

Risker med *Listeria monocytogenes* för icke riskgrupper

Vetenskapligt underlag



[Denna titel kan laddas ner från: Livsmedelsverkets sida för att beställa eller ladda ner material.](#)

Citera gärna Livsmedelsverkets texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Livsmedelsverket, 2025.

Författare:

Karin Söderqvist

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Söderqvist, K. 2025. Risker med *Listeria monocytogenes* för icke riskgrupper. Livsmedelsverkets PM. Uppsala.

ISSN 1104–7089

Förord

Detta PM utgör ett vetenskapligt underlag om risker med *Listeria monocytogenes* för personer som inte tillhör någon riskgrupp. Underlaget har tagits fram på beställning av Avdelningen för råd och reglering, enheten för Livsmedelshygien (Dnr 2024/03482) och kommer att ligga till grund för eventuella hanteringsåtgärder om faran med listeria för personer som inte tillhör någon av de tidigare inringade riskgrupperna. Underlaget är uppdelat i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering, där de specifika frågeställningarna besvaras.

Ansvarig för underlagets innehåll är Karin Söderqvist på Risk- och nyttovärderingsavdelningen. Underlaget har granskats av Jakob Ottoson och Roland Lindqvist på Risk- och nyttovärderingsavdelningen.

Christina Lantz Enhetschef, enheten för biologiska faror

Mars 2025

Innehåll

Förord.....	3
Förkortningar.....	7
Bakgrund	8
Övergripande frågeställning:.....	8
Specifika frågor som ska besvaras.....	8
Datakällor och metoder	9
Datakällor	9
Litteratur	9
Prediktiv mikrobiologi för bedömning av listeria-tillväxt.....	9
Faroidentifiering.....	11
Listeria – egenskaper, diagnostik och utbrott.....	11
Smittkällor	14
Rökt och gravad fisk	14
Skivade köttpålägg	15
Farokarakterisering	17
Sjukdomsmekanismer	17
Jämförelse mellan stammar som kopplats till invasiv respektive icke-invasiv listerios.....	17
Symptom och inkubationstid	19
Listeria i avföringen.....	22
Dos-respons samband.....	22
Exponeringsuppskattning.....	25
Förekomst av listeria i ätfärdiga produkter av fisk och kött	25
Halter av listeria vid utbrott av icke-invasiv listerios	25
Produktegenskaper, förpackningsatmosfär, tillsatser och övriga ingångsdata för riskprodukter....	31
Resultat av tillväxtsimulering	33
Riskkarakterisering	36
Övergripande frågeställning:.....	36
Svar på specifik frågeställning:.....	36
Osäkerheter.....	37
Referenser	39
Bilaga 1	44

Förkortningar

ActA	Actin assembly-inducing protein
a_w	Vattenaktivitet – en fysikalisk storhet som används vid bedömning av risk för bakterie- och mögeltillväxt. Med vattenaktiviteten avses mängden för mikroorganismerna tillgängligt vatten.
CFU	Kolonibildande enhet – bestämning av antalet bakterier som ökar i antal genom celledelning under definierade förhållanden.
cgMLST	Core genome multilocus sequence typing
Dabas	Svensk produktdatabas för livsmedel (www.dabas.com)
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
EFSA	European Food Safety Authority
EU	Europeiska unionen
FSSP	Food Safety and Spoilage Predictor – en samling av modeller utvecklade på Danmarks Tekniska Universitet för att prognosticera tillväxten av bland annat Listeria, mjölksyrebakterier och förskämningsflora i livsmedel under definierade förhållanden.
Inl	Internalin
Listeria	Listeria monocytogenes
MAP	Förpackning med modifierad atmosfär
MLST	Multilocus sequence typing
MLVA	Multilocus variable-number tandem-repeat analysis
NaCl	Natriumklorid
PFGE	Pulsed-field gel electrophoresis

Bakgrund

Livsmedelsverket ger sedan flera år råd om *Listeria monocytogenes* (fortsättningsvis listeria) till så kallade riskgrupper, det vill säga personer med nedsatt immunförsvar på grund av hög ålder, sjukdomar eller intag av vissa mediciner. Till riskgrupper hör också gravida och nyfödda barn. Hos personer som tillhör riskgrupp kan listeria orsaka en allvarlig invasiv sjukdom.

Livsmedelsverket har inga råd om listeria till personer som inte tillhör någon av riskgrupperna.

Listeria har dock rapporterats kunna ge en icke-invasiv mag-tarminfektion hos personer som inte tillhör någon av ovanstående riskgrupper. Kunskapen är bristfällig om hur vanligt det är med sådana sjukdomsfall, vilka egenskaper dessa stammar har, vilka symtom en infektion ger och vilket antal listeriabakterier som krävs för att ge sjukdom.

Historiskt har icke-invasiv listeriainfektion bedömts tillhöra ovanligheterna och symtom har betraktats som förhållandevis milda. Det finns dock signaler om att det finns ett mörkertal. En anledning till mörkertalet kan vara att listeriaanalys inte utförs rutinmässigt vid mag-tarmsymtom på samma sätt som andra tarm-patogener i samband med sjukdomsutredningar.

Övergripande frågeställning:

Enheten för livsmedelshygien behöver ett vetenskapligt underlag som beskriver risker med listeria för personer som inte tillhör någon av de utpekade riskgrupperna. Det vill säga om friska vuxna och barn kan få symtom av en listeriainfektion.

Specifika frågor som ska besvaras

1. Hur många internationella och svenska utbrott samt enskilda sjukdomsfall av icke-invasiv listerios finns beskrivna?
 - a. Beskriv, om möjligt, koppling till livsmedel, antal drabbade, symtom, typ av listeriestammar och vilka doser de som drabbats har exponerats för.
2. Livsmedelsverket har råd om att icke-riskgrupper för listeria kan titta, lukta och smaka för att avgöra om ett livsmedel är ätbart efter att bäst före datum har passerats. Givet att listeria inte påvisas innan ett livsmedel (ätfärdig kylvara) släpps ut på marknaden, men att den finns i halter $<0,04$ CFU per gram och att livsmedlet förvaras vid angiven förvaringstemperatur, till exempel 8, 6 eller 4 °C:
 - a. Skulle listeria kunna uppnå halter som ger magsjukesymtom hos icke-riskgrupper vid bäst före datum och upp till några dagar därefter i varmrökt skinka/kalkon eller rökt/gravad fisk?

Datakällor och metoder

Datakällor

Litteratur

Detta vetenskapliga underlag bygger på data från litteraturen och egen bearbetning av data som tagits fram i publicerade studier. För att bedöma förekomst av listerios hos friska individer samt vilka symptom, stammar, halter och livsmedel som varit aktuella vid sjukdomsutbrott, gjordes en litteratursökning samt explorativ sökning på webben. Vid litteratursökning användes databaserna PubMed och Primo enligt söksträngar och sökdatum i tabell 1. Urvalet skedde i tre steg; genom screening av (i) titel, (ii) abstract och (iii) full-text. De publikationer som berörde listerios (inklusive febril gastroenterit) hos individer utan bakomliggande riskfaktorer valdes ut medan publikationer som handlade om febril gastroenterit utan koppling till listeria exkluderades. Via de utvalda publikationernas referenslistor kunde ytterligare källor hittas (s.k. snowballing).

Tabell 1. Litteratursökningar som gjordes för att hitta information om listerios hos friska individer, den icke-invasiva formen som ofta karaktäriseras av febril gastroenterit.

Databas	Datum	Information söktes om	Söksträng	Sökträffar	Urval
PubMed	2024-09-13	Icke-invasiva formen av listerios, febril gastroenterit	Non-invasive listeriosis[tiab] OR noninvasive listeriosis[tiab] OR febrile gastroenteritis [tiab] OR febrile gastro-enteritis [tiab] OR non-invasive febrile gastroenteritis [tiab] OR sporadic febrile gastroenteritis[tiab] OR (listeria monocytogenes[tiab] AND gastroenteritis[tiab])	217	25
Primo	2024-09-17	Icke-invasiv listerios	Non-invasive listeriosis	25	4
			Noninvasive listeriosis (ta bort om samma resultat som ovan)	13	2
		Febril gastroenterit	“febrile gastroenteritis”	89	17

Prediktiv mikrobiologi för bedömning av listeria-tillväxt

För att bedöma tillväxt av listeria i de olika produkterna användes prediktiv mikrobiologi med hjälp av verktyget Food spoilage and safety predictor (FSSP) version 4.0 (DTU, 2014a). Denna programvara har utvecklats på Danmarks Tekniska Universitet (DTU) som ett hjälpmedel för att använda matematiska modeller i syfte att förutsäga produkters hållbarhet samt tillväxt av patogena mikroorganismer i livsmedel. Modellerna som användes har validerats för flera olika kött- och fiskprodukter genom jämförelser med utförda inokuleringsförsök i dessa livsmedel (Mejlholm et al., 2010, Mejlholm and Dalgaard, 2007). I verktyget beräknades tillväxt utifrån temperatur, pH, natriumklorid (NaCl) i vattenfas, förpackningsatmosfär samt innehåll av hämmande substanser som till exempel laktat, rök (fenol) och nitrit. Simuleringarna gjordes i den generella modellen för listeria där tillväxten kan simuleras i upp till 90 dagar. Modelleringarna gjordes utan lagfas i enlighet med

riskvärderingarna från VKM (VKM, 2018) och Livsmedelsverket (Livsmedelsverket, 2022) ("fail-safe prediction").

För att få information om innehåll (ingredienser, inklusive salthalt och tillsatser), rekommenderad förvaringstemperatur samt hållbarhetstid i aktuella livsmedelskategorier (varmrökt skinka/kalkon samt rökt/gravad fisk), gjordes sökningar i Dabas som är en öppen svensk produktdatabas för livsmedel (www.dabas.com).

Typiska produkttegenskaper och halter av hämmande substanser i livsmedel finns normalt sett inte tillgängliga från tillverkare. Detsamma gäller resultaten från de flesta tillväxtförsök som utförts av livsmedelsproducenter för kommersiella produkter. Ingångsdata för simuleringar i denna riskvärdering baserades därför på data från litteraturen. Som underlag användes dels data från tidigare riskvärderingar från Livsmedelsverket (Livsmedelsverket, 2017, Livsmedelsverket, 2022) respektive Vetenskapskommittén för mat och miljö (VKM, 2018). Dessutom sammanställdes data från referenser som angavs i programvaran FSSP, där författare med koppling till programmet i sin tur gjort sammanställningar av publicerade inokulationsstudier som använts för utvärdering av modellerna (DTU). Även ytterligare referenser lades till som innehöll data från produkter på marknaden avseende produkttegenskaper och/eller tillsatser (Iacumin et al., 2020, Ahmed et al., 2015, Luchansky et al., 2005), se sammanställning i bilaga 1.

Se avsnitten faroidentifiering och exponeringsuppskattning för aktuella ingångsdata för simuleringarna i FSSP.

Faroidentifiering

Listeria – egenskaper, diagnostik och utbrott

Listeria är en Gram-positiv, psykrotrof, fakultativt anaerob stavformad bakterie som orsakar sjukdomen listerios. De vanligaste symptomen vid invasiv listerios är blodförgiftning (sepsis) eller hjärnhinneinflammation (meningit) hos äldre och hos personer med nedsatt immunförsvar såsom transplantations- och cancerpatienter (Aspholm, 2015). Gravida kan få influensaliknande symptom där infektionen kan spridas och smitta fostret vilket kan leda till missfall eller allvarlig sjukdom hos det nyfödda barnet (Aspholm, 2015). I Sverige har antalet rapporterade fall varierat mellan cirka 70 och 130 fall årligen under perioden 2014–2023 (Folkhälsomyndigheten, 2024b) och trenden visar på en ökning av antalet fall (2024). De flesta fallen (oftast >90 %) är inhemska (det vill säga där patienten smittats i Sverige) och majoriteten av sjukdomsfallen utgörs av personer som är 70 år eller äldre. Under 2023 avled 31 % av de rapporterade fallen inom en månad från provtagningsdatum, men det är svårt att avgöra i vilken grad listeriainfektionen bidrog till dödsorsaken då de flesta drabbade patienterna led av allvarliga underliggande sjukdomar (Folkhälsomyndigheten, 2024b).

Ett flertal olika fenotypiska och genotypiska metoder har använts för typning av listeria. I detta vetenskapliga underlag ingår rapporterade utbrott från år 1989 och framåt, vilket innebär att isolat typats och klassificerats på olika sätt över tid. Detta resulterar i att olika beteckningar används vid beskrivning av utbrottsstammar som tas upp i detta underlag, baserat på den typningsmetod som använts vid respektive utbrott (tabell 2). Tidigt användes agglutination för serotypning av listeria och för subtypning av isolat har olika molekylära metoder använts som till exempel PFGE (pulsed-field gel electrophoresis), MLVA (multilocus variable-number tandem-repeat analysis) och MLST (multilocus sequence typing) (Painset et al., 2019, Hurley et al., 2019). Idag har nästan alla medlemsländer i EU (Europeiska unionen) fasat ut användningen av PFGE för molekylär karakterisering av listeriaisolat. I stället används helgenomsekvensering, kombinerat med MLST eller så kallad cgMLST (core genome multilocus sequence typing) för sekvenstypning av stammar. Detta möjliggör idag snabb och träffsäker identifiering av den genetiska profilen hos listeriaisolat, till exempel vid utbrottsutredningar (Hurley et al., 2019, Folkhälsomyndigheten, 2023, EFSA/ECDC, 2023). Listeria kan klassificeras i fyra evolutionära linjer (lineages), I-IV, där de flesta ingår i linjerna I och II (Hurley et al., 2019). Vissa serotyper har visat sig vara mer frekvent förekommande när det gäller kliniska fall av listerios. Vid typning av isolat från rapporterade fall i Sverige år 2020 till 2023 var IIa den vanligaste molekylära serotypen, följt av IVb. Bland sekvenstyperna (ST) dominerade ST37, ST8 och ST1 (Folkhälsomyndigheten, 2024b).

Sedan slutet av 1980-talet har ett antal utbrott beskrivits, både i Sverige och internationellt, där listeria har orsakat klassiska mag- och tarmbesvär med feber (så kallad febril gastroenterit) hos individer som varit fullt friska och alltså inte tillhört någon känd riskgrupp (tabell 2). Denna gastrointestinala form kallas för icke-invasiv listerios. Rollen som denna icke-invasiva variant av listerios spelar som orsak till sporadisk gastroenterit är okänd (Ooi and Lorber, 2005). Endast den invasiva formen av listerios är anmälningspliktig i Sverige och ett fall bekräftas genom att (i) nukleinsyra från listeria påvisas alternativt att (ii) listeria isoleras från blod, cerebrospinalvätska eller annan lokalisation från patienten som normalt sett ska vara fri från listeria (Folkhälsomyndigheten, 2024a). Sannolikt finns ett mörkertal när det gäller antal fall av icke-invasiva formen av listerios då denna form inte är

anmälningspliktig. Dessutom liknar symptomen vid icke-invasiv listerios de som kopplas till andra välkända livsmedelsburna infektioner som till exempel *Campylobacterios* och *Salmonellos* (Schlech et al., 2005). Dessa infektioner är anmälningspliktiga och ingår i de analyspaneler som används vid analys av avföringsprover på olika vårdinrättningar. Analyspanelen för patienter med mag- och tarmsymptom inkluderar vanligen *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia* och EHEC (Liljeheden et al., 2024). När analysen ger negativt resultat, har patienten med icke-invasiv listerios sannolikt redan börjat tillfriskna och vidare utredning görs i regel inte. Detta gör det svårt att ställa diagnosen icke-invasiv listerios. En ytterligare orsak som är gemensam med flera andra livsmedelsburna infektioner är att många som drabbas av relativt milda symptom inte söker vård, vilket gör att provtagning aldrig blir av (Sundström, 2018).

Tabell 2. Sammanställning av utbrott av icke-invasiv listerios 1989–2024, inklusive misstänkt livsmedel för de olika utbrotten.

År	Land	Antal fall	Serotyp ^a /serogrupp ^b	Livsmedel	Källa
1989	USA	10	Serotyp 4b	Troligen kokta räkor	(Riedo et al., 1994)
1993	Italien	18	Serotyp 1/2b	Rissallad med ost, grönsaker, kokta ägg - tillredd i hemmiljö och serverad på fest	(Salamina et al., 1996)
1994	USA	45	Serotyp 1/2b	Chokladmjök i portionsförpackning, kommersiell pastöriserad produkt	(Dalton et al., 1997)
1996	Canada	2	Serotyp 1/2b	Crabsticks ("imitation crab meat")	(Farber et al., 2000)
1997	Danmark	3	Serotyp 4b	Okänt	(Heitmann et al., 1997)
1997	Finland	5	Serotyp 1/2a	Kallrökt regnbåge ("rainbow trout")	(Miettinen et al., 1999)
1997	Italien	1566	Serotyp 4b	Majssallad från cateringföretag	(Aureli et al., 2000)
2000	Nya Zeeland	21	Serotyp 1/2	Ätfärdiga nötköttsprodukter resp. skinka från samma producent	(Sim et al., 2002)
2001	Japan	38 ^c	Serotyp 1/2b	Kittost ("washed type cheese")	(Makino et al., 2005)
2001	Sverige	48	Serotyp 1/2a	Färskost tillverkad på fäbod av ko- och/eller getmjök	(Carrique-Mas et al., 2003)
2001	USA	16 (presumtiva fall, varav 6 konfirmerade)	Serotyp 1/2a	Sandwich med skivad kalkon från cateringföretag	(Frye et al., 2002)
2002	Canada	44 ^c	Serotyp 4b	Mögelost producerad på lantgård ("Soft-ripened cheese")	(McIntyre et al., 2015)

År	Land	Antal fall	Serotyp ^a /serogrupp ^b	Livsmedel	Källa
2002	Canada	86	Serotyp 4b	Mögelost från bondmarknad ("Soft-ripened cheese")	(McIntyre et al., 2015)
2008	Österrike	12	Serotyp 4b	Sylta på restaurang ("jellied pork")	(Pichler et al., 2009)
2012	Finland	8 ^c	Serogrupp IIa	Skivad sylta från centralkök ("meat jelly")	(Jacks et al., 2016)
2015	Tyskland	163	Serogrupp IVb	Rispudding från cateringföretag	(Halbedel et al., 2019)
2016	Italien	205	Serotyp 1/2a	Ätfärdig köttprodukt ("beef ham")	(Maurella et al., 2018)
2018	Sydafrika	10 ^c	Serogrupp IVb	Ätfärdig köttprodukt ("polony")	(Thomas et al., 2020, Smith et al., 2019)
2018	Österrike	13 ^c	Serogrupp IVb	Leverpaté	(Cabal et al., 2019)
2019	Spanien	154 ^c	Serogrupp IVb	Ätfärdig köttprodukt ("stuffed pork")	(Fernández-Martínez et al., 2022)

^aSerotyp är baserad på traditionell serotypning med agglutination och anges med arabiska siffror

^bSerogrupp är baserad på molekylär serotypning och anges med romerska siffror

^cÄven invasiv listerios rapporterades förutom den gastrointestinala formen

Smittkällor

Listeria är allmänt spridd i naturen och kan därför finnas i många livsmedelsråvaror. Bakterien kan etablera sig i biofilmer i lokaler och på utrustning och kan på så sätt kontaminera de livsmedel som produceras (Aspholm, 2015). Listeria kan föröka sig i kylskåpstemperatur och utan tillgång till syre, till exempel i vakuumpförpackningar eller i förpackningar med modifierad atmosfär, även om koldioxidinnehållet i de sistnämnda har en viss hämmande effekt (VKM, 2018). I produkter med lång hållbarhet i kylskåp kan listeria därför hinna föröka sig till nivåer som kan vara skadliga för riskgrupper innan hållbarhetstiden är slut. Det gäller framför allt livsmedel som förvarats några veckor i kylskåp och ska ätas utan att hettas upp, till exempel rökt och gravad fisk, skivat köttpålägg, patéer, mögel- och kittostar och vissa kalla ätbara maträtter. Listeria dör vid upphettning, men överlever frysning (Aspholm, 2015). Förutom temperatur, pH och vattenaktivitet är produktens egna mikrobiota en viktig hämmande faktor för listeriatillväxt (Amézquita and Brashears, 2002). Råvarans mikrobiota reduceras och sammansättningen förändras vid eventuell värmebehandling och den ursprungliga mikrobiotan är således särskilt intressant för produkter som inte genomgår detta processteg. Även för värmebehandlade livsmedel sker en kontaminering i varierande grad efter detta steg. Detta innebär att mikroorganismer från omgivande miljön och eventuella hanteringssteg efter värmebehandlingen hamnar på livsmedlet och skapar en mikrobiota under livsmedlets förvaringstid beroende av närvarande mikroorganismer, näringstillgång, temperatur och atmosfär. I denna riskvärdering riktas fokus främst mot riskprodukterna rökt och gravad fisk samt skivade köttpålägg som till exempel varmrökt skinka eller kalkon.

Rökt och gravad fisk

Kontaminering av rökt och gravad fisk med listeria kan ske under flera steg i processen; vid slakt, via saltlake/gravning, utrustning och vid skivning och paketering.

Före kallrökning av fisk, saltas fisken med torrsaltning eller lakesaltning. Injicering av saltlake är vanligt vid storskalig produktion medan torrsaltning är vanlig hos mindre producenter.

Konserveringsmedel som till exempel laktat och acetat kan tillsättas i saltlaken, liksom ibland bakteriekulturer, vanligen innehållande mjölksyrebakterier, för att hämma växt av listeria. Kallrökning innebär att fisken tillförs rök, antingen som rökarom eller från förbränning av träspån, enris eller liknande. Röken tillför fenolföreningar som kan ha en viss hämmande effekt på listeria-tillväxt (VKM, 2018). Vid kallrökning är temperaturen max 30 °C (Fiskbranschen, 2021), vilket gör att proteinerna i fisken inte koagulerar. Vid denna temperatur reduceras vanligen inte bakteriekoncentrationen, vilket betyder att mikroorganismer (inklusive eventuella smittämnen från råvaran) finns kvar även efter kallrökning. Efter rökning kan fiskfilén skäras i skivor eller packas hel med skinn på.

Vakuumpförpackning är den vanligaste förpackningen för dessa produkter men MAP förekommer (VKM, 2018). Den syrefattiga miljön i till exempel vakuumpförpackningar hämmar syreälskande produktförstörande bakterier, vilket gör att fisken får en längre hållbarhet jämfört med om den förpackats i närvaro av syre (Adams and Moss, 1995). Saltning, rökning och reducerad tillgång till syre reducerar tillväxthastigheten för listeria och stimulerar samtidigt till växt av mjölksyrebakterier. När mjölksyrebakterier når en tillräckligt hög koncentration hämmas tillväxthastigheten av listeria, dels på grund av pH-sänkningen som orsakas av ackumulerande mjölksyra och andra metaboliter, dels på grund av konkurrens om näring.

För varmrökt fisk är temperaturen vid rökning högre än vid kallrökning med en temperatur som kan variera mellan 40 och 80 °C under cirka 2 till 4 timmar, vilket resulterar i att fisken blir i det närmaste kokt (Fiskbranschen, 2021). Eventuellt förekommande patogena mikroorganismer, inklusive listeria, avdödas vanligen helt vid varmrökning. Den varmrökta fisken kan dock återkontamineras i senare produktionssteg. Eftersom värmebehandlingen (varmrökningen) reducerat halten av konkurrerande mikroorganismer i råvaran, kan en eventuell återkontaminering av listeria möjliggöra en snabbare tillväxt av bakterien.

Gravad fisk går inte igenom någon rökningprocess utan blir i stället marinerad med salt, socker och kryddor. Rökens hämmande effekt uteblir för gravad fisk men däremot gynnas tillväxten av mjölksyrebakterier under mognaden, vilket kan ge en hämmande effekt på listerias tillväxt.

Enligt branschriktlinjer från Fiskbranschens riksförbund rekommenderas en hållbarhetstid på 21 dagar för kallrökt och gravad fisk samt 28 dagar för varmrökt fisk vid högst 4 °C (Fiskbranschen, 2021). Vid observation av produkter i konsumentförpackningar bestående av kallrökt, varmrökt och gravad lax i produkt databasen Dabas, var majoriteten vakuumpförpackade och hållbarhetstiden varierade mellan 28 och 35 dagar för rökt lax och mellan 21 och 30 dagar för gravad lax. Rekommenderad förvaringstemperatur var max 4 °C för samtliga produkter. Produkterna av kallrökt och gravad lax var skivade medan de varmrökta laxprodukterna utgjordes av hel laxsida eller filéer i portionsbitar. Se tabell 3 för en sammanställning av tillsatser och hållbarhetstid för kallrökt, varmrökt och gravad lax.

Skivade köttpålägg

Varmrökt skinka eller kalkon genomgår ett värmebehandlingssteg under produktionsprocessen. Det finns därefter möjlighet för listeria att kontaminera köttpålägg vid efterföljande hantering, skivning och paketering (Uyttendaele et al., 1999). I många produkter ingår konserveringsmedel som i viss grad kan hämma tillväxt av listeria, till exempel laktat eller acetat (Blom et al., 1997). Även fenolföreningar från röken kan ha en viss hämmande effekt (VKM, 2018). Vid observation av produkter av varmrökt skinka och kalkon i Dabas, varierade hållbarhetstiden för varmrökt skinka från 24 till 35 dagar vid max 8 °C medan rökt kalkon hade en hållbarhetstid på mellan 21 och 30 dagar vid max 8 °C. Majoriteten av produkterna varmrökt skinka/kalkon som observerades var skivade (n=9), men några var strimlade eller tärnade (n=5). Samtliga produkter innehöll tillsatserna nitrit (E 250) som är ett konserveringsmedel och natriumaskorbat (E 301) som är ett antioxidationsmedel. De flesta produkterna som observerades var förpackade med MAP medan några var vakuumpförpackade. Se tabell 3 för sammanställningar av tillsatser och hållbarhetstid för varmrökt skinka respektive kalkon. Ungefär hälften av produkterna innehöll rökarom. Nyligen beslutade EU-kommissionen att rökaromer ska fasas ut och inte längre får användas i köttprodukter efter 1 juli 2029 (genomförandeförordning nr 2024/2067), men än så länge används rökaromer till vissa produkter för att ge röksmak till en produkt. Detta kan göras genom att antingen återskapa rök från rökkondensat eller genom att rökaromen exempelvis sprayas, duschas, penslas på eller blandas in i produkten. Rökning med rökkondensat är jämställd med traditionell rökning och produkten omsluts i rökkammaren av rök på samma sätt som vid traditionell rökning. Det innebär också att produkter som röks med återskapad rök från rökkondensat får märkas som rökta. Dock måste "rökarom" anges i ingrediensförteckningen (Fiskbranschen, 2021, Livsmedelsverket, 2024).

Tabell 3. Översikt av tillsatser, innehåll av rökarom och hållbarhetstid för några produkter av kallrökt, varmrökt respektive gravad lax samt varmrökt skinka och kalkon. Siffran anger hur många av respektive produkttyp som innehåller tillsats eller rökarom (Källa Dabas).

	Kallrökt lax (n=3) ^a	Varmrökt lax (n=7) ^b	Gravad lax (n=4) ^a	Varmrökt skinka (n=7) ^c	Varmrökt kalkon (n=7) ^c
<i>Konserveringsmedel</i>					
E 250 (Nitrit)				7	7
E 262 (Natriumacetat)	2		3		
<i>Antioxidationsmedel</i>					
E 301 (Natriumaskorbat)				7	7
E 325 (Natriumlaktat)	1		2	1	1
E 330 (Citronsyra)		3			
E 331 (Natriumcitrat)				1	3
<i>Stabiliseringsmedel</i>					
E 450 (Difosfater)				3	5
E 451 (Trifosfater)				3	4
<i>Surhetsreglerande medel</i>					
E 500 (Natriumkarbonater)					2
Rökarom				3 ^d	5 ^e
Hållbarhetstid (dagar)	30	28-35	21-30	24-35	21-30
Rekommenderad förvarings- temperatur (max °C)	4	4	4	8	8

^a skivad

^b hel laxsida alternativt i portionsbitar

^c skivad, tärnad eller strimlad

^d för 1 av 3 anges både rökarom och alspånsrökt i förteckningen

^e för 2 av 5 anges både rökarom och varmrökt i förteckningen

Farokarakterisering

Sjukdomsmekanismer

Det mesta av kunskapen som finns om sjukdomsmekanismer för listeria handlar om förmågan att orsaka invasiv sjukdom (Halbedel et al., 2019). Något samband mellan särskilda serotyper/serogrupper och icke-invasiv listerios har inte rapporterats (Sim et al., 2002). I tabell 2 framgår att de serotyper/serogrupper som vanligen kopplas till invasiv listerios, finns representerade som orsak även vid utbrott av icke-invasiv listerios.

Den typiska symptombild som uppstår vid icke-invasiv listerios benämns ofta som febril gastroenterit, vilken karakteriseras av mag- och tarmsymptom tillsammans med feber. Vid febril gastroenterit invaderar listeria epitelcellerna i tarmen, uppföras och sprider sig från cell till cell (Aspholm, 2015). Sjukdomsmekanismerna för listeria är komplexa men en av de viktigaste virulensfaktorerna anges vara membranproteinet internalin (Inl), som inducerar cellulärt upptag av bakterien genom fagocytos, vilket förenklat innebär att listeria omslutes och tas upp av värdens celler. I cellen uppföras listeria och några andra virulensfaktorer, till exempel actin assembly-inducing protein (ActA, ett membranprotein) och listeriolysin (ett hemolysin), spelar därefter en viktig roll för bakteriens intracellulära rörlighet och förmåga att ta sig ut ur cellen för att spridas till andra celler (Disson et al., 2021). Något enterotoxin har inte kunnat identifieras i samband med listeriainfektion och det är heller inte känt om andra typer av toxiner och extracellulära enzymer (till exempel listeriolysin och lecithinas) kan utöva enterotoxinaktivitet (Hof, 2001).

Nedsatt cellmedierad immunitet som är en viktig faktor för att en patient ska utveckla invasiv listerios, spelar sannolikt ingen roll vid icke-invasiv listerios eftersom de flesta som drabbats har ett fungerande immunförsvar (Ooi and Lorber, 2005). Vid cellmedierad immunitet är bland annat makrofager och T-celler inkopplade i immunsvaret, vilket slutligen leder till förstörelse av infekterade celler. Även om exakt mekanism inte är klarlagd har några författare spekulerat kring att det är ett mycket stort antal listeriabakterier som i vissa fall kan överväldiga även ett intakt immunförsvar, vilket kan leda till sjukdom hos friska individer (Ooi and Lorber, 2005, Aureli et al., 2000). Experiment på friska möss visade att en ganska lågradig penetration av tarmslemhinnan ägde rum efter oralt intag av listeria och att spridning utanför tarmen inträffade endast efter extremt höga doser av listeria (Hof, 2001).

Jämförelse mellan stammar som kopplats till invasiv respektive icke-invasiv listerios

Wagner (Wagner et al., 2021) jämförde stammar från ett schweiziskt ost-associerat utbrott av invasiv listerios (serotyp 4b) med stammar från två utbrott av icke-invasiv listerios. En av stammarna kom från ett danskt utbrott 1997 där tre små barn (2 till 3 år) på ett daghem insjuknade i icke-invasiv listerios (serotyp 4b) från okänd källa (Heitmann et al., 1997). Den andra stammen från icke-invasiv listerios (serotyp 1/2b) var från ett amerikanskt utbrott orsakat av kontaminerad chokladmjölk (Dalton et al., 1997). Endast mycket små skillnader mellan de tre olika stammarna kunde identifieras efter sekvensering av virulensassocierade gener. Alla hade samma variant av internalin medan en liten skillnad kunde ses för den invasiva stammen beträffande variant av ActA. Dock saknas idag kunskap om vad denna skillnad innebär för stammens egenskaper. En annan intressant skillnad var att vid

infektion av möss, visade de möss som infekterats med den icke-invasiva stammen från det amerikanska utbrottet inte några sjukdomssymptom alls medan mössen efter infektion med invasiva stammen samt icke-invasiva stammen från danska utbrottet blev tofiga och raggiga i pälsen och var mindre rörliga. Dessutom uppvisade de sistnämnda stammarna (båda 4b) en bättre kolonisering i levern hos mössen, där den invasiva stammen var den mest framgångsrika, vilket eventuellt skulle öka möjligheten till spridning till sekundära organ.

I en annan studie där stammar från patienter med icke-invasiv respektive invasiv listerios jämfördes drogs slutsatsen att det inte fanns några genetiska skillnader mellan stammarna beträffande de klassiska virulensfaktorerna som undersöktes (Halbedel et al., 2019). Författarna rapporterade vidare att ett isolat från ett fall av icke-invasiv listerios visade sig vara mer framgångsrikt vid utförda mus- och cellkulturinfektioner än ett närbesläktat isolat från invasiv listerios. Enligt författarna vore det osannolikt att förekomst eller avsaknad av en viss uppsättning av virulensgener skulle vara ansvariga för den icke-invasiva formen av listerios. Världens immunstatus har visat sig vara mycket viktig för progression av icke-invasiv till invasiv listerios och endast mycket höga doser av listeria har orsakat sjukdom hos friska individer (Halbedel et al., 2019).

Det finns flera exempel från utbrott där en viss utbrottsstam hittats både hos patienter med icke-invasiv och invasiv listerios, bland annat ett utbrott i Kanada 2002 där utbrottsstammen orsakade 44 fall av febril gastroenterit, 3 fall med hjärnhinneinflammation och 2 fall av bakteremi (förekomst av listeria i blodet) hos gravida (McIntyre et al., 2015). Även vid det stora utbrottet i Sydafrika 2017 som framför allt är förknippat med invasiv listerios, fanns fall av febril gastroenterit bland barn på ett daghem (Thomas et al., 2020). Det finns dessutom exempel på utbrott där personer först drabbats av icke-invasiv listerios för att senare utveckla den invasiva formen (Dalton et al., 1997, Pichler et al., 2009). Vid ett utbrott i Österrike 2008 (Pichler et al., 2009), fick en 72-årig patient liknande symptom som övriga fallpatienter (feber, diarré och illamående) ett par dagar efter ett besök på en restaurang där det serverats sylta (jellied pork). Personen verkade repa sig precis som övriga fallpatienter men fick därefter kraftig huvudvärk 14 dagar efter exponeringen och blev några dagar senare inlagd på sjukhus med hjärnhinneinflammation som konstaterades vara orsakad av listeria. Det fanns ingen uppgift om att den 72-åriga patienten hade några underliggande sjukdomar som innebar ökad känslighet för invasiv sjukdom. Författarna underströk att äldre patienter med febril gastroenterit riskerade att utveckla invasiv listerios och att man därför borde överväga antibiotikabehandling vid konstaterad icke-invasiv listerios hos äldre (Pichler et al., 2009).

Blododling för listeria har varit positiv i flera rapporterade fall av icke-invasiv listerios (Salamina et al., 1996, Farber et al., 2000, Halbedel et al., 2019, Riedo et al., 1994, Cabal et al., 2019, von Rotz et al., 2017). Det är inte känt hur stor andel av fallen med febril gastroenterit där listeria har kunnat påvisas vid odling av blodprover men under ett stort italienskt utbrott kunde listeria påvisas i 1 av 40 blododlingar (Aureli et al., 2000). Viktigt att påpeka är att dessa blodprover endast togs från en mindre andel av de 292 patienter som blivit inlagda på sjukhus under utbrottet och att samtliga var barn. Bakteremi indikerar dock att invasiv sjukdom skulle kunna uppstå som en komplikation till febril gastroenterit. Att ett infektiösaämne påvisas i blodet eller annan lokalisering från patienten som normalt sett ska vara fri från listeria innebär att patienten enligt falldefinitionen för invasiv listerios blir ett bekräftat fall (Folkhälsomyndigheten, 2024a). Typiska symptom för invasiv listerios som till exempel meningit behöver alltså inte förekomma i kombination med ett fynd av listeria från blododling. Ett fall av febril gastroenterit där listeria påvisas i blodet skulle således bli registrerat som invasiv listerios men eftersom information om sjukdomssymptom eller bakomliggande riskfaktorer

inte är obligatoriska uppgifter att anmäla, går det inte att fastställa i vilken omfattning detta sker (enligt Lena Sundqvist, Folkhälsomyndigheten, personlig kommunikation 6 dec 2024).

Symptom och inkubationstid

I tabell 4 redovisas symptom som rapporterats från utbrott av icke-invasiv listerios där kohortstudier genomförts, inklusive analys av enkätsvar från fallpatienter. De vanligaste symptomen har varit diarré, feber och buksmärta, vilket är karakteristiskt för febril gastroenterit. Vid några utbrott rapporterades dock endast omkring hälften av patienterna ha haft diarré (Aureli et al., 2000, Maurella et al., 2018). Vid dessa utbrott förekom huvudvärk och buksmärta i större utsträckning än diarré. Aureli (Aureli et al., 2000) rapporterade att nästan 90 % av fallen hade huvudvärk medan buksmärta förekom hos drygt 70 % av fallpatienterna. Även trötthet ("fatigue", "sleepiness") beskrevs som tongivande symptom i några rapporter (Aureli et al., 2000, Dalton et al., 1997, Frye et al., 2002). Ledvärk och eller muskelvärk verkar vara förekommande i varierande grad, vilket även gäller illamående och kräkningar. Vid ett stort italienskt utbrott som involverade 1566 fallpatienter kunde man se signifikanta skillnader i symptombilden mellan vuxna och barn. Feber och kräkningar var vanligare hos barn än hos vuxna, medan diarré och led-/muskelvärk var vanligare hos vuxna (Aureli et al., 2000).

Halsont har funnits med bland rapporterade symptom i låg frekvens i några utbrottsrapporter (Dalton et al., 1997, Aureli et al., 2000, Pichler et al., 2009), medan halsont rapporterades av hela 72 % av fallpatienterna vid ett italienskt utbrott orsakat av rissallad på en fest (Salamina et al., 1996). Om halsont hänger samman med infektionen av listeria eller om det kan vara kopplat till annat smittämne och i så fall kan betraktas som "bifynd" är oklart. Diarrén vid icke-invasiv listerios har i vissa rapporter beskrivits som vattnig (Aureli et al., 2000, Heitmann et al., 1997) och värt att notera är att diarrén bara i enstaka fall rapporterats vara blodig (Dalton et al., 1997). Frye (Frye et al., 2002) rapporterade att fallpatienterna i genomsnitt hade diarré 5 gånger per dygn (med ett spann av 3 till 12 gånger per dygn).

Symptomen vid icke-invasiv listerios har vanligen varat under 1-3 dagar (Dalton et al., 1997, Aureli et al., 2000, Miettinen et al., 1999) men i vissa fall i ungefär en vecka (Aureli et al., 2000, Sim et al., 2002). Duration av sjukdomssymptomen finns beskrivna i några av utbrottsrapporterna, till exempel från ett svenskt utbrott 2001 där färskost från fäbodstillverkning var källan (Carrique-Mas et al., 2003). I detta utbrott rapporterades fallpatienterna i genomsnitt ha diarré i 4 dagar (1 till 9), feber i 3 dagar (1 till 6), magsmärtor i 4 dagar (1 till 15) och huvudvärk i 1 till 2 dagar (Carrique-Mas et al., 2003). Frye et al. (Frye et al., 2002) rapporterade att mediantiden för symptomen (som inte specificerades) var 7 dagar (2 till 21 dagar). Dalton et al. (Dalton et al., 1997) rapporterade medianvärden för duration av diarré och feber på 42 respektive 27 timmar. Frye (Frye et al., 2002) rapporterade att febern hos fallpatienterna uppmättes till mellan 38,9 och 39,7 °C.

Jämfört med invasiv listerios där inkubationstiden vanligtvis är lång (cirka 9 dagar för hjärnhinneinflammation respektive 28 dagar för missfall hos gravida) (Goulet et al., 2012), är inkubationstiden hos den icke-invasiva formen av listerios relativt kort. Konsumtion av ett stort antal organismer (*Listeria*) rapporteras kunna vara förknippat med kortare inkubationstid (Riedo et al., 1994). Symptom hos vissa patienter har uppvisats så tidigt som 6-10 timmar efter exponering av smittämnet (Carrique-Mas et al., 2003, Aureli et al., 2000, Frye et al., 2002, Dalton et al., 1997). Medianvärdet för inkubationstiden har varierat mellan 18 och 31 timmar (Frye et al., 2002, Dalton et

al., 1997, Aureli et al., 2000, Carrique-Mas et al., 2003, Salamina et al., 1996), medan patienter med längst inkubationstid insjuknat ca 2 till 3 dygn efter exponering.

Icke-invasiv listerios har beskrivits som en mild sjukdom (WHO, 2018) som vanligen inte kräver någon behandling. Patienterna tillfrisknar oftast helt och komplikationer som invasiv sjukdom är ovanliga (Ooi and Lorber, 2005). Dock tyder vissa rapporter på att symptomen vid icke-invasiv listerios inte alltid är så milda. Dalton (Dalton et al., 1997) rapporterade att många av de drabbade vittnat om besvärliga symptom och att de varit sängliggande och inte kunnat gå till jobbet. Dessutom blev 4 av 45 konstaterade fallpatienter under det utbrottet inlagda på sjukhus, varav 2 barn, en 49-åring samt en 77-åring (Dalton et al., 1997). Patienter i behov av sjukhusvård har även förekommit under andra utbrott av icke-invasiv listerios, till exempel vid utbrottet i Italien 1997 då ett centralkök/cateringföretag levererat kontaminerad majssallad till olika skolor vilket resulterade i ett mycket stort utbrott med 1566 fall (Aureli et al., 2000). Från detta utbrott rapporterades att 292 barn (19 % av fallen) fick skrivas in på sjukhus och att mediantiden för sjukhusvistelsen för dessa barn var 3 dagar (Aureli et al., 2000). Även Pichler (Pichler et al., 2009) rapporterade att 3 av totalt 12 fallpatienter blev inlagda på sjukhus i 4, 6 respektive 9 dagar under ett utbrott i Österrike. Författarna konstaterade att icke-invasiv listerios kan kräva sjukhusvård under liknande antal dagar som rapporterats för fall av salmonellos och campylobacterios (Pichler et al., 2009).

Tabell 4. Sammanställning av symptom (% av fallpatienterna) som rapporterats från publicerade kohort-studier (ordnade efter utbrottsår, från tidigast till senast).

Land och utbrottsår	Totalt antal fall (serotyp)	Diarré	Feber	Buksmärta	Huvudvärk	Muskelvärk/ ledvärk	Trötthet	Illamående	Kräkningar	Halsont	Källa
Italien, 1993	18 (4b)	78	100	44	78	78	Ingen uppgift	78	44	72	(Salamina et al., 1996)
USA, 1994	45 (1/2b)	79	72	55	65	59 (muskelvärk) 25 (ledvärk)	74	47	26	3	(Dalton et al., 1997)
Italien, 1997	1566 (4b)	53 (vuxna) 40 (barn) ^a	66 (vuxna) 83 (barn) ^a	72 (vuxna) 72 (barn)	88 (vuxna) 86 (barn)	45/24 (ledvärk vuxna/barn) ^a 51/20 (muskelvärk vuxna/barn) ^a	62 (vuxna) 63 (barn)	60 (vuxna) 54 (barn)	19 (vuxna) 40 (barn) ^a	12 (vuxna) 13 (barn)	(Aureli et al., 2000)
Sverige, 2001	48 (1/2a)	88	60	54	15	29 (muskel-/ledvärk eller generell smärta)	Ingen uppgift	4	21	Ingen uppgift	(Carrique-Mas et al., 2003)
USA, 2001	16 ^b (1/2a)	83	83	17	Ingen uppgift	100 (ont i kroppen)	83	33	33	Ingen uppgift	(Frye et al., 2002) ^a
Österrike, 2008	12 (4b)	75	100	Ingen uppgift	42	17 (smärta från kroppen)	Ingen uppgift	Ingen uppgift	33	8	(Pichler et al., 2009)
Italien, 2016	162 ^c (1/2a) 43 ^d (1/2a)	49 ^c 40 ^d	68 ^c 53 ^d	75 ^c 79 ^d	63 ^c 58 ^d	Ingen uppgift	Ingen uppgift	52 ^c 51 ^d	29 ^c 30 ^d	Ingen uppgift	(Maurella et al., 2018)

^a statistiskt säkerställd skillnad mellan barn och vuxna

^b enbart symptomen hos konfirmerade fall är inkluderade, n=6

^c resultat från kohortstudie för kluster A (utbrottet var uppdelat i 2 utbrottskluster med 20 dagars mellanrum)

^d resultat från kohortstudie för kluster B (utbrottet var uppdelat i 2 utbrottskluster med 20 dagars mellanrum)

Listeria i avföringen

Listeria är så vanligt förekommande att man räknar med att de flesta människor får i sig smittämnet då och då (VKM, 2018). Vid tvärsnittsstudier har listeria påvisats i avföring hos en låg andel (<5 %) av friska vuxna individer (Ooi and Lorber, 2005, Hof, 2001), varför man inte kan göra en säker koppling mellan enstaka positiva avföringsprover och listerios. Müller (Müller, 1990) isolerade listeria från avföringen hos 0,8 % av friska personer respektive 0,6 % av personer med diarrésymptom. Detta överensstämde väl med resultatet från en österrikisk studie där 0,8 % av friska urskilde listeria i avföringen (Grif et al., 2001). I en annan studie från USA kunde listeria isoleras från endast 1 av 827 (0,12 %) avföringsprover, varav 57 % med lös eller vattnig konsistens, som slumpmässigt analyserades i samband med att de skickats in till några olika laboratorier för undersökning av okänd anledning (Sauders et al., 2005).

I en ytterligare studie där avföringsprover samlades in från 3 friska personer under en 1-årsperiod, isolerades listeria från 1,15 % (n=31/868) av avföringsproverna och som mest i 4 dagar i rad från en enskild person (Grif et al., 2003). I genomsnitt hade personerna i studien 2 episoder där de utsöndrade listeria i avföringen under året. De flesta positiva prover innehöll fler än en stam av listeria och endast av serotyp 1/2a och 1/2b. Ingen av episoderna med listeria i avföringen sammanföll med sjukdomssymptom hos personen.

När det gäller avföringsprover har man sett att det är större chans att påvisa listeria vid icke-invasiv listerios, ju allvarigare symptom patienten haft. Vid ett utbrott orsakat av chokladmjölk som serverats under en picknick, uppfyllde 45 av 60 personer som konsumerat drycken falldefinitionen (Dalton et al., 1997). Detta innebar att de drabbats av minst två av fyra typiska symptom (feber, diarré/illamående/kräkningar, muskel/ledvärk respektive huvudvärk) inom en vecka efter picknicken. Dalton rapporterade att listeria isolerades från avföringen hos 75 % av de inlagda patienterna med icke-invasiv listerios medan motsvarande andel hos de med symptom men utan att vara inlagda på sjukhus var 37 %. Avföringsprover samlades även in från symptomfria personer som blivit exponerade för smittan men som inte uppfyllde falldefinitionen. Från dessa kunde ingen listeria påvisas i avföringen (Dalton et al., 1997).

Dos-responssamband

Enligt en riskvärdering från FDA och USDA (FDA and USDA, 2003), inträffar de allra flesta listeriosfall på grund av att en person som tillhör riskgrupp konsumerat ett risklivsmedel som förvarats i en olämpligt hög temperatur och/eller under för lång tid. Det finns inget tröskelvärde för när skadliga nivåer uppnås utan sannolikheten att insjukna ökar med en ökande dos, där personer som tillhör riskgrupp är känsligare (se exempel sist i detta avsnitt). Det krävs oftast att inte bara en utan flera olyckliga händelser sker under ett livsmedels produktionskedja för att ett livsmedel ska uppnå höga halter av listeria (Buchanan et al., 2017). En förutsättning är att livsmedlet blivit kontaminerat av listeria och därefter måste det kontaminerade livsmedlet utsättas för temperatur- och tidsförhållanden samt ha produkttegenskaper som tillåter tillväxt av listeria.

Dos-responssamband för icke-invasiv listerios är inte utredda men exponering för en stor dos av listeria har uppgivits vara en av faktorerna i patogenesen för att utveckla febril gastroenterit (Ooi and Lorber, 2005). Det är svårt att uppskatta dos-responssamband eftersom varken portionsstorlek

och/eller koncentration av listeria varit känt i de flesta rapporterade utbrott. I vissa utbrottsrapporter finns en attack rate (insjuknandefrekvens) fastställd som tillsammans med koncentration av listeria i analyserat livsmedel samt uppskattad portionsstorlek kan ge viss information, se tabell 5. Attack rate beskriver andel av personer som blev sjuka efter att ha ätit kontaminerat livsmedel och för rapporterade utbrott har denna andel varierat från 52 % (Carrique-Mas et al., 2003) till 100 % (Miettinen et al., 1999). Däremellan har attack rates på mellan 70-90 % rapporterats (Dalton et al., 1997, Salamina et al., 1996, Aureli et al., 2000, Sim et al., 2002, Frye et al., 2002).

Tabell 5. Sammanställning av uppskattad exponeringsdos och attack rate (insjuknandefrekvens) från studier där dessa har rapporterats.

Utpekad livsmedel	Uppmätt halt i livsmedel (CFU/g)	Uppskattad portionsstorlek	Uppskattad exponeringsdos (CFU)	Attack rate (andel sjuka/exponerade i %)	Källa
Chokladmjölk (fr. mejeriet, samma batch)	8,8 · 10 ⁸ ^a	240 ml	2,1 · 10 ¹¹	75	(Dalton et al., 1997)
Crabsticks	>10 ⁶ (konservativ uppskattning av halt ^c)	150 g	>1,5 · 10 ⁸	100	(Farber et al., 2000)
Kallrökt regnbåge	1,9 · 10 ⁵	100 g ^b	1,9 · 10 ⁷	100	(Miettinen et al., 1999)
Majssallad	>10 ⁶	80 g	>8,0 · 10 ⁷	84	(Aureli et al., 2000)
Delicatessen meat	10 ⁷ (konservativ uppskattning av halt ^c)	55 g	5,5 · 10 ⁸	73	(Frye et al., 2002)

^a CFU/ml

^b Baserat på typisk portionsstorlek av rökt fisk, för övriga anges portionsstorlek från källan

^c En uppskattning som utgår från en låg halt som sannolikt underskattar verklig halt

Vid ett utbrott i Italien 2016 exponerades olika åldersgrupper av barn för en kontaminerad ätferdig skivad köttprodukt (beef ham) som serverades både på ett daghem med barn 3-6 år och på en skola där eleverna var 6-10 år (Maurella et al., 2018). Vid utbrottet rapporterades en högre attack rate bland de äldre eleverna, det vill säga att en större andel äldre barn som ätit köttprodukten fick symptom. Detta föreslogs hänga ihop med att de äldre barnen fått större portioner och därmed exponerats för en högre dos (Maurella, 2018). Carrique-Mas (Carrique-Mas et al., 2003) demonstrerade att ju fler portioner ost en person i kohort-studien konsumerat, desto större risk hade de att utveckla sjukdom, vilket tydde på en dosberoende respons. Av personerna som ätit 1-2 portioner, som omfattade 15 ml (1 matsked) per portion, insjuknade 36 % medan 78 % av personerna som ätit fler än 6 portioner insjuknade (Carrique-Mas et al., 2003).

Även om det saknas exponeringsstudier för människa, finns studier där olika djurslag exponerats för listeria. I ett exempel exponerades friska makaker (*Macaca fascicularis*, vuxna honor med vikt mellan 3 och 5 kg) för olika doser av listeria (serotyp 4b) i mjölk. Endast individer som fått 10⁹ bakterier visade tecken på sjukdom, medan doser på 10⁵ och 10⁷ inte orsakade sjukdom (Farber et al., 1991). Symptom som rapporterades var låggradig feber (upp till 38,9 °C; normaltemperatur 37,5-38 °C),

aptitlöshet och enstaka diarréer. För makaker som fått doser om 10^7 och 10^9 observerades en minskad nivå av lymfocyter och ökad nivå av neutrofiler i blodet två till fyra dagar efter exponering, vilket indikerade pågående infektion. Hos dessa makaker kunde listeria isoleras från avföringen från dag 1 till och med 21 dagar efter exponering. Listeria kunde även påvisas i blodet hos vissa av makakerna.

Sammanfattningsvis pekar tillgängliga data från utbrott (tabell 5) mot att exponeringsdosen varit 10^7 eller högre vid utbrott av icke-invasiv listerios, vilket innebär en listeria-halt av minst 10^5 CFU/g i livsmedlet under antagandet att portionsstorleken är 100 gram. Dos-responssamband för listeria är komplexa och vilken dos av listeria som leder till symptomatisk infektion hos en individ beror på olika faktorer, inklusive bakteriens virulens och den exponerades immunstatus. Vad gäller känslighet finns stora individuella skillnader som tillsammans med andra osäkerheter (som till exempel avsaknad av data från humana exponeringsstudier och ofullständiga uppgifter från utbrottsutredningar) gör det svårt att bedöma sannolikheten för sjukdom vid olika exponeringsdoser (Pouillot et al., 2015). Trots dessa svårigheter har dos-responsmodeller för invasiv listerios tagits fram som uppskattar sannolikheten för sjukdom för olika riskpopulationer utifrån immunstatus/hälsotillstånd och ålder (Pouillot et al., 2024). Eftersom data från utbrott av icke-invasiv listerios indikerat exponeringsdoser på minst 10^7 bakterier (tabell 5) är det intressant att jämföra med uppskattad sannolikhet för *invasiv* listerios vid denna lägsta dos. Enligt en dos-responsmodell för invasiv listerios (Pouillot et al., 2015), uppskattas sannolikheten för sjukdom vid 10^7 bakterier vara $6,1 \cdot 10^{-5}$ för individer <65 år (den allmänna populationen utan kända riskfaktorer). För ett livsmedel som uppfyller det mikrobiologiska kriteriet, med en maximal halt av listeria på 100 CFU/g under hållbarhetstiden, skulle dosen vara maximalt 10^4 bakterier vid en portionsstorlek av 100 g. Vid denna dos är sannolikheten för invasiv listerios $1,7 \cdot 10^{-5}$ för gravida och $1,4 \cdot 10^{-6}$ för individer >65 år.

Exponeringsuppskattning

Listeria kan tillväxa vid temperaturer från strax under 0 °C (ICMSF, 1996), ett brett pH-spann (4,4 till 9,4) och vid låg vattenaktivitet (0,92) respektive hög salthalt (10 %) (Aspholm, 2015). I Kommissionens förordning (EG) nr 2073/2005 delas livsmedel upp i de som möjliggör tillväxt av listeria och de som inte gör det. Produkter med $\text{pH} \leq 4,4$ eller vattenaktivitet (a_w) $\leq 0,92$ samt produkter med $\text{pH} \leq 5,0$ och $a_w \leq 0,94$ räknas till de livsmedel där listeria *inte* kan tillväxa. Hit hör även livsmedel med en hållbarhetstid på mindre än fem dagar. Det är välkänt att rökt och gravad fisk och skinka/kalkon är risklivsmedel för listerios, det vill säga livsmedel där listeria kan tillväxa (EFSA, 2013). För ätbara livsmedel där listeria kan tillväxa, innebär livsmedelssäkerhetskriteriet att bakterien inte ska kunna påvisas i 5 prover á 25 g när produkten lämnar produktionsanläggningen. Alternativt gäller att nivåer av listeria inte får överskrida nivån 100 CFU/g under hållbarhetstiden. En förändring i lagstiftningen kommer börja tillämpas från 1 juli 2026 och innebär att listeria inte ska kunna påvisas varken när den lämnar produktionsanläggningen eller under hållbarhetstiden (Kommissionens förordning (EU) 2024/2895 om ändring av förordning (EG) nr 2073/2005 vad gäller *Listeria monocytogenes*).

Förekomst av listeria i ätbara produkter av fisk och kött

Under 2016 analyserades ätbara produkter från den svenska marknaden för listeria vid hållbarhetstidens slut (Livsmedelsverket, 2016). Listeria påvisades i 11 av 290 (4 %) prover av kallrökt eller gravad fisk. I två av de positiva proverna överskreds nivån 100 CFU/g, med påvisade halter av 280 respektive 1600 CFU/g i prover av gravad lax respektive kallrökt lax. För skivade charkprodukter påvisades listeria i 1 av 137 (0,7 %) prover av skinka och i 2 av 48 (4,2 %) prover av rökt kalkon. Halterna var samtliga fall lägre än 10 CFU/g i dessa skivade charkprodukter. I en sammanställning av EFSA och ECDC från 2022 påvisades listeria i 2,5-2,6 % av analyserade prover av ätbar fisk (n=971), ätbara fiskprodukter (n=842) och ätbara köttprodukter (exkl. fermenterad korv) (n=18 061) (EFSA/ECDC, 2023). Dessa prover togs inom ramen för den officiella kontrollverksamheten i olika länder, från livsmedelsföretag eller från senare led i kedjan, till exempel från livsmedelsbutiker eller cateringverksamhet, för att verifiera att gränsvärden för listeria upprätthölls i enlighet med (EG) nr 2073/2005. För de prover där kvantitativ metod använts (n=7585), överskred endast 0,05 % av analyserade fiskprodukter gränsvärdet 100 CFU/g. För ätbara köttprodukter (exkl. fermenterad korv) var motsvarande andel 0,13 % (EFSA/ECDC, 2023).

Halter av listeria vid utbrott av icke-invasiv listerios

Enligt vad som tidigare beskrivits i farokarakteriseringen krävs omständigheter som ger listeria möjlighet att växa till hög koncentration för att kunna orsaka icke-invasiv sjukdom bland icke-riskgrupper. En förutsättning är att listeria har kontaminerat livsmedlet och att livsmedlet därefter lagras vid tid- och temperaturförhållanden som ger listeria möjlighet att växa till en hög koncentration (VKM, 2018). En översikt av utbrott där halter av listeria är kända samt vilka ”misstag” som troligen lett fram till att listeria kontaminerat produkten och/eller att höga halter kunnat nå presenteras i tabell 6. Det finns inget i de artiklar som beskriver utbrotten som tyder på att orsakande livsmedel skulle ha smakat illa eller avvikande, förutom i ett obekräftat fall där en far och en son misstänkte att smittan

kom från en ”not-well tasting” ost- och skinksandwich som de ätit några få dagar före insjuknandet (von Rotz et al., 2017).

Utbrottet där chokladmjök orsakade sjukdomsfall efter en picknick visade att det fanns halter upp till $1,2 \cdot 10^9$ CFU/ml i en kvarbliven förpackning, vilket skulle motsvara en dos på $2,9 \cdot 10^{11}$ CFU i en portionsförpackning (240 ml) (Dalton et al., 1997). Man identifierade vid utbrottsutredningen att återkontamination efter pastörisering möjliggjorts på grund av trasig utrustning där chokladmjök från tidigare batcher kunnat ansamlas och blandas upp med nya. Dessutom identifierades brister under nedkylningssteg samt i kylkedjan under transport. Det fanns möjlighet att analysera innehållet i en oöppnad förpackning chokladmjök från samma tillverkningsbatch som fanns kvar på mejeriet. Även i denna förpackning fanns mycket höga halter av listeria; $8,8 \cdot 10^8$ CFU/ml, vilket tyder på att det mesta av tillväxten möjliggjorts redan innan eventuella brister i kylkedjan under transport och servering hunnit ske. Den lägsta halt som rapporterats i ett livsmedel kopplat till ett utbrott av febril gastroenterit är $1,9 \cdot 10^5$ CFU/g (Miettinen et al., 1999). Aktuellt livsmedel var kallrökt regnbåge och portionsstorleken var inte fastställd. En uppskattad portionsstorlek på 100 gram, skulle innebära en exponering av över 10^7 celler.

Det bör noteras att provtagning av misstänkt livsmedel ofta sker först när utbrottsutredningen nått fram till den punkt att en slutsats kan dras om vilket livsmedel som har orsakat utbrottet. Detta kan ta flera dagar men inte sällan veckor från den tidpunkt då livsmedlet konsumerades (Ooi and Lorber, 2005). Ofta finns inget livsmedel kvar att analysera vid den tidpunkten då det ätits upp eller kastats. Om det finns kvar livsmedel att analysera kan listeria ha hunnit växa till, även om livsmedlet har förvarats i korrekt kyltemperatur. Halten vid analys speglar därför inte den halt som var aktuell vid exponeringen (Ooi and Lorber, 2005). Tiden som gått från exponering av fallpatienter till att livsmedlet analyserats uppges sällan i rapporterade utbrott. Ett undantag är ett utbrott beskrivet av Frye et al. (Frye et al., 2002) där listeria påvisades i halten $1,6 \cdot 10^9$ CFU/g i ett prov av kvarbliven skivad kalkon som analyserades 14 dagar efter att denna serverats på en födelsedagsfest. Halten vid exponeringstillfället uppskattades till ca $1 \cdot 10^7$ CFU/g baserat på förväntad tillväxt i aktuellt livsmedel under 2 veckor i $4 \text{ }^\circ\text{C}$ (Frye et al., 2002). Ett annat exempel är ett utbrott kopplat till crabsticks (imitation crab meat) där livsmedel samlades in från konsumentens kylskåp först 11 dagar efter exponering och analyserades dagen därpå (Farber et al., 2000). I prover av crabsticks fanns listeria i halter av $2,1 \cdot 10^9$ CFU/g men med tanke på tiden som gått gjordes en grov uppskattning av dosen vid exponeringstillfället till $>10^6$ celler. En ytterligare aspekt är att patogener ofta är heterogent fördelade i livsmedel, vilket gör det svårt att fastställa maximal koncentrationen i ett livsmedel vid analys (VKM, 2018). Individer som blivit sjuka kan ha konsumerat särskilda portioner som innehållit högre halter av listeria (Buchanan et al., 2017). Vid några utbrott har misstänkt livsmedel initialt testats för en standarduppsättning av livsmedelsburna patogener där listeria inte ingått, vilket inneburit att halter av listeria inte kunnat rapporteras (Salamina et al., 1996).

I rapporten från utbrottet där kontaminerad majssallad orsakade 1566 sjukdomsfall i Italien 1997 (Aureli et al., 2000), utförde författarna tillväxtförsök där majs (pH 6,3, natriumkloridhalt 1,5 %) inokulerades med den listeriestam som isolerats från patienter och miljöprover i en halt av ca 10 CFU/g. Därefter inkuberades proverna i 8, 15 och $25 \text{ }^\circ\text{C}$ i 48 timmar (där $25 \text{ }^\circ\text{C}$ var den aktuella omgivningstemperaturen dagen för exponering). Vid $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ökade halten av listeria till $>10^6$ CFU/g på 10 h, medan ingen tillväxt sågs vid 8 respektive $15 \text{ }^\circ\text{C}$ under en period av 7 dagar. Även Farber (Farber et al., 2000) utförde inokulationsstudier i samband med ett utbrott orsakat av crabfish från ett hushåll. Inokulerad crabfish förvarades i vakuumpförpackning under studierna. Vid låg inokulationsdos

(1 CFU/g) växte listeria varken i 4 eller 10 °C under en period på upp till 28 dagar. Vid en högre inokulationsdos (ca $5 \cdot 10^3$ CFU/g), växte listeria både i 4 och 10 °C och nådde halter av ca $1,3 \cdot 10^5$ respektive $4,0 \cdot 10^5$ CFU/g efter 17 dagar. Eftersom nivåerna var högre i proverna från crabfish som orsakat utbrottet, antogs att förvaring av dessa skett under en lång period vid olämplig hög temperatur.

Tabell 6. Utbrott där halter av listeria varit kända i aktuellt livsmedel som orsakat icke-invasiv listerios samt misstänkt orsak till kontamination/tillväxt. Utbrotten är ordnade efter åren de inträffade, från tidigast till senast.

Livsmedel	Halt i livsmedlet (CFU/g om inget annat anges)	Orsak till kontamination/tillväxt	Land, utbrottsår och källa
Rissallad med ost, grönsaker, kokta ägg	$\leq 4,6 \cdot 10^5$ (Aktuell halt gäller canapé tillverkad av färskost. Det fanns inte någon rissallad kvar att analysera för listeria men däremot kunde andra rätter som serverades analyseras)	Privat fest där värden tillagade de olika maträtterna. Rissalladen hade förberetts 24 timmar innan festen och fick på grund av den stora volymen inte plats i kylskåpet utan förvarades i rumstemperatur. Rissalladen hade hög halt koliformer ($1,5 \cdot 10^6$), Escherichia coli ($1 \cdot 10^3$) och totalt antal aeroba bakterier ($5,6 \cdot 10^9$ CFU/g) vid den initiala analysen.	Italien, 1993 (Salamina et al., 1996)
Chokladmjölk	$1,2 \cdot 10^9$ cfu/ml (Förpackningen innehöll ca 240 ml, denna halt gäller paket som blivit över efter picknicken)	Mjolk och smaksättning pastöriserades men återkontaminerades på grund av trasig utrustning där en ansamling av chokladmjölk från tidigare tillverkningsbatcher hade möjlighet att blandas upp med varje ny batch. Bristande kylning både efter pastörisering samt under transport möjliggjorde tillväxt.	USA, 1994 (Dalton et al., 1997)
Crabsticks ("Imitation crab meat")	$2,1 \cdot 10^9$ (Halten gäller öppnat paket från fallpatients kylskåp som analyserades 12 dagar efter exponering)	Crabstick (artificiellt smaksatt Alaska pollock) där listeria isolerades från oöppnad förpackning, vilket innebär att produkten kontaminerades hos producenten. Det finns inga uppgifter om miljöutredning.	Canada, 1996 (Farber et al., 2000)
Kallrökt regnbåge ("rainbow trout")	$1,9 \cdot 10^5$	Förvaringstemperaturen där aktuell produkt salufördes i livsmedelsbutiken uppmättes till ca $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ($11,6 \text{ }^\circ\text{C}$ på ett ställe). Livsmedlet konsumerades kort efter inköp, 17 dagar efter förpackningsdatum. Den olämpligt höga förvaringstemperaturen bidrog sannolikt till att förekommande listeria kunde växa till höga nivåer under förvaringstiden i butiken.	Finland, 1997 (Miettinen et al., 1999)
Majssallad	$> 10^6$	Konserver med majs öppnades tidigt på morgonen och lämnades att rinna av på bricka i rumstemperatur till beredning. Därefter transport och servering senare under dagen. Listeria isolerades från miljöprover från vask och arbetsyta i cateringköket.	Italien, 1997 (Aureli et al., 2000)
Ätfärdiga nötköttsprodukter resp. skinka från samma producent	$1,8 \cdot 10^7$ (kvarbliven skinka), $> 2,5 \cdot 10^6$ (kvarbliven ätfärdig köttprodukt). $2,5 \cdot 10^2$ (köttprodukt från livsmedelsbutik)	Troligen kontaminering efter värmebehandling vid ompaketering. Produkten levererades hel (ej skivad) till livsmedelsbutiker med en hållbarhetstid på 90 dagar (som efter utbrottet korrigerades till 42 dagar).	Nya Zeeland, 2000 (Sim et al., 2002)

Livsmedel	Halt i livsmedlet (CFU/g om inget annat anges)	Orsak till kontamination/tillväxt	Land, utbrottsår och källa
Kittost ("washed type cheese")	2,4–4,6·10 ⁹ MPN/100g	Förekomst av listeria i aktuell ost upptäcktes i samband med en rutinundersökning, vilket föranledde en utökad provtagning där listeria påvisades i fler prover av ost från producenten samt i miljöprover från produktionslokalen. En studie av människor som konsumerat aktuell ost inleddes och ett utbrott kunde konstateras.	Japan, 2001 (Makino et al., 2005)
Färskost tillverkad av opastöriserad mjölk (ko, get)	≤ 6,3·10 ⁷	Bristande hygien, i osten fanns dessutom höga halter av Escherichia coli (≤ 1,6·10 ⁶ CFU/g) och koagulaspositiva stafylokocker (≤ 1,2·10 ⁷ CFU/g).	Sverige, 2001 (Carrique-Mas et al., 2003)
Sandwich med skivad kalkon	1,6·10 ⁹ (Prov från överbliven sandwich som analyserades 14 dagar efter exponering)	Miljöutredning visade på brister i hygien och rengöring på cateringföretaget. Temperaturen i kylrummet var 11-12 °C. Det gick inte att isolera listeria från miljöprover som dock togs först efter noggrann rengöring av produktionslokalen. Miljöutredning på företag som producerat kalkonköttet utfördes inte.	USA, 2001 (Frye et al., 2002)
Mögelost producerad på lantgård ("Soft-ripened cheese")	≤ 2,5·10 ⁹	Pastöriseringen av mjölken ansågs vara tillfredsställande, liksom hygien och rengöring vid visuell inspektion av produktionslokalen. Flaskor med spraylösning innehållande Penicillium och Brevibacterium för ostarnas ytbehandling innehöll dock listeria i halterna 2,0·10 ⁷ respektive 7,9·10 ² cfu/ml. Troligen spridning från lantgårdens djur, via personal till dessa spraylösningar.	Canada, 2002 (McIntyre et al., 2015)
Mögelost från bondmarknad ("Soft-ripened cheese")	≤ 1·10 ⁹	En öppen vattencistern tillgänglig för vilda fåglar pekades ut som trolig smittkälla då utbrottsstammen kunde isoleras från avföringsprover från ladusvalor. Vatten genomgick filtrering men anordningen med UV-desinfektion fungerade otillfredsställande. Vattnet som skulle användas för tvättning av ostmassa uppgick dessutom inte till korrekt temperatur (66 °C) utan enbart till 45 °C.	Canada, 2002 (McIntyre et al., 2015)
Sylta på restaurang ("jellied pork")	3·10 ³ till 3·10 ⁴ (Från kvarbliven sylta med samma produktionsdatum som analyserades 11 dagar efter exponering)	Syltan producerades på en restaurang. Personalen som regelbundet brukade konsumera egentillverkade livsmedel, hade inga symptom men däremot kunde listeria påvisas i avföringen från två av åtta i personalen.	Österrike, 2008 (Pichler et al., 2009)
Rispudding	≤ 1,5·10 ⁷	Rispudding från cateringföretag. Inga uppgifter om miljöutredning tillgängliga men listeria påvisades inte enbart från rispudding utan även i livsmedelsprover bestående av ris, en rätt av kyckling och rödkål samt korv i currysås, vilket talar för att kontaminering skett i produktionslokalen.	Tyskland, 2015 (Halbedel et al., 2019)

Livsmedel	Halt i livsmedlet (CFU/g om inget annat anges)	Orsak till kontamination/tillväxt	Land, utbrottsår och källa
Ätfärdig köttprodukt ("beef ham")	>1,5·10 ⁴ (Halten gäller öppnad förpackning från tillverkare. Provet späddes inte tillräckligt för att kunna avgöra halten)	Listeria påvisades i produktionsanläggningen (inklusive från skärmaskin) samt i öppnad förpackning från producenten. Livsmedlet tillreddes i 2 olika storkök som ofta (men inte alltid) sparade representativa prover från dagens måltid. I ett av dessa prover påvisades listeria. Miljöprov som tagits från ett av skolköken var negativa för listeria.	Italien, 2016 (Maurella et al., 2018)
Ätfärdig köttprodukt ("Stuffed pork")	9,9·10 ² till 5,2·10 ⁷ (Baserat på 42 livsmedelsprover, vissa prov togs direkt från producenten, övriga från konsumenter, vilket kan ha inneburit brister i kylkedjan för vissa prover)	Miljöutredning visade på förekomst av listeria i produktionslokalerna, inklusive metallsprutor som användes till att injicera kryddor in i köttet. Utbrottet skedde under sommaren och produkten salufördes bland annat som fyllning i smörgåsar, vilka inte alltid rapporterades ha ätits upp direkt av konsumenten eller kylts korrekt innan konsumtion.	Spanien, 2019 (Fernández-Martínez et al., 2022)

Produktegenskaper, förpackningsatmosfär, tillsatser och övriga ingångsdata för riskprodukter

Faktorer som påverkar tillväxt av listeria i livsmedel är stammens egenskaper kombinerat med yttre parametrar som temperatur, lagringstid och förpackningsmetod samt inre parametrar som pH, vattenaktivitet, konkurrens med andra mikroorganismer och tillsatta konserveringsmedel (VKM, 2018). Ingångsdata för simuleringar av listeria-tillväxt i denna riskvärdering baserades på data från litteraturen, se sammanställning i bilaga 1. Då tillgängliga uppgifter om produktens egenskaper och tillsatser för varmrökt skinka och kalkon överensstämde relativt väl, hanterades dessa gemensamt under simuleringarna ("Rökt skinka/kalkon"). Beträffande rökt lax var majoriteten av tillgängliga referenser kopplade till kallrökt lax medan hänvisningar till studier om varmrökt respektive gravad lax i stort sett saknades. Några studier som generellt angavs beskriva "rökt lax" uppvisade liknande produktens egenskaper och tillsatshalter som fanns rapporterade för kallrökt lax. Data för kallrökt respektive rökt lax hanterades därför gemensamt under simuleringarna ("Rökt lax").

Halterna av NaCl i vattenfasen från sammanställda studier varierade från 2,5 till 4,5 % för skinka och kalkon. Den lägsta respektive högsta halten valdes för att simulera en produkt med bästa respektive sämsta tillväxtförhållande, medan en halt av 3,5 % representerar en medelprodukt (tabell 7). För rökt lax varierade motsvarande halter från 2,7 till 5,7 % i tillgängliga studier (med undantag av en halt på 8,9 %, som exkluderades). Dessa halter fick således representera produkt med bästa respektive sämsta tillväxtförhållande. För medelprodukten valdes halten 4,2 % då det representerar medelvärdet i angivna spannet för rökt lax (tabell 8). För pH varierade värdena mellan 5,9 och 6,5 för skinka/kalkon respektive från 5,8 till 6,5 för rökt lax. På motsvarande sätt som för halter av NaCl i vattenfasen, valdes dessa värden för att representera sämsta respektive bästa tillväxtförhållande, medan värdet i mitten av spannet valdes för att illustrera pH-värdet för en medelprodukt (tabell 7 och 8). Eftersom tillgängliga uppgifter om produktens egenskaper och tillsatshalter i gravad lax var begränsade till 4 källor (se bilaga 1), inkluderades inte data för denna produkt vid fastställande av ingångsdata till simuleringarna ("rökt lax"). De pH-värden och NaCl-koncentrationer som anges i källorna för gravad lax faller dock inom intervallen som gäller för produkterna av "rökt lax" (tabell 8).

För flera publikationer där vissa produktens egenskaper eller tillsatser saknades, hade referenser angivna av FSSP i sina sammanställningar antagit värden för till exempel fenol och laktat (Mejlholm and Dalgaard, 2013, Mejlholm et al., 2010). För dessa antaganden användes samma halt, oberoende av om produkten var varmrökt skinka/kalkon eller rökt lax. För laktat antogs en halt av 7000 ppm i vattenfasen. Halter av laktat som fanns tillgängliga från publicerade studier varierade mellan 8300 och 54 500 ppm för skinka/kalkon och 3700 till 43 500 ppm för rökt lax. En av de större studierna som undersökte laktathalter i ätfärdiga produkter rapporterade medelnivåer på mellan 12 600 och 13 400 ppm i olika varianter av skinka, inklusive 80 prover av varmrökt skinka. För olika produkter av kalkon var motsvarande laktatnivåer mellan 12900 och 16500 ppm (Ahmed et al., 2015). Sammantaget talar detta för att antagandet 7000 ppm i de flesta fall underskattar innehållet i dessa typer av produkter. Eftersom en högre halt ger en större hämmande effekt på tillväxten av listeria (Ahmed et al., 2015), valdes 7000 ppm som indata för samtliga rökta produkter för att inte överskatta den hämmande effekten. Även för fenol användes den av Mejlholm (Mejlholm and Dalgaard, 2013, Mejlholm et al., 2010) antagna halten av 6 ppm vilket baserades på halter i kallrökt lax (Cardinal et al., 2004). För produkter av varmrökt skinka/kalkon som enbart innehöll rökarom simulerades tillväxten av listeria

utan fenol. För nitrit var den av Mejlholm antagna halten 50 ppm betydligt högre än de halter som rapporterades av EFSA 2017 där medelhalten av nitrit i värmebehandlade köttprodukter var 5,6 ppm för danska produkter och 11,6 ppm i produkter från övriga EU-länder (EFSA, 2017). I Danmark är gränsen för tillsatt nitrit 60 ppm, vilket är lägre än i övriga EU-länder där 150 ppm nitrit får tillsättas till värmebehandlade köttprodukter (EFSA, 2017). Den tillsatta koncentrationen av nitrit sjunker dock i samband med processteg som till exempel värmebehandling och koncentrationen i den färdiga produkten är ofta endast 5 - 20 % av den tillsatta halten (Honikel, 2008). Baserat på uppmätt nitrithalt i livsmedel från EU-länder utom Danmark, valdes en slutlig nitrithalt på 10 ppm att representera ett ungefärligt medelvärde för färdiga svenska produkter i samtliga simuleringar gällande varmrökt skinka/kalkon.

Tabell 7. Ingångsdata till simuleringar i FSSP för NaCl i vattenfas, pH, fenol, nitrit och laktat för varmrökt skinka och kalkon.

Rökt skinka/kalkon	Produkt med bästa tillväxtförhållanden	Produkt med medelgoda tillväxtförhållanden	Produkt med sämsta tillväxtförhållanden
NaCl i vattenfas (%)	2,5	3,5	4,5
pH	6,5	6,2	5,9
Fenol (ppm)	6	6	6
Nitrit (ppm)	10	10	10
Laktat (ppm)	7000	7000	7000

Tabell 8. Ingångsdata till simuleringar i FSSP för NaCl i vattenfas, pH, fenol och laktat för rökt lax.

Rökt lax	Produkt med bästa tillväxtförhållanden	Produkt med medelgoda tillväxtförhållanden	Produkt med sämsta tillväxtförhållanden
NaCl i vattenfas (%)	2,7	4,2	5,7
pH	6,5	6,15	5,8
Fenol (ppm)	6	6	6
Laktat (ppm)	7000	7000	7000

För varmrökt skinka/kalkon gjordes simulering både för produkter som förpackats i MAP respektive vakuum. För MAP beräknades andelen koldioxid i förpackningen vid jämvikt i kalkylatorn i simuleringssprogrammet FSSP. För gasblandningen som används för MAP i Sverige är koldioxidhalten vanligtvis 30 % i tillförd gas (enligt personlig kommunikation med representant från Linde Gas AB, 29 oktober 2024) men denna halt sjunker efter att förpackningen är tillsluten eftersom en del av koldioxiden absorberas av produkten eller löses av vätskorna i livsmedlet. När jämvikt uppnås har gasutbytet mellan produkten och omgivningen i förpackningen stabiliserats (Ross, 2004). Fördelning mellan gas- och produktvolym antogs vara 1:1 och temperaturen densamma som förvaringstemperaturen vid aktuell simulering. Enligt kalkylatorn i FSSP var koldioxidhalten vid jämvikt 13,22 % vid 4 °C, medan motsvarande halt vid 6 och 8 °C var 13,77 respektive 14,32 %. För produkter i vakuumförpackning användes en koldioxidhalt av 0 % vid simulering.

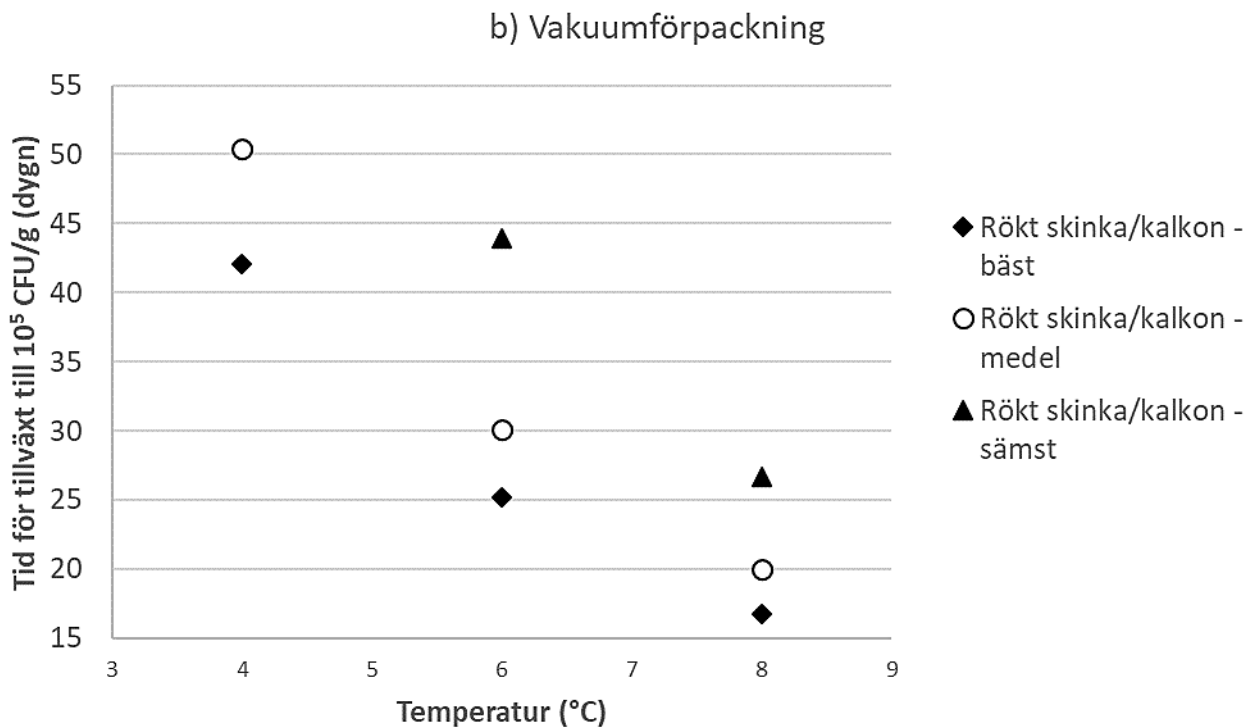
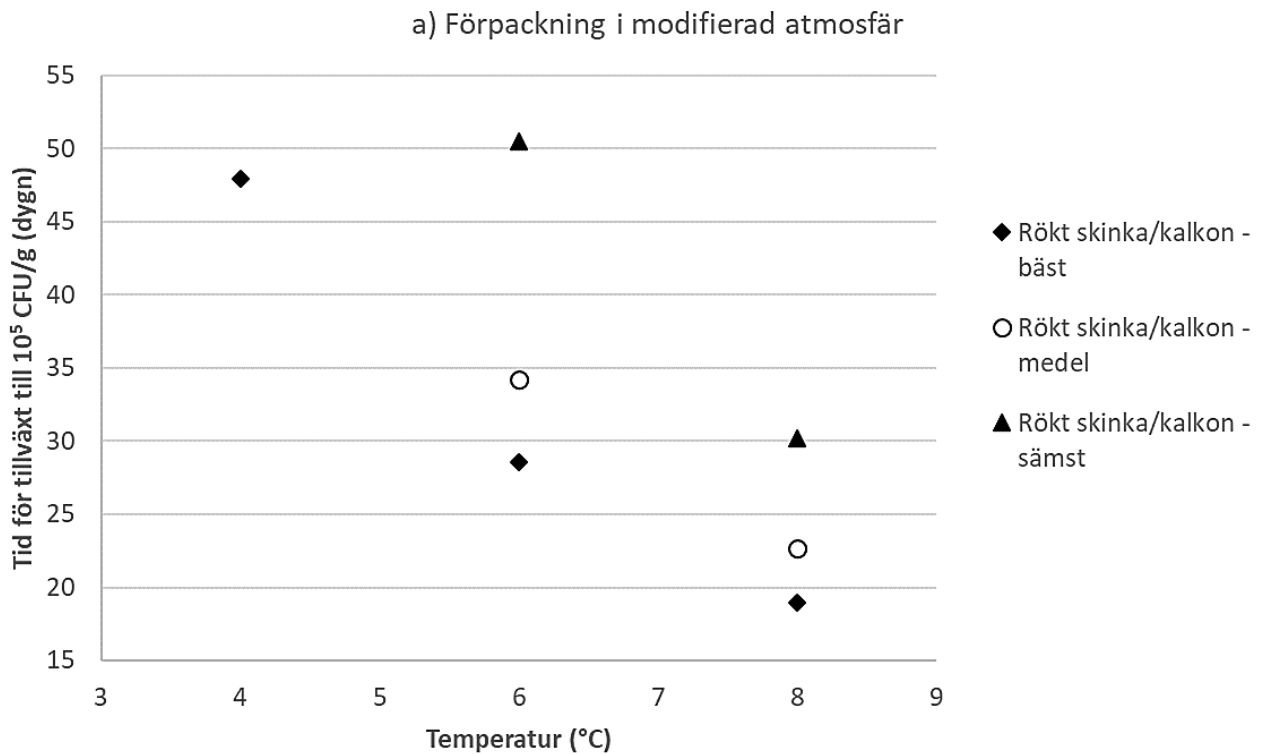
För rökt och gravad lax var den rekommenderade förvaringstemperaturen max 4 °C medan motsvarande temperatur var 8 °C för varmrökt skinka och kalkon (tabell 3). Vid riskvärdering ska realistiska tid-temperaturförhållanden användas för att spegla förhållanden vid produktion, distribution och hos konsument. Det är välkänt att konsumentens kylskåpstemperatur ofta är högre än 4 °C (Ovca

et al., 2021, Jovanovic et al., 2022, Stefanou et al., 2023), varför tillväxten av listeria även bör simuleras vid högre kylskåpstemperatur för att spegla verkliga förhållanden. Sannolikt varierar temperaturen under förvaringstiden, där produkterna går från produktion, lagring, distribution, butiksförvaring och till sist hamnar hos konsument. I simuleringen användes dock tre olika konstanta temperaturer (4, 6 och 8 °C) för att illustrera olika scenarion.

I denna riskvärdering beräknades tiden för förökning från detektionsgränsen för listeria (0,04 CFU/g) till 10^5 CFU/g, vilket vid en portionsstorlek på 100 g ger en exponeringsdos på 10^7 CFU (se farokarakterisering för underlag). Då en portionsstorlek beräknas vara ca 100 g för rökt/gravad lax så räcker det att halten av listeria är 10^5 CFU/g för att denna dos ska uppnås. För varmrökt skinka respektive kalkon är portionsstorleken sannolikt mindre än 100 g, då dessa produkter vanligen konsumeras som smörgåspålägg. För dessa produkter kan halten av listeria därför vara högre än 10^5 CFU/g för att uppnå dosen 10^7 CFU, beroende av hur många skivor som konsumeras. Eftersom varmrökt skinka respektive kalkon även kan konsumeras på andra sätt, till exempel som betydande komponent i en anrättning (i en blandsallad eller serverad som proteinkälla till exempelvis potatissallad), användes portionsstorleken 100 g även för dessa produkter.

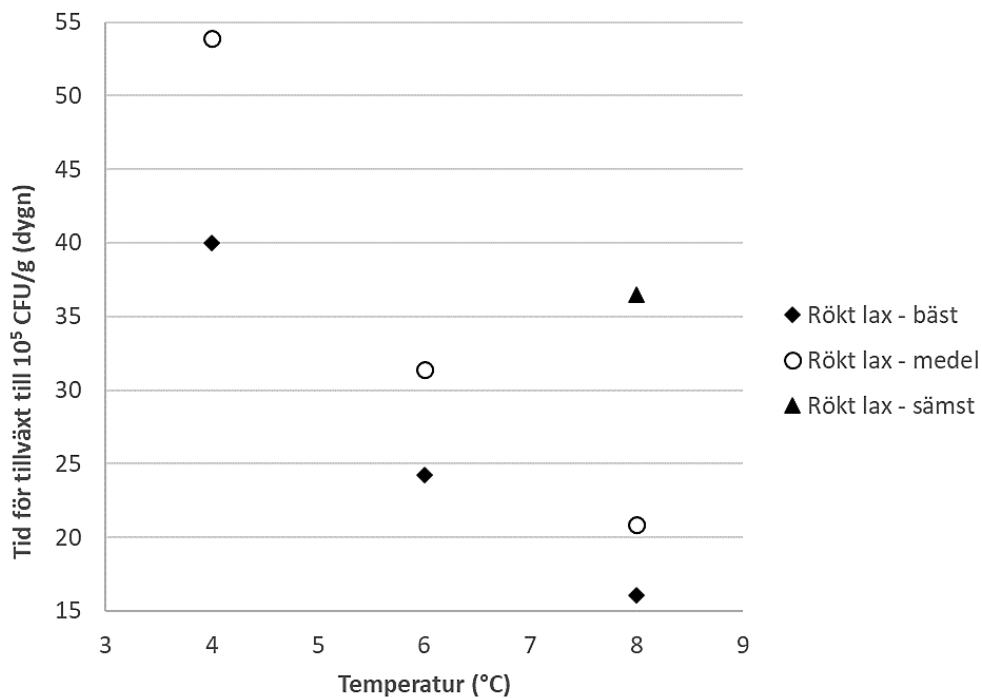
Resultat av tillväxtsimulering

I figurerna 1 och 2 visas antal dagar innan listeria uppnår en halt av 10^5 CFU/g vid 4, 6 respektive 8 °C enligt simuleringarna. Vid de mest gynnsamma förhållandena för varmrökt skinka/kalkon tog det 18,9 dygn att uppnå denna halt för livsmedel i MAP respektive 16,7 dygn för vakuumpförpackade produkter. Då hållbarhetstiden (enligt Dabas) är upp till 35 dagar för varmrökt skinka respektive upp till 30 dagar för rökt kalkon vid max 8 °C, kan nivån 10^5 CFU/g uppnås för samtliga kategorier av tillväxtförhållanden (bästa, medelgoda och sämsta), under förutsättning att förvaringstemperaturen varit 8 °C under hela hållbarhetstiden, inklusive några dagar efter bäst före-datum (finns med i frågeställningen). Även vid 6 °C uppnås denna halt inom lagringstiden vid bästa samt medelgoda tillväxtförhållanden. Vid 4 °C nådde listeria inte halter av 10^5 CFU/g för någon produkt av varmrökt skinka/kalkon, oavsett vilken tillväxtkategori de klassades som (bäst, medelgod och sämst) och oavsett om den var förpackad i MAP eller vakuump. Den längsta tid det tog att uppnå 10^5 CFU/g var över 90 dagar för varmrökt skinka/kalkon med de sämsta tillväxtförhållandena vid 4 °C. För produkter med rökarom antogs fenolkoncentrationen vara noll, vilket vid simulering förkortade tiden för varmrökt skinka/kalkon att uppnå halter av 10^5 CFU/g med 3 dagar vid bästa möjliga tillväxtförhållanden (data visas inte).



Figur 1 a och b. Tid (i antal dygn) för tillväxt av listeria från detektionsgräns (0,04 CFU/g) till 10^5 CFU/g för rökt skinka/kalkon vid förpackning i modifierad atmosfär (a) respektive vakuumpförpackning (b). Bäst, medel respektive sämst syftar till produkter av rökt skinka/kalkon med bästa, medelgoda respektive sämsta tillväxtförhållanden för listeria (se tabell 7).

För rökt lax vid de mest gynnsamma (bästa) tillväxtförhållandena tog det 16,1 dygn att uppnå 10^5 CFU/g vid simuleringen. Då hållbarhetstiden (enligt Dabas) är upp till 35 dagar för rökt lax, nåddes halten 10^5 CFU/g för kategorierna bästa och medelgoda tillväxtförhållanden under förutsättning att förvaringstemperaturen varit 6 alternativt 8 °C under lagringstiden. Rekommenderad förvaringstemperatur är max 4 °C för rökt lax och om lagringstemperaturen följer denna rekommendation når listeria inte nivån 10^5 CFU/g för någon av produkterna, oavsett tillväxtförhållanden. I rökt lax med sämsta tillväxtförhållanden tog det 36,5 dygn för att nå 10^5 CFU/g vid en lagringstemperatur på 8 °C.



Figur 2. Tid (i antal dygn) för tillväxt av listeria från detektionsgräns (0,04 CFU/g) till 10^5 CFU/g för rökt lax vid förpackning i vakuüm. Bästa, medel respektive sämst syftar till produkter av rökt lax med bästa, medelgoda respektive sämsta tillväxtförhållanden för listeria (se tabell 8).

Riskkaraktärisering

Övergripande frågeställning:

Enheten för livsmedelshygien behöver ett vetenskapligt underlag som beskriver risker med listeria för personer som inte tillhör någon av de utpekade riskgrupperna. Det vill säga om friska vuxna och barn kan få symtom av en listeriainfektion.

Svar på specifik frågeställning:

1. Hur många internationella och svenska utbrott samt enskilda sjukdomsfall av icke-invasiv listerios finns beskrivna?
 - a. Beskriv, om möjligt, koppling till livsmedel, antal drabbade, symtom, typ av listeriastammar och vilka doser de som drabbats har exponerats för.

Svar: Omkring 20 utbrott av icke-invasiv listerios finns beskrivna sedan 1989, varav ett svenskt utbrott. Man har hittills inte kunnat identifiera några tydliga skillnader mellan de stammar som orsakat icke-invasiv listerios och de som orsakat invasiv listerios. I flera rapporterade utbrott har samma källa orsakat fall av både invasiv och icke-invasiva formen av listerios. Dessutom finns rapporter om fallpatienter som inledningsvis haft febril gastroenterit och som efter symptomens avklingande utvecklade invasiv listerios några veckor senare. Troligtvis har världens immunstatus störst betydelse för progression av icke-invasiv till invasiv listerios. Se översikt av utbrotten med antal insjuknade, typ av orsakande listeriastam samt koppling till livsmedel i tabell 2. De vanligaste symptomen vid icke-invasiv listerios har varit diarré, feber och buksmärta, men även huvudvärk, trötthet och ledvärk har rapporterats (tabell 4). Symptomen har inte alltid varit milda utan har i vissa fall krävt sjukhusvård i flera dagar. Det saknas kunskap om dos-responsförhållanden för icke-invasiv listerios men i rapporter från utbrott där halten varit känd i utpekade livsmedel har exponeringsdosen beräknats vara minst 10^7 bakterier (tabell 5).

2. Livsmedelverket har råd om att icke-riskgrupper för listeria kan titta, lukta och smaka för att avgöra om ett livsmedel är ätbart efter att bäst före datum har passerats. Givet att listeria inte påvisas innan ett livsmedel (kylvara) släpps ut på marknaden, men att den finns i halter $<0,04$ CFU per gram och att livsmedlet förvaras vid angiven förvaringstemperatur, till exempel 8, 6 eller 4 °C:
 - a. Skulle listeria kunna uppnå halter som ger magsjukesymtom hos icke-riskgrupper vid bäst före datum och upp till några dagar därefter i varmrökt skinka/kalkon eller rökt/gravad fisk?

Svar: För att undersöka om listeria kan uppnå halter som har förknippats med utbrott av febril gastroenterit hos icke-riskgrupper under förvaringstiden eller strax därefter gjordes tillväxtsimuleringar i FSSP vilka redovisas under avsnittet exponeringsuppskattning. Som ingångsdata användes publicerade data beträffande NaCl i vattenfas (%), pH, fenol och laktat. För varmrökt skinka/kalkon användes även tillsats av nitrit. För att spegla variationen för innehållet av NaCl i vattenfas och pH, delades varmrökt skinka/kalkon respektive rökt lax in i tre kategorier som representerade bästa, medelgoda och sämsta tillväxtförhållanden, se tabell 7 och 8. Baserat på utbrott av icke-invasiv listerios där halten varit känd i

utpekad livsmedel har exponeringsdosen beräknats vara minst 10^7 bakterier, vilket ger en lägsta halt av 10^5 CFU/g i ett livsmedel vid en portionsstorlek av 100 g.

Tiden det tog för listeria att uppnå halten 10^5 CFU/g i varmrökt skinka/kalkon respektive i rökt fisk redovisas i figur 1 och 2. Vid 4 °C nådde listeria inte upp till halten 10^5 CFU/g för någon produkt av varmrökt skinka/kalkon respektive rökt lax, oavsett vilken tillväxtkategori de klassades som (bäst, medelgod och sämst) och oavsett om den var förpackad i MAP eller vakuum under hållbarhetstiden och upp till några dagar därefter. Den kortaste tiden att uppnå 10^5 CFU/g var 16,7 respektive 18,9 dagar för varmrökt skinka/kalkon i vakuum respektive MAP vid 8 °C under hela förvaringstiden. Motsvarande antal dagar för rökt lax i vakuum var 16,1 dygn. Även vid 6 °C nåddes halten 10^5 CFU/g inom lagringstiden vid bästa samt medelgoda tillväxtförhållanden för varmrökt skinka/kalkon samt rökt lax.

Osäkerheter

I detta underlag finns flera osäkerheter, till exempel beträffande de produkttegenskaper och halter av tillsatser som användes i simuleringarna. Data för aktuella produkter på den svenska marknaden har inte funnits tillgängliga, vilket innebär att ingångsdata tagits från uppgifter i internationell litteratur.

För att inkludera produkter med bästa tillväxtförhållanden, användes högsta pH kombinerat med lägsta halt av NaCl i vattenfas från sammanställd litteratur. Detta representerar en ”worst case”-produkt eftersom det finns en uppsjö av olika kombinationer i spannet för lägsta och högsta pH-värde respektive lägsta och högsta halt av NaCl i vattenfas, vilket skapar sämre tillväxtförhållanden för listeria än i ”worst case”-produkten.

Vad gäller halten av laktat och nitrit finns en stor osäkerhet då även dessa halter varierat mycket i sammanställd litteratur. Dessutom kan tillsatser vara ojämnt fördelade i livsmedlen och det har rapporterats att den hämmande effekten på tillväxten av listeria varierat stort mellan olika batcher av kommersiella produkter (Skjerdal, 2010). För laktat och nitrit användes halter i det lägre spannet från litteraturen för samtliga tillväxtkategorier, vilket innebär att listeriabakteriernas förmåga att tillväxa sannolikt överskattas i simuleringarna. I innehållsförteckningarna som observerats från svenska produkter, finns tillsatsen nitrit i samtliga produkter av varmrökt skinka/kalkon. Dock är det bara några produkter där laktat finns angivet som tillsats i innehållsförteckningen, se tabell 3. Laktat har dock funnits i samtliga produkttyper i sammanställningen från litteraturen som ligger till underlag för indata i detta underslag, vilket även kan innebära naturliga halter från mjölksyreproducerande bakterier. Det finns dock andra tillsatser i svenska produkter av skinka/kalkon som skulle kunna ha en hämmande effekt. Då det saknas tillräckliga underlag för vilka halter av andra hämmande tillsatser som förekommer i livsmedel har detta inte tagits med som indata i simuleringarna.

Modelleringarna gjordes utan lagfas i enlighet med riskvärderingarna från VKM (VKM, 2018) och Livsmedelsverket (Livsmedelsverket, 2022), vilket också bidrar till att tiden det tar för listeria att nå 10^5 CFU/g sannolikt underskattas (”fail-safe prediction”). Vad gäller den hämmande effekten som koldioxidhalten i MAP bidrar till, så kan en skadad förpackning eller ett veck i svetsningen innebära att förutsättningarna blir samma som om livsmedlet vore packat i luft (VKM, 2018). För vakuumpackade produkter som finns med i detta underlag, har koldioxidhalten antagits vara 0 %, vilket är samma halt som sannolikt hittas i en skadad förpackning med MAP.

Vid tillväxtsimuleringen har samma temperatur använts för hela hållbarhetstiden, vilket är en förenkling som inte speglar verkligheten där temperaturen är dynamisk. Vid en tillväxtsimulering i

riskvärderingen från VKM (VKM, 2018) antogs till exempel en temperatur på 4 °C under lagring på livsmedelsföretaget, transport och livsmedelsbutik (totalt 18 dagar) för pålägsprodukter av kött medan den hos konsumenten antogs vara 8 °C under 14 dagar. I detta underlag tas höjd för att temperaturen kan vara 8 °C under hela kedjan, vilket sannolikt inte är ett särskilt vanligt förekommande scenario. Dock kan temperaturen även överskrida 8 °C, till exempel under transport från butik till konsument samt i konsumentkyl som inte fungerar tillräckligt väl, vilket rättfärdigar att en medeltemperatur på 8 °C under hela kedjan används vid simuleringarna.

Halten 10^5 CFU/g som använts som gränsvärde i denna simulering, beräknades utifrån antagandena om en exponeringsdos av 10^7 CFU (från rapporterade utbrott) och en portionsstorlek på 100 g. Portionsstorleken kan vara betydligt mindre, till exempel när varmrökt skinka/kalkon används som pålägg. Detta innebär att halten av listeria i livsmedlet skulle kunna vara högre i dessa fall för att nå en exponeringsdos på 10^7 CFU. Tiden det tar för listeria att tillväxa till dessa högre halter för att ge motsvarande dos blir alltså längre med minskad portionsstorlek. Å andra sidan bygger beräkningarna på data från utbrott. I vilken grad enstaka fall eller mindre upptäckta utbrott inträffar vid lägre halter är inte känt och innebär en kunskapslucka.

Sammanfattningsvis leder de identifierade osäkerheterna sannolikt till en överskattning av risken.

Referenser

- ADAMS, M. R. & MOSS, M. O. 1995 *Food Microbiology*, The Royal Society of Chemistry.
- AHMED, O. M., PANGLOLI, P., HWANG, C.-A., ZIVANOVIC, S., WU, T., D'SOUZA, D. & DRAUGHON, F. A. 2015. The occurrence of *Listeria monocytogenes* in retail ready-to-eat meat and poultry products related to the levels of acetate and lactate in the products. *Food Control*, 52, 43-48.
- AMÉZQUITA, A. & BRASHEARS, M. M. 2002. Competitive inhibition of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat products by lactic acid bacteria. *J Food Prot*, 65, 316-25.
- ASPHOLM, M. R., M. 2015. *Listeria monocytogenes*. In: GRANUM, P. E. (ed.) *Matforgifning - smitte gjennom mat og vann. 4. utgave*. Oslo: Cappelen damm AS.
- AURELI, P., FIORUCCI, G. C., CAROLI, D., MARCHIARO, G., NOVARA, O., LEONE, L. & SALMASO, S. 2000. An outbreak of febrile gastroenteritis associated with corn contaminated by *Listeria monocytogenes*. *New England Journal of Medicine*, 342, 1236-1241.
- BLOM, H., NERBRINK, E., DAINTY, R., HAGTVEDT, T., BORCH, E., NISSEN, H. & NESBAKKEN, T. 1997. Addition of 2.5% lactate and 0.25% acetate controls growth of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packed, sensory-acceptable served sausage and cooked ham stored at 4 degrees C. *Int J Food Microbiol*, 38, 71-6.
- BUCHANAN, R. L., GORRIS, L. G. M., HAYMAN, M. M., JACKSON, T. C. & WHITING, R. C. 2017. A review of *Listeria monocytogenes*: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*, 75, 1-13.
- CABAL, A., ALLERBERGER, F., HUHULESCU, S., KORNSCHÖBER, C., SPRINGER, B., SCHLAGENHAUFEN, C., WASSERMANN-NEUHOLD, M., FÖTSCHL, H., PLESS, P., KRAUSE, R., LENNKH, A., MURER, A., RUPPITSCH, W. & PIETZKA, A. 2019. Listeriosis outbreak likely due to contaminated liver pâté consumed in a tavern, Austria, December 2018. *Euro Surveill*, 24.
- CARDINAL, M., GUNNLAUGSDOTTIR, H., BJOERNEVIK, M., OUISSÉ, A., LUC VALLET, J. & LEROI, F. 2004. Sensory characteristics of cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) from European market and relationships with chemical, physical and microbiological measurements. *Food Research International*, 37, 181-193.
- CARRIQUE-MAS, J. J., HÖKEBERG, I., ANDERSSON, Y., ARNEBORN, M., THAM, W., DANIELSSON-THAM, M. L., OSTERMAN, B., LEFFLER, M., STEEN, M., ERIKSSON, E., HEDIN, G. & GIESECKE, J. 2003. Febrile gastroenteritis after eating on-farm manufactured fresh cheese--an outbreak of listeriosis? *Epidemiol Infect*, 130, 79-86.
- DALTON, C. B., AUSTIN, C. C., SOBEL, J., HAYES, P. S., BIBB, W. F., GRAVES, L. M., SWAMINATHAN, B., PROCTOR, M. E. & GRIFFIN, P. M. 1997. An outbreak of gastroenteritis and fever due to *Listeria monocytogenes* in milk. *N Engl J Med*, 336, 100-5.
- DEVLIEGHER, F., GEERAERD, A. H., VERSYCK, K. J., BERNAERT, H., VAN IMPE, J. F. & DEBEVERE, J. 2000. Shelf life of modified atmosphere packed cooked meat products: addition of Na-lactate as a fourth shelf life determinative factor in a model and product validation. *Int J Food Microbiol*, 58, 93-106.
- DISSON, O., MOURA, A. & LECUIT, M. 2021. Making Sense of the Biodiversity and Virulence of *Listeria monocytogenes*. *Trends Microbiol*, 29, 811-822.
- DTU 2014a. Food Spoilage and Safety Predictor v. 4.0. Lyngby: Danmarks Tekniske Universitet.
- DTU. 2014b. *FSSP hemsida, references* [Online]. Available: <http://fssp.food.dtu.dk/Help/References/referenc.htm> [Accessed November 2024].
- EFSA 2013. European Food Safety Authority - Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Listeria monocytogenes* in certain ready-to-eat (RTE) foods in the EU, 2010-2011 Part A: *Listeria monocytogenes* prevalence estimates. *EFSA journal*, 11.
- EFSA 2017. EFSA ANS Panel (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific Opinion on the re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives. *EFSA journal* 15.
- EFSA/ECDC 2023. The European Union One Health 2022 Zoonoses Report. *Efsa j*, 21, e8442.
- EFSA/ECDC 2024. The European Union One Health 2023 Zoonoses report. *Efsa j*, 22, e9106.
- FARBER, J. M., DALEY, E., COATES, F., BEAUSOLEIL, N. & FOURNIER, J. 1991. Feeding trials of *Listeria monocytogenes* with a nonhuman primate model. *J Clin Microbiol*, 29, 2606-8.

- FARBER, J. M., DALEY, E. M., MACKIE, M. T. & LIMERICK, B. 2000. A small outbreak of listeriosis potentially linked to the consumption of imitation crab meat. *Lett Appl Microbiol*, 31, 100-4.
- FDA & USDA 2003. Quantitative assessment of relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. <https://www.fda.gov/media/77947/download>.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, N. F., RUIZ-MONTERO, R., BRIONES, E., BAÑOS, E., GARCÍA SAN MIGUEL RODRÍGUEZ-ALARCÓN, L., CHAVES, J. A., ABAD, R., VARELA, C. & LORUSSO, N. 2022. Listeriosis outbreak caused by contaminated stuffed pork, Andalusia, Spain, July to October 2019. *Euro Surveill*, 27.
- FISKBRANSCHEN 2021. Nationella branschriktlinjer - Fiskbranschens riksförbund, revision B. Tillgänglig genom: <https://www.fiskbranschen.com/branschvlgledning>.
- FOLKHÄLSOMYNDIGHETEN. 2023. *Listeria monocytogenes* (Verifikation/Serotypning) [Online]. Available: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/mikrobiologi-laboratorieanalyser/laboratorieanalyser-och-tjanster/analykatalog/verifikationserotypning/listeria-monocytogenes/> [Accessed November 2024].
- FOLKHÄLSOMYNDIGHETEN 2024a. Falldefinitioner vid anmälan enligt smittskyddslagen 2024. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/d109fac1689846edb6ce7292c0588e39/falldefinitioner-anmalan-smittskyddslagen.pdf>.
- FOLKHÄLSOMYNDIGHETEN. 2024b. *Listeriainfektion – sjukdomsstatistik* [Online]. Available: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/folkhalsorapportering-statistik/statistik-a-o/sjukdomsstatistik/listeriainfektion/> [Accessed November 2024].
- FRYE, D. M., ZWEIG, R., STURGEON, J., TORMEY, M., LECAVALIER, M., LEE, I., LAWANI, L. & MASCOLA, L. 2002. An outbreak of febrile gastroenteritis associated with delicatessen meat contaminated with *Listeria monocytogenes*. *Clin Infect Dis*, 35, 943-9.
- GOULET, V., HEBERT, M., HEDBERG, C., LAURENT, E., VAILLANT, V., DE VALK, H. & DESENCLOS, J. C. 2012. Incidence of listeriosis and related mortality among groups at risk of acquiring listeriosis. *Clin Infect Dis*, 54, 652-60.
- GRIF, K., HEIN, I., WAGNER, M., BRANDL, E., MPAMUGO, O., MCLAUCHLIN, J., DIERICH, M. P. & ALLERBERGER, F. 2001. Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* in the feces of healthy Austrians. *Wien Klin Wochenschr*, 113, 737-42.
- GRIF, K., PATSCHEIDER, G., DIERICH, M. P. & ALLERBERGER, F. 2003. Incidence of fecal carriage of *Listeria monocytogenes* in three healthy volunteers: a one-year prospective stool survey. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 22, 16-20.
- HALBEDEL, S., PRAGER, R., BANERJI, S., KLETA, S., TROST, E., NISHANTH, G., ALLES, G., HÖLZEL, C., SCHLESIGER, F., PIETZKA, A., SCHLÜTER, D. & FLIEGER, A. 2019. A *Listeria monocytogenes* ST2 clone lacking chitinase ChiB from an outbreak of non-invasive gastroenteritis. *Emerg Microbes Infect*, 8, 17-28.
- HEITMANN, M., GERNER-SMIDT, P. & HELTBERG, O. 1997. Gastroenteritis caused by *Listeria monocytogenes* in a private day-care facility. *Pediatr Infect Dis J*, 16, 827-8.
- HOF, H. 2001. *Listeria monocytogenes*: a causative agent of gastroenteritis? *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 20, 369-73.
- HONIKEL, K. O. 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Sci*, 78, 68-76.
- HURLEY, D., LUQUE-SASTRE, L., PARKER, C. T., HUYNH, S., ESHWAR, A. K., NGUYEN, S. V., ANDREWS, N., MOURA, A., FOX, E. M., JORDAN, K., LEHNER, A., STEPHAN, R. & FANNING, S. 2019. Whole-Genome Sequencing-Based Characterization of 100 *Listeria monocytogenes* Isolates Collected from Food Processing Environments over a Four-Year Period. *mSphere*, 4.
- IACUMIN, L., CAPPELLARI, G., COLAUTTI, A. & COMI, G. 2020. *Listeria monocytogenes* Survey in Cubed Cooked Ham Packaged in Modified Atmosphere and Bioprotective Effect of Selected Lactic Acid Bacteria. *Microorganisms*, 8.
- ICMSF 1996. *International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in foods 5: Microbiological specifications of food pathogens*, Blackie academic & professional.
- JACKS, A., PIHLAJASAARI, A., VAHE, M., MYNTTI, A., KAUKORANTA, S. S., ELOMAA, N., SALMENLINNA, S., RANTALA, L., LAHTI, K., HUUSKO, S., KUUSI, M., SIITONEN, A. & RIMHANEN-FINNE, R. 2016. Outbreak of hospital-acquired gastroenteritis and invasive infection caused by *Listeria monocytogenes*, Finland, 2012. *Epidemiol Infect*, 144, 2732-42.
- JOVANOVIĆ, J., DJEKIĆ, I., SMIGIĆ, N., TOMIĆ, N. & RAJKOVIĆ, A. 2022. Temperature profile and hygiene in household refrigerators in Belgrade, Serbia and their relation to consumers food safety knowledge and characteristics of the refrigerators. *Food Control*, 136, 108813.

- LILJEHEDEN, M., LUNDBERG, C., PETERSSON, A.-C., HARBO, E., HANSSON, R., SÖDERQVIST, H., JOHANSSON, C. & KARLSSON SÖBIRK, S. 2024. Att bygga spåret medan tåget går: Gastroenteritdiagnostik och snabbvalidering i ansträngt läge. In: KLINISK MIKROBIOLOGI OCH VÅRDHYGIEN, M. S., REGION SKÅNE (ed.).
- LIVSMEDELSVERKET 2016. Rapport 31 - 2017. *Listeria monocytogenes* i kallrökt eller gravad fisk och skivade charkprodukter – Samordnat kontrollprojekt 2016. <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2017/listeria-i-kallrok-och-gravad-fisk-samt-charkvaror-livsmedelsverkets-rapportserie-nr-31-2017.pdf>.
- LIVSMEDELSVERKET 2017. Förekomst och tillväxt av *Listeria monocytogenes* i livsmedel. Livsmedelsverkets rapportserie 2017 nr 9 del 2. <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2017/2017-nr-09-del-2-forekomst-och-tillvaxt-av-listeria-monocytogenes-i-livsmedel-riskvarderingsrapport.pdf>.
- LIVSMEDELSVERKET 2022. *Listeria monocytogenes* - Tillväxt i fermenterad korv, vegetabiliska pålägg och efter tillsats av konserveringsmedel i ätfärdiga livsmedel. Livsmedelsverkets PM. <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/pm/2022/pm-2022-listeria-monocytogenes.pdf>.
- LIVSMEDELSVERKET. 2024. *Rökaromer* [Online]. Available: <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/456/rokaromer> [Accessed December 2024].
- LUCHANSKY, J. B., CALL, J. E., HRISTOVA, B., RUMERY, L., YODER, L. & OSER, A. 2005. Viability of *Listeria monocytogenes* on commercially-prepared hams surface treated with acidic calcium sulfate and lauric arginate and stored at 4°C. *Meat Sci*, 71, 92-9.
- MAKINO, S. I., KAWAMOTO, K., TAKESHI, K., OKADA, Y., YAMASAKI, M., YAMAMOTO, S. & IGIMI, S. 2005. An outbreak of food-borne listeriosis due to cheese in Japan, during 2001. *Int J Food Microbiol*, 104, 189-96.
- MAURELLA, C., GALLINA, S., RU, G., ADRIANO, D., BELLIO, A., BIANCHI, D. M., CHIAVACCI, L., CRESCIO, M. I., CROCE, M., D'ERRICO, V., DUPONT, M. F., MARRA, A., NATANGELO, U., POMILIO, F., ROMANO, A., STANZIONE, S., ZACCARIA, T., ZUCCON, F., CARAMELLI, M. & DECASTELLI, L. 2018. Outbreak of febrile gastroenteritis caused by *Listeria monocytogenes* 1/2a in sliced cold beef ham, Italy, May 2016. *Euro Surveill*, 23.
- MCINTYRE, L., WILCOTT, L. & NAUS, M. 2015. Listeriosis outbreaks in British Columbia, Canada, caused by soft ripened cheese contaminated from environmental sources. *Biomed Res Int*, 2015, 131623.
- MEJLHOLM, O., BØKNÆS, N. & DALGAARD, P. 2015. Development and validation of a stochastic model for potential growth of *Listeria monocytogenes* in naturally contaminated lightly preserved seafood. *Food Microbiology*, 45, 276-289.
- MEJLHOLM, O. & DALGAARD, P. 2007. Modeling and predicting the growth boundary of *Listeria monocytogenes* in lightly preserved seafood. *J Food Prot*, 70, 70-84.
- MEJLHOLM, O. & DALGAARD, P. 2013. Development and validation of an extensive growth and growth boundary model for psychrotolerant *Lactobacillus* spp. in seafood and meat products. *Int J Food Microbiol*, 167, 244-60.
- MEJLHOLM, O. & DALGAARD, P. 2015. Modelling and predicting the simultaneous growth of *Listeria monocytogenes* and psychrotolerant lactic acid bacteria in processed seafood and mayonnaise-based seafood salads. *Food Microbiology*, 46, 1-14.
- MEJLHOLM, O., GUNVIG, A., BORGGÅRD, C., BLOM-HANSSON, J., MELLEFONT, L., ROSS, T., LEROI, F., ELSE, T., VISSER, D. & DALGAARD, P. 2010. Predicting growth rates and growth boundary of *Listeria monocytogenes* - An international validation study with focus on processed and ready-to-eat meat and seafood. *Int J Food Microbiol*, 141, 137-50.
- MIETTINEN, M. K., SIITONEN, A., HEISKANEN, P., HAAJANEN, H., BJÖRKROTH, K. J. & KORKEALA, H. J. 1999. Molecular epidemiology of an outbreak of febrile gastroenteritis caused by *Listeria monocytogenes* in cold-smoked rainbow trout. *J Clin Microbiol*, 37, 2358-60.
- MÜLLER, H. E. 1990. *Listeria* isolations from feces of patients with diarrhea and from healthy food handlers. *Infection*, 18, 97-9.
- OOI, S. T. & LORBER, B. 2005. Gastroenteritis due to *Listeria monocytogenes*. *Clin Infect Dis*, 40, 1327-32.
- OVCA, A., ŠKUFCICA, T. & JEVŠNIK, M. 2021. Temperatures and storage conditions in domestic refrigerators - Slovenian scenario. *Food Control*, 123, 107715.
- PAINSET, A., BJÖRKMAN, J. T., KIIL, K., GUILLIER, L., MARIET, J. F., FÉLIX, B., AMAR, C., ROTARIU, O., ROUSSEL, S., PEREZ-RECHE, F., BRISSE, S., MOURA, A., LECUIT, M., FORBES, K., STRACHAN, N., GRANT, K., MØLLER-NIELSEN, E. & DALLMAN, T. J. 2019. LiSEQ - whole-genome sequencing of a cross-sectional survey of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods and human clinical cases in Europe. *Microb Genom*, 5.

- PICHLER, J., MUCH, P., KASPER, S., FRETZ, R., AUER, B., KATHAN, J., MANN, M., HUHULESCU, S., RUPPITSCH, W., PIETZKA, A., SILBERBAUER, K., NEUMANN, C., GSCHIEL, E., DE MARTIN, A., SCHUETZ, A., GINDL, J., NEUGSCHWANDTNER, E. & ALLERBERGER, F. 2009. An outbreak of febrile gastroenteritis associated with jellied pork contaminated with *Listeria monocytogenes*. *Wien Klin Wochenschr*, 121, 149-56.
- PORTO-FETT, A. C., CAMPANO, S. G., SHOYER, B. A., WADSWORTH, S. & LUCHANSKY, J. B. 2014. Viability of *Listeria monocytogenes* on uncured turkey breast commercially prepared with and without buffered vinegar during extended storage at 4 and 10°C. *J Food Prot*, 77, 987-92.
- POUILLOT, R., HOELZER, K., CHEN, Y. & DENNIS, S. B. 2015. *Listeria monocytogenes* dose response revisited--incorporating adjustments for variability in strain virulence and host susceptibility. *Risk Anal*, 35, 90-108.
- POUILLOT, R., KIERMEIER, A., GUILLIER, L., CADAVEZ, V. & SANAA, M. 2024. Updated Parameters for *Listeria monocytogenes* Dose-Response Model Considering Pathogen Virulence and Age and Sex of Consumer. *Foods*, 13.
- RIEDO, F. X., PINNER, R. W., TOSCA, M. L., CARTTER, M. L., GRAVES, L. M., REEVES, M. W., WEAVER, R. E., PLIKAYTIS, B. D. & BROOME, C. V. 1994. A point-source foodborne listeriosis outbreak: documented incubation period and possible mild illness. *J Infect Dis*, 170, 693-6.
- ROSS, T., DALGAARD, P. 2004. In: McKeller, R.C., Lu, X. (Eds.), *Modeling Microbial Responses in Foods*. CRC Press, Boca Raton, USA.
- SALAMINA, G., DALLE DONNE, E., NICCOLINI, A., PODA, G., CESARONI, D., BUCCI, M., FINI, R., MALDINI, M., SCHUCHAT, A., SWAMINATHAN, B., BIBB, W., ROCOURT, J., BINKIN, N. & SALMASO, S. 1996. A foodborne outbreak of gastroenteritis involving *Listeria monocytogenes*. *Epidemiol Infect*, 117, 429-36.
- SAUDERS, B. D., PETTIT, D., CURRIE, B., SUITS, P., EVANS, A., STELLRECHT, K., DRYJA, D. M., SLATE, D. & WIEDMANN, M. 2005. Low prevalence of *Listeria monocytogenes* in human stool. *J Food Prot*, 68, 178-81.
- SCHLECH, W. F., 3RD, SCHLECH, W. F. T., HALDANE, H., MAILMAN, T. L., WARHUUS, M., CROUSE, N. & HALDANE, D. J. 2005. Does sporadic *Listeria* gastroenteritis exist? A 2-year population-based survey in Nova Scotia, Canada. *Clin Infect Dis*, 41, 778-84.
- SIM, J., HOOD, D., FINNIE, L., WILSON, M., GRAHAM, C., BRETT, M. & HUDSON, J. A. 2002. Series of incidents of *Listeria monocytogenes* non-invasive febrile gastroenteritis involving ready-to-eat meats. *Lett Appl Microbiol*, 35, 409-13.
- SMITH, A. M., TAU, N. P., SMOUSE, S. L., ALLAM, M., ISMAIL, A., RAMALWA, N. R., DISENYENG, B., NGOMANE, M. & THOMAS, J. 2019. Outbreak of *Listeria monocytogenes* in South Africa, 2017-2018: Laboratory Activities and Experiences Associated with Whole-Genome Sequencing Analysis of Isolates. *Foodborne Pathog Dis*, 16, 524-530.
- STASIEWICZ, M. J., WIEDMANN, M. & BERGHOLZ, T. M. 2010. The combination of lactate and diacetate synergistically reduces cold growth in brain heart infusion broth across *Listeria monocytogenes* lineages. *J Food Prot*, 73, 631-40.
- STEFANO, C. R., SZOSLAND-FAŁTYN, A. & BARTODZIEJSKA, B. 2023. Survey of Domestic Refrigerator Storage Temperatures in Poland for Use as a QMRA Tool for Exposure Assessment. *Int J Environ Res Public Health*, 20.
- SUNDSTRÖM, K. 2018. Cost of Illness for Five Major Foodborne Illnesses and Sequelae in Sweden. *Appl Health Econ Health Policy*, 16, 243-257.
- TANG, S., ORSI, R. H., DEN BAKKER, H. C., WIEDMANN, M., BOOR, K. J. & BERGHOLZ, T. M. 2015. Transcriptomic Analysis of the Adaptation of *Listeria monocytogenes* to Growth on Vacuum-Packed Cold Smoked Salmon. *Appl Environ Microbiol*, 81, 6812-24.
- THOMAS, J., GOVENDER, N., MCCARTHY, K. M., ERASMUS, L. K., DOYLE, T. J., ALLAM, M., ISMAIL, A., RAMALWA, N., SEKWADI, P., NTSHOE, G., SHONHIWA, A., ESSEL, V., TAU, N., SMOUSE, S., NGOMANE, H. M., DISENYENG, B., PAGE, N. A., GOVENDER, N. P., DUSE, A. G., STEWART, R., THOMAS, T., MAHONEY, D., TOURDJMAN, M., DISSON, O., THOUVENOT, P., MAURY, M. M., LECLERCQ, A., LECUIT, M., SMITH, A. M. & BLUMBERG, L. H. 2020. Outbreak of Listeriosis in South Africa Associated with Processed Meat. *N Engl J Med*, 382, 632-643.
- UYTTENDAELE, M., DE TROY, P. & DEBEVERE, J. 1999. Incidence of *Listeria monocytogenes* in different types of meat products on the Belgian retail market. *Int J Food Microbiol*, 53, 75-80.
- VKM 2018. *Listeria monocytogenes* - vurdering av helse råd til gravide og andre utsatte grupper - Uttalelse fra Faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø. VKM Report 2018:13. Vitenskapskomitee for mat og miljø. Oslo.
- VON ROTZ, M., DIERIG, A., HEININGER, U., CHROBAK, C., BAETTIG, V. & EGLI, A. 2017. Case report: when two and ½ men go camping.... *BMC Infect Dis*, 17, 102.

WAGNER, M., SLAGHUIS, J., GÖBEL, W., VÁZQUEZ-BOLAND, J. A., RYCHLI, K. & SCHMITZ-ESSER, S. 2021. Virulence Pattern Analysis of Three *Listeria monocytogenes* Lineage I Epidemic Strains with Distinct Outbreak Histories. *Microorganisms*, 9.

WHO. 2018. *World Health Organization. Fact sheets - Listeriosis* [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/listeriosis> [Accessed November 2024].

Bilaga 1

Sammanställning av data från litteraturen som underlag för ingångsdata vid simuleringar för "rökt skinka/kalkon".

Produkt	NaCl i vattenfas (%)	pH	Fenol (ppm)	% CO ₂ i förpackn. vid jämvikt	Nitrit (ppm)	Laktat % (w/v) i vattenfas	Referens
Kokt skinka	2,8	6,2		19-23	30	0,7	Vasilopoulos et al. 2008, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kokt skinka	2,6	6,8	6	vakuum		0,7	Hwanga and Sheen 2011, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kokt skinka	2,8	6,1		20	30	0,7	Vasilopoulos et al. 2010, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kokt skinka	2,5	6,2	6	vakuum		3,6	Blom et al 1997, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Skinka	2,5-3,0	6,2	6			0,7-3,57	Blom et al 1997, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kokt skinka	3,5	6,2		12-14	50	0,7	Kreyenschmidt et al, 2010, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kokt skinka	2,5-3,7	5,9			35-48	0,7-2,4	Devlieghere et al., 2009, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kokt skinka		6,06-6,35					(Iacumin et al., 2020)
Skinka		6,17			2,20	1,12	(Luchansky et al., 2005)
Kokt skinka		6,16				0,828	(Devliegher et al., 2000)
Skinka	3,2-4,1	6,29-6,52			18,7-28	0,7	Glass & Doyle 1989, fr (Mejlholm et al., 2010)
Skinka	2,6-3,1	5,9-6,2	6		11	0,83-3,08	Stekelenburg & Kant-Muermans 2001, fr (Mejlholm et al., 2010)
Skinka	3,5	6,2			50	0,7	Burnett et al, 2005, fr (Mejlholm et al., 2010)
Skinka	3,52	6,39	6		34,6	0,7-2,87	Glass et al. 2007a, b, fr (Mejlholm et al., 2010)
Skinka	2,6	6,2				1,5-5,45	Hwang and Tamplin 2007, fr (Mejlholm et al., 2010)
Skinka	2,99-4,5	6,1-6,4		7,2-48,4	60	0,97-3,19	Danish meat research institute (DMRI), fr (Mejlholm et al., 2010)
Skinka	3,5	6,17-6,30	6	12,3-15,3	50	1-2,86	University of Tasmania UTAS, Mellefont and Ross 2007, fr (Mejlholm et al., 2010)

Produkt	NaCl i vattenfas (%)	pH	Fenol (ppm)	% CO ₂ i förpackn. vid jämvikt	Nitrit (ppm)	Laktat % (w/v) i vattenfas	Referens
Skinka	3,5	6,14-6,48	6	12,3-24,7	50	1-2,86	University of Tasmania UTAS, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kalkonbröst	3,5	6,2	6	0-30 (både vakuüm om MAP)	188	0,7	Pexara et al., 2002, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kalkonbröst	1,8-3,6	6,26-6,52				0,7	Glass and Doyle 1989, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kalkonbröst	2,85	6,2				0,7-2,69	Pal et al 2008b, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kalkonbröst	2,3	6,42				0,7-4,96	Glass et al, 2007a, b, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kalkonskinka	2,5	6,1-6,3				0,7-2,43	PURAC biochem Nederländerna, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kalkon	3,1	6,3					(Porto-Fett et al., 2014)
Ätfärdiga köttprodukter						10,7-23	(Ahmed et al., 2015)

Sammanställning av data från litteraturen för rökt och gravad lax. Delar av innehållet har använts som underlag för ingångsdata vid simuleringar för ”rökt lax”.

Produkt	NaCl i vatten-fas (%)	pH	Fenol (ppm)	% CO ₂ i förpackn. vid jämvikt	Laktat % (w/v) i vattenfas	Referens
Kallrökt lax	3,5	6,2	6	vakuum	0,7	Stohr et al. 2001, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kallrökt lax	4,4-4,8	6,1	8,2-8,8	vakuum	0,7	Joffraud et al 2001, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kallrökt lax	4	5,9	12,8	25	0,93	Mejlholm & Dalgaard 2007a, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kallrökt lax	5,2	6	3,8	27,8-61	0,72-2,93	Mejlholm & Dalgaard 2007b, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kallrökt lax	3,1	6	6	vakuum	0,7	Katla et al., 2001, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Kallrökt lax	3,5	6,1	6		0,7-3,62	Yoon et al 2004, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	3,5	6,4	6		0,7	Burnett et al. 2005, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	2,97	6,5	4		0,7	Hwang & Sheen 2009, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	3,5-8,9	6,1-6,3	6		0,67-1,11	DTU food Jørgensen and Huss 1998, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	4,9	6,03	12,6		0,37	DTU food Giménes & Dalgaard 2004, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	4,9	6,12	14,6		0,59	DTU food Lakshmanan and Dalgaard 2004, fr Mejlholm 2010 (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	3,17-5,26	5,80-6,24	1-14,2	0-61	0,50-4,35	DTU food Mejlholm and Dalgaard 2007 a,b, fr Mejlholm 2010 (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	3,4-5,5	6,2	2,5-20,6		0,7	Department des Sciences et Techniques Alimentaires Marines, Ifremer Frankrike, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	3,5	6,05	6		0,7-3,16	University of Tasmania UTAS, fr (Mejlholm et al., 2010)
Kallrökt lax	5,26 +/-0,18	5,8-6,1	8,9 +/-0,9	30 +/-1,7	0,77-2,84	(Mejlholm and Dalgaard, 2007)
Kallrökt lax	3,58 +/-0,50	5,9-6	13,5 +/-1,5	25,3 +/-0,8	0,60-0,67	(Mejlholm and Dalgaard, 2007)
Kallrökt lax	3,74-5,26	6-6,5	8,9-20,1	0-30	0,1-0,98	(Mejlholm and Dalgaard, 2007)
Kallrökt lax	3,4-3,67	6,1-6,8	0	16,2-21,5	0,17-0,62	(Mejlholm and Dalgaard, 2007)
Kallrökt lax	3,74 +/-0,54	6,11 +/-0,07	8,8 +/-2,2		0,87 +/-0,14	(Mejlholm et al., 2015)
Kallrökt lax	3,01 +/-0,35	6,14 +/-0,04	<1		1,07 +/-0,25	(Mejlholm et al., 2015)

Produkt	NaCl i vatten-fas (%)	pH	Fenol (ppm)	% CO2 i förpackn. vid jämvikt	Laktat % (w/v) i vattenfas	Referens
Kallrökt lax	3,2-5,3	5,94-6,10	8,9-14,1	0-30	0,93-1,49	Mejlholm and Dalgaard 2007a, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2015)
Kallrökt lax	5,2	6,02-6,22	3,8	25,1-61	0,66-2,93	Mejlholm and Dalgaard 2007b, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2015)
Kallrökt lax	4,65	6,1				(Stasiewicz et al., 2010)
Rökt lax	3,4-5,6	6,2	8,8-11,2		0,7	Thurette 1995, fr (Mejlholm et al., 2010)
Rökt lax	3,5	6,3	6	0-81,4	0,7	Szabo and Cahill 1999, fr (Mejlholm et al., 2010)
Rökt lax	4,2-5,7	6,05-6,11	2,2-6,2		1,01-1,09	Vermeulen et al. 2011, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2015)
Rökt lax	4,1	6,1				(Tang et al., 2015)
Gravad lax	3,1	6,1	5	25	0,93	Mejlholm & Dalgaard 2007a, fr (Mejlholm and Dalgaard, 2013)
Gravad lax	2,95-3,12	6,11-6,26	4,8-5	25	0,93-0,98	Mejlholm & Dalgaard 2007a, fr (Mejlholm et al., 2010)
Gravad lax	3,03 +/- 0,11	6,1-6,3	4,9 +/-0,8	24,1+/-1,1	0,60-0,65	(Mejlholm and Dalgaard, 2007)
Gravad lax	4,7	6,1				Orozco 2000, fr (Livsmedelsverket, 2017)

