



# Suomessa saatavilla olevien lihan ja lihatuotteiden salmonellariskinarviointi

**KOTIMAINEN**

**MUU SYY**

**TUONTI**





## **Suomessa saatavilla olevien lihan ja lihatuotteiden salmonellariskinarviointi**



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority



# Kuvailulehti

<b>Julkaisija</b>	Ruokavirasto
<b>Tekijät</b>	Sara Nevalainen, Antti Mikkela, Suvi Joutsen, Markus Linjamäki ja Pirkko Tuominen
<b>Julkaisun nimi</b>	<b>Suomessa saatavilla olevien lihan ja lihatuotteiden salmonellariskinarviointi</b>
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Ruokaviraston tutkimuksia 6/2023
<b>Julkaisuaika</b>	12/2023
<b>ISBN PDF</b>	978-952-358-055-8
<b>ISSN PDF</b>	2490-1180
<b>Sivuja</b>	68
<b>Kieli</b>	Suomi
<b>Asiasanat</b>	Salmonella, valvontaohjelma, broileri, kalkkuna, nauta, sika, riskinarviointi
<b>Kustantaja</b>	Ruokavirasto
<b>Taitto</b>	Ruokavirasto, käyttäjäpalvelujen yksikkö
<b>Julkaisun jakaja</b>	Sähköinen versio: ruokavirasto.fi

## Tiivistelmä

Eläinperäisiä elintarvikkeita pidetään ihmisten salmonellatartuntojen pääasiallisena lähteenä Euroopassa. Suomessa noudatetaan kansallista salmonellavalvontaohjelmaa ja salmonellan esiintyvyys on säilynyt ohjelman asettamassa tavoitteessa. Salmonellavalvontaohjelman ohella Suomen salmonellatilanteeseen vaikuttavat EU:n myöntämät erityistakuut, jotka edellyttävät, että tuoreena myyntiin tulevat lihaerät on tutkittu ja todettu salmonellavapaiksi ennen niiden saapumista Suomeen.

Riskinarvioinnissa päivitettiin kuluttajan riski saada salmonelloosi valvontaohjelmaan kuuluvista broilerin-, kalkkunan-, naudan- ja sianlihan tuotantoketjuista ja vastaavista tuontielintarvikkeista. Lisäksi tavoitteena oli tuottaa tietoa salmonellalähteiden merkityksestä salmonellaseurannan kehittämiseksi ja elintarviketurvallisuustason varmistamiseksi sekä kehittää riskinarviointimenetelmiä.

Riskinarviointi tehtiin tilastollisilla malleilla. Ulkomaista alkuperää olevien elintarvikkeiden arvioitiin aiheuttavan enemmän salmonellatartuntoja kuin kotimaisen lihan, vaikka tuontilihan kulutus on noin viidennes kotimaiseen verrattuna. Lähes kaikki Suomessa lihasta todetut salmonellalöydökset elintarvikkeista ovat peräisin tuontilihasta. Vaikka kaikkia kontaminoituneita lihaeriä ei todeta ennen Suomen markkinoille pääsyä, olisi riski saada salmonella ilman erityistakuita moninkertainen.

# Beskrivning

Utgivare	Livsmedelsverket
Författare	Sara Nevalainen, Antti Mikkilä, Suvi Joutsen, Markus Linjamäki ja Pirkko Tuominen
Publikationens titel	<b>Bedömning av risken för salmonella i kött och köttprodukter som finns tillgängliga i Finland</b>
Publikationsseriens namn och nummer	Livsmedelsverkets forskningsrapporter 6/2023
Utgivningsdatum	12/2023
ISBN PDF	978-952-358-055-8
ISSN PDF	2490-1180
Sidantal	68
Språk	Finska
Nyckelord	Salmonella, övervakningsprogram, broiler, kalkon, nötkreatur, svin, riskbedömning
Förläggare	Livsmedelsverket
Layout	Livsmedelsverket, enheten för interna stödtjänster
Distribution	Elektronisk version: livsmedelsverket.fi

## Referat

Livsmedel av animaliskt ursprung anses vara den huvudsakliga källan till salmonellasmitta hos människor i Europa. I Finland följer man det nationella programmet för salmonellakontroll och förekomsten av salmonella har hållits inom programmets fastställda mål. Utöver programmet för salmonellakontroll påverkas salmonellasituationen i Finland av EU:s särskilda garantier som förutsätter att köttpartier som säljs färska har undersökts och konstaterats vara salmonellafria innan de anländer till Finland.

I riskbedömningen uppdaterades konsumentens risk att insjukna i salmonella från de produktionskedjor för broiler-, kalkon-, nötkött och svinkött och motsvarande importerade livsmedel som ingår i tillsynsprogrammet 2016–2020. Dessutom var målet att producera information om betydelsen av salmonellakällor för utvecklingen av salmonellauppföljningen och säkerställandet av livsmedelssäkerhetsnivån samt att utveckla riskbedömningsmetoder.

Riskbedömningen gjordes med statistiska modeller. Kött av utländskt ursprung bedömdes orsaka flera salmonellainfektioner än inhemskt kött, trots att konsumtionen av importerat kött endast uppgår till cirka en femtedel av den inhemska köttkonsumtionen. Nästan alla salmonellafynd som konstaterats i kött i Finland härstammar från importerat kött. Även om alla kontaminerade köttpartier inte upptäcks innan de kommer in på den finländska marknaden skulle risken att få salmonella vara mångdubbel utan de särskilda garantierna.

## Description

<b>Publisher</b>	Finnish Food Authority
<b>Authors</b>	Sara Nevalainen, Antti Mikkilä, Suvi Joutsen, Markus Linjamäki ja Pirkko Tuominen
<b>Title of publication</b>	<b>Salmonella risk assessment of meat and meat products available in Finland</b>
<b>Series and publication number</b>	Finnish Food Authority Research Reports 6/2023
<b>Publications date</b>	12/2023
<b>ISBN PDF</b>	978-952-358-055-8
<b>ISSN PDF</b>	2490-1180
<b>Pages</b>	68
<b>Language</b>	Finnish
<b>Keywords</b>	Salmonella, control programme, broiler, turkey, beef, pork, risk assessment
<b>Publisher</b>	Finnish Food Authority
<b>Layout</b>	Finnish Food Authority, In-house Services Unit
<b>Distributed by</b>	Online version: <a href="https://foodauthority.fi">foodauthority.fi</a>

### Abstract

Food of animal origin is considered the main source of human salmonella infections in Europe. In Finland, the national Salmonella Control Programme is followed, and the prevalence of salmonella has remained within the target set by the programme. In addition to the Salmonella Control Programme, the salmonella situation in Finland is affected by special guarantees granted by the EU, which require that consignments of meat that are sold fresh have been tested and found free of salmonella before they arrive in Finland.

This risk assessment updated the consumer's risk of contracting salmonella from broiler, turkey, beef and pork production chains and similar imported foods covered by the control programme in 2016–2020. In addition, the aim was to provide information on the importance of salmonella sources for developing salmonella monitoring and ensuring food safety levels, as well as developing risk assessment methods.

The risk assessment was conducted using statistical models. Meat of foreign origin was estimated to cause more salmonella infections than domestic meat, although imported meat consumption is only about one-fifth of that of domestic meat. Almost all salmonella findings in meat in Finland originate from imported meat. Although not all contaminated meat batches are detected before entering the Finnish market, the risk of contracting salmonella would be many times higher without special guarantees.

# Sisällys

<b>Lyhenteet ja termit</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Johdanto</b> .....	<b>10</b>
1.1 Kansallinen salmonellavalvontaohjelma .....	11
<b>2 Tutkimuksen tavoitteet</b> .....	<b>15</b>
<b>3 Vaaran tunnistaminen</b> .....	<b>16</b>
3.1 Salmonella ihmisissä .....	16
3.2 Salmonella eläimissä .....	17
3.3 Salmonella elintarvikkeissa .....	18
3.4 Lihankulutus Suomessa .....	18
<b>4 Vaaran kuvaaminen</b> .....	<b>23</b>
4.1 Salmonellabakteeri .....	23
4.2 Salmonelloosi .....	23
4.3 Annosvaste .....	24
<b>5 Altistuksen arviointi</b> .....	<b>25</b>
5.1 Kotimaiset tuotantoketjut .....	27
5.2 Tuontielintarvikkeet .....	30
5.3 Altisteet .....	31
5.4 Kuluttajan altistuminen .....	32
5.5 Lähdeluokittelu .....	33
5.5.1 Altistuksen arvioinnin pikamalli .....	33
5.5.2 Serotyypijakaumat .....	34
5.5.3 Ihmisten rekisteröidyt salmonellatartunnat .....	34
5.5.4 Tiedon synteesi .....	35
5.5.5 SalmonellaLAB-sovellus .....	36
<b>6 Riskin kuvaaminen</b> .....	<b>37</b>
6.1 Salmonellatapaukset .....	37
6.2. Tartuntalähteiden osuudet .....	38
<b>7 Epävarmuudet</b> .....	<b>41</b>
<b>8 Rajaukset</b> .....	<b>43</b>
<b>9 Johtopäätökset</b> .....	<b>44</b>
<b>Viitteet</b> .....	<b>47</b>
<b>Liitteet</b> .....	<b>52</b>
Liite 1. Pikamalli .....	52
Liite 2. Elintarvikelähteiden ja serotyypien infektiivisyys .....	55
Liite 3. Tyyppitiedot ihmisistä, eläimistä ja elintarvikkeista eristetyistä salmonellakannoista vuosilta 2008–2020 .....	57

## Lyhenteet ja termit

Lyhenteiden ja termien merkitys tässä raportissa.

Annosvasteen arviointi	Biologisten, kemiallisten tai fysikaalisten aineiden ja tekijöiden altistumisannoksen ja altistukseen liittyvien terveyshaittojen voimakkuuden ja esiintymistiheyden välisen suhteen määrittäminen.
Altistuksen arviointi	Elintarvikkeen tai muun merkittävän altistuslähteen kautta saatavien biologisten, kemiallisten tai fysikaalisten vaikuttavien aineiden tai tekijöiden todennäköisen saannin laadullinen ja/tai määrällinen arviointi.
Bayesiläinen tilastotiede	Tilastollista päättelyä, jossa pääteltävän suureen epävarmuus esitetään todennäköisyysjakaumana.
EFSA	Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen (European Food Safety Authority).
Elintarvikeryhmä	Tässä raportissa käytetyt elintarvikeryhmät ovat: 1. tuore ja maustamaton liha, 2. jauheliha, 3. alle 70 °C kypsennetyt raakalihavalmisteet, joissa on suolaa yli 1 %, 4. yli 70 °C kypsennetyt lihavalmisteet.
Elintarviketuotantoketju	Kaikki vaiheet, jotka liittyvät elintarvikkeen tuottamiseen. Ketju kattaa alkutuotannon (tuotantotilat), jatkotuotannon (teurastamot, leikkaamot ja tuotantolaitokset) sekä markkinoilla saatavilla olevan valmiin elintarvikkeen (vähittäismyynti).
Erityistakuut	Erityistakuilla tarkoitetaan asetuksen (EY) N:o 853/2004 artiklassa 8 kuvattuja salmonellaa koskevia sääntöjä ja niiden toimeenpanemisesta annetun asetuksen (EY) N:o 1688/2005 mukaisia vaatimuksia. Aiemmin käytetty myös termiä lisävakuudet.
EURL	Euroopan unionin vertailulaboratorio (European Union Reference Laboratory).
FSCP	Kansallinen salmonellavalvontaohjelma (Finnish Salmonella Control Programme)
ISO	Kansainvälinen standardisoimisjärjestö (International Organization for Standardization).
Kotimainen	Tässä: alkuperämaa Suomi.

Lihavalmiste	Tässä: Yli 70 °C lämpötilaan kypsennetty liha ja lihaa sisältävät tuotteet. Lihavalmiste on tuote, jonka leikkuupinnasta on jatkokäsittelyn tuloksena lihassy rakenne muuttunut ja tuoreen lihan ominaisuudet kadonneet.
Raakalihavalmiste	Tässä: Kaikki prosessoidut lihavalmisteet, joita ei ole kypsennetty yli 70 °C lämpötilaan. Raakalihavalmisteilla tarkoitetaan tuoretta lihaa, jauheliha mukaan luettuna, johon on lisätty muita elintarvikkeita, mausteita tai lisäaineita tai jota on jalostettu, mutta ei kuitenkaan niin, että lihan sisäinen lihassy rakenne olisi muuttunut ja tuoreen lihan ominaisuudet olisivat hävinneet. ((EY) N:o 853/2004 Liite I) Liha määritellään raakalihavalmisteeksi, jos tuotteen suolapitoisuus on 1 % tai enemmän.
Jauheliha	Luuttomaksi leikattu, hienoksi hakattu liha, jonka suolapitoisuus on <1 %.
Liha	Tässä: broilerin, kalkkunan, sian tai naudan syötäväksi soveltuvat osat ja veri.
Lähdeluokittelu	Lähdeluokittelulla (source attribution) viitataan menetelmiin, joiden tarkoituksena on rekonstruoida tartuntataudin leviäminen tietystä lähteestä, kuten eläinpopulaatiosta tai yksilöstä.
MPN	Most Probable number (MPN). Mikrobiologinen kvantitatiivinen laboratoriomääritysmenetelmän yksikkö.
Omavalvonta	Toimijoiden harjoittama valvonta, joka tehdään omavalvontasuunnitelman mukaisesti. Salmonellaerityistakuiden piiriin kuuluvista lähetyksistä otetaan omavalvontanäytteitä siten, että näytteenotto kattaa 5–10 % kaikista lähetyksistä.
Pmy	Pesäkkeitä muodostava yksikkö. Mikrobiologinen kvantitatiivinen laboratoriomääritysmenetelmän yksikkö.
Riski	Elintarvikkeeseen liittyvän vaaran aiheuttaman terveydellisen vaikutuksen todennäköisyys ja voimakkuus.
Riskin kuvaaminen	Tunnettujen tai mahdollisten tietyssä väestöosassa esiintyvien haittavaikutusten esiintymistodennäköisyyden ja voimakkuuden laadullinen ja/tai määrällinen arviointi, joka perustuu vaaran tunnistamiseen, vaaran kuvaamiseen sekä altistuksen arviointiin, ja jossa otetaan huomioon epävarmuustekijät.
RTE	Ready-to-eat tuotteet eli sellaisenaan syötävät elintarvikkeet.
Salmonelloosi	<i>Salmonella enterica</i> -sukuun kuuluvien bakteerien aiheuttama tartunta, joka tyypillisimmin aiheuttaa suolistotulehduksen. Salmonelloosi voi olla myös oireeton tai lieväoireinen.
Serotyyppi	Salmonellat jaetaan eri serotyyppeihin solumembraanin O-antigeenien ja flagellojen H-antigeenien perusteella. Salmonellan serotyyppejä tunnetaan n. 2 500.

Tautitapaus	<i>Salmonella enterica</i> -sukuun kuuluvien bakteerien aiheuttama oireellinen tartunta ihmisillä.
Tartuntalähde	Tässä riskinarvioinnissa tutkitut kotimaiset broilerin, kalkkunan, naudan ja sian elintarviketuotantoketjut ja ulkomaista alkuperää olevat vastaavat tuontielintarvikkeet.
Tuonti	Tässä: Alkuperämaa muu kuin Suomi. Sisämarkkinakauppa (EU- ja ETA-maat) ja kolmasmaakauppa.
Tuore liha	Lihaa, jolle ei ole tehty muita säilöntäkäsittelyitä kuin jäähdytys, jäädytys tai pakastaminen. Se voi olla tyhjiö- tai suojakaasupakattu.
Vaara	Elintarvikkeessa oleva kemiallinen aine, fysikaalinen tai biologinen tekijä tai elintarvikkeen tila, joka saattaa vaikuttaa haitallisesti terveyteen.
Vaaran kuvaaminen	Elintarvikkeessa mahdollisesti esiintyviin biologisiin, kemiallisiin tai fysikaalisiin vaikuttaviin aineisiin tai tekijöihin liittyvien terveydellisten haittavaikutusten ominaisuuksien laadullinen ja/tai määrällinen selvittäminen. Kemiallisille aineille on suoritettava annosvasteen arviointi. Biologisille tai fysikaalisille tekijöille on suoritettava annosvasteen arviointi, mikäli riittävät tiedot ovat saatavilla.
Vaaran tunnistaminen	Sellaisten elintarvikkeessa tai elintarvikeryhmässä mahdollisesti esiintyvien biologisten, kemiallisten tai fysikaalisten vaikuttavien aineiden tai tekijöiden yksilöiminen, joilla saattaa olla terveydellisiä haittavaikutuksia.
WHO	Maailman terveysjärjestö (World Health Organization).
Zoonoosi	Taudinaiheuttaja esim. bakteeri, loinen tai virus, joka pystyy tarttumaan sekä ihmisiin että eläimiin ja myös näiden välillä.
Zoonoosiasetus	(EY) N:o 2160/2003. Asetus salmonellan ja muiden elintarvikkeiden kautta tarttuvien tiettyjen zoonoottisten taudinaiheuttajien valvonnasta.
95 % todennäköisyysväli	Väli, jonka sisälle arvioitava suure sijoittuu 95 % todennäköisyydellä.

# 1 Johdanto

---

Salmonellabakteerit ovat zoonoottisia, eli ne pystyvät tarttumaan sekä ihmisiin että eläimiin ja myös näiden välillä joko suorasti ulosteen tai epäsuorasti esimerkiksi saastuneiden elintarvikkeiden välityksellä. Salmonellan aiheuttamat tartunnat ovat merkittävä kansanterveydellinen ongelma maailmanlaajuisesti, ja eläinperäisiä elintarvikkeita pidetään ihmisten salmonellatartuntojen pääasiallisena lähteenä Euroopassa.

Pohjoismaissa salmonellaa on torjuttu vuosikymmeniä, Suomessakin jo 1950-luvulta lähtien. Tehdyn työn ansiosta salmonellaa esiintyi suomalaisissa elintarvikkeissa suhteellisen vähän Suomen liittyessä Euroopan unioniin 1995. EU-jäsenyyden myötä Suomesta tuli myös Maailman kauppajärjestön (WTO) jäsen ja vapaakauppasopimuksen (Free Trade Agreement 1995) osapuoli. WTO:n sopimukset määrittelevät säännöt jäsenten väliselle avoimelle, reilulle ja vääristymättömälle kilpailulle poikkeuksineen (SPS Agreement eli sopimus terveys- ja kasvinsuojelutoimista, Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures).

Suomen matalan salmonellatason haluttiin säilyvän myös markkinoiden avautumisen jälkeen. Tason seuraamiseksi Suomessa käynnistettiin vuonna 1995 kansallinen salmonellavalvontaohjelma (Finnish Salmonella Control Programme, FSCP) (MMMEO 1994). Kansallisessa salmonellavalvontaohjelmassa seurataan salmonellan esiintymistä tiettyjen eläimistä saatavien elintarvikkeiden tuotantoketjuissa. Valvontaohjelman tavoitteena on säilyttää salmonellan esiintyvyys mahdollisimman vähäisenä (tavoite korkeintaan 1 % tietyissä tuotantoeläimissä ja korkeintaan 0,5 % niistä saatavassa lihassa) ja näin varmistaa, että kotimainen liha on salmonellan suhteen turvallista kuluttajalle. Valvontaohjelman piiriin kuuluvat nykyään naudat, siat ja siipikarja sekä niistä saatava tuore liha (ml. jauheliha) ja kananmunat. Suomessa FSCP:hen kuuluvissa elintarvikkeissa salmonellan esiintyvyys on pysynyt jo pitkään tavoitteessaan. Toisin on useimmissa EU:n jäsenmaissa, joissa salmonellan esiintyvyyttä pyritään hallitsemaan zoonoosiasetusta ((EY) N:o 2160/2003) noudattamalla. Näissä maissa salmonellan esiintyvyys elintarvikkeissa on usein korkeampi kuin Suomessa.

Salmonellan vähäinen esiintyvyys Suomessa ja toiminnassa ollut valvontaohjelma antoivat SPS-sopimuksen mukaiset perusteet tiettyjen elintarvikkeiden tuontisuojuille, jotka pätevät myös Euroopan Unionin sisäisessä kaupankäynnissä ((EY)95/409 ja (EY) 95/410), eli niin kutsutut erityistakuut. Erityistakuut edellyttävät, että ulkomaista alkuperää olevat, tuoreena myyntiin tulevat siipikarjan-, naudan- ja sianlihaerät on tutkittu salmonellan varalta ennen niiden saapumista Suomeen ((EY) N:o 1688/2005). Maille, joissa noudatetaan samankaltaista valvontaohjelmaa kuin Suomessa, erityistakuiden edellyttämät testausvaatimukset eivät ole voimassa niiden toimittaessa FSCP:n alaisia tuotteita Suomeen.

SPS-sopimus edellyttää tieteellistä näyttöä erityistakuiden perusteeksi, minkä vuoksi Suomessa on jo pitkät perinteet salmonellasta tehdyille riskinarvioinneille (Ranta ym., 2002, 2004 ja 2005, Maijala ym., 2003 ja 2005, Lievonen ym., 2006, Tuominen ym., 2006 ja 2007, Rönnqvist ym., 2018, Mikkela ym., 2019). Olosuhteet muuttuvat ajan kuluessa, minkä vuoksi salmonellan riskinarviointien päivittäminen tuli ajankohtaiseksi. Riskinarviointien päivittäminen mahdollistaa myös tilanteen jatkuvan seuraamisen, kun tietoa karttuu

lisää. Muutoksena aiempiin riskinarviointeihin, jauheliha otettiin mukaan omana erillisenä elintarvikeryhmänä. Kanamunat taas rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, koska kanamunista ei ole saatavilla vastaavanlaista tietoa kuin lihasta.

Ulkomailla tuotetun lihan kulutus on noin viidennes kaikesta Suomessa kulutetusta lihasta. Vaikka Suomeen tuoreena myyntiin tulevan tuontilihan osalta noudatetaan erityistakuuvaatimuksia, se ei täysin takaa sitä, etteikö Suomessa myytävissä tuontielintarvikkeissa voisi esiintyä salmonellaa. Samoin vaikka salmonellaa todetaan kotimaisessa lihassa harvoin ja tilanne on pysynyt valvontaohjelman asettamassa tavoitteessa, sitä kuitenkin esiintyy tuotantoketjuissa. Tästä syystä tilanteen jatkuva seuranta ja entistä tehokkaampien tartunnanehkäisykeinojen kehittäminen on tärkeää. Koska salmonellan esiintyvyys on huomattavasti yleisempää useassa muussa maassa, tulee salmonellan esiintymistä tuontielintarvikkeissa valvoa yhtä huolellisesti kuin kotimaisissakin elintarvikkeissa.

## 1.1 Kansallinen salmonellavalvontaohjelma

Valvontaohjelman avulla seurataan Suomen salmonellatilannetta sekä tuotantotiloilla että elintarviketeollisuudessa. Kansallisesta salmonellavalvontaohjelmasta säädetään maaja metsätalousministeriön (MMM) asetuksessa zoonoosista (MMM 316/2021), jossa oleva näyteohjeistus vuosilta 2016–2020 pohjautuu aiempiin asetuksiin (MMM 1037/2013, MMM 1030/2013 ja MMM 134/2012). Valvonta kohdistuu kaikkiin Salmonella-suvun bakteereihin ja serotyyppeihin, ja jokainen löydös käynnistää toimenpiteitä salmonellatartunnan leviämisen estämiseksi.

### **Siipikarja**

Siipikarjan (broilerit ja kalkkunat) kansallinen salmonellavalvontaohjelma kattaa alkutuotannon vanhempaispolven eri vaiheet (untuvikot, kasvatusvaiheen linnut ja aikuiset linnut) sekä tuotantopolven jokaisen parven, joista otetaan tossunäytteet niiden kasvatusympäristöstä enintään kolme viikkoa ennen parven teurastusta. Alkutuotannon parvien lisäksi teurastamoilla otetaan ruhoista niskanahkanäytteitä, leikkaamoissa lihamurskenäytteitä, sekä tuotantolaitoksissa raaka- ja jauhelihanäytteitä. Suuren tuotantokapasiteetin teurastamoissa niskanahkanäytteitä otetaan viikoittain (15 ruhoa/näytteenottokerta) ja leikkaamoissa ja lihantuotantolaitoksissa näytteitä otetaan riippuen lihan vuosittaisista tuotantomääristä. Broilerin ja kalkkunan kotimaisen alku- ja jatkotuotannon valvontaohjelmanäytteet sekä elintarvikkeiden viranomais- ja omavalvontanäytteet on esitetty alla (Taulukko 1).

### **Nauta**

Naudanlihan tuotantoketjun osalta salmonellavalvontaohjelman näytteenotto kohdistuu siipikarjaan verrattuna enemmän jatkotuotantoon, eli teurastamoiden ja leikkaamoiden näytteisiin. Myös tuotantotiloilla elävistä eläimistä otetaan ulostenäytteitä aina epäiltäessä tilalla olevan salmonellaa sekä ennen eläinten lähettämistä siemennysasemille. Lisäksi tilojen, jotka myyvät käsittelemätöntä raakamaitoa kuluttajille tai elintarvikehuoneistoille, tulee ottaa näyte salmonellan varalta vuosittain. Lainsäädännön vaatimien tutkimusten lisäksi salmonellanäytteenottoa voidaan edellyttää myös tilakohtaisten salmonellavakuutusten myöntämisen perusteena. Tämän lisäksi lypsykarjatilojen salmonellavakuutusten suojeluehdoissa edellytetään, että tilalle ostettavilla tai siirrettävillä eläimillä tulee olla alle kaksi kuukautta vanha kielteinen salmonellatestaustulos. Useat teurastamot edellyttävät välityseläimiä myyville lypsykarja- ja emolehmätiloilta salmonellatestausta kerran vuodessa.

Valvontaohjelman mukaisesti teurastamoilla otettiin vuosina 2016–2020 satunnaistetusti imusolmuke- ja ruhon pintasivelynäytteitä kumpiakkin noin 3000 näytettä vuodessa. Imusolmuke- ja pintasivelynäytteiden lisäksi leikkaamoissa otetaan satunnaisnäytteitä riippuen teurastamon tuotantomääristä. Naudan kotimaisen alku- ja jatkotuotannon valvontaohjelmanäytteet sekä elintarvikkeiden viranomais- ja omavalvontanäytteet on esitetty alla (Taulukko 1).

### Sika

Kuten naudan, myös sianlihan tuotantoketjun osalta salmonellavalvontaohjelman näytteenotto painottuu teurastamoihin ja leikkaamoihin. Alkutuotannossa elävistä eläimistä otetaan lakisääteisesti ulostenäytteitä vuosittain kaikilla tiloilla, joilla tuotetaan uudistuseläimiä luovutettavaksi muihin pitopaikkoihin tai keinosiemennysasemille tai aina epäiltäessä tilan eläimillä olevan salmonellaa. Tämän lisäksi sikaloiden terveysluokitusrekisteri Sikava edellyttää salmonellatestausta kuuden kuukauden välein niiltä ns. erityistason tiloilta, jotka tuottavat uudistuseläimiä toisille pitopaikoille. Teurastamoilla otettiin vuosina 2016–2020 satunnaisia imusolmukenäytteitä sekä lihasioista että emakoista kummistakin n. 3000 vuodessa sekä ruhon pintasivelynäytteitä n. 3000 näytettä vuodessa. Imusolmuke- ja pintasivelynäytteiden lisäksi leikkaamoissa otetaan satunnaisnäytteitä riippuen teurastamon tuotantomääristä. Sian kotimaisen alku- ja jatkotuotannon valvontaohjelmanäytteet sekä elintarvikkeiden viranomais- ja omavalvontanäytteet on esitetty alla (Taulukko 1).

### Salmonellavalvonnan tuloksia

**Taulukko 1.** Salmonellan esiintyminen kotimaisissa elintarviketuotantoketjuissa 2016–2020. Tulokset on ilmoitettu muodossa positiiviset näytteet/tutkitut näytteet. Kansalliseen salmonellavalvontaohjelmaan kuuluvat alkutuotannon näytetiedot on saatu EFSA:n zoonoosiraporteista (EFSA 2021a) ja jatkotuotannon näytetiedot ovat peräisin Elintarvikkeiden turvallisuus -raporteista (Ruokavirasto 2023). Elintarvikeryhmiä (tuore liha, jauheliha, raakalihavalmisteet ja kypsät lihavalmisteet) koskevat omavalvontanäytteet on saatu Ruokaviraston Patogenix-ohjelmasta.

Broileri	2016	2017	2018	2019	2020
Alkutuotanto/ Vanhempaispolvi <sup>1</sup>	2/312	1/126	0/171	0/163	0/223
Alkutuotanto/ Tuotantopolvi	3/3 901	4/4 010	0/4 146	1/4 120	1/4 340
Niskanahka/ Teurastamo	0/1 055	0/1 189	0/1 213	0/1 184	0/1 269
Liha/Leikkaamo	0/42	0/16	0/27	0/45	0/57
Liha/Tuotantolaitos	0/623	0/1 014	0/803	0/655	0/708
Tuore liha <sup>2</sup>	0/10	0/165	0/257	0/86	0/109
Jauheliha <sup>2</sup>	0/23	0/141	0/10	0/15	0/0
Raakalihavalmisteet <sup>2</sup>	0/6	0/25	0/2	0/1	0/0
Lihavalmisteet <sup>2</sup>	0/12	0/6	0/5	0/0	0/0

<sup>1</sup> Salmonellapositiiviset parvet olivat Ruotsista tuotuja broilereiden vanhempaispolven tuontiuntuvikkoja.

<sup>2</sup> Sisältää vain laboratorioden Ruokavirastolle ilmoittamat tulokset, suurinta osaa negatiivisen tuloksen saaneista näytteistä ei ole ilmoitettu tai luokiteltu elintarvikeryhmiin.

jatkuu seuraavalle sivulle ►

◀ jatkoa edelliseltä sivulta

Kalkkuna	2016	2017	2018	2019	2020
Alkutuotanto/ Vanhempaispolvi	0/21	0/18	0/19	0/19	0/18
Alkutuotanto/ Tuotantopolvi	1/364	0/329	0/355	0/336	0/315
Niskanahka/ Teurastamo	0/345	0/332	0/286	0/260	0/275
Liha/Leikkaamo	0/76	0/60	0/62	0/60	0/60
Liha/Tuotantolaitos	0/182	0/154	0/138	0/76	0/109
Tuore liha <sup>2</sup>	0/1	1/112	0/127	0/89	0/109
Jauheliha <sup>2</sup>	0/0	0/5	0/0	0/0	0/0
Raakalihavalmisteet <sup>2</sup>	0/946	0/0	0/4	0/0	0/0
Lihavalmisteet <sup>2</sup>	0/2	0/1	0/0	0/0	0/0

Nauta	2016	2017	2018	2019	2020
Alkutuotanto/Tila	7/3 339	4/3 208	27/3 152	24/3 106	19/3 149
Imusolmuke/ Teurastamo	4/3 149	2/3 202	1/3 136	0/3 117	1/3 229
Pintasively/ Teurastamo	0/3 141	0/3 174	0/3 064	0/3 014	0/3 164
Liha/Leikkaamo	1/1 717	0/1 669	0/1 512	0/1 465	0/1 277
Tuore liha <sup>2</sup>	0/65	2/114	0/52	0/49	0/43
Jauheliha <sup>2</sup>	0/149	1/520	0/245	0/168	0/172
Raakalihavalmisteet <sup>2</sup>	0/48	1/84	0/39	0/35	0/12
Lihavalmisteet <sup>2</sup>	0/0	0/61	0/0	0/0	0/0

Sika	2016	2017	2018	2019	2020
Alkutuotanto/Tila	3/442	10/398	7/316	13/265	5/467
Imusolmuke/ Teurastamo	2/6 390	2/6 419	2/6 321	7/6 545	4/6 553
Pintasively/ Teurastamo	0/6 397	0/6 403	1/6 349	5/6 507	0/6 301
Liha/Leikkaamo	0/1 399	0/1 192	0/1 155	0/1 381	0/1 378
Tuore liha <sup>2</sup>	0/41	0/67	0/60	0/62	0/1
Jauheliha <sup>2</sup>	0/10	0/77	0/17	0/0	0/11
Raakalihavalmisteet <sup>2</sup>	0/15	2/1 010	0/153	0/379	0/180
Lihavalmisteet <sup>2</sup>	0/26	0/20	0/5	0/11	0/6

<sup>1</sup> Salmonellapositiiviset parvet olivat Ruotsista tuotuja broilereiden vanhempaispolven tuontiuntuvikkoja.

<sup>2</sup> Sisältää vain laboratorioiden Ruokavirastolle ilmoittamat tulokset, suurinta osaa negatiivisen tuloksen saaneista näytteistä ei ole ilmoitettu tai luokiteltu elintarvikeryhmiin.

Salmonellavalvontaohjelmaan kuuluvia alkutuotannon ulostenäytteitä otetaan aina, kun on syytä epäillä tiloilla olevan salmonellaa, esimerkiksi jos eläimillä havaitaan salmonelloosiin kuuluvia kliinisiä oireita kuten ripulia ja kuumetta (MMM 316/2021). Suomessa salmonellan toteaminen tuotantoeläimissä johtaa aina toimenpiteisiin, kuten jatkoseurantaan ja lisänäytteisiin, salmonellapositiivisen naudan tai sian jäljittämiseen teurastamolta takaisin tilalle tai tuotantotilojen saneeraamiseen. Teurastamot voivat ottaa vastaan salmonellapositiivisia eläimiä, mutta tällöin positiiviset erät tulee teurastaa päivän loppuksi, minkä jälkeen liha kuumennetaan niin, että salmonellabakteerit tuhoutuvat (MMM 316/2021). Useimmat teurastamot eivät kuitenkaan ota vastaan eläimiä pitopaikoilta, joilla on voimassa läänineläinlääkärin päätös salmonellatartunnan leviämisen estämiseksi.

## 2 Tutkimuksen tavoitteet

---

Tutkimuksen tavoitteena oli päivittää arvio kuluttajalle aiheutuvasta salmonellariskistä kansalliseen salmonellavalvontaohjelmaan kuuluvissa elintarviketuotantoketjuissa ja elintarvikeryhmissä. Samalla tavoitteena oli päivittää tietoa mahdollisten tartuntalähteiden merkityksestä salmonellaseurannan kehittämiseksi ja sovitun elintarviketurvallisuustason varmistamiseksi.

Riskinarvioinnissa arvioitiin erikseen siipikarjan, naudon ja sian kotimaiset tuotantoketjut ja elintarvikeryhmät (tuore liha, jauheliha, raakalihavalmisteet ja kypsät lihavalmisteet) sekä näitä vastaavat ulkomaista alkuperää olevat tuontielintarvikkeet perustuen vuosiin 2016–2020.

Tässä raportissa selvitettiin, miten suuri riski kuluttajalla on sairastua salmonelloosiin kotimaisesta lihasta sekä tuontilihasta. Lisäksi selvitettiin tutkittujen kotimaisten elintarviketuotantoketjujen ja tuontielintarvikkeiden merkitystä mahdollisina tartuntalähteinä ja niiden osuuksia ihmisten tartunnoista lähdeluokittelun (source attribution) avulla. Riskinarviointia varten päivitettiin jo aiemmin kehitettyjä Tuotantoketju-, Tuonti-, Kuluttaja- ja Lähdeluokittelumalleja. Lisäksi kehitettiin uusia menetelmiä (Pikamalli, SalmonellaLAB-sovellus) nopeamman, tehokkaan ja ajantasaisen salmonellariskinarvioinnin tueksi.

## 3 Vaaran tunnistaminen

Salmonellabakteeri on maailmanlaajuisesti yksi merkittävimmistä suolistotulehdusta ja ripulia aiheuttavasta taudinaiheuttajista (WHO 2023). Suolistoperäisten salmonellojen aiheuttamaa tautia kutsutaan salmonelloosiksi, joka on kampylobakterioosin ohella yleisimpiä zoonooseja Euroopassa (EFSA 2023). Salmonellasta aiheutuvat kustannukset ja tautitaakka elintarviketeollisuudelle ja terveydenhuollolle on huomattava ja EFSA onkin arvioinut, että salmonella aiheuttaa EU:n alueella vuosittain jopa 3 miljardin euron taloudelliset menetykset (EFSA 2023).

Suomessa kansallisen salmonellavalvontaohjelman on todettu olevan kustannustehokas ja tuottavan hyötyä yhteiskunnalle 5–258 kertaisesti yhtä valvontaohjelmaan käytettyä euroa kohden (Maijala ym., 2005a). Myös uudempi, sian rehujen salmonellavalvonnasta tehty kustannushyötyanalyysi arvioi, että valvontaohjelma on kustannustehokas ja hyödyllinen verrattuna siihen, että vastaavanlaista ohjelmaa ei olisi (Rönnqvist ym., 2018). Vaikka kansallinen salmonellavalvontaohjelma on arvioitu kustannustehokkaaksi, voi esimerkiksi tuotantotiloille seurata merkittäviä taloudellisia menetyksiä salmonellasaneerauksista, mikäli salmonellaa todetaan tilan eläimissä (Pelkonen ym., 2022). Tiloilla tehtävien salmonellasaneerauksien kokonaiskustannukset ovat viime vuosina kasvaneet, mikä on vaikuttanut myös vakuutusyhtiöiden maksamien korvausten suuruuteen ja heikentänyt näin tuotantotilojen taloudellista turvaa (Niemi ym., 2023).

Salmonellat ovat zoonoottisia bakteereita, eli ne pystyvät tarttumaan eläimiin ja ihmisiin sekä näiden välillä. Salmonella aiheuttaa tartunnan nieltynä ja sen pääasiallinen tartuntareitti on epäsuorasti salmonellapitoisella ulosteella saastuneiden elintarvikkeiden tai juomaveden välityksellä. Salmonella voi tarttua myös suorassa kontaktissa esim. salmonellaa kantavaan eläimeen tai sen ulosteeseen sekä ihmisestä toiseen, mikäli hygienia on puutteellinen.

Ihmisten salmonellatartuntojen pääasiallisena lähteenä pidetään eläinperäisiä elintarvikkeita ja erityisesti lihaa, joka on saastunut salmonellalla. Salmonellatartunnan voi saada, mikäli syö raakaa tai riittämättömästi kypsennettyä lihaa. Myös kotikeittiöissä tapahtuva ristisaastuminen eli ristikontaminaatio on tunnistettu merkittäväksi tartuntojen lähteeksi, kun samoja keittiövälineitä on käytetty sekä raa'alle lihalle että kypsentämättöminä syötävillä elintarvikkeilla kuten vihanneksille (Carrasco ym., 2012). Lihan lisäksi salmonellan voi saada kananmunista ja munatuotteista, joihin bakteeri voi siirtyä munintakanoista. Näiden lisäksi salmonellan voi saada myös useista muista lähteistä kuten vihanneksista, hedelmistä, mausteista tai iduista, jotka ovat voineet saastua salmonellalla esimerkiksi kasteluveden välityksellä.

### 3.1 Salmonella ihmisissä

Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen (European Food Safety Authority, EFSA) zoonosiraporttien mukaan salmonella on Euroopassa yleisimpiä ihmisillä todettuja zoonooseja, ja tilanne on pysynyt samankaltaisena jo usean vuoden ajan (EFSA 2019 ja EFSA 2020). Vuonna 2020 salmonellan aiheuttamia tartuntoja todettiin Euroopassa 52 702, kokonaisilmaantuvuuden ollessa 13,7/100 000 asukasta kohden. Tartuntojen määrä väheni

30 %:lla edellisvuoteen verrattuna (88 000 tapausta v. 2019), kun koronapandemia vähensi matkailua ja siten ulkomailta saatujen tautitapausten määrää (EFSA 2020).

Suomessa salmonellatartuntoja todettiin vuosina 2016–2019 reilu tuhat vuodessa, ja suurin osa tartunnoista, noin 80–85 %, oli peräisin ulkomaan matkailusta. Viimeisten kymmenen vuoden aikana salmonellatartuntojen määrä on selvästi vähentynyt, ja etenkin ulkomailta saatujen tartuntojen määrä on vähentynyt vuosina 2020–2021 koronapandemian vaikuttaessa matkailuun. Vuonna 2022 tartuntoja ilmoitettiin kaikkiaan 666, kokonaisilmaantuvuuden ollessa 12/100 000 asukasta kohden (THL 2022a). Kotimaassa saatujen tartuntojen määrä vaihtelee 200–400 tautitapausten välillä vuosittain. On kuitenkin arvioitu, että salmonellatartunnoista rekisteriin päätyy vain noin 10–30 %, sillä suurin osa tartunnan saaneista henkilöistä sairastaa taudin lievänä tai oireettomana hakeutumatta tutkimuksiin, eikä tartuntoja näin ollen tilastoida (Niemi ym., 2019).

Yleisimmät salmonellan serotyypit, jotka edustavat kotimaassa saatuja tartuntoja ovat *Salmonella* Typhimurium ja sen monofaasinen muoto, joista jälkimmäisenä mainittu on lisääntynyt selvästi viimeisen kymmenen vuoden aikana Euroopassa ja muualla maailmassa ihmisissä ja tuotantoeläimissä (Arnold ym., 2015, Pelkonen ym., 2022). Monofaasinen *S. Typhimurium* on usein myös moniresistentti antibiooteille ja Suomessakin näitä moniresistenttejä kantoja on tavattu ihmisillä ja naudoilla, joskaan ne eivät ole niin yleisiä kuin useissa muissa Euroopan maissa (Ruokavirasto 2022a). Maailmalla yleiset serotyypit *Salmonella* Enteritidis ja *Salmonella* Infantis ovat Suomessa kotoperäisiä (Ruokavirasto 2022b). Edellä mainittujen lisäksi kotimaisista tartunnoista eristettyjä yleisimpiä serotyyppejä ovat viime vuosina olleet *Salmonella* Saintpaul, *Salmonella* Newport ja *Salmonella* Mikawasima (THL 2018, 2019b, 2020 ja 2021).

### 3.2 Salmonella eläimissä

Salmonellaa esiintyy useilla eri eläinlajeilla, kuten linnuilla, matelijoilla ja nisäkkäillä. Eläimet voivat olla salmonellatartunnan saatuaan täysin oireettomia, mutta silti erittää bakteeria runsaasti ulosteissaan ympäristöön, jossa se säilyy tartuntakykyisenä pitkiäkin aikoja (Wray ja Davis 2000). Salmonella voi levitä tuotantoeläimille eri reittejä pitkin, kuten luonnonvaraisten lintujen, haittaeläinten, ostaeläinten, saastuneen rehun tai työvälineiden, sekä tartunnan saaneiden ihmisten mukana. Tuotantoeläimet saavat bakteerin elimistöönsä mm. syömällä tai juomalla salmonellalla saastunutta rehua tai vettä.

*S. Typhimurium* on yleisin Suomessa esiintyvä serotyyppi ja sitä todetaan niin tuotantoeläimissä ja lemmikeissä kuin luonnonvaraisissa linnuissa ja eläimissä (Ruokavirasto 2022b). *S. Enteritidis* ja *S. Infantis* ovat maailmalla erityisesti broilereissa yleisesti esiintyviä serotyyppejä (Zeng ym., 2021) ja niitä tavataan myös Suomessa. *Salmonella* Derby taas todetaan useimmiten sioista ja *Salmonella* Dublin naudoista. Pelkonen ym. (2022) havaitsivat tutkimuksessaan salmonellan leviämisestä nauta- ja sikatiloille, että suurin osa Suomessa esiintyvistä serotyypeistä on sopeutunut useampaan kuin yhteen isäntäeläimeen.

Suomessa salmonellan esiintyvyys tuotantoeläimissä on säilynyt pitkään kansallisen valvontaohjelman tavoitteessa, eli enintään 1 %:ssa. Muualla maailmassa, myös monissa Euroopan maissa, salmonella on huomattavasti yleisempi löydös tuotantoeläimissä (EFSA 2021b). Kotieläintuotannon rakenne on muuttunut viimeisten vuosikymmenten aikana, ja tuotantoyksiköt ovat suurempia ja ketjuuntuneempia kuin ennen. Tämä on johtanut

osaltaan siihen, että salmonellatapauksista aiheutuvat seuraamukset ovat kasvaneet ja tilojen saneeraus on muuttunut vaativammaksi. Esimerkiksi saneeraustoimenpiteet sika- tai nautatiloilla lisäävät merkittävästi työn määrää ja voivat aiheuttaa suuria taloudellisia menetyksiä (Pelkonen ym., 2022).

### 3.3 Salmonella elintarvikkeissa

EFSA:n vuoden 2020 zoonosiraportin mukaan EU:ssa (EU jäsenmaat ja ETA maat) salmonellaa todettiin tuoreessa broilerinlihassa keskimäärin 8 %, tuoreessa kalkkunanlihassa 7 %, tuoreessa sianlihassa 1,6 % ja tuoreessa naudanlihassa 0,4 % näytteistä. Tilanne on pysynyt samankaltaisena myös vuosina 2016–2019 (EFSA 2021b).

Raakalihavalmisteissa salmonellan esiintyvyys EU:ssa oli broilerinlihassa 6,6 %, kalkkunanlihassa 7 %, sianlihassa 1,6 % ja naudanlihassa 0,5 % näytteistä (EFSA 2021b). Sellaisinaan syötävissä ready-to-eat (RTE) -broilerinlihavalmisteissa esiintyvyys oli 1,6 %, sianlihasta valmistetuissa RTE-valmisteissa 0,6 %, kalkkunasta valmistetuissa RTE-valmisteissa 0,5 % ja naudanlihasta valmistetuissa RTE-valmisteissa 0,2 % näytteistä (EFSA 2021b).

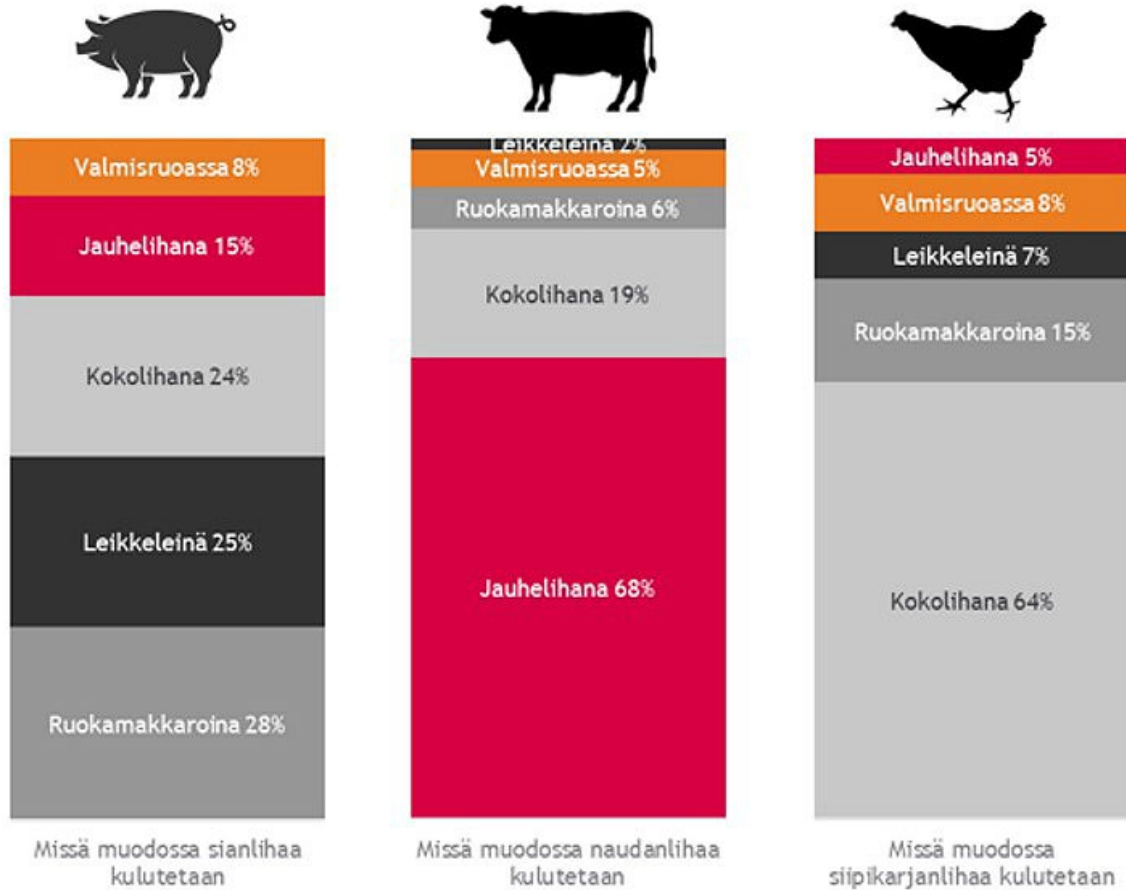
Salmonellan aiheuttamia elintarvikeperäisiä epidemioita on ollut vuosina 2016–2020 Euroopan maissa 694–1 588 (EFSA 2021b). Vuonna 2020 suurin osa epidemioista, joissa oli vahva näyttö, yhdistettiin kananmuniin ja munatuotteisiin, sianlihaan ja siitä tehtyihin tuotteisiin sekä leipomotuotteisiin (EFSA 2021b). Suomessa salmonella on aiheuttanut vuodesta 2000 lähtien vuosittain 0–7 elintarvikevälitteistä epidemiaa (7 epidemiaa v. 2021). Useimmiten salmonellan aiheuttamat ruokamyrkytysepidemiat ovat Suomessa liittyneet joukkoruokailuun ja johtuneet joko saastuneesta raaka-aineesta tai infektoituneesta työntekijästä tai liian pitkästä tai vääränlaisesta säilytysajasta (Ruokavirasto 2022c). Salmonellan aiheuttamiin epidemioihin sairastuu Suomessa vuosittain keskimäärin 60 henkilöä. Poikkeuksena oli vuosi 2021, jolloin salmonella aiheutti epidemian, jossa sairastui yli 700 henkilöä, kun saastunutta raaka-ainetta sisältävää salaattia jaettiin mm. päiväkoteihin (Ruokavirasto 2022d).

Myös muut kuin eläimistä saatavat elintarvikkeet ovat aiheuttaneet useita ruokamyrkytyksiä ja epidemioita Euroopassa (EFSA 2022a). Salmonellaa on todettu mm. tuoresalaateista, hedelmistä, iduista, mausteista ja suklaasta, joista viimeiseksi mainittu aiheutti tautitapauksia useassa Euroopan maassa vuonna 2021. Silloin salmonella levisi suklaamunien mukana ja aiheutti useita sairaalahoitoakin vaatineita tautitapauksia eri maissa (EFSA 2022b).

### 3.4 Lihankulutus Suomessa

Vuonna 2021 Suomessa tuotettiin lihaa 410 milj. kg (Lihatiedotus Ry). Siitä siipikarjanlihaa oli 147 milj. kg, naudanlihaa 86 milj. kg ja sianlihaa 176 milj. kg. Suomalaisten lihankulutus on vähentynyt vuodesta 2016, jolloin vuosittainen kulutus oli 81 kg /hlö (luullista ruholihaa), vuoteen 2021, jolloin kulutus oli 79 kg/hlö (Luke). Kaikesta kulutetusta lihasta siipikarjanlihan osuus on n. 33 %, naudanlihan 25 % ja sianlihan 41 % (Lihakeskusliitto Ry). Alla (Kuva 1) on esitetty lihantuotannon arvio, missä muodossa Suomen markkinoilla kulutetaan sian-, naudan- ja siipikarjanlihaa. Koska salmonella tuhoutuu yleensä kuumennettaessa yli

70° C, on tärkeää eritellä, onko liha tuoretta vai kypsennettyä. Alla on eriteltyinä kypsät lihavalmisteet (valmisruoka, ruokamakkarat ja leikkeleet) sekä tuore jauheliha, mutta kokolihasta ei ole eritelty marinoituja tai suolattuja raakalihavalmisteita ja tuoretta maustamatonta lihaa (Kuva 1).



**Kuva 1.** Lihankulutus Suomessa (Kuva: Atrian markkinanäkemyksessä koko Suomen lihankulutuksesta, 2021). Kuvassa on huomioitu tuontielintarvikkeet, mutta ei vientiä.

Lihan käyttö arvioitiin erikseen kotimaisille elintarvikeryhmille. Arviot tuoreen lihan, jauhelihan, raakalihavalmisteiden (valmistus alle 70 °C) ja kypsien lihavalmisteiden (valmistus yli 70 °C) käyttöosuuksista perustuvat arvioihin, jotka saatiin liha-alan laitokselta (Kuva 1), vähittäiskaupasta ja Lihakeskusliitto ry:ltä. Arviot kotimaisten elintarvikeryhmien jakautumisesta on esitetty alla (Taulukko 2).

**Taulukko 2.** Kotimaisten elintarvikeryhmien eli tuoreen lihan, jauhelihan, raakalihavalmisteiden ja kypsien lihavalmisteiden arvioidut käyttöosuudet.

	Siipikarja	Nauta	Sika
Tuore liha (raaka) <sup>1</sup>	19 %	13 %	14 %
Jauheliha (raaka)	5 %	68 %	15 %
Raakalihavalmisteet <sup>2</sup> (<70 °C)	46 %	7 %	22 %
Lihavalmisteet <sup>3</sup> (>70 °C)	30 %	12 %	49 %

<sup>1</sup> Maustamaton tuore liha

<sup>2</sup> Sisältää marinoitua ja suolattua (suolaa > 1 %) raakalihavalmisteet

<sup>3</sup> Kypsät lihavalmisteet

Suomessa lihankulutuksen kotimaisuusaste on noin 80 % eli ulkomailta tuodun lihan määrä kattaa suunnilleen viidenneksen kaikesta Suomessa kulutetusta lihasta (Lihatiedotus ry). Vuosittaiset määrät Suomeen tulevalle tuoreelle lihalle (jäähdytetty tai jäädytetty), raakalihavalmisteille (<70 °C) ja kypsille lihavalmisteille (>70 °C) saatiin Tullin Uljas-tietokannasta (Uljas). Tietokannan mukaan vuonna 2020 kaikesta Suomeen tulevasta broilerinlihasta 35 % oli tuoretta jäähdytettyä tai jäädytettyä lihaa ja 65 % valmisteita (raa'at ja kypsät lihavalmisteet). Kalkkunanlihasta 81 % oli tuoretta lihaa ja 19 % valmisteita. Naudanlihalle vastaavat osuudet olivat 88 % (tuore jäähdytetty tai jäädytetty liha) ja 12 % (valmisteet) ja sianlihalle 60 % (tuore jäähdytetty tai jäädytetty liha) ja 40 % (valmisteet).

Lisäksi tuoreena Suomeen saapuva liha jaettiin kolmeen luokkaan käyttötarkoituksensa mukaan: tuoreena myyntiin menevä liha, sekä Suomessa raakalihavalmisteiksi (<70 °C) ja kypsiksi valmisteiksi (>70 °C) valmistettava liha. Tuoreena kuluttajalle myytävä liha pitää sisällään myös ravintoloiden käyttöön menevän tuoreen lihan. Sen arvioitiin olevan n. puolet tuoreena myytävästä tuontilihasta (asiantuntijan arvio 2021). Suuri osa tuoreena tulevasta lihasta päätyy kuumennettaviksi (>70 °C) valmisteiksi elintarviketeollisuuden käyttöön. Arviot tuoreena tulevan tuontilihan käyttötarkoitukseen on esitetty alla (Taulukko 3) ja ne perustuvat suomalaisten asiantuntijoiden antamiin arvioihin.

**Taulukko 3.** Tuontilihan käyttöosuudet. Kategoriat IC1-IC3 tarkoittavat tuoreena (joko jäähdytettynä tai jäädytettynä) tulevaa lihaa, joka myydään Suomessa tuoreena (IC1), siitä tehdään raakalihavalmisteita (IC2) tai kypsiä lihavalmisteita (IC3). Ravintoloissa kuluttajille tuoreesta lihasta valmistettava ruoka katsottiin kuuluvan kategoriaan IC1.

Lihakategoriat	Siipikarja	Nauta	Sika
IC1 (tuodaan tuoreena, myydään tuoreena)	54 %	58 %	58 %
IC2 (tuodaan tuoreena, myydään raakalihavalmisteina)	5 %	2 %	5 %
IC3 (tuodaan tuoreena, myydään kypsinä lihavalmisteina)	41 %	40 %	37 %

Salmonellavalvontaohjelmassa myönnettyt erityistakuut kattavat ne elintarvikkeet, jotka tulee tutkia salmonellan varalta ennen lihaerien saapumista Suomeen. Erityistakuiden alaista lihaa on se tuoreena Suomeen tuleva liha, joka käytetään ravintoloissa tai myydään tuoreena esimerkiksi vähittäiskaupassa. Poikkeuksena ovat ne maat, joissa noudatetaan EU komission hyväksymää samankaltaista valvontaohjelmaa kuin Suomessa kuten Ruotsi ja Norja, sekä broilerinlihan osalta myös Tanska ja Islanti (Ruokavirasto 2021). Suomessa kuumennustarkoitukseen tulevaa tuotetta naudan tai sianlihaa ei tarvitse tutkia salmonellan varalta, mutta siipikarjan osalta niistäkin tarvitaan negatiivinen salmonellatodistus (Ruokavirasto 2021).

Erityistakuiden alaisen lihan osuus kokonaistuonnista oli vuonna 2020 broilerinlihan osalta 26 %, kalkkunanlihan osalta 81 %, naudanlihan osalta 50 % ja sianlihan osalta 35 %. Etenkin broilerin- ja sianlihaa tuodaan Suomeen runsaasti raakalihavalmisteina tai valmiiksi jalostettuina kypsinä lihavalmisteina, kuten esimerkiksi leikkeleinä ja makkarina (Uljas). Näitä jo lähtömaissa valmistettuja raaka- tai kypsiä lihavalmisteita eivät koske erityistakuut ja niitä ei tarvitse tutkia salmonellan varalta ennen Suomeen saapumista ((EY) N:o 1688/2005).

Finravinto 2017-tutkimuksessa koottujen ruoankäyttötietojen tunnuslukujen mukaan suomalaiset aikuiset (18–64 v) syövät lihaa (kaikki liha yhteensä) keskimäärin 137 g päivässä keskihajonnan ollessa 80 g (EFSA 2022c).

### **Broileri**

Broilerinlihan tuotanto on ollut jo pitkään kasvussa. Vuonna 2020 sitä tuotettiin Suomessa 135,6 milj. kg, kun 2016 tuotanto oli 116 milj. kg (Luke). Myös broilerin määrä on lisääntynyt tänä aikana 6,8 miljoonasta 8,5 miljoonaan. Tuotantopolven broileritiloja oli vuonna 2020 141 kappaletta, ja broilereita niillä oli keskimäärin 69 000 kappaletta (Suomen Broileryhdistys Ry 2021).

Broilerinlihaa tuodaan Suomeen vuosittain yli 30 maasta (33 maasta v. 2020), joista hieman yli puolet on EU:n jäsenmaita tai ETA-maita. Vuonna 2020 tuotiin yhteensä 14,6 miljoonaa kilogrammaa luutonta broilerinlihaa ja eniten sitä tuotiin Saksasta (3,4 milj. kg), Thaimaasta (2,3 milj.kg), Ruotsista (1,6 milj. kg) ja Tanskasta (1,4 milj. kg) (Uljas).

### **Kalkkuna**

Kalkkunanlihan tuotanto on hieman kasvanut vuodesta 2016 (7,9 milj. kg) vuoteen 2020, jolloin tuotanto oli 8,4 milj. kg (Luke). Kalkkunatiloja oli vuonna 2020 53 kappaletta ja kalkkunoita n. 270 000 (Luke). Kalkkunoita oli tiloilla keskimäärin 11 000 kappaletta (Suomen Broileryhdistys Ry 2021).

Luutonta kalkkunanlihaa tuotiin Suomeen vuonna 2020 yhteensä 2,4 miljoonaa kg 15 eri maasta, joista yli puolet oli EU jäsenmaita Saksan (1,04 milj. kg) ja Puolan (0,98 milj. kg) ollessa suurimmat tuontimaat (Uljas).

### **Nauta**

Naudanlihan tuotanto on pysynyt vuosien 2016–2020 välisenä aikana vakaana ollen v. 2020 86,5 milj. kg (Luke). Nautatilojen määrä on kuitenkin vähentynyt viidenneksen vuodesta 2016 (11 791 kpl) vuoteen 2020, jolloin tiloja oli 9 301 (Luke). Teurastettujen nautojen määrä on vähentynyt vuodesta 2016 (280 936) vuoteen 2020 (261 685 kpl) (Luke). Nautoja (lihan- ja

maidontuotanto) tiloilla oli keskimäärin 101 eläintä, kun otettiin huomioon ne tilat, joilla oli vähintään kymmenen nautaa (Ruokaviraston nautarekisteri 2021).

Naudanlihaa tuotiin Suomeen vuonna 2020 17,9 milj. kg (luutonta) ja sitä tuodaan vuosittain yli 30 eri maasta (37 maata v. 2020), joista noin puolet on EU jäsenmaita tai ETA-maita (Uljas). Suurimmat tuontimaat olivat Puola (5,5 milj. kg), Tanska (4 milj. kg), Saksa (2,7 milj. kg) ja Ruotsi (2,5 milj. kg) (Uljas).

### **Sika**

Sianlihaa tuotettiin vuonna 2016 190 milj. kg, jonka jälkeen määrä on vähentynyt ollen vuonna 2020 176 milj. kg (Luke). Kuten nautatilojen, myös sikatilojen määrä on vähentynyt vuodesta 2016 (1 240 kpl) vuoteen 2020 neljänneksen (918 kpl). Keskimääräinen lihasikaloiden tilakoko oli 655 sikaa, kun otettiin huomioon ne tilat, joilla oli vähintään 10 sikaa (Ruokaviraston sikarekisteri 2021).

Vuonna 2020 luutonta sianlihaa (tuore tai prosessoitu) tuotiin yhteensä 25,3 milj. kg. Suurimmat tuontimaat olivat Saksa (15,6 milj. kg), Puola (2,8 milj. kg), Ruotsi (1,9 milj. kg), Tanska (1,4 milj. kg) ja Espanja (1,1 milj. kg) (Uljas tietokanta). Sianlihaa tuodaan vuosittain yli 30 eri maasta (esimerkiksi 2020 36 maata), joista yli puolet on EU:n jäsenmaita tai ETA-maita (Uljas).

## 4 Vaaran kuvantaminen

---

Salmonellat kuuluvat monen muun suolistoperäisen elintarvikevälitteisesti tarttuvan bakteerin tavoin Enterobacteriaceae heimoon eli enterobakteereihin. Ne jaetaan kahteen alalajiin, jotka ovat *Salmonella enterica* ja *Salmonella bongori*, ja näistä *Salmonella enterica*-lajin bakteerit jaetaan edelleen kuuteen alalajiin, jotka ovat *enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* ja *indica*. *Salmonella enterica* subsp. *enterica* alalajiin kuuluvat serotyypit ovat merkittävimpiä zoonoosien aiheuttajia. Niiden aiheuttamaa suolistoinfektiota kutsutaan salmonelloosiksi. Salmonelloosin lisäksi *Salmonella* Typhi ja *Salmonella* Paratyphi aiheuttavat ihmisillä yleisinfektioihin kuuluvaa lavantautia ja pikkulavantautia, mutta niitä esiintyy Suomessa lähestulkoon aina vain matkailun seurauksena (THL 2019a).

### 4.1 Salmonellabakteeri

Salmonellat (*Salmonella* spp.) ovat gramnegatiivisia sauvanmuotoisia bakteereita, jotka voivat elää ja lisääntyä sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa. Salmonellabakteerin ihanteellinen kasvulämpötila on suolistobakteereille tyypillinen 37 °C, mutta ne pystyvät lisääntymään 5 °C ja 47 °C:n välillä pH:n ollessa välillä 4,5–9,5. Salmonellat säilyvät elinkykyisinä pakastetuissa ja kuivatuissa elintarvikkeissa, ja ne pystyvät lisääntymään elintarvikkeissa olosuhteiden ollessa oikeanlaiset. Useimmat salmonellabakteerit kuolevat kuumennettaessa 70 °C:een.

Salmonellat jaetaan eri serotyyppeihin solumembraanin O-antigeenien ja flagellojen H-antigeenien perusteella. Salmonellan serotyyppejä tunnetaan nykyisin yli 2 500 (WHO 2023). Merkittävimmät ja yleisimmät serotyypit Suomessa ovat *S. Typhimurium*, monofaasinen *S. Typhimurium* ja *S. Enteritidis*.

### 4.2 Salmonelloosi

Salmonellan suolistotulehdusta aiheuttamaa tautia kutsutaan salmonelloosiksi. Ihmisillä taudin itämisaika on 6–72 tuntia. Akuutit ripulioireet kestävät 4–10 vuorokautta, minkä jälkeen bakteeria erittyy ulosteisiin noin 1 kk ajan, joskus pidempäänkin. Salmonelloosin yleisimmät oireet ovat ripuli, vatsakivut ja kuume. Osalla sairastuneista salmonellatartunta voi olla myös oireeton. Tauti voi olla kuitenkin myös vakava, etenkin vanhuksilla, alle 5-vuotiailla lapsilla tai henkilöillä, joiden immuunipuolustus on jostain syystä heikentynyt. Noin 10 %:lle salmonellatartunnan saaneista suomalaisista aikuisista kehittyy reaktiivinen niveltulehdus (THL 2022b). Reaktiivisen niveltulehduksen aiheuttamat niveloireet alkavat 1–4 viikon kuluttua suolistoinfektioista. Pienellä osalla niveltulehdus voi jäädä krooniseksi (Duodecim 2022).

Salmonellatartunnan saaneet eläimetkin voivat olla täysin oireettomia, mutta silti erittäin bakteeria ulosteissaan kuukausia. *Salmonella* ei kuulu eläimen suoliston normaaliin flooraan ja tartunta voi aiheuttaa niilläkin suolistotulehduksen, jonka yleisimmät oireet ovat ripuli ja kuume sekä vakavampia oireita, kuten luomisen tai verenmyrkytyksen. Kuten ihmisissä, myös eläimissä on ryhmiä, joille salmonelloosi aiheuttaa vakavan taudin. Herkimpiä sairastumiselle ovat heikkokuntoiset, nuoret, vastasyntyneet tai vastasyntäneet eläimet (Ruokavirasto 2022e). Eri eläinlajeilla on myös joitakin lajispesifisiä salmonellan serotyyppejä,

jotka aiheuttavat isäntäeläimelleen vakavan taudin kuten *Salmonella Pullorum* ja *Salmonella Gallinarum* (biovarit *Gallinarum* ja *Pullorum*) siipikarjalla, *Salmonella* Dublin naudoilla ja *Salmonella Choleraesuis* sioilla (Ruokavirasto 2022e).

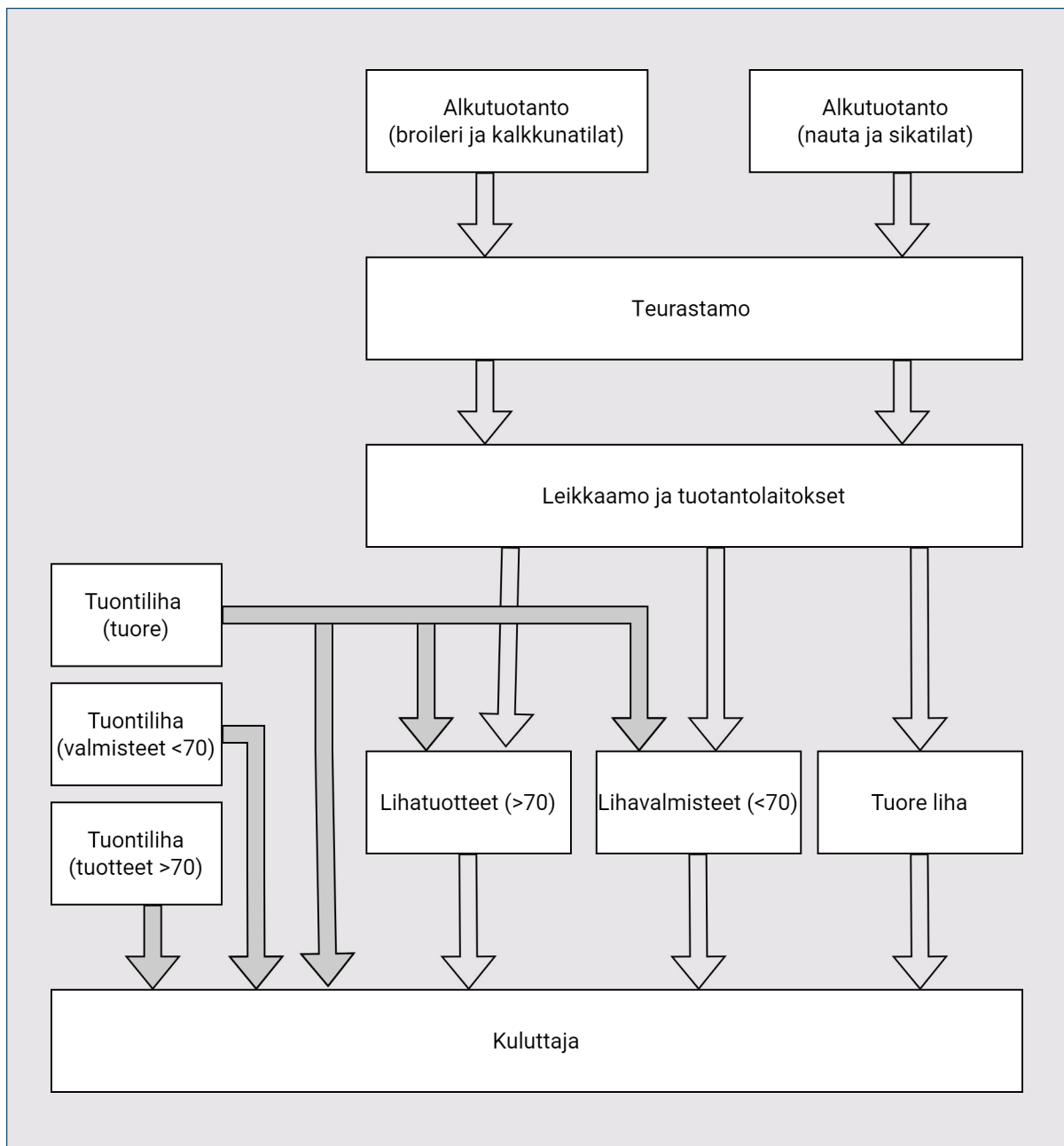
### 4.3 Annosvaste

Annosvaste kuvaa tässä raportissa elintarvikkeen mukana syödyn salmonellabakteerien määrän ja havaittujen vaikutusten välistä suhdetta. Ruoka-annoksessa olevien salmonellasolujen määrä riippuu bakteerin määrästä raaka-aineissa, ruoan kypsennyksestä ja mahdollisesta ristikontaminaatiosta ruoanvalmistuksen aikana. Ihmisen sairastuminen salmonelloosiin riippuu siitä, kuinka monta salmonellasolua ihminen syöntihetkellä nielee. Myös ihmisen yksilölliset ominaisuudet kuten ikä ja terveydentila ja esimerkiksi immuunipuolustuksen tila vaikuttavat sairastuvuuteen.

Salmonellan annosvastetta on tutkittu vapaaehtoisilla, usein hyväkuntoisilla ihmisillä, mutta nykyisin yleensä arvioimalla sairastuneitten määriä epidemiatapauksissa. Akil ym. (2019) havaitsivat tutkimuksessaan, että 50 %:lla altistuneista (ID-50) salmonellatartunnan aiheuttavaksi määräksi riitti  $1,46 \cdot 10^4$  pmy *S. Enteritidis*- ja  $6,4 \cdot 10^3$  pmy *S. Typhimurium*-bakteeria (Akil ym., 2019). Toisaalta pienempienkin pitoisuuksien on havaittu aiheuttaneen salmonellatartuntoja ja erityisesti rasvainen ruoka voi suojata bakteereita happamassa mahalaukun ympäristössä (Duodecim 2009). Esimerkiksi suklaan on todettu aiheuttaneen tartunnan jo 10–16 MPN /100 g pitoisuuksilla (Hallanvuo ym., 2010). Tulosten perusteella salmonella kykenee aiheuttamaan sairastumisen tai tartunnan huomattavasti herkemmin kuin aiemmin oletetulla  $10^5$  bakteerisolulla.

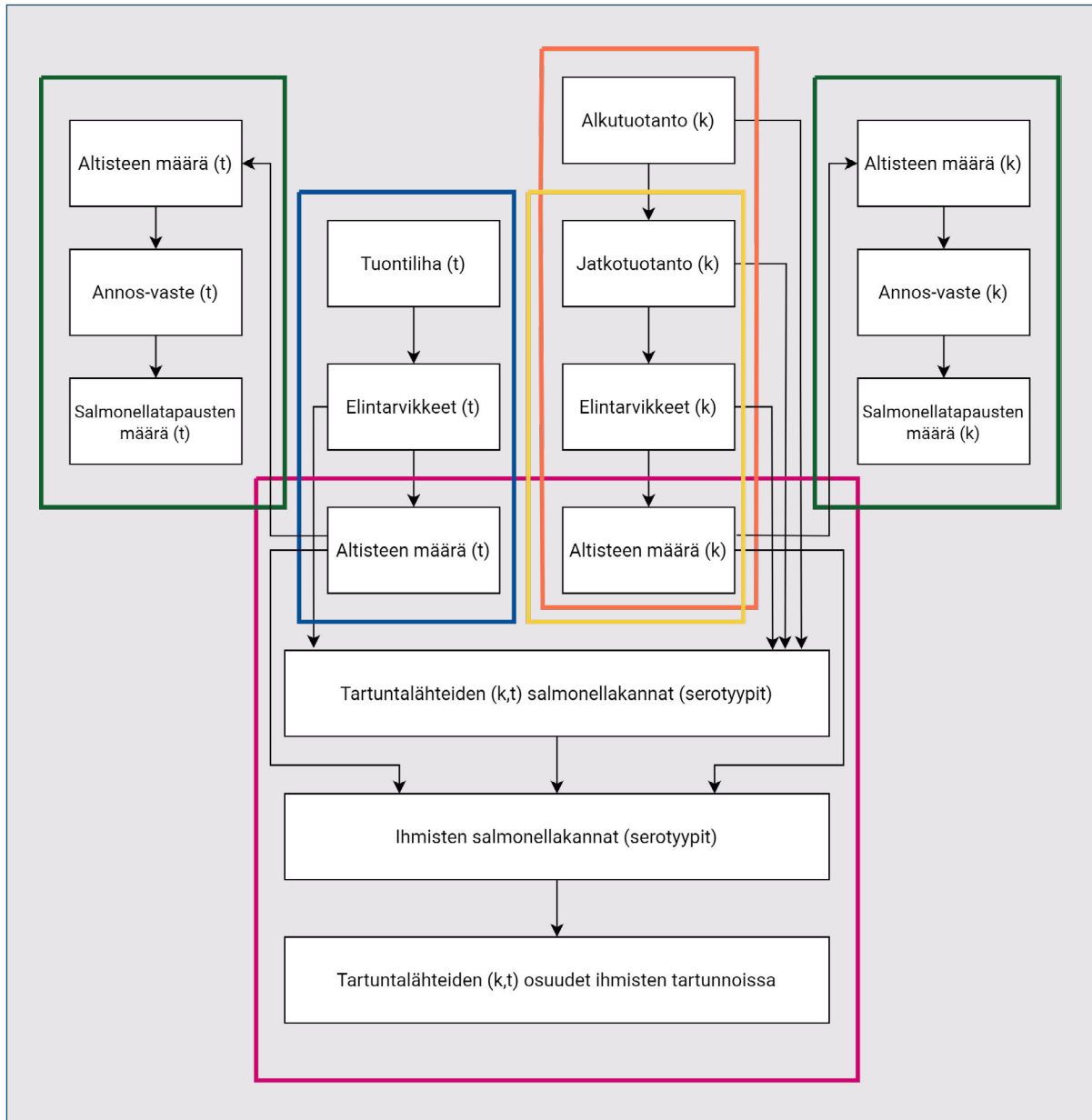
## 5 Altistuksen arviointi

Kuluttajan altistumista salmonellalle arvioitiin useasta eri lähteestä saadun tiedon perusteella. Altistuksen arvioinnissa otettiin huomioon lihankulutus Suomessa ja lihan jakautuminen eri elintarvikeryhmiin, tuontimäärät ulkomaisille elintarvikeryhmille ja salmonellan esiintyminen sekä elintarviketuotantoketjuissa että elintarvikeryhmissä. Kuluttajaan kohdistuvaa altistusta on kuvattu alla (Kuva 2).



**Kuva 2.** Kaavio kotimaisista elintarviketuotantoketjuista ja tuontielintarvikeryhmistä sekä näistä kuluttajaan kohdistuvasta altistuksesta.

Kvantitatiivinen altistuksen arviointi toteutettiin bayesialaisten tilastomallien avulla. Arviointi sisältää kolme osaa: (1) esiintyvyyden ja altisteen arvioinnin, (2) ihmisten sairastuvuuden arvioinnin sekä (3) lähdeluokittelun, joka sisältää serotyyppijakauman ja epidemiologisen mallintamisen. Kvantitatiivinen altistuksen arviointi perustuu riskinarviointiyksikön aiemmin tekemiin riskinarviointeihin (Maijala ym., 2003 ja 2005b, Ranta ym., 2002, 2004, 2005 ja 2013, Lievonen ym., 2006, Tuominen ym., 2006 ja 2007, Rönngqvist ym., 2018 ja Mikkilä ym., 2019). Tässä riskinarvioinnissa malleja päivitettiin ja niihin lisättiin uusia tietoja.



**Kuva 3.** Yksinkertaistettu kuvaus kotimaisten tuotantoketjujen (k) ja tuontielintarvikeryhmien (t) rakenteesta ja tässä riskinarvioinnissa käytetyistä malleista.

Tilastollinen mallinnus (Tuotantoketjumalli, Tuontimalli, Kuluttajamalli, Pikamalli ja Lähdeluokittelumalli), toteutettiin OpenBUGS-ohjelmalla (Lunn ym., 2000 ja 2013). Mallit ja niiden sisältämät tuotantoketjujen vaiheet ja tiedot on esitetty yllä (Kuva 3). Tuotantoketjumallilla (oranssi laatikko, Kuva 3) arvioidaan salmonellan todellista esiintyvyyttä kotimaisissa tuotantoketjuissa ja niistä syntyvien altisteiden määriä. Tuontimalli

(sininen laatikko) arvioi tuontielintarvikeryhmistä syntyvien altisteiden määriä. Kuluttajamalli (vihreät laatikot) arvioi kotimaisesta lihasta tai tuontilihasta aiheutuvien ihmisten salmonellatapausten määriä. Pikamalli (keltainen laatikko) on tehty lähdeluokittelumallia varten ja sillä arvioidaan kotimaisista tuotantoketjuista syntyvien altisteiden määriä teurastamoilta elintarvikkeeseen. Pika- ja Tuontimallilla saatuja altisteiden määriä käytetään Lähdeluokittelumallissa (punainen laatikko), joka arvioi tartuntalähteiden osuuksia ihmisten salmonellatartunnoissa (Kuva 3).

Tulosten visualisointi tehtiin Excel-ohjelmassa. Lisäksi kehitettiin Shiny-pohjainen SalmonellaLAB-sovellus nopeuttamaan kvantitatiivisia arviointeja ja helpottamaan aineiston keruuta (kappale 5.5.5). Shiny on R-ohjelman paketti, jolla voi tehdä interaktiivisia nettisovelluksia.

## 5.1 Kotimaiset tuotantoketjut

Salmonellan todellista esiintyvyyttä kotimaisten elintarviketuotantoketjujen eri tasoilla arvioitiin tilastollisella tuotantoketjumallilla, joka sisältää tuotantotiloilla tapahtuvan alkutuotannon, teurastamoissa tapahtuvan jatkotuotannon sekä valmiit elintarvikkeet. Tuotantoketjumalli ottaa huomioon myös eläinten toteamattomat tartunnat ja kontaminoituneet elintarvikkeet, joita ei todeta valvonnassa.

Salmonellan todellista esiintyvyyttä arvioitiin elävissä eläimissä mallintamalla alkutuotantoa (Primary Production Inference Model, PPIM) (Ranta ym., 2002 ja 2005, Majjala ym., 2003). Siipikarjan todellista esiintyvyyttä arvioitiin hyödyntämällä tuotantopolven lisäksi vanhempaispolven parvinäytteitä (Ranta ym., 2013), mutta koska vanhempaispolven näytteet eivät juuri vaikuttaneet alkutuotannon esiintyvyyteen, jätettiin vaihe pois, jotta mallia olisi nopeampi käyttää. Alkutuotannon jälkeen salmonellan esiintyvyyttä teurastamonäytteissä mallinnettiin Teuraseläinmallilla (Slaughter Prevalence Inference Model, SPIM) (Ranta ym., 2004 ja 2005), josta saatuja tuloksia hyödynnettiin edelleen mallintamalla esiintyvyyttä elintarvikkeissa Prosessointimallilla (Secondary Production Simulation Model, SPSM) (Majjala ym., 2005b, Tuominen ym., 2007).

Tiedot kotimaisista alkutuotannon näytteistä saatiin EFSA:n zoonosiraportteista (EFSA 2021a) ja teurastamoiden näytetiedot saatiin Ruokaviraston Elintarviketurvallisuus Suomessa -raportteista (Ruokavirasto 2023). Tiedot elintarvikenäytteistä (teollisuus, ammattikeittiöt ja vähittäismyynti) koostettiin elintarvikelaboratorioiden Ruokavirastolle toimittamista tiedoista. Tiedot tutkituista ja positiivisista näytteistä tuotantoketjun eri tasoilla on esitetty raportin alussa (Taulukko 1). Altistuksen arviointiin vaikuttavat myös kotimaisen lihan tuotantomäärät, jotka saatiin Luonnonvarakeskuksen tilastotietokannasta (LUKE).

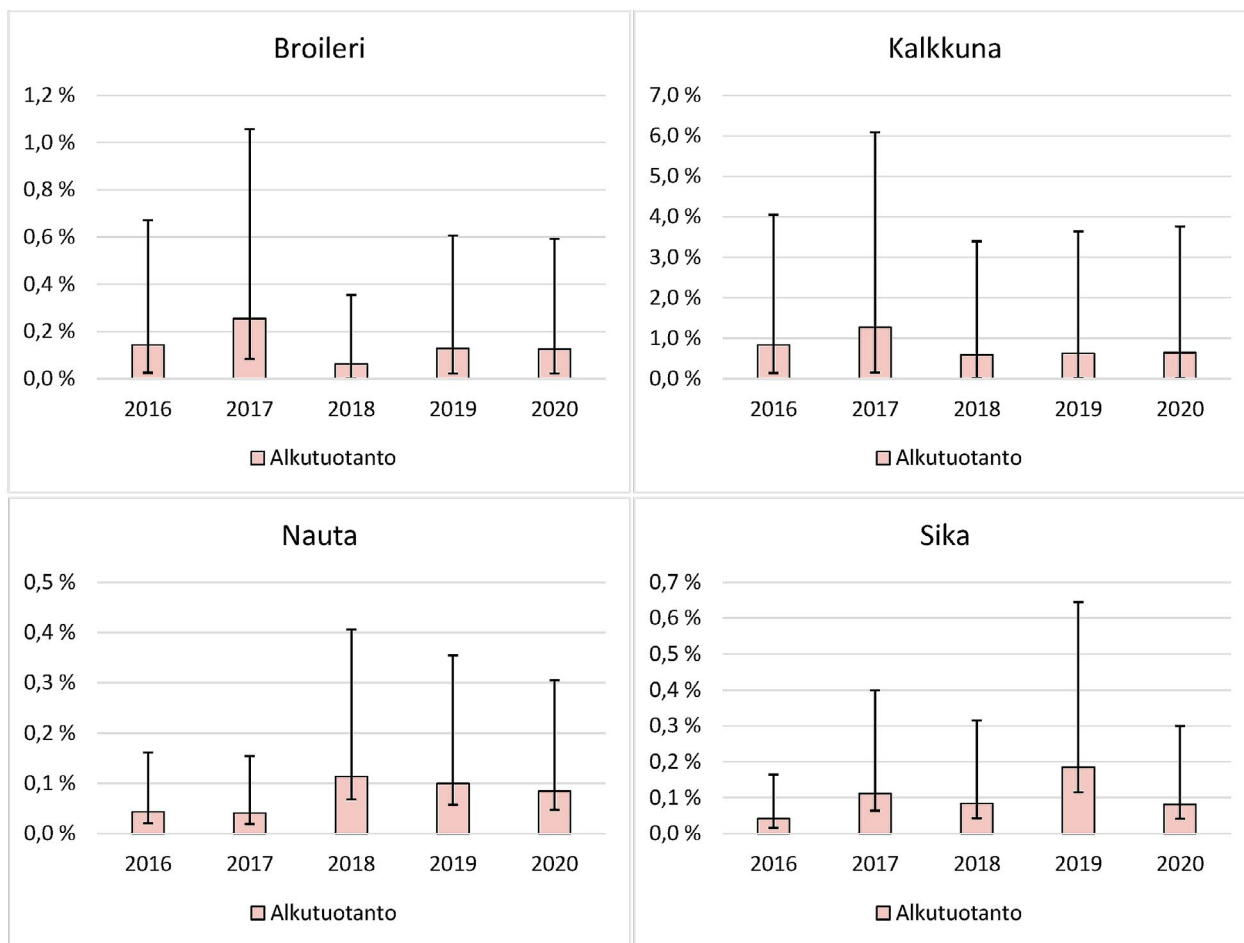
Arvio salmonellan leviämisestä siipikarjatiloihin parven sisällä perustuu aiempiin asiantuntija-arvioihin (Majjala ym., 2003). Nauta- ja sikatiloilla salmonellan leviäminen tilan eläinten keskuudessa voi olla pistemäistä, keskisuurta tai voimakasta (Pelkonen ym., 2022). Nautatiloilla salmonellaposiitivisten laumojen sisäisen salmonellaesiintyvyyden arvioitiin olevan 1–60 % eläimistä ja sikatiloilla 1–20 % eläimistä (asiantuntijan arvio 2023). Jakaumat pohjautuvat arvioon siitä, kuinka monta eläintä salmonellaposiitivisessa laumassa on saanut salmonellatartunnan ja pystyy levittämään bakteeria eteenpäin ulosteissaan samassa yksikössä.

Teurastamoilla ja leikkaamoissa tapahtuvan ristikontaminaation määrä voi vaihdella suuresti. Mahdollisen ristikontaminaation määrä leikkaamoissa riippuu paitsi laitoksen prosessista, rakenteista ja puhtaanapidosta myös siitä, mihin aikaan päivästä saastunut erä on saapunut leikkaamoon. Ristikontaminaation vuoksi yksikin salmonellaposiitivinen ruho voi saastuttaa useita muita ruhoja tai pahimmassa tapauksessa koko leikkaamolinjaston ja erän, riippuen kyseisen päivän jäljellä olevasta tuotannosta (asiantuntijan arvio 2021). Belgialainen tutkimus osoitti, että broileriteurastamoilla tapahtuva ristikontaminaatio voi aiheuttaa useiden peräkkäisten erien saastumisen, koska kaikkia positiivisia eriä ei havaita eikä desinfiointitoimenpiteet aina riitä poistamaan salmonellaa tuotantolinjoilta ja -välineistä (Zeng ym., 2021).

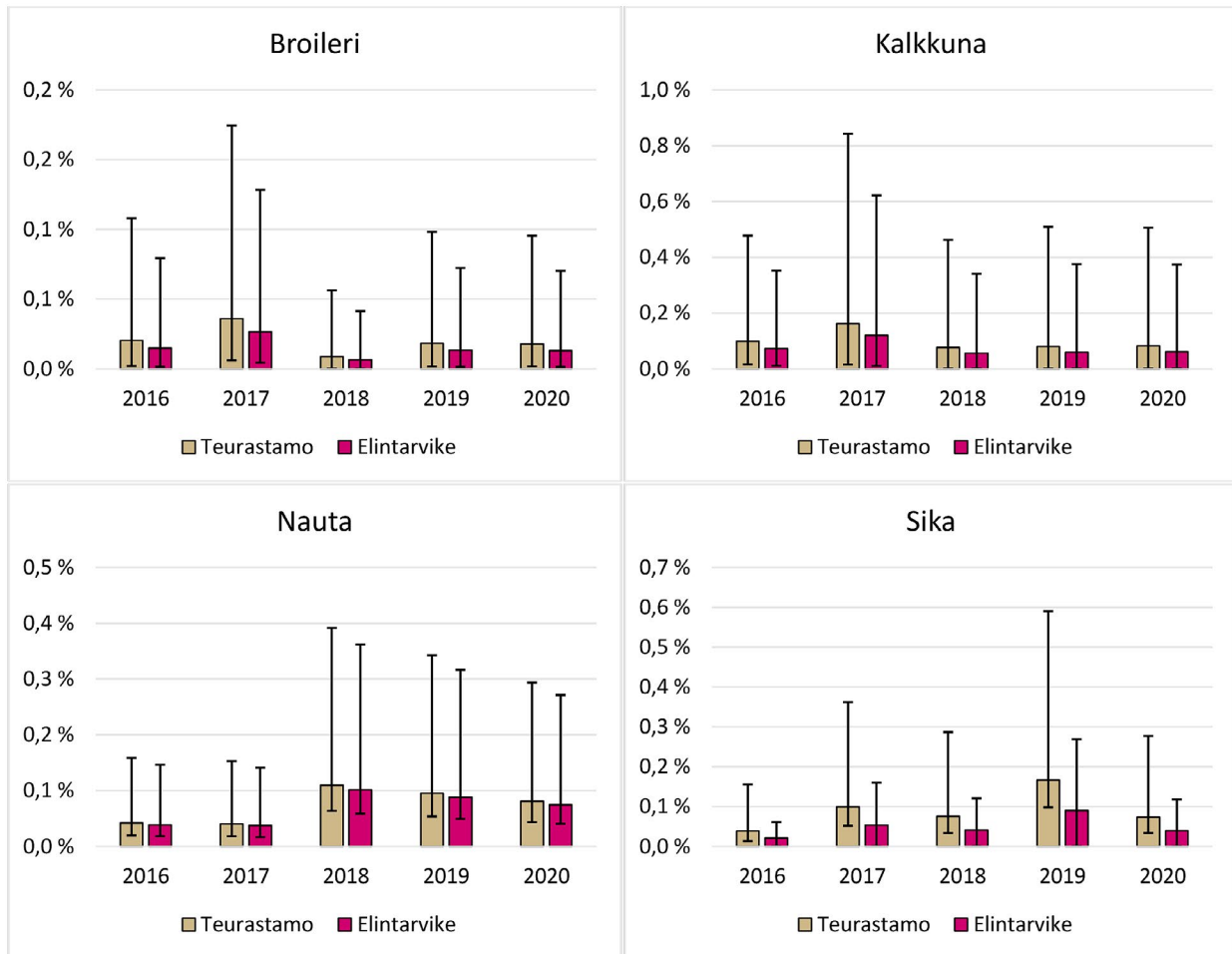
Ristikontaminaation vaikutus lihantuotannossa sekä käytettyjen menetelmien herkkyys eri osissa tuotantoketjuja otettiin huomioon. Arvio kotimaisissa teurastamoissa ja leikkaamoissa tapahtuvan ristikontaminaation vaikutuksesta tuoreen lihan salmonellaesiintyvyyteen perustui alkutuotannon salmonellaesiintyvyyteen ja asiantuntija-arvioihin. Mikäli salmonellan vuotuinen esiintyvyys alkutuotannossa on yli 1 %, katsotaan ristikontaminaation lisäävän vuotuisen salmonellalla kontaminoituneen lihan määrää (Ranta ym., 2004).

Näytteenottomenetelmän herkkyys on se todennäköisyys, jolla kontaminoitunut eläin, ruho tai liha todetaan positiiviseksi. Herkkyysarvot (sisältäen myös laboratoriomenetelmän herkkyuden) arvioitiin eri tuotantoketjun vaiheille. Siipikarjatilojen tossunäytteiden herkkyys (0,35–0,964) valittiin ISO standardin (ISO 6579-1) ja aikaisempien riskinarviointien (Majjala ym., 2003, Ranta ym., 2005) tietojen perusteella. Naudan ja sian osalta alkutuotannon ulostenäytteille käytettiin aiemmissa riskinarvioinneissa määritettyä herkkyysarviota (0,31–0,92) (Ranta ym., 2004, Tuominen ym., 2007). Herkkyysarvot teurastamonäytteiden toteamiselle saatiin kirjallisuudesta. Siipikarjan niskanäytteille herkkyudeksi arvioitiin 0,66 (Hoorfar ym., 1998) ja naudan sekä sian imusolmukenäytteitä koskevaksi herkkyudeksi 0,87 (Mainar-Jaime ym., 2013). Herkkyysarvo salmonellan toteamiseksi laboratoriossa elintarvikenäytteistä (keskiarvo=0,99; hajonta=0,01) saatiin EN ISO 6579-1 menetelmästandardista sekä kansallisten vertailulaboratorioiden EURL-työpajan materiaaleista (EURL 2021).

Arviot salmonellan todellisesta esiintyvyydestä on esitetty eläinlajeittain vuosina 2016–2020 kotimaisessa alkutuotannossa (Kuva 4), teurasprosessin lopussa ja elintarvikkeissa (Kuva 5). Salmonellan esiintyvyys on pysynyt valvontaohjelman asettamassa tavoitteessa, joka on korkeintaan 1 % tuotantoeläimissä ja korkeintaan 0,5 % niistä saatavissa elintarvikkeissa. Poikkeuksena oli kalkkuna, jonka kohdalla todellinen esiintyvyys alkutuotannossa ylitti 1 % vuonna 2017 (Kuva 4).



**Kuva 4.** Arviot salmonellan todellisesta esiintyvyydestä (%) vuosina 2016–2020 kotimaisessa alkutuotannossa. Pylväät kuvaavat tulosjakaumien (posteriori) keskiarvoja ja virhepalkit 95 % todennäköisyysvälejä.



**Kuva 5.** Arviot salmonellan todellisesta esiintyvyydestä (%) vuosina 2016–2020 kotimaisessa jatkotuotannossa eli teurastamoilla ja elintarvikkeissa. Pylväät kuvaavat tulosjakaumien (posteriori) keskiarvoja ja virhepalkit 95 % todennäköisyysvälejä.

## 5.2 Tuontielintarvikkeet

Tuontielintarvikkeiden vuosittaiset tuontimäärät alkuperämaittain eri lihakategorioille saatiin Tullin tilastoista (Uljas). Tiedot elintarvikenyhteiden salmonellan esiintymisestä EU- ja ETA-maiden elintarvikkeissa saatiin EFSA:n maakohtaisista zoonosiraporteista (EFSA 2021a) ja vastaavat tiedot EU:n ulkopuolisista maista saatiin niiden omista julkaisuista tai tieteellisistä julkaisuista. Kaikkien maiden kohdalla tietoa salmonellan esiintymisestä vuosina 2016–2020 ei ollut saatavilla, jolloin käytettiin kirjallisuudesta saatua tietoa aiemmilta vuosilta. Lisäksi Tuontimallissa otetaan huomioon Suomeen eri maista tuodun lihan määrät sekä arviot tuoreen tuontilihan käyttötarkoituksesta, eli siitä myydäänkö liha tuoreena vai tehdäänkö siitä elintarviketeollisuudessa raakaliha- tai kypsiä valmisteita. Myös ristikontaminaation vaikutus ja käytettyjen näytteenottomenetelmien herkkyys otettiin huomioon.

Tuontielintarvikkeille on jo aiemmin kehitetty oma altisteen määrää arvioiva tuontimalli (Import Prevalence Inference model, IPIM), jonka avulla arvioidaan tuontielintarvikkeiden todellista salmonellan esiintyvyyttä ja kulutusta (Ranta ym., 2004, Tuominen ym. 2006). Tuontimallissa otetaan huomioon maiden omat, joko EFSA:lle ilmoitetut tai

muulla tavoin julkaistut tulokset salmonellan esiintymisestä elintarvikeryhmissä sekä näytteenottomenetelmän herkkyys elintarvikenäytteille. Menetelmän herkkyys (sisältäen näytteenotto- ja laboratoriomenetelmän herkkyyden) tuontilihalle (keskiarvo=0,97; hajonta=0,01) määritettiin aiemman tutkimuksen perusteella (Tuominen ym., 2006). Salmonellan todellinen esiintyvyys ulkomaista alkuperää olevissa elintarvikkeissa arvioitiin Tuontimallilla.

Vuonna 2020 salmonellan esiintyvyys tuoreessa broilerinlihassa vaihteli tuontimaiden välillä 0–46 % (keskiarvo [ka]=11,4 ja mediaani [med]= 6,2) ja lihavalmisteissa 0–26 % välillä (ka=3,6 ja med=0,9). Tuoreessa kalkkunanlihassa salmonellan esiintyvyys vaihteli 0–8 % välillä (ka=3,1 ja med=3,3) ja lihavalmisteissa 0–7 % (ka= 1,7 ja med= 0). Tuoreessa nautanlihassa esiintyvyys vaihteli 0–62 % (ka=3,6 ja med=0,4) ja lihavalmisteissa 0–5 % välillä (ka=0,2 ja med=0). Tuontisianlihassa salmonellan esiintyvyys vaihteli tuoreessa lihassa 0–67 % (ka=10,7 ja med=2,9) ja lihavalmisteissa 0–35 % välillä (ka=2,9 ja med=0,9).

### 5.3 Altisteet

Altisteen määrä, eli salmonellalla kontaminoituneen elintarvikkeen vuosittainen kilomäärä, saatiin arvioimalla salmonellan todellista esiintyvyyttä ja kulutusta kotimaisissa elintarviketuotantoketjuissa (Tuotantoketjumalli) ja tuontielintarvikeryhmissä (Tuontimalli). Arviot altisteiden määrästä on esitetty alla (Taulukko 4).

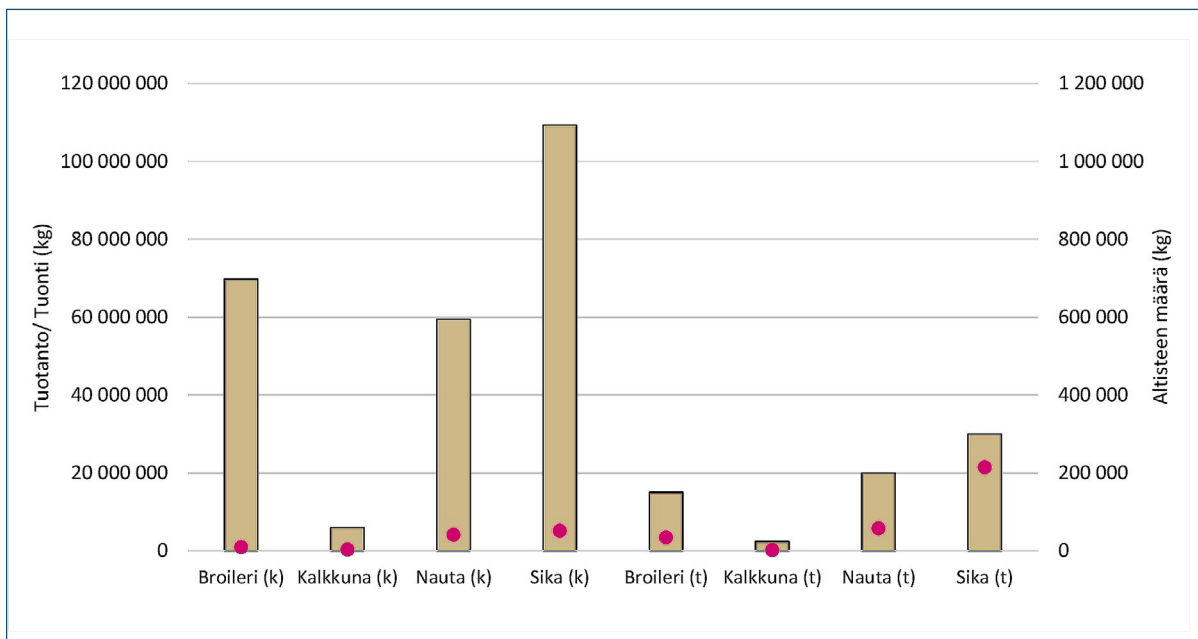
**Taulukko 4.** Arviot altisteiden, eli salmonellalla kontaminoituneen lihan määrästä kilogrammoina (kg) vuosina 2016–2020. Suluissa merkityt vaihteluvälit kuvaavat arvion epävarmuutta (95 % todennäköisyysvälit).

	Altiste (kg)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Broileri (k)	<b>8 869</b> (869–30 660)	<b>18 220</b> (3 270–51 680)	<b>2 435</b> (1–13 950)	<b>9 267</b> (900–32 070)	<b>9 410</b> (819–33 710)
Kalkkuna (k)	<b>4 197</b> (595–11 870)	<b>7 077</b> (459–23 220)	<b>2 420</b> (1–12 370)	<b>2 648</b> (2–13 570)	<b>2 636</b> (3–13 900)
Nauta (k)	<b>24 070</b> (11 310–42 820)	<b>22 990</b> (10 310–41 280)	<b>62 880</b> (36 420–99 190)	<b>52 320</b> (29 470–83 640)	<b>44 590</b> (24 140–72 940)
Sika (k)	<b>24 420</b> (8 400–48 500)	<b>60 870</b> (31 800–98 900)	<b>45 190</b> (20 000–81 000)	<b>90 290</b> (52 700–138 000)	<b>38 110</b> (17 300–67 600)
Broileri (t)	<b>32 650</b> (11 190–69 600)	<b>32 470</b> (10 830–70 070)	<b>38 230</b> (13 410–78 260)	<b>37 980</b> (59 386–108 500)	<b>32 530</b> (11 010–69 450)
Kalkkuna (t)	<b>1 736</b> (752–3 353)	<b>1 823</b> (774–3 384)	<b>3 436</b> (1 598–6 235)	<b>2 453</b> (1 078–4 590)	<b>1 901</b> (863–3416)
Nauta (t)	<b>113 900</b> (34 390–201 300)	<b>17 670</b> (3 986–53 750)	<b>61 580</b> (13 220–155 100)	<b>57 200</b> (15 070–124 400)	<b>38 590</b> (8 590–100 800)
Sika (t)	<b>174 200</b> (57 050–373 900)	<b>145 300</b> (40 200–317 500)	<b>116 800</b> (31 510–313 100)	<b>62 740</b> (24 110–102 300)	<b>69 970</b> (16 060–240 800)

k=kotimainen, alkuperämaa Suomi

t=tuonti, alkuperämaa muu kuin Suomi

Alla (Kuva 6) on kuvattu altisteiden määrät suhteutettuina kotimaisen lihan tuotantomääriin ja ulkomaista alkuperää olevan lihan tuontimääriin. Kotimaista naudanlihaa tuotettiin vuosien 2016–2020 aikana keskimäärin 60 milj. kg vuodessa ja altisteen määräksi arvioitiin tältä ajalta keskimäärin 41 000 kg. Kotimaista sianlihaa taas tuotettiin keskimäärin miltei 110 milj. kg vuodessa ja siitä aiheutuvan altisteen määräksi arvioitiin 63 000 kg. Tuontilihan kulutus on vain noin viidesosan kotimaisen lihan kulutuksesta, mutta tuontilihasta ja niitä sisältävistä elintarvikkeista aiheutuvat altisteet ovat kotimaisiin altisteisiin verrattuna korkeammat. Esimerkiksi sianlihaa ja sitä sisältäviä elintarvikkeita tuotiin Suomeen 2016–2020 vuosittain keskimäärin 30 milj. kg ja kontaminoitunutta lihaa arvioitiin tästä määrästä olevan keskimäärin noin 200 000 kg (Kuva 6).



**Kuva 6.** Altisteiden määrät suhteutettuina tuotantoon ja tuontiin. Pylväät kuvaavat keskimääräistä kotimaista lihantuotantoa (milj.kg) tai Suomeen tuodun lihan määrää (milj. kg) vuosina 2016–2020. Punaiset pallot kuvaavat lähteistä (k=kotimainen, t=tuonti) syntyvien altisteiden arvioituja keskimääriä (kg) vuosina 2016–2020.

## 5.4 Kuluttajan altistuminen

Kuluttajamallilla arvioitiin sekä kotimaisesta että ulkomaista alkuperää olevasta siipikarjan-, naudan ja sianlihasta aiheutuvien salmonellatapausten määrää Suomessa. Aiemmin kehitettyä mallia (CIM, Consumption Inference Model) (Majjala ym., 2003, Ranta ym., 2004) päivitettiin saatavilla olevan nykytiedon mukaan. Mallissa otettiin huomioon tuotantoketjumallilla ja tuontimallilla saadut arviot altisteiden määrästä (Taulukko 4) sekä kuluttajan annoskoko ( $ka=137$  g, keskihajonta= $88$  g) (EFSA 2022c). Näiden avulla määritettiin lihasta syntyvien kontaminoituneiden annosten määrät.

Tässä mallissa käytettiin normaaliväestölle sovitettua beta-Poisson annos-vastemallia (Haas 2002), jossa käytettiin WHO:n raportissa olevia parametreja (WHO/FAO 2002). Kotimaisessa kypsentämättömässä lihassa olevan salmonellan pitoisuuden arvioitiin olevan välillä  $0-0,61$  pmy/g, pohjautuen Uudessa-Seelannissa tehtyyn tutkimukseen tuoreen lihan salmonellapitoisuuden määrittämisestä (Wong ym., 2007). Ulkomaista alkuperää olevan lihan bakteeripitoisuus arvioitiin olevan välillä  $0-0,57$  pmy/g, perustuen Suomessa tutkittuihin

salmonellan pitoisuusmäärittäisiin tuontilihasta (Hallanvuo ym., 2010). Tutkimuksessa kuitenkin todettiin, että pitoisuudet ovat olleet todennäköisesti alakanttiin johtuen näytteiden useista pakastamis- ja sulatuskerroista.

Ruoan valmistusta kotikeittiössä (ml. ravintolassa) ja sen vaikutusta salmonellatartunnan saamiseen arvioitiin ottamalla huomioon alikypsennettyjen annosten osuus ja mahdollinen ristikontaminaatio keittiössä. Ruoan kypsentyminen yli 75 °C:een riittää tuhoamaan salmonellabakteerit. Alikypsiksi jäävien annosten osuus määritettiin erikseen siipikarjanlihalle (40 %), naudanlihalle (35 %) ja sianlihalle (22 %), perustuen amerikkalaiseen kyselytutkimukseen (Ecosure 2008 ja Bruhn ym., 2014). Alikypsennetyissä annoksissa bakteeripitoisuuden arvioitiin vähenevän 2–4 log (Wang ym., 2015). Lisäksi arvioinnissa huomioitiin keittiössä ruoanlaiton yhteydessä tapahtuva mahdollinen ristikontaminaatio ja sen vaikutus sairastumisiin (Nauta ym., 2012).

Suurin osa ihmisten salmonellatartunnoista on oireettomia tai lieväoireisia (WHO, 2023). Tässä riskinarvioinnissa oireellisten sairastumisten määrä suhteessa kaikkiin tartuntoihin arvioitiin pohjautuen aikaisempiin tutkimuksiin kampylobakteeritartunnoista, joissa todettiin 29 kampylobakterioosiin sairastunutta 89 tartunnan saaneen joukosta (Black ym., 1998 ja Nauta ym., 2007). Kuluttajamallin lopputuloksena saatiin arviot kontaminoituneiden annosten määrästä, ihmisten kaikista tartunnoista sekä varsinaisista salmonellooseista eli tautitapausten määrästä.

## 5.5 Lähdeluokittelu

Lähdeluokittelussa hyödynnettiin aiemmin kehitettyä tilastollista mallia, joka soveltuu myös Suomen kaltaisille maille, joissa vuosittaisten salmonellalöydösten määrä on pieni (Mikkela ym., 2019). Lähdeluokittelu (source attribution) on määrittämenetelmä, jonka päätarkoituksena on kvantifioida ennalta määritettyjen lähteiden suhteelliset osuudet vastaanottavassa ryhmässä. Tässä luokittelussa lähteet ovat kotimaiset broilerin-, kalkkunan-, naudan ja sianlihan tuotantoketjut sekä näitä vastaavat tuontielintarvikkeet. Vastaanottava ryhmä on ihmisten raportoidut, kotimaassa saadut salmonellatartunnat. Tilastollisessa lähdeluokittelumenetelmässä todennäköisyysluokittelija on rakennettu arvioimaan ehdollinen todennäköisyys, että raportoitu ihmisen tartunta on peräisin tietyn lähteen bakteeripopulaatiosta. Näin ollen lähdeluokittelulla voidaan määrittää tartuntalähteiden osuudet ihmisten salmonellatartunnoissa ja vertailla lähteitä keskenään.

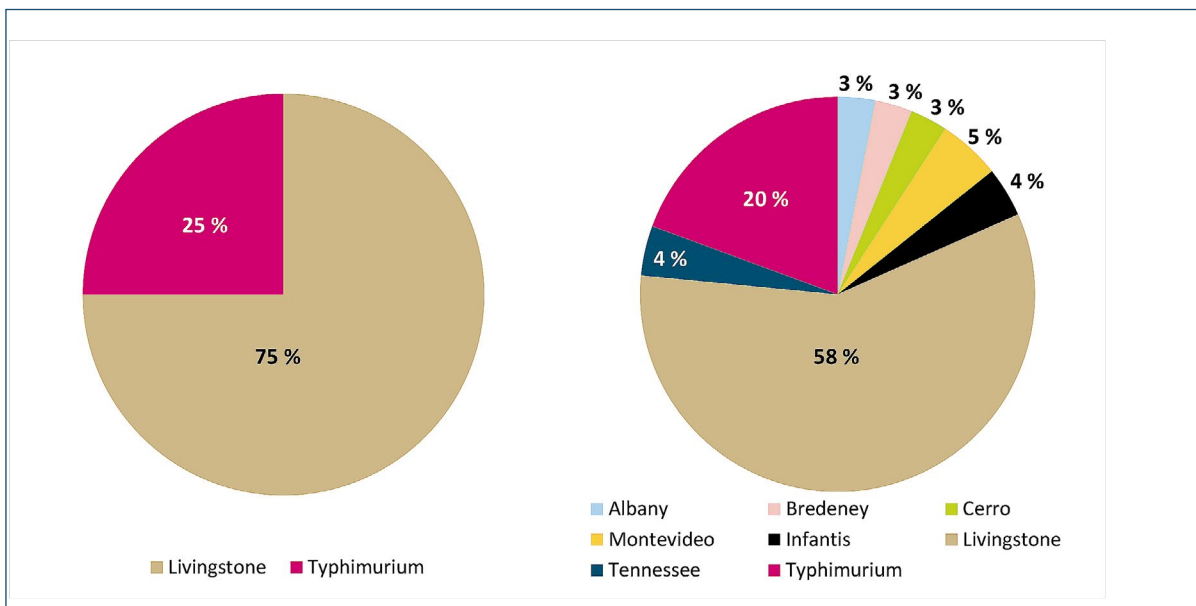
### 5.5.1 Altistuksen arvioinnin Pikamalli

Lähdeluokittelua varten tarvitaan tietoa salmonellan esiintyvyydestä elintarvikeissa, mutta käytettävissä olevien kotimaisten salmonellanäytteiden määrä on hyvin pieni. Tätä varten kehitettiin Pikamalli, joka arvioi kotimaisista lähteistä kuluttajalle aiheutuvaa salmonella-altistusta teurastamoista elintarvikkeisiin ja tuottaa paremmin vertailtavaa tietoa eri lähteistä. Malli antaa arviot kaikille lähteille ja vuosille yhtä aikaa nopeuttaen huomattavasti tulosten laskemista. Pikamalli toteutettiin samalla tavalla kuin Prosessointimallin loppuosaa (Tuominen ym., 2007). Pikamallin koodi, graafinen esitys ja parametrien selitykset on esitetty Liitteessä 1. Pikamallin tarkoituksena ei ole syrjäyttää aiempaa Tuotantoketjumallia, jota hyödynnetään edelleen, kun halutaan tutkia salmonellan todellista esiintyvyyttä kotimaisen tuotannon kaikilla eri tasoilla (Kuva 4 ja Kuva 5) ja altisteiden määriä (Taulukko 4).

### 5.5.2 Serotyypijakaumat

Suomessa salmonellahavaintojen määrä on melko pieni, joten serotyypijakauman mallinnuksessa hyödynnettiin päivitykseen kuuluneiden vuosien 2016–2020 aineiston lisäksi tyyppitysaineistoa vuosilta 2008–2015 (Mikkela ym., 2019). Serotyypijakauman mallintamisen aineistona käytettiin valvontaohjelmaan kuuluneista kotimaisista tuotantoeläimistä (alkutuotanto- ja teurastamonäytteet) sekä kotimaisista ja tuontielintarvikkeista eristettyjä salmonellalöydöksiä. Seuranta-aikana 2008–2020 tutkituista elintarviketuotantoketjuista ja elintarvikeryhmistä, eli mahdollisista tartuntalähteistä, todettiin yhteensä 65 serotyyppiä (Liite 3, Taulukko 7).

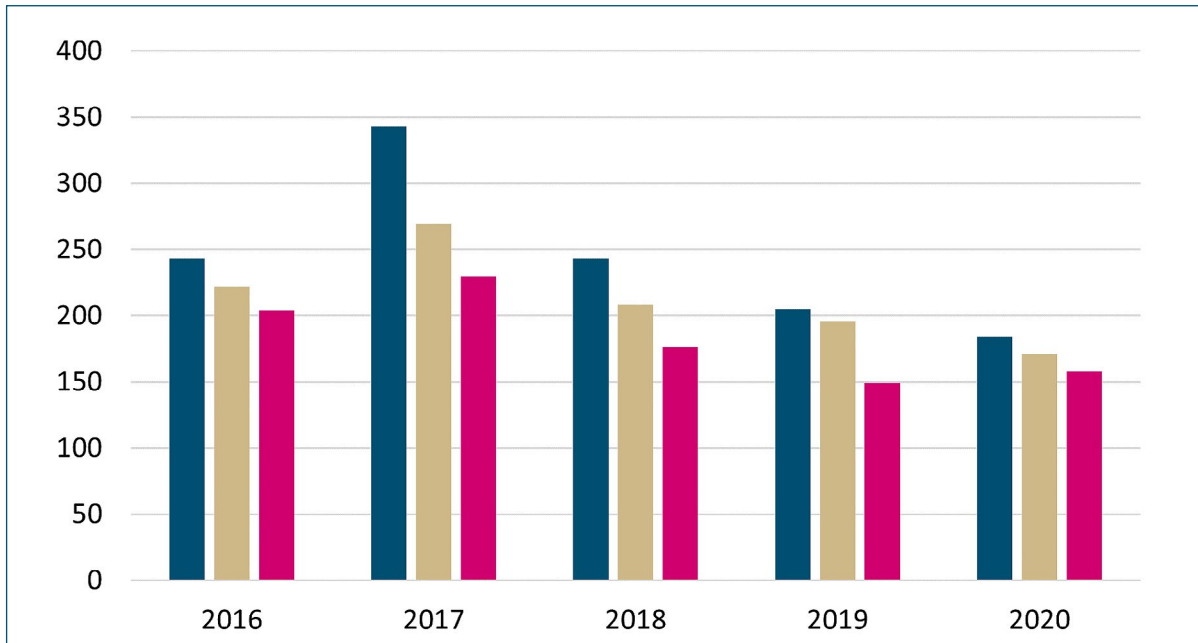
Jokaiselle tartuntalähteelle mallinnettiin vuosittainen serotyypijakauma, joka ottaa huomioon sen, että kaikkia tuotantoketjuissa kyseisenä vuonna olevia serotyyppijä ei välttämättä havaita. Siksi, jos jotakin serotyyppiä ei havaita jonakin vuonna, mutta sitä on esiintynyt samassa lähteessä muina vuosina, sen arvioitu osuus kasvaa hieman myös tänä kyseisenä vuonna (Kuva 7).



**Kuva 7.** Kotimaisessa broilerintuotantoketjussa vuonna 2017 havaittu ja arvioitu serotyypijakauma. Arvioidussa serotyypijakaumassa otetaan huomioon samassa lähteessä myös muina vuosina esiintyneet serotyypit, jolloin niiden osuudet kasvavat hieman myös kyseisenä vuonna.

### 5.5.3 Ihmisten rekisteröidyt salmonellatartunnat

Terveystieteiden tutkimuskeskuksen tartuntatautirekisterin mukaan Suomessa todettiin vuosina 2016–2020 1241 Suomessa saatua salmonellatartuntaa. Tapauksista 86 % oli sellaisen serotyypin aiheuttamia, joita oli todettu 13 vuoden seuranta-aikana myös tutkituista tartuntalähteistä (Kuva 8). Lähdeluokittelumallinnusta varten epidemioihin liittyvät kannat vakioitiin yhdeksi tautitapaukseksi, sillä muutoin jonkin lähteen merkitys voi korostua liikaa, kun mahdollisia tartuntalähteitä (tässä tapauksessa elintarvikkeita) yhdistetään ihmisten tilastoihiin tautitapauksiin.



**Kuva 8.** Ihmisten kotimaista alkuperää olevat salmonellatapaukset 2016–2020. Siniset pylväät kuvaavat kaikkia tilastoituja tautitapauksia eli mukana ovat myös kaikki epidemioissa sairastuneet. Vaaleanruskeat pylväät kuvaavat yhtä lailla tilastoituja tautitapauksia, mutta joissa epidemioihin yhdistetyt kannat on vakioitu yhdeksi tapaukseksi. Punaiset pylväät kuvaavat tautitapauksia, jotka ovat samojen serotyyppien aiheuttamia, joita on todettu myös tutkituista lähteistä.

### 5.5.4 Tiedon synteesi

Elintarviketuotantoketjujen ja elintarvikkeiden merkitystä ihmisten tartuntojen lähteinä selvitettiin Lähdeluokittelumallin avulla, jossa kokonaisarvio eri lähteiden merkityksestä ihmisten tartuntojen aiheuttajana muodostuu, kun mallin eri osista saatava tieto yhdistetään bayesilaisen informaatio-synteesin avulla (Lunn ym., 2013, Mikkela ym., 2019, Gelman ym., 2022). Lähdeluokitteluun sisältyy tiedot arvioiduista altisteiden määristä ja serotyyppijakaumista eri lähteille sekä ihmisten salmonellakantojen tyytystiedot. Lisäksi luokittelun antamaan tulokseen vaikuttaa arvioitu serotyyppien infektiivisyys ja elintarvikkeiden kyky välittää tartuntoja ihmiseen.

Lähdeluokittelumallin aineistona käytettiin THL:ltä saatua tyytitysaineistoa ihmisten Suomessa saaduista salmonellatartunnoista, sekä aiemmin mainittuja serotyyppijakauman mallinnukseen käytettyjä tyytystietoja. Kotimaisten tartuntalähteiden merkityksen mallintamiseen otettiin mukaan myös tiloilta ja teurastamoilta peräisin olevat tyytityt salmonellakannat. Lähdeluokittelussa otettiin huomioon myös aiemmin kerätty tyytitysaineisto vuodesta 2008 lähtien. Samankaltaista lähdeluokittelumallia on käytetty aiemminkin ihmisten tartuntalähteiden arvioinnissa (Hald ym., 2004, Mullner ym., 2009, Mughini-Gras ym., 2014). Ihmisten salmonellatartuntojen määrä mallinnettiin käyttämällä Poisson-jakaumaa (Mikkela ym., 2019). Mallin avulla voidaan myös huomioida elintarvikkeiden todennäköisyyttä välittää tartuntoja (Liite 2, Kuva 12) sekä arvioida eri serotyyppien taudinaiheuttamiskykyä ihmiselle (Liite 2, Kuva 13). Menetelmän soveltaminen edellyttää aineistoa useammalta vuodelta.

### **5.5.5 SalmonellaLAB-sovellus**

Mallien soveltamisen helpottamiseksi luotiin käyttöliittymäsovellus hyödyntäen R-ohjelmiston tarjoamaa Shiny-pakettia. Ohjelma automatisoi aineiston keräämistä ja muokkaamista, jolloin mallien ajo nopeutuu ja on vähemmän virhealtista. Käyttäjä valitsee haluamansa mallin (Pikamalli, Tuontimalli tai Source attribution-malli), jonka jälkeen tarvittava aineisto syötetään ohjelmaan Excel-tiedostoina. Simulointi tapahtuu OpenBUGS-ohjelmassa (Lunn ym., 2000 ja 2013), jonka sovellus käynnistää hyödyntäen R-ohjelmiston R2OpenBUGS-pakettia. Sovelluksen avulla pystytään tarkastelemaan ja visualisoimaan saatuja tuloksia.

Lisäosana sovelluksessa on elintarvikkeiden tuontimäärien automatisoitu haku Tullin Uljas-tietokannasta. Sovellukseen syötetään haettavien elintarvikkeiden yksilöivät tunnuksot, joiden perusteella sovellus hakee tiedot tietokannasta ja muodostaa niistä taulukon, jossa elintarvikkeiden (tuore liha tai lihavalmisteet) tuontimäärät on taulukoitu alkuperämaittain ja elintarvikeryhmittäin.

## 6 Riskin kuvaaminen

Tässä kappaleessa arvioidaan kuluttajan riskiä sairastua salmonelloosiin kotimaisen ja ulkomaisen siipikarjan-, naudan- ja sianlihan välityksellä.

### 6.1 Salmonellatapaukset

Kotimaisesta ja ulkomaisesta lihasta aiheutuva sairastuneisuus arvioitiin vuosina 2016–2020 tilanteessa, kun kansallinen salmonellavalvontaohjelma (sellaisena kuin se oli vuonna 2020) mahdollisine riskinhallintatoimineen on käytössä ja erityistakuita noudatetaan tuontilihan osalta. Koska bakteeripitoisuuden arviointi ruoan syöntihetkellä on hyvin epävarmaa, arvioitiin myös kuinka paljon kotimainen liha aiheuttaisi salmonellatapauksia, mikäli siinä oleva bakteeripitoisuus olisi samalla tasolla kuin mitä tuontilihassa on todettu (0–0,57 pmy/g).

Arviot ihmisten tautitapausten vuosina 2016–2020 on esitetty Taulukko 5. Kotimainen liha aiheuttaa sen mukaan 0–3 tautitapausta vuosittain tuotantoeläinlajin mukaan. Tuontilihasta aiheutuvien salmonellatapauksien määrä on arvon mukaan vaihdellut eläinlajeittain 1–50 salmonellatapauksen välillä vuosittain. Taulukossa 5 on esitetty keskiarvot salmonellatapauksista ja suluissa on määritetty tapauksien 95 % todennäköisyysvälit.

**Taulukko 5.** Arviot ihmisten tautitapausten määrästä vuosittain 2016–2020. Suluissa olevat vaihteluvälit kuvaavat arvon epävarmuutta (95 % todennäköisyysvälit).

	Salmonellatapaukset (kpl)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Broileri (k)	0 (0,003–1)	1 (0,1–2)	0 (0,0001–1)	0 (0,03–1)	0 (0,03–1)
Kalkkuna (k)	0 (0,02–1)	0 (0,01–1)	0 (0,00004–0,4)	0 (0,00005–1)	0 (0,00007–1)
Nauta (k)	1 (0,3–3)	1 (0,2–2)	2 (0,8–6)	2 (0,6–6)	2 (0,5–5)
Sika (k)	1 (0,1–3)	2 (0,5–6)	1 (0,3–5)	3 (0,8–9)	1 (0,3–4)
Broileri (t)	12 (3–36)	12 (3–36)	14 (3–40)	14 (2–46)	12 (3–35)
Kalkkuna (t)	1 (0,3–3)	1 (0,2–2)	1 (0,4–4)	1 (0,3–3)	1 (0,2–2)
Nauta (t)	38 (8–112)	6 (0,8–21)	21 (3–69)	20 (3–60)	13 (2–43)
Sika (t)	48 (9–166)	40 (6–137)	33 (5–115)	17 (4–58)	20 (2–75)

*k*=kotimainen, alkuperämaa Suomi

*t*=tuonti, alkuperämaa muu kuin Suomi

Syöntihetkellä annoksessa olevan bakteeripitoisuuden arvioiminen on vaikeaa ja arviot perustuvat yksittäisiin MPN-määrittelyihin ja tutkimuksiin. Tästä syystä arvioitiin tilannetta, jossa salmonellabakteerin pitoisuus kotimaisissa elintarvikkeissa olisi yhtä korkea kuin mitä tuontielintarvikkeista on todettu, eli välillä 0–5,7 pmy/g (Hallanvuo ym., 2010). Arviot kotimaisen lihan aiheuttamista ihmisten salmonellatapauksista on esitetty alla (Taulukko 6).

**Taulukko 6.** Arviot ihmisten tautitapausten määrästä vuosittain 2016–2020, jos bakteeripitoisuus kotimaisessa lihassa olisi tuontilihan tasolla eli 0–5,7 pmy/g. Suluissa olevat vaihteluvälit kuvaavat arvion epävarmuutta (95 % todennäköisyysvälit)

	Salmonellatapaukset (kpl)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Broileri (k)	3 (0,2–12)	7 (0,9–22)	1 (0,0004–5)	3 (0,3–13)	3 (0,02–13)
Kalkkuna (k)	2 (0,2–5)	3 (0,1–9)	1 (0,0004–4)	1 (0,001–5)	1 (0,001–5)
Nauta (k)	8 (0,09–35)	8 (0,09–34)	22 (0,3–90)	18 (0,2–74)	15 (0,2–64)
Sika (k)	7 (0,08–32)	18 (0,2–74)	13 (0,1–55)	26 (0,3–108)	11 (0,1–48)

k=kotimainen, alkuperämaa Suomi

## 6.2 Tartuntalähteiden osuudet

Ihmisten salmonellatartuntojen osuudet kustakin kahdeksasta tartuntalähteestä arvioitiin eläin- ja elintarvikelöydösten ja toisaalta tartuntalähteistä syntyvien altisteiden arvioiden perusteella. Serotyyppitystiedot ihmisten kotimaassa saaduista salmonellatartunnoista, kotimaisista alku- ja jatkotuotannon löydöksistä sekä kotimaisista ja ulkomaisista elintarvikelöydöksistä on esitetty Liitteessä 3.

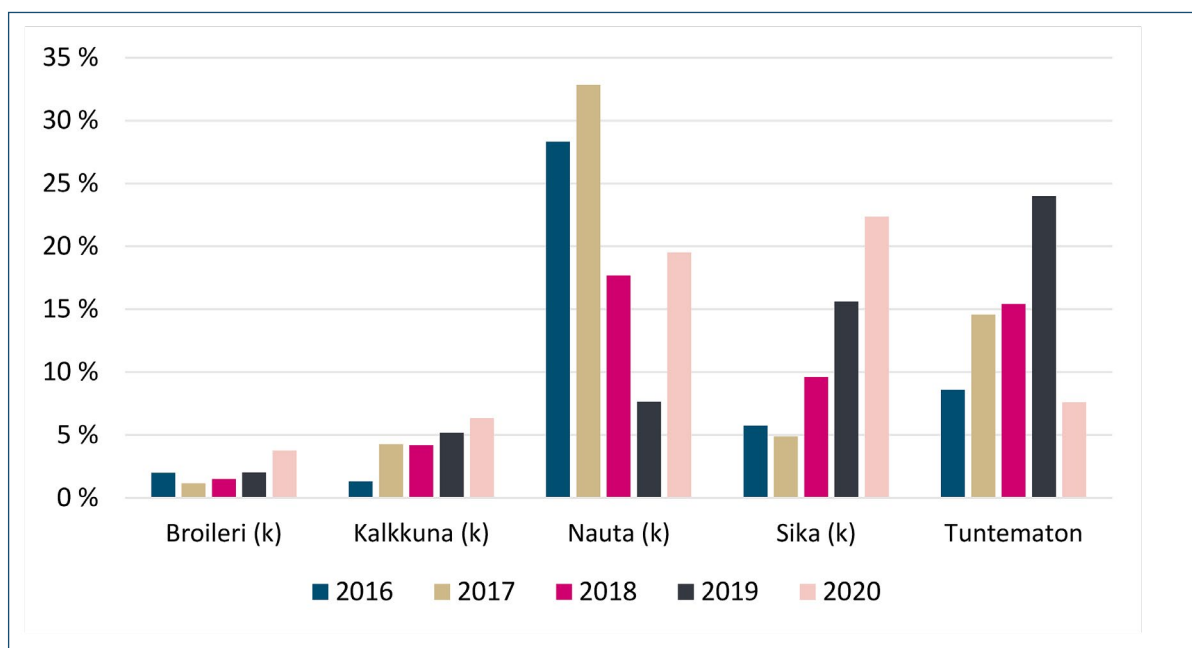
Tartuntalähteiden osuudet ihmisten tartunnoissa vuosilta 2016–2020 on esitetty alla (Kuva 9, kotimaiset tartuntalähteet ja Kuva 10, ulkomaista alkuperää olevat tartuntalähteet). Tartuntalähteiden suhteelliset osuudet vaihtelevat vuosittain riippuen lähteiden serotyyppijakaumista ja niiden yhteneväisyydestä ihmisten vuosittaisiin salmonellalöydöksiin.

Ihmisten kotimaassa saaduista salmonellatartunnoista keskimäärin 21 % on lähdeluokittelumallin arvion mukaan peräisin kotimaisen naudanlihan, 12 % kotimaisen sianlihan, 4 % kotimaisen kalkkunanlihan ja 2 % kotimaisen broilerinlihan tuotantoketjusta (Kuva 9). Salmonellan esiintyvyys kotimaisessa broilerissa on ollut vuosittain vähäistä, mutta koska samoja serotyyppejä on todettu sekä broilerin alkutuotannossa että ihmisten tartunnoissa, kotimaisen broilerin osuutta ei voida pitää olemattomana (Kuva 9). Naudanlihan tuotantoketjussa taas on ollut kotimaisista lähteistä eniten alkutuotanto- ja teurastamolöydöksiä (Liite 3, Taulukko 8), jotka ovat olleet pitkälti samoja serotyyppejä, kuin mitä ihmisten tartunnoista on todettu.

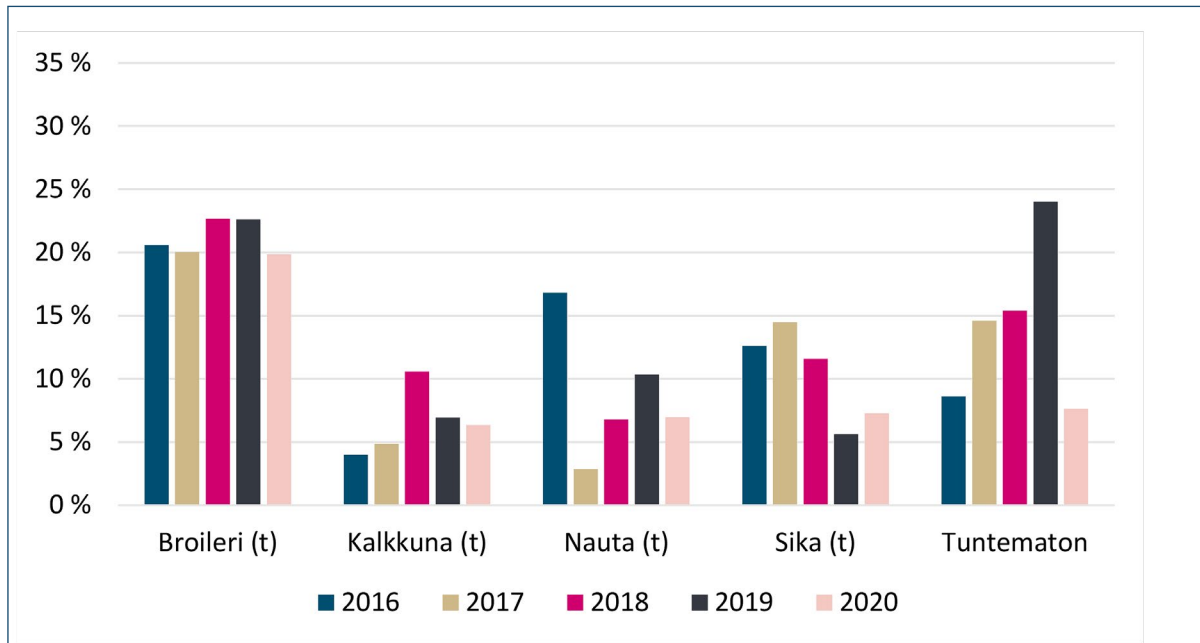
Mallin arvion mukaan ihmisten salmonellatartunnoista keskimäärin 21 % on peräisin tuontibroilerinlihasta, 11 % tuontisianlihasta, 9 % tuontinaudanlihasta ja 7 % tuontikalkkunanlihasta (Kuva 10). Erityistakuista huolimatta tuontilihasta (erityisesti broilerin- ja sianlihassa) on todettu omavalvonnassa kymmeniä salmonellalöydöksiä vuosittain, jotka ovat olleet usein samoja serotyyppisiä, kuin mitä ihmisten tartunnoissa (Liite 3, Taulukko 10).

Vuosien 2016–2020 välisenä aikana keskimäärin 39 % (keskiarvo 2016–2020) ihmisten kotimaassa saaduista tartunnoista on mallin mukaan peräisin kotimaisista elintarviketuotantoketjuista ja 47 % (keskiarvo 2016–2020) olisi peräisin ulkomaista alkuperää olevasta lihasta.

Tuntemattomien lähteiden aiheuttamien tartuntojen osuus vuosilta 2016–2020 on keskimäärin 14 %. Näihin lasketaan sellaisten serotyyppien aiheuttamat ihmisten tartunnat, joita ei ollut todettu tutkituissa tartuntalähteissä. Näiden salmonellatartuntojen katsottiin olevan peräisin muista lähteistä kuten kasviksista (esim. vihannekset, hedelmät, idut, mausteet), pastöroimattomasta maidosta, kananmunista ja munatuotteista, suorista eläinkontakteista sekä ympäristöstä.



**Kuva 9.** Kotimaisten elintarvikkeiden osuudet ihmisten salmonellatartunnoissa 2016–2020. Tuntematon lähde kuvaa niiden serotyyppien aiheuttamia ihmistartuntoja, joita ei ollut todettu arvioituissa tartuntalähteissä. Ihmisten tartuntamäärät vastaavilta vuosilta on ilmoitettu kuvassa 8.



**Kuva 10.** Tuontielintarvikkeiden osuudet ihmisten salmonellatartunnoissa 2016–2020. Tuntematon lähde kuvaa niiden serotyypin aiheuttamia ihmistartuntoja, joita ei ollut todettu arvioituissa tartuntalähteissä. Ihmisten tartuntamäärät vastaavilta vuosilta on ilmoitettu kuvassa 8.

## 7 Epävarmuudet

---

Tiedot salmonellan esiintymisestä EU- ja ETA-jäsenmaiden elintarvikkeissa on saatu EFSA:n virallisista zoonoosiraporteista, mutta kolmansien maiden tulokset perustuvat useimmiten kirjallisuuteen ja yksittäisiin tutkimuksiin, mikä tuo epävarmuutta koko maata kohden yleistettyyn esiintyvyyteen. Myös joidenkin EU-jäsenmaiden zoonoosiraportit ovat puutteellisia joko joidenkin vuosien tai elintarvikeryhmien kohdalla, jolloin tieto salmonellan esiintymisestä otettiin siltä vuodelta ja siitä ryhmästä, josta tietoa oli saatavilla. Lisäksi tuloksiin tuo epävarmuutta jäsenmaiden eriävä tulosten raportointi, se että osasta elintarvikkeita on vain vähän tuloksia ja että joidenkin maiden salmonellan esiintyvyydestä ei ole tietoa saatavilla lainkaan (EFSA 2021b).

Myös Suomessa tiedot sekä kotimaisten että tuontielintarvikeryhmien tutkituista salmonellanäytemääristä ja niiden tuloksista vaihtelevat vuosittain ja niitä on usein niukasti. Kotimaisista elintarvikkeista otetaan näytteitä muun muassa elintarviketeollisuuden omavalvonnassa, mutta tiedot tutkittujen näytteiden määrästä ja tutkituista elintarvikeryhmistä ovat puutteellisia ja tietoa on vähän. Elintarvikkeista tutkitaan salmonellaa runsaasti, mutta tuloksia ei raportoida siten, että ne olisivat riskinarvioinnin käytettävissä. Näiden tietojen saaminen toisi varmuutta esiintyvyyden ja altisteiden määrien mallintamiseen.

Myös tuontielintarvikkeista kerätään Suomessa tietoa teollisuuden ja ravintoloiden omavalvonnassa ja positiiviset löydökset lähetetään Ruokavirastolle varmistukseen. Ohjeistuksen mukaan 5–10 % saapuneista tuontielintarvike-eristä suositellaan tutkimaan salmonellan varalta, vaikka niistä olisikin erityistakuiden mukainen salmonellatodistus olemassa (Ruokavirasto 2021). Tiedot testausmääristä (tutkittujen näytteiden määrät/ positiiviset) eri elintarvikeryhmille ja alkuperämaille olisi tärkeä tieto tuontielintarvikkeiden salmonellan esiintymisen kannalta. Ilmoitetut tiedot ovat kuitenkin erittäin puutteellisia, joten tässä raportissa tiedot salmonellan esiintymisestä on saatu EFSA:n zoonoosiraporteista, kolmansien maiden omista valvontaraporteista sekä näiden puuttuessa tieteellisistä julkaisuista.

Suuri osa tämän riskinarvioinnin epävarmuuksista johtuu puuttuvasta tai puutteellisista tiedoista. Altisteen arvioinnissa tuloksena saatiin jakaumat kotimaisista elintarviketuotantoketjuista ja tuontielintarvikeryhmistä syntyvän salmonellalla kontaminoituneen lihan määrälle (Taulukko 4). Saadut arviot on tarkoitettu pääasiassa vertailtaviksi keskenään. Lopputulokseen epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä ovat mm. näytteenoton ja laboratoriotestien herkkyys eri tuotantoketjun osissa ja pieni näytemäärä. Menetelmän herkkyys kuvaa sitä, millä varmuudella positiivinen erä havaitaan näytteenotossa kyseisellä laboratoriomenetelmällä. Teurastamoissa ja leikkaamoissa tapahtuva ristikontaminaatio aiheuttaa myös epävarmuutta arviointiin. Mahdollisen ristikontaminaation määrä leikkaamoissa riippuu paitsi laitoksen prosessista, rakenteista ja puhtaanapidosta myös siitä, mihin aikaan päivästä saastunut erä on saapunut leikkaamoon. Saastuneen lihan määrä ajankohdasta ja kontaminaation määrästä riippuen voi teollisuuden antaman arvion mukaan vaihdella 0–100 % päivän tuotannosta.

Arviot kuluttajien salmonellatapauksien määrästä ovat suuntaa antavia, sillä käytetyt tiedot perustuvat arvioihin ja etenkin bakteeripitoisuuden määrittäminen annoksen syöntihetkellä on vaikeaa. Salmonellan ISO standardin mukainen testaus perustuu toteamisen menetelmään eikä varsinaisia pitoisuusmäärytyksiä ole Suomessa juurikaan tehty. Tässä riskinarvioinnissa tuontilihan pitoisuuden arvioimisessa on käytetty aiempaa tutkimusta, jossa määritettiin tuontielintarvikkeiden pitoisuuksia Suomessa. Tutkimuksessa kuitenkin todettiin, että pitoisuudet ovat todennäköisesti alentuneet toistuvien pakastusten ja sulatusten yhteydessä (Hallanvuo ym., 2010). Myös muissa maissa sellaisia pitoisuustutkimuksia, joita voisi verrata suomalaiseen lihantuotantoon, on tehty hyvin vähän. Tässä riskinarvioinnissa ei ole myöskään otettu huomioon sitä, että salmonella voi lisääntyä lihassa sen säilytyksen aikana.

Lähdeluokittelussa ihmisistä ja tutkituista tartuntalähteistä todetut yhteiset salmonellan serotyypit on yhdistetty vain tässä raportissa tutkittuihin tuotantoketjuihin ja elintarvikkeisiin. On kuitenkin mahdollista, että samoja serotyyppiä esiintyy myös muissa tartuntalähteissä kuten kasviksissa ja ympäristössä. Samoin on mahdollista, että kaikkia tartuntalähteissä esiintyviä serotyyppiä ei todeta näytteenotossa.

Pelkästään samojen serotyyppien löytyminen ihmisistä ja joko elintarviketuotantoketjuista tai valmiista elintarvikkeista ei välttämättä osoita juuri kyseisen lihatuotteen olleen ihmisen tartunnan lähde. Keskenään samanlaisten bakteerikantojen tunnistamiseen tarvitaan tarkempaa kokogenomisekvenssiin perustuvaa tyyppitystä sekä tietoa ajallisesta epidemiologisesta yhteydestä, joita käytetään esimerkiksi epidemioiden selvittämisessä. Tämä vaatii kuitenkin Suomessa eristettävien salmonellakantojen nykyistä kattavampaa kokogenomisekvenssointia. Aiemmassa tutkimuksessa, missä salmonellakantoja tyyppitettiin kokogenomisekvenssoinnilla, havaittiin, että kotimaisilta nautatiloilta ja ihmisistä eristetyt salmonellakannat olivat osittain hyvin lähellä toisiaan (Pelkonen ym., 2022). Tämä havainto tukee osaltaan myös tässä raportissa tehdyn lähdeluokittelun tuloksia.

## 8 Rajaukset

---

Kananmunan tuotantoketju kuuluu kansalliseen salmonellavalvontaohjelmaan, mutta tässä raportissa kananmunat on jätetty riskinarvioinnin ulkopuolelle, ja ne sisältyvät luokkaan tuntemattomat lähteet. Kotimaisten kananmunien salmonellaa on tutkittu aiemmassa riskinarvioinnissa, jossa riskin arvioitiin olevan hyvin pientä (Lievonen ym., 2006). Salmonellavalvontaohjelma keskittyy Suomessa kananmunan osalta alkutuotannon ja pakkaamoiden näytteenottoon, eikä elintarvikkeina käytettävistä munista ole näytetuloksia, joten tässä riskinarvioinnissa käytetyt tilastolliset mallit eivät sovellu sellaisenaan kananmunista peräisin olevan salmonellan riskinarviointiin.

Mallia ei voida soveltaa tuontikanamuniin esiintyvyystietojen puuttuessa. Tuoreita kananmunia tuodaan Suomeen vain muutamasta maasta. Esimerkiksi 2020 tuoreita kananmunia tuotiin vain Virossa, Liettuasta ja Ruotsista (Uljas) ja nekin menevät pitkälti elintarviketeollisuuden käyttöön. Muista maista tuodaan myös kananmunista tehtyjä valmisteita kuten kananmunajauhetta elintarviketeollisuuden käyttöön. Omavalvonnassa kananmunista ja munavalmisteista ei ole todettu salmonellaa.

Rehujen osuutta ei arvioitu tässä riskinarvioinnissa, koska rehut eivät kuulu kansalliseen salmonellavalvontaohjelmaan vaan Rehulain (1263/2020) piiriin. Myös rehuvalvonnassa kaikki Salmonella-suvun bakteerit aiheuttavat riskinhallintatoimenpiteitä. Rehujen roolia salmonellan lähteenä on arvioitu aiemmin riskinarvioinnin yksikössä (Rönqvist ym., 2018) sekä salmonellan torjumiseen sika- ja nautatilalla liittyvässä projektissa (Pelkonen ym., 2022).

Tässä riskinarvioinnissa on keskitytty valvontaohjelmaan sisältyvien elintarviketuotantoketjujen ja elintarvikeryhmien välityksellä tarttuviin salmonellatartuntoihin. Kuitenkin eläintiloihin liittyvät myös muut tartuntatavat kuin liha ja sen kulutus. Etenkin nautatiloilla raakamaito ja siitä tehtävät tuotteet, suorat eläinkontaktit sekä kotitarvekanaloiden munat voivat aiheuttaa salmonellatartuntoja. Myös teurastus omaan kulutukseen (kotiteurastus) rajattiin pois.

## 9 Johtopäätökset

---

Kuluttajalle aiheutuu riskinarvioinnin perusteella tuontilihasta huomattavasti enemmän salmonellan aiheuttamia tautitapauksia kuin kotimaisesta lihasta. Vuosien 2016–2020 aikana kotimaisesta broilerinlihasta olisi arvion mukaan aiheutunut yhteensä vain kaksi salmonellatautitapausta ja kotimaisesta kalkkunanlihasta vain yksi tautitapaus. Naudan- ja sianlihasta taas aiheutuisi arvion mukaan yhdestä kolmeen tautitapausta vuosittain (Taulukko 5). Saadut tapausmäärät ovat mallista saatujen jakaumien keskiarvoja ja kun 95 % todennäköisyysväli otetaan huomioon salmonellaan sairastumisia kotimaisesta lihasta olisi aiheutunut vuosittain enimmillään 9 kpl (sianliha), 6 kpl (naudanliha), 2 kpl (broilerinliha) ja 1 kpl (kalkkunanliha) (Taulukko 5). Tuontiliha aiheuttaisi arvion mukaan yli kymmenkertaisen määrän tautitapauksia vuosittain, ja 95 % luottamusväli huomioden monikymmenkertaisen määrän, kotimaiseen lihaan verrattuna (Taulukko 5). Jos tuontilihaa kulutettaisiin yhtä paljon kuin kotimaista lihaa, se aiheuttaisi vielä enemmän tautitapauksia, sillä salmonellan esiintyvyys on tuontilihassa keskimäärin huomattavasti korkeampi kotimaiseen verrattuna.

Lisäksi arvioitiin tilannetta, jossa bakteeripitoisuus olisi kotimaisessa lihassa samalla tasolla kuin mitä tuontilihassa on todettu, eli välillä 0–5,7 pmy/g (Hallanvuo ym., 2010). Jo tämän suuruinen bakteeripitoisuuden kasvu nostaisi kotimaisesta lihasta peräisin olevia salmonellatapauksia vuosittain viisi-kymmenkertaiseksi ja 95 % todennäköisyysväli huomioden monikymmenkertaiseksi (Taulukko 6). Koska bakteeripitoisuudesta ruokannoksen syöntihetkellä ei ole varmaa tietoa, voi kotimaisesta lihasta aiheutua myös tämän verran tautitapauksia.

Suomen kaltaisissa maissa, joissa salmonellaa esiintyy vuosittain vain vähän, ei voida käyttää muualla yleisesti käytettyä lähdeluokittelua. Suomen oloihin soveltuu parhaiten aiemmassa tutkimuksessa kehitetty Lähdeluokittelumalli, jota voi käyttää myös hajanaiselle aineistolle, jossa vuosittaisten löydösten määrä on pieni ja vaihtelee tuotantoketjuissa ja elintarvikeryhmissä (Mikkela ym., 2019). Lähdeluokittelumallin tulosten perusteella naudanlihan osuus ihmisten tautitapauksista on kotimaisista tartuntalähteistä merkittävin, ja seuraavaksi suurin osuus arvioitiin olevan peräisin kotimaisesta sianlihantuotannosta. Kotimaisilla nauta- ja sikatiloilla on havaittu viime vuosina aiempaa runsaammin salmonellaa ja myös teuraseläinten imusolmukkeista ja elintarvikkeista on eristetty salmonelloja, joiden serotyypit ovat olleet usein samoja kuin mitä ihmisten tartunnoissakin on todettu (Taulukko 7). Kotimaisen siipikarjanlihan osuudeksi ihmisten kotimaassa saaduista tartunnoista vuosina 2016–2020 arvioitiin vain 2–4 %. Siipikarjasta onkin todettu tänä aikana vain muutamia yksittäisiä löydöksiä alkutuotannosta ja yksi löydös tuoreesta kalkkunanlihasta (Taulukko 1).

Vaikka kotimaisista naudoista ja sioista todetut salmonellalöydökset ovat elintarvikkeiden sijaan useimmiten peräisin joko tuotantotiloilta tai teurastamoilla otetuista imusolmukenäytteistä, se osoittaa, että salmonellaa kuitenkin esiintyy näissä elintarviketuotantoketjuissa. Toisin kuin siipikarjasta, elävistä naudoista ja sioista ei oteta karjakohtaisia salmonellanäytteitä säännöllisesti ennen teurastamolle lähettämistä, jolloin myös mahdollisten salmonellaposiitivisten eläinten havaitseminen viivästyy ja kontaminaatio pääsee etenemään tuotantoketjussa. Herkkyys havaita salmonellaposiitivinen eläin ei ole

täydellinen teurastamollakaan. Tämä arvio on tehty vuoden 2016–2020 näytemäärien avulla, mutta vuodesta 2021 alkaen zoonoosiasetuksen (MMM 316/2021) mukaisesti teurastamalla otettavien nautojen ja sikojen salmonellanäytteiden määriä vähennettiin aiemmasta. Lisäksi salmonellatuloksen varmistuttua kyseisen eläimen liha on saattanut ehtiä jo markkinoille. Vaikka arviot altisteiden eli salmonellalla saastuneen kotimaisen lihan määrästä vaihtelivat eri eläinlajien välillä reilusta kahdesta tuhannesta kilogrammasta noin 90 000 kg:aan (Taulukko 4), määrät ovat kuitenkin pieniä lihan kokonaistuotantomääriin nähden (Kuva 6). Salmonellan esiintyvyys on suomalaisessa lihantuotannossa kokonaisuudessaan vähäistä ja pysynyt valvontaohjelman asettamissa tavoitteissa, vaikkakin trendi tämän tutkimuksen aineistossa on ollut erityisesti nautojen alkutuotannossa nouseva.

Ulkomailta Suomeen tuodun naudan-, sian- ja siipikarjanlihan arvioitiin aiheuttavan lähdeluokittelun mukaan enemmän ihmisten tartuntoja (47 % kaikista tartunnoista) kuin kotimaisen lihan (39 % kaikista tartunnoista), vaikka ulkomaisen lihan kulutus on vain noin viidennes kotimaisen lihan kulutuksesta. 2016–2020 välisenä aikana yksinään ulkomaista alkuperää olevan broilerinlihan osuus oli 21 % ja sianlihan 11 % ihmisten salmonellatapauksista. Muualta Suomeen tuodun lihan ja lihaa sisältävien elintarvikkeiden on aiemmin arvioitu aiheuttavan suunnilleen saman verran ihmisten tartuntoja kuin kotimaisten tartuntalähteiden (Mikkela ym. 2019). Nyt muualta tuodun lihan ja lihaa sisältävien elintarvikkeiden osuus ihmisten salmonellooseista arvioitiin suuremmaksi kuin kotimaisten tartuntalähteiden. Tulosta tukee se, että lähes kaikki Suomessa lihasta todetut ja Ruokaviraston varmistamat salmonellalöydökset ovat peräisin ulkomaista alkuperää olevasta lihasta. Myös Suomeen tuodun lihan määrät ovat kasvaneet kuten myös lihan alkuperämaiden määrät (Tuominen ym., 2006, Uljas), mikä on voinut lisätä myös salmonellalla kontaminoituneen lihan määrää. Tullin tilastojen ja virallisten tutkimusten ulkopuolelle jää laittomasti maahan tuotu liha, jota voidaan myydä suoraan esimerkiksi kuluttajille tai ravintoloihin. Tällöin lihan jäljitettävyyden, kuten myös lain edellyttämien erityistakuiden noudattaminen, voi olla puutteellista ja lihan laatu huonoa, jolloin riski sairastua lihan välityksellä kasvaa.

Lähdeluokittelumallilla ja Kuluttajamallilla saadut arviot tartuntalähteiden osuuksista ja salmonellatauditapausten määristä poikkeavat osittain toisistaan. Lähdeluokittelumalli jakaa ihmisten raportoidut salmonellatartunnat eri lähteisiin hyödyntäen salmonellan tyyppitietoja ja eri tuotantoketjuista syntyvien altisteiden (kontaminoitunut liha) määriä. Lähdeluokittelun antamaan arvioon vaikuttaa myös arvioitu serotyypin infektiivisyys ja elintarvikkeiden kyky välittää tartuntoja ihmiseen. Tuotantoketjumalliin liitetty Kuluttajamalli taas arvioi riskiä sairastua salmonelloosiin liha-annoksen syömisestä ja sairastumisten kokonaismäärää Suomessa. Lähdeluokittelumallin perusteella kotimaisen naudanlihan osuus ihmisten salmonellatapauksista olisi merkittävin ja sianlihan toiseksi suurin. Myös Kuluttajamallilla arvioituna naudanliha aiheuttaisi sianlihan ohella kotimaisesta lihasta eniten tautitapauksia, mutta tapauksia olisi vuosittain vain muutamia.

Bakteeripitoisuuden nousu tuodun lihan tasolle kotimaisessa naudan- ja sianlihassa nostaisi arvion mukaan sairastuneiden määrän noin kymmenkertaiseksi, jolloin kotimaisesta naudanlihasta aiheutuvien tautitapausten määrä olisi ollut 2016–2020 välisenä aikana 8–22 tapausta vuosittain ja sianlihasta 7–26 (Taulukko 6). Kotimaisen siipikarjanlihan osalta tulokset Lähdeluokittelu- ja Kuluttajamallilla ovat yhteneväisemmät ja niiden perusteella kotimainen siipikarjanliha aiheuttaisi enimmilläänkin vain yksittäisiä tautitapauksia vuosittain.

Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava eri elintarvikeryhmien kulutus. Riskiin vaikuttaa se käytetäänkö lihaa tuoreena, raakalihavalmisteina tai kypsinä valmisteina, sillä kypsennetyissä lihavalmisteissa salmonellariski on pienempi tuoreeseen lihaan verrattuna. Naudanlihaa syödään myös raaissa tartar-pihveissä tai medium-kypsennetyissä jauhelihapihveissä. Korkeamman riskin elintarvike ei kuitenkaan välttämättä aiheuta suurta määrää sairastumisia, jos kulutusmäärät ovat pieniä. Toisaalta taas, jos elintarviketta kulutetaan runsaasti voi aiheutua suhteellisen paljon tapauksia, vaikka salmonellan esiintyvyys tai määrä elintarvikkeessa olisi pieni. Lisäksi salmonellan serotyypin infektioisuus vaihtelee, mikä vaikuttaa sairastuvuuteen.

Koska salmonellan esiintyminen on huomattavasti yleisempää useassa muussa maassa kuin Suomessa, tulee salmonellaa valvoa Suomeen tuodussa lihassa ja lihaa sisältävissä elintarvikkeissa yhtä huolellisesti kuin kotimaisissakin elintarvikkeissa. Vuosina 2016–2020 ulkomaista alkuperää olevasta lihasta ja lihatuotteista otetuissa omavalvontanäytteissä todettiin kymmeniä salmonellalöydöksiä vuosittain ja lisäksi yksittäiset tutkimukset ovat osoittaneet, että salmonellaa on löytynyt myös ravintoloissa käytetystä tuontilihasta (Lähdesmäki ym., 2014) ja kaupan vähittäismyynnissä olleesta tuontilihasta (Luoma 2019). Suomessa salmonellavalvontaohjelman vuoksi myönnettyt erityistakuut edellyttävät, että tietyt lihaerät on tutkittava salmonellan varalta ennen niiden saapumista Suomeen. Negatiivinen salmonellatodistus ei kuitenkaan aina takaa sitä, ettei liha sisällä salmonellaa. Vuonna 2003 tutkituista sisämarkkinakaupan olleista erityistakuiden piiriin kuuluvista 220 lihaerästä todettiin salmonellaa 3,6 % (Hallanvuori ym., 2010). Myös vuonna 2022 erityistakuiden piiriin kuuluvista tuotteista otettiin kaikkiaan 16 viranomaisnäytettä salmonellatutkimuksia varten, joista kaksi (12,5 %) oli salmonellapositivisia (Ruokavirasto 2023). Valvonnassa oli myös havaittu puutteita salmonellatodistusten vaatimustenmukaisuudessa ja lähtömaassa tehtyjen salmonellatutkimusten riittävydessä. Kuitenkin, vaikka kaikkia kontaminoituneita lihaerä ei todetakaan näytteenotolla ennen kuin ne päätyvät Suomen markkinoille, olisi salmonellan saamisen riski moninkertainen ilman myönnettyjä erityistakuita.

## Viitteet

---

- Akil L & Ahmad H.A. 2019. Quantitative Risk Assessment Model of Human Salmonellosis Resulting from Consumption of Broiler Chicken. *Diseases*. 2019 Feb 7;7(1):19. [doi:10.3390/diseases7010019](https://doi.org/10.3390/diseases7010019)
- Arnold ME, Gosling RJ, Martelli F, Mueller-Doblies D, Davies RH. Evaluation of the sensitivity of faecal sampling for detection of monophasic *Salmonella* Typhimurium and other *Salmonella* in cattle and pigs. *Epidemiol Infect*. 2015 Jun;143(8):1681–91. [doi: 10.1017/S0950268814002453](https://doi.org/10.1017/S0950268814002453)
- Black RE, Myron M, Levine MLC, Hughes TP, Blaser MJ (1988). Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *Journal of Infectious Diseases*. 157(3):472-479. [doi: 10.1093/infdis/157.3.472](https://doi.org/10.1093/infdis/157.3.472)
- Bruhn, C.M., 2014. Chicken preparation in the home: An observational study. *Food Prot. Trends* 34 (5), 318–330. <https://www.foodprotection.org/files/food-protection-trends/Sep-Oct-14-Bruhn.pdf>
- Carrasco E, Morales-Rueda A, García-Gimeno RM. 2012. Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: A review. *Food Research International*. Volume 45, Issue 2, March 2012, Pages 545-556. [doi: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.004](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.004)
- Duodecim 2009. Ruoan kautta tarttuvat bakteeritaudit. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 2009;125(6):674–83. <https://www.duodecimlehti.fi/duo97942>. Haettu 20.2.2023.
- Duodecim (2022). Reaktiivinen niveltulehdus (reaktiivinen artriitti). Lääkärikirja Duodecim 23.11.2022 <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00071>. Haettu 20.2.2023.
- Ecosure 2008. 2007 U.S. cold temperature evaluation design and summary pages <https://www.foodrisk.org/resources/display/21>. Haettu 24.8.2023.
- EFSA (2021a). EFSA:n maakohtaiset zoonoosiraportit. <https://www.efsa.europa.eu/en/data-report/biological-hazards-reports>. Haettu 6.2.2023.
- EFSA (2021b). The European Union One Health 2020 Zoonoses Report. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6971>
- EFSA (2022a). [Multi-country outbreak of \*Salmonella\* Enteritidis sequence type \(ST\)11 infections linked to eggs and egg products – 8 February 2022 | EFSA \(europa.eu\)](https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6971). Haettu 6.2.2023.
- EFSA (2022b). [Multi-country outbreak of monophasic \*Salmonella\* Typhimurium sequence type \(ST\) 34 linked to chocolate products – 12 April 2022 | EFSA \(europa.eu\)](https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6971). Haettu 6.2.2023.
- EFSA (2022). EFSA Comprehensive Food Consumption database. Saatavilla: <https://www.efsa.europa.eu/en/data-report/food-consumption-data>. Haettu 6.2.2023.
- EFSA (2023). <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/salmonella>.
- EURL (2021). EURL-Salmonella. Proficiency test on the detection of *Salmonella* in hygiene swab samples (2020). Irene Pol-Hofstad. <https://www.euralsalmonella.eu/documenten/workshop20213-irene-eurl-salmonella-pt-pps-food-2020>. Haettu 23.3.2023.
- (EY) N:o 95/409. Alkuperäinen säädös naudan- ja sianlihan erityistakuista. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31995D0409>. Haettu 1.2.2023.
- (EY) N:o 95/410. Alkuperäinen säädös siipikarjan erityistakuista. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31995D0410&qid=1675255416312>. Haettu 1.2.2023.

(EY) N:o 2160/2003. Zoonoosiasetus. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32003R2160>. Haettu 10.2.2023.

(EY) N:o 1688/2005. EU-komission asetus salmonellan erityistakuista. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32005R1688>. Haettu 1.2.2023.

Free Trade Agreement. [https://www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/agrmtseries1\\_wto\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/agrmtseries1_wto_e.pdf).

Gelman A, Carlin JB, Stern HS, Dunson DB, Vehtari A, Rubin DB. Bayesian Data Analysis, third edition (with errors fixed as of 13 October 2022). 1995-2021.

Haas C.N. Conditional Dose-Response Relationships for Microorganisms: Development and Application. Risk Analysis, Vol. 22, No. 3, 2002. DOI: [10.1111/0272-4332.00035](https://doi.org/10.1111/0272-4332.00035)

Hald T., Vose D., Wegener H. C., Koupeev T. 2004. A Bayesian approach to quantify the contribution of animal-food sources to human salmonellosis. Risk Anal. 24 255–269. doi: [10.1111/j.0272-4332.2004.00427.x](https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00427.x)

Hallanvuo S ja Johansson T. 2010. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat. Pdf-dokumentti. Evira. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elintarvikkeiden\\_mikrobiologiset\\_vaarat.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elintarvikkeiden_mikrobiologiset_vaarat.pdf). Haettu 23.8.2023

Hoorfar J, Baggesen DL. Importance of pre-enrichment media for isolation of *Salmonella* spp. from swine and poultry. FEMS Microbiol Lett. 1998 Dec 1;169(1):125-30. doi: [10.1111/j.1574-6968.1998.tb13308.x](https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1998.tb13308.x)

Lievonen S, Ranta J, Maijala R. 2006. *Salmonella* in Egg Production in Finland - A Quantitative Risk Assessment. EELAn julkaisu 4/2006. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/tutkimukset/riskiraportit/kananmunasalmonella\\_sisus-4\\_2006.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/tutkimukset/riskiraportit/kananmunasalmonella_sisus-4_2006.pdf). Haettu 6.2.2023.

Lihakeskusliitto Ry. <https://www.lihakeskusliitto.fi/lihaketju-ja-lihayritykset/>. Haettu 10.2.2023

Lihatiedotus Ry. <https://www.lihatiedotus.fi/tilastotietoa/lihantuotanto-suomessa-2.html>. Haettu 28.3.2023

Luke. Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta. [https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous/](https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous/)

Lunn, D. J., Jackson, C., Best, N., Thomas, A., & Spiegelhalter, D. 2013. The BUGS book: A practical introduction to Bayesian analysis. Boca Raton, FL: CRC Press.

Lunn, D. J., Thomas, A., Best, N., & Spiegelhalter, D. 2000. WinBUGS—A Bayesian modelling framework: Concepts, structure, and extensibility. Statistics and Computing, 10(4), 325–337.

Luoma J. 2019. Oulun seudun ympäristötoimi. Raa'an lihan mikrobiologinen laatu vähittäismyymälöissä ja tarjoilupaikoissa 2017–2019. <https://www.ouka.fi/documents/64417/168871/Raportti+2+2019.pdf/432c3a17-1f92-4a89-a2e3-1cb0853c21dc>. Haettu 30.8.2023.

Lähdesmäki M, Pullinen M, Turunen PJ. Salmonellan esiintyvyys lihatuotteissa sekä tuotteiden jäljitettävyys ravintoloissa ja varastoissa pääkaupunkiseudulla vuonna 2014 <https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-09-15.pdf>. Haettu 30.8.2023

Maijala R, Ranta J. 2003. Salmonella in Broiler Production in Finland – A Quantitative Risk Assessment. EELAn julkaisu 4/2003. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/tutkimukset/riskiraportit/broilersalmo\\_5.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/tutkimukset/riskiraportit/broilersalmo_5.pdf). Haettu 28.8.2023.

Maijala R, Ranta J, Seuna E, Peltola J. 2005a. The efficiency of the Finnish *Salmonella* Control Programme. Food Control. Volume 16, Issue 8, October 2005, p. 669–675. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.06.003>

- Maijala R, Ranta J, Seuna E, Pelkonen S, Johansson T. 2005b. A quantitative risk assessment of the public health impact of the Finnish *Salmonella* control program for broilers. *Int J Food Microbiol.* 2005 Jun 25;102(1):21-35. doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2004.11.012](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.11.012)
- Mainar-Jaime RC, Andrés S, Vico JP, San Román B, Garrido V, Grilló MJ. Sensitivity of the ISO 6579:2002/Amd 1:2007 standard method for detection of *Salmonella* spp. on mesenteric lymph nodes from slaughter pigs. *J Clin Microbiol.* 2013 Jan;51(1):89-94. doi: [10.1128/JCM.02099-12](https://doi.org/10.1128/JCM.02099-12)
- Mikkilä A, Ranta J, Tuominen P. 2019. A Modular Bayesian Salmonella Source Attribution Model for Sparse Data Risk Anal. 2019 Aug;39(8):1796-1811. doi: [10.1111/risa.13310](https://doi.org/10.1111/risa.13310)
- Mughini-Gras L., Barrucci F., Smid J. H., Graziani C., Luzzi I., Ricci A., et al. (2014). Attribution of human *Salmonella* infections to animal and food sources in Italy (2002-2010): adaptations of the Dutch and modified Hald source attribution models. *Epidemiol. Infect.* 142 1070–1082. doi: [10.1017/S0950268813001829](https://doi.org/10.1017/S0950268813001829)
- Mullner P, Jones G, Noble A, Spencer SE, Hathaway S, French NP. 2009. Source attribution of food-borne zoonoses in New Zealand: a modified Hald model. *Risk Anal.* 2009 Jul;29(7):970-84. doi: [10.1111/j.1539-6924.2009.01224.x](https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01224.x)
- MMMEEO (1994). The Finnish *Salmonella* Control Programmes for live animals, eggs and meat. In: Veterinary and Food Department. Helsinki: Ministry of Agriculture and Forestry; (1994). p. 41.
- MMM 316/2021. Maa- ja metsätalousministeriön asetus zoonooseista. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210316>. Haettu 6.2.2023
- MMM 163/2020. [Rehulaki. Rehulaki 1263/2020 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX®](https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20201263). Haettu 23.8.2023
- Nauta MJ, Jacobs-Reitsma WF, Havelaar AH. (2007). A risk assessment model for *Campylobacter* in broiler meat. *Risk Analysis.* 27(4):845-861. doi: [10.1111/j.1539-6924.2006.00834.x](https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2006.00834.x)
- Nauta MJ, Sanaa M, Havelaar AH (2012). Risk based microbiological criteria for *Campylobacter* in broiler meat in the European Union. *International Journal of Food Microbiology.* 158(3):209-217. doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.018](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.018)
- Niemi J.K., Heinola K, Simola M, Tuominen P. *Salmonella* Control Programme of Pig Feeds Is Financially Beneficial in Finland. *Front Vet Sci.* 2019 Jul 9; 6:200. doi: [10.3389/fvets.2019.00200](https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00200)
- Niemi, J.K., Heinola, K. & Latvala, T. (2023). Salmonellatorjunnan taloudellisten riskien hallinnan tukemisen vaihtoehdot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 15/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 64 s [Salmonellatorjunnan taloudellisten riskien hallinnan tukemisen vaihtoehdot \(luke.fi\)](https://www.luke.fi/julkaisut/salmonellatorjunnan-taloudellisten-riskien-hallinnan-tukemisen-vaihtoehdot)
- Pelkonen S, Kontturi M, Kuronen H, Heinikainen S, Pohjanvirta T, Lienemann T, Rossow H, Tuominen P, Seppälä L, Pirhonen M, Ranta J, Ruoho O, Salmenlinna S, Vainio A, Laitinen S. 2022. Salmonellan leviäminen suomalaisille sika- ja nautatiloille. Valtioneuvoston julkaisuja 1/2022. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-499-6>
- Ranta J, Maijala R. 2002. A probabilistic transmission model of *Salmonella* in the primary broiler production chain. *Risk Anal.* 2002 Feb;22(1):47-58. doi: [10.1111/0272-4332.t01-i-00004](https://doi.org/10.1111/0272-4332.t01-i-00004)
- Ranta J, Tuominen P, Rautiainen E, Maijala R. 2004. *Salmonella* in Pork Production in Finland – A Quantitative Risk Assessment. EELAn julkaisu 3/2004. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/tutkimukset/riskiraportit/2004\\_3.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/tutkimukset/riskiraportit/2004_3.pdf). Haettu 6.2.2023.
- Ranta J, Tuominen P, Maijala R. 2005. Estimation of true *Salmonella* prevalence jointly in cattle herd and animal populations using Bayesian hierarchical modeling. *Risk Anal.* 2005 Feb;25(1):23-37. doi: [10.1111/j.0272-4332.2005.00564.x](https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2005.00564.x)
- Ranta J, Mikkilä A, Tuominen P, Wahlström H. 2013. Bayesian risk assessment for *Salmonella* in egg laying flocks under zero apparent prevalence and dynamic test sensitivity. *Journal de la société française de statistique*, Volume 154 (2013) no. 3, pp. 8–30. [http://www.numdam.org/item/JSFS\\_2013\\_154\\_3\\_8\\_0/](http://www.numdam.org/item/JSFS_2013_154_3_8_0/)

Ruokavirasto (2021). Ohje salmonellaerityistakuuvaatimuksista. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/tuonti-ja-vienti/ensisaapumisvalvonta/ohje-salmonellaerityistakuuvaatimuksista\\_versio2.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/tuonti-ja-vienti/ensisaapumisvalvonta/ohje-salmonellaerityistakuuvaatimuksista_versio2.pdf). Haettu 6.2.2023.

Ruokavirasto (2022a). Salmonella. <https://www.ruokavirasto.fi/zoonosikeskus/mikrobiilaakeresistensi/zoonosibakteerien-resistensi/salmonella/>. Haettu 6.2.2023.

Ruokavirasto (2022b). Salmonelloosi. <https://www.ruokavirasto.fi/zoonosikeskus/zoonosit/bakteerien-aiheuttamat-taudit/salmonelloosi/>. Haettu 6.2.2023.

Ruokavirasto (2022c). Salmonella. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/ohjeita-kuluttajille/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia-aiheuttavia-bakteereja/salmonella/>

Ruokavirasto (2022d). Ruokaviraston julkaisusarja. Elintarviketurvallisuus Suomessa 2021. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/julkaisuja\\_3\\_2022\\_elintarviketurvallisuus\\_suomessa\\_2021.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/julkaisuja_3_2022_elintarviketurvallisuus_suomessa_2021.pdf)

Ruokavirasto (2022e). Eläinten salmonellatartunnat. <https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintaudit/usealle-elainlajille-yhteiset-taudit/salmonellatartunnat/>. Päivitetty 15.12.2022. Haettu 7.2.2023.

Ruokavirasto (2023). Elintarviketurvallisuus Suomessa. <https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/julkaisut/julkaisut/>. Haettu 21.3.2023.

Rönqvist M, Välttilä V, Heinola K, Ranta J, Niemi J, Tuominen P. 2018. Risk assessment and cost-benefit analysis of salmonella in feed and animal production. Evira Research Reports 3/2018. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elaimet/evira\\_research\\_reports\\_3\\_2018.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elaimet/evira_research_reports_3_2018.pdf). Haettu 6.2.2023.

THL (2018). Adenoviruksen esiintyvyys. [fb68139d-0662-4785-a217-000a51cd4a30](https://www.thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/salmonella/toimenpideohje-lavantauti-ja-pikkulavantautitapauksiin) (thl.fi)

THL (2019a). Toimenpideohje lavantauti- ja pikkulavantautitapauksiin. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/salmonella/toimenpideohje-lavantauti-ja-pikkulavantautitapauksiin>.

THL (2019b). [Tartuntataudit Suomessa 2019](#). Microsoft Word - Vuosiraportti 2019\_2.docx (thl.fi)

THL (2020). [Tartuntataudit Suomessa 2020](#) (thl.fi)

THL (2021). [Tartuntataudit Suomessa 2021](#) (thl.fi)

THL (2022a). Salmonellan esiintyvyys Suomessa. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/salmonella/salmonellan-esiintyvyys-suomessa>

THL (2022b). [Salmonella](#) - THL

Tuominen P, Ranta J, Majjala R. 2006. *Salmonella* risk in imported fresh beef, beef preparations, and beef products. J Food Prot. Aug;69(8):1814–22. doi: [10.4315/0362-028x-69.8.1814](https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.8.1814)

Tuominen P, Ranta J, & Majjala R. (2007). Studying the effects of POs and MCs on the *Salmonella* ALOP with a quantitative risk assessment model for beef production. International Journal of Food Microbiology, 118(1), 35–51. doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2007.05.013](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.05.013)

Uljás. Tullin tilastotietokanta. <https://uljas.tulli.fi/v3rti/db/0/cubes/19>. Haettu 20.2.2023.

Wang X, Lahou E, De Boeck E, Devlieghere F, Geeraerd A, Uyttendaele M. Growth and inactivation of *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in broth and validation in ground pork meat during simulated home storage abusive temperature and home pan-frying. *Front Microbiol.* 2015 Oct 27;6:1161. doi: [10.3389/fmicb.2015.01161](https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01161)

WHO (2023). [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

WHO/FAO 2002. Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens. Microbiological risk assessment series 2. s. 37.

Wong TL, Nicol C, Cook R, MacDiarmid S. *Salmonella* in uncooked retail meats in New Zealand. *J Food Prot.* 2007 Jun;70(6):1360-5. doi: [10.4315/0362-028x-70.6.1360](https://doi.org/10.4315/0362-028x-70.6.1360).

Wray C & Davies RH. *Salmonella* infection in cattle. In *Salmonella* in Domestic Animals. Ed. C. Wray, A. Wray. 2000. CABI Publishing, Wallingford, UK. p. 169-184.

Zeng H, De Reu K, Gabriël S, Mattheus W, De Zutter L, Rasschaert G. 2021. *Salmonella* prevalence and persistence in industrialized poultry slaughterhouses. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.01.014>

## Liitteet

### Liite 1. Pikamalli

Taulukko 1. Pikamallin muuttujien selitteet.

Selite	Tunnus	Ehdollinen jakauma/kaava/arvo	Huom.
<b>Jatkotuotanto</b>			
Positiivisten niskanahkanäytteiden/imu solmukenäytteiden määrä	$lp_{s,y}$	Binomial( $ns_{s,y}, p_{s,y}^{slaugh} * ss_s$ )	$ns_{s,y}$ : Näytteiden lukumäärä $ss_s$ : Näytteen herkkyys arvo
Salmonella prevalenssi teurastamovaiheessa ennen ristikontaminaatiota	$p_{s,y}^{slaugh}$	Beta(0.5,0.5)	
Ristikontaminaation todennäköisyys (alun perin puhtaille ruhoille)	$p_{s,y}^{cc}$	$1 - \exp(-cc \cdot p_{s,y}^{slaugh}) / (1 - p_{s,y}^{slaugh})$	
Salmonella prevalenssi ristikontaminaation jälkeen lihakategoriassa 1	$p_{s,y,1}$	$p_{s,y}^{cc}$	
Salmonella prevalenssi ristikontaminaation jälkeen lihakategoriassa 2	$p_{s,y,2}$	$p_{s,y}^{cc}$	
Salmonella prevalenssi ristikontaminaation jälkeen lihakategoriassa 3	$p_{s,y,3}$	Jos $p_{s,y}^{cc} < 0.01$ , niin Uniform(Min,Max), muuten $p_{s,y,1}$	
Salmonella prevalenssi ristikontaminaation jälkeen lihakategoriassa 4	$p_{s,y,4}$	Jos $p_{s,y}^{cc} < 0.01$ , niin 0, muuten Uniform(Min,Max)	
Kontaminaation esiintyvyyden vähimmäisarvo lihankäsittelyn jälkeen	$min_{s,y}$	$(1 - \exp(-0.1 \cdot p_{s,y,1}/(1 - p_{s,y,1})) \cdot 0.5$	
Kontaminaation esiintyvyyden maksimi-arvo lihankäsittelyn jälkeen	$max_{s,y}$	$(1 - \exp(-7 \cdot p_{s,y,1}/(1 - p_{s,y,1})) \cdot 0.5$	
<b>Vähittäismyyni</b>			
Esiintyvyys elintarvike vaiheessa	$rp_{s,y,i}$	Binomial( $np_{s,y}, p_{s,y,i} \cdot sr$ )	$np_{s,y}$ : elintarvike-näytteiden lukumäärä
Elintarvike-testin herkkyys	$sr$	Beta(97.02,0.98)	
Kotimaisen tuotannon määrä eri lihakategoriassa	$D_{s,y}$	$F_s(D_{s,y}^{prod} \cdot B_{s,y} - E_{s,y})$	$D_{s,y}^{prod}$ : kotimainen tuotantomäärä kiloina $B_{s,y}$ : luuttoman lihan osuus $E_{s,y}$ : vientimäärä kiloina $F_s$ : lihakategorian osuus
Kontaminoituneen lihan kokonaismäärä	$D_{s,y}^{cont}$	$D_{s,y} \cdot p_{s,y,i}$	

**Pikamallin OpenBUGS koodi:****Model {**

```

for (source in 1:ns){
for (year in 1:ny){

# SLAUGHTERHOUSE
# Slaughter prevalence
lymphpos[source,year] ~ dbin(lymphpar[source,year],lymphN[source,year])
lymphpar [source,year] <- slaughpreva[source,year]*senstest[source]
slaughpreva[source,year] ~ dbeta(0.5,0.5) # dbeta(1,1)

# Cross contamination at slaughter:
# Resulting prevalence after cross contamination:
p.cc[source,year] <- 1-exp(-cc*slaughpreva[source,year]/(1-slaughpreva[source,year]))

# Cross contamination at meat processing:
pfin_s[source,year,1] <- p.cc[source,year]
pfin_s[source,year,2] <- p.cc[source,year]
pfin_s[source,year,3] <- step(pfin_s[source,year,1]-thres)*help.rep[source,year] +
(1-step(pfin_s[source,year,1]-thres))*pfin_s[source,year,1]
pfin_s[source,year,4] <- step(pfin_s[source,year,1]-thres)*help.rep[source,year]
+ (1-step(pfin_s[source,year,1]-thres))*0

help.rep[source,year] ~ dunif(minimp.rep[source,year],maximp.rep[source,year])
maximp.rep[source,year] <- (1-exp(-7*pfin_s[source,year,1]/(1-pfin_s[source,year,1])))*0.5
minimp.rep[source,year] <- (1-exp(-0.1*pfin_s[source,year,1]/(1-pfin_s[source,year,1])))*0.5

# RETAIL
# Retail prevalence
for(i in 1:4){

drfin[source,year,i] ~ dbin(ptestpos[source,year,i],
nrfin[source,year,i])

# Probability of positive test result
ptestpos[source,year,i] <- pfin_s[source,year,i] * ps

# Domestically produced meat in different categories
DC[source,year,i] <- FCAT[source,i]*total.DC[source,year]

# The amount of contaminated meat in the different categories [source, year, category]
cont.DC[source,year,i] <- pfin_s[source,year,i]*DC[source,year,i] # contaminated meat (kg)
}

# Total domestic production
total.DC[source,year] <- DC.prod[source,year]*bm[source] - export[source,year]

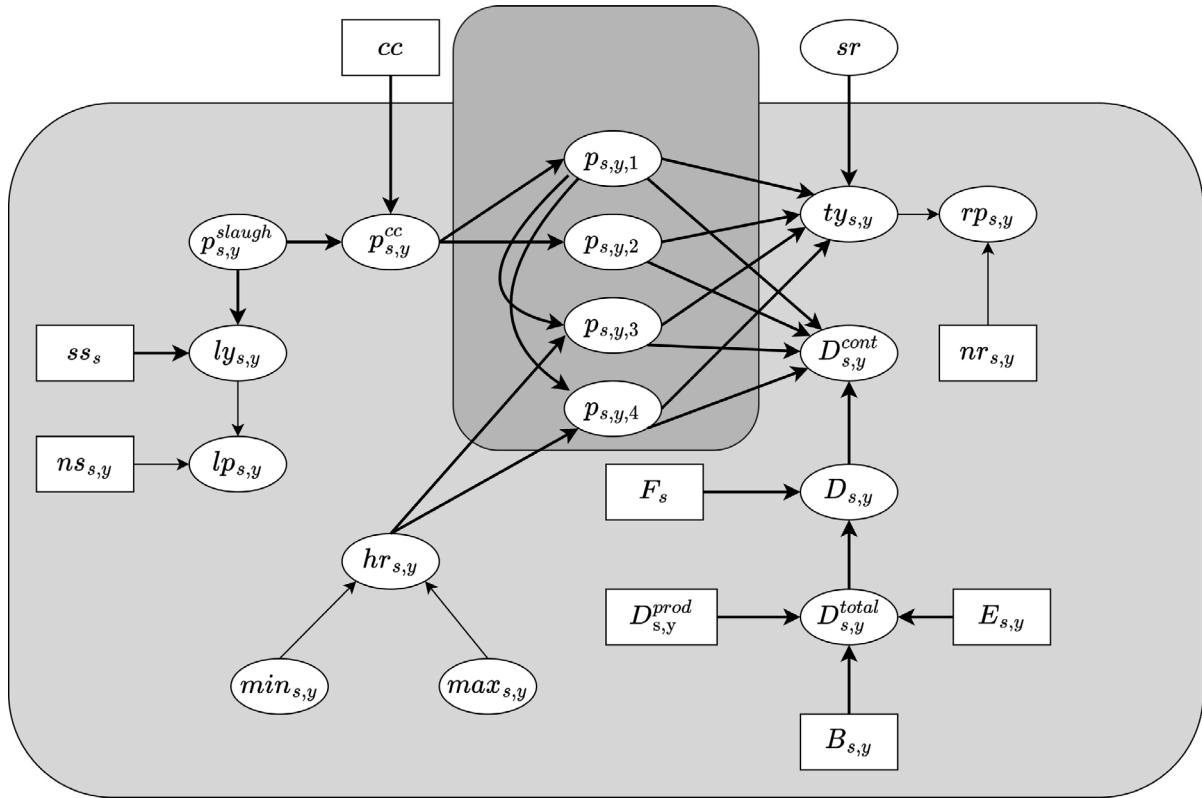
cont.DC.total[source,year] <- sum(cont.DC[source,year,])

```

```

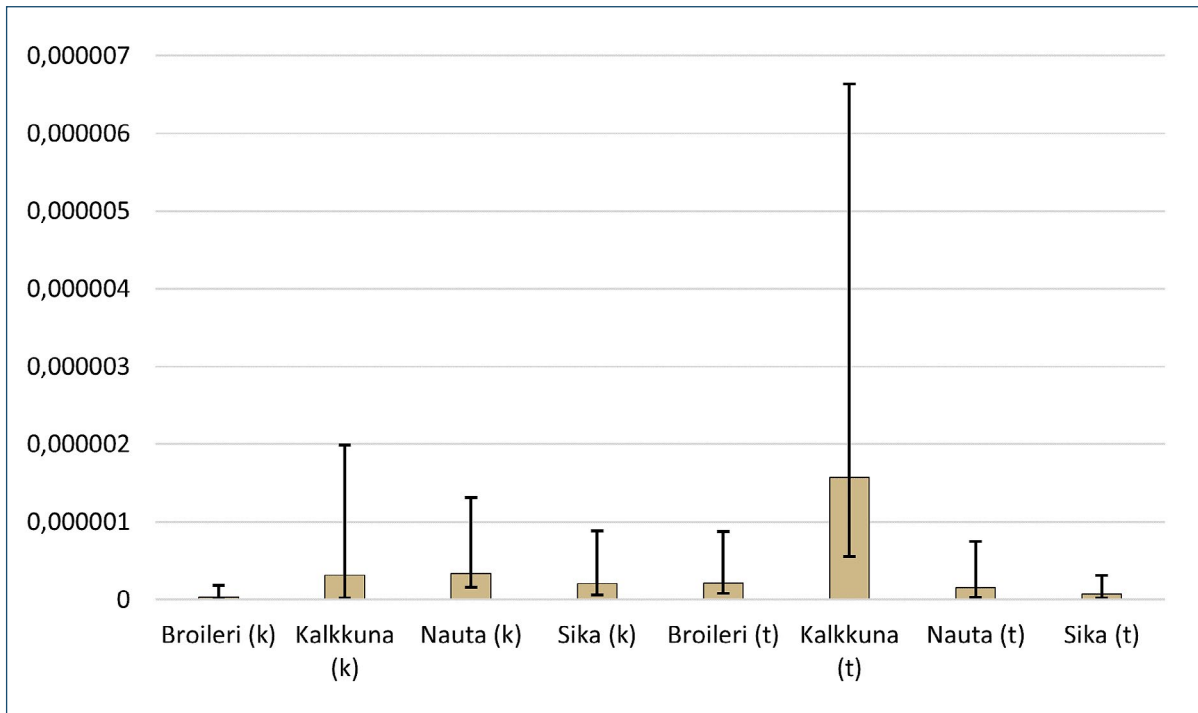
# Total amount of contaminated meat
p.cont.DC[source,year] <- cont.DC.total[source,year] / total.DC[source,year] # prevalence of that.
}}

ps ~ dbeta(97.02,0.98) # NEW prior for retail test sensitivity: Mean 0.97, std 0.01.
thres <- 0.01
cc <- 1+ 0.05
}
    
```

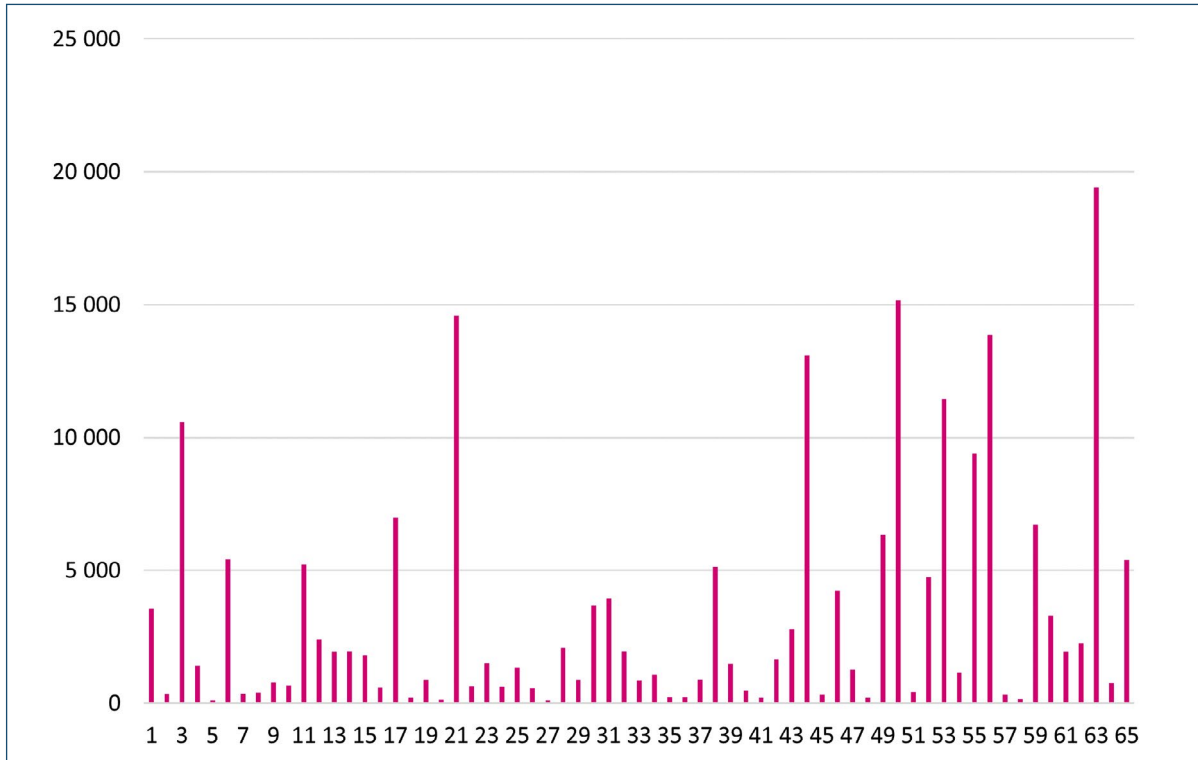


Kuva 11. Kaaviokuva Pikamallista.

## Liite 2. Elintarvikelähteiden ja serotyypin infektiivisyys



**Kuva 12.** Elintarvikelähteiden parametrit ( $q$ ) Lähdeluokittelumallilla arvioituna. Vaaleanruskeat palkit kuvaavat keskiarvoa ja mustat virhepalkit 95 % todennäköisyysvälejä. Malli arvioi salmonellan kykyä siirtyä eri elintarvikelähteistä ihmisiin ja tämän aineiston perusteella ulkomaista alkuperää olevasta kalkkunanlihasta tulisi mallin mukaan helpoimmin tartuntoja.



**Kuva 13.** Serotyyppien infektioisuus (type) lähdeluokittelumallilla arvioituna. Serotyyppien numerojärjestys on: (1) Diarizoane, (2) Aarhus, (3) Agona, (4) Albany, (5) Altona, (6) Anatum, (7) Bardo, (8) Benfica, (9) Berta, (10) Bispebjerg, (11) Bovismorbificans, (12) Brandenburg, (13) Bredeney, (14) Cerro, (15) Chester, (16) Coeln, (17) Corvallis, (18) Derby, (19) Dublin, (20) Eastbourne, (21) Enteritidis, (22) Goldcoast, (23) Hadar, (24) Haifa, (25) Havana, (26) Heidelberg, (27) Hessarek, (28) Houston, (29) Indiana, (30) Infantis, (31) Javiana, (32) Kapemba, (33) Kedougou, (34) Kentucky, (35) Kisarawe, (36) Konstanz, (37) Livingstone, (38) London, (39) Mbandaka, (40) Meleagridis, (41) Minnesota, (42) Montevideo, (43) Muenchen, (44) Newport, (45) Nuorikkala, (46) Panama, (47) Paratyphi B, (48) Paratyphi B var. Java, (49) Poona, (50) Reading, (51) Remo, (52) Rissen, (53) Saintpaul, (54) Schwarzengrund, (55) Senftenberg, (56) Stanley, (57) Stockholm, (58) Tennessee, (59) Thompson, (60) Typhimurium, (61) Uganda, (62) Umbilo, (63) Virchow, (64) Worthington, (65) Monofaasinen Typhimurium 1,4,5,12:i.

Mitä harvemmin tiettyä serotyyppiä on todettu tutkituissa tartuntalähteissä ja mitä useammin ihmisissä, sitä infektioisemmäksi malli serotyypin arvioi. Infektioisimmät serotyypit mallin mukaan ovat Virchow, Reading, Saintpaul ja Enteritidis. Vähiten infektioiset serotyypit taas ovat Altona, Eastbourne, Hessarek ja Tennessee.

### Liite 3. Tyypitystiedot ihmisistä, eläimistä ja elintarvikkeista eristetyistä salmonellakannoista vuosilta 2008–2020.

**Taulukko 7.** Ihmisten tilastoiduista, sporadisista ja kotimaassa saaduista salmonelloositartunnoista todetut serotyypit (kpl), jotka edustavat samoja tyyppisiä, kuin mitä on todettu tutkituissa tartuntalähteissä vuosina 2008–2020.

Ihminen	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Diarizonae	s.ssp.IIIb	2	3	1	0	1	3	2	2	2	4	0	4	2
2.*	Enterica	Aarhus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	Enterica	Agona	16	2	2	11	28	12	8	4	2	20	9	2	5
4.	Enterica	Albany	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5.*	Enterica	Altona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.	Enterica	Anatum	11	0	0	3	0	1	1	1	0	0	0	1	0
7.*	Enterica	Bardo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.*	Enterica	Benfica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	Enterica	Berta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10.	Enterica	Bispebjerg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11.	Enterica	Bovismorbificans	1	6	2	1	3	1	1	1	1	2	4	2	0
12.	Enterica	Brandenburg	0	1	1	0	3	1	1	1	1	0	0	1	1
13.	Enterica	Bredeney	0	0	2	0	4	6	1	1	0	0	0	0	0
14.	Enterica	Cerro	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15.	Enterica	Chester	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0
16.	Enterica	Coeln	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	1
17.	Enterica	Corvallis	2	2	3	1	2	6	1	1	2	0	0	0	0
18.	Enterica	Derby	2	2	0	0	0	2	0	0	0	5	0	1	0

Ihminen	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
19.	Enterica	Dublin	1	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0
20.	Enterica	Eastbourne	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
21.	Enterica	Enteritidis	41	43	20	29	77	30	33	41	62	48	33	36	24
22.	Enterica	Goldcoast	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0
23.	Enterica	Hadar	0	4	2	0	0	1	0	2	0	0	2	0	1
24.	Enterica	Haifa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
25.	Enterica	Havana	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0
26.	Enterica	Heidelberg	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
27.*	Enterica	Hessarek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.	Enterica	Houston	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.	Enterica	Indiana	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
30.	Enterica	Infantis	7	2	9	10	36	12	9	9	7	20	5	3	4
31.	Enterica	Javiana	0	0	2	0	1	3	1	3	3	0	0	0	1
32.	Enterica	Kapemba	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
33.	Enterica	Kedougou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
34.	Enterica	Kentucky	0	1	2	0	1	0	3	3	1	1	2	1	0
35.*	Enterica	Kisarawe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.	Enterica	Konstanz	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
37.	Enterica	Livingstone	1	0	1	0	0	3	1	0	1	0	1	0	3
38.	Enterica	London	2	0	2	2	6	0	0	0	0	0	0	1	1
39.	Enterica	Mbandaka	3	0	1	0	1	0	2	0	1	0	3	2	0

Ihminen	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
40.	Enterica	Meleagridis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41.	Enterica	Minnesota	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
42.	Enterica	Montevideo	1	4	3	3	2	3	3	2	3	0	1	3	1
43.	Enterica	Muenchen	1	0	2	3	1	0	2	2	1	0	0	2	2
44.	Enterica	Newport	12	10	8	6	7	11	9	9	5	9	27	4	3
45.*	Enterica	Nuorikkala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46.	Enterica	Panama	1	0	0	0	0	3	3	5	3	0	4	1	0
47.	Enterica	Paratyphi B	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48.*	Enterica	Paratyphi B var. Java	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49.	Enterica	Poona	14	14	8	5	2	2	3	1	1	2	0	3	1
50.	Enterica	Reading	25	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
51.*	Enterica	Remo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52.	Enterica	Rissen	2	3	1	2	3	3	0	0	0	2	1	0	0
53.	Enterica	Saintpaul	5	2	2	0	5	4	4	6	4	1	2	4	16
54.	Enterica	Schwarzengrund	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	1	2	0
55.	Enterica	Senftenberg	2	0	5	5	1	1	3	1	6	4	0	0	0
56.	Enterica	Stanley	9	6	7	1	3	1	6	6	6	6	2	4	10
57.*	Enterica	Stockholm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58.	Enterica	Tennessee	1	1	0	0	1	1	0	1	0	2	1	0	1
59.	Enterica	Thompson	3	2	12	3	5	9	6	0	4	3	4	0	0
60.	Enterica	Typhimurium	66	111	101	80	94	82	87	78	55	35	46	38	48

Ihminen	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
61.	Enterica	Uganda	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
62.	Enterica	Umbilo	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
63.	Enterica	Virchow	6	6	4	3	1	4	5	4	3	2	1	4	0
64.	Enterica	Worthington	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
65.	Enterica	1,4,5,12:i	7	5	5	35	27	17	24	24	22	54	23	25	28
<b>YHT.</b>			<b>247</b>	<b>235</b>	<b>213</b>	<b>210</b>	<b>318</b>	<b>232</b>	<b>224</b>	<b>215</b>	<b>203</b>	<b>229</b>	<b>176</b>	<b>149</b>	<b>158</b>

\*Ei ole todettu ihmisistä 2008–2020.

**Taulukko 8.** Kotimaisista alku- ja jatkotuotannon näytteistä todetut salmonellan serotyypit (kpl) ja vuosilta 2008–2020.

Broileri	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.*	Enterica	Albany	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	Enterica	Bredeney	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3.*	Enterica	Cerro	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4.	Enterica	Infantis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5.	Enterica	Livingstone	1	1	1	1	0	1	0	1	0	3	0	0	0
6.	Enterica	Montevideo	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.	Enterica	Tennessee	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8.	Enterica	Typhimurium	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
<b>YHT.</b>			<b>1</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

\*Löydetty vain tästä tutkitusta lähteestä.

Kalkkuna	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.*	Enterica	Poona	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2.	Enterica	Tennessee	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	Enterica	Typhimurium	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>YHT.</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

\*Löydetty vain tästä tutkitusta lähteestä.

Nauta	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Diarizonae	s.ssp.IIIb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
2.*	Enterica	Altona	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0
3.*	Enterica	Bispebjerg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.*	Enterica	Chester	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5.	Enterica	Coeln	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
6.	Enterica	Derby	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7.*	Enterica	Eastbourne	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
8.	Enterica	Enteritidis	1	0	1	1	1	2	2	1	4	0	4	7	3
9.	Enterica	Goldcoast	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.*	Enterica	Haifa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.	Enterica	Hessarek	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
12.	Enterica	Infantis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2
13.	Enterica	Kedougou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14.	Enterica	Kentucky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
15.*	Enterica	Konstanz	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	2

Nauta	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
16.	Enterica	Montevideo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.	Enterica	Muenchen	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18.	Enterica	Newport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
19.*	Enterica	Nuorikkala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20.	Enterica	Panama	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.*	Enterica	Senftenberg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
22.	Enterica	Tennessee	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
23.	Enterica	Typhimurium	8	6	10	14	14	8	10	13	5	4	15	9	10
24.*	Enterica	Umbilo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
25.	Enterica	1,4,5,12:i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>YHT.</b>			<b>11</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>22</b>

\*Löydetty vain tästä tutkitusta lähteestä.

Sika	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Enterica	Bovismorbificans	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2.	Enterica	Derby	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9	2	16	3
3.	Enterica	Enteritidis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2
4.	Enterica	Hessarek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5.	Enterica	Infantis	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6.*	Enterica	Kisarawe	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7.	Enterica	Mbandaka	0	0	0	0	0	1	1	0	3	1	0	0	1
8.	Enterica	Montevideo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2

Sika	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
9.*	Enterica	Stockholm	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10.	Enterica	Tennessee	0	18	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
11.	Enterica	Typhimurium	4	0	2	4	2	5	0	7	1	2	5	2	1
12.	Enterica	1,4,5,12:i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1
<b>YHT.</b>			<b>4</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>10</b>

\*Löydetty vain tästä tutkitusta lähteestä.

**Taulukko 9.** Kotimaisesta broilerin-, kalkkunan-, naudan- ja sianlihasta todetut salmonellan serotyypit (kpl) vuosilta 2008–2020.

Kalkkunanliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Enterica	Typhimurium	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Naudanliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Enterica	Enteritidis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2.	Enterica	Typhimurium	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Sianliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Enterica	Enteritidis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Taulukko 10.** Ulkomaisesta broilerin-, kalkkunan-, naudan- ja sianlihasta todetut salmonellan serotyypit (kpl) vuosilta 2008–2020.

Broilerinliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Enterica	Agona	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0
2.*	Enterica	Benfica	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	Enterica	Bredeney	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	Enterica	Enteritidis	4	4	0	0	0	3	1	6	1	2	2	4	1
5.	Enterica	Heidelberg	0	0	0	1	2	2	1	1	0	0	1	0	0
6.	Enterica	Indiana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7.	Enterica	Infantis	1	0	1	1	0	0	1	0	2	5	1	5	3
8.	Enterica	Javiana	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	Enterica	Kedougou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10.	Enterica	Kentucky	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
11.	Enterica	Minnesota	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.	Enterica	Newport	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
13.*	Enterica	Paratyphi B	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.*	Enterica	Paratyphi B var Java	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.	Enterica	Schwarzengrund	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
16.	Enterica	Stanley	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.	Enterica	Tennessee	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.	Enterica	Thompson	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0	0	0
19.	Enterica	Typhimurium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20.*	Enterica	Virchow	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Broilerinliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
21.	Enterica	1,4,5,12:i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>YHT.</b>			<b>7</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>6</b>

\*Löydetty vain tästä tutkitusta lähteestä.

Kalkkunanliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.*	Enterica	Aarhus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	Enterica	Agona	2	3	3	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0
3.*	Enterica	Anatum	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4.*	Enterica	Bardo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.*	Enterica	Berta	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6.	Enterica	Bredeney	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.*	Enterica	Corvallis	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	Enterica	Derby	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9.	Enterica	Enteritidis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10.*	Enterica	Hadar	4	6	0	0	4	2	0	0	0	1	0	0	0
11.	Enterica	Heidelberg	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.	Enterica	Indiana	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.	Enterica	Kentucky	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	2
14.	Enterica	Livingstone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15.	Enterica	Minnesota	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16.	Enterica	Newport	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.*	Enterica	Saintpaul	1	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0

Kalkkunanliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
18.	Enterica	Schwarzengrund	2	0	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0
19.	Enterica	Stanley	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.	Enterica	Typhimurium	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.*	Enterica	Worthington	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.	Enterica	1,4,5,12:i	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>YHT.</b>			<b>13</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

\*Löydetty vain tästä tutkitusta lähteestä.

Naudanliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Diarizonae	s.ssp.IIIb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2.	Enterica	Coeln	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3.	Enterica	Derby	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
4.*	Enterica	Dublin	0	0	0	1	0	2	0	1	0	2	4	1	0
5.	Enterica	Enteritidis	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
6.	Enterica	Goldcoast	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7.*	Enterica	Havana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
8.	Enterica	Infantis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
9.	Enterica	Javiana	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.	Enterica	Mbandaka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11.	Enterica	Meleagridis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
12.	Enterica	Montevideo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.	Enterica	Typhimurium	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0

Naudanliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
14.*	Enterica	Uganda	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.	Enterica	1,4,5,12:i	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0
<b>YHT.</b>			<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>7</b>

\*Löydetty vain rästä tutkitusta lähteestä.

Sianliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Diarizonae	s.ssp.IIIb	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	Enterica	Bovismorbificans	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3.*	Enterica	Brandenburg	1	0	0	0	2	0	0	0	1	3	1	2	3
4.	Enterica	Bredeney	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5.	Enterica	Derby	0	2	2	1	1	2	0	3	5	4	5	9	13
6.	Enterica	Goldcoast	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7.*	Enterica	Houston	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	Enterica	Infantis	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	1	1
9.*	Enterica	Kapemba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10.	Enterica	Kentucky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11.	Enterica	Livingstone	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
12.*	Enterica	London	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1
13.	Enterica	Meleagridis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14.	Enterica	Munchen	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
15.	Enterica	Panama	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
16.*	Enterica	Reading	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Sianliha	Subspecies	Serotype	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
17.*	Enterica	Remo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18.*	Enterica	Rissen	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
19.	Enterica	Typhimurium	6	7	2	4	6	8	1	9	7	8	2	4	6
20.	Enterica	1,4,5,12:i	0	2	1	1	4	3	2	5	5	12	14	9	10
<b>YHT.</b>			<b>8</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>27</b>	<b>38</b>

\*Löydetty vain tästä tutkitusta lähteestä.





# RUOKAVIRASTO

Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

---

Ruokaviraston tutkimuksia 6/2023  
ISSN 2490-1180  
ISBN 978-952-358-055-8 (pdf)