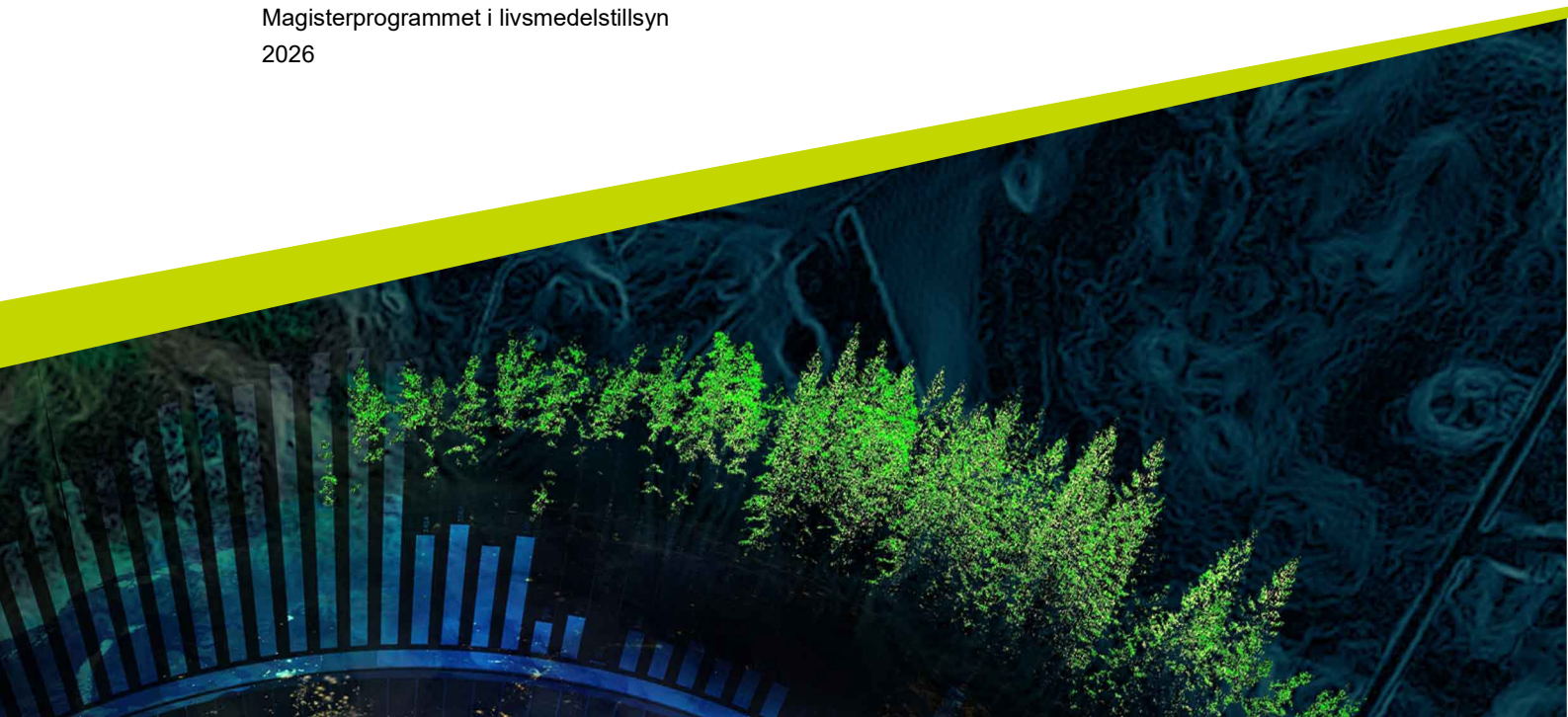
Livsmedelsburna bakterier som orsakar matförgiftning: förekomst, egenskaper och förebyggande åtgärder

En litteraturstudie

Maryam Habibollahzadeh

Erica Birac

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Magisterprogrammet i livsmedelstillsyn
2026



Livsmedelsburna bakterier som orsakar matförgiftning: förekomst, egenskaper och förebyggande åtgärder. En litteraturstudie

Foodborne bacteria causing food poisoning: occurrence, characteristics and preventive measures. A literature review

Maryam Habibollahzadeh och Erica Birac

Handledare:	**Sofia Boqvist, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper**
Examinator:	Ingrid Strid, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik

Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå (A1E)
Kurstitel:	Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap
Kurskod:	EX1008
Program/utbildning:	Magisterprogrammet i livsmedelstillsyn
Kursansvarig inst.:	Institutionen för energi och teknik
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2026
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)
Delnummer i serien:	2026:25
ISSN:	1654–9392

Nyckelord:	livsmedelsburna bakterier, matförgiftning, livsmedelshygien, förebyggande åtgärder, livsmedelssäkerhet

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för energi och teknik

Sammanfattning

Livsmedelsburna sjukdomar är ett stort folkhälsoproblem världen över och orsakas ofta av bakterier som sprids via kontaminerade livsmedel. Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka hur sex olika bakterier orsakar matförgiftning samt att identifiera effektiva metoder för att förebygga dessa infektioner. Studien fokuserar på bakterierna *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Staphylococcus aureus*, enterohemorragisk *Escherichia coli* (EHEC), *Bacillus cereus* och *Listeria monocytogenes*.

Resultatet visar att bakterierna skiljer sig åt när det gäller biologiska egenskaper och sätt att orsaka sjukdom. En del orsakar infektion efter att ha etablerat sig i kroppen, medan andra producerar toxiner i livsmedel, som sedan leder till sjukdom. Flera av bakterierna har dessutom egenskaper som försvårar begränsningen av deras tillväxt i livsmedel, exempelvis förmåga att växa vid låga temperaturer, bilda sporer, bilda biofilm eller producera värmestabila toxiner. Smittspridning sker främst via kontaminerade livsmedel som kött, mejeriprodukter och grönsaker, men även via ytor, föremål och hud som varit i kontakt med sådana. Faktorer som otillräcklig upphettning, långsam nedkylning och korskontaminering ökar risken för matförgiftning.

Studien visar att ett helhetsperspektiv, från primärproduktion till konsumtion, är avgörande för att minska förekomsten av livsmedelsburna sjukdomar. Effektiva förebyggande åtgärder innefattar god hygien, korrekt temperaturkontroll, säker hantering av livsmedel samt användning av HACCP-baserade kontrollsystem genom hela livsmedelskedjan. Sammanfattningsvis visar litteraturstudien att livsmedelsburna bakterier utgör en komplex utmaning som kräver samordnade förebyggande åtgärder genom hela livsmedelskedjan för att minska risken för matförgiftningar och skydda folkhälsan.

Nyckelord: livsmedelsburna bakterier, matförgiftning, livsmedelshygien, förebyggande åtgärder, livsmedelssäkerhet.

Abstract

Foodborne diseases are a major global public health issue and are often caused by bacteria spread through contaminated food. The aim of this literature review was to examine how six different bacteria cause food poisoning and to identify effective methods for preventing these infections. The study focuses on the bacteria *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Staphylococcus aureus*, enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC), *Bacillus cereus*, and *Listeria monocytogenes*.

The results show that the bacteria differ in their biological characteristics and mechanisms of causing disease. Some cause infection after establishing themselves in the body, while others produce toxins in food that lead to illness. Several of the bacteria also possess characteristics that make them difficult to control, such as the ability to grow at low temperatures, form spores, develop biofilms, or produce heat-stable toxins. Transmission mainly occurs through contaminated foods such as meat, dairy products, and vegetables, but also through surfaces, objects, and skin that have come into contact with them. Factors such as insufficient heating, slow cooling, and cross-contamination increase the risk of food poisoning.

Effective preventive measures include good hygiene, proper temperature control, safe food handling practices, and the implementation of HACCP-based control systems throughout the food supply chain. The study shows that a comprehensive approach, from primary production to consumption, is essential for reducing the occurrence of foodborne diseases. In conclusion, the

literature review demonstrates that foodborne bacteria represent a complex challenge that requires coordinated preventive measures throughout the entire food supply chain in order to reduce the risk of food poisoning and protect public health.

Keywords: foodborne bacteria, food poisoning, food hygiene, preventive measures, food safety.

Innehållsförteckning

1. Inledning **7**
1.1 Bakgrund 7
1.1.1 Koppling till livsmedelskontroll 9
1.2 Syfte och frågeställning 11
2. Metod **12**
2.1 Undersökningsmetod och val av studieobjekt 12
2.2 Litteratursökning. 12
2.3 Urval 13
2.4 Analys 13
2.5 Etiska överväganden 14
3. Resultat **15**
3.1 Salmonella 15
3.1.1 Bakgrund 15
3.1.2 Förekomst och epidemiologi 15
3.1.3 Egenskaper 17
3.1.4 Tillväxtfaktorer 18
3.1.5 Smittvägar 19
3.1.6 Sjukdomar - Patogenes och symptom 19
3.1.7 Koppling till livsmedel 20
3.1.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner 21
3.2 Campylobacter 22
3.2.1 Bakgrund 22
3.2.2 Förekomst och epidemiologi 23
3.2.3 Egenskaper 24
3.2.4 Tillväxtfaktorer 25
3.2.5 Smittvägar 26
3.2.6 Sjukdomar- Patogenes och symtom 27
3.2.7 Koppling till livsmedel 28
3.2.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner 28
3.3 Staphylococcus aureus 30
3.3.1 Bakgrund 30
3.3.2 Förekomst och epidemiologi 30
3.3.3 Egenskaper 31
3.3.4 Tillväxtfaktorer 32
3.3.5 Smittvägar 33
3.3.6 Sjukdomar - Patogenes och symptom 33
3.3.7 Koppling till livsmedel 34
3.3.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner 35
3.4 EHEC (Escherichia coli) 36
3.4.1 Bakgrund 36

3.4.2 Förekomst och epidemiologi 37
3.4.3 Egenskaper 38
3.4.4 Tillväxtfaktorer 39
3.4.5 Smittvägar 40
3.4.6 Sjukdomar - patogenes och symptom 40
3.4.7 Koppling till livsmedel 41
3.4.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner 42
3.5 Bacillus cereus 42
3.5.1 Bakgrund 42
3.5.2 Förekomst och epidemiologi 43
3.5.3 Egenskaper 44
3.5.4 Tillväxtfaktorer 46
3.5.5 Smittvägar 46
3.5.6 Sjukdomar - Patogenes och symptom 47
3.5.7 Koppling till livsmedel 47
3.5.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner 48
3.6 Listeria monocytogenes 48
3.6.1 Bakgrund 48
3.6.2 Förekomst och epidemiologi 49
3.6.3 Egenskaper 50
3.6.4 Tillväxtfaktorer 52
3.6.5 Smittvägar 52
3.6.6 Sjukdomar - Patogenes och symptom 53
3.6.7 Koppling till livsmedel 54
3.6.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner 55
4. Diskussion **56**
4.1. Sammanfattande diskussion och syntes 61
5. Slutsats **63**

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Livsmedelsburna sjukdomar uppstår när människor konsumerar livsmedel som innehåller sjukdomsframkallande mikroorganismer eller deras toxiner. Livsmedelssäkerhet utgör därför en central global fråga, eftersom livsmedel kontinuerligt riskerar att kontamineras av patogena mikroorganismer. Detta är en av de mest komplexa utmaningarna i hela livsmedelskedjan, från primärproduktion till konsumtion (Barbosa 2025). Bakteriella patogener är en av de vanligaste orsakerna till livsmedelsburna infektioner på grund av deras utbredda förekomst och förmåga att orsaka sjukdom hos människor (Shafi et al. 2026). Över 200 olika typer av livsmedelsburna sjukdomar har identifierats. De mest allvarliga fallen drabbar främst äldre personer, små barn och individer med nedsatt immunförsvar, men även friska personer kan drabbas vid exponering för höga nivåer av sjukdomsframkallande mikroorganismer (Bintsis 2017).

Sambandet mellan mat och människors hälsa har varit känt sedan lång tid tillbaka. Under antiken beskrev Hippokrates (460 f.Kr.) att kosten har en stor påverkan på människors hälsa. Livsmedelsburna patogener, exempelvis bakterier, virus och parasiter, är biologiska smittämnen som kan leda till livsmedelsburna sjukdomar. Ett utbrott av en livsmedelsburen sjukdom innebär att två eller fler personer drabbas av liknande symtom efter att ha ätit samma livsmedel (Bintisis 2017). Enligt World Health Organization (WHO) insjuknar omkring 600 miljoner människor varje år efter konsumtion av kontaminerade livsmedel och cirka 420 000 personer avlider till följd av livsmedelsburna infektioner (Barbosa 2025; World Health Organization 2024).

Sjukdomar som orsakas av kontaminerade livsmedel kan delas in i två huvudgrupper: livsmedelsburna infektioner och livsmedelsburna förgiftningar. Infektion uppstår när patogener etablerar sig och förökar sig i kroppen efter att maten har konsumerats och förgiftning sker när toxiner som bildats i livsmedel av mikroorganismer tas upp av människan. Vid livsmedelsburna infektioner uppstår symptomen vanligtvis först efter en längre inkubationstid, ofta efter flera dagar. Även vid livsmedelsburna förgiftningar finns en inkubationstid, men den är betydligt kortare och symtomen uppträder oftast redan inom 1–6 timmar (Bintsis 2017).

Eftersom kontaminering kan ske i alla led av livsmedelskedjan krävs ett systematiskt och förebyggande arbete genom hela processen för att minska risken

för spridning av livsmedelsburna sjukdomar. Livsmedelssäkerhetssystem bör därför utformas för att kunna bedöma de hälsorisker som kan uppstå vid konsumtion av livsmedel samt för att identifiera och genomföra åtgärder som kan förebygga och minska dessa risker längs hela kedjan från ”jord till bord”. Effektiva strategier behöver implementeras under produktion, efter skörd, vid förädling och distribution samt i konsumentledet för att minska risken för mikrobiell kontaminering och sjukdom. Lämpliga utbildningsprogram inom livsmedelssäkerhet för personer som arbetar med produktion, hantering och beredning av livsmedel kan också ses som en viktig del i arbetet med att förebygga livsmedelsburna sjukdomar (Bintsis 2017; Barbosa 2025).

Bakterier finns i många olika former, typer och har olika egenskaper som gör att de kan överleva och anpassa sig till varierande miljöer. Vissa bakterier är motståndskraftiga mot höga temperaturer, medan andra kan överleva och föröka sig vid låga temperaturer, exempelvis under kylförvaring. Det finns även bakterier som kan bilda sporer och skapa biofilmer, vilket gör dem mer motståndskraftiga mot rengöring och andra yttre påfrestningar. Dessa egenskaper gör bakterier svåra att eliminera från livsmedel och livsmedelsmiljöer (Bintsis 2017).

Smittspridning till människor har kopplats till kontaminerade råvaror eller livsmedel, kontaminerat dricksvatten, bristande hygienrutiner vid livsmedelshantering, otillräcklig rengöring av redskap, otillräckligt tillagat kött samt felaktig lagring och temperaturkontroll av livsmedel (Adams et al. 2016).

De flesta patogena bakterier är mesofila, vilket innebär att de växer bäst vid temperaturer mellan 20 °C och 45 °C. Det finns dock även livsmedelsburna patogener som kan växa vid kylförvaring och temperaturer under 10 °C (Bintsis 2017). Temperaturökningar under lagring kan skapa gynnsamma förhållanden för bakterietillväxt och toxinproduktion, vilket ökar risken för matförgiftning (Chávez-Almanza et al. 2017). Vattenaktivitet (aW), tillgång till syre och pH-värde är tre andra viktiga faktorer som påverkar bakteriers möjlighet att överleva och växa i ett livsmedel (Bintsis 2017).

Flera bakterier är vanligt förekommande i samband med livsmedelsburna sjukdomar. *Salmonella* spp. förknippas ofta med kött, ägg och mejerivaror och orsakar sjukdomen salmonellos (Shafi et al., 2026; Zizza et al. 2025). Enterohemorragisk *Escherichia coli* (EHEC), särskilt serotypen O157:H7, kan orsaka blodiga diarréer och hemolytiskt uremiskt syndrom (HUS) och kopplas vanligtvis till otillräckligt tillagat nötkött, kontaminerade grönsaker och förorenat vatten. *Listeria monocytogenes* innebär en särskilt stor risk för gravida, nyfödda och personer med nedsatt immunförsvar eftersom bakterien kan växa även vid kylförvaring. *Campylobacter* spp. är en vanlig orsak till gastroenterit och

förknippas främst med otillräckligt tillagat fjäderfä, men har även kopplats till utvecklingen av Guillain–Barrés syndrom (Shafi et al. 2026).

Även S*taphylococcus aureus* och *Bacillus cereus* är betydelsefulla bakterier inom livsmedelssäkerhet eftersom de kan producera toxiner som orsakar matförgiftning. Utvecklingen av ett stafylokockorsakat utbrott förutsätter flera steg, bland annat förekomst av enterotoxinproducerande stafylokocker, överföring till livsmedel genom bristande hygienrutiner samt att livsmedlet erbjuder gynnsamma förhållanden för bakterietillväxt och toxinbildning (Hennekinne 2018). *Bacillus cereus* producerar flera olika toxiner som orsakar matförgiftning och bakterien kan orsaka två typer av livsmedelsrelaterade mag- och tarmsjukdomar beroende på vilket toxin som bildas (Dietrich et al. 2021). Otillräcklig nedkylning och felaktig temperaturkontroll kan gynna tillväxt och toxinproduktion hos dessa bakterier, vilket ökar risken för matförgiftning (Hennekinne 2018).

1.1.1 Koppling till livsmedelskontroll

Trots omfattande kunskap om livsmedelsburna patogener kvarstår livsmedelsburna sjukdomar som ett betydande problem, även i länder med välutvecklade system för livsmedelssäkerhet (World Health Organization, u.å.). För livsmedelskontrollen innebär detta en konkret utmaning: kontrollmyndigheten behöver kunna identifiera vilka faror som är mest relevanta i en verksamhet och bedöma om företagets förebyggande åtgärder är anpassade till den aktuella faran. Detta är särskilt viktigt eftersom den offentliga kontrollen enligt artikel 9 i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2017/625 ska genomföras riskbaserat. Det innebär att kontrollen ska anpassas efter de risker som är förknippade med den enskilda verksamheten. Riskerna kan variera mellan olika typer av livsmedelsverksamheter beroende på bland annat vilka varor och råvaror som hanteras, vilka aktiviteter och processer som genomförs samt vilka produkter och material som används (Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2017/625, artikel 9).

För att kontrollmyndigheten ska kunna identifiera och bedöma riskerna i en enskild verksamhet, bedöma om företagets förebyggande åtgärder är anpassade till de aktuella riskerna samt prioritera kontrollinsatser krävs kunskap om vilka mikrobiologiska faror som kan vara relevanta för verksamhetens livsmedel och produktionsprocesser (Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2017/625, artikel 9; Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 852/2004 artikel 5).

Kontamination med livsmedelsburna bakterier utgör en viktig mikrobiologisk fara och kan vara svår att bedöma, eftersom bakterier kan förekomma utan att orsaka synliga förändringar i livsmedlet eller produktionsmiljön. Olika bakterier har

samtidigt olika egenskaper och medför därför olika behov av förebyggande åtgärder hos livsmedelsföretagaren och olika fokus vid kontrollen. För vissa bakterier är det exempelvis centralt att kontrollpersonalen bedömer hur verksamheten förebygger och hanterar kontamination och korskontamination, medan temperaturhantering, exempelvis nedkylning, eller personlig hygien kan vara viktigare kontrollområden för andra bakterier (Livsmedelsverket 2024).

För att kunna bedöma vilka mikrobiologiska faror som är relevanta och vilka förebyggande åtgärder som är lämpliga behöver både livsmedelsföretagare och kontrollpersonal ha kunskap om bakteriernas egenskaper, förekomst och tillväxtförutsättningar. Detta omfattar bland annat kunskap om under vilka förhållanden bakterier kan överleva och tillväxa, hur kontamination och korskontamination kan förebyggas samt vilka åtgärder som kan begränsa bakteriernas förekomst och tillväxt. Eftersom olika bakterier har olika egenskaper kan relevanta kontrollområden variera mellan olika livsmedel och verksamheter (Livsmedelsverket, 2024). Denna kunskap är även viktig vid utredning av misstänkta matförgiftningar, där sjukdomsbild, inkubationstid och konsumerade livsmedel kan användas för att bedöma vilka smittämnen som kan vara aktuella. Kunskap om mikrobiologiska faror och deras egenskaper kan därmed bidra till att identifiera möjliga orsaker till sjukdom och ge underlag för den fortsatta utredningen (Livsmedelsverket, 2023a).

Det finns därför ett behov av att sammanställa kunskap om livsmedelsburna bakterier, deras egenskaper, förekomst, risker och möjliga förebyggande åtgärder. En sådan kunskapsöversikt kan bidra till en ökad förståelse för vilka livsmedel och situationer som kan innebära risk för bakteriell kontamination och vilka åtgärder som kan användas för att förebygga och begränsa dessa risker.

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna litteraturstudie är att beskriva hur utvalda livsmedelsburna bakterier orsakar matförgiftning. Studien syftar även till att undersöka vilka livsmedel och hanteringssituationer som innebär störst risk för bakteriell kontamination samt vilka livsmedelssäkerhetsstrategier som enligt forskningen är mest effektiva för att förebygga sådana sjukdomar.

• Hur orsakar de utvalda livsmedelsburna bakterierna matförgiftning?

• Vilka livsmedel och situationer innebär störst risk för bakteriell kontamination?

• Vilka livsmedelssäkerhetsstrategier lyfts i forskningen som mest effektiva för att förebygga matförgiftningar?

2. Metod

2.1 Undersökningsmetod och val av studieobjekt

Studien genomfördes som en litteraturstudie med fokus på att samla, sammanställa och jämföra tidigare forskning om sex livsmedelsburna bakterier kopplade till livsmedelssäkerhet. Enligt Snyder (2019) kan litteraturstudier användas för att skapa en översikt över ett forskningsområde samt identifiera återkommande teman och kunskapsluckor. Relevant information från tidigare forskning analyserades och sammanställdes utifrån studiens syfte.

De sex bakterierna valdes eftersom de är relevanta inom livsmedelssäkerhet och har koppling till livsmedelsburna sjukdomar som är av betydelse ur ett svenskt folkhälsoperspektiv. Valet av bakterier gjordes för att få en bredare förståelse för olika smittvägar, egenskaper och risker kopplade till livsmedel. Antalet bakterier bedömdes även vara rimligt i förhållande till studiens omfattning.

De valda bakterierna representerar olika typer av smittvägar, egenskaper och sjukdomsmekanismer, vilket möjliggör en bred och jämförande analys av livsmedelsburna risker. Urvalet omfattar både bakterier som orsakar infektion efter intag av kontaminerade livsmedel, såsom *Salmonella, Campylobacter* och EHEC, samt bakterier som *Staphylococcus aureus* och *Bacillus cereus*, som producerar toxiner. Bakterierna skiljer sig även åt i förekomst, smittvägar och allvarlighetsgrad, vilket gör det möjligt att analysera risk utifrån både sannolikhet och konsekvens. Tillsammans representerar de därför en relevant bredd av livsmedelsburna risker av betydelse för livsmedelstillsyn.

2.2 Litteratursökning.

De databaser som användes vid litteratursökningen var Primo, Web of Science och Google Scholar.

Sökningarna genomfördes med hjälp av bakteriernas namn i kombination med olika sökord relaterade till studiens ämnesområde. Använda sökord var: *characteristics, food poisoning*, *history*, *preventative measures*, *statistics*, *growth* och *food*.

Majoriteten av de inkluderade källorna bestod av peer-reviewed vetenskapliga artiklar. Även akademiska böcker och bokkapitel användes. För att komplettera de

vetenskapliga artiklarna användes även information från nationella och internationella myndigheter.

2.3 Urval

Urvalet av artiklar och andra källor gjordes utifrån deras relevans i relation till studiens syfte och ämnesområde. Artiklarna granskades utifrån titel, abstract och innehåll för att avgöra om de var relevanta för arbetet och hade koppling till livsmedelsburna bakterier och livsmedelssäkerhet. Totalt användes omkring 70 vetenskapliga publikationer i studien, främst i form av vetenskapliga artiklar och bokkapitel. Dessa kompletterades med myndighetsrapporter, statistik och information från relevanta myndigheter. De vetenskapliga artiklarna var främst engelskspråkiga för att få tillgång till ett bredare urval av forskning, medan svenska myndighetskällor användes för bakgrund, statistik och aktuella riktlinjer inom livsmedelssäkerhet

Majoriteten av de använda källorna bestod av nyare forskning, men några äldre källor från 2005, 2007 och 2010 användes också eftersom informationen fortfarande var relevant och ofta hänvisades till i senare forskning. Artiklar som gick in i detalj på behandling av sjukdomar eller detaljerade genetiska och DNA-relaterade processer exkluderades, eftersom det inte var relevant för studiens syfte.

2.4 Analys

Olika underrubriker skapades innan analysen påbörjades för att ge arbetet en tydlig struktur. Dessa användes för samtliga bakterier och bestod av:

- Bakgrund
- Förekomst och epidemiologi
- Egenskaper
- Tillväxtfaktorer
- Smittvägar
- Sjukdomar
- Koppling till livsmedel
- Förebyggande åtgärder och hygienrutiner

Artiklarna granskades därefter utifrån dessa områden för att hitta relevant information. Informationen sammanställdes och organiserades utifrån de valda underrubrikerna.

2.5 Etiska överväganden

Studien baseras på tidigare publicerad forskning och innehåller därför inga egna studier på människor eller djur. Information och resultat från källorna har återgetts på ett korrekt och objektivt sätt. Referenser har hanterats noggrant för att undvika plagiering och säkerställa att originalkällorna redovisats korrekt.

Illustrationer och bilder hämtades från trovärdiga vetenskapliga och myndighetsbaserade källor. De bilder och illustrationer som användes i arbetet hämtades från öppna och tillåtna källor. Flera bilder var public domain eller publicerade med fria användningsrättigheter.

AI-baserade verktyg användes i begränsad omfattning som stöd vid korrekturläsning, översättning, sammanfattning av artiklar, förkortning av text samt vid formulering och strukturering av innehåll. Verktygen användes även för att sortera referenser i alfabetisk ordning. Sammanfattningar och formuleringar som skapades med hjälp av AI kontrollerades mot originalkällorna för att säkerställa att informationen var korrekt. Allt innehåll granskades och bearbetades av författarna, som även ansvarade för arbetets slutliga utformning.

3. Resultat

3.1 *Salmonella*

3.1.1 Bakgrund

De flesta salmonellabakterier är sjukdomsframkallande för människor men varierar i egenskaper och i hur allvarlig sjukdom de orsakar. Den allvarligaste formen är tyfoidfeber, den första vetenskapligt beskrivna salmonellainfektionen. På 1800-talet identifierade Pierre Bretonneau sjukdomen, och det visades att smittan sprids via avföring samt att desinfektion minskar spridningen (Adams et al. 2016).

Släktet *Salmonella* etablerades år 1900 och namngavs efter D.E. Salmon, som beskrev *Salmonella choleraesuis* (Adams et al. 2016). *Salmonella* är en av de viktigaste zoonotiska och livsmedelsburna patogenerna hos människor (Zizza et al. 2025). Släktet omfattar tyfoida serotyper (*S. typhi* och *S. paratyphi*), vilka orsakar tyfoidfeber, samt icke-tyfoida serotyper (till exempel *S. enteritidis* och *S. typhimurium*) som orsakar tarminfektionen salmonellos och kan infektera både människor och djur (Dindar Demiray & Sayar 2024; Zizza et al. 2025).

Salmonellainfektion klassas enligt smittskyddslagen som en anmälningspliktig sjukdom. Vid påvisade fall rapporteras positiva laboratoriefynd till både regional smittskyddsläkare och till Folkhälsomyndigheten (Folkhälsomyndigheten u.å.f).

3.1.2 Förekomst och epidemiologi

Globalt orsakar icke-tyfoidal *Salmonella* (NTS) omkring 94 miljoner fall av gastroenterit varje år, och ungefär 155 000 människor dör till följd av dessa infektioner. Uppgifter från SalmSurv surveillance network, som stöds av Världshälsoorganisationen, visar att *S. enteritidis* och *S. typhimurium* ligger bakom cirka 80 % av dessa infektioner hos människor (Dindar Demiray & Sayar 2024).

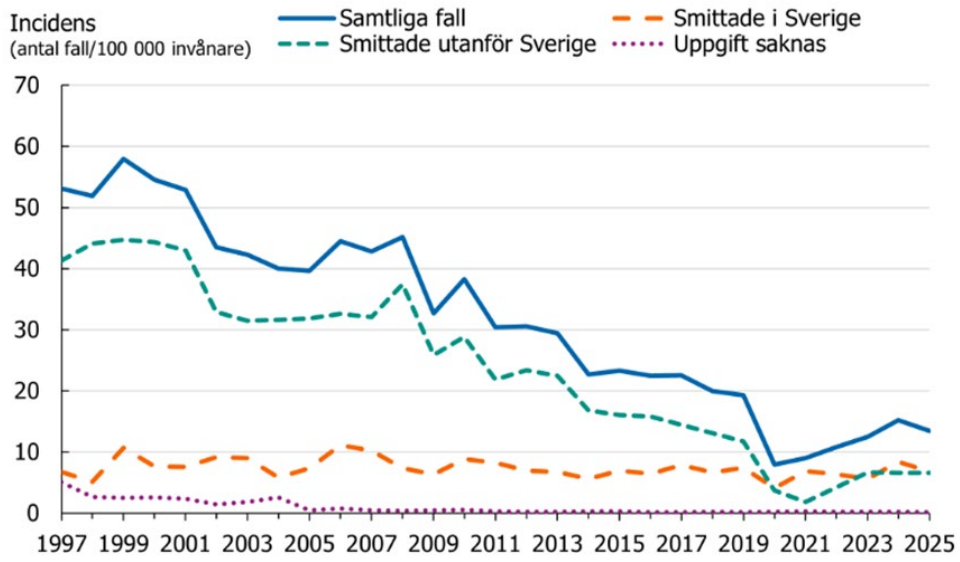
Inom Europeiska unionen är dessa två serotyper, tillsammans med den monofasiska varianten av *S. typhimurium*, de vanligaste orsakerna till sjukdom hos människor. *S. enteritidis* var den mest rapporterade serotypen med 23 634 fall år 2021 (64,6 %) (Dindar Demiray & Sayar 2024).

Många serotyper orsakar ingen sjukdom hos djur, men kan ändå vara farliga för människor (Dindar Demiray & Sayar 2024).

Mellan 55 % och 95 % av alla humanfall av salmonellos uppkommer genom konsumtion av kontaminerade livsmedel. Ytterligare cirka 9 % av infektionerna kan kopplas till direktkontakt med djur, medan ungefär 3 % orsakas av kontakt med sällskapsdjur (Oludairo et al. 2022).

Mellan januari och oktober 2023 rapporterades totalt 335 fall i ett utbrott av salmonellos orsakat av *S. entritidis* i 14 EU- och EES-länder samt i Storbritannien och USA. En stor del av de insjuknade hade ätit kycklingprodukter, särskilt kycklingkebab, innan de blev sjuka (Dindar Demiray & Sayar 2024). Detta är ett exempel på att salmonella kan orsaka stora utbrott som omfattar många länder.

Under 2025 registrerades totalt 1 431 fall av salmonellainfektion i Sverige, vilket motsvarar en incidens på 13,5 fall per 100 000 invånare. Antalet inhemska fall var lägre än medianen fram till juli men ökade mellan augusti och oktober på grund av ett nationellt utbrott kopplat till svensk äggproduktion. Detta visar att enstaka stora utbrott kan påverka den nationella statistiken trots en långsiktigt minskande trend (Folkhälsomyndigheten u.å.f). Utvecklingen av incidens och smittmönster av salmonellainfektion i Sverige under perioden 1997–2025 framgår av Figur 1.



Figur 1. Incidens av salmonellainfektion under åren 1997–2025, fördelad på inhemsk smitta, utlandssmitta, fall med okänt smittland samt totalt antal rapporterade fall (Folkhälsomyndigheten, u.å.f).

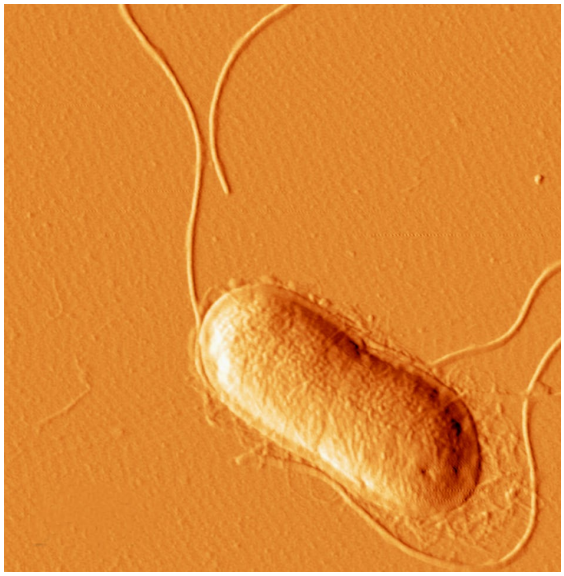
3.1.3 Egenskaper

Domän: Bakterier
Rike: Eubacteria
Stam: Pseudomonadot
Klass: Gammaproteobacteria
Ordning: Enterobacterales
Familj: Enterobacteriaceae
Släkte: *Salmonella*
Art: *Salmonella* spp.
(Dindar Demiray & Sayar 2024; VetBact u.å.f.)

Salmonella är gramnegativa och stavformade bakterier som inte bildar sporer (Oludairo et al. 2022). De kan leva både med och utan syre (fakultativt anaeroba) och är oftast rörliga med flageller runt hela cellen (Adams et al. 2016; Oludairo et al. 2022). Salmonella-bakterier har en längd på ungefär 2–5 µm samt en bredd på cirka 0,5–1,5 µm (Zizza et al. 2025). *Salmonella* morfologi och celldelning visas i Figur 2.

I dagens taxonomi delas släktet upp i två arter: *Salmonella enterica* och *Salmonella bongori*. *S. enterica* är indelad i sex underarter som uppvisar hög genetisk likhet. Dessa sex grupper är *S. enterica subsp. enterica* (I), *S. enterica subsp. salamae* (II), *S. enterica subsp. arizonae* (IIIa), *S. enterica subsp. diarizonae* (IIIb), *S. enterica subsp. houtenae* (IV) och *S. enterica subsp. indica* (VI) (Adams et al. 2016).

Det finns mer än 2 600 serotyper inom *S. enterica*. Av dessa tillhör över hälften *S. enterica subsp. enterica,* som står för omkring 99 % av alla *Salmonella*-infektioner hos människor och andra varmblodiga djur (Zizza et al. 2025).



Figur 2. Salmonella-bakterie i delningsfas (Folkhälsomyndigheten, u.å.e).

3.1.4 Tillväxtfaktorer

Vattenaktivitet (aW), pH och temperatur avgör hur mikroorganismer tillväxer eller avdödas i livsmedel. *Salmonella* är ett exempel på en livsmedelsburen patogen som har förmågan att anpassa sig mycket väl till extrema miljöförhållanden, exempelvis pH-nivåer som ligger under eller över det optimala, varierande temperaturer eller uttorkning (Enache et al. 2017).

Salmonella kan växa vid temperaturer från strax över 5 °C upp till 47 °C, med optimal tillväxt vid 37 °C. Bakterierna är känsliga för värme och förstörs lätt vid pastörisering (Adams et al. 2016).

Salmonellas tillväxt kräver en aW på minst cirka 0,93. Bakterien kan överleva länge i låg-fuktighetsprodukter, ibland i månader eller år, eftersom låg aW gynnar dess överlevnad (Adams et al. 2016; Enache et al. 2017).

Det optimala pH-intervallet för tillväxt av *Salmonella* ligger omkring 6,5–7,5. Även när pH-värdet avviker från detta intervall kan bakterien fortfarande växa, om än långsammare. Tillväxt har observerats vid pH-nivåer så låga som 3,8 och så höga som 9,5 (Enache et al. 2017). Vid neutral pH-nivå hämmas tillväxten när aW sjunker under 0,94, och vid lägre pH krävs ännu högre aW-värden för att bakterien ska kunna växa (Galán-Relaño et al. 2023).

3.1.5 Smittvägar

Salmonella är vanligt förekommande i miljön, vilket till stor del beror på att bakterierna kan finnas i rikliga mängder i djurs tarmkanaler. Såväl livsmedelsproducerande djur som husdjur och vilda djur kan vara reservoarer för *Salmonella*-bakterier, ofta utan att djuren själva visar några sjukdomssymtom (Adams et al. 2016; Oludairo et al. 2022).

Bakterien sprids via avföring till jord, vatten, foder och livsmedel och kan därifrån överföras till både djur och människor (Adams et al. 2016). Smittöverföring till människa sker främst genom intag av kontaminerade livsmedel eller förorenat dricksvatten, men även genom direkt kontakt med smittade djur eller kontaminerade föremål (Oludairo et al. 2022; Zizza et al. 2025; Coburn et al. 2007). Särskilt reptiler och deras omgivning har identifierats som viktiga smittkällor (Pandey & Goud 2021).

Olika serotyper av *Salmonella* föredrar olika värdar och är ofta kopplade till specifika djurarter, som i sin tur fungerar som smittkällor. De tyfoida serotyperna är starkt anpassade till människor, och smittreservoarer finns nästan uteslutande hos människor och vissa primater. Spridningen av tyfoidfeber sker främst genom kontakt med avföring från infekterade personer. Risken är särskilt hög i områden med bristfällig sanitet och begränsad tillgång till säkert dricksvatten. Miljöfaktorer som öppna avloppssystem och förorenade vattenkällor bidrar ytterligare till smittspridningen, vilket gör kontaminerat vatten till en central smittväg för *S. typhi* (Zizza et al. 2025).

NTS kan infektera ett brett spektrum av värddjur. De förekommer hos bland annat människor, grisar, nötkreatur och fjäderfä (Zizza et al. 2025).

3.1.6 Sjukdomar - Patogenes och symptom

Generellt krävs en ganska stor mängd *Salmonella* för att orsaka sjukdom, ofta omkring en miljon bakterier. Den exakta dosen kan dock variera beroende på flera faktorer, bland annat hur aggressiv serotypen är, hur känslig personen som smittas är samt vilken typ av livsmedel som är kontaminerade av bakterien. Det finns dock dokumenterade utbrott där människor blivit sjuka av betydligt lägre doser, ibland så låga som 10–100 bakterier. Detta ses framför allt hos mer sårbara grupper som barn och äldre, samt när smittan finns i livsmedel med högt fettinnehåll, exempelvis ost, salami eller choklad (Adams et al. 2016).

Infektion med *Salmonella* kan ge flera sjukdomsformer, främst gastroenterit (enterokolit), enterisk feber samt i vissa fall mer invasiva infektioner som

bakteriemi och lokala komplikationer (Ricke et al. 2015; Adams et al. 2016; Oludairo et al. 2022).

Vid gastroenterit, som är vanligast vid NTS, uppträder symtom efter cirka 6–72 timmar och omfattar illamående, kräkningar, buksmärtor och vattnig diarré, ibland med feber samt i vissa fall blod eller slem i avföringen (Pandey & Goud 2021; Ricke et al. 2015; Zizza et al.2025). Sjukdomen är oftast självläkande inom ungefär en vecka hos friska individer men kan vara mer långvarig hos riskgrupper som spädbarn och personer med nedsatt immunförsvar (Pandey & Goud 2021).

I vissa fall kan infektionen utvecklas till invasiv non-tyfoidal *Salmonella* (iNTS), som främst yttrar sig som bakteriemi med hög feber (Kirti et al. 2024). Tillståndet kan leda till allvarliga komplikationer såsom sepsis, meningit, lunginflammation, artrit och osteomyelit. Riskfaktorer för svår sjukdom inkluderar undernäring, mycket låg eller hög ålder (<5 år och ≥70 år) samt nedsatt immunförsvar (He et al. 2025).

Enterisk feber (tyfoid och paratyfoid), orsakad av *Salmonella typhi* och *Salmonella paratyphi*, omfattar symtom såsom feber, huvudvärk, magbesvär, illamående, kräkningar och diarré. Inkubationstiden för tyfoidfeber varierar mellan 3 och 56 dagar, men ligger oftast mellan 10 och 20 dagar. Vid allvarligare eller långvariga fall kan komplikationer som bakteriemi och ledinflammation (artrit) förekomma (Adams et al. 2016; Oludairo et al. 2022).

3.1.7 Koppling till livsmedel

Kött, mjölk, fågelkött och ägg samt fekalt förorenat vatten är de vanligaste smittkällorna (Lamas et al., 2021; Adams et al. 2016). Livsmedel kan vara otillräckligt tillagade så att bakterierna överlever, eller så kan de sprida smitta till andra livsmedel som äts utan upphettning. En sådan korskontamination kan ske direkt genom kontakt mellan livsmedel, eller indirekt via redskap, skärbrädor och annan köksutrustning som inte rengjorts ordentligt (Adams et al. 2016).

Utbrott uppstår ofta när maten inte värms upp ordentligt innan den äts, eller när den förvaras för varmt så att bakterierna hinner växa till (Adams et al. 2016).

På hela köttstycken återfinns salmonellabakterier vanligtvis på ytan. I köttfärs kan bakterier däremot förekomma i hela massan eftersom köttet blandas under malningsprocessen (Livsmedelsverket u.å.d).

Salmonella kan även förekomma i en rad vegetabiliska livsmedel, inklusive frukt, grönsaker, torkade frön och spannmålsprodukter (Kirti et al. 2024). Kontaminering kan ske när grödor kommer i kontakt med jord, gödsel eller bevattningsvatten som innehåller bakterien (Livsmedelsverket u.å.d). Bakterien

har exempelvis påträffats i sallad, persilja, koriander, blomkål, spenat, jordgubbar, tomater och vattenmelon (Giaccone et al. 2012; Gómez-Aldapa et al. 2012). Till skillnad från animaliska livsmedel, som oftast äts tillagade, konsumeras frukt och grönsaker vanligtvis råa, vilket gör att många livsmedelsburna utbrott har kopplats till kontaminerade vegetabilier (Cummings et al. 2012).

Salmonella har även påträffats i olika förädlade livsmedel, såsom choklad, glass, ost, majonnäs, torkad och fermenterad mjölk, kycklingnuggets, nötter, sojasås, frysta pajer och olika typer av smörgåsar. Även vissa färdiglagade livsmedel kan innehålla bakterien trots att de är avsedda för direkt konsumtion (Mkangara 2023).

3.1.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner

Förebyggande åtgärder mot *Salmonella* bygger på flera samverkande insatser, där vaccination mot tyfoidfeber, förbättrad livsmedels- och vattensanitet, god hygien, säker livsmedelshantering samt ökad kunskap hos allmänheten utgör grundläggande delar (Kirti et al. 2024). Effektivt förebyggande arbete kräver att förekomsten hos djur minskas och att smittöverföring till människor förhindras (Galán Relaño et al. 2023). Eftersom livsmedel är en central smittväg måste arbetet omfatta hela kedjan från gård till konsument (Galán Relaño et al. 2023; Khaitsa & Doetkott 2012).

I primärproduktionen innefattar detta god djurhållning, skydd av foder och vatten, en ren miljö, säkra odlingsmetoder samt kontinuerlig övervakning och snabb hantering av utbrott (Gómez-Aldapa et al. 2012; Zizza et al. 2025). Inom växtproduktion är biosäkerhet, patogenfritt bevattningsvatten och korrekt behandling av gödsel särskilt viktigt. För animaliska livsmedel är smittfria djur och god biosäkerhet avgörande. Inom djurproduktion och slakterier minskas risken genom noggrann rengöring och desinfektion, god djurhälsa och bra smittskyddsarbetet, kort vistelsetid på slakterier samt korrekt hantering för att undvika korskontaminering. Efter slakt, vid köttbearbetning, minskas risken genom att process- och lagringsutrymmen hålls åtskilda och regelbundet desinficeras, samtidigt som köttet provtas genom mikrobiologiska analyser (Mkangara 2023).

Sverige har ett mycket gott läge vad gäller *Salmonella* hos livsmedelsproducerande djur och har aktivt bekämpat *Salmonella* sedan 1950–60-talet. Det svenska övervaknings- och kontrollprogrammet för Salmonella omfattar hela kedjan från foder till livsmedel, vilket har bidragit till att den svenska djurproduktionen i stort sett är fri från Salmonella och att animaliska livsmedel är mycket säkra ur salmonellasynpunkt (Jordbruksverket u.å).

God livsmedelshantering är också avgörande i hela kedjan (Zizza et al. 2025). Säker hantering börjar redan vid inköp, där rått kött bör köpas från pålitliga leverantörer och kontrolleras avseende hållbarhet. Därefter är korrekt kylförvaring vid 3–5 °C viktig, eftersom de flesta serotyper inte kan föröka sig vid temperaturer under 5 °C (Gómez-Aldapa et al. 2012). Råa och tillagade produkter ska dessutom hållas åtskilda (Zizza et al. 2025). Förvaring i täta förpackningar längst ned i kylskåpet minskar risken för korskontaminering (Ehuwa et al. 2021).

Frysning före sista förbrukningsdatum samt säker upptining bidrar ytterligare till att stoppa bakterietillväxten. En tumregel är att cirka 2,5 kg kött eller kyckling behöver ungefär ett dygn för att tina. Om upptining sker i mikrovågsugn bör köttet tillagas direkt efteråt (Ehuwa et al. 2021).

Vidare är god hygien och handhygien avgörande; händer ska tvättas före och efter kontakt med rått kött (Ehuwa et al. 2021; Mkangara 2023). Otillräcklig rengöring och desinfektion i samband med kötthantering kan göra att *Salmonella* överlever på redskap och utrustning och kan bilda biofilm som skyddar bakterien (Giaccone et al., 2012).

Sist men inte minst måste allt kött värmebehandlas tillräckligt. *Salmonella* avdödas snabbt vid temperaturer runt 70 °C. Tillräcklig upphettning kan säkerställas med termometer (Ehuwa et al. 2021; Livsmedelsverket u.å.d). Därefter är snabb nedkylning viktig. Kontinuerlig utbildning av personal är ytterligare en viktig förutsättning för att upprätthålla livsmedelssäkerheten (Zizza et al. 2025).

Slutligen kräver effektivt arbete ett One Health-perspektiv, där djur, människor och miljö hanteras som en helhet. Inom detta perspektiv är ett förebyggande livsmedelssäkerhetsarbete samt kontinuerlig övervakning och uppföljning centrala för att myndigheter och livsmedelsföretag ska kunna förhindra att *Salmonella* når konsumenter (Galán Relaño et al. 2023).

3.2 *Campylobacter*

3.2.1 Bakgrund

Campylobacter har varit känt som ett veterinärmedicinskt problem sedan tidigt 1900-tal (Adams et al., 2016). Den första tydliga identifieringen gjordes dock 1913 av McFadyen och Stockman i samband med aborter hos får, vilket senare bekräftades hos nötkreatur. På grund av sin spiralform placerades bakterien initialt i släktet *Vibrio* och benämndes *Vibrio fetus* (Moore et al. 2005).

En koppling till human infektion påvisades först 1947, och 1957 visade Elizabeth King att två grupper av vibrios kunde orsaka tarmsjukdom och skiljas åt utifrån optimal tillväxttemperatur (Adams et al. 2016; Moore et al. 2005). Grupperna skilde sig dessutom från kolera- och halofila vibrios både biokemiskt och serologiskt (Adams, Moss & McClure, 2016). Detta ledde till att bakterierna 1963 omklassificerades till det nya släktet *Campylobacter* (Adams et al. 2016; El-Ashram et al. 2022).

Under lång tid betraktades *Campylobacter* som en opportunistisk patogen hos människor, men utvecklingen av selektiva odlingsmedier på 1970-talet visade att *Campylobacter jejuni* (*C. jejuni*) och i mindre grad *Campylobacter coli* (*C. coli*) är viktiga orsaker till diarrésjukdomar och i många länder kan konkurrera med eller överträffa *Salmonella* i betydelse (Adams et al. 2016; Moore et al. 2005).

Campylobacter räknas idag som en av de fyra vanligaste orsakerna till gastroenterit globalt. Bland *Campylobacter*-arterna är *C. jejuni* och *C. coli* de som oftast orsakar tarminfektion hos människor (Ngulukun 2017). Även *C. lari*, *C. concisus* och *C. hyointestinalis* har vid enstaka tillfällen isolerats från patienter med diarré (Adams et al. 2016).

Campylobacter är nära besläktad med släktena Arcobacter, Helicobacter och Wolinella (El-Ashram et al. 2022).

3.2.2 Förekomst och epidemiologi

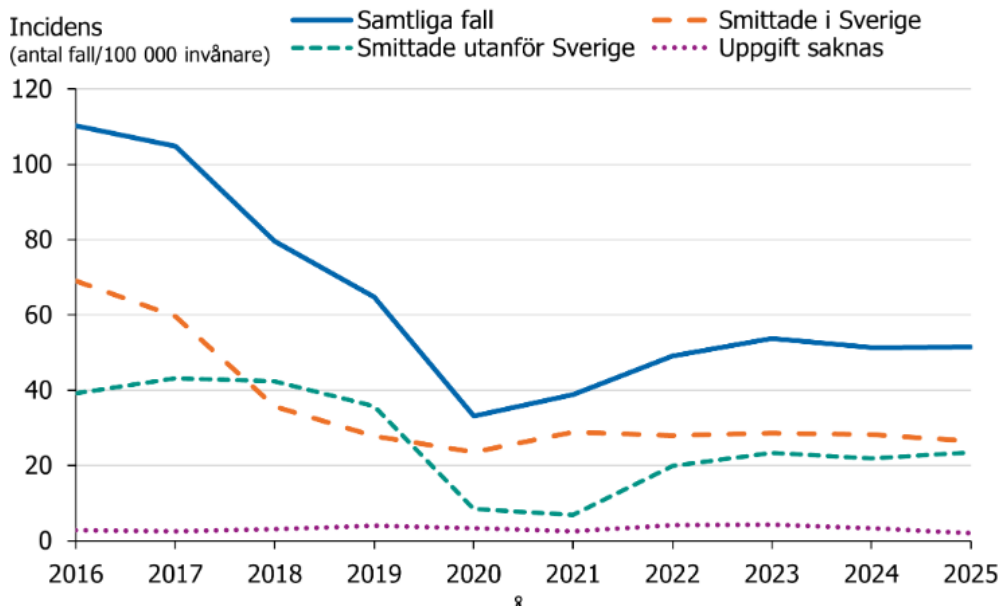
Campylobacter är en av de vanligaste bakteriella orsakerna till diarré hos människa globalt och WHO uppskattar att campylobacterinfektioner står för en fjärdedel av alla fall av gastrointestinal sjukdom världen över (Myintzaw et al. 2023). År 2017 rapporterades inom Europa 246 158 bekräftade fall av human campylobacterios, vilket motsvarar en incidens på 64,8 fall per 100 000 invånare (EFSA and ECDC, 2018). Sedan 2005 har denna sjukdom utgjort nära 70 % av alla rapporterade fall av bakteriella tarminfektioner på europeisk nivå (EFSA and ECDC 2018; Myintzaw et al. 2023).

De flesta fall av campylobacterios uppträder sporadiskt och utbrott där en gemensam smittkälla kan fastställas är relativt ovanliga. Större utbrott förekommer dock, exempelvis i samband med förorenat dricksvatten (Olsson Engvall 2013).

I Europa uppskattas mellan 60 % och 80 % av det kycklingkött som säljs i butik innehålla *Campylobacter* medan motsvarande andel i USA kan vara så hög som 98 % (Chlebicz & Śliżewska 2018). Det finns dock stora variationer mellan olika länder inom EU, och det är även stora säsongsvariationer.

Campylobacterinfektion i Sverige klassas enligt smittskyddslagen som en anmälningspliktig sjukdom. År 2025 registrerades totalt 5 463 fall av campylobacterios i Sverige, vilket motsvarar en incidens på 51,5 fall per 100 000 invånare. Det finns säsongsmässiga variationer, och ett tydligt säsongsmönster sågs 2025, där antalet fall var som högst under juli och augusti (Folkhälsomyndigheten u.å.c). Incidensen av campylobacterinfektion i Sverige över tid visas i Figur 3.

Bland fall med smitta utanför Sverige var det vanligast att infektionen hade förvärvats i andra europeiska länder (n = 1 431) eller i Asien (n = 758). På landsnivå rapporterades flest fall från Spanien (n = 574), följt av Thailand (n = 306) (Folkhälsomyndigheten u.å.c).



Figur 3. Incidensen av campylobacterinfektion redovisas för personer smittade i Sverige, smittade utanför Sverige, fall där smittland saknas samt totalt antal smittade under perioden 2016–2025 (Folkhälsomyndigheten, u.å.b).

3.2.3 Egenskaper

Domän: Bakterier
Rike: Bakterier
Stam: Campylobacterota
Klass: Campylobacteria
Ordning: Campylobacterales
Familj: Campylobacteraceae
Släkte: *Campylobacter*
Art: *Campylobacter jejuni* och *Campylobacter coli*
(VetBact u.å.b; VetBact u.å.c)

Sedan släktet först beskrevs har det utökats och omfattar numera flera betydelsefulla patogener som infekterar både människor och djur (Kaakoush et al. 2015). År 2019 omfattade släktet *Campylobacter* 32 formellt beskrivna arter och nio underarter (Costa & Iraola 2019). Vissa arter inom släktet förekommer som kommensaler, medan andra är kopplade till en rad olika sjukdomstillstånd hos både djur och människor (El-Ashram et al. 2022).

Arter inom släktet *Campylobacter* är gramnegativa och uppvisar en böjd, spiralformad eller stavliknande morfologi vilket illustreras i figur 4 (El-Ashram et al. 2022; Kaakoush et al. 2015). De bildar inte sporer och är mycket små, med en bredd på 0,2–0,9 µm och en längd på 0,2–5 µm. Med undantag för *Campylobacter gracilis* och *Campylobacter showae*, som saknar rörelseförmåga, rör sig de flesta arter med en spiralformad rörelse som drivs av antingen en flagell placerad i den ena polen eller av två flageller som sitter i varsin ände av cellen (El-Ashram et al. 2022). Vissa arter saknar flageller helt (Kaakoush et al. 2015).

Campylobacter kan inte föröka sig utanför mag–tarmkanalen hos varmblodiga djur. Däremot kan de överleva i livsmedel under flera veckor, särskilt vid förvaring i låga temperaturer (Chlebicz & Śliżewska 2018).



Figur 4. Mikroskopbild av Campylobacter, som visar en enskild bakteriecell. (Folkhälsomyndigheten, u.å.a).

3.2.4 Tillväxtfaktorer

Campylobacter har omfattande näringskrav och behöver varierande tillväxtmiljöer (El-Ashram et al. 2022). De flesta arter växer under mikroaeroba förhållanden. Vissa arter föredrar dock anaeroba miljöer för optimal tillväxt (Kaakoush et al. 2015).

Alla arter inom släktet kan växa vid 37 °C, medan *C. jejuni, C. coli, C. lari* och *C. upsaliensis* har optimal tillväxt vid 42–43 °C (Adams *et al.* 2016; Olsson Engvall 2013). Däremot överlever de inte de temperaturer som uppnås vid tillagning eller pastörisering. De växer inte vid temperaturer under 30 °C och har begränsad överlevnadsförmåga vid rumstemperatur (Adams et al. 2016).

Även om *Campylobacter* gradvis förlorar sin livskraft vid kyl- eller frysförvaring kan bakterierna överleva under sådana förhållanden under längre tidsperioder. De har exempelvis påvisats i mjölk och vatten vid 4 °C efter flera veckors lagring, och i fryst fjäderfäkött kan de överleva i flera månader. De är däremot mycket känsliga för ogynnsamma miljöförhållanden såsom uttorkning och lågt pH (Adams et al. 2016).

3.2.5 Smittvägar

Campylobacter förekommer i miljön och kan överleva utanför en värdorganism under längre perioder (Backert et al. 2016). Bakterien förekommer i mag–tarmkanalen hos vilda och tama djur, där fjäderfä och lantbruksdjur utgör de viktigaste källorna till human campylobacterios (Adams et al. 2016; Backert et al. 2016). Bakterien kan även förekomma som kommensal hos djurarter såsom gnagare, hundar och katter. Människor kan bära bakterien utan att utveckla symtom (Adams et al. 2016).

Direkt djurkontakt, kontaminerade fjäderfäbesättningar samt kontaminerade råmjölk och ytvatten utgör viktiga riskfaktorer för spridning av *C. jejuni* till människa (Backert et al. 2016).

Fjäderfä, särskilt slaktkyckling (Gallus gallus), är den viktigaste reservoaren och orsakar majoriteten av humanfall (Kaakoush et al. 2015; Skarp et al. 2016). Smittan sprids snabbt i besättningar via fekal-oral överföring samt via personal, vatten, insekter och gnagare (Chlebicz & Śliżewska 2018). När bakterien etablerats kan den följa hela produktionskedjan och kontaminera kycklingkött (Skarp et al. 2016). Miljöfaktorer som värme och nederbörd samt vektorer som flugor och gnagare påverkar spridningen ytterligare (Backert et al. 2016).

Nötkreatur har identifierats som den näst vanligaste källan till human campylobacterios (Skarp et al. 2016).

Dricksvatten och ytvatten kan också innehålla *Campylobacter*, även om vattenburen smitta är ovanlig i industrialiserade länder (Adams et al. 2016; Backert et al. 2016). *Campylobacter* kan överleva i ytvatten i upp till två veckor vid låga temperaturer, vilket bidrar till spridning till tamfåglar och andra djur (Adams et al. 2016; Kaakoush et al. 2015). Gödselanvändning kan leda till

kontaminering av vattenkällor och skapa ett cirkulärt spridningsmönster (Kaakoush et al. 2015).

Människor smittas främst genom kontaminerade livsmedel, särskilt otillräckligt tillagat kött, opastöriserad mjölk och råa grönsaker (Backert et al. 2016; Skarp et al. 2016). I köksmiljö är korskontaminering via händer och köksutrustning en viktig smittväg (Livsmedelsverket u.å.b).

I industrialiserade länder är kycklingprodukter den dominerande smittkällan för human campylobacterios (Backert et al. 2016). Globalt kopplas reseassocierade fall ofta till konsumtion av förorenat kött eller vatten (Kaakoush et al. 2015).

3.2.6 Sjukdomar- Patogenes och symtom

C. jejuni står för omkring 80–85 % av alla enteriska *Campylobacter*-infektioner, medan *C. coli* är näst vanligast och orsakar cirka 10–15 %. Trots att *C. coli* främst förekommer hos grisar, verkar detta inte ge en kliniskt avvikande sjukdomsbild (Moore et al. 2005).

Campylobacterinfektion hos människa yttrar sig vanligen som en gastrointestinal sjukdom med diarré, feber, buksmärtor, allmän sjukdomskänsla, illamående och ibland även kräkningar. Symtomen kan variera från mild, vattnig diarré till kraftig och blodig diarré, och sjukdomsperioden varar ofta i 3–5 dagar. De kliniska symtomen går inte att särskilja från dem som orsakas av andra tarmpatogener, exempelvis *Salmonella* eller *Shigella.* Inkubationstiden är vanligtvis 2–5 dagar, men kan sträcka sig från 1 till 11 dagar. Campylobacterios är i de flesta fall en självläkande infektion, även om vissa symtom kan kvarstå under en längre period. Dödsfall är ovanliga (Olsson Engvall 2013).

Experimentella studier visar att människor kan insjukna redan vid mycket låga doser, där så få som 500–800 cfu har visat sig vara tillräckliga för att orsaka sjukdom (Olsson Engvall 2013).

Även om gastroenterit är den vanligaste sjukdomsbilden vid campylobacterinfektioner, har dessa bakterier även kopplats till flera andra tillstånd i mag–tarmkanalen. De har bland annat associerats med inflammatorisk tarmsjukdom (IBD), esofagussjukdomar, parodontit, celiaki, funktionella mag-tarmsjukdomar, kolorektal cancer och kolecystit (Kaakoush et al. 2015).

Hos vissa patienter, särskilt personer med nedsatt immunförsvar, kan infektionen även leda till bakteriemi och extraintestinala manifestationer (Olsson Engvall 2013). Sepsis är dock ovanlig och förekommer i cirka 0,1 % av fallen, vilket är betydligt lägre än vid exempelvis *Salmonella*-infektioner (Moore et al. 2005).

Den mest allvarliga komplikationen som kan uppträda efter campylobacterios är Guillain–Barrés syndrom, en neurologisk sjukdom som kan orsaka förlamning och långvarig funktionsnedsättning (Olsson Engvall 2013). Tillståndet uppträder hos ungefär 3 av 10 000 personer som insjuknar i campylobacterios (Skarp et al. 2016).

3.2.7 Koppling till livsmedel

Livsmedel som har kopplats till campylobacterios är framför allt kycklingkött samt nötkött, fläskkött och en mindre andel viltkött (Chlebicz & Śliżewska 2018). Mjölk och mejeriprodukter kopplas också ofta till utbrott av campylobacterios, vanligtvis till följd av fekal kontaminering. Pastörisering är effektiv för att avdöda *Campylobacter* i mjölk och mejeriprodukter (Newell et al. 2017). I vissa fall kan även dricksvatten utgöra en smittkälla (Backert et al. 2016; Newell et al. 2017).

Skaldjur kan också fungera som en möjlig smittväg när de skördas i förorenade vattenmiljöer (Moore et al. 2005).

Även frukt och grönsaker kan fungera som en betydande smittkälla till campylobacterios. *Campylobacter*-arter som påvisats på grönsaker och frukt kan överleva på ytan i allt från ett dygn upp till åtta dagar. Infektioner uppstår sällan direkt i fält, till exempel genom gödsling med flytgödsel eller bevattning med förorenat vatten, utan sker oftare sekundärt, exempelvis i köksmiljöer i både hem och storkök (Chlebicz & Śliżewska 2018).

3.2.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner

Den mest effektiva insatsen är att förebygga smittspridning redan i primärproduktionen, eftersom kolonisation främst sker på gårdsnivå. Systematiska biosäkerhetsprogram, övervakning samt hygien- och smittskyddsrutiner är därför centrala för att begränsa spridningen av *Campylobacter* i besättningar (Abd El-Hack et al. 2021; Alter et al. 2021; Skarp et al. 2016).

Insatser före slakt omfattar tre huvudsakliga områden: minskad exponering genom hygien och biosäkerhet, reduktion av bakteriemängd hos infekterade djur, t.ex. genom användning av bakteriociner och bakteriofager, samt att stärka djurens motståndskraft genom vaccination eller genetiskt urval (Alter et al. 2021). Hygienåtgärder såsom hygienbarriärer, handtvätt, fotbad samt stallspecifika stövlar minskar kolonisationen hos kycklingar (Kaakoush et al. 2015). Även probiotika, prebiotika, växtbaserade ämnen samt utveckling av framtida vacciner kan bidra till smittförebyggande arbete i besättningar (Abd El-Hack et al. 2021).

Förebyggande insatser bör integreras i HACCP-baserade riskhanteringssystem (Moore et al. 2005).

Åtgärder för att begränsa *Campylobacter* behöver omfatta förebyggande insatser genom hela kedjan, inklusive transport, slakt och bearbetning (Abd El-Hack et al. 2021; Alter 2016). Minskad fekal kontaminering samt efterbehandlingsmetoder såsom infrysning, kemisk dekontaminering, bestrålning och ång- eller hetvattenbehandling kan reducera bakteriemängden på slaktkroppar (Moore et al. 2005; Alter 2016; Alter et al. 2021). Slakterier bör även genomföra regelbundna tester. För att dessa åtgärder ska kunna genomföras effektivt krävs ett nära samarbete mellan myndigheter och bransch, tillsammans med tydliga incitament (Alter et al. 2021).

Konsumentinformation och riktad utbildning är också centrala för att stärka kunskap och beteenden som förebygger campylobacterios (Alter, 2016; Alter et al. 2021; Moore et al. 2005). Rått kött, särskilt kyckling, kan orsaka korskontaminering i köket och i vissa fall bidra mer till sjukdom än otillräcklig upphettning (Alter et al., 2021; Moore et al. 2005). God kökshygien är därför avgörande: noggrann handtvätt efter kontakt med rått kött, separering av råa och färdiga livsmedel, att undvika att skölja kyckling under rinnande vatten samt noggrann rengöring av redskap och arbetsytor (Livsmedelsverket u.å.a).

Korrekt tillagning är också viktigt; kött, inklusive kyckling, ska genomstekas och uppnå en temperatur på minst 70 °C. Användning av termometer rekommenderas (Alter et al. 2021; Livsmedelsverket u.å.a; Rosengren 2017). Opastöriserad mjölk bör undvikas och grönsaker ska sköljas noggrant innan de skalas (Livsmedelsverket u.å.a.; Chlebicz & Śliżewska 2018).

Förekomsten av *Campylobacter* varierar mellan länder; i länder med låg kolonisation hos fjäderfä, som Norden, kan andra smittkällor och utlandsresor vara viktiga. Global handel och ökad konsumtion av importerad kyckling påverkar också utvecklingen (Skarp et al., 2016). En övergripande strategi och fortsatt forskning krävs därför för effektiv riskkommunikation och förebyggande arbete genom hela livsmedelskedjan, från produktion till konsumtion (Myintzaw et al. 2023).

3.3 *Staphylococcus aureus*

3.3.1 Bakgrund

Stafylokocker beskrevs först av kirurgen Alexander Ogston, som 1882 identifierade dem som orsak till varbildande infektioner och gav dem namnet *Staphylococcus* utifrån deras mikroskopiska utseende (Adams et al. 2016). Sambandet med livsmedelsburen sjukdom bekräftades när Barber (1914) visade att mjölk från en ko med mastit kunde orsaka sjukdom hos människa (Adams et al. 2016; Hennekinne 2018). År 1930 visade Dack att sjukdomen beror på ett filtrerbart enterotoxin (Adams et al. 2016).

Stafylokocker, framför allt *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), kan orsaka matförgiftning när bakterien ges möjlighet att växa och producera enterotoxiner i livsmedel, vilket vanligtvis sker vid temperaturer över normal kylförvaring (Hennekinne, 2018; Livsmedelsverket u.å.-c). När enterotoxin väl har bildats kan det inte oskadliggöras genom upphettning, eftersom det är värmestabilt och behåller sin toxiska effekt även efter att bakterierna har avdödats (Livsmedelsverket u.å.-c).

Stafylokocker är mycket spridda i miljön och kan förekomma i luft, damm, avloppsvatten, vatten, på olika ytor samt hos både människor och djur (Hennekinne 2018). *S. aureus* kan förekomma både som en ofarlig kolonisatör hos människor och som en sjukdomsframkallande patogen (Youssef & Molony 2017). Som livsmedelsburen patogen är den ofta en kontaminant i olika livsmedel (Danielsson-Tham 2013).

Enterotoxiner produceras framför allt av *S. aureus*, men även av andra koagulaspositiva stafylokocker, däribland *Staphylococcus hyicus* och *Staphylococcus intermedius* (Adams et al. 2016; Livsmedelsverket u.å.-f). Dessa toxiner tillhör gruppen superantigener, även kallade pyrogena toxiner, och förekommer hos arter inom både släktena *Staphylococcus* och *Streptococcus* (Danielsson-Tham 2013).

3.3.2 Förekomst och epidemiologi

Det uppskattas på global nivå att omkring 20 % av alla rapporterade matförgiftningsutbrott orsakas av livsmedel kontaminerade med enterotoxiner från stafylokocker, framför allt *S. aureus* (Chávez-Almanza et al. 2017). Det finns dock stora variationer mellan olika länder och kontinenter.

När det gäller Sverige rapporterades totalt 98 misstänkta fall av matförgiftning kopplade till stafylokockenterotoxin under perioden 2011–2015 av svenska kommuner. Det bedöms dock att det faktiska antalet fall är betydligt högre, eftersom matförgiftning orsakad av stafylokockenterotoxin inte omfattas av anmälningsplikt (Rosengren 2017a).

Den amerikanska smittskyddsmyndigheten (US Centers for Disease Control and Prevention, CDC) uppskattade i en rapport från 2011 att 323 utbrott av stafylokockorsakad matförgiftning drabbade omkring 241 000 personer. I Frankrike uppskattades år 2000 att cirka 3 % av livsmedelsburna utbrott orsakades av stafylokocker (Tallent & Sheehan 2018).

3.3.3 Egenskaper

Domän: Bakterier
Rike: Bakterier
Stam: Bacillota
Klass: Bacilli
Ordning: Bacillales
Familj: Staphylococcaceae
Släkte: *Staphylococcus*
Art/underart: *Staphylococcus aureus subsp. aureus*
Källa: VetBact (u.å.g)

Hittills har över 50 arter och underarter av stafylokocker identifierats. De delas in utifrån sin förmåga att producera enzymet koagulas i koagulaspositiva (CPS) och koagulasnegativa (CNS) stammar. Det är främst de koagulaspositiva stafylokockerna som är associerade med sjukdom hos människa, där *Staphylococcus aureus* är den mest betydelsefulla arten (Hennekinne 2018). Bakterien producerar enzymet koagulas som kan få blodplasma att koagulera. Detta skapar en skyddande miljö runt bakterien som gynnar bakteriens tillväxt och minskar risken för fagocytos (Danielsson-Tham 2013).

Stafylokocker, inklusive *S. aureus*, är sfäriska och bildar varken sporer eller är rörliga (Hennekinne 2018). De är fakultativt anaeroba, grampositiva och katalaspositiva (Chávez-Almanza et al. 2017; Hennekinne 2018). Bakterierna är ungefär 1 µm i diameter och bildar ofta oregelbundna kluster till följd av celldelningen (Chávez-Almanza et al. 2017). När de studeras i mikroskop kan de ses ligga i par, korta kedjor eller i klasar som påminner om druvor, vilket framgår av Figur 5 (Hennekinne 2018). Hos vissa arter förekommer även produktion av karotenoidpigment, vilket kan ge kolonierna en gul till gyllene färg (Chávez-Almanza et al. 2017).



Figur 5. Mikroskopbild av Staphylococcus spp*, där bakterierna framträder i kluster som bildas under tillväxt (Folkhälsomyndigheten, u.å.e).*

3.3.4 Tillväxtfaktorer

Det finns flera egenskaper i ett livsmedel som påverkar tillväxten av *S. aureus* och den efterföljande toxinbildningen, exempelvis pH-nivå, aW, näringsinnehåll, salthalt, samt närvaro av konkurrerande mikroorganismer. Även yttre faktorer som temperatur och omgivande atmosfär spelar en viktig roll för bakteriens tillväxt och toxinproduktion (Ebert 2018).

S. aureus är en mesofil bakterie som uppvisar tillväxt inom ett brett temperaturspann, ungefär 7–48 °C, med optimal tillväxt kring 37 °C (Adams et al. 2016; Hennekinne 2018). Enterotoxiner produceras vid temperaturer från ungefär 10 till 46 °C, med en optimal produktion inom intervallet 35–40 °C (Adams et al. 2016; Danielsson-Tham 2013).

S. aureus kan generellt växa inom ett brett pH-intervall, från cirka pH 4 till omkring pH 9,8–10, och trivs bäst vid pH 6–7 (Adams et al. 2016; Danielsson-Tham 2013; Hennekinne 2018). Produktion av enterotoxin sker däremot inom ett snävare pH-område. Trots detta har man kunnat visa att enterotoxin kan produceras redan vid pH 5,15, exempelvis i hemmagjord majonnäs (Danielsson-Tham 2013).

Stafylokocker, inklusive *S. aureus,* skiljer sig från andra icke-halofila bakterier genom att de kan fortsätta växa även när vattenaktiviteten är mycket låg, ner mot aW 0,83. De växer även utan problem i miljöer som innehåller omkring 7–10 % natriumklorid, och vissa stammar kan till och med fortsätta växa vid så höga nivåer som 20 % salt. Samtidigt leder ökande salthalt till att mängden producerade

enterotoxiner minskar. Produktion av enterotoxin E har dock påvisats i odlingsmedier med 10 % NaCl, vilket motsvarar ungefär aW 0,92 (Danielsson-Tham 2013).

3.3.5 Smittvägar

S. aureus utgör en del av den normala mikrofloran på hud och slemhinnor hos både fåglar och däggdjur, inklusive livsmedelsproducerande djur såsom mjölkkor, getter och får (Danielsson-Tham 2013; Hennekinne 2018). Bakterien är en betydande orsak till mastit hos mjölkproducerande djur och kan ge upphov till ben- och ledskador hos fjäderfä. Dessutom kan bakterien orsaka hudinfektioner hos olika typer av lantbruksdjur (Grace & Fetsch 2018).

Även sällskapsdjur, exempelvis hundar, katter och hästar, kan fungera som reservoarer och spridare av *S. aureus* (Grace and Fetsch 2018). *S. aureus* kan spridas från sina värdar till omgivningen och har förmåga att överleva under längre tidsperioder i dessa miljöer (Hennekinne 2018). Bakterien kan dessutom påträffas i avföring och i olika miljöer, bland annat i jord (Danielsson-Tham 2013).

Näshålan utgör den viktigaste naturliga reservoaren för humana stammar av *S. aureus*, men bakterien kan även etablera sig på hud, hår och olika slemhinnor (Gnanamani et al. 2017). Dessa normalflora-bakterier orsakar vanligtvis inte sjukdom (Grace and Fetsch 2018).

Trots att *S. aureus* förekommer i många olika miljöer och hos flera djurarter, och därför även kan återfinnas i animaliska livsmedel som kött, fjäderfä och mejeriprodukter, är det oftast personer som hanterar maten som utgör den främsta källan till kontaminering av livsmedel med bakterien (Ebert 2018).

Utbrott av stafylokockorsakad matförgiftning har kopplats till brister i personalhygien, kontaminerade råvaror, otillräcklig rengöring av utrustning samt felaktig temperatur- och tidskontroll vid livsmedelshantering (Tallent & Sheehan 2018). Bristande temperaturkontroll, smittbärande livsmedelshanterare samt otillräcklig personlig hygien är de vanligaste orsakerna och står tillsammans för över 30 % av fallen (Ebert 2018).

3.3.6 Sjukdomar - Patogenes och symptom

Stafylokockorsakad matförgiftning räknas som en av de vanligaste och mest betydelsefulla livsmedelsburna sjukdomarna globalt (Chávez-Almanza et al.

2017; Hennekinne 2018). Sjukdomen uppstår när man får i sig enterotoxiner via kontaminerade livsmedel (Hennekinne 2018).

Förgiftningen yttrar sig vanligtvis genom illamående, kräkningar, buksmärtor, allmän sjukdomskänsla och huvudvärk, och i vissa fall även diarré, men utan feber. Symptomen kan debutera redan inom 30 minuter efter intag, även om den vanligaste inkubationstiden ligger mellan 2 och 4 timmar (Chávez-Almanza et al. 2017). Detta beror på toxinet orsakar sjukdom, vilket ger en kort inkubationstid (Hennekinne 2018). Förloppet är vanligtvis kortvarigt och går oftast över inom ett till två dygn. Människor i alla åldersgrupper kan drabbas av matförgiftning som orsakas av *S. aureu*s (Livsmedelsverket, u.å.e).

3.3.7 Koppling till livsmedel

På rått kött och fjäderfäprodukter kan *S. aureus* förekomma till följd av korskontaminering i samband med slakt. Kött och fjäderfä kan även kontamineras efter slakt och tillagning genom hantering av personer som är bärare av bakterien (Tallent and Sheehan 2018).

S. aureus kan även kontaminera rå fisk under flera steg i hanteringskedjan via omgivningsmiljön, redskap och utrustning samt bristande personalhygien. Vidare kan bakterien spridas genom korskontaminering från råa till värmebehandlade produkter. Den viktigaste åtgärden för att begränsa förekomsten är att minska bakteriehalten och säkerställa god temperaturkontroll så att tillväxt av *S. aureus* förhindras (Tallent & Sheehan 2018).

S. aureus kan föröka sig i många olika typer av livsmedel (Danielsson-Tham 2013). Under gynnsamma förhållanden kan bakterien snabbt producera enterotoxiner i nivåer som orsakar gastroenterit (Chávez-Almanza et al. 2017). Det är också viktigt att notera att dessa livsmedel inte nödvändigtvis luktar eller ser förstörda ut, eftersom stafylokockenterotoxiner saknar lukt, smak och färg (Danielsson-Tham 2013).

Matförgiftning orsakad av *S. aureus* kopplas ofta till manuellt hanterade livsmedel som erbjuder gynnsamma förhållanden för bakterietillväxt, exempelvis bufférätter, förädlade köttprodukter (t.ex. kallskänks- och charkprodukter), mejeriprodukter, pizza, kebab och fjäderfärätter samt bakverk med vaniljkräm- eller gräddfyllning (Danielsson-Tham 2013; Ebert 2018; Livsmedelsverket u.å.e).

Eftersom *S. aureus* tål höga salthalter och kan växa vid låg vattenaktivitet kan bakterien snabbt föröka sig i saltade livsmedel där tillväxten hos många andra konkurrerande bakterier hämmas; rökt fisk och skinka kan därför utgöra en risk (Danielsson-Tham 2013; Ebert 2018). Även konserverade svampar, äggbaserade

rätter och skaldjur har kopplats till utbrott (Danielsson-Tham 2013). Vissa grönsaker utgör också särskilt goda tillväxtmiljöer för bakterien (Chávez-Almanza et al. 2017).

3.3.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner

Förebyggande av *S. aureus* är avgörande eftersom mycket små mängder enterotoxin (≈0,1 µg/kg kroppsvikt) kan orsaka sjukdom och toxinet är motståndskraftigt mot både värme och proteolytiska enzymer. Långtidshållbara livsmedel bör därför ha barriärer som låg aW eller lågt pH. Livsmedel betraktas som säkra vid aW <0,83 eller pH <4,0 (Tallent & Sheehan 2018).

S. aureus förekommer naturligt på huden och i de övre luftvägarna hos människor, och dess förekomst i livsmedel kan indikera bristande hygien eller kontaminering från personal och utrustning (Ebert 2018; Youssef & Molony 2017).

Förebyggande av stafylokockorsakad matförgiftning bygger i hög grad på en kombination av god personlig hygien, temperaturkontroll samt tillämpning av HACCP-principer och god hygienpraxis (Ebert 2018; Grace & Fetsch 2018). Utbildning av personer som hanterar livsmedel är också avgörande, eftersom många utbrott kan kopplas till bristfällig efterlevnad av hygienrutiner (Grace & Fetsch 2018).

I praktiken omfattar goda hygienrutiner rena händer och arbetskläder samt åtgärder som förhindrar överföring från mun och näsa till livsmedel, kontaktmaterial och ytor. Stafylokocker sprids lätt via händer, därför krävs noggrann handtvätt följt av desinfektion (Ebert 2018). Smycken ska tas av, desinfektionsmedel ska ha tillräcklig kontakttid och naglar ska vara korta. Personer med sår eller infektioner får inte hantera känsliga livsmedel (Ebert 2018; Tham & Danielsson-Tham 2013).

Även temperaturkontroll är central för att begränsa tillväxt, eftersom *S. aureus* kan föröka sig snabbt vid 10–46 °C, särskilt vid kontaminering efter värmebehandling eller när konkurrerande mikroorganismer saknas. Varm mat bör därför hållas över 65 °C eller konsumeras snabbt, och livsmedel ska kylas ned snabbt efter upphettning. En obruten kylkedja genom hela hanteringen, inklusive transport och upptining, är en viktig åtgärd för att förhindra bakterietillväxt (Ebert 2018).

Känsliga livsmedel bör dessutom inte förvaras i temperaturer där enterotoxin kan bildas i mer än två timmar. Vid styckning och vidare hantering av kött är det viktigt att kött hanteras snabbt och kyls fort. Arbetslokalen bör därför hållas under 12 °C eller så ska andra åtgärder säkerställa att produkternas temperatur inte

överskrider kritiska gränser. Enligt EU:s förordning (EG) nr 853/2004 ska livsmedel av animaliskt ursprung generellt förvaras vid högst 7 °C för att begränsa tillväxten av *S. aureus*. Detta kräver HACCP-styrd temperaturkontroll (Ebert 2018).

I vissa tillverkningsprocesser, exempelvis ost och rå korv, används dock temperaturer som kan gynna mikrobiell tillväxt, vilket gör att kompletterande hinder såsom startkulturer eller konserveringsmedel behöver tillsättas (Ebert 2018). Långsam uppvärmning kan också gynna bakterietillväxt och bildning av värmestabila enterotoxiner, varför det rekommenderas att uppvärmning mellan 10 och 54,4 °C inte överstiger sex timmar, särskilt för saltrika produkter som skinka (Tallent & Sheehan 2018).

Inom EU regleras hygienkriterier för livsmedel av animaliskt ursprung där gränsvärden för koagulaspositiva stafylokocker och stafylokockenterotoxiner anges för specifika livsmedel (Ebert 2018; Tallent & Sheehan 2018). Förekomst av *S. aureus* i färdiglagad mat kan därmed användas som indikator på hur väl hygienrutiner efterlevs i livsmedelsverksamheter (Ebert 2018).

3.4 EHEC *(Escherichia coli)*

3.4.1 Bakgrund

Enterohemorragisk *Escherichia coli,* förkortas EHEC. Detta är en patogen form av den vanligt förekommande tarmbakterien *E. coli*. Serotypen O157:H7 (förkortas O157) är den vanligaste shigatoxin-producerande serotypen som människor blir sjuka av (Eppinger & Cebula 2015). Det är denna serotyp som framförallt kommer att tas upp i detta avsnitt om EHEC. Ruiz och Silhavy (2022) menar att *E. coli* förmodligen är den mest studerade organismen och har varit avgörande för många grundläggande begrepp inom biologin. EHEC är en undergrupp av *E. coli.* Det finns därefter olika serotyper av EHEC. Därmed är den viktiga rollen *E. coli* har i historien intressant och smälter samman med EHECs historia. Under 1940-talet var *E. coli* väl lämpad för biokemisk och genetisk forskning. *E. coli* gjorde det enklare för forskarna att gå från att undersöka eukaryota celler till att studera de enklare cellerna hos bakterier. *E. coli* var grundläggande för uppkomsten av forskningsområdet som heter biokemisk genetik (Ruiz & Silhavy 2022).

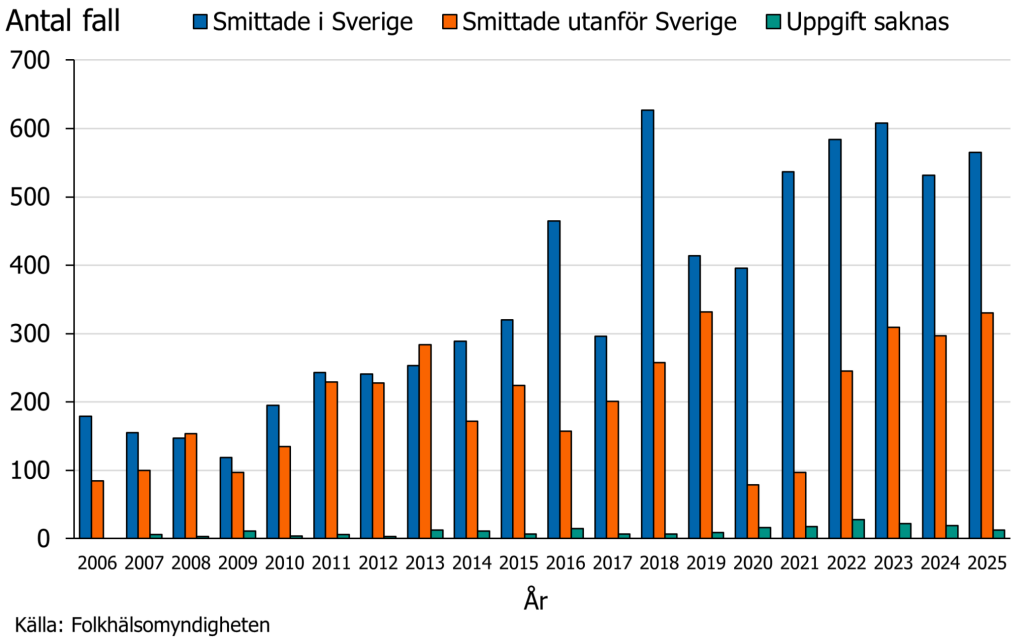
EHEC O157 upptäcktes första gången under ett matförgiftningsutbrott i USA 1982 (Eppinger & Cebula 2015). Statens veterinärmedicinska anstalt (u.å) skriver

att infektion av EHEC med serotyp O157 blev anmälanspliktig 1997. Vidare blev alla infektioner av EHEC anmälanspliktiga i samband med att den nuvarande smittskyddslagen trädde i kraft 2004. Antalet rapporterade infektioner av EHEC har ökat och fortsätter öka i Sverige. Orsaken till denna utveckling beror främst på möjligheten till att analysera och identifiera serotyper och beror inte nödvändigtvis på att förekomsten av bakterien har ökat (Statens veterinärmedicinska anstalt u.å).

3.4.2 Förekomst och epidemiologi

Enligt Folkhälsomyndigheten (u.å.c) rapporterades 908 fall av EHEC i Sverige under 2025, detta är något fler än under 2024 då 848 fall rapporterades. Detta ger en incidens på 8.2 fall per 100 000 invånare. En viktig förklaring till denna ökning kan vara att diagnostiken har förbättrats, vilket gör att fler prover analyseras och att EHEC lättare kan upptäckas. Majoriteten av EHEC-fallen blev smittade i Sverige, cirka 62 % (565 fall). Bland de personer som smittades utomlands var det flest som blivit smittade i Egypten (39 fall) och Turkiet (34 fall) (Folkhälsomyndigheten, u.å.c). Utvecklingen av rapporterade EHEC-fall i Sverige samt fördelningen mellan inhemsk och utlandssmitta under perioden 2006–2025 visas i Figur 6.

EHEC kallas ibland för STEC, som står för shigatoxinproducerande *E. coli* (Livsmedelsverket 2025). Majowicz et al. (2014) har gjort en studie där de tittat på förekomsten av STEC globalt via rapporter från bland annat WHO mellan åren 1990 och 2012. Resultaten visade att ungefär 2,8 miljoner människor per år drabbas av STEC-infektioner globalt. Av dessa utvecklar cirka 3 900 personer njursvikt, så kallad hemolytiskt uremiskt syndrom (HUS). Ungefär 270 personer får kronisk njursvikt, och cirka 230 personer dör varje år. Forskarna menar att dessa siffror troligen är underskattade eftersom de flesta länder inte diagnosticerar eller rapporterar infektionen.



Figur 6. Antal rapporterade fall av EHEC i Sverige (Folkhälsomyndigheten (u.å.c).

3.4.3 Egenskaper

I detta kapitel om bakteriens egenskaper kommer en del baseras på *E. coli* generellt för att beskriva bakterien för att sedan gå närmare in på just EHEC O157.

Domän: Bakterier
Rike: Bakterier
Stam: Proteobakterier
Klass: Gammaproteobakterier
Ordning: Enterobacterales
Familj: Enterobacteriaceae
Släkte: *Escherichia*
Art: *Escherichia coli (E. coli)*
(VetBact u.å.d)

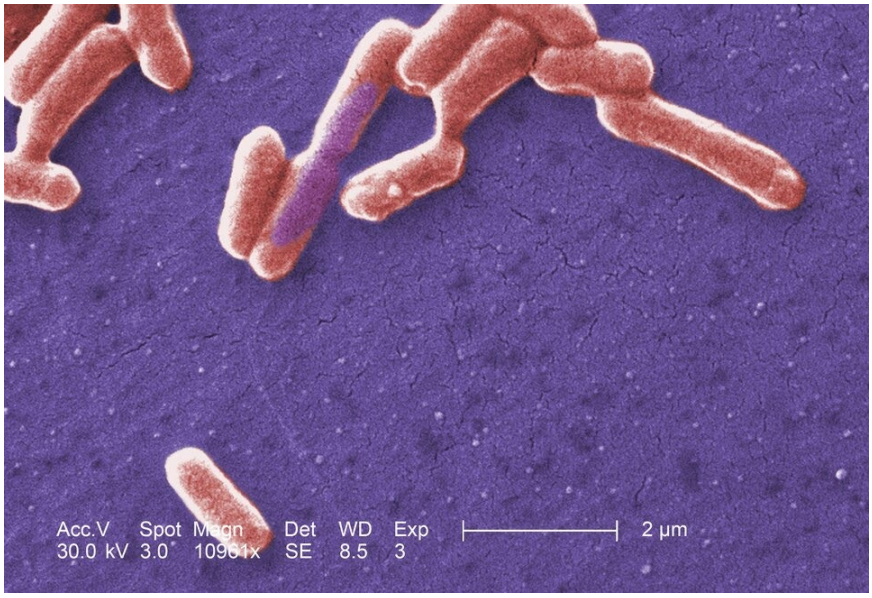
E. coli är en gramnegativ, icke-sporbildande, stavformad, fakultativt anaerob och koliform bakterie som tillhör släktet *Escherichia*. Den förekommer naturligt i miljön, livsmedel, samt i nedre delen av tarmen hos varmblodiga djur. *E. coli* förekommer som enskilda bakterier eller i par. Bakterierna är vanligtvis stavformade och mäter cirka 1–3 µm × 0,4–0,7 µm, med en längd på omkring 1 µm och en bredd på cirka 0,5 µm. Vidare kan bakterien röra sig med hjälp av sina flageller, som sitter runt hela cellen. Det finns även vissa stammar som saknar rörlighet. Optimal tillväxt för *E. coli* sker vid 37 °C, men vissa laboratoriestammar kan växa vid temperaturer upp till 49 °C. Under gynnsamma

förhållanden kan den föröka sig på så lite som cirka 20 minuter (Basavaraju & Gunashree 2022).

Erjavec (2019) förklarar att *E. coli* har en bred genetisk variation där olika antigen (O, H, K) används för att skilja mellan olika stammar. Serotypningen är komplicerad och omfattande, då det finns 73 olika O-antigener, 80 K-antigener och 56 H-antigener som kan förekomma i många olika kombinationer i naturen. Fortsättningsvis skriver Erjavec (2019) att det inte finns ett fast antal serotyper för *E. coli* men att antalet troligtvis ligger mellan 50.000 - 100.000.

Shiga-toxin kan även benämnas Verotoxin i viss litteratur och avser samma sak. Dessa är centrala för bakteriens förmåga att orsaka sjukdom. Toxinet orsakar skador på tarmepitel och blodkärl. Shigatoxinet som produceras av EHEC har en liknande struktur och biologisk aktivitet som det shigatoxin som produceras av bakterien *Shigella dysenteriae* (Welinder-Olsson & Kaijser 2005).

EHEC existerar över hela världen. Ett exempel på hur *Escherichia coli* O157:H7 ser ut visualiserat med svepelektronmikroskop visas i Figur 7.



Figur 7. Escherichia coli O157:H7 visualiserad med svepelektronmikroskop (Haney Carr & CDC, 2006)

3.4.4 Tillväxtfaktorer

För att förhindra tillväxt av EHEC krävs en förståelse för hur faktorer som salthalt, pH-nivå och temperatur påverkar bakteriens överlevnad (Barnett Foster 2013). Joseph et al. (2024) skriver att studier som gjorts för att testa EHECs potential att överleva visar att bakterien är mycket tålig. I temperatur -18 °C kunde bakterien observeras överleva i 7 dagar på en platta med nötköttsgelatin.

Vidare nämner han en studie där EHEC placerats på frukt och överlevt i 180 dagar i en temperatur på -20 °C. I kylskåpstemperatur visar studien att EHEC överlever i 60 dagar. Livsmedelsverket (u.å.b) skriver att EHEC dör vid upphettning till en temperatur på 70 grader. Bakterien är även motståndskraftig mot låga pH-värden och klarar sura miljöer som skulle avdöda många andra patogena bakterier. Joseph et al. (2024) ger exempel på en studie där den överlevt i juice på ett pH på 3,5. Detta medför att bakterien inte avdödas av magsyran i tarmen hos människor och djur. Joseph et al. (2024) refererar till en studie där EHEC minskar i antal vid en salthalt på 5% och helt avdödas när salthalten nått 10–20%. Dock påpekar Joseph et al. (2024) att det finns flera studier som visar att fermentering inte är tillräckligt för att avdöda EHEC.

3.4.5 Smittvägar

Nötkreatur anses vara den primära bäraren av EHEC och därmed är kontaminerat nötkött som behandlas fel den största orsaken till utbrott (Alam et al. 2024). EHEC finns i djurens tarmar utan att de själva blir sjuka. Bakterien smittar fekal-oralt, ofta genom kontaminerade livsmedel såsom otillräckligt tillagat nötkött eller opastöriserade mjölkprodukter (Welinder-Olsson & Kaijser 2005). Den har en anmärkningsvärd låg infektionsdos, där det räcker med 10–100 bakterieceller för att bli sjuk (Joseph et al. 2024). Bladgrönsaker som har bevattnats med förorenat vatten kan också vara en möjlig smittväg (Livsmedelsverket u.å.b).

3.4.6 Sjukdomar - patogenes och symptom

E. coli-stammar som är patogena delas in i olika grupper, som kallas patotyper, beroende på deras sjukdomsframkallande förmåga. Det finns fem kategorier av gastrointestinalt patogena *E. coli*: (EPEC), enterotoxinproducerande *E. coli* (ETEC), enteroinvasiva *E. coli* (EIEC), enteroaggregativa *E. coli* (EAEC) och enterohemorragiska *E. coli* (EHEC) (Meng et al. 2012). Som tidigare nämnt är endast EHEC den patotyp som tas upp i detta arbete.

Bush och Vazquez-Pertejo (2024) skriver att vid infektion av EHEC är vanliga symptom magsmärtor och blodig diarre. Diarren blir tydligt blodig inom 24 timmar där det i vissa fall enbart är blod utan avföring. Diarren kan fortgå mellan 1-8 dagar i de fall där det handlar om okomplicerade infektioner. Feber kan uppgå till ca 39 grader men det är inte särskilt förekommande. Vidare förklarar Bush och Vazquez-Pertejo (2024) att diagnos ställs genom att ta avföringsprov samt toxinanalys. Alla människor kan bli sjuka av EHEC med det är framförallt hos barn, äldre och personer med nedsatt immunförsvar som infektionen kan bli livshotande.

EHEC-infektion kan leda till HUS, särskilt hos barn. Detta tillstånd kännetecknas av hemolys, trombocytopeni och akut njursvikt, och är starkt kopplat till effekterna av Shiga-toxinet på endotelceller i njurarna (Welinder-Olsson & Kaijser 2005). Under de första två veckorna efter infektionen bör personer som har hög risk att utveckla HUS följas noggrant. Man ska vara uppmärksam på tidiga tecken på komplikationer, som blodbrist, lågt antal blodplättar, protein eller blod i urinen samt ökande nivåer av kreatinin i blodet (Bush & Vazquez-Pertejo 2024). Senare kan även svullnad i kroppen och högt blodtryck uppstå. Om komplikationer utvecklas behöver patienten ofta vård på sjukhus, ibland på en intensivvårdsavdelning, där behandling som dialys kan bli nödvändig vid HUS (Bush & Vazquez-Pertejo 2024).

EHEC behandlas inte med antibiotika utan behandling är stödjande med bland annat vätskeersättning för att låta kroppen själv läka ut infektionen (Bush & Vazquez-Pertejo (2024). En viktig faktor är därmed att långvarig förekomst av *E. coli* O157:H7 i tarmen kan finnas kvar även efter att symtomen har försvunnit och kan leda till återinfektion samt risk att smitta andra.

Shigatoxiner kan hämma proteinsyntesen i värdcellen, vilket leder till celldöd och bidrar till utvecklingen av allvarliga komplikationer. EHEC har en förmåga att fästa mycket starkt på cellerna i tarmen. Det sker genom en process som kallas ”attaching and effacing”. Först binder bakterien till tarmcellen, och sedan förändrar den cellens struktur. Detta gör att små utskott på cellens yta (mikrovilli) förstörs, vilket gör att bakterien kan komma väldigt nära cellens yta. På så sätt blir det lättare för bakterien att både stanna kvar i tarmen och överföra sina gifter. Denna typ av interaktion främjar både kolonisering och toxinleverans (Welinder-Olsson & Kaijser 2005).

3.4.7 Koppling till livsmedel

Welinder-Olsson och Kaijser (2005) skriver att EHEC sprids främst via kontaminerade livsmedel, särskilt otillräckligt tillagat nötkött och opastöriserad mjölk. Nötkreatur fungerar som den huvudsakliga reservoaren för EHEC, där bakterien kan förekomma utan att orsaka sjukdom. Smitta sker genom kontaminering av livsmedel under produktion eller hantering.

EHEC kan även förekomma på bladgrönsaker, såsom sallad och spenat, där kontaminering ofta sker via bevattningsvatten eller gödsel. Eftersom dessa livsmedel ofta konsumeras råa finns det ingen upphettning som kan eliminera bakterien, vilket ökar risken för infektion (Livsmedelsverket u.å.b).

3.4.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner

Livsmedelsverket (u.å.b) ger flera rekommendationer för hur man kan förebygga spridning av EHEC i hemmet. Goda hygienrutiner är centrala och innefattar bland annat att tvätta händerna i samband med matlagning samt efter hantering av rått kött. Vid handtvätt bör man undvika en alltför stark vattenstråle, eftersom det kan orsaka stänk och därmed sprida bakterier. Det är också viktigt att hålla rått kött åtskilt från andra livsmedel och att använda separata redskap och ytor för att undvika korskontaminering.

Vidare betonar Livsmedelsverket (u.å.b) vikten av att köttfärs alltid upphettas tills den är genomstekt, vilket motsvarar en innertemperatur på minst 70 °C. Slutligen rekommenderas att man undviker att dricka opastöriserad mjölk eller äta ost gjord på opastöriserad mjölk, att skölja grönsaker noggrant samt att tvätta händerna efter kontakt med får, getter eller nötkreatur.

Nemati et al. (2025) skriver att EHEC sprids via djur, miljö och livsmedel samt kan kontaminera vatten, jord och grödor. Detta innebär att förebyggande åtgärder i produktionen behöver fokusera på att minska spridning från djur, övervaka och säkerställa kvaliteten på vatten och gödsel samt förhindra kontaminering av livsmedel. Forskning har även undersökt vaccination av nötkreatur som en förebyggande åtgärd, med syfte att minska bakteriemängden och därmed risken för spridning till livsmedel och människor (Torres et al. 2018).

3.5 *Bacillus cereus*

3.5.1 Bakgrund

Bacillus cereus (*B. cereus*) är en grampositiv, stavformad och sporbildande bakterie som är vanlig i naturen och förekommer i jord, vatten och livsmedel (Abdul & Pavoni 2025). Då bakterien är sporbildande kan den överleva i extrema förhållanden, vilket bidrar till dess spridning (Bottone 2010).

Botton (2010) skriver om bakteriens historia och förklarar att *B. cereus* historiskt betraktats som en relativt ofarlig bakterie. Den ansågs ofta vara en kontaminant när den isolerades från kliniska prover. Detta innebar att bakterien inte alltid togs på allvar inom medicinska sammanhang. Under 1940-talet förändrades dock förståelsen för bakterien, då forskning visade att bakterien kunde orsaka sjukdom hos människor. Den kopplades först främst till matförgiftning, men senare upptäcktes att den även kan orsaka infektioner utanför mag-tarmkanalen.

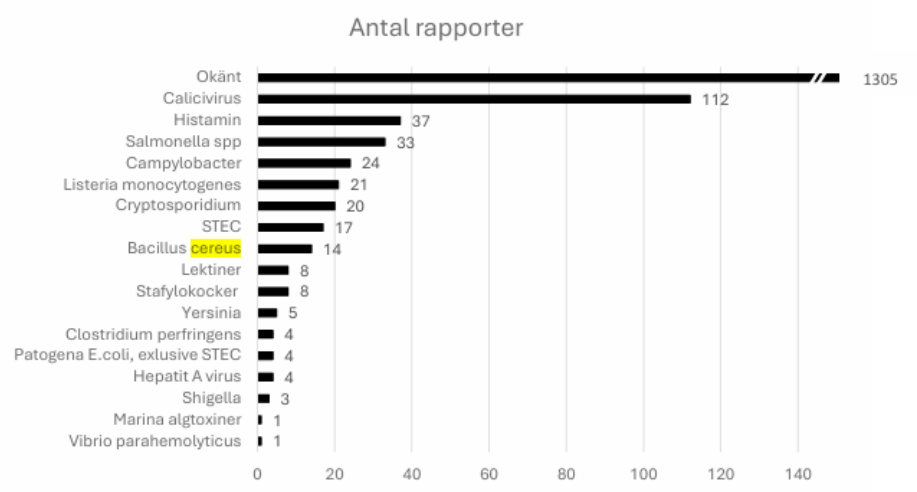
Forskningen har visat att *B. cereus* kan ge upphov till olika typer av infektioner, såsom ögoninfektioner, blodinfektioner och sårinfektioner (Bottone 2010). Till följd av detta klassificeras bakterien numera som en opportunistisk patogen, vilket innebär att den kan framkalla sjukdom under specifika förhållanden, såsom hos individer med nedsatt immunförsvar.

Idag betraktas *B. cereus* som en viktig livsmedelsburen patogen, men också som en bakterie som kan orsaka allvarliga infektioner i andra delar av kroppen. Den moderna forskningen har därmed bidragit till att förändra synen på bakterien från harmlös till en medicinskt betydelsefull mikroorganism (Bottone 2010).

3.5.2 Förekomst och epidemiologi

B. cereus är inte en anmälningspliktig bakterie enligt den svenska smittskyddslagen och det är därmed svårt att få fram representativ statistik om sjukdomsfall orsakade av bakterien. Vidare är sjukdomsförloppet i de flesta fall över inom 24 timmar och kräver sällan sjukvård. Det finns inget etablerat epidemiologiskt övervakningsprogram för sjukdomen hos Folkhälsomyndigheten. För att säkerställa att diagnosen är infektion av *B. cereus* måste bakterien påvisas i det misstänkta livsmedlet. Det är dock ovanligt att möjligheten för provtagning finns då livsmedlet generellt redan är konsumerat eller kasserat. Därför grundas diagnosen vanligtvis på patientens symtom samt epidemiologiska omständigheter, såsom att flera personer insjuknat efter att ha ätit samma livsmedel (Folkhälsomyndigheten 2025a).

Enligt Livsmedelsverket (2025) bekräftades 14 fall av *B. cereus* under perioden 2019–2023. Under Covid-19-pandemin observerades en nedgång i både antal rapporter och sjukdomsfall, särskilt under 2020 och 2021. Antalet rapporter förblev lågt även under 2022, men ökade återigen under 2023. Fördelningen av rapporterade matförgiftningsfall mellan olika bekräftade eller misstänkta agens i Sverige under perioden 2019–2023 visas i Figur 8.



Figur 8. Antal rapporter om matförgiftning i Sverige fördelade på olika bekräftade eller misstänkta agens i rapporterade matförgiftningar 2019–2023 (Livsmedelsverket, 2025)

Abdul och Pavoni (2025) rapporterar att *B. cereus* uppskattas stå för cirka 1,4–12% av alla globala utbrott av livsmedelsburna sjukdomar. Enligt European Food Safety Authority och European Centre for Disease Prevention and Control rapporterades totalt 127 livsmedelsburna utbrott kopplade till *Bacillus cereus* inom kategorin toxinbildande bakterier under 2024, varav endast 38 klassificerades som fall med stark evidens. Detta indikerar att det i många fall är svårt att fastställa den specifika livsmedelskällan vid utbrott orsakade av *B. cereus* (EFSA & ECDC 2025)

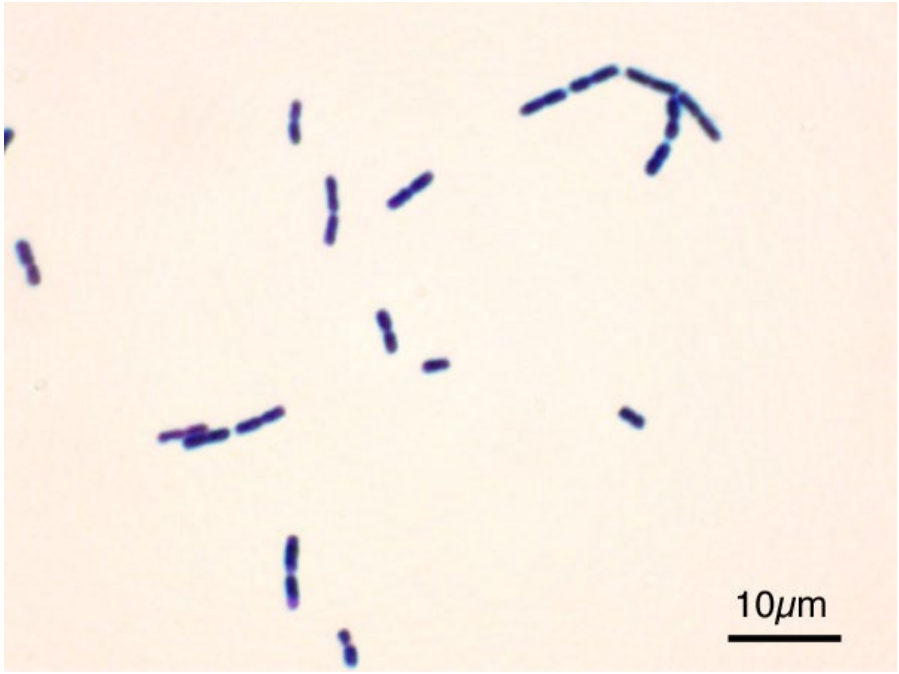
3.5.3 Egenskaper

B. cereus finns i jord, vatten, växter, djur och människor. Den kan lätt ta sig in i livsmedelskedjan och räknas därmed som en viktig livsmedelsburen patogen. Bakterien är grampositiv, stavformad samt både aerob och fakultativt anaerob, vilket innebär att den kan växa både i närvaro och frånvaro av syre. Den är dessutom rörlig och kan bilda sporer, vilket gör att den kan överleva under ogynnsamma förhållanden (Abdelaziz et al. 2024).

Domän: Bakterier
Rike: Bakterier
Stam: Bacillota
Klass: Bacilli
Ordning: Bacillales
Familj: Enterobacteriaceae
Släkte: *Bacillus*
Art: *Bacillus cereus* (*B. cereus*)
(VetBact u.å.a)

Abdelaziz et al. (2024) förklarar att bakterien är en vanlig orsak till livsmedelsburna sjukdomar och producerar två typer av toxiner som ger upphov till olika symtom. Den diarréframkallande typen är kopplad till enterotoxiner som bildas i tunntarmen. Den kräkframkallande typen orsakas av det värmestabila toxinet cereulid, som bildas i livsmedel före konsumtion.

EFSA (2016) förklarar att *Bacillus cereus*-gruppen, även benämnd *B. cereus sensu lato,* utgör en del av bakteriesläktet *Bacillus* som omfattar åtta erkända arter: *B. cereus sensu stricto*, *B. anthracis, B. thuringiensis, B. weihenstephanensis, B. mycoides, B. pseudomycoides, B. cytotoxicus* och *B. toyonensis*. Arterna delas upp baserat på deras fenotypiska egenskaper. Inom både klinisk diagnostik och livsmedelsmikrobiologi görs oftast ingen tydlig åtskillnad mellan *Bacillus cereus* och *Bacillus thuringiensis.* Detta innebär att deras respektive roll i både mag-tarmsjukdomar och andra infektioner fortfarande inte är helt klarlagd (EFSA 2016). Ett exempel på hur *Bacillus cereus* kan observeras i mikroskop visas i Figur 9.



Figur 9. Mikroskopbild som visar grampositiva, stavformade bakterier av B. cereus. (Tambe 2006) CC BY-SA 3.0

3.5.4 Tillväxtfaktorer

Bakterien kan bilda värmetåliga sporer, vilket gör den mycket motståndskraftig mot ogynnsamma förhållanden. I detta tillstånd kan den överleva tills miljön blir gynnsam igen och tillväxten kan återupptas (Abdul & Pavoni, 2025). Bakterien kan växa vid pH-värden mellan 4,5 och 9,5, kräver en aW på minst 0,93 och kan

växa vid temperaturer mellan 4 °C och 48 °C. Den tål även salthalter upp till 7 % (Woh & Ng 2024).

Bakterien bildar värmetåliga sporer och producerar toxiner. Den kan även orsaka allvarliga infektioner utanför mag-tarmkanalen, såsom blodförgiftning och ögoninfektioner (Bottone 2010).

B. cereus har förmågan att bilda biofilm, detta gör att bakterien kan fästa på ytor av till exempel rostfritt stål. Biofilmen skyddar sporerna mot bland annat rengöring och desinfektion samt behandlingsprocesser med hög värme, som torkning och pastörisering (Woh & Ng 2024).

Otillräcklig temperaturkontroll vid livsmedelshantering utgör den främsta orsaken till bakteriens tillväxt i ätklara livsmedel, exempelvis vid förvaring i rumstemperatur, varmhållning vid för låg temperatur eller långsam nedkylning (Folkhälsomyndigheten 2025a).

3.5.5 Smittvägar

Sporer från *B. cereus* kan enkelt ta sig in i livsmedelskedjan eftersom de förekommer naturligt i miljön och uppvisar hög motståndskraft mot ogynnsamma förhållanden. Som en följd av detta återfinns bakterien i många olika typer av livsmedel, inklusive stärkelserika produkter såsom ris, råa och minimalt bearbetade grönsaker, bröd, mjölk och mejeriprodukter, köttprodukter samt ätfärdiga livsmedel (Abdul & Pavoni 2025). Bakterien förekommer särskilt ofta i torra livsmedelsprodukter, exempelvis soppulver, vaniljkrämspulver, ris och pasta, där den kan överleva i form av resistenta sporer. Dessa sporer kan finnas kvar även efter tillagning och senare utvecklas till aktiva bakterier om förhållandena blir gynnsamma (Folkhälosmyndigheten 2025a).

Sjukdomsutbrott orsakas vanligtvis av att ett redan förorenat livsmedel tillagas och därefter förvaras för länge vid temperaturer som möjliggör bakteriell tillväxt. Under sådana förhållanden kan bakterien även producera toxiner som leder till matförgiftning. Risken ökar särskilt vid bristande temperaturkontroll, till exempel när maten kyls ner för långsamt eller förvaras i rumstemperatur (Folkhälsomyndigheten 2025a).

3.5.6 Sjukdomar - Patogenes och symptom

Dietrich et al. (2021) förklarar att *B. cereus* toxin kan orsaka två typer av livsmedelsrelaterade mag-tarmsjukdomar. Den emetiska formen, som orsakas av toxinet cereulid, bildas i livsmedlet innan det äts. Symptomen, främst illamående

och kräkningar, uppträder snabbt, ofta inom 30 minuter. Toxinet är mycket stabilt och tål värme, syra och nedbrytning. Sjukdomen är oftast mild och går över inom ett dygn, men i sällsynta fall kan den bli allvarlig. Livsmedelsverket (2023) skriver att låga halter normalt inte innebär någon hälsorisk, eftersom det oftast behövs mer än 10^5 CFU per gram för att orsaka matförgiftning.

Vidare förklarar Dietrich et al. (2021) att den diarréframkallande formen orsakas av enterotoxiner som bildas i tarmen efter att bakterien har intagits via livsmedel. De viktigaste toxinerna är hemolysin BL (Hbl), non-hemolytiskt enterotoxin (Nhe) och cytotoxin K (CytK). Dessa toxiner skadar tarmens celler och leder till symtom som diarré och buksmärtor, vilka vanligtvis uppträder efter 8–16 timmar. Sjukdomsförloppet är oftast milt och självläkande.

Botton (2010) tillägger att *B. cereus* även kan orsaka sjukdomar hos människor som inte är relaterade till livsmedel. Den förekommer på sjukhus där den kan ge upphov till livshotande infektioner framförallt hos patienter med nedsatt immunförsvar. De sjukdomar som *B. cereus* kan orsaka utanför mag-tarmkanalen omfattar bland annat blodförgiftning (septikemi), hjärnhinneinflammation, hjärnabscesser, lunginflammation, hjärtklaffsinflammation (endokardit), ögoninfektioner samt sårinfektioner (Bottone 2010).

3.5.7 Koppling till livsmedel

B. cereus är allmänt utbredd i olika livsmedelsgrupper och har påvisats i ett brett urval av livsmedel, däribland grönsaker, fruktprodukter, såser, soppor, sallader samt mjölk- och köttprodukter (Dietrich et al. 2021).

Enligt Rahnama et al. (2023) förekommer *Bacillus cereus* i många olika livsmedel, men är särskilt vanlig i grönsaker och spannmål. Att grönsaker ofta innehåller bakterien beror troligen på att de har direkt kontakt med jord, där *B. cereus* finns naturligt. Även kryddor som kommer från växter kan därför innehålla bakterien.

Spannmål, särskilt ris, är en viktig källa till *B. cereus* och har ofta kopplats till matförgiftning. Detta beror bland annat på att ris är ett vanligt livsmedel globalt och att det ibland förvaras fel efter tillagning, till exempel i rumstemperatur, vilket gör att bakterien kan växa och bilda toxin (Woh & Ng 2024).

Även mjölk och mejeriprodukter kan bli kontaminerade, till exempel genom kontakt med jord eller vid bristande hygien under mjölkning och hantering. Bakterien kan överleva pastörisering i sporform och sedan börja växa igen. Det är särskilt viktigt att vara uppmärksam på detta när det gäller spädbarn, eftersom modersmjölksersättning ibland kan innehålla *B. cereus*. Kött och köttprodukter

innehåller oftast lägre halter, men bakterien kan ändå förekomma, till exempel vid slakt eller under bearbetning (Rahnama et al. 2023).

3.5.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner

B. cereus är vanligt förekommande i livsmedel och kan dessutom överleva länge i form av sporer, därmed är det svårt att helt få bort bakterien. Det viktigaste är att försöka hindra sporerna från att gro och att begränsa bakteriernas tillväxt i färdiglagad mat (Griffiths & Schraft 2017).

För att minska risken för tillväxt bör värmebehandlade livsmedel antingen konsumeras så snart som möjligt efter tillagning, varmhållas vid tillräckligt hög temperatur eller snabbt kylas ned till cirka 7–8 °C inom några timmar (Livsmedelsverket 2023). Tillväxt av de flesta typer av *B. cereus* förhindras vid temperaturer över 50 °C, men för att vara på den säkra sidan rekommenderas varmhållning vid minst 60 °C (Griffiths & Schraft 2017).

Sporerna kan överleva kokning vid 100 °C, men de börjar normalt inte växa vid låga temperaturer, lågt pH eller när tillgången på vatten är begränsad. Ett exempel på detta är sushiris, där det låga pH-värdet bidrar till att minska risken för tillväxt av *B. cereus* (Livsmedelsverket 2023).

Det är dock viktigt att komma ihåg att vissa psykrotrofa stammar kan växa även vid kyltemperaturer, vilket gör att kylförvaring inte alltid är ett helt säkert skydd (Griffiths & Schraft 2017).

3.6 *Listeria monocytogenes*

3.6.1 Bakgrund

Listeria monocytogenes (L. monocytogenes) är en grampositiv bakterie som kan orsaka den allvarliga sjukdomen listerios (Disson et al. 2025). Anupama et al. (2025) rapporterar att forskningen kring *Listeria* började ta form under början av 1900-talet och bakterien identifierades formellt år 1924 av E. G. D. Murray och hans kollegor. De fann bakterien efter att de hade isolerat den från sjuka försöksdjur. Eftersom den inte stämde överens med tidigare kända bakterier fick den först nu ett eget namn, *Bacterium monocytogenes*. Redan några år tidigare, 1921 hade forskarna Dumont och Cotoni redan lyckats isolera *L. monocytogenes* i Frankrike. Det första dokumenterade fallet av listerios hos människa påträffades i Danmark 1929 (Anupama et al. 2025).

Vidare förklarar Anupama et al. (2025) att det var först 1949 som man på allvar började förstå bakteriens betydelse för människors hälsa. Då inträffade ett utbrott av listerios bland spädbarn i Tyskland, där man upptäckte svåra infektioner i flera organ. Denna händelse blev viktig eftersom den visade hur allvarlig sjukdomen kunde vara och bidrog till att forskningen tog fart.

Släktet liknar bakteriesläkten som *Bacillus*, *Clostridium, Enterococcus, Streptococcus* och *Staphylococcus*. *Listeria monocytogene*s är den äldsta identifierade arten inom Listeria-släktet och betraktas fortfarande som en väsentlig humanpatogen (Majumder 2022).

Mujamder (2022) förklarar att fram till år 2010 hade endast sex andra arter inom släktet *Listeria* identifierats, utöver *L. monocytogene*s, som är den mest kända och sjukdomsframkallande arten. Under det senaste decenniet har dock forskningen kring *Listeria* utvecklats i snabb takt. Särskilt har utvecklingen av helgenomsekvensering och andra molekylära tekniker spelat en avgörande roll. Dessa metoder har gjort det möjligt för forskare att jämföra genetiskt material mellan olika bakterier och därmed identifiera nya arter med större noggrannhet. Som ett resultat av denna tekniska utveckling har totalt 17 arter av *Listeria* kunnat upptäckas och klassificeras. Denna ökning av antalet kända arter har bidragit till en djupare förståelse av släktets mångfald, evolution och betydelse inom både medicin och livsmedelssäkerhet (Mujamder 2022).

L. monocytogenes betraktas idag som en betydelsefull livsmedelsburen patogen (VetBact u.å.e). Utbrott av listerios övervakas noggrant både nationellt och internationellt, och listeriainfektion är en anmälningspliktig sjukdom i Sverige (Folkhälsomyndigheten 2025b).

3.6.2 Förekomst och epidemiologi

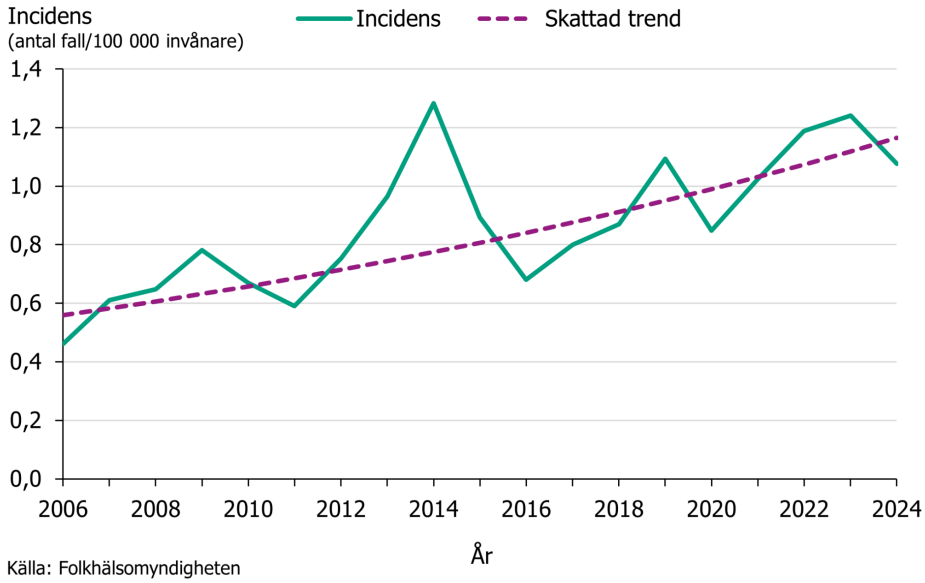
Listeriainfektion är en ovanlig men allvarlig sjukdom. Enligt Folkhälsomyndigheten (2025b) rapporteras omkring 100 fall per år i Sverige, där de flesta smittas inom landet. Antalet fall har ökat över tid, från cirka 40–50 fall per år i början av 2000-talet till dagens nivå på omkring 100 fall per år. Trots ökningen är utbrott fortfarande relativt ovanliga, och de flesta fall sker enskilt. Utvecklingen av incidensen av listeriainfektion i Sverige under perioden 2006–2024 visas i Figur 10.

Statistiken visar att sjukdomen främst drabbar äldre personer. Medianåldern är 77 år, med en spridning mellan 17 och 99 år, och högst incidens finns i åldersgruppen över 80 år. Dessutom är en något större andel av de smittade kvinnor, cirka 61 procent. Listeriainfektion kan vara allvarlig, och omkring 20 procent av de rapporterade fallen avlider inom 30 dagar. Samtidigt är det svårt att

avgöra hur stor roll infektionen spelar, eftersom många av de drabbade redan har andra allvarliga sjukdomar (Folkhälsomyndigheten 2025b).

Sjukdomen är anmälningspliktig i Sverige, vilket innebär att alla fall ska rapporteras till smittskyddsläkare och Folkhälsomyndigheten.

Det har förekommit några större utbrott genom åren. Under 2013–2014 upptäcktes till exempel 49 fall i Sverige, som troligen kunde kopplas till charkprodukter. Mellan 2015 och 2018 inträffade även ett utbrott i Europa som kopplades till frysta grönsaker och drabbade flera länder. Senast, under 2022–2023, rapporterades 19 fall i Sverige som kunde kopplas till vakuumförpackad lax (Folkhälsomyndigheten 2025b).



Figur 10. Incidensen av listeriainfektion i Sverige 2006–2024 (Folkhälsomyndigheten 2025b).

3.6.3 Egenskaper

L. monocytogenes är en kort, grampositiv, icke-sporbildande och fakultativt anaerob stavformad bakterie. Den kan förekomma enskilt eller i korta kedjor som liknar streptokocker (Letchumanan et al. 2018). Bakterien är anpassningsbar och kan överleva samt växa i många olika miljöer, såsom jord, ruttnande växtmaterial, djurs tarmar och olika livsmedel, exempelvis opastöriserade mejeriprodukter, mjukost, rått kött, fisk, skaldjur, grönsaker och frukt (Anupama et al. 2025).

Vidare beskriver Letchumanan et al. (2018) att bakterien dessutom är en fakultativ intracellulär mikroorganism, vilket innebär att den kan leva och föröka sig inne i celler. Dess rörlighet, som styrs av flageller, är temperaturberoende och

är som mest aktiv vid temperaturer under 30 °C. En illustration av *L. monocytogenes* visas i Figur 11.

Rike: Bakterier
Stam: Bacillota
Klass: Bacilli
Ordning: Bacillales
Familj: Listeriaceae
Släkte: *Listeria*
Art: *Listeria monocytogenes*
Källa: VetBact (u.å.e)



Figur 11. 3D-illustration av bakterien L. monocytogenes, baserad på elektronmikroskopbilder (Archer & CDC 2016).

L. monocytogenes kan orsaka milda mag-tarminfektioner hos friska individer, medan den hos riskgrupper kan ge upphov till allvarliga invasiva infektioner. Infektion under graviditet kan exempelvis leda till komplikationer för fostret. Hos äldre och personer med nedsatt immunförsvar kan listerios orsaka blodförgiftning (sepsis) samt infektioner i centrala nervsystemet (neurolisterios), vilket är förknippat med hög dödlighet och risk för långvariga följdsjukdomar (Anupama et al. 2025).

L. monocytogenes har också egenskapen att bilda biofilm. Biofilmer skyddar bakterierna från vanliga rengöringsmetoder och bidrar till en ökad motståndskraft mot antibiotika (Anupama et al. 2025).

Släktet *Listeria* består av 17 arter: *L. monocytogenes, L. ivanovii, L. seeligeri, L. innocua, L. welshimeri, L. martii, L. rocourtiae, L. grayi samt de nyligen upptäckta L. weihenstephanensis, L. fleischmannii, L. floridensis, L. aquatica, L. cornellensis, L. riparia, L. grandensis, L. booriae* och *L. newyorkensis.* Både *L. ivanovii* och *L. monocytogenes* är kända för att orsaka listerios (Letchumanan et al. 2018).

3.6.4 Tillväxtfaktorer

L. monocytogenes är en livsmedelsburen bakterie som har lätt för att anpassa sig till olika miljöer. Den kan växa inom ett brett temperaturintervall mellan 1–45 °C, och har dessutom förmågan att föröka sig vid kylskåpstemperaturer. Detta gör den extra problematisk jämfört med många andra bakterier (Letchumanan et al. 2018). Bakterien växer dock långsammare vid låga temperaturer, vid 4 °C är tillväxten ungefär hälften så snabb som vid 8 °C (Livsmedelsverket, u.å.c).

Vid långvarig förvaring kan bakterien föröka sig till skadliga nivåer, särskilt i livsmedel som äts utan upphettning. *L. monocytogenes* är dessutom fakultativt anaerob, vilket innebär att den kan växa både med och utan syre. Bakterien kan därför även föröka sig i vakuumförpackningar och i förpackningar med skyddande atmosfär, vilket gör att den kan fortsätta växa även under förhållanden som normalt används för att förlänga livsmedels hållbarhet (Letchumanan et al. 2018).

Utöver detta tål bakterien både relativt höga saltkoncentrationer och ett brett pH-intervall (cirka 4,4–9,6), och den kan bilda biofilmer på ytor, vilket gör den svår att bli av med (Letchumanan et al. 2018). Trots sin höga motståndskraft finns det vissa begränsningar i bakteriens tillväxt. Den kan inte föröka sig i torra livsmedel och har även svårt att växa i sura miljöer med lågt pH (Livsmedelsverket, u.å.c). *L. monocytogenes* överlever frysning men dör vid tillräckligt hög upphettning, vilket gör värmebehandling till en effektiv metod för att eliminera bakterien (Letchumanan et al. 2018).

3.6.5 Smittvägar

Listerios är en livsmedelsburen infektion som främst uppstår efter intag av livsmedel som kontaminerats med *L. monocytogenes* (Majumder 2022). Bakterien är allmänt förekommande i miljön och kan därför relativt lätt ta sig in i livsmedelskedjan via råvaror, animaliska produkter och produktionsmiljöer. Kontaminering kan ske i flera led, både före och under livsmedelsbearbetning, exempelvis genom kontakt med förorenade ytor eller vatten (Disson et al. 2025).

I livsmedelsindustrin har *L. monocytogenes* en särskild förmåga att etablera sig (bilda biofilm) i lokaler och på utrustning, där den kan vara svår att eliminera. Den trivs särskilt i kalla och fuktiga miljöer, exempelvis på golv, i avlopp och i kylrum, vilket gör att den ofta återfinns på ytor trots regelbunden rengöring och desinfektion (Carpentier & Cerf 2011). Detta innebär att bakterien kan spridas vidare och orsaka korskontaminering av livsmedel under produktion och hantering.

De utmärkande egenskaper som *L. monocytogenes* har, såsom förmågan att växa vid låga temperaturer samt både med och utan syre, ger bakterien en hög överlevnadsförmåga i olika livsmedelsmiljöer (Disson et al. 2025). Detta medför att den kan föröka sig i livsmedel under lagring, särskilt i produkter med lång hållbarhetstid. I sådana fall kan bakterien nå skadliga nivåer innan hållbarhetstiden har passerat, framför allt i livsmedel som konsumeras utan att först upphettas (Livsmedelsverket, u.å.c). Intag av kontaminerad mat utgör därmed den absolut vanligaste smittvägen till människa (Carpentier & Cerf 2011).

Smittöverföring mellan individer är ovanlig, men kan förekomma i vissa fall. Exempelvis kan bakterien överföras från en gravid kvinna till fostret via moderkakan (Disson et al. 2025).

I sällsynta fall kan även direktkontakt med infekterade djur leda till smitta, främst hos yrkesgrupper som lantbrukare och veterinärer, vilket då kan orsaka hudinfektioner. Dessutom har fekal–oral smitta rapporterats inom sjukvården, framför allt hos nyfödda med outvecklad tarmflora (Disson et al. 2025).

3.6.6 Sjukdomar - Patogenes och symptom

Infektion med *L. monocytogenes* orsakar sjukdomen listerios. Koopmans et al. (2023) förklarar att när bakterien kommer in i kroppen via mag-tarmkanalen kan den ta sig igenom tarmväggen och infektera kroppens celler. Bakterien har en särskild förmåga att överleva intracellulärt och sprida sig från cell till cell, vilket gör att den kan undvika immunförsvaret. Därefter kan bakterien spridas via blodet till olika organ, främst lever och mjälte, men i allvarliga fall även till hjärnan eller till fostret hos gravida kvinnor (Anupama et al. 2025; Koopmans et al. 2023).

Sjukdomsförloppet kan variera mycket beroende på personens immunförsvar. Symtomen på sjukdomen varierar beroende på vem som drabbas, och det är ovanligt att helt friska personer blir allvarligt sjuka (Livsmedelsverket, u.å.c). I många fall börjar infektionen med relativt milda symtom som feber, muskelvärk, illamående och diarré (Anupama et al. 2025).

Hos personer i riskgrupper, som äldre eller personer med nedsatt immunförsvar, kan bakterien orsaka allvarliga infektioner som blodförgiftning (sepsis) eller hjärnhinneinflammation (meningit) (Koopmans et al. 2023). Dessa tillstånd är livshotande och har en relativt hög dödlighet, uppskattad till mellan 20 och 30 procent (Livsmedelsverket, u.å.c). Infektionen kan också spridas vidare i kroppen till centrala nervsystemet, vilket leder till symtom som huvudvärk, nackstelhet och förvirring (Anupama et al. 2025).

Gravida kvinnor drabbas ofta av mildare, influensaliknande symtom, men trots detta kan infektionen få allvarliga konsekvenser. Bakterien kan passera över till fostret via moderkakan, vilket kan leda till missfall, dödfödsel eller att barnet föds med en allvarlig infektion (Anupama et al. 2025; Livsmedelsverket, u.å.c).

Listerios kan variera från en mild magsjuka till en livshotande infektion. Sjukdomens allvarhetsgrad beror till stor del på bakteriens förmåga att sprida sig i kroppen och undvika immunförsvaret, samt på individens immunstatus (Anupama et al. 2025; Koopmans et al. 2023).

3.6.7 Koppling till livsmedel

L. monocytogenes sprids till människor genom konsumtion av kontaminerade livsmedel. Bakterien förekommer naturligt i miljön, bland annat i jord, vatten och växter, vilket innebär att den lätt kan ta sig in i livsmedelskedjan (Livsmedelsverket u.å.c). Djur som lever i dessa miljöer kan fungera som bärare av bakterien, vilket gör att den kan spridas vidare till animaliska livsmedel såsom kött, mjölk och andra mejeriprodukter. På så sätt kan smittan föras från miljö till djur och vidare till människor genom konsumtion av kontaminerade livsmedel (Letchumanan et al. 2018).

Flera studier visar att smitta ofta sker via färdiglagade produkter (ready-to-eat produkter), opastöriserade mejeriprodukter, rökt kött, rökt eller gravad fisk samt grönsaker och sallader (Anupama et al. 2025). Då *L. monocytogenes* kan växa utan tillgång till syre så utgör vakuumförpackade livsmedel en hög risk. Risklivsmedel blir särskilt farliga när de är menade att konsumeras utan upphettning, då det innebär att bakterien inte avdödas innan den konsumeras (Livsmedelsverket u.å.c).

En viktig anledning till att *L. monocytogenes* utgör ett problem inom livsmedelssäkerhet är dess förmåga att överleva och till och med föröka sig under förhållanden där många andra bakterier inte klarar sig. Bakterien kan växa vid kylskåpstemperaturer, detta innebär att den kan finnas kvar och växa i livsmedel under lagring, även när dessa förvaras korrekt enligt vanliga rekommendationer (Letchumanan et al. 2018).

Bakterien har en förmåga att bilda biofilmer på ytor i livsmedelsindustrin, exempelvis i produktionsanläggningar och på utrustning. Dessa biofilmer gör att bakterien kan överleva rengöring och desinfektion, vilket ökar risken för återkommande kontaminering av livsmedel (Anupama et al. 2025). Detta är en viktig orsak till att *L. monocytogenes* kan vara svår att eliminera helt från livsmedelsproduktion och kan bidra till utbrott av sjukdom.

3.6.8 Förebyggande åtgärder och hygienrutiner

Förebyggande åtgärder mot bakterien handlar om god hygien och systematiskt förebyggande arbete i hela livsmedelskedjan. Eftersom *L. monocytogenes* kan finnas i både miljön och i livsmedelsproduktion är det viktigt att övervaka bakterien för att kunna upptäcka och stoppa smitta i tid (Koopmans et al. 2023). Bakterien kan finnas kvar i produktionsmiljöer, vilket gör att livsmedel kan bli kontaminerade om hygien- och säkerhetsrutiner brister (Letchumanan et al. 2018).

I livsmedelsindustrin är det därför viktigt med noggranna hygienrutiner, som att rengöra och desinficera utrustning och ytor ordentligt. Ett problem är att bakterien kan bilda biofilmer, vilket gör att den kan överleva även efter rengöring. Därför krävs det extra noggrann städning samt regelbunden övervakning av produktionsmiljön för att minska risken för spridning (Anupama et al. 2025).

Korrekt upphettning av livsmedel är en viktig åtgärd för att avdöda *L. monocytogenes.* Samtidigt kan bakterien överleva i kylförvaring, vilket gör att hantering och lagring av livsmedel spelar stor roll (Livsmedelsverket u.å.c).

Eftersom *L. monocytogenes* kan växa i kylskåpstemperaturer är det viktigt att inte förvara mat längre än vad som är rekommenderat på förpackningen, särskilt sådant som ska ätas utan att värmas upp (Livsmedelsverket u.å.c). Välfungerande rutiner kring förvaring och hantering av livsmedel är därför en viktig del i att förebygga smitta (Koopmans et al. 2023).

4. Diskussion

Resultaten visar att de bakterier som inkluderats i denna studie, *Salmonella,* EHEC*, Campylobacter, S. aureus, B.cereus* och *L. monocytogene*s, trots betydande biologiska skillnader delar flera gemensamma drag som gör dem betydelsefulla inom livsmedelssäkerhet. En tydlig gemensam nämnare är att samtliga bakterier kan spridas via livsmedel och orsaka sjukdom hos människor, ofta genom fekal-oral smitta eller via kontaminerade råvaror och otillräcklig hygien vid hantering och tillagning (Adams et al. 2016; Welinder-Olsson & Kaijser 2005).

Trots denna gemensamma spridningsväg varierar bakteriernas infektionsdos kraftigt, vilket påverkar riskbedömningen. *Salmonella* kräver ofta en relativt hög dos för att orsaka sjukdom, omkring 1 miljon bakterier (Adams et al. 2016). EHEC har däremot en extremt låg infektionsdos på endast 10–100 celler, vilket gör den särskilt farlig i livsmedel som konsumeras råa, såsom bladgrönsaker (Joseph et al. 2024; Livsmedelsverket u.å.b.). *Campylobacter* ligger mellan dessa ytterligheter och kan orsaka sjukdom vid doser runt 500–800 celler (Tham & Danielsson-Tham 2013). Dessa skillnader visar att även små mängder kontamination kan vara tillräckliga för att orsaka allvarlig sjukdom, särskilt för EHEC och *Campylobacter*.

En annan viktig skillnad mellan bakterierna är deras förmåga att överleva och växa under olika miljöförhållanden. *L. monocytogenes* utmärker sig genom att kunna växa vid kylskåpstemperaturer och i vakuumförpackningar, vilket gör den särskilt problematisk i färdigförpackade livsmedel med lång hållbarhet (Letchumanan et al. 2018). *Campylobacter* och EHEC behöver däremot inte växa i livsmedlet för att orsaka sjukdom, vilket innebär att även korrekt kylförvaring kan vara otillräcklig om korskontaminering sker före tillagning (Joseph et al. 2024; Tham & Danielsson-Tham 2013). Dessa skillnader visar att förebyggande åtgärder måste anpassas efter respektive bakteries biologiska egenskaper och inte kan utformas på ett enhetligt sätt för alla livsmedelsburna patogener.

S. aureus och *B. cereus* representerar en annan riskkategori, eftersom sjukdom orsakas av toxiner snarare än av bakterier som förökar sig i kroppen. Detta innebär att livsmedel kan vara fria från levande bakterier men ändå orsaka sjukdom (Bottone 2010; Livsmedelsverket u.å.c). *S. aureus* producerar värmestabila enterotoxiner som inte förstörs vid upphettning, vilket innebär att korrekt temperaturkontroll måste ske innan toxinproduktionen startar (Livsmedelsverket u.å.c). För *S. aureus* är toxinbildningen starkt kopplad till manuell hantering av livsmedel, där bristande personlig hygien och

temperaturkontroll utgör centrala riskfaktorer (Ebert 2018). Detta tydliggör hur mänskligt beteende kan bli en avgörande riskfaktor, snarare än råvarans ursprung.

B. cereus kan överleva i form av värmetåliga sporer och växa i ett brett temperaturintervall, vilket innebär att otillräcklig temperaturkontroll vid livsmedelshantering kan leda till toxinbildning (Abdul & Pavoni 2025; Folkhälsomyndigheten 2025a). Sporerna kan dessutom överleva värmebehandling och senare gro om livsmedel förvaras felaktigt, vilket försvårar riskhanteringen ytterligare (Abdul & Pavoni 2025; Folkhälsomyndigheten 2025a). Den kräkframkallande formen är särskilt problematisk eftersom toxinet cereulid är extremt värmestabilt och inte förstörs vid återupphettning, vilket gör korrekt efterhantering avgörande (Dietrich et al. 2021). Dessa egenskaper visar att traditionella förebyggande åtgärder som upphettning och kylförvaring inte alltid är tillräckliga om toxiner redan har bildats eller om sporer överlever behandlingen.

Salmonella, *Campylobacter* och EHEC förenas av sin zoonotiska natur, där livsmedelsproducerande djur fungerar som centrala reservoarer (Adams et al. 2016; Alam et al. 2024; Backert et al. 2016). Resultaten visar att smittspridningen ofta sker tidigt i livsmedelskedjan, exempelvis under uppfödning, slakt eller primär hantering av animaliska råvaror. Detta innebär att åtgärder i primärproduktionen har stor potential att påverka den totala sjukdomsbördan i samhället (Alam et al. 2024; Chlebicz & Śliżewska 2018; Skarp et al. 2016).

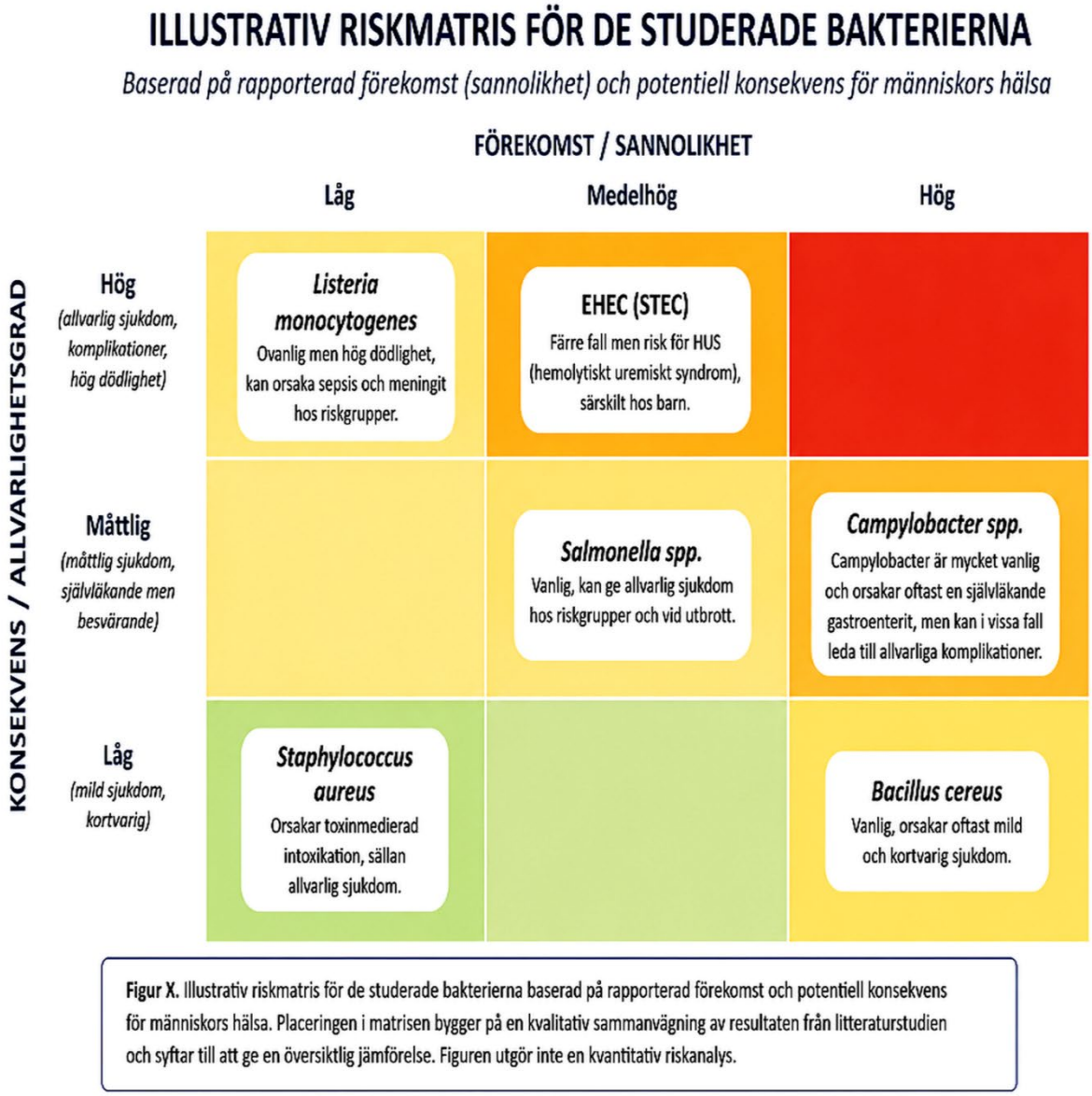
Resultaten visar att flera av bakterierna är vanligt förekommande i Sverige och globalt. *Campylobacter* är den mest rapporterade bakteriella tarmpatogenen i Europa, medan *Salmonella* fortfarande orsakar stora utbrott internationellt (Dindar Demiray & Sayar 2024; Myintzaw et al. 2023). EHEC-fallen ökar i Sverige, delvis på grund av förbättrad diagnostik (Folkhälsomyndigheten u.å.c). *L. monocytogenes* är ovanligare men har hög dödlighet, vilket gör varje fall betydelsefullt ur ett folkhälsoperspektiv (Anupama et al. 2025; Folkhälsomyndigheten 2025b). *B. cereus* är sannolikt kraftigt underrapporterad eftersom sjukdomsförloppen ofta är milda och kortvariga (Folkhälsomyndigheten 2025a). Detta visar att rapporterad statistik inte alltid speglar den faktiska förekomsten.

Sveriges låga förekomst av inhemsk *Salmonella* illustrerar att långsiktiga övervaknings- och kontrollprogram kan vara effektiva, men resultaten visar samtidigt att systemet är sårbart för enskilda brister, vilket blir tydligt vid större utbrott kopplade till specifika livsmedel eller producenter (Folkhälsomyndigheten u.å.f). Detta understryker vikten av kontinuerlig övervakning och snabb hantering vid avvikelser.

När det gäller sjukdomsbild orsakar flera av bakterierna gastroenterit som hos friska individer ofta går över inom några dagar (Adams et al. 2016).

EHEC kan däremot leda till HUS, särskilt hos barn, vilket gör den till en av de mest allvarliga livsmedelsburna patogenerna (Welinder-Olsson & Kaijser 2005). *L. monocytogenes* kan orsaka sepsis och meningit hos riskgrupper och har en dödlighet på upp till 20–30 %, vilket gör den unik i sin allvarlighetsgrad (Koopmans et al. 2023; Livsmedelsverket 2025). *B. cereus* orsakar oftast milda symtom, men kan i vissa fall ge upphov till allvarliga infektioner utanför mag–tarmkanalen (Bottone 2010). Hos framför allt personer med nedsatt immunförsvar kan en *Salmonella*- eller *Campylobacter*-infektion också utvecklas till ett allvarligare sjukdomstillstånd och leda till infektioner utanför tarmen, såsom bakteriemi (Pandey & Goud 2021; Tham & Danielsson-Tham 2013). Dessa skillnader understryker vikten av att anpassa riskhanteringsstrategier efter varje bakteries specifika patogenes.

Sjukdomsbördan kan dessutom inte enbart förstås utifrån förekomst. *L. monocytogenes* och EHEC orsakar relativt färre fall jämfört med exempelvis *Campylobacter* och *Salmonella*, men är förknippade med allvarligare kliniska förlopp, högre dödlighet och risk för livshotande komplikationer (Folkhälsomyndigheten u.å.c; Koopmans et al. 2023). Detta tydliggör att riskvärdering inom livsmedelssäkerhet måste väga samman både sannolikhet och konsekvens, snarare än att enbart fokusera på antal rapporterade fall. Sambandet mellan rapporterad förekomst och potentiell konsekvens för människors hälsa illustreras i Figur 12. Figuren ger en översiktlig jämförelse av de studerade bakteriernas relativa betydelse ur ett livsmedelssäkerhetsperspektiv.



Figur 12. Illustrativ riskmatris för de studerade bakterierna baserad på rapporterad förekomst och potentiell konsekvens för människors hälsa. Figuren är författarnas egen sammanställning utifrån resultaten i litteraturstudien och utgör inte en kvantitativ riskanalys.

Ur ett sammanfattande riskperspektiv framstår vissa livsmedel och situationer som särskilt betydelsefulla för bakteriell kontamination. Hög risk är kopplad till rått eller otillräckligt tillagat kött, särskilt kyckling och nötkött, opastöriserad mjölk, kylförvarade ätfärdiga produkter, vakuumförpackad fisk samt råa grönsaker som kan ha kontaminerats via vatten, jord eller hantering (Adams et al. 2016; Chlebicz & Śliżewska 2018; Letchumanan et al. 2018). Dessa livsmedel är särskilt betydelsefulla eftersom de antingen ofta fungerar som bärare av patogena bakterier eller konsumeras utan en värmebehandling som kan minska

bakteriehalten (Adams et al. 2016; Livsmedelsverket u.å.a; Livsmedelsverket u.å.b).

Även hanteringssituationen har stor betydelse för risknivån. Bristande hygien, korskontaminering, otillräcklig upphettning, långsam nedkylning, bruten kylkedja, felaktig temperaturkontroll och omfattande manuell hantering av känsliga livsmedel framstår som återkommande risksituationer i litteraturen (Alter et al. 2021; Ebert 2018 Livsmedelsverket 2023).

Sammantaget visar resultaten att universella förebyggande åtgärder är otillräckliga. Effektiv riskhantering kräver istället ett patogenspecifikt angreppssätt, samtidigt som vissa grundläggande principer – såsom hygien, temperaturkontroll och utbildning av personer som hanterar livsmedel – är gemensamma för samtliga bakterier.

För att kunna bedriva en riskbaserad offentlig livsmedelskontroll behöver kontrollpersonalen kunna identifiera och bedöma relevanta mikrobiologiska risker utifrån verksamhetens förutsättningar. Det förutsätter kunskap om relevanta livsmedelsburna bakterier, deras egenskaper och smittvägar samt vilka åtgärder som är betydelsefulla för att förebygga och begränsa riskerna (Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2017/625, artikel 9; Livsmedelsverket 2024). Livsmedelskontrollen omfattar bland annat dokumentgranskning, intervjuer och observationer, medan flera av de studerade bakterierna kan förekomma utan synliga tecken i livsmedel eller produktionsmiljöer. Detta ställer krav på att kontrollpersonalen har tillräcklig kunskap för att identifiera relevanta riskfaktorer och bedöma företagets förebyggande åtgärder (Livsmedelsverket 2024).

Sammantaget kan den kunskap som sammanställts i rapporten bidra till mer träffsäkra riskbedömningar genom att den beskriver några av de viktigaste patogenerna i livsmedelskedjan, hur de kan spridas och vilka förebyggande åtgärder som är relevanta. Sammanställningen kan även användas av livsmedelsföretagare som ett kunskapsunderlag vid utformning och anpassning av HACCP-baserade rutiner i enlighet med artikel 5 i förordning (EG) nr 852/2004. Genom att tydliggöra sambandet mellan bakteriernas egenskaper, verksamhetens processer och relevanta förebyggande åtgärder kan sammanställningen bidra till att underlätta identifiering och hantering av mikrobiologiska faror och därigenom stödja arbetet med att förebygga livsmedelsburna sjukdomar.

4.1. Sammanfattande diskussion och syntes

Livsmedelsburna bakterier utgör en komplex utmaning där biologiska egenskaper, produktionsmiljöer, hygienrutiner och livsmedelshantering samverkar. Ett effektivt förebyggande arbete kräver därför ett helhetsperspektiv i linje med One Health, där åtgärder omfattar hela livsmedelskedjan – från djurhållning och råvaruproduktion till hantering och konsumtion (Galán Relaño et al. 2023). Litteraturstudien visar att de mest framgångsrika livsmedelssäkerhetsstrategierna bygger på just detta breda angreppssätt, där insatser behöver utformas både generellt och patogenspecifikt för att effektivt förebygga matförgiftningar.

För Salmonella, Campylobacter och EHEC är åtgärder i primärproduktionen för att minska förekomsten hos djur avgörande, eftersom dessa bakterier ofta har sina viktigaste reservoarer hos djur. En viktig del i detta är även kvalitetssäkring av bevattningsvatten, eftersom förorenat vatten kan sprida smittämnen till både grödor och miljö (Abd El-Hack et al. 2021; Zizza et al. 2025; Torres et al. 2018).

För L. monocytogenes krävs rigorös rengöring och övervakning av produktionsmiljöer, särskilt i kylrum (Anupama et al. 2025). För Staphylococcus aureus är personalhygien och korrekt temperaturkontroll avgörande för att förhindra toxinbildning (Ebert 2018). För B. cereus är snabb nedkylning och korrekt varmhållning centrala åtgärder (Livsmedelsverket 2023).

Sammantaget visar resultaten att ingen enskild åtgärd är tillräcklig för att säkerställa livsmedelssäkerhet. I stället krävs ett systematiskt arbete genom hela livsmedelskedjan där hygien, rengöring, korrekt temperaturkontroll och säkra produktionsrutiner kombineras med åtgärder anpassade till olika bakteriers överlevnads- och spridningsstrategier (Bintsis 2017; Galán-Relaño et al. 2023; Myintzaw et al. 2023).

5. Slutsats

Denna litteraturstudie visar att bakteriell matförgiftning ofta är kopplad till bristande hygien, korskontaminering och felaktig temperaturkontroll av livsmedel. Särskilt betydelsefulla risklivsmedel är rått eller otillräckligt tillagat kött, opastöriserad mjölk, kylförvarade ätfärdiga produkter samt råa grönsaker som kan ha kontaminerats under produktion eller hantering.

Studien visar också att de mest effektiva strategierna för att förebygga matförgiftningar är god personlig hygien, noggrann rengöring, separering av råa och färdiga livsmedel, korrekt upphettning, snabb nedkylning, säker kylförvaring samt ett systematiskt förebyggande arbete genom hela livsmedelskedjan. Effektivt förebyggande kräver flera samverkande åtgärder som anpassas efter bakteriernas olika egenskaper och smittvägar.

Litteraturstudien kan stödja kontrollpersonal i riskbaserade prioriteringar och bedömningar av företagens förebyggande åtgärder. Den kan även hjälpa livsmedelsföretagare att identifiera och hantera mikrobiologiska faror när de utvecklar specifika HACCP för sin produktion. Tillämpningen behöver dock anpassas till den enskilda verksamhetens förutsättningar och risker, beroende på vilka livsmedel som företaget tillverkar.

Referenser

Abd El-Hack, M.E., El-Saadony, M.T., Shehata, A.M., Arif, M., Paswan, V.K., Batiha, G.E., Khafaga, A.F. & Elbestawy, A.R. (2021). Approaches to prevent and control *Campylobacter* spp. colonization in broiler chickens: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28. 4989–5004. https://doi.org/10.1007/s11356-020-11747-3

Abdelaziz, M.N.S., Zayda, M.G., Maung, A.T., El-Telbany, M., Mohammadi, T.N., Lwin, S.Z.C., Linn, K.Z., Wang, C., Yuan, L., Masuda, Y., Honjoh, K. & Miyamoto, T. (2024). Genetic Characterization, Antibiotic Resistance, and Virulence Genes Profiling of *Bacillus cereus* Strains from Various Foods in Japan. *Antibiotics*. 13(8), 774. https://doi.org/10.3390/antibiotics13080774

Abdul, M.-E. & Pavoni, E. (2025). *Bacillus cereus* in food safety: a bibliometric analysis. *Frontiers in Microbiology*. 16, 1574802. https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1574802

Adams, M.R., Moss, M.O. & McClure, P.J. (2016). Bacterial agents of foodborne illness. I: Adams, M.R., Moss, M.O. & McClure, P.J. (red.), *Food Microbiology*, 4:e uppl.171–259. Cambridge: Royal Society of Chemistry.

Alter, T. (2016). Prevention and mitigation strategies for *Campylobacter* with focus on poultry production. I: Klein,G (red.), *Campylobacter: features, detection, and prevention of foodborne disease*. 111–129. Academic Press. ISBN 9780128036495. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803623-5.00006-X

Alter, T., Reich, F. & Backert, S. (2021). Management strategies for prevention of *Campylobacter* infections through the poultry food chain: A European perspective. I: Backert, S. (red.) *Fighting Campylobacter Infections*. Springer, 79–102. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65481-8_4

Anupama, A., Pattapulavar, V. & Christopher, J.G. (2025). The past, present, future of *Listeria monocytogenes*: Understanding the molecular pathways, antibiotic resistance and public health implications. *Medicine in Microecology*. 25, 100127. https://doi.org/10.1016/j.medmic.2025.100127

Archer, J. & Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2016). *Listeria monocytogenes.* [Bild]. https://wwwn.cdc.gov/phil/Details.aspx?pid=21917 [2026-04-22]

Backert, S., Tegtmeyer, N., Ó Cróinín, T., Boehm, M. & Heimesaat, M.M. (2016). Human campylobacteriosis. I: Klein, G. (red.), *Campylobacter: features, detection, and prevention of foodborne disease*. Academic Press s. 1-25. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803623-5.00001-0

Barbosa, J.B. (2025). Microbial contamination and food safety (Volume I). *Biology*, *14*(1), p. 59. https://doi.org/10.3390/biology14010059

Barnett Foster, D. (2013). Modulation of the enterohemorrhagic E. coli virulence program through the human gastrointestinal tract. *Virulence*, 4 (4), 315–323. https://doi.org/10.4161/viru.24318

Basavaraju, M. & Gunashree, B.S. (2022). Escherichia coli: An Overview of Main Characteristics. I: Erjavec, M.S. (red.) *Escherichia coli—Old and New Insights*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.105508

Bintsis, T. (2017). Foodborne pathogens. *AIMS microbiology*, 3 (3), 529–563. https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.3.529

Bottone, E.J. (2010). *Bacillus cereus*, a Volatile Human Pathogen. *Clinical Microbiology Reviews*, 23 (2), 382–398. https://doi.org/10.1128/CMR.00073-09

Bush, L.M. & Vazquez-Pertejo, M.T. (2024). Infection by Escherichia coli O157:H7 and other enterohemorrhagic E. coli (EHEC). MSD Manuals Professional Edition. https://www.msdmanuals.com/professional/infectious-diseases/gram-negative-bacilli/infection-by-escherichia-coli-o157-h7-and-other-enterohemorrhagic-e-coli-ehec [2026-04-13]

Chávez-Almanza, A.F., López-Cervantes, J., Cantú-Soto, E.U., Sánchez-Machado, D.I. & Campas-Baypoli, O.N. (2017). PCR assay for detection of Staphylococcus aureus in fresh lettuce (*Lactuca sativa*). I: Enany, S & Crotty Alexander, L.E. (red.), *Frontiers in Staphylococcus aureus*. Rijeka: IntechOpen. https://doi.org/10.5772/65559

Chlebicz, A. & Śliżewska, K. (2018). Campylobacteriosis, salmonellosis, yersiniosis, and listeriosis as zoonotic foodborne diseases: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(5), 863. https://doi.org/10.3390/ijerph15050863

Coburn, B., Grassl, G.A. & Finlay, B.B. (2007). Salmonella, the host and disease: a brief review. *Immunology and Cell Biology*, *85*, 112–118. https://doi.org/10.1038/sj.icb.7100007

Costa, D. & Iraola, G. (2019). Pathogenomics of emerging *Campylobacter* species. *Clinical Microbiology Reviews*, *32*(4), e00072-18. https://doi.org/10.1128/CMR.00072-18

Cummings, P.L., Sorvillo, F. & Kuo, T. (2012). The burden of salmonellosis in the United States. I: B.S.M. Mahmoud (red.), *Salmonella – A Dangerous Foodborne Pathogen*. Rijeka: InTechOpen. https://doi.org/10.5772/28019

Danielsson-Tham, M-L. (2013). Staphylococcal food poisoning. I: W. Tham & M-L. Danielsson-Tham (red.), *Food Associated Pathogens*. Taylor & Francis Group, s. 129–146. https://doi.org/10.1201/b15475-16

Dietrich, R., Jessberger, N., Ehling-Schulz, M., Märtlbauer, E. & Granum, P.E. (2021). The Food Poisoning Toxins of *Bacillus cereus*. *Toxins*, 13 (2), 98. https://doi.org/10.3390/toxins13020098

Dindar Demiray, E.K. & Sayar, B. (2024). Salmonella disease with a health management perspective. I: Huang, C (red.) *Salmonella: Current Trends and Perspectives in Detection and Control*. 3-19. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.1005026

Disson, O., Charlier, C., Pérot, P., Leclercq, A., Nir Paz, R., Kathariou, S., Tsai, Y.-H. & Lecuit, M. (2025). Listeriosis. *Nature Reviews Disease Primers*. 11, 71. https://doi.org/10.1038/s41572-025-00654-x

Ebert, M., 2018. Hygiene principles to avoid contamination/cross-contamination in the kitchen and during food processing. I: Fetsch, A. (red.) *Staphylococcus aureus*. Academic Press/Elsevier, s. 217–234. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809671-0.00011-5

EFSA and ECDC (2018) *The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2017*. *EFSA Journal*, 16(12), e05500. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500

EFSA & ECDC (2025). *The European Union One Health 2024 Zoonoses Report*. European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control. https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/european-union-one-health-2024-zoonoses-report [2026-04-16]

Ehuwa, O., Jaiswal, A.K. & Jaiswal, S. (2021). *Salmonella*, food safety and food handling practices. *Foods*, 10(5), 907. https://doi.org/10.3390/foods10050907

Enache, E., Podolak, R., Kataoka, A. & Harris, L.J. (2017)**.** Persistence of *Salmonella* and other bacterial pathogens in low-moisture foods. I: Podolak, R. & Black, D.G. (red.), *Control of Salmonella and Other Bacterial Pathogens in Low-Moisture Foods*, 67–86. United Kingdom: John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119071051.ch4

Eppinger, M. & Cebula, T.A. (2015). Future perspectives, applications and challenges of genomic epidemiology studies for food-borne pathogens: A case study of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) of the O157 serotype. *Gut Microbes*. 6(3), 194–201. https://doi.org/10.4161/19490976.2014.969979

Erjavec, M.S. (2019). Introductory chapter: The versatile *Escherichia coli*. I: Erjavec, M.S. (red.) *The Universe of Escherichia coli*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.68841

El-Ashram, S., He, C., Tellez-Isaias, G., Petrone-Garcia, V.M., Karama, M., Cenci-Goga, B., Grispoldi, L., Alajmi, R. & Alouffi, A.S. (2022) 'Introductory Chapter: The Significance of Campylobacter as Foodborne Pathogen', I: Tellez-Isaias, G. & El-Ashram, S. (red.) *Campylobacter*. London: IntechOpen. 1–17. http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.102673.

European Food Safety Authority (2016). Risks for public health related to the presence of *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. including *Bacillus thuringiensis* in foodstuffs. *EFSA Journal*, 14(7), 4524. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4524

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2017/625 av den 15 mars 2017 om offentlig kontroll och annan offentlig verksamhet för att säkerställa tillämpningen av livsmedels- och foderlagstiftningen och av bestämmelser om djurs hälsa och djurskydd, växtskydd och växtskyddsmedel samt om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 999/2001, (EG) nr 396/2005, (EG) nr 1069/2009, (EG) nr 1107/2009, (EU) nr 1151/2012, (EU) nr 652/2014, (EU) 2016/429 och (EU) 2016/2031, rådets förordningar (EG) nr 1/2005 och (EG) nr 1099/2009 och rådets direktiv 98/58/EG, 1999/74/EG, 2007/43/EG, 2008/119/EG och 2008/120/EG och om upphävande av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 854/2004 och (EG) nr 882/2004, rådets direktiv 89/608/EEG, 89/662/EEG, 90/425/EEG, 91/496/EEG, 96/23/EG, 96/93/EG och 97/78/EG samt rådets beslut 92/438/EEG (förordningen om offentlig kontroll) (EUT L 95, 7.4.2017, s. 1–142). http://data.europa.eu/eli/reg/2017/625/oj

Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 852/2004 av den 29 april 2004 om livsmedelshygien (EUT L 139, 30.4.2004, s. 1–54). http://data.europa.eu/eli/reg/2004/852/oj

Folkhälsomyndigheten (2025a). *Sjukdomsinformation om livsmedelsburen Bacillus cereus-förgiftning.* https://www.folkhalsomyndigheten.se/vara-amnesomraden/smittsamma-sjukdomar/smittsam-sjukdom/sjukdomsinformation-om-livsmedelsburen-bacillus-cereus-forgiftning/ [2026-04-20]

Folkhälsomyndigheten (2025b). *Sjukdomsinformation om listeriainfektion.* https://www.folkhalsomyndigheten.se/vara-amnesomraden/smittsamma-sjukdomar/smittsam-sjukdom/sjukdomsinformation-om-listeriainfektion/ [2026-04-27]

Folkhälsomyndigheten (u.å.a). *Campylobacter-bakterie (pressbild, högupplöst).* https://www.folkhalsomyndigheten.se/globalassets/nyheter-press/pressbilder/bakterie-campylobacter-high-resolution.jpg [2026-04-19]

Folkhälsomyndigheten (u.å.b). *Campylobacterinfektion – statistik.* https://www.folkhalsomyndigheten.se/statistik-och-data/hitta-statistik-och-data/campylobacterinfektion-statistik/?tab=tab-report [2026-04-26]

Folkhälsomyndigheten (u.å.c). *Enterohemorragisk E. coli-infektion – statistik.* https://www.folkhalsomyndigheten.se/statistik-och-data/hitta-statistik-och-data/enterohemorragisk-e-coli-infektion-statistik/ [2026-04-13]

Folkhälsomyndigheten (u.å.d). *Listeriainfektion – statistik.* https://www.folkhalsomyndigheten.se/statistik-och-data/hitta-statistik-och-data/listeriainfektion-statistik/ [2026-04-27]

Folkhälsomyndigheten (u.å.e). *Salmonella-bakterie, delad cell (pressbild, högupplöst)*. https://www.folkhalsomyndigheten.se/globalassets/nyheter-press/pressbilder/bakterie-salmonella-delad-cell-high-resolution.jpg [2026-04-19]

Folkhälsomyndigheten (u.å.f). *Salmonellainfektion – statistik.* https://www.folkhalsomyndigheten.se/statistik-och-data/hitta-statistik-och-data/salmonellainfektion-statistik/?tab=tab-report [2026-04-25]

Folkhälsomyndigheten (u.å.g). *Stafylokocker (pressbild, hög upplösning).* https://www.folkhalsomyndigheten.se/globalassets/nyheter-press/pressbilder/bakterie-stafylokocker-high-resolution.jpg [2026-04-19]

Galán-Relaño, Á., Valero Díaz, A., Huerta Lorenzo, B., Gómez-Gascón, L., Mena Rodríguez, M.Á., Carrasco Jiménez, E., Pérez Rodríguez, F. & Astorga Márquez, R.J. (2023). *Salmonella* and salmonellosis: An update on public health implications and control strategies. *Animals*, 13(23), 3666. https://doi.org/10.3390/ani13233666

Giaccone, V., Catellani, P. & Alberghini, L. (2012) 'Food as cause of human salmonellosis', in Mahmoud, B.S.M. (ed.) *Salmonella – A Dangerous Foodborne Pathogen*. Rijeka: InTechOpen. https://doi.org/10.5772/1308

Gómez-Aldapa, C.A., Torres-Vitela, M.R., Villarruel-López, A. & Castro-Rosas, J. (2012). *The Role of Foods in Salmonella Infections*. In: Mahmoud, B.S.M. (ed.) *Salmonella – A Dangerous Foodborne Pathogen*. Rijeka: InTechOpen. https://doi.org/10.5772/1308

Gnanamani, A., Hariharan, P. & Paul-Satyaseela, M. (2017). *Staphylococcus aureus*: Overview of bacteriology, clinical diseases, epidemiology, antibiotic resistance and therapeutic approach. I: S. Enany & L.E. Crotty Alexander (red.), *Frontiers in Staphylococcus aureus*. Rijeka: IntechOpen. https://doi.org/10.5772/67338

Grace, D. & Fetsch, A. (2018). *Staphylococcus aureus*—A foodborne pathogen: epidemiology, detection, characterization, prevention, and control: an overview. I: Fetsch, A. (ed.) *Staphylococcus aureus*. Academic Press. 3–10. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809671-0.00001-2

Griffiths, M.W. & Schraft, H. (2017). Bacillus cereus food poisoning. I: Dodd, C.E.R., Aldsworth, T., Stein, R.A., Cliver, D.O. & Riemann, H.P. (red.) *Foodborne Diseases*. 3 uppl. Academic Press, s. 395–405. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385007-2.00020-6

Haney Carr, J. & Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2006). Escherichia coli O157:H7 (SEM-bild). [Bild]. https://wwwn.cdc.gov/phil/Details.aspx?pid=10066 [2026-04-13]

He, Y., Jia, Q., Cai, K., Xu, S., Li, H., Xie, Q., Qiu, Y., Zhang, L. & Jiao, X. (2025). The global, regional, and national burden of invasive non-typhoidal *Salmonella* (iNTS): An analysis from the Global Burden of Disease Study 1990–2021. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 19(4), e0012960. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012960

Hennekinne, J-A. (2018). *Staphylococcus aureus* as a leading cause of foodborne outbreaks worldwide. I: Fetsch, A. & Johler, S. (red.) *Staphylococcus aureus*. Academic Press, s. 129–146. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809671-0.00007-3

Kirti, N., Krishna, S.S. & Shukla, D. (2024). Salmonella infections: an update, detection and control strategies. I: Huang,C (red.), *Salmonella: Current Trends and Perspectives in Detection and Control*. 71-95.IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.1005026

Jordbruksverket (u.å). *Salmonella*. https://jordbruksverket.se/djur/djurskydd-smittskydd-djurhalsa-och-folkhalsa/aktuellt-lage-for-smittsamma-djursjukdomar/salmonella [2026-05-28]

Joseph, J., Narayanan, V.M. & Kalyanikutty, S. (2024). Survival Pattern of Enterohemorrhagic Escherichia coli Strain (CDC05) in Sterile Ground Beef Medium Under Different Physicochemical Conditions. *Food and Nutrition Journal. 13(1).* https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.13.1.29

Kaakoush, N.O., Castaño-Rodríguez, N., Mitchell, H.M. & Man, S.M. (2015). Global epidemiology of *Campylobacter* infection. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 687–720. https://doi.org/10.1128/CMR.00006-15

Khaitsa, M.L. & Doetkott, D. (2012) 'Antimicrobial drug resistance and molecular characterization of *Salmonella* isolated from domestic animals, humans and meat products', in Mahmoud, B.S.M. (ed.) *Salmonella – A Dangerous Foodborne Pathogen*. Rijeka: InTechOpen. https://doi.org/10.5772/28240

Koopmans, M.M., Brouwer, M.C., Vázquez-Boland, J.A. & van de Beek, D. (2023). Human Listeriosis. *Clinical microbiology reviews*, 36 (1), e0006019. https://doi.org/10.1128/cmr.00060-19

Letchumanan, V., Wong, P.-C., Goh, B.-H., Ming, L.C., Pusparajah, P., Wong, S.H., Ab Mutalib, N.-S. & Lee, L.-H. (2018). A review on the characteristics, taxonomy and prevalence of *Listeria monocytogenes*. *Progress in Microbes and Molecular Biology*, 1 (1). https://doi.org/10.36877/pmmb.a0000007

Livsmedelsverket (2023). *Bacillus cereus – provtagning.* https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/156/bacillus-cereus-provtagning [2026-04-21]

Livsmedelsverket (2023a). Mikrobiologiska faror och indikatororganismer. https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/201/mikrobiologiska-faror-och-indikatororganismer [2026-09-21]

Livsmedelsverket (2024). *Kontroll av mikrobiologiska hälsorisker.* https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/113/kontroll-av-mikrobiologiska-halsorisker [2026-09-21]

Livsmedelsverket (2025). *Analys av rapporterade matförgiftningar i Sverige 2019–2023.* (L 2025 nr 03). Livsmedelsverket, Uppsala. https://www.livsmedelsverket.se/49a688/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2025/l-2025-03-analys-av-rapporterade-matforgiftningar-i-sverige.pdf [2026-04-16] .

Livsmedelsverket (u.å.a). *Campylobacter.* https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-parasiter-och-mogelsvampar1/bakterier/campylobacter/ [2026-04-10]

Livsmedelsverket (u.å.b). *Enterohemorragisk E. coli (EHEC).* https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-parasiter-och-mogelsvampar1/bakterier/enterohemorragisk-e.-coli-ehec [2026-04-01]

Livsmedelsverket (u.å.c). *Listeria monocytogenes.* https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-parasiter-och-mogelsvampar1/bakterier/listeria-monocytogenes/ [2026-04-27]

Livsmedelsverket (u.å.d). *Salmonella.* https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-parasiter-och-mogelsvampar1/bakterier/salmonella/ [2026-03-27]

Livsmedelsverket (u.å.e). *Staphylococcus aureus.* https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-parasiter-och-mogelsvampar1/bakterier/staphylococcus-aureus/ [2026-04-20]

Livsmedelsverket (u.å.f). *Stafylokocker och stafylokockenterotoxin – provtagning.* https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/177/stafylokocker-och-stafylokockenterotoxin-provtagning [2026-05-09]

Majowicz, S.E., Scallan, E., Jones-Bitton, A., Sargeant, J.M., Stapleton, J., Angulo, F.J., Yeung, D.H. & Kirk, M.D. (2014). Global Incidence of Human Shiga Toxin–Producing Escherichia coli Infections and Deaths: A Systematic Review and Knowledge Synthesis. Foodborne pathogens and disease, 11 (6), 447–455.https://doi.org/10.1089/fpd.2013.1704

Majumder, H. (2022). A brief history of *Listeria* species, increasing trend of foodborne listeriosis in ready-to-eat food and their interaction with antibiotics and possible control measures. *Acta Scientific Microbiology*. https://doi.org/10.31080/ASMI.2022.05.0996

Meng, J., LeJeune, J.T., Zhao, T. & Doyle, M.P. (2012). Enterohemorrhagic *Escherichia coli*. I: Doyle, M.P. & Buchanan, R.L. (red.) *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. 4 uppl. Washington, DC: ASM Press, s. 287–309. https://doi.org/10.1128/9781555818463.ch12

Mkangara, M. (2023). Prevention and control of human *Salmonella enterica* infections: An implication in food safety. *International Journal of Food Science*, 2023, Article ID 8899596. https://doi.org/10.1155/2023/8899596

Moore, J.E., Corcoran, D., Dooley, J.S.G., Fanning, S., Lucey, B., Matsuda, M., McDowell, D.A., Mégraud, F., Millar, B.C., O'Mahony, R., O'Riordan, L., O'Rourke, M., Rao, J.R., Rooney, P.J., Sails, A. & Whyte, P. (2005). *Campylobacter*. *Veterinary Research*, 36, 351–382. https://doi.org/10.1051/vetres:2005012

Myintzaw, P., Jaiswal, A.K. & Jaiswal, S., 2023. A Review on Campylobacteriosis Associated with Poultry Meat Consumption. *Food Reviews International*, 39(4), pp.2107–2121. https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1942487

Nemati, A., Dadvar, A., Eppinger, M., Karimpour, Z., Saberi Kakhki, S., Sabeti Moghaddam Sabzevar, A., Badouei, M.A., Gigliucci, F., Santos, L.Fd., Nakamura, K., et al. (2025). Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* (STEC) in Developing Countries: A 10-Year Review with Global Perspective. *Microorganisms*, 13(7), 1529. https://doi.org/10.3390/microorganisms13071529

Newell, D.G., Mughini-Gras, L., Kalupahana, R.S. & Wagenaar, J.A. (2017). *Campylobacter* epidemiology—sources and routes of transmission for human infection. I: G. Klein, G (red.), *Campylobacter: Features, Detection, and Prevention of Foodborne Disease*. Academic Press, 85–110. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803623-5.00005-8

Ngulukun, S.S. (2017). Taxonomy and physiological characteristics of *Campylobacter* spp. I: Klein, G (red.), *Campylobacter: Features, Detection, and Prevention of Foodborne Disease*, 41–60. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803623-5.00003-4

Giaccone, V., Catellani, P. & Alberghini, L. (2012). Food as Cause of Human Salmonellosis. I: Mahmoud, B.S.M. (red.) *Salmonella – A Dangerous Foodborne Pathogen*. Rijeka: InTechOpen. https://doi.org/10.5772/30474

Olsson Engvall, E. (2013). Campylobacter. I: Tham, W. & Danielsson-Tham, M.-L. (red.) *Food Associated Pathogens*. Taylor & Francis Group. http://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=1375221 [2026-04-01]

Oludairo, O.O., Kwaga, J.K.P., Kabir, J., Abdu, P.A., Gitanjali, A., Perrets, A., Cibin, V., Lettini, A.A. & Aiyedun, J.O. (2022). A review on *Salmonella* characteristics, taxonomy, nomenclature with special reference to non-typhoidal and typhoidal salmonellosis. *Zagazig Veterinary Journal*, *50*(2), 161–176. https://doi.org/10.21608/zvjz.2022.137946.1179

Pandey, M. & Goud, E.S.K. (2021) 'Non-typhoidal salmonellosis: A major concern for poultry industry', I: Lamas, A., Regal, P. & Franco, C. (red.) *Salmonella spp: A Global Challenge*. London: IntechOpen 76–80. https://www.intechopen.com/books/10331

Rahnama, H., Azari, R., Yousefi, M.H., Berizi, E., Mazloomi, S.M., Hosseinzadeh, S., Derakhshan, Z., Ferrante, M. & Conti, G.O. (2023). A systematic review and meta-

analysis of the prevalence of *Bacillus cereus* in foods. *Food Control*, 143. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109250

Ricke, S.C., Rivera Calo, J. & Kaldhone, P. (2015). Salmonella control in food production: Current issues and perspectives in the United States. I: Ricke, S.C., Donaldson, J.R. & Phillips, C.A. (red.) *Food Safety: Emerging Issues, Technologies and Systems*. Oxford: Academic Press. 107–133. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800245-2.00007-1

Rosengren, Å. (2017). *Inaktivering av bakterier, parasiter och virus: Riskhanteringsrapport*. (Livsmedelsverkets rapportserie nr 3/2017). Livsmedelsverket.https://www.livsmedelsverket.se/om-oss/publikationer/artiklar/2017/2017-nr-03-inaktivering-av-bakterier-parasiter-och-virus/ [2026-06-02]

Rosengren, Å. (2017 a). *Tillväxt av bakterier under avsvalning, förvaring och upptining: riskhanteringsrapport*. (Livsmedelsverkets rapportserie L 2017 nr 02 del1). Livsmedelsverket. https://www.livsmedelsverket.se/4a7577/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2017/riskhanteringsrapport-tillvaxt-av-bakterier-vid-avsvalning-forvaring-och-upptining-livsmedelsverkets-rapportserie-2-2017-del-1.pdf [2026-05-26]

Ruiz, N. & Silhavy, T.J. (2022). How Escherichia coli Became the Flagship Bacterium of Molecular Biology. *Journal of Bacteriology.* 204(9), e00230-22. https://doi.org/10.1128/jb.00230-22

Shafi, Z., Shahid, M. & Singh, R. (2026). Food-borne bacterial pathogens: emerging approaches in detection and prevention. *Archives of Microbiology*, *208*, 109. https://doi.org/10.1007/s00203-025-04675-8

Skarp, C.P.A., Hänninen, M-L. & Rautelin, H.I.K. (2016). Campylobacteriosis: the role of poultry meat. *Clinical Microbiology and Infection*, *22*, 103–109. https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.11.019

Statens veterinärmedicinska anstalt (u.å.). *Enterohemorragisk E. coli (EHEC).* https://www.sva.se/djurhaelsa/djursjukdomar-a-oe/sjukdomar/enterohemorragisk-ecoli-ehec/ [2026-04-07]

Tallent, S.M. & Sheehan, J.F. (2018). Mitigation strategies to combat *Staphylococcus aureus* in the food chain: international food standards, guidelines, and codes of practice. I: Fetsch, A (red.) *Staphylococcus aureus*. Academic Press (Elsevier). 257–292. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809671-0.00013-9

Tambe, Y. (2006). *Bacillus cereus Gram stain.* [Bild]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bacillus_cereus_Gram.jpg [2026-04-16] CC BY-SA 3.0

Torres, A. G., Amaral, M. M., Bentancor, L., Galli, L., Goldstein, J., Krüger, A., & Rojas-Lopez, M. (2018). Recent Advances in Shiga Toxin-Producing Escherichia coli Research in Latin America. Microorganisms, 6(4), 100. https://doi.org/10.3390/microorganisms6040100

VetBact (u.å.a). *Bacillus cereus.* https://www.vetbact.org/ [2026-04-16]

VetBact (u.å.b). *Campylobacter coli.* https://www.vetbact.org/index.php?artid=109&vbsearchstring=Campylobacter%20coli [2026-04-18]

VetBact (u.å.c). *Campylobacter jejuni subsp. doylei.* https://www.vetbact.org/index.php?artid=246&vbsearchstring=campylobacter [2026-04-18]

VetBact (u.å.d). *Escherichia coli (EHEC).* https://www.vetbact.org/index.php?artid=68 [2026-04-16]

VetBact (u.å.e). *Listeria monocytogenes.* https://www.vetbact.org/?artid=13 [2026-04-22]

VetBact (u.å.f). *Salmonella* spp. https://www.vetbact.org/index.php?artid=210&vbsearchstring=salmonella [2026-04-18]

VetBact (u.å.g). *Staphylococcus aureus subsp. aureus.* https://www.vetbact.org/index.php?artid=20&vbsearchstring=Staphylococcus%20aureus [2026-04-18]

Welinder-Olsson, C. & Kaijser, B. (2005). Enterohemorrhagic Escherichia coli (EHEC). *Scandinavian Journal of Infectious Diseases.* 37(6–7), 405–416. https://doi.org/10.1080/00365540510038523

Woh, P.Y. & Ng, C. (2024). *Bacillus cereus* in rice: A review on food poisoning, antimicrobial resistance, and control measures. *Tropical Biomedicine*. 41(3), s. 298–309. https://doi.org/10.47665/tb.41.3.010

World Health Organization (u.å.). Foodborne diseases. https://www.who.int/health-topics/foodborne-diseases/ [2026-09-22].

World Health Organization, (2024). *Food Safety.* https://www.who.int/health-topics/food-safety#tab=tab_1 [Accessed 30 March 2026].

Youssef, D. & Molony, K. (2017). *Staphylococcus aureus* bacteremia in adults. I: Enany, S & Crotty Alexander, L.E (red.), *Frontiers in Staphylococcus aureus*. Rijeka: IntechOpen. https://doi.org/10.5772/66225

Zizza, A., Fallucca, A., Guido, M., Restivo, V., Roveta, M. & Trucchi, C. (2025). Foodborne infections and *Salmonella*: current primary prevention tools and future perspectives. *Vaccines*, *13*, 29. https://doi.org/10.3390/vaccines13010029

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316

Alla författare till arbetet måste kryssa i sitt godkännande. Ta bort eller lägg till rader beroende på antalet författare. Ta bort den här texten när den inte längre behövs.

☒ JA, jag, Erica Birac har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Maryam Habibollahzadeh har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.