



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

Tutkimuksia  
**2/2024**

## **Riskinarviointi medium-kypsennettyjen jauhelihapihvien STEC-riskistä**





## **Riskinarviointi medium-kypsennettyjen jauhelihapihvien STEC-riskistä**





# Kuvailulehti

Julkaisija	Ruokavirasto
Tekijät	Petra Pasonen, Antti Mikkela, Suvi Joutsen, Saija Hallanvuo, Pirkko Tuominen
Julkaisun nimi	<b>Riskinarviointi medium-kypsennettyjen jauhelihapihvien STEC-riskistä</b>
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ruokaviraston tutkimuksia 2/2024
Julkaisuaika	Tammikuu 2024
ISBN PDF	978-952-358-057-2
ISSN PDF	2490-1180
Sivuja	33
Kieli	Suomi
Asiasanat	Jauheliha, EHEC, naudanliha, <i>Escherichia coli</i> , lihan pintojen poisto, puolikypsä
Kustantaja	Ruokavirasto
Taitto	Ruokavirasto, käyttäjäpalvelujen yksikkö
Julkaisun jakaja	Sähköinen versio: ruokavirasto.fi

## Tiivistelmä

Puoliraakoihin eli medium-paistettuihin jauhelihapihveihin liittyy riski mikrobiologisesta kontaminaatiosta, erityisesti shiga-toksiinia tuottavasta *Escherichia coli*- eli STEC-bakteerista, joka voi aiheuttaa mm. suolistotulehduksia. Riskinarvioinnin tavoitteena oli arvioida suomalaisesta naudanlihasta valmistettujen, ravitsemisliikkeissä tarjoiltujen medium-paistettujen jauhelihapihvien aiheuttamaa ruokamyrkytysriskiä ja samalla arvioida Ruokaviraston suositusta medium-jauhelihapihvien valmistuksesta. Suositukseen kuuluu mm. pintojen poistaminen lihasta ennen jauhamista jauhelihaksi ravitsemisliikkeen keittiössä.

Riskinarviontiin käytettiin sovellusta, joka perustuu bayesiläiseen tilastomalliin. Aineistona käytettiin mm. Ruokaviraston rekistereistä kerättyjä tietoja sekä hankkeen osana toteutettua kyselyä ravitsemisliikkeille. Ruokaviraston suosituksen arvioimiseksi tehtiin tutkimus, jossa selvitettiin, miten kokeellisesti kontaminoitujen naudanpaistien pinnasta siirtyy STEC-bakteereita lihan sisäosiin, kun pinnat leikataan pois.

Väestön riskiin sairastua vaikutti suuresti se, miten iso osa jauhelihapihveistä tarjoiltiin mediumina ja miten kuumaksi pihvit kuumennetaan. Tilanteessa, jossa pihveistä reilu kymmenesosa paistetaan medium-kypsäksi (sisälämpötila 55 °C), sairastumisia aiheutuisi noin 100/100 000 Suomessa asuvaa kohti vuodessa. Pintojen poistaminen riskinhallintakeinona toimi paisteilla tehtyjen kokeiden mukaan vain, jos kontaminaation määrä oli vähäinen. Silloinkin osaan tutkituista paisteista jäi STEC-bakteereita.

# Beskrivning

Utgivare	Livsmedelsverket
Författare	Petra Pasonen, Antti Mikkilä, Suvi Joutsen, Saija Hallanvuo, Pirkko Tuominen
Publikationens titel	<b>Riskbedömning av STEC för mediumstekta köttfärsbiffar</b>
Publikationsseriens namn och nummer	Livsmedelsverkets forskningsrapporter 2/2024
Utgivningsdatum	Januari 2024
ISBN PDF	978-952-358-057-2
ISSN PDF	2490-1180
Sidantal	33
Språk	Finska
Nyckelord	Malet kött, EHEC, nötkött, <i>Escherichia coli</i> , Bortagning av köttytor, halvkökt
Förläggare	Livsmedelsverket
Layout	Livsmedelsverket, enheten för interna stödtjänster
Distribution	Elektronisk version: livsmedelsverket.fi

## Referat

Mediumstekta eller blodiga köttfärsbiffar innebär en risk för mikrobiologisk kontamination, särskilt för shigatoxinproducerande *Escherichia coli* (STEC), som bland annat kan orsaka tarmsjukdomar. Syftet med riskbedömningen var att bedöma risken för matförgiftning orsakad av mediumstekta köttfärsbiffar gjorda av finskt nötkött serverade i förplägnadsrörelser, och samtidigt utvärdera Livsmedelsverkets rekommendation för tillredning av mediumstekta köttfärsbiffar. I rekommendationen ingår bl.a. att skära bort ytorna från köttet innan det mals till köttfärs i förplägnadsrörelses kök.

En applikation baserad på den bayesianska statistiska modellen användes för riskbedömningen. Materialet som användes inkluderar t.ex. uppgifter som samlats in från Livsmedelsverkets register och en enkät av förplägnadsrörelserna som genomförts som en del av projektet. För att utvärdera Livsmedelsverkets rekommendation genomfördes en undersökning där man utredde hur STEC-bakterier överförs från ytan av experimentellt förorenad nötkött till köttets inre delar när ytorna skärs bort.

Risken för att befolkningen skulle bli sjuk påverkades i hög grad av hur stor del av köttfärsbiffarna som serverades som medium och på hur mycket biffarna värms upp. I en situation där ungefär en tiondel av biffarna mediumstekts (innertemperatur 55 °C) skulle sjukdomar uppstå hos ungefär 100 per 100 000 personer som bor i Finland per år. Avlägsnande av ytorna som en metod för riskhantering fungerade endast enligt tester utförda med stekar om kontamineringen var låg. Även då fanns STEC-bakterier kvar i en del av de undersökta stekarna.

## Description

<b>Publisher</b>	Finnish Food Authority
<b>Authors</b>	Petra Pasonen, Antti Mikkilä, Suvi Joutsen, Saija Hallanvuo, Pirkko Tuominen
<b>Title of publication</b>	<b>Risk assessment of STEC in medium-cooked ground beef patties</b>
<b>Series and publication number</b>	Finnish Food Authority Research Reports 2/2024
<b>Publications date</b>	January 2024
<b>ISBN PDF</b>	978-952-358-057-2
<b>ISSN PDF</b>	2490-1180
<b>Pages</b>	33
<b>Language</b>	Finnish
<b>Keywords</b>	Minced meat, EHEC, beef, <i>Escherichia coli</i> , removal of meat surfaces, medium-done
<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

Medium-rare or medium-done ground beef patties are associated with the risk of microbiological contamination, especially from Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) bacteria, which can cause gastrointestinal infections. The objective of this risk assessment was to evaluate the food poisoning risk associated with medium-done ground beef patties made from Finnish beef and served in foodservice establishments. Simultaneously, the Finnish Food Authority's recommendation for preparing medium ground beef patties was assessed. The recommendation includes, among other things, the removal of surfaces from the meat before grinding it into ground beef in the kitchen of food service establishments.

The risk assessment used an application based on a Bayesian statistical model. The data included information collected from the Finnish Food Authority's registers and a survey conducted as part of the project for foodservice establishments. To evaluate the Finnish Food Authority's recommendation, a study was conducted to determine how STEC bacteria are transferred from the surface of experimentally contaminated roast beef to the inner parts of the meat when the surfaces are removed.

The risk of the population getting sick was greatly influenced by the proportion of ground beef patties served medium and how hot the patties were heated. In a situation where approximately a tenth of the patties were cooked medium (internal temperature 55°C), there would be 100 illnesses per 100,000 residents in Finland per year. Surface removal as a risk management measure only worked in those experiments with roasts when the level of contamination was low. Even then, some of the tested roasts still had STEC bacteria.

# Sisällys

---

<b>Lyhenteet ja termit</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Riskinarvioinnin tausta</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Vaaran tunnistaminen</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Vaaran kuvaaminen</b> .....	<b>14</b>
3.1 Annosvaste .....	15
<b>4 Altistuksen arviointi</b> .....	<b>17</b>
4.1 Aineisto ja menetelmät .....	17
4.1.1 STEC-bakteerin esiintyvyys suomalaisessa naudanlihassa .....	17
4.1.2 STEC-bakteerin pitoisuus suomalaisessa naudanlihassa.....	17
4.1.3 Siirtymäkokeet naudanpaisteilla .....	17
4.1.4 Kyselytutkimus ravitsemisliikkeille .....	18
4.1.5 Inaktivoituminen .....	19
4.1.6 Ristikontaminaatio .....	19
4.2 Tulokset.....	19
4.2.1 STEC-bakteerin esiintyvyys .....	19
4.2.2 Ravitsemisliikkeiden toiminta.....	19
4.2.3 Inaktivoituminen.....	20
4.2.4 Siirtymäkokeet naudanpaisteilla.....	20
<b>5 Riskin kuvaaminen</b> .....	<b>22</b>
5.1 Tulokset .....	22
5.2 Epävarmuudet .....	23
5.3 Muita naudanlihassa mahdollisesti olevia patogeeneja .....	24
5.3.1 Salmonella.....	24
5.3.2 <i>Listeria monocytogenes</i> .....	25
5.3.3 <i>Clostridium perfringens</i> .....	25
5.3.4 Yersiniat .....	25
5.3.5 Kampylobakteerit .....	26
5.3.6 Toksoplasma.....	26
<b>6 Yhteenvedo</b> .....	<b>27</b>
<b>7 Lähteet</b> .....	<b>28</b>
<b>Liite 1: Ravitsemisliikekyselyn tulokset</b> .....	<b>31</b>



## Lyhenteet ja termit

Tässä raportissa käytettyjen lyhenteiden ja termien selitykset.

Altistuksen arviointi	Elintarvikkeen tai muun merkittävän altistuslähteen kautta saatavien biologisten, kemiallisten tai fysikaalisten vaikuttavien aineiden tai tekijöiden todennäköisen saannin laadullinen ja/tai määrällinen arviointi.
Annosvasteen arviointi	Biologisten, kemiallisten tai fysikaalisten aineiden ja tekijöiden altistumisannoksen ja altistukseen liittyvien terveyshaittojen voimakkuuden ja/tai esiintymistiheyden välisen suhteen määrittäminen.
Antigeeni	Molekyyli, joka aiheuttaa elimistössä vasta-aineiden muodostumisen tai soluvälitteisen immuunivasteen.
$a_w$	Vesiaktiivisuus, vapaan veden määrä. Arvo voi olla välillä 0–1, jossa 1 tarkoittaa kaiken veden olevan käytettävissä ja 0 kaiken veden olevan sitoutunut esim. suolaan.
CI	Credible interval, (Bayesiläinen) todennäköisyysväli
Ct-arvo	Cycle threshold, arvo, joka kuvaa sitä, miten monta kertaa PCR-laitteen pitää monistaa tietty geeni, jotta se voidaan havaita.
EHEC	Enterohemorraaginen <i>Escherichia coli</i> .
EHEC-valvontaohjelma	Vuonna 2004 käynnistynyt ulostetutkimuksilla tehty <i>E. coli</i> O157:H7 -bakteereiden seuranta.
Ekstrapolointi	Kuvaajan jatkuman laskeminen havaintojen (mittaustulosten) ulkopuolelle.
<i>Escherichia coli</i>	Lämpökestoinen, nisäkkäiden suolistossa elävä kolibakteeri.
Esiintyvyys	Kontaminoituneiden elintarvikkeiden osuus koko tuotannosta.
Fakultatiivinen anaerobi	Mikro-organismi, joka voi elää sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa.
Gram-negatiivinen	Gramvärjäyksessä (bakteerien luokitteluun käytetty menetelmä) punaiseksi värjäytyvä bakteeri, jolla on tietynlainen solurakenne. Useat patogeenit ovat gram-negatiivisia.
HUS	Hemolyyttis-ureeminen oireyhtymä, akuutti munuaisten vajaatoiminta, eräs EHEC-infektion jälkitauti.
Inaktivaatio	Mikrobien tuhoutuminen esim. lämmön vaikutuksesta.
Indikaattoribakteeri	Yleensä harmittomia bakteereja, joita käytetään patogeenisten bakteerien esiintymisen sekä ulostesaastutuksen osoittamiseen.

Infektiivinen annos	Tartunta-annos, se määrä bakteereita, joka todennäköisesti johtaa sairastumiseen.
Infektiivisyys	Tartuttamiskyky.
Infektio	Tartunta, mikrobien pääsy elimistöön. Kaikki infektiot eivät kuitenkaan johda oireelliseen sairastumiseen.
Medium-pihvi	Puoliraa'aksi jätetty pihvi, sisälämpötila noin 55–65 °C.
Oiva	Elintarvikevalvonnan valvontatietojen julkistamisjärjestelmä.
Patogeeninen	Sairautta aiheuttava.
PCR	Polymerase chain reaction, polymeraasiketjureaktio; menetelmä, jolla voidaan monistaa DNA:ta tai RNA:ta.
Pmy	Pesäköitä muodostava yksikkö; bakteerisolun, joka pystyy monistumaan
Ravitsemisliike	Ruokaa maksua vastaan tarjoava liike (ravintola, kahvila, ruokala).
Riski	Elintarvikkeeseen liittyvän vaaran aiheuttaman terveydellisen vaikutuksen todennäköisyys ja voimakkuus.
Riskinarviointi	Tieteellinen prosessi, joka koostuu seuraavista neljästä vaiheesta: vaaran tunnistaminen, vaaran kuvaaminen, altistuksen arviointi ja riskin kuvaaminen. Riskinarviointi voi olla määrällinen (kvantitatiivinen) tai laadullinen (kvalitatiivinen) arviointi.
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 on otettu huomioon epävarmuustekijät.
Riskiryhmä	Ryhmä ihmisiä, joille tauti aiheuttaa muita vakavampia oireita ja seuraukset.
Reservuaari	Eläinpopulaatio, jossa (haitalliset) mikrobit säilyvät pitkäaikaisesti
Serotyyppi	Bakteerin pinnalla olevien pintarakenteiden perusteella tehtävä tietyn bakteerilajin luokittelu.
Shiga-toksiini	STEC-bakteerien erittämä toksini (myrkky), joka vastaa rakenteeltaan ja toiminnaltaan <i>Shigella dysenteriae</i> -bakteerin tuottamaa toksinia
STEC	Shiga-toksinen <i>E. coli</i> , kolibakteerin kanta, joka tuottaa shiga-toksiinia (shiga toxin-producing <i>E. coli</i> )
STEC-seurantaohjelma	Vuonna 2004 käynnistynyt, ruhon pintasivelyinä tehtävä sellaisten <i>E. coli</i> -bakteereiden seuranta, joilla on shiga-toksiinin muodostumiseen tarvittava stx1 tai stx2 -geeni.
TTP-syndrooma	Tromboottinen trombosytopeninen purppura, eräs EHEC-infektion jälkitauti

Verotoksiini	Apinan munuaisesta eristetyille vero-soluille myrkyllinen yhdiste; shiga-toksiini kuuluu verotoksiineihin
Vaara	Elintarvikkeessa oleva kemiallinen aine, fysikaalinen tai biologinen tekijä tai elintarvikkeen tila, joka saattaa vaikuttaa haitallisesti terveyteen.
Vaaran tunnistaminen	Sellaisten elintarvikkeessa tai elintarvikeryhmässä mahdollisesti esiintyvien biologisten, kemiallisten tai fysikaalisten vaikuttavien aineiden tai tekijöiden yksilöiminen, joilla saattaa olla terveydellisiä haittavaikutuksia.
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.
Zoonoosi	Tartuntatauti, joka voi levitä ihmisten ja eläinten välillä.

# 1 Riskinarvioinnin tausta

Puoliraakoina eli ns. mediumina tarjoitavat jauhelihapihvit ovat yleistyneet ravitsemisliikkeissä hampurilaisten suosion kasvun myötä. Medium-paistettuihin jauhelihapihveihin liittyy kuitenkin riski mikrobiologisesta kontaminaatiosta. Erityisesti jauhelihapihveihin on yhdistetty shiga-toksiinia eli shiga-myrkkyä tuottavan *Escherichia coli* eli STEC-bakteerin aiheuttamia sairastumisia. Maailmanlaajuisesti medium-paistetut jauhelihapihvit on yhdistetty useisiin elintarvikevälikkeisiin epidemioihin (Bell ym. 1994; Doorduyn ym. 2006; Riley ym. 1983). Myös Suomessa on epäilty, että kotikeittiössä valmistetut jauhelihapihvit ovat toimineet välittäjäelintarvikkeena STEC-tartunnoissa (THL 2021a).

*E. coli* -bakteerit ovat yleisiä ihmisen ja tasalämpöisten eläinten suolistobakteereita. Ne voivat siirtyä lihaan ja elimiin ristikontaminaationa teurastuksen yhteydessä ja siten ruoan (tai juoman) välityksellä ihmisiin ja eläimiin. *E. coli* -bakteerit ovat useimmiten vaarattomia, mutta shiga-toksiinia tuottavat kannat voivat aiheuttaa vakavan taudin kuten veriripulin tai hemolyttis-uremisen oireyhtymän (HUS). Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto (EFSA) on määritellyt kaikki shiga-toksiinia tuottavat *E. coli* -bakteerit ihmisille patogeenisiksi. Naudanliha ja siitä saatavat tuotteet ovat yleisimpiä STEC-epidemioiden tai ruokamyrkytysten aiheuttajia (EFSA ym. 2020).

STEC-bakteerit voivat esiintyä vain lihan pinnalla, ne eivät kykene tunkeutumaan syvemmälle lihan kudoksen sisään (Auty ym. 2005) ja tuhoutuvat kokolihaa paistettaessa kuumuuden vaikutuksesta. Jauhelihaa jauhettaessa bakteerit taas sekoittuvat lihan pinnalta myös syvemmälle jauhelihaan sisään. Kun jauhelihapihvi jätetään mediumiksi, pihvi ei kuumene läpikotaisin riittävän kuumaksi eivätkä bakteerit tuhoudu sen sisältä. Medium-jauhelihapihville ei ole olemassa yksiselitteistä määritelmää, mutta useimmiten sisälämpötilan mainitaan olevan noin 55–65 °C (Pesciaroli ym. 2019; Røssvoll ym. 2014).

**Ruokavirasto suosittelee**, että ravitsemisliikkeiden tulisi paistaa jauhelihapihvit läpikypsiksi. Asiakkaan pyynnöstä voidaan kuitenkin tarjota jauhelihapihvi myös medium-kypsennettynä. Tällöin tarjottavan lihan tulee olla tuoretta ja laadukasta. Ruokaviraston suosituksen mukaan ravitsemisliikkeessä jauhelihaa valmistettaessa lihapalasta tulisi leikata pintaosat pois ja käyttää jauhelihaan vain sisäosat. Vaihtoehtoisesti pinnat voidaan myös kypsentää ennen pintojen poisleikkausta. Liha tulisi jauhaa ja käyttää välittömästi pintojen poisleikkaamisen jälkeen (Ruokavirasto 2023a). Lisäksi Ruokavirasto suosittelee tutkimaan jauhelihasta STEC- ja salmonella -bakteerit ja ottamaan pintapuhtausnäytteitä tuotteiden kanssa suoraan kosketukseen joutuvilta pinnoilta (Ruokavirasto 2020). Elintarvikevalvontaviranomaiset arvioivat Oiva-järjestelmässä, miten elintarvikealan yritykset noudattavat mm. näitä suosituksia ja elintarvikealan lainsäädäntöä. Yrityskohtaiset tarkastustulokset julkaistaan hymynaamoin Oiva-raporteissa.

Vastaava suositus on käytössä myös muiden maiden elintarviketurvallisuudesta vastaavilla viranomaisilla. Esimerkiksi Iso-Britanniassa suositellaan, että lihan pinnat paistetaan ensin ja poistetaan STEC-riskin pienentämiseksi (FSA 2020). Myös Ruotsissa on ollut mahdollista

valmistaa medium-paistettuja hampurilaisia pintojen kontaminaatiota vähentämällä (Andersson ym. 2019). Tietääksemme lihan pintojen poiston vaikutuksesta valmiin jauhelihapihvin bakteerimääriin ei ole kuitenkaan julkaistu.

Tämän riskinarvioinnin tavoitteena oli arvioida suomalaisesta naudanlihasta valmistettujen puoliraakojen eli ns. medium-paistettujen jauhelihapihvien aiheuttamaa ruokamyrkytysriskiä. Raaka-aineeksi rajattiin naudanliha, mutta tuloksia voi soveltaa myös esim. riistan- tai lampaanlihaan. Pääpaino on medium-pihvien STEC-bakteerien aiheuttamassa terveysriskissä, joskin raportissa käsitellään lyhyesti myös muita lihassa mahdollisesti esiintyviä mikrobiologisia vaaroja, kuten esim. salmonella, kampylobakteeri ja yersinia.

## 2 Vaaran tunnistaminen

---

*E. coli* on gram-negatiivinen, fakultatiivisesti anaerobinen (eli sekä hapellisissa että hapettomissa oloissa kasvamaan kykenevä) bakteeri. *E. coli* -bakteeria tavataan yleisesti tasalämpöisten eläinten, myös ihmisten, suolistossa. Tavallisesti *E. coli* -bakteeri on kantajalleen harmiton. *E. coli* -bakteerilla on kuitenkin kantoja, jotka voivat aiheuttaa sairautta ihmisellä. Eräitä näistä kannoista ovat STEC-bakteerit.

STEC-bakteerit voivat aiheuttaa suolistotulehduksia. Ne ovat zoonoottisia, eli ihmisen ja eläimen välillä leviäviä bakteereita. STEC-bakteereista käytetään myös nimityksiä EHEC (enterohemorraginen *E. coli*) ja VTEC (verotoksiinia tuottava *E. coli*). Nimitykset eroavat toisistaan siten, että EHEC on STEC-bakteeri, jonka verotoksiineihin kuuluva shiga-toksiini aiheuttaa ihmisessä sairauden.

Tasalämpöiset kasvissyöjät, kuten naudat ja muut märehijät ovat STEC-bakteerien tärkeimpiä reservuaareja (varantoja). STEC-bakteerit elävät nautojen suolistossa, mutta naudat ovat yleensä oireettomia kantajia (Paton ja Paton 1998). Naudanlihaan STEC-bakteereita voi siirtyä teurastuksen yhteydessä. Leviämistä voidaan ehkäistä hyvällä teurastushygienialla (Koochmarai ym. 2005).

STEC-bakteeria seurattiin nautateurastamoissa ns. EHEC-valvontaohjelman avulla vuodesta 2004 alkaen, jolloin seurattiin ainoastaan *E. coli* O157:H7 -bakteereiden esiintymistä ulosteessa. Nykyisin tilannetta seurataan ns. STEC-seurantaohjelmalla ruhojen pintasivelyinä maa- ja metsätalousministeriön zoonooseista antaman asetuksen (316/2021) mukaan. Asetuksessa STEC-bakteeri on määritelty *E. coli* -bakteeriksi, jolla on shiga-toksiinin (Stx1 tai Stx2) muodostamiseen tarvittava geeni. Vuonna 2022 pintasivelynäytteistä 77/521 (14,8 %) oli positiivisia (Ruokavirasto 2023b) Vuonna 2021 positiivisia oli 48/358 (13,4 %) (Ruokavirasto 2022). Ulostenäytteenotossa serotyypin O157 STEC positiivisten osuus vaihteli välillä 0,3–3,2 % vuosina 2011–2019 (taulukko 1). Serotyypin O157 STEC-positiivisten nautojen määrä on ollut nouseva seurantajakson 2011–2020 aikana (Raulo ym. 2023).

**Taulukko 1.** Tutkittujen ja positiiviseksi todettujen (O157:H7) teurasnautojen määrä vuosittain.

Lähde: Ruokaviraston tilastot

Vuosi	Testattuja nautoja	EHEC-pos. nautoja	% pos.
2011	1 501	5	0,3
2012	1 550	28	1,8
2013	1 559	33	2,1
2014	1 545	40	2,6
2015	626	18	2,9
2016	624	13	2,1
2017	624	9	1,4
2018	622	18	2,9
2019	651	21	3,2
2020	574	16	2,8

Naudanlihaa pidetään yhtenä tärkeimmistä STEC-tartuntalähteistä. Muita STEC-bakteerien aiheuttamiin epidemioihin usein yhdistettyjä elintarvikkeita ovat maitotuotteet, vesi ja vihannekset. STEC-kontaminaatio on aina ulosteperäinen ja bakteerit leviävät uloste-suureittia. STEC-bakteerin esiintymiseen vihanneksissa liittyy yleensä kasteluveden saastuminen. STEC voi myös tarttua suoraan eläimestä tai ympäristöstä ihmiseen tai ihmisestä toiseen (EFSA ym. 2020). Tartuntaan liittyy yleensä puutteellinen käsihygienia. Noin puolet STEC-tartunnoista on elintarvikevälikkeisiä (WHO ja FAO 2018).

Tautien haitallisuutta ihmiselle verrataan toisiinsa niiden aiheuttaman tautitaakan avulla. Tautitaakkaa kuvataan haittapainotettujen elinvuosien menetyksen kautta (disability-adjusted life years, DALY). Yksi DALY kuvaa yhtä menetettyä elinvuotta. Se ottaa paremmin huomioon sairauden haitat kuin pelkät tapausmäärät. Elintarvikevälikkeinen STEC aiheuttaa globaalisti vajaan 13 000 DALYn suuruisen tautitaakan. Suomessa tautitaakka on 0,96–1,2 DALYä / 100 000 asukasta (Hald ym. 2016).

STEC ei ole erityisen lämmönkestävä. Riittävänä kuumennuksena pidetään 70 °C kahden minuutin ajan. On kuitenkin mahdollista, että osa STEC-kannoista on tätä lämmönkestävämpiä (Stringer ym. 2000). Elintarvikkeen suuri rasvapitoisuus lisää STEC-bakteerin lämmönkestävyyttä (Line 1991). Lämmönkestävyyteen vaikuttavat myös bakteerien olosuhteet ennen kuumennusta. Esimerkiksi pakastus ennen paistamista lisäsi STEC-bakteerien lämmönsietokykyä (Jackson ym. 1996). STEC ei kasva jääkaappilämpötiloissa, mutta säilyy niissä elinkykyisenä. STEC-bakteerit pystyvät kasvamaan noin 10 °C lämpötilassa, joskin on myös kantoja, jotka kasvavat jo noin 8 °C lämpötilassa. Tämän kylmemmässä kasvua ei kuitenkaan tapahdu (Palumbo ym. 1995). Liha tulisi kasvun estämiseksi säilyttää koko tuotantoketjun läpi korkeintaan 4–7 °C lämpötilassa (MMM asetus 898/1988). STEC-bakteerit eivät ole järin suolan kestäviä, mutta voivat kasvaa vielä noin  $a_w$  0,95:ssä (Salter ym. 2000). Sen sijaan ne kestävätkin erityisen hyvin happamia olosuhteita (Conner ja Kotrola 1995).

### 3 Vaaran kuvaaminen

---

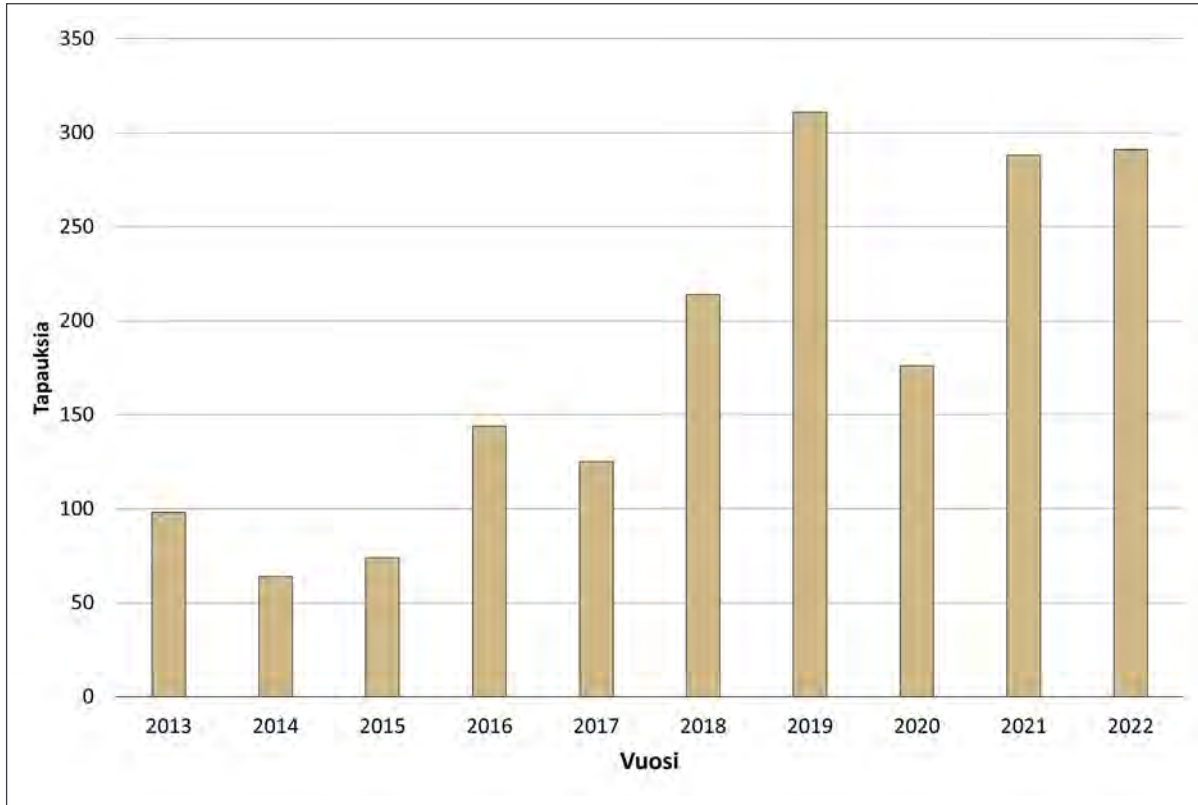
STEC-bakteerit aiheuttavat ripulia tai veristä ripulia ja mahakipuja, jotka johtuvat sen erittämästä myrkyllisestä shiga-toksiinista. STEC-bakteerin erittämiä shiga-toksiineja on kahta päätyyppiä: Stx1 ja Stx2 (Farrokh ym. 2012). Altistumisesta oireiden alkuun menee tyypillisesti noin 3–4 päivää (Bell ym. 1994). Oireet alkavat yleensä 1–3 päivää kestäväällä vetisellä ripulilla, joka osalla sairastuneista muuttuu muutaman päivän jälkeen veriseksi (Karch ym. 2005). Sairastunut aikuinen erittää bakteeria ulosteessaan tyypillisesti noin viikon. Lapsilla erityis voi kestää kuitenkin pidempään, jopa useita viikkoja (THL 2019). Osa sairastuneista saa jälkitautina hemolyyttis-ureemisen oireyhtymän (HUS), jossa punasolut hajoavat, verihiutaleiden määrä vähenee ja munuaisten toiminta heikkenee. HUS-riskiryhminä pidetään lapsia ja vanhuksia, mutta myös aikuiset voivat saada sen. STEC-infektio voi johtaa myös tromboottiseen trombosytopeeniseen purppurasairauteen (TTP-syndrooma), jonka oireet muistuttavat HUS:ia, mutta on pääasiassa aikuisten tauti. (Paton ja Paton 1998) HUS kehittyy noin 15 %:lle EHEC-infektion saaneista lapsista (Wong ym. 2000). STEC-tartuntoja esiintyy niin ihmisillä kuin naudoillakin enemmän kesällä kuin talvella (Chapman ym. 1997; zoonosikeskus 2023).

STEC-bakteereita on useita alatyyppejä, joista vain osa kykenee aiheuttamaan taudin ihmisellä. Jotta STEC voi aiheuttaa sairautta, sen pitää ensin pystyä kiinnittymään suolen pinnan soluihin, monistumaan ja tuottamaan shiga-toksiinia. Niitä virulenssitekijöitä, jotka tekevät STEC-bakteerista tartuntakykyisen ihmiselle, ei kuitenkaan täysin tunneta. Tartuntakyvyn määrittäminen on haastavaa, sillä ainakin osa tekijöistä on ns. liikkuvia, eli ne voivat siirtyä bakteerista toiseen ja siten saman serotyypin toinen bakteeri saattaa aiheuttaa sairautta ihmisellä ja toinen ei (Gómez Duarte ja Kaper 1995). Nykyisin STEC-bakteeria pidetään patogeenisena, mikäli siltä löytyy geeni, joka tuottaa jompaakumpaa shiga-toksiinia (Stx1 tai Stx2). Stx2 on yhdistetty useammin vakavampiin tautimuotoihin. Aikaisemmin ajateltiin, että ollakseen tartuntakykyinen, STEC-bakteerilla pitäisi olla myös eae-geeni, jonka tuottaman proteiinin avulla STEC pystyy tarttumaan suolen pinnan soluihin. Eae-geeni ei ole sairauden puhkeamiselle välttämätön, mutta sen läsnäolo voi liittyä vakavampiin tautimuotoihin (EFSA ym. 2020).

STEC-bakteereita tyypitetään myös eräiden bakteerin pintarakenteiden eli ns. O- ja H-antigeenien avulla. Erityisesti serotyyppi O157:H7 on aiheuttanut paljon sairastumisia. Serotyypistä yksinään ei kuitenkaan pysty päättämään taudinaiheutuskykyä (WHO ja FAO 2018).

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen mukaan ihmisillä on vuosien 2013–2022 aikana todettu vuosittain 64–311 tartuntaa (kuva 1) (THL 2023). Yleisimmät serotyypit ovat viime vuosina olleet O103, O157, O26, ja O63 (THL 2021b). EHEC-tapausten määrä on ollut Suomessa kasvussa viime vuosina, joskin kasvu selittyy ainakin osittain diagnostiikan muutoksilla. (Raulo ym. 2023). Tam ym. (2012) tutkimuksen mukaan todellisia STEC O157 tapauksia oli noin seitsemänkertaisesti verrattuna kansalliseen rekisteriin päätyneisiin tapauksiin. Tämän arvion perusteella Suomessa olisi vuosien 2013–2022 aikana ollut vuosittain 474–2301 EHEC-tapausta.





Kuva 1. Suomessa viimeisen kymmenen vuoden aikana raportoidut EHEC-tapaukset. (THL 2023)

### 3.1 Annosvaste

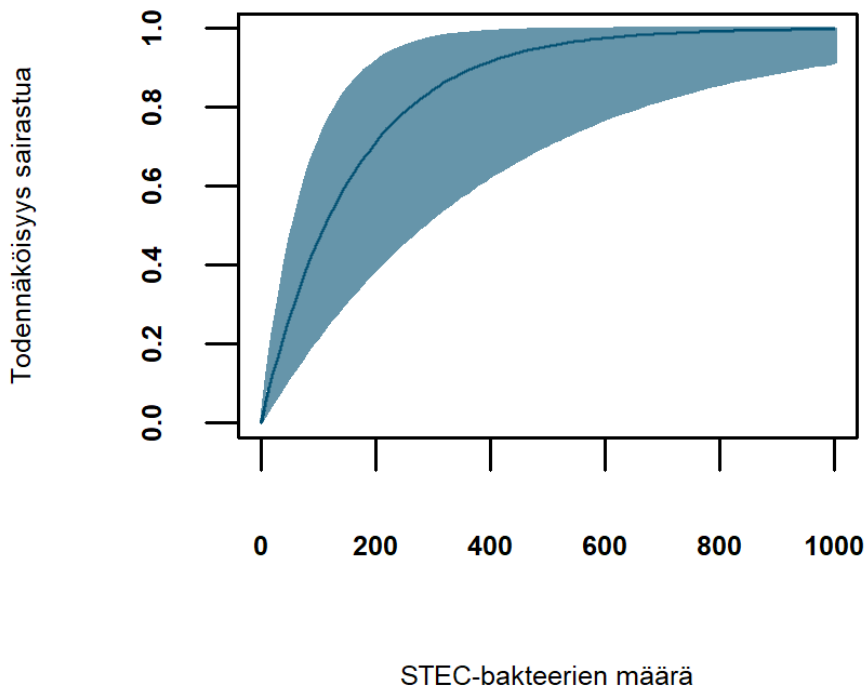
STEC-bakteeri on tartuntakykyinen jo hyvin pieninä annoksina: alle 100 bakteerin on todettu aiheuttaneen sairastumisia (Karch ym. 2005). Sairastumiseen tarvittavan bakteerimäärän suuruutta ei pystytä tutkimaan vapaaehtoisilla vakavien jälkitautien takia. Sen takia tietämys STEC-bakteerin infektiivisyydestä perustuu lähinnä havaintoihin elintarvikevälikteisistä epidemioista.

Bakteerin todennäköisyys aiheuttaa sairautta riippuu siitä, miten suuri määrä (annos) bakteereita syödään. Kykyä aiheuttaa sairaus voidaan kuvata matemaattisesti annosvasteen avulla. Annosvaste kytkee syödyn mikrobimäärän todennäköisyyteen saada tartunta. Yksinkertaisin annosvaste on eksponentiaalinen malli (1), joka olettaa, että jo yhdellä bakteerilla on mahdollisuus aiheuttaa sairastuminen. (FAO ja WHO 2021)

$$P_{inf} = 1 - e^{-rD}, \quad (1)$$

jossa  $P_{inf}$  on todennäköisyys sairastua,  $r$  on vakio ja  $D$  on keskimääräinen annos (pmy)

STEC-bakteerille on määritetty annosvaste Japanissa tapahtuneen epidemian pohjalta. Kouluruokailussa 828 oppilasta ja 43 opettajaa altistuivat STEC O157:H7 -bakteerille. Ruokalassa annettiin kaikille vakiokokoiset annokset, joista pystyttiin määrittämään STEC-pitoisuus. Tästä voitiin laskea, että oppilaat saivat keskimäärin 31 ja opettajat 35 pesäkettä muodostavaa yksikköä (pmy) STEC-bakteeria ruoka-annoksistaan. Lapsista 208:lla ja aikuisista seitsemällä todettiin STEC-tartunta. (Teunis ym. 2004). Epidemian aiheuttaneen kannan arvioitiin olevan tavallista tartunnanaiheuttamiskykyisempi. Bakteerimäärän suhde tartunnan todennäköisyyteen on esitetty kuvassa 2. Oireelliseen tautiin sairastuneiden osuus tartunnan saaneista arvioitiin kirjallisuudessa raportoidun kampylobakteeriin perustuvan aineiston avulla (Black ym. 1988).



**Kuva 2.** Arvioinnissa käytetty annosvastemalli aikuisväestölle. Sininen alue kuvaa 95 % todennäköisyyttä ja sininen viiva keskiarvoa.

## 4 Altistuksen arviointi

Altistuksen arvioinnin tavoitteena oli määrittää, kuinka suuri annos STEC-bakteereja saadaan ravitsemisliikkeissä tarjoillusta suomalaista alkuperää olevasta naudanjauhelihapihvistä, joka on 1) valmistettu täysin kypsäksi ja 2) jätetty sisältä mediumiksi. Sen lisäksi 3) arvioitiin Ruokaviraston suosituksen tehokkuutta, eli miten paljon lihapinnan poistaminen ennen jauhamista vähentää medium-jauhelihapihvin aiheuttamaa tautiriskiä.

### 4.1 Aineisto ja menetelmät

#### 4.1.1 STEC-bakteerin esiintyvyys suomalaisessa naudanlihassa

STEC-bakteerin esiintyvyyttä naudanlihassa tai jauhelihassa on tutkittu paikallisesti pienin näytemäärin, mutta valtakunnallista tutkimusta ei ole tehty. Sen vuoksi lähtökohdaksi otettiin teuraseläinnäytteet, jotka kuvaavat ruhojen STEC-kontaminaatiopainetta teurastamoissa. Suomalaisessa naudanlihan elintarvikeketjussa STEC-seuranta toteutetaan nykyisin teurastamossa ruhojen pintasivelynäytteenä ja aiemmin ulostenäytteenä. Esiintyvyystietojen osalta hyödynnettiin Suomen STEC-seurantaohjelmassa kerättyjä tietoja naudoista. Teurasnäytteiden tulokset STEC-löydöksistä vuosilta 2020–2022 on esitetty taulukossa 2. Tässä riskinarvioinnissa on käytetty vuoden 2022 tietoja.

**Taulukko 2.** Tutkittujen ja positiiviseksi todettujen teurasnautojen määrä vuosittain.

Lähde: Ruokavirasto (2023a; 2022)

Vuosi	Testattuja naudanruhoja	EHEC-pos. ruhoja	% pos.
2022	521	77	14,8
2021 <sup>1</sup>	358	48	13,4
2020 <sup>2</sup>	85	9	11

<sup>1</sup> Ulostenäytteistä tehtävä EHEC-valvontaohjelma muuttui ruhojen pinnasta tehtävään seurantaohjelmaan huhtikuussa 2021.

<sup>2</sup> Tulokset tutkimusprojektista, jossa selvitettiin uudistettavan seurantaohjelman näytteenottoa.

#### 4.1.2 STEC-bakteerin pitoisuus suomalaisessa naudanlihassa

Aineistoa STEC-bakteerin pitoisuuksista suomalaisessa naudanlihassa tai jauhelihassa ei ole saatavilla, koska määritykset tehdään yleisesti laadullisesti eikä määrällisesti.

Altistuksen arvioimista varten pyydettiin asiantuntijalta arvio, jonka mukaan pitoisuus kotimaisessa lihassa on yleisesti noin 10–15 pmy/25 g, joskin silloin tällöin tavataan myös 100 pmy/25 g:n pitoisuuksia. (Hallanvuo 2023)

#### 4.1.3 Siirtymäkokeet naudanpaisteilla

Ruokaviraston suosituksen arvioimiseksi naudanpaisteilla tehtiin siirtymäkoee, jossa STEC-bakteerilla kontaminoitujen naudanpaistien pinnat poistettiin leikkaamalla ja sisäpintaan siirtyvien bakteerin määrä määritettiin. Koe pyrittiin suorittamaan niin, että se kuvaisi jauhelihan valmistustilannetta ravintolan keittiössä, jossa noudatetaan Ruokaviraston suositusta. Tutkimuksessa käytettiin kotimaisia naudanpaistipaloja (á 400–600 g),

jotka tutkittiin ennen koetta pintasivelynäytteinä lihassa valmiiksi esiintyvän STEC-kontaminaation varalta. Negatiiviseksi todettujen lihapalojen yläpuoliselle pinnalle lisättiin STEC-bakteerikantaa FIXT-1022 (O157:H7, ST 11, *stx2c*, *eae*; eristetty aiemmin naudan jauhelihapihvistä). STEC-kontaminoituja lihoja valmistettiin rinnakkaisnäytteinä 11 kpl bakteerin lisäystrasolla 11 pmy, 15 kpl lisäystrasolla 150 pmy, sekä 10 kpl lisäystrasolla 1000 pmy. Lisäksi negatiivisiksi kontroleiksi varatiin paistipaloja, joihin ei tehty bakteerilisäystä. Paistipalat säilytettiin yön yli jääkaapissa ennen lihojen leikkaamista ja testinäytteiden ottoa.

Lihapalat leikattiin puhtailla muovisilla näytekohtaisilla alustoilla (kontaminoidun kohdan sijaintia alustalla vaihdellen). Lihan ulkopinnat leikattiin kertaalleen. Kontaminoitu kohta leikattiin ensimmäisenä ja se toimi lähtötason kontaminaation vertailunäytteenä. Ulkopintojen leikkaamisen jälkeen sisemmästä osasta leikattiin pintapalat kontaminaation siirtymistä mittaavaksi näytteeksi. Negatiiviset kontrollinäytteet käsiteltiin kuten kontaminoidut näytteet.

Näytelihat pilkottiin, sekoitettiin ja pilkotusta lihasta otettiin tutkimuksiin 2 x 25 g testinäytettä. Testinäytteet analysoitiin ISO/TS 13136 mukaisesti (menetelmä Evira 3576A) PCR-tutkimuksella (polymerase chain reaction, polymeraasiketjureaktio). Testiannokset inkuboitiin BPW (buffered peptone water) -rikastusliemessä 37 °C lämpötilassa 19 h. Rikastusliemestä 100 µl käsiteltiin VirX-testikitin (iQ-Check STEC kit, Bio-Rad, Marnes-la-Coquette, France) ohjeen mukaan ja näytteet seulottiin reaaliaika-PCR-ajossa *stx*-geenien varalta. Lihan lähtötason kontaminaation vertailunäytteet ja sisemmän osan näytteet analysoitiin samassa PCR-ajossa Ct-arvojen (havaintokynnyksen ylittävä syklin arvo) vertailun mahdollistamiseksi.

#### 4.1.4 Kyselytutkimus ravitsemisliikkeille

Koska ei ole tietoa siitä, miten paljon ravitsemisliikkeet tarjoilevat medium-jauhelihapihvejä ja miten ne valmistetaan niiden keittiöissä, ravitsemisliikkeille tehtiin kyselytutkimus tarjoilumääristä ja valmistustavoista. Lisäksi kysyttiin mielipiteitä Ruokaviraston suosituksesta jauhelihapihvien valmistuksesta.

Kyselyyn vastattiin anonymisti internetissä avoimen linkin kautta. Kysely jaeltiin Matkailu- ja Ravintolapalvelut MaRa ry:n uutiskirjeen kautta, suoraan ravintolaketjuille sekä eat.fi-sivuston kautta löytyville ravitsemisliikkeille, jotka tarjoilevat hampurilaisia Helsingin, Espoon, Tampereen, Vantaan, Oulun, Turun, Kuopion, Lahden, Lappeenrannan, Hämeenlinnan ja Vaasan alueilla. Kysely oli saatavilla suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi. Vastausaika oli 13.1.–30.4.2023. Vastauksia saatiin 27. Osa kysymyksistä aukesi vastattavaksi vasta, kun tietty vaihtoehto oli valittu. Kyselyssä ei ollut pakollisia kysymyksiä, minkä takia vastaajamäärät voivat kysymyskohtaisesti vaihdella.

Kyselyn tarkemmat tulokset on esitetty liitteessä 1.

Kulutustietoja varten ravitsemisliikkeiltä kysyttiin niiden kuukaudessa myymä jauhelihapihvien määrä kilogrammoina ja myytyjen pihvien koko. Myyty pihvien massa skaalattiin koko Suomelle, jolloin saatiin arvio koko Suomessa ravitsemisliikkeissä syötyjen jauhelihapihvien määrälle.

#### 4.1.5 Inaktivoituminen

Elintarvikkeen kuumennuksen aikana tapahtuvan bakteerien tuhoutumisen eli inaktivoitumisen arviointiin käytettiin Weibull-mallia (2):

$$\text{Weibull: } \text{Log}(N_t) = \text{Log}(N_0) - \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta, \quad (2)$$

jossa  $t$  on kuumennuksen kesto minuuteissa,  $N_0$  on bakteerien lukumäärä lähtöhetkellä ja  $N_t$  on bakteerien lukumäärä ajanhetkellä  $t$ . Parametrit  $\alpha$  ja  $\beta$  kuvaavat Weibull-mallin parametreja tietyissä olosuhteissa (lämpötila ja lihan rasvaprosentti). Arvioinnissa käytetyt parametrien arvot perustuvat kirjallisuudessa raportoituihin tietoihin (Brar 2016).

Paistettaessa jauhelihapihviä medium-kypsäksi sen pinnat paistuvat kokonaan, jolloin myös bakteerit tuhoutuvat täysin pinnalta. Pihvi jää keskeltä punertavaksi. Tässä osassa pihviä bakteerit tuhoutuvat vain osittain. Oletettiin kuva-analyysin perusteella, että vain jauhelihapihvin sisään jäävä noin 12 % alue voi sisältää bakteereja ja lopusta pihvistä ne tuhoutuvat täysin. Paistoaikana käytettiin kuutta minuuttia perustuen Pesciaroli ym. (2019) tutkimukseen.

Koska osa kuluttajista syö jauhelihapihvinsä täysin kypsänä, vain osan jauhelihapihveistä oletettiin olevan medium-kypsäysastetta. Irlannissa tehtyyn kyselytutkimukseen perustuen oletettiin, että 12 % kaikista jauhelihapihveistä syödään medium-kypsinä (AFRC & Teagasc 2006).

#### 4.1.6 Ristikontaminaatio

Keittiössä tapahtuvan ristikontaminaation suuruuden arvioinnissa hyödynnettiin aiempaa tutkimusaineistoa (Nauta ym. 2012). Kokeellinen aineisto kuvaa keittiövälineiden kautta lihasta salaattiin siirtyvien bakteerien osuutta ruoan valmistuksen yhteydessä. Vapaaehtoisten henkilöiden avulla toteutetussa kokeessa havaintojen kokonaismäärä oli 55.

### 4.2 Tulokset

#### 4.2.1 STEC-bakteerin esiintyvyys

Teurastamoissa otettuihin ulostenäytteisiin perustuen STEC O157-esiintyvyyden arvioitiin olevan kotimaisissa naudoissa 3,4 % (95 % CI: 2,1–5,0 %) vuonna 2019. Kaikkien STEC-bakteereiden esiintyvyydeksi arvioitiin 14,9 % (95 % CI: 12,0–18,1 %) naudanruhoissa. Kyselyn tulosten perusteella nautaa sisältävien jauhelihapihviannosten kokonaismäärän arvioksi saatiin noin 12 miljoonaa (11 915 024), joista kontaminoituneita 404 040 (95 % CI: 252 831–590 521).

#### 4.2.2 Ravitsemisliikkeiden toiminta

Vastausten perusteella suosituin pihvikoko oli 100–149 g. Kuukaudessa myytyjen jauhelihapihvien kokonaismäärän mediaani ravitsemisliikettä kohti oli 60 kg.

Vastanneista ravitsemisliikkeistä 35 % tarjoili medium-paistettuja jauhelihapihvejä ja 65 % vain täysin kypsiä jauhelihapihvejä. Niistä ravitsemisliikkeistä, joissa myytiin medium-paistettuja jauhelihapihvejä, keskimäärin 67 % pihveistä myytiin medium-kypsinä. Tästä päätellen 24 % kaikista jauhelihapihveistä tarjoillaan medium-kypsinä.

Vastanneista ravitsemisliikkeestä 1/26 ilmoitti jauhavansa itse jauhelihan. Muut ravitsemisliikkeet käyttivät valmista jauhelihaa tai valmiita jauhelihapihvejä.

Jauhelihapihvien paistoaikana käytettiin kuutta minuuttia (Pesciaroli ym. 2019). Paistoaika ja lämpötila ravitsemisliikkeissä voi kuitenkin vaihdella, joten tulokset laskettiin myös käyttämällä kolmen minuutin paistoaikaa. Tässä oletettiin, että pihvin lämpötila on koko paistoaajan vakio.

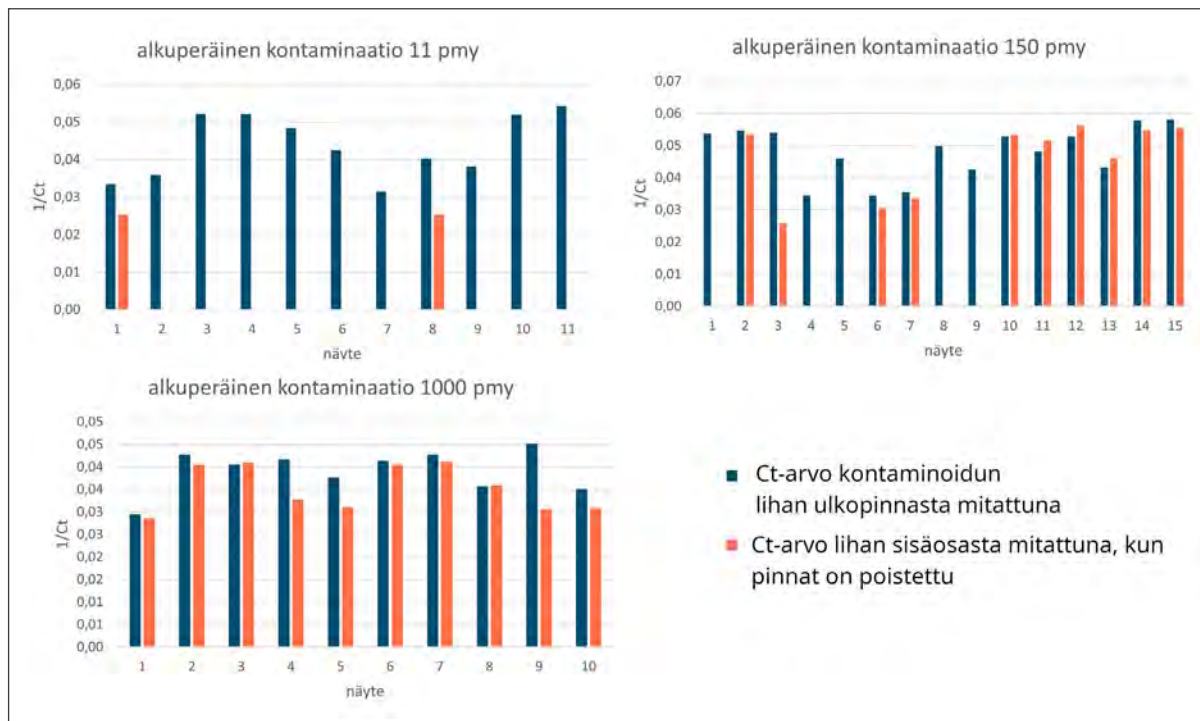
#### 4.2.3 Inaktivoituminen

Arvioinnin perusteella alkuperäisestä bakteerimäärästä oli jäljellä noin 36 % (95 % CI: 29–44 %), kun elintarviketta oli paistettu niin, että sisälämpötila on 55 °C. Mikäli lämpötila nostetaan 60 °C:een jäljellä oli kuuden minuutin jälkeen vain noin 0,01 % (95 % CI: 0,00–0,06 %) alkuperäisestä määrästä eli lähes kaikki bakteerit olivat hävinneet. Paistoaajan puolessa välissä eli kolmen minuutin kohdalla lähes puolet bakteereista (48 %, 95 % CI: 41–57 %) oli vielä jäljellä, jos lämpötila oli 55 °C:ssa. Kuumemmassa 60 °C lämpötilassa 0,19 % (95 % CI: 0,02–0,96 %) bakteerista oli jäljellä kolmen minuutin jälkeen.

#### 4.2.4 Siirtymäkokeet naudanpaisteilla

Siirtymäkokeita varten vähittäiskaupoista hankituista naudanpaisteista oli jo ostohetkellä kontaminoituneita 3/33 kpl, eli noin 9 %.

STEC-bakteerit siirtyivät naudanpaistin pinnasta sisäosiin kaikilla kontaminaation pitoisuuksilla (11 pmy, 150 pmy ja 1000 pmy), kun noudatettiin Ruokaviraston suositusta (kuva 3).



**Kuva 3.** Siirrostuskokeiden Ct-arvojen muuttuminen, kun lihasta leikattiin pintaosat pois Ruokaviraston suosituksen mukaan (Ruokavirasto 2023a). Alkuperäiset kontaminaatiotasot kuvaavat bakteerimäärää, joka on siirrostettu lihan pintaan ennen pintojen poisleikkausta.

Erilaisten kontaminaatiotasojen välillä ilmeni eroja siinä, miten bakteerit siirtyivät lihan pinnasta sisäosiin: pienimmällä pitoisuudella (11 pmy) STEC-bakteereja siirtyi vain 2/11 (18 %) paisteista, keskisuurella pitoisuudella (150 pmy) siirtyi 10/15 (67 %) paisteista ja suurimmalla pitoisuudella (1000 pmy) kaikissa paisteissa STEC-bakteerit siirtyivät (10/10) (kuva 3). Isommilla kontaminaatiotasolla bakteerien pitoisuus oli lähestulkoon sama sisäpinnassa ja ulkopinnassa. Pienimmällä pitoisuudella bakteerimäärä väheni niissä kahdessa paistissa, joissa kontaminaatio siirtyi ulkopinnasta sisäpintaan.

## 5 Riskin kuvaaminen

---

Riskin kuvaaminen kertoo riskinarvioinnin tulokset eli riskin suuruuden ja yhdistää riskinarvioinnin edelliset vaiheet. Altistuksen arvion perusteella arvioidaan riski STEC-bakteerin aiheuttamille sairauksille ravitsemisliikkeessä tarjoillusta suomalaista alkuperää olevasta naudanjauhelihapihvistä, joka on 1) valmistettu täysin kypsäksi ja 2) jätetty sisältä mediumiksi. Riski esitetään kaikkien suomalaisten kuluttajien riskinä sairastua.

Edellisissä kappaleissa kuvatut tilastolliset mallit yhdistettiin yhdeksi Bayes-malliksi, jonka avulla voidaan arvioida myös tartuntojen ja sairastumisten kokonaismäärää. Lisäksi mallista tehtiin verkkoselaimeen aukeava Shiny-sovellus helpottamaan ja nopeuttamaan tulosten ja erilaisten skenaarioiden laskemista.

### 5.1 Tulokset

Mikäli jauhelihapihveistä 12 % myydään medium-kypsinä, väestön sairastuvuus olisi noin arvion mukaan noin 100/100 000 henkilöä (95 % CI: 35–204/100 000) (taulukko 3). Mikäli kaikki jauhelihapihvit kypsennettäisiin täysin kypsiksi, sairastuisi keittiössä tapahtuvan ristikontaminaation takia 3 (95 % CI: 0–17) ihmistä 100 000 henkilöä kohden vuodessa. Myös paistojalla on jonkin verran merkitystä, mutta selvästi vähemmän kuin lämpötilalla.

Mikäli lihaa kuumennetaan kuusi minuuttia 55 °C:ssa ja pitoisuus vastaa asiantuntija-arviota (10–100 pmy/25 g) tartunnan todennäköisyys satunnaista kontaminoitunutta liha-annosta kohti on arvion mukaan noin 7 %. Jos pitoisuus olisi arvion alarajalla tartunnan todennäköisyys olisi selvästi pienempi (noin 2 %) ja vastaavasti ylärajalla selvästi suurempi (noin 17 %). Lämpötilan ollessa 60 °C ja kuumennusajan kuusi minuuttia tartunnan todennäköisyys on vain 0,002 % yhtä kontaminoitunutta annosta kohden.



**Taulukko 3.** Arvioitu jauhelihapihveistä aiheutuva sairastumisten lukumäärä per 100,000 ihmistä riippuen paisto-olosuhteista. Arvio sisältää myös ristikontaminaation.

Skenaario	Osuus <sup>1</sup> raaka/ medium/ kypsä (%)	Medium-pihvin sisälämpötila (°C)	Medium-pihvin paistoaika (min.)	Sairastumiset (95 % CI)
Kaikki annokset täysin raakana	100/0/0	-	-	2013 (782–3915)
Medium-pihvien paistolämpötila 55 °C	0/12/88	55	3	128 (47–262)
Medium-pihvien paistolämpötila 60 °C	0/12/88	60	3	4 (0–19)
Medium-pihvien paistolämpötila 65 °C	0/12/88	65	3	4 (0–18)
Medium-pihvien paistolämpötila 55 °C	0/12/88	55	6	97 (35–204)
Medium-pihvien paistolämpötila 60 °C	0/12/88	60	6	4 (0–18)
Medium-pihvien paistolämpötila 65 °C	0/12/88	65	6	4 (0–18)
Medium-pihvien paistolämpötila 55 °C	0/100/0	55	6	787 (289–1653)
Medium-pihvien paistolämpötila 60 °C	0/100/0	60	6	4 (0–18)
Medium-pihvien paistolämpötila 65 °C	0/100/0	65	6	4 (0–18)
Medium-pihvien paistolämpötila 55 °C	0/100/0	55	3	1040 (387–2105)
Medium-pihvien paistolämpötila 60 °C	0/100/0	60	3	8 (1–35)
Medium-pihvien paistolämpötila 65 °C	0/100/0	65	3	4 (0–22)
Kaikki annokset täysin kypsinä	0/0/100	-	-	4 (0–18)

<sup>1</sup> Kaikkien Suomen ravitsemisliikkeissä myytävien jauhelihapihvien jakautuminen eri kypsyyssasteisiin.

## 5.2 Epävarmuudet

Naudanlihasta tai jauhelihasta ei ole tehty tuoretta, nykytilannetta kuvaavaa tutkimusta, jossa olisi selvitetty STEC-bakteerin esiintymistä ja pitoisuuksia. Tässä riskinarvioinnissa naudanlihan STEC-esiintyvyys oletettiin samaksi kuin naudanruhojen STEC-esiintyvyys, mikä on todennäköisesti yliarvio, sillä bakteerit eivät todennäköisesti ole jakautuneet tasaisesti koko lihaan. Riskinarviointi tuottaa siten luultavasti konservatiivisen arvion, jossa riskin todennäköisyys maksimoidaan.

Lihan STEC-analyysijä ei standardin (ISO/TS 13136:2012) mukaisesti tehdä kvantitatiivisesti, joten asiantuntija-arvio kuvaa kontaminaation tasoa eikä tarkkoja pitoisuuksia.

Ravitsemisliikkeille suunnattuun kyselyyn saatiin vain 27 vastausta. Koska kysely jaeltiin anonymisti kolmannen osapuolen kautta, ei ole tietoa, miten hyvin vastaukset edustavat kaikkia Suomen ravitsemisliikkeitä.

Mallin monet osat perustuvat aikaisemmin kirjallisuudessa julkaistuihin tuloksiin. STEC-bakteerin vakavien terveydellisten seurausten takia monia tietoja, kuten kokeellista annosvastetta ihmisellä, ristikontaminaation määrää ja sairastuneiden osuutta tartunnan saaneista, ei ole saatavilla. Siksi annosvaste perustuu epidemiatietoihin, joissa yhden pisteen avulla tapahtuma yleistetään ekstrapoloimalla muihin annoksiin, eikä STEC-kantojen vaihtelua pystytä ottamaan huomioon. Annosvasteen määrittämiseen käytetty STEC-kanta arvioitiin hyvin taudinaiheuttamiskykyiseksi, kun taas esiintyvyytietoihin sisältyy myös matalamman taudinaiheuttamiskyvyn kantoja. Tässä riskinarvioinnissa oletettiin, että nämä kaikki kannat olisivat yhtä virulentteja kuin annosvasteen määrittelyyn käytetty kanta, mikä saattaa johtaa yliarvioon tapausten määrässä. Tieto ristikontaminaation määrästä perustuu indikaattoribakteerilla tehtyyn kokeeseen. Tietoa sairastuneiden määrästä suhteessa tartunnan saaneisiin ei ole saatavilla STEC-bakteerilla, joten sen sijaan on käytetty vastaavia tietoja kampylobakteerista.

Jauhelihapihvin lämpötilan mallinnus paistumisen aikana on hankalaa, minkä vuoksi paistamisesta aiheutuva inaktivaatio on haastavaa määritellä. Pihvi kypsyy epätasaisesti niin, että paistotasoa vasten oleva pinta on kuuma, kun taas sisältä pihvi on kylmempi. Punertavan alueen osuus saattaa vaihdella jonkin verran. Käytetty inaktivaatiomalli perustuu kirjallisuuteen, joten esimerkiksi inaktivaation epävarmuutta ei pystytty täysin arvioimaan.

### 5.3 Muita naudanlihassa mahdollisesti olevia patogeeneja

STEC-bakteerin lisäksi naudanlihassa voi olla myös muita taudinaiheuttajia. Suurin osa näistä taudinaiheuttajista tuhoutuu kuumennuksessa, kun liha kypsennetään, mutta ne voivat yhtä lailla aiheuttaa sairastumisia riittämättömästi kypsennettyjen naudanjauhelihatuotteiden, kuten mediumjauhelihapihvien, välityksellä. Naudanlihassa voi esiintyä STEC-bakteerin lisäksi muun muassa salmonellaa, listeriaa, yersinioita sekä *Clostridium perfringens* -bakteereita. Suurin osa naudanjauhelihasa esiintyvistä taudinaiheuttajista on peräisin joko teurastamolla tai leikkaamossa tapahtuneesta kontaminaatiosta ja on näin ollen lihassa jo sen saapuessa ravitsemisliikkeeseen.

#### 5.3.1 Salmonella

Suomessa salmonellan esiintyminen naudanlihassa on huomattavasti harvinaisempaa kuin muualla Euroopassa, pääosin kansallisen salmonellavalvontaohjelman ansiosta. EFSA:n zoonosiraportin mukaan vuonna 2021 EU:ssa todettiin salmonellaa naudanlihassa ja naudanlihatuotteissa 0,27 % tutkituista näytteistä (EFSA 2022a). Suomessa ei kyseisenä vuonna todettu salmonellaa lainkaan teurastamoissa tai leikkaamoissa tutkituissa naudanruhonäytteissä, mutta teurastamissa otetuista imusolmukenäytteistä 1 oli positiivinen (n=2277) (EFSA 2022b). EU:ssa elävistä naudoista otetuista näytteistä 3,5 % oli salmonellapositiivisia (EFSA 2022a).

Salmonellat säilyvät infektiivisinä pakastetuissa ja kuivatuissa elintarvikkeissa, ja ne pystyvät lisääntymään elintarvikkeissa olosuhteiden ollessa oikeanlaiset. Useimmat salmonellabakteerit kuolevat kuumennettaessa 70 °C:een. Tiedot salmonellan infektiivisistä annoksesta vaihtelevat, ja esimerkiksi rasvainen ruoka suojaa bakteeria, jolloin matalampikin bakteeripitoisuus riittää sairastuttamaan ihmisen. Akil ym. (2019) havaitsivat tutkimuksessaan, että 50 %:lla altistuneista (ID-50) ihmisistä salmonellatartunnan aiheuttavaksi määräksi riitti  $1,46 \cdot 10^4$  (14600) pmy *Salmonella Enteritidis*- ja  $6,4 \cdot 10^3$  (6400) pmy *Salmonella Typhimurium*-bakteeria.

Salmonellaa esiintyy suomalaisessa naudanlihassa harvemmin kuin STEC-bakteeria, joten sen esiintyminen naudan jauhelihasissa on epätodennäköisempää kuin STEC-bakteerin. Mikäli naudanlihan pinnassa on salmonellaa, se voi päätyä jauhetun jauhelihapihvin sisäosiin. Salmonella tuhoutuu elintarvikkeissa paistettaessa samaan tapaan kuin STEC-bakteerikin, eli jauhelihapihvin kuumentaminen täysin kypsäksi ehkäisee salmonelloosia.

### 5.3.2 *Listeria monocytogenes*

Ihmisellä tautia aiheuttavaa listeriaa voi esiintyä sekä tuoreessa lihassa että teollisuudessa valmiiksi kypsennetyissä tuotteissa, jotka ovat kontaminoituneet bakteerilla kuumennuksen jälkeen. Erityisen herkkiä listeriatartunnalle ovat iäkkäät, raskaana olevat, sekä henkilöt, joiden vastustuskyky on alentunut. Kotona tai ravitsemisliikkeissä tehtyihin jauhelihapihveihin listeria voi päätyä samoin kuin STEC-bakteeri lihan pinnasta päätymällä jauhamisen yhteydessä pihvin sisään, ja säilyä pihvin sisällä infektiokykyisenä, ellei pihvejä kypsennetä täysin. Listeria kykenee lisääntymään jopa jääkaappilämmössä, mikä tekee siitä ongelmallisen. Jauhetausta lihasta ravitsemisliikkeessä tehtyjä pihvejä ei tyypillisesti säilytetä raakana kovin pitkiä aikoja, joten pitkän kylmäsäilytyksen aikana listerialle tyypillistä lisääntymistä ei ehdi tapahtua. Teollisesti valmistetuissa kypsissä einöksissä, kuten jauhelihapihveissä listeriaa voi olla pihvin pintaosissa, ja tällöin pihvien syöminen niitä kuumentamatta altistaa ihmisen listerioosille.

### 5.3.3 *Clostridium perfringens*

*C. perfringens* esiintyy yleisesti ympäristössä sekä ihmisten ja eläinten suolistoissa. Naudanlihaan se voi päätyä teurastuksen yhteydessä puutteellisen teurastushygienian seurauksena. *C. perfringens* muodostaa hyvin kestäviä itiöitä, jotka voivat aktivoitua kuumennuksen seurauksena. Kuumennetun tuotteen, kuten jauhelihapihvin, säilytys liian lämpimissä olosuhteissa tai liian hidas jäähdytys valmistuksen jälkeen mahdollistaa *C. perfringensin* kasvun ja oireita aiheuttavan toksiinien tuoton. Naudanlihan ja jauhelihapihvien täysi kypsennyskään ei siis tuhoa *C. perfringens* -itiöitä, vaan kypsennyksen jälkeisellä säilytyslämpötilalla on merkittävämpi osa. Ravitsemisliikkeissä, joissa jauhelihapihvit paistetaan vasta asiakkaan tilauksen jälkeen ja tarjoillaan välittömästi, tai joissa muuten huolehditaan paistettujen pihvien lyhyestä myyntiajasta, ei *C. perfringens* ehdi muodostaa riskiä kuluttajalle.

### 5.3.4 *Yersiniat*

Yersinioiden yleisin eläinperäinen tartuntalähde on sianliha. Kuitenkin myös nautojen suolistossa voi esiintyä *Yersinia enterocolitica* ja *Y. pseudotuberculosis*, ja ne ovatkin aiheuttaneet Suomessa epidemioita ulosteella kontaminoituneen raakamaidon välityksellä. Naudanlihasta tehdyt yersinia-eristykset ovat kuitenkin harvinaisia.

### 5.3.5 Kampylobakteerit

Tautia aiheuttavia kampylobakteereita esiintyy yleisesti nautojen suolistossa. Puutteellisen teurastushygienian takia ne voivat kontaminoida ruhon pinnan. Kampylobakteerit ovat kuitenkin herkkiä ympäristön vaikutukselle, eivätkä ne selviydy naudanlihassa niin pitkään, että olisivat jauhelihassa merkittävä infektioriski kuluttajille.

### 5.3.6 Toksoplasma

*Toxoplasma gondii*n aiheuttaman toksoplasmoosin leviämisestä naudanlihan välityksellä on saatavilla vain rajatusti tietoa. Tuotantoeläimistä etenkin lampailla ja sioilla esiintyy tartuntoja, ja niiden huonosti kypsennettyä lihaa pidetään toksoplasmoosiriskinä. EFSA:n zoonoosiraportin mukaan EU:ssa tutkittiin vuonna 2021 yhteensä 726 nautaa toksoplasmoosin varalta eri menetelmin, ja näistä näytteistä 2,5 % oli positiivisia (EFSA 2022). Suomesta ei raportoitu positiivisia nautanäytteitä. Raportissa todetaan myös, että nautojen vasta-ainepositiivisuuden ja infektiivisten kudoskystien välillä ei ole todettu yhteyttä. Toksoplasman kudoskystat tuotantoeläinten lihaksistossa voivat säilyä pitkään tartuntakykyisinä, mutta ne tuhoutuvat joko pakastamalla tai 65 °C kuumennuksessa. Suomalaisista noin 15 % on saanut toksoplasmatartunnan aikuisikään mennessä (Vuento 2020). Toksoplasmoosin aiheuttamat ongelmat ilmenevät useimmiten sikiössä raskaana olevan henkilön saatua tartunnan, sekä vastustuskyvyltään alentuneilla henkilöillä. Toksoplasma voi siirtyä ihmiseen huonosti kypsennetyn ja pakastamattoman jauhelihan välityksellä, mutta tämä on epätodennäköisempää, mikäli jauheliha on valmistettu ainoastaan naudan lihasta.

## 6 Yhteenveto

---

Väestön sairastuvuutta arvioitaessa kypsyyssasteella on iso merkitys. Mikäli kaikki jauhelihapihvit kypsennetään täysin kypsiksi, sairastuu keittiössä tapahtuvan ristikontaminaation takia noin 178 (95 % CI: 14–977) ihmistä vuodessa. Tilanteessa, jossa reilu kymmenesosa jauhelihapihveistä on medium-paistettuja (55 °C, 6 minuuttia), sairastuneita olisi noin 30-kertainen määrä. Jos medium-jauhelihapihvien sisälämpötila olisikin 60 tai 65 °C, sairastuneiden määrä olisi huomattavasti vähäisempi. Myös paistoaajalla on jonkin verran merkitystä. Arvion perusteella satunnaisen liha-annoksen syöminen johtaa tartuntaan noin joka 90. kerta ja kontaminoituneen liha-annoksen syöminen noin joka 13. kerta, mikäli pitoisuus vastaa asiantuntija-arvioita 10–100 pmy/25 g ja lihaa kuumennetaan kuusi minuuttia 55 °C:ssa. Vastaavasti samoissa olosuhteissa valmistetun satunnaisen annoksen syöminen johtaa oireelliseen tartuntaan noin joka 270. kerta ja kontaminoituneen annoksen noin joka 40. kerta.

Vähäiset tiedot erityisesti STECin esiintyvyydestä ja pitoisuudesta elintarviketeollisuudessa ja sen käyttäytymisestä paistamisen aikana aiheuttavat paljon epävarmuutta tuloksiin. Medium-jauhelihapihvien koko valmistusprosessista tarvittaisiin lisää tietoa.

Pintojen poistaminen riskinhallintakeinona toimii vain, jos STEC-pitoisuudet ovat pieniä. Silloinkin STEC-bakteerin siirtyminen lihan pinnasta jauhelihaan on mahdollista. STECin sairaudenaiheuttamiskyky on suuri, eikä pienikään pitoisuus ole turvallinen. Lihan pinnassa olevan bakteeripitoisuuden kasvaessa todennäköisyys lihan sisäosien kontaminoitumiselle pintoja pois leikattaessa kasvaa.

Ravitsemisliikkeille tehdyn kyselyn perusteella medium-kypsennettyjen jauhelihapihvien tarjoilu on suhteellisen yleistä. Kuitenkaan yksikään niitä tarjoilevista ja kyselyyn vastanneista ei noudattanut Ruokaviraston suositusta poistaa pinnat ennen jauhamista jauhelihaiksi. Kyselyn mukaan suositusta ei noudatettu koska sitä ei tunnettu, se vei aikaa, oli hankala noudattaa eikä sitä pidetty hyödyllisenä elintarviketurvallisuudelle. Lisäksi siitä aiheutuu hävikkiä.

Huolellisinkaan käsittely ei kuitenkaan poista patogeeniriskiä täysin kypsentämättömien pihvien syömisestä, sillä tätäkin riskinarviointia varten hankituista suhteellisen vähäisestä määrästä näytteistä jopa 9 % oli kontaminoituneita.

## 7 Lähteet

- AFRC & Teagasc. (2006). Ashdown Food Research Centre, & Teagasc. *E. coli* O157:H7 in beefburgers produced in the Republic of Ireland; A quantitative microbial risk assessment.
- Akil, L. ja Ahmad, H.A. 2019. Risk Assessment Model of Human Salmonellosis Resulting from Consumption of Broiler Chicken. *Diseases* 7(19).
- Andersson, U., Flink, C., Johansson, A., Lindblad, M. ja Selin, D. 2019. L 2019 nr 01: Blodiga burgare kontroll av malet kött till icke genomstekt hamburgare. Livsmedelsverkets rapportserie. Uppsala.
- Auty, M., Duffy, G., O'Beirne, D., McGovern, A., Gleeson, E. ja Jordan, K. 2005. In Situ Localization of *Escherichia coli* O157:H7 in Food by Confocal Scanning Laser Microscopy. *Journal of Food Protection* 68(3): 482–86.
- Bell, B.P., Goldoft, M., Griffin, P.M., Davis, M.A., Gordon, D.C., Tarr, P.I., Bartleson, C.A., Lewis, J.H., Barrett, T.J. ja Wells, J.G. 1994. A Multistate Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7-Associated Bloody Diarrhea and Hemolytic Uremic Syndrome from Hamburgers. The Washington Experience. *JAMA* 272(17): 1349–53.
- Black R.E., Myron M., Levine M.L.C., Hughes T.P. ja Blaser M.J. 1988. Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *Journal of Infectious Diseases*. 157(3):472-479.
- Brar, J.S. 2016. Modeling for Thermal Resistance of Non-O157 Shiga Toxin Producing *Escherichia coli* in Ground Beef. Purdue University. Dissertation.
- Chapman, P.A., C.A. Siddons, A.T. Gerdan Malo, ja M.A. Harkin. 1997. A 1-year study of *Escherichia coli* O157 in cattle, sheep, pigs and poultry. *Epidemiology and Infection* 119(2): 245–50.
- Conner, D.E. ja Kotrola, J.S. 1995. Growth and Survival of *Escherichia coli* O157:H7 under Acidic Conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 61(1): 382–85.
- Doorduyn, Y., Jager, C.M. de, Zwaluw, W.K. van der, Friesema, I.H., Heuvelink, A.E., Boer, E. de, Wannet, W.J.B. ja Duynhoven, Y.T.H.P. van. 2006. Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* (STEC) O157 Outbreak, The Netherlands, September – October 2005. *Eurosurveillance* 11(7): 5–6.
- EFSA BIOHAZ Panel, Koutsoumanis, K., Allende, A., Alvarez-Ordóñez, A., Bover-Cid, S., Chemaly, M., Davies, R., De Cesare, A., Herman, L., Hilbert, F., Lindqvist, R., Nauta, M., Peixe, L., Ru, G., Simmons, M., Skandamis, P., Suffredini, E., Jenkins, C., Monteiro Pires, S., Morabito, S., Niskanen, T., Scheutz, F., da Silva Felício, M.T., Messens, W. ja Bolton, D. 2020. Pathogenicity Assessment of Shiga Toxin-producing *Escherichia Coli* (STEC) and the Public Health Risk Posed by Contamination of Food with STEC. *EFSA Journal* 18(1).
- EFSA. 2022a. The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *EFSA Journal* 20(12).  
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2022.7666>
- EFSA 2022b. Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in foodstuffs, animals and feedingstuffs in 2021. Annual report Finland. 2021.
- FAO ja WHO. 2021. Microbiological Risk Assessment – Guidance for Food. Microbiological Risk Assessment Series No. 36. Rome.
- Farrokh, C., Jordan, K., Auvray, F., Glass, K., Oppegaard, H., Raynaud, S., Thevenot, D., Condrón, R., Reu, K.D., Govaris, A., Heggum, K., Heyndrickx, M., Hummerjohann, J., Lindsay, D., Miszczycha, S., Moussiégt, S., Verstraete, K. ja Cerf, O. 2013. Review of Shiga-Toxin-Producing *Escherichia coli* (STEC) and Their Significance in Dairy Production. *International Journal of Food Microbiology* 5;162(2): 190–212.
- Food Standards Agency (FSA). 2020. FSA 20-03-08 - Beef Burgers Served Less than Thoroughly Cooked: Update.
- Gómez-Duarte, O.C. ja Kaper, J.B. 1995. A plasmid-encoded regulatory region activates chromosomal *eaeA* expression in enteropathogenic *Escherichia coli*. *Infection and Immunity* 63, 1767–1776.

Hald, T., Aspinall, W., Devleeschauwer, B., Cooke, R., Corrigan, T., Havelaar, A.H., Gibb, H.J., Torgerson, P.R., Kirk, M.D., Angulo, F.J., Lake, R.J., Speybroeck, N. ja Hoffmann, S. 2016. World Health Organization Estimates of the Relative Contributions of Food to the Burden of Disease Due to Selected Foodborne Hazards: A Structured Expert Elicitation. PLOS ONE 11(1): e0145839.

Hallanvuo, S. 2023. Henkilökohtainen tiedonanto.

ISO/TS 13136:2012. 2012. Microbiology of food and animal feed - Real-time polymerase chain reaction (PCR)-based method for the detection of food-borne pathogens - Horizontal method for the detection of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and the determination of O157, O111, O26, O103 and O145 serogroups.

Jackson, T.C., Hardin, M.D. ja Acuff, G.R. 1996. Heat Resistance of *Escherichia coli* O157:H7 in a Nutrient Medium and in Ground Beef Patties as Influenced by Storage and Holding Temperatures”. Journal of Food Protection 59(3): 230–37.

Karch, H., Tarr, P.I. ja Bielaszewska, M. 2005. Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* in Human Medicine”. International journal of medical microbiology: IJMM 295(6–7): 405–18.

Koohmaraie, M., Arthur, T.M., Bosilevac, J.M., Guerini, M., Shackelford, S.D. ja Wheeler, T.L., 2005. Post-Harvest Interventions to Reduce/Eliminate Pathogens in Beef. Meat Science 71(1): 79–91.

Line, J.E. 1991. Lethality of Heat to *Escherichia coli* O157:H7: D-Value and Z-Value Determinations in Ground Beef. Journal Of Food Protection 54(10):762–766.

Mara. 2020. Ravintolayritysten määrä - MaRa ry. <https://www.mara.fi/toimiala/tilastot/yritysten-ja-tyollisten-maara/ravintolayritysten-maara.html> (23. tammikuuta 2023).

Nauta M.J., Sanaa M. ja Havelaar A.H. 2012. Risk based microbiological criteria for *Campylobacter* in broiler meat in the European Union. International Journal of Food Microbiology. 158(3):209-217.

Palumbo, S.A., Call, J.E., Schultz, F.J. ja Williams, A.C. 1995. Minimum and Maximum Temperatures for Growth and Verotoxin Production by Hemorrhagic Strains of *Escherichia coli*. Journal of Food Protection 58(4): 352–56.

Paton, J.C., ja Paton, A.W. 1998. Pathogenesis and Diagnosis of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Infections. Clinical Microbiology Reviews 11(3): 450–79.

Pesciaroli, M., Chardon, J.E., Delfgou, E.H.M., Kuijpers, A.F.A., Wijnands, L.M. ja Evers, E.G. 2019. Home Style Frying of Steak and Meat Products: Survival of *Escherichia coli* Related to Dynamic Temperature Profiles. International Journal of Food Microbiology 300: 53–63.

Raulo, S., Kyyrö, J., Gadd, T., Hallanvuo, S., Hietanen, P., Oksanen, A., Pohjanvirta, T. ja Tuominen, P. 2023. Suomen zoonoositilanne ja riskit yhteisen terveyden näkökulmasta: Yhteenveto zoonoosien suuntauksista ja lähteistä 2011–2021. Valtioneuvoston julkaisuarkisto Valto.

Riley, L.W., Remis, R.S., Helgerson, S.D., McGee, H.B., Wells, J.G., Davis, B.R., Hebert, R.J., Olcott, E.S., Johnson, L.M., Hargrett, N.T., Blake, P.A. ja Cohen, M.L. 1983. Hemorrhagic Colitis Associated with a Rare *Escherichia coli* Serotype. The New England Journal of Medicine 308(12): 681–85.

Ruokavirasto. 2020. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset komission asetuksen (EY) No 2073/2005 soveltaminen sekä yleisiä ohjeita elintarvikkeiden mikrobiologisista tutkimuksista - Ohje elintarvikealan toimijoille. Ohje 4095/04.02.00.01/2020/4.

Ruokavirasto. 2022. Elintarviketurvallisuus Suomessa 2021. Ruokaviraston julkaisu (3/2022).

Ruokavirasto. 2023a. Mediumiksi paistettujen jauhelihapihvien tarjoilu. Ruokavirasto. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/tuote-ja-toimialakohtaiset-vaatimukset/liha-ja-lihavalmisteet/puoliraakojen-jauhelihapihvien-tarjoilu/> (14. elokuuta 2023).

Ruokavirasto. 2023b. Elintarviketurvallisuus Suomessa 2022. Ruokaviraston julkaisu (2/2023).

Rössvoll, E., Sørheim, O., Heir, E., Møretrø, T., Olsen, N.V. ja Langsrud, S. 2014. Consumer preferences, internal color and reduction of shigatoxigenic *Escherichia coli* in cooked hamburgers. Meat Science 96(2, Part A): 695–703.

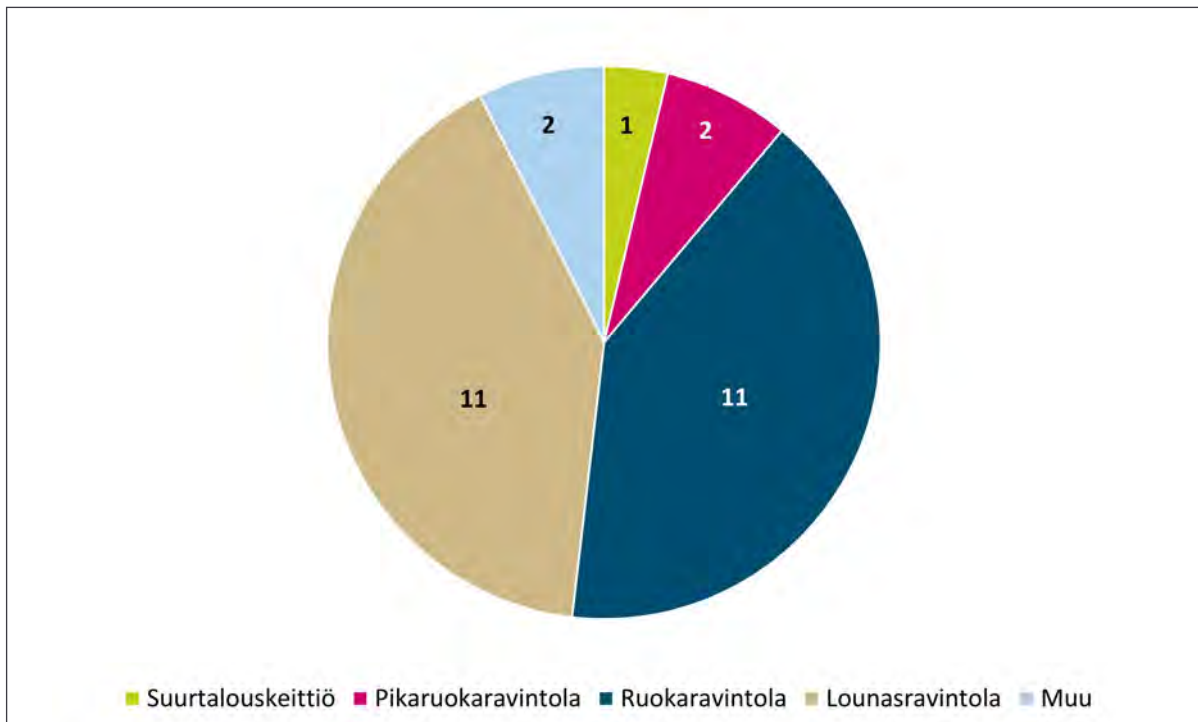
- Salter, M.A., Ratkowsky, D.A., Ross, T. ja McMeekin, T.A. 2000. Modelling the combined temperature and salt (NaCl) limits for growth of a pathogenic *Escherichia coli* strain using nonlinear logistic regression. *International Journal of Food Microbiology* 61(2): 159–67.
- Stringer, S.C., George, S.M. ja Peck, M.W. 2000. Thermal Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Applied Microbiology* 88(S1): 79S-89S.
- Tam, C.C., Rodrigues, L.C., Viviani, L., Dodds, J.P., Evans, M.R., Hunter, P.R., Gray, J.J., Letley, L.H., Rait, G., Tompkins, D.S. ja O'Brien, S.J. 2012. Longitudinal Study of Infectious Intestinal Disease in the UK (IID2 Study): Incidence in the Community and Presenting to General Practice. *Gut* 61(1): 69–77.
- Tunis, P., Takumi, K. ja Shinagawa, K. 2004. Dose Response for Infection by *Escherichia coli* O157:H7 from Outbreak Data. *Risk Analysis* 24(2): 401–7.
- THL. 2019. Toimenpideohje EHEC-tartuntojen ehkäisemiseksi - THL. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/ehec/toimenpideohje-ehec-tartuntojen-ehkaisuksi> (11. toukokuuta 2023).
- THL. 2021a. Jauhelihapihvejä syöneillä todettu EHEC-tartuntoja – pihvit tulisi syödä aina täysin kypsennettyinä - Uutinen - THL. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/-/jauhelihapihveja-syoneilla-todettu-ehec-tartuntoja-kihvit-tulisi-syoda-aina-taysin-kypsennettyina> (24. toukokuuta 2023).
- THL. 2021b. Tartuntataudit Suomessa 2021. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos.
- THL. 2023. Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta - THL kuutio- ja tiivistekäyttöliittymä. [https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/cases/fact\\_ttr\\_cases](https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/cases/fact_ttr_cases) (17. maaliskuuta 2023).
- Tilastokeskus. 2022. Yrityskanta, aloittaneet ja lopettaneet yritykset muuttujina Vuosineljännes, Alue, Toimiala ja Tiedot. PxWeb. [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_aly/statfin\\_aly\\_pxt\\_1lyq.px/table/tableViewLayout1/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_aly/statfin_aly_pxt_1lyq.px/table/tableViewLayout1/) (23. tammikuuta 2023).
- Vuento, R. 2020. Toksoplasmoosi. Duodecim Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00619> (29. syyskuuta 2023).
- WHO, ja FAO. 2018. Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* (STEC) and Food: Attribution, Characterization, and Monitoring: Report. World Health Organization.
- Wong, C.S., Jelacic, S., Habeeb, R.L., Watkins, S.L. ja Tarr, P.I. 2000. The Risk of the Hemolytic-Uremic Syndrome After Antibiotic Treatment of *Escherichia Coli* O157:H7 Infections. *The New England journal of medicine* 342(26): 1930–36.
- Zoonosikeskus. 2023. EHEC / VTEC. <https://www.ruokavirasto.fi/zoonosikeskus/zoonosist/bakteerien-aiheuttamat-taudit/ehec-vtec/> (18. elokuuta 2023).



## Liite 1: Ravitsemisliikekyselyn tulokset

Kyselyssä oli neljä osiota: Taustatiedot, jauhelihapihvien tarjoilu, jauhelihapihvien valmistus ja kypsennys sekä omavalvonta ja asenteet. Tarjoilu-osiossa kysyttiin tarjoiltujen jauhelihapihvien määristä ja lihan alkuperästä (ulkomainen vai kotimainen). Valmistus ja kypsennys -osiossa kysyttiin eri kypsyyssasteiden osuuksista myydyistä jauhelihapihveistä, raaka-aineista (kokoliha, jauheliha, valmiit pihvit) ja jauhelihan sekä pihvien valmistuksesta. Omavalvonta ja asenteet -osiossa kysyttiin EHEC-omavalvonnasta, kuten näytteenotosta. Asenteista kysyttiin mielipidettä suosituksesta ja sitä, kuinka usein suositusta noudatetaan. Lopuksi sai kommentoida myös vapaasti.

Kyselyyn vastasi 27 ravitsemisliikettä. Suomessa on vajaa 14 000 ravitsemisliikettä (Mara 2020; Tilastokeskus 2022). Vastaajat olivat jakaantuneet eri ravitsemisliiketyyppeihin seuraavasti (kuva 1):



**Kuva 1.** Kyselyn vastaajien jakaantuminen ravitsemisliiketyypeittäin.

Ravitsemisliikkeistä 26/27 kertoi tarjoavansa jauhelihapihvejä ja näistä 2/26 myös muita raakaa naudanlihaa sisältäviä annoksia (kuten tartarpihvejä).

Naudanlihaa sisältävien jauhelihapihvien kuukausimyynti oli keskimäärin noin 120 kg (vaihteluväli 8–600 kg). Aineistosta poistettiin neljä yli tuhannen kg:n vastausta, koska määrä arvioitiin epärealistisen suureksi. Vain seitsemän ravitsemisliikettä vastasi kysymykseen

naudanlihan alkuperästä. Kolme ravitsemisliikettä tarjosi ainoastaan ulkomaista alkuperää olevaa lihaa, kolme ainoastaan kotimaista lihaa ja yksi ravitsemisliike noin puolet ulkomaista ja kotimaista.

Yleisin pihvikoko oli 100–149 g, jota tarjoi 12 ravitsemisliikettä. Alle 100 g jauhelihapihvejä tarjoi kahdeksan ravitsemisliikettä ja viisi ravitsemisliikettä tarjoi 150–199 g pihvejä. Tätä isompia pihvejä ei tarjoillut yksikään ravitsemisliike. Yksi ravitsemisliike saattoi tarjoilla useamman kokoisia jauhelihapihvejä.

Yhdeksän ravitsemisliikettä 27:stä (35 %) tarjosi jauhelihapihvejä mediumina tai raakana. Yleisin raaka-aine pihveille oli valmiiksi jauhettu jauheliha, jota käytti 17 ravitsemisliikettä. 14 ravitsemisliikkeeseen pihvit ostettiin valmiina raakoina pihveinä ja kolmeen ravitsemisliikkeeseen valmiina kypsinä pihveinä. Vain yksi ravitsemisliike jauhoi lihan itse sellaisenaan kokolihasta. Yksi ravitsemisliike on voinut valita useamman vaihtoehdon.

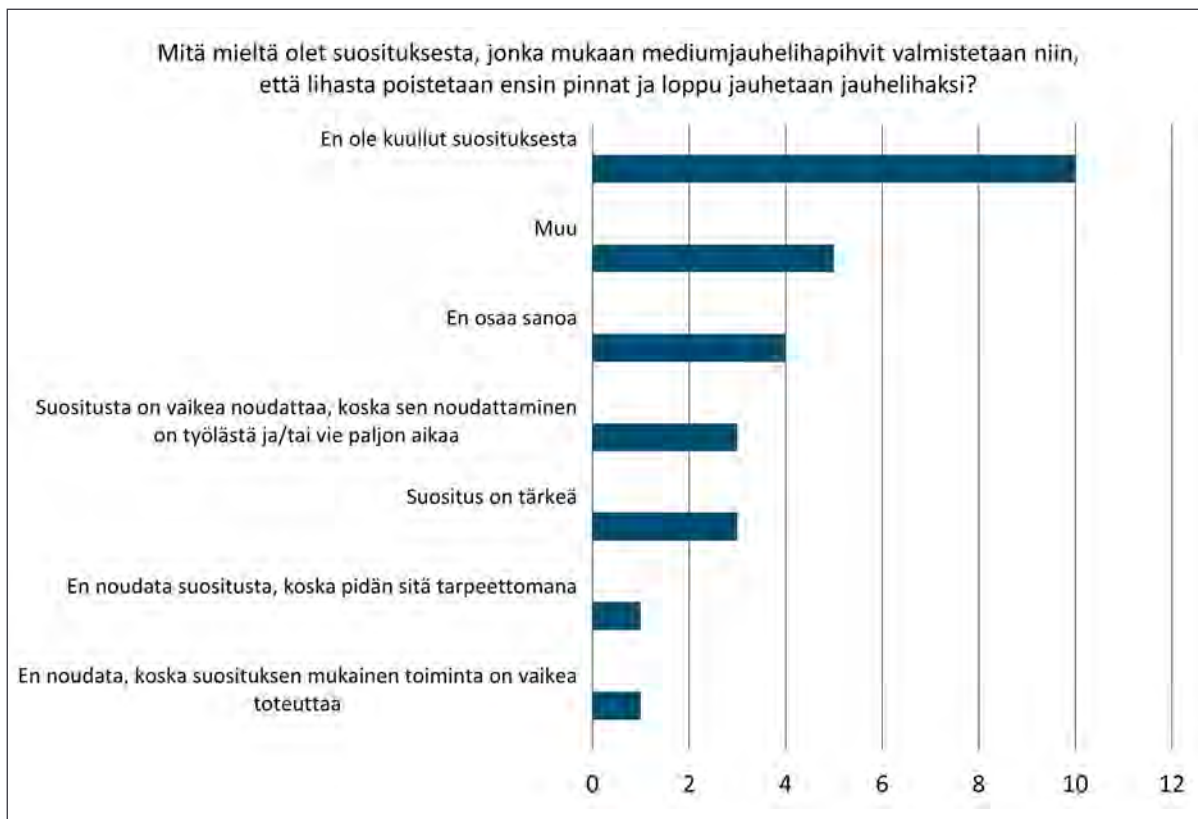
10/26 (38 %) ravitsemisliikkeistä kysyi asiakkaalta toiveen kypsyyssasteesta. Kaikki, jotka eivät kysyneet, tarjoilivat vain täysin kypsiä pihvejä. Yleisin tapa varmistaa pihvien kypsyyssaste oli mittaaminen lämpömittarilla. 42 % vastaajista ilmoitti mittaavansa lämpötilan lämpömittarilla ja 31 % jollakin aistinvaraisella menetelmällä (kuva 2).



**Kuva 2.** Ravitsemisliikkeiden tavat varmistaa jauhelihapihvien kypsyyssaste.

38 % vastaajista ilmoitti, että jauhelihapihvien valmistus on kuvattu ravitsemisliikkeen omavalvontasuunnitelmassa. 50 % vastasi, että jauhelihapihvien valmistusta ei ole kuvattu ravitsemisliikkeen omavalvontasuunnitelmassa ja 12 % vastasi ”en tiedä”. 23 % otti säännöllisesti näytteitä EHEC-bakteerin varalta, 54 % ei ottanut näytteitä ja 23 % vastasi ”en tiedä”.

Ruokaviraston suositusta, jonka mukaan lihasta poistetaan pinnat ennen sen jauhamista jauhelihaksi, oli suurelle osalle ravitsemisliikkeistä tuntematon (kuva 3). Suositusta kertoi noudattavansa vain yksi vastaaja, joka tosin ei kyselyn mukaan tarjoillut medium-jauhelihapihvejä.



**Kuva 3.** Vastaajien mielipide Ruokaviraston medium-jauhelihapihvisuosituksista.

Kyselyn lopuksi vastaajilla oli mahdollisuus jättää avointa palautetta. Kahdeksan ravitsemisliikettä vastasi tähän kohtaan. Avoimissa vastauksissa nousi esiin kaksi teemaa: Ruokaviraston suosituksen mukainen jauheliha valmistus nähtiin ruokamyrkytysriskinä (kaksi vastaajaa) ja toisaalta hämmennystä aiheutti suosituksen käytännön toteutus, kuten kuinka paksu pala lihaa pitäisi kuoria pois ja kuinka nopeasti kuorittu liha pitäisi käyttää (kolme vastaajaa).



# RUOKAVIRASTO

Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

---

Ruokaviraston tutkimuksia 2/2024

ISSN 2490-1180

ISBN 978-952-358-057-2 (pdf)