkeen, mikä viittaa siihen, että suolistus tehtiin hygieenisemmin.

Osa broileriruhosta jäädytettiin ilmalla (2016) ja osa vesisumutteella ennen ilmajäädytystä (2019). Jäädytysmenetelmä ei vaikuttanut merkittävästi *E. coli*-määrään. Euroopassa käytetään useimmiten ilmajäädytystä, kun USA:ssa taas käytetään vesijäädytystä.⁹ Bellucon ym. katsauksen⁸ mukaan vesijäädytys vähentää *E. coli*en määrää enemmän kuin ilmajäädytys, mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p=0,126$).

L. monocytogenes oli yleisin patogeeninen bakteeri broileriruhon pintasivelynäytteissä (13 %). Aikaisemmassa tutkimuksessamme olemme löytäneet *L. monocytogenes*ä harrastekanojen ulostenäytteistä ja harrastekanan ympäristönäytteistä.¹⁷ Bakteeria on löytynyt myös usein broilerin lihasta eri Euroopan maissa.¹² *L. monocytogenes* tulee todennäköisesti lintujen ulosteen mukana teurastamoon, jossa se saattaa levitä broileriruhojen pinnalle ja teurastamon ympäristöön heikon teurastus- ja laitoshygienian seurauksena. Myös STEC-bakteeria löytyi ruhojen pintasivelynäytteistä (11 %). Ihmisille patogeeninen STEC löytyy tyypillisesti naudanlihasta ja harvemmin broilerilihasta.¹⁰ Ulosteperäisenä bakteerina se leviää helposti teurastuksen yhteydessä broileriruhon pinnalle. Kamylobakteeria löytyi harvemmin pintasivelynäytteistä (4 %). Euroopassa kamylobakteerin esiintyvyys broilerin lihassa on monessa maassa yli 30 %.¹² Kamylobakteerin vähäinen esiintyvyys teurasbroilereiden ulosteessa saattaa olla yksi syy kamylobakteerin suhteelliseen harvinaisuuteen broileriruhojen pinnoilla.^{18,19} Tutkimuksessamme kamylobakteeria löytyi kuitenkin 17 % tutkituista teuraseristä. Esiintyvyys oli selkeästi suurempi kuin 2022, jolloin 4 % teuraseristä oli positiivisia kesä-lokakuun välisenä aikana kamylobakteerivalvontaohjelman mukaisesti tutkituissa teurasbroilereissa.¹¹ Käytimme tutkimuksessamme herkkää PCR-menetelmää kamylobakteerin osoittamiseen, mikä saattaa olla yksi syy suurempaan esiintyvyyteen.¹⁹

Salmonella löytyi yllättävästi yhdestä broileriruhon pintasivelynäytteestä (0,5 %) PCR:llä jäädytysvaiheessa, mikä viittaa siihen, että ruho on saastunut suolistusvaiheen jälkeen teurastamossa. Jokainen teuraserä tutkitaan salmonellan varalta 3 viikon sisällä ennen teurastukseen lähtöä viljelymenetelmällä eikä positiivista erää tuoda teurastamolle.²⁰ Tutkimuksemme positiivinen salmonellatulos voi johtua PCR:n herkkyydestä, muttemme voi sulkea pois mahdollisuutta, että parvi olisi saastunut tilalla vasta salmonellanäytteenoton jälkeen. Suomessa salmonellan esiintyvyys broilerinlihassa on kansallisen salmonellavalvontaohjelman ansiosta alle 0,5 %.²⁰ Monessa Euroopan maassa se on jopa yli 10 %.¹²

Tautia-aiheuttavaa yersinia (*Y. enterocolitica* tai *Y. pseudotuberculosis*) ei löytynyt yhdestäkään pintasivelynäytteestä, mikä viittaa siihen, ettei broilerinliha ole Suomessa tärkeä yersinian lähde. *Y. pseudotuberculosis* (*ail*-positiivinen yersinia) on

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

Suomessa satunnaisesti eristetty harrastekanan ulosteesta¹⁷ ja äskettäin se aiheutti osteomyeliittiepidemian teuraskalkkunoilla.²¹ Patogeenisten bakteerien pieneen esiintyvyyteen vaikuttaa muun muassa kasvatus sisätiloissa, hyvä tautisuojaus ja haittaeläinten torjunta sekä kanalan huolellinen pesu ja desinfiointi kasvatuserien välillä.²⁰ Tutkimuksemme broilerit olivat kasvatettu sisätiloissa ja valvotuissa olosuhteissa. Lisäksi Suomessa ei harvenneta broileriparvia kasvatusaikana tai ennen teurastusta. Harvennuksen on katsottu lisäävän patogeenisten mikrobien tartunta- ja leviämiskätkä teurasparvissa.¹⁸ Harvennuksessa osa parven broilereista haetaan teurastamolle kasvatuskaudella ennen koko parven lopullista teurastusta. CREC löytyi yhden broileritilan ruhojen sivelynäytteistä. Broilerin tuotantoketjussa on satunnaisesti löydetty laajakirjoisia beetalaktamaasientsyymejä tuottavia *E. coli*, vaikkei parvia ole lääkitty Suomessa vuoden 2009 jälkeen²². CREC:n on oletettu leviävän vertikaalisesti ulkomailta tuotujen vanhempaispolven untuvikkojen mukana, mutta ilmeisesti leviäminen tapahtuu todennäköisemmin muulla tavalla (kasvuympäristön, välineiden, työntekijöiden ja plasmidien välityksellä) horisontaalisesti.²² Vuonna 2021 CREC:n esiintyvyys suomalaisissa teurasbroilereissa oli 1,3 %.¹¹

Patogeenisiä bakteereita ja CREC:ä löytyi eniten kyninnän ja suolistuksen jälkeen. Kyninnän aikana ulosteperäiset bakteerit leviävät helposti ruhosta toiseen muun muassa saastuneen kynintäkoneen välityksellä.⁵ Kamylobakteerin on osoitettu tarttuvan etenkin kyninnän aikana ruhon pintaan.^{19,23} Suolistus on toinen tärkeä vaihe, jossa ulosteperäiset patogeeniset bakteerit leviävät ruhon pinnalle, etenkin, jos suolisto on täynnä ja rikkoutuu suolen irrotuksen yhteydessä.²³ Mekaanisen suolistuksen onnistumisen ehto on, että teurasbroilerit ovat teuraslinjalle sopivan kokoisia ja mahdollisimman tasakokoisia, jolloin irrotuksen yhteydessä suolisto pysyy ehjänä eikä ulostetta valu ruhon pinnalle. Paastottamalla broilerit 8–12 tuntia ennen teurastusta pyritään varmistamaan mahdollisimman tyhjä suolisto.²³ Kaikilla tutkituilla tiloilla teurasbroilerit paastotettiin ennen teurastusta. Teurasbroilerit painoivat noin 2,5 kg ja olivat hyvin tasakokoiset.

Jäähdytyksen jälkeen otetuissa näytteissä kamylobakteerin, STEC:n ja listerian esiintyvyys broileriruhojen pinnoilla oli pienin eikä CREC-bakteeria esiintynyt ollenkaan. Kamylobakteerin määrän on osoitettu vähenevän selvästi jäähdytyksen jälkeen.²³ Ainut salmonellaposiitivinen näyte löytyi jäähdytetystä ruhosta otetusta pintasivelynäytteestä- Tämä osoittaa, ettei jäähdytys välttämättä poista mikrobiologista vaaraa mutta vähentää tehokkaasti bakteerimäärää, mikä pienentää kuluttajan riskiä sairastua broilerilihan välityksellä.

Tutkimuksessamme *E. coli* esiintyminen ruhojen pinnoilla korreloi ulosteperäisten patogeenisten bakteerien esiintymisen kanssa. Korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä mutta heikko. Myös tuoreessa norjalaisessa tutkimuksessa⁷ raportoitiin heikko korrelaatio *E. coli* ja kamylobakteerin esiintymisen välillä broileriruhojen pinnoilla. *E. coli* on indikaattori ulostesaastutukselle ja ulostesaastutus voi aina olla terveydellinen riski. Toisaalta jos teuraseläin erittää suuria määriä patogeenisiä bakteereita ulosteessa, myös vähäinen ulostesaastutus (pieni *E. coli* -määrä) voi levittää patogeenisiä bakteereita ruhon pinnalle aiheuttaen terveystarvian kuluttajalle. Tärkeää olisi lähettää mahdollisimman puhtaita ja terveitä lintuja teurastamoon sekä välttää ylimääräistä stressiä ennen teurastusta. Tutkimuksessamme broilerit kerättiin kuljetuslaatikkoihin joko käsin tai koneellisesti. Keräilymenetelmä ei vaikuttanut

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

merkitsevästi *E. coli* -määrään ruhojen pinnoilla. Euroopassa broilerit kerätään usein härkeihin koneellisesti.⁶ Koneellisessa keräyksessä linnut vaurioituvat yleensä harvemmin kuin käsin kerättäessä, mutta haittana on bakteerien leviäminen likaisen keräilykoneen välityksellä.

LÄHDEKIRJALLISUUS

1. Suomen siipikarjaliitto. Broilerit. Tuotanto ja kulutus. <https://siipi.net/broilerit/>
2. Törmä K, Kaukonen E, Lundén J, Fredriksson-Ahomaa M, Laukkanen-Ninios R. A comparative analysis of meat inspection data as an information source of the health and welfare of broiler chickens based on Finnish data. *Food Control* 2022;138:109017.
3. Terveystieteiden tutkimuskeskus. Tartuntataudit Suomessa 2022. 2023. <https://www.julkari.fi/handle/10024/147686>
4. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) EP on C in the FC (CONTAM) and EP on AH and W (AHAW). Scientific opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (poultry). *EFSA J* 2012;10:2741.
5. Rouger A, Tresse O, Zagorec M. Bacterial contaminants of poultry meat: sources, species, and dynamics. *Microorganisms* 2017;5:50.
6. Löhren U. Overview on current practices of poultry slaughtering and poultry meat inspection. *EFSA Supp Publ.* 2012;9:298E.
7. Hauge SJ, Johannessen GS, Haverkamp TH, Bjørkøy S, Llarena AK, Spilsberg B ym. Assessment of poultry process hygiene and bacterial dynamics along two broiler slaughter lines in Norway. *Food Control* 2023;146:109526.
8. Belluco S, Barco L, Roccato A, Ricci A. *Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae* counts on poultry carcasses along the slaughterline: A systematic review and meta-analysis. *Food Control* 2016;60:269–80.
9. Barco L, Belluco S, Roccato A, Ricci A. *Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae* counts on poultry carcasses along the slaughter processing line, factors influencing the counts and relationship between visual faecal contamination of carcasses and counts: a review. *EFSA Supp Publ.* 2014;11:636E.
10. EFSA, ECDC. The European Union one health 2022 zoonoses report. *EFSA J.* 2023;21:e8442.
11. Ruokavirasto. Elintarviketurvallisuus Suomessa 2022. 2023;2:1–91. <https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/julkaisut/julkaisut/>
12. Gonçalves-Tenório A, Silva BN, Rodrigues V, Cadavez V, Gonzales-Barron U. Prevalence of pathogens in poultry meat: a meta-analysis of European published surveys. *Foods* 2018;7:69.

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

13. Blomvall LK, Kurittu PE, Heikinheimo A, Fredriksson-Ahomaa M. Zoonoottisten tautia aiheuttavien bakteerien esiintyminen teuraskalkkunoissa. Suomen Eläinlääkäril. 2020;126:416–21.
14. Osemwowa E, Omoruyi IM, Kurittu P, Heikinheimo A, Fredriksson-Ahomaa M. Bacterial quality and safety of raw beef: A comparison between Finland and Nigeria. Food Microbiol. 2021;100:103860.
15. Buess S, Zurfluh K, Stephan R, Guldemann C. Quantitative microbiological slaughter process analysis in a large-scale Swiss poultry abattoir. Food Control 2019;105:86–93.
16. Cibir V, Mancin M, Pedersen K, Barrucci F, Belluco S, Roccato A ym. Usefulness of *Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae* as process hygiene criteria in poultry: experimental study. EFSA Supp Publ. 2014;11:635E.
17. Pohjola L, Nykäsenoja S, Kivistö R, Soveri T, Huovilainen A, Hänninen M ym. Zoonotic public health hazards in backyard chickens. Zoonoses Publ Health 2016;63:420–30.
18. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Koutsoumanis K, Allende A, Alvarez-Ordóñez A, Bolton D, Bover-Cid S, et al. Update and review of control options for *Campylobacter* in broilers at primary production. EFSA J. 2020;18:e06090.
19. Perdoncini G, Sierra Arguello YM, Moreira Lima L, Quedi Furian T, Apellanis Borges K, Beatriz Rodrigues L ym. Detection and quantification of *Campylobacter* in poultry slaughterhouses using conventional microbiological technique, most probable number, and real-time PCR. Foodborne Pathog Dis. 2022;19:143–50.
20. Fredriksson-Ahomaa M, Kaukonen E, Laukkanen-Ninios R. Salmonella elintarviketuotantoketjussa - nollatoleranssi Suomessa. Elintarvike ja Terveys. 2023;37:36–43.
21. Blomvall L, Pelkola K, Lienemann T, Lehtoniemi S, Pohjola L, Fredriksson-Ahomaa M. Osteomyelitis in a slaughter turkey flock caused by *Yersinia pseudotuberculosis* sequence type ST42. Vet Microbiol. 2022;269:109424.
22. Oikarainen PE, Pohjola LK, Pietola ES, Heikinheimo A. Direct vertical transmission of ESBL/pAmpC-producing *Escherichia coli* limited in poultry production pyramid. Vet Microbiol. 2019;231:100–6.
23. Rasschaert G, De Zutter L, Herman L, Heyndrickx M. *Campylobacter* contamination of broilers: The role of transport and slaughterhouse. Int J Food Microbiol. 2020;322:108564.

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Tuomas Haltiala
ELL, hygieenikko
Kouvolan kaupunki
tuomas.haltiala@kouvola.fi
Eija Kaukonen, ELT, yliopistonlehtori
ELTDK, Helsingin yliopisto
Maria Fredriksson-Ahomaa, ELT, professori
ELTDK, Helsingin yliopisto

KIITOKSET

Kiitos Walter Ehrströmin säätiön tutkimukselle myönnetystä apurahasta (2016).
Kiitos laboratoriomestari Maria Starkille (Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osasto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto) avusta näytteiden tutkimisessa.

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

TAULUKKO 1 TABLE

Siipikarjateurastamossa otetut pintasivelynäytteet broileriruhosta vuosina 2016 ja 2019.

Broiler carcass swab samples collected in a poultry slaughterhouse in 2016 and 2019.

Näytteenotto			Tila	Erä	Lintuja	Näytteitä	
Sampling			Farm	Batch	Birds	Samples	
Vuosi	Vuodenaika	Päiviä					
Year	Season	Days					
2016	Kevät	8	A	5	13	39	
	Spring		B	1	3	9	
				C	3	9	27
2016	Syksy	7	A	4	12	36	
	Autumn		C	1	1	3	
				D	2	6	18
2019	Syksy	8	C	2	6	18	
	Autumn		E	3	9	27	
				F	1	3	9
				G	1	3	9
				H	1	3	9
Kaikki/Total		23	8	24	68	204	

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

TAULUKKO 2 TABLE

Escherichia coli -määrä: keskiarvo ja mediaani broileriruhojen pintasivelynäytteissä.
Mean and median values of *Escherichia coli* found in broiler carcass swab samples.

Näytteenotto		Näytteiden määrä	<i>Escherichia coli</i> (log ₁₀ pmy ^a /25 cm ²) ^b			
Sampling		Number of samples	<i>Escherichia coli</i> (log ₁₀ cfu ^a /25 cm ²) ^b			
			Keskiarvo	Mediaani	Minimi	Maksimi
			Mean	Median	Minimum	Maximum
2016	Kevät	75 (25) ^c	2,27	2,64	0,70	4,70
	Spring					
	Syksy	57 (19)	1,94	2,00	0,70	4,70
	Autumn					
2019	Syksy	72 (24)	2,20	2,50	0,70	4,70
	Autumn					
2016 ja 2019		204 (68)	2,15	2,46	0,70	4,70
2016 and 2019						

^a pmy=pesäkkeitä muodostava yksikkö/cfu=colony forming unit

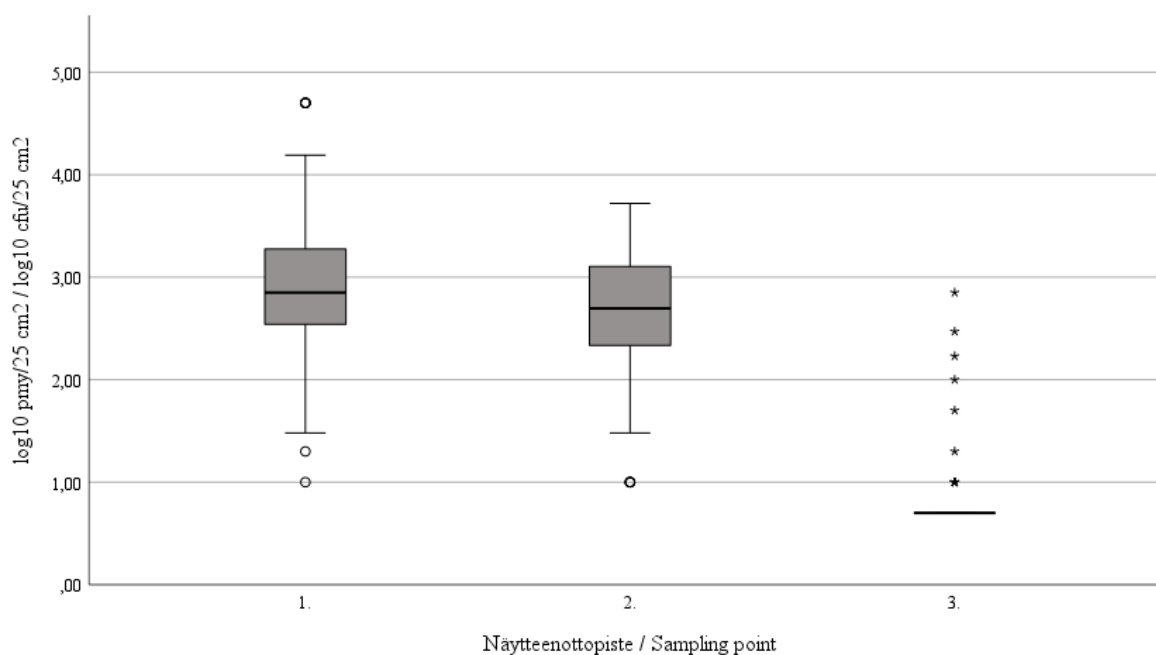
^b Aineisto ei ollut normaalisti jakautunut/Data not normally distributed

^c Suluissa lintujen lukumäärä/Number of birds in brackets

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä



KUVA 1 FIGURE

Escherichia coli -määrien mediaanit (log₁₀ pmy/cm²) 68 broileriruhon pinnalla kolmessa näytteenottopisteessä: kyninnän (1), suolistuksen (2) ja jäähdytyksen (3) jälkeen.

Median values (log₁₀ cfu/cm²) of *Escherichia coli* found on 68 broiler carcasses at three sampling points: after plucking (1), evisceration (2) and chilling (3).

Julkaistavaksi hyväksytty käsikirjoitus

Eläinlääkärilehti 19.10.2023

Käsikirjoitusta ei ole oikoluettu eikä se ole käynyt tarkastettavana kirjoittajalla/kirjoittajilla.
Lopullisessa muodossaan artikkeli julkaistaan painetussa Eläinlääkärilehdessä

TAULUKKO 3 TABLES

Patogeenisten bakteerien esiintyminen broileriruhojen pintasivelynäytteissä.
Prevalence of pathogenic bacteria in swab samples from broiler carcasses.

Tila	Näytteitä	PCR-positiiviset sivelynäytteet (positiiviset broilerit)				
Farm	Samples	PCR-positive swab samples (positive broilers)				
		Kampylobakteeri	Salmonella	Yersinia	STEC	Listeria
		Campylobacter				
A	75 (25) ^a	3 (2)	0	0	8 (5)	11 (8)
B	9 (3)	0	0	0	0	0
C	48 (16)	5 (5)	0	0	9 (5)	9 (7)
D	18 (6)	0	1 (1)	0	0	0
E	27 (9)	0	0	0	0	6 (3)
F	9 (3)	0	0	0	1 (1)	0
G	9 (3)	0	0	0	0	0
H	9 (3)	0	0	0	0	0
A-H	204 (68)	8 (7)	1 (1)	0	22 (11)	26 (18)

^a Broilereitten lukumäärä/Number of broilers