Rapport 37/2026

Nofima

Faglig sluttrapport: Kunnskapssammenstilling om bekjempelse *Listeria* i norsk og internasjonal næringsmiddelindustri

Illustrasjon: Nofima

Solveig Langsrud, Annette Fagerlund, Even Heir, Birgitte Moen, Trond Møretrø

Nofima er et ledende matforskningsinstitu tt som driver med forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien. Vi leverer internasjonal anerkjent forskning og løsninger som gir næringslivet konkurransefortrinn langs hele verdikjeden.

«Bærekraftig mat til alle» er vår visjon.

Kontaktinformasjon
Telefon: 77 62 90 00
post@nofima.no
www.nofima.no
NO 989 278 835 MVA

Hovedkontor Tromsø
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø

Stavanger
Måltidets hus
Richard Johnsensgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Sunndalsøra
Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Ås
Osloveien 1
Postboks 210
NO-1433 ÅS

Bergen
Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Rapport

Rapportnummer:	ISBN:	ISSN:
37/2026	978-82-8296-903-1 Klikk for å skrive***-*	1890-579X

Dato:	Antall sider + sider vedlegg:	Prosjektnummer:
17. august 2026	40 + 15	14617

Tittel:
Faglig sluttrapport: Kunnskapssammenstilling om bekjempelse Listeria i norsk og internasjonal næringsmiddelindustri

Title:
Scientific final report: Compilation of knowledge on the control of Listeria in the Norwegian and international food industry

Forfatter(e):
Solveig Langsrud, Annette Fagerlund, Even Heir, Birgitte Moen, Trond Møretrø

Avdeling:
Trygg og holdbar mat

Oppdragsgiver:
FHF

Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:
910113

Stikkord:
Listeria; Mattrygghet; Laks

Sammendrag/anbefalinger:

Listeria monocytogenes er den største felles mattrygghetsutfordringen for sjømatnæringen og flere andre bransjer, og næringen bruker betydelige ressurser på å bekjempe bakterien.. Formålet var å sammenstille metoder og prosedyrer for bekjempelse av Listeria som grunnlag for FHFs videre prioriteringer. Det ble innhentet informasjon om 73 nasjonale og internasjonale prosjekter, og erfaringsbasert kunnskap gjennom intervjuer med 13 eksperter Resultatet er 80 dokumenterte eksempler på reelle Listeria-problemer, med kildesporing, tiltak og utfall. Et gjennomgående funn er at det ikke finnes én enkelt løsning. Nisjer i utstyr og bygningsmasse er den vanligste årsaken til vedvarende problemer, og effekten av vask og desinfeksjon avhenger direkte av hvor grundig utstyret demonteres. De tekniske løsningene for å bekjempe Listeria er ofte kjent, men det avgjørende er mattrygghetskultur, ledelsesforankring og økonomisk evne til gjennomføring. Prosjektet gir næringen en oversikt over tiltak sortert etter dokumentert effekt, samt seks prioriterte forskningsbehov. På sikt kan dette bidra til lavere Listeria-nivåer på norsk laks, færre tilbakekallinger og bedre markedsadgang.

English summary/recommendation:

Listeria monocytogenes is the most significant shared food safety challenge for the seafood industry and several other sectors, and the industry devotes considerable resources to controlling it. The aim was to compile methods and procedures for controlling Listeria as a basis for FHF's further prioritisation. Information was collected on 73 national and international projects, and experience-based knowledge through interviews with 13 experts from seven countries. The result is 80 documented examples of real Listeria problems, covering source tracking, interventions and outcomes. A consistent finding is that no single solution exists. Niches in equipment and building structures are the most common cause of persistent problems, and the effectiveness of cleaning and disinfection depends directly on how thoroughly equipment is dismantled. The technical solutions are often known, but what matters is food safety culture, management commitment and the financial capacity to implement effective solutions.

Forord

Denne raporten er sluttrapport i prosjektet «Kunnskapssammenstilling om bekjempelse listeria i norsk og internasjonal næringsmiddelindustri» finansiert av FHF. Fagsjef Lars L. Lovund var ansvarlig fra FHF.

Arbeidet ble gjennomført av en prosjektgruppe på Nofima, bestående av Solveig Langsrud (prosjektleder), Annette Fagerlund, Even Heir, Birgitte Moen og Trond Møretrø.

Vi vil takke referansegruppen, bestående av Lone Flyvholm, Randi Nordstoga Haldorsen, Elisabeth Hassel Kjønvik, Simon Nesset Økland og Fredrik Håkonsholm for nyttige innspill. Vi vil også takke ekspertgruppen bestående av blant annet Andrea Switt, David Childs, Edward Fox, Jeff Banks, John Holah, Jovana Kovacevic, John Butts, Paula Teixeira og Stein Nicolaisen for å dele sine erfaringer og gode diskusjoner.

Innhold

1	**Sammendrag**	**1**
1.1	Norsk sammendrag	1
1.2	Engelsk sammendrag	1
2	**Ordforklaringer og forkortinger**	**2**
3	**Innledning**	**2**
3.1	Faglig bakgrunn	2
3.2	Mål	3
3.3	Omfang	3
3.4	Organisering	3
4	**Problemstilling og formål**	**3**
4.1	Nytteverdi	3
4.2	Resultatmål	4
5	**Prosjektgjennomføring**	**5**
5.1	Innsamling av resultater og konklusjoner fra nasjonale og internasjonale prosjekter	5
5.2	Innsamling av erfaringsbasert kunnskap	5
5.3	Identifisering av forskningsbehov	6
6	**Oppnådde resultater**	**6**
6.1	Prosjekter for norske laksebedrifter siste 15 år	6
6.2	Viktige *Listeria*-prosjekter nasjonalt og internasjonalt	7
6.3	Praktisk erfaring med *Listeria*-bekjempelse	8
6.4	Viktigste tiltak mot *Listeria*	8
6.4.1	Hindre introduksjon	8
6.4.2	Unngå nisjer	10
6.4.3	Hindre spredning	12
6.4.4	Fjerning og inaktivering av *Listeria* i produksjonsmiljøet	14
6.4.5	Overvåking	16
6.4.6	Dekontaminering og konservering	20
6.5	Forskningsbehov	22
6.5.1	Litteratur	22
6.5.2	Praktiske erfaringer og prosjekter	23
6.5.3	Prioritering forskningsbehov	25
6.6	Kritiske faktorer for implementering	28
6.6.1	Mattrygghetskultur	28
6.6.2	Økonomi	30
6.6.3	Forhold i verdikjeden	30
6.6.4	Regelverk og myndigheter	30
6.6.5	Forbrukeraksept	31
6.6.6	Dokumentasjon av effekt under industrielle forhold	31
6.6.7	Ekstern kompetanse og infrastruktur	32

7 Nytteverdi av prosjektet 33

8 Oppsummering 34

9 Leveranser 35

9.1 Faste leveranser 35

9.2 Andre leveranser 35

10 Referanser 37

Vedlegg 1: Eksempler 41

Vedlegg 2: Prosjekter 50

1 Sammendrag

1.1 Norsk sammendrag

Listeria monocytogenes er den største felles mattrygghetsutfordringen for sjømatnæringen og flere andre bransjer, og næringen bruker betydelige ressurser på å bekjempe bakterien. Mye kunnskap finnes nasjonalt og internasjonalt, men den er spredt og i stor grad ikke offentlig tilgjengelig.

Formålet var å sammenstille metoder og prosedyrer for bekjempelse av *Listeria* som grunnlag for FHFs videre prioriteringer. Prosjektet ble gjennomført av Nofima over ett år med en ramme på 3 mill. NOK. Det ble innhentet informasjon om 73 nasjonale og internasjonale prosjekter, og erfaringsbasert kunnskap gjennom semistrukturerte intervjuer med 13 eksperter fra sju land, etterfulgt av et konsensusmøte om hvilke tiltak som har sikker effekt. Resultatet er 80 dokumenterte eksempler på reelle *Listeria*-problemer, med kildesporing, tiltak og utfall.

Prosjektet gir næringen en oversikt over tiltak sortert etter dokumentert effekt. Et gjennomgående funn er at det ikke finnes én enkelt løsning. Nisjer i utstyr og bygningsmasse er den vanligste årsaken til vedvarende problemer, og effekten av vask og desinfeksjon avhenger direkte av hvor grundig utstyret demonteres. For laks er råvarene en viktig smittekilde i tillegg til husstammer, i motsetning til i kjøtt- og meieriindustrien. De tekniske løsningene for å bekjempe *Listeria* kan være kjent, men det avgjørende er mattrygghetskultur, ledelsesforankring og økonomisk evne til gjennomføring.

Det er identifisert 17 forskningsbehov der fem er prioritert ut fra forskningshøyde og potensiell nytteverdi for laksenæringa. Prioriteringene reflekterer en vridning i forskningsbehov, fra å undersøke og utvikle enkelt-teknologier til mer komplekse prosjekter som gjør industrien i stand til å 1) møte økte krav til dokumentasjon fra kunder og myndigheter 2) jobbe mer effektivt både ut fra et risiko- og kost-nytte-perspektiv 3) utnytte eksisterende erfaringsbasert og forskningsbasert kunnskap. Forskningen kan bidra til lavere *Listeria*-nivåer på norsk laks, færre tilbakekallinger og bedre markedsadgang.

1.2 Engelsk sammendrag

Listeria monocytogenes is the most significant shared food safety challenge for the seafood industry and several other sectors, and the industry devotes considerable resources to controlling it. Substantial knowledge exists nationally and internationally, but it is fragmented and largely unpublished.

The aim was to compile methods and procedures for controlling *Listeria* as a basis for FHF's further prioritisation. The project was carried out by Nofima over one year with a budget of NOK 3 million. Information was collected on 73 national and international projects, and experience-based knowledge through semi-structured interviews with 13 experts from seven countries, followed by a consensus meeting on which measures have established effect. The result is 80 documented examples of real *Listeria* problems, covering source tracking, interventions and outcomes.

The project provides the industry with an overview of measures ranked by documented effect. Niches in equipment and building structures are the most common cause of persistent problems, and the effectiveness of cleaning and disinfection depends directly on how thoroughly equipment is dismantled. For salmon, raw materials are important sources in addition to resident house strains, in contrast to the meat and dairy sectors. The technical solutions are often known, but what matters is food safety culture, management commitment and the financial capacity to implement effective solutions.

Six prioritised research needs were identified. In the longer term, this may contribute to lower Listeria levels in Norwegian salmon, fewer recalls and improved market access.

2 Ordforklaringer og forkortinger

Ord	Forklaring/forkortelse
Listeria monocytogenes	*Listeria*
CIP	"Cleaning-in-place", renhold av lukket system
Kilde/Smittekilde	Opprinnelsestedet for *Listeria* -smitte.. Kan være ekstern (f. eks. jord, vann, råvarer) eller intern (utstyr eller del av produksjonsmiljøet)
Nisje	Et definert område hvor *Listeria* kan gjemme seg og er beskyttet fra rengjøringsprosessen
Reservoar	Populasjon(er) av *Listeria* som vokser og overlever renhold i en nisje
Husstamme	En populasjon av *Listeria* som holder til i en produksjonsbedrift over tid og som består av etterkommere av en klon som er kommet inn i bedriften på et gitt tidspunkt. Populasjonen kan holde til i en eller flere nisjer i bedriften.
Sporadisk stamme	*Listeria* som kommer inn i produksjonsmiljøet og som fjernes ved ordinært renhold.
Persistens	Fenomenet at *Listeria* opptrer som husstammer.
Pervasiv	Har blitt påvist som husstamme i flere bedrifter.
Nullstilling	Periodisk eller situasjonsbestemt renhold der man demonterer utstyr i større grad før vask for å fjerne reservoarer
Overføringspunkt/Vektor	Flate/område som fungerer som en mellomstasjon fra en kilde/reservoar til en produkt.
WGS	Helgenomsekvensering

3 Innledning

3.1 Faglig bakgrunn

Listeria monocytogenes (*Listeria*) er en miljøbakterie som svekker mattryggheten, gir økt matsvinn og truer den økonomiske lønnsomheten til matproduksjon. *Listeria* er en av de dødeligste bakteriene som smitter gjennom mat og er gjenstand for en streng regulering verden over. En europeisk risikovurdering pekte på spiseklare kjøttprodukter (67,5 %) og sjømatprodukter (31,8 %) som viktigste kilder til listeriose (EFSA BIOHAZ Panel et al., 2018). I en risikoanalyse av sporadiske tilfeller ble fisk rangert på topp av risikomat for *Listeria* (Leclercq et al., 2021).

Vitenskapelige undersøkelser av fabrikker med *Listeria* -problemer konkluderer med at de viktigste risikofaktorene er: 1) dårlig hygienisk utforming av utstyr; 2) mangelfull rengjøring og desinfeksjon og 3) utilstrekkelig soneinndeling (Belias et al., 2022; EFSA BIOHAZ Panel et al., 2023). To nylige FHF-prosjekter (Langsrud et al., 2024; Moen et al., 2024) konkluderte med at i tillegg til disse tre faktorene, kan man skille bedrifter med og uten *Listeria*-problemer også ut fra kvaliteten på overvåkingsprogrammet og om de har effektive korrigerende tiltak. 92% av listeriosetilfeller skyldes mat med over 100 000 bakterier/gram og EFSA har beregnet at å stoppe vekst av listeria i produktet frem til konsum kan forhindre 37 % av listeriosetilfellene (EFSA BIOHAZ Panel et al., 2018). Derfor vil tiltak som hindrer vekst av *Listeria* i råvarer og produkter være avgjørende for mattryggheten.

Sjømatnæringen bruker mye ressurser på å forhindre og bekjempe *Listeria* ved norske anlegg. FHF har derfor gjennomført en rekke prosjekter med mål om full kontroll av *Listeria* på norske sjømatprodukter. I tillegg til aktiviteten i regi av FHF, pågår det en betydelig internasjonal FoU-innsats på området. Det er behov for å gjøre en oppsummering av hva som er dokumentert effektiv praksis mot *Listeria* og på hvilke områder man mangler kunnskap.

3.2 Mål

Dette prosjektet er et nytt tiltak for næringen i å komme videre med bekjempelsen av *Listeria* gjennom en kunnskapssammenstilling av metoder og prosedyrer for bekjempelse av *Listeria* i både norsk og internasjonal næringsmiddelindustri.

- Gi en oversikt over og gjennomgå resultater og konklusjoner fra nasjonale og internasjonale forsknings- og innovasjonsprosjekter som beskriver metoder og prosedyrer som kan kontrollere *Listeria*

- Gi en oversikt over og gjennomgå effektive tiltak mot *Listeria*, erfart fra utbruddsoppklaringer og bistand til bedrifter med listeria-problemer nasjonalt og internasjonalt, men som ikke er offentlig tilgjengelig

- Evaluere og sammenstille metoder og prosedyrer som kan kontrollere *Listeria*

Kunnskapen som kommer ut av prosjektet vil danne grunnlag for videre prioriteringer fra FHF sitt arbeid med tematikken i norsk sjømatnæring.

3.3 Omfang

Prosjektet varte i ett år og ble finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering med en ramme på 3 mill NOK.

3.4 Organisering

Nofima var ansvarlig organisasjon for prosjektet. Prosjektet er organisert med en prosjektgruppe ved Nofima, en referansegruppe, en internasjonal ekspertgruppe og en representant fra FHF (Lars Lovund). Prosjektgruppa besto av Solveig Langsrud (leder, seniorforsker) Even Heir (seniorforsker), Annette Fagerlund (seniorforsker), Trond Møretrø (seniorforsker) og Birgitte Moen (seniorforsker), alle ansatt ved Nofima. Referansegruppen besto av Lone Flyvholm, Randi Nordstoga Haldorsen, Elisabeth Hassel Kjønvik, Simon Nesset Økland og Fredrik Håkonsholm. Ekspertgruppen besto av 13 personer med dokumentert over 10 års erfaring med bekjempelse av *Listeria* og besto blant annet av Andrea Switt, David Childs, Edward Fox, Jeff Banks, John Holah, Jovana Kovacevic, John Butts, Paula Teixeira og Stein Nicolaisen.

4 Problemstilling og formål

4.1 Nytteverdi

Listeria er den største felles mattrygghetsutfordringen for en rekke bransjer, inkludert sjømatnæringen. Det brukes derfor betydelige forskningsmidler for å forstå egenskapene til *Listeria*, utbredelse, smitteveier, faktorer som påvirker kontamineringsruter samt teknologier og praksiser for å unngå smitte og oppvekst av *Listeria* i matprodukter. Betydelige ressurser brukes for å bekjempe *Listeria* i matbransjen, og matprodusenter både nasjonalt og internasjonalt sitter på mye kunnskap og erfaring som ikke er offentlig tilgjengelig.

Dette prosjektet hadde som mål gi norsk sjømatnæring:

- En total oversikt over metoder og prosedyrer for å forebygge og bekjempe *Listeria* som benyttes i relevante matnæringer i Norge og utlandet
- En objektiv vurdering av ulike tiltak som kan brukes internt eller overfor leverandører

- Svar på om teknologier som er nye eller anvendt i annen bransje kan gi økt *Listeria* -kontroll og være egnet for bruk i norsk sjømatnæring
- Informasjon om muligheter, begrensninger og kunnskapshull som kan danne grunnlag for prioriteringer rundt implementering og videre tiltak i bekjempelse av *Listeria* i næringen

På lengre sikt kan kunnskapsoversikten gi betydelig næringsnytte i form av reduserte nivåer av listeria på norsk laks og lakseprodukter og dermed bidra til bedre omdømme, økt konkurranse- og bærekraft, færre tilbakekallinger og forbedret markedsadgang for norsk laksenæring. En beregning av økonomiske kostnader og gevinster har indikert at å sette inn *Listeria* -reduserende tiltak ikke bare sparer kostnader for samfunnet, men også totalt sett for bedriftene, men det må bemerkes at studien er gammel (2004), kun for USA og basert på meget usikre tall (Ivanek et al., 2004).

Prosjektet vil bidra til økt mattrygghet og mindre risiko for uønskede hendelser som *Listeria* -utbrudd knyttet til norsk sjømatnæring. Prosjektet kan på sikt gi et grunnlag for mer kostnadseffektive og bærekraftige *Listeria* -forebyggende tiltak i norsk sjømatindustri, både innen havbruk og fiskeri.

Prosjektet vil gi norske laksebedrifter og andre i norsk matbransje muligheten til lære fra og diskutere med noen av de fremste ekspertene på *Listeria*-bekjempelse internasjonalt. Prosjektet vil også bidra til at Nofima styrker sitt internasjonale nettverk og øker sin kompetanse, noe som vil gi oss bedre i stand til å bistå norsk sjømatnæring.

4.2 Resultatmål

Konkrete leveranser i prosjektet:

- Fagrapport 3: Viktigste tiltak for å forebygge og bekjempe *Listeria*
- Fagrapport 4: Hva bør man forske på for å få frem relevante strategier for å unngå *Listeria* på sjømat?
- Faglig sluttrapport til FHF
- Presentasjon på fagdag
- Oppslag om prosjektet i sosiale medier
- Populærvitenskapelig artikkel i fagblad

I tillegg var det to interne leveranser (foreløpige rapporter) samt faste leveranser til FHF (møtereferater, halvårlig rapport og sluttrapport).

5 Prosjektgjennomføring

5.1 Innsamling av resultater og konklusjoner fra nasjonale og internasjonale prosjekter

Det ble samlet offentlig tilgjengelig informasjon om metoder og prosedyrer for å bekjempe *Listeria* fra norske, utenlandske og internasjonale prosjekter gjennom søk i prosjektbaser samt henvisninger i vitenskapelige artikler. For de prosjektene det har blitt publisert vitenskapelige artikler henvises til artiklene, ellers henvises til prosjektrapporter eller oppsummeringer på prosjektsider. En oversikt er vist i Vedlegg 2.

5.2 Innsamling av erfaringsbasert kunnskap

For å frembringe erfaringsbasert kunnskap om håndtering av *Listeria* som ikke er delt offentlig, ble det gjennomført semistrukturerte intervjuer med forskere, industriaktører og konsulenter som har lang erfaring i problemløsing i forbindelse med utbrudd og problemer med husstammer. Tretten eksperter ble intervjuet, hvorav fire ledere fra industrien med lang erfaring i å håndtere *Listeria* , fire forskere som har jobbet i prosjekter for å løse *Listeria* -problemer i utenlandske forskningsprosjekter (USA, Chile, Portugal, Irland, Australia) og fire erfarne eksperter med lang erfaring i å bistå bedrifter ved utbrudd/tilbaketrekking/problemløsing (UK, Sør-Afrika, Ungarn, Norge). Det ble også gjennomført to intervjuer om erfaringer med typing. I tillegg ble upubliserte erfaringer fra prosjektgruppen lagt til.

Semistrukturerte intervjuguider ble utviklet av prosjektgruppen og besto av generelle spørsmål supplert med en mer spesifikk guide til intervjuerne. Følgende spørsmål ble stilt:

1) Can you provide concrete examples from the food processing industry or your company illustrating:
    a) The root cause of problems with *Listeria*
    b) What was required to identify the source or reason
    c) How the issue was resolved (or why it was not resolved)
2) In your opinion, why do some companies struggle more with *Listeria* than others?
3) Considering factors outside the processing company itself that contribute to the widespread challenges with *Listeria*:
    a) What do you see as the most important factors?
    b) What actions would make a real difference, and what would likely be a waste of effort?
4) Thinking about stakeholders outside the processing company that can help factories address *Listeria* issues:
    a) Which stakeholders are most helpful today?
    b) Who could contribute more, and in what way?
5) If you were to suggest 2–3 priority topics for a funding agency to support the industry in preventing or combating *Listeria*, what would you recommend?
6) Are you aware of any relevant projects or initiatives we should contact that may have useful results?

Svarene ble oppsummert og sendt ut for evt opprettinger til respondent. Det ble skrevet en oppsummering av alle intervjuene. Praktiske eksempler ble overført til tabellformat og systematisert ut fra type tiltak. Barrierer for implementering fremkommet fra intervjuene ble inkludert i oppsummeringen.

Deretter ble det arrangert et møte for å fremskaffe en felles enighet om hvilke prosedyrer og metoder som er effektive og hvilke hvor effekten er usikker og oppsummeringen ble oppdatert basert på dette.

Det er gitt etisk godkjenning av prosedyrer for personvern og anonymisering i SIKT.

5.3 Identifisering av forskningsbehov

Forskningsbehovet framkom gjennom analyse av

- Litteratur- og prosjektgjennomgang: Rapporter og publikasjoner fra norske, utenlandske og internasjonale prosjekter og initiativ og FHF-rapporter.
- Ekspertutspørring: Forskningsbehov kommet frem fra intervjuer av 13 inviterte eksperter fra industri, akademia og tjenesteleverandører (USA, Chile og Europa, alle med minst ti års erfaring)

Behovene ble klassifisert som

1. Kunnskapsbehov: Fenomenet er ikke forstått, for eksempel hvorfor noen *Listeria* -varianter forekommer som hustammer i flere anlegg mens andre bare opptrer sporadisk.
2. Valideringsbehov: Metode eller teknologi finnes, men er ikke dokumentert i industriell eller pilot-skala
3. Implementeringsbehov: Metode, teknologi eller praksis er dokumentert effektiv, men ikke i bruk.

Dette prosjektet hadde som utgangspunkt å gi en fremstilling av metoder og prosedyrer for bekjempelse av *Listeria* i industrien som et grunnlag for videre prioriteringer for FHF, altså primært kunnskaps- og valideringsbehov. En fullstendig analyse implementeringsbehov ville kreve en mye mer omfattende kartlegging av drivere og barrierer enn det som var innenfor dette prosjektet.

En rangering av behovene ble gjort av prosjektgruppen som ga en vurdering av forskningshøyde og mulig nytteverdi for industrien..

6 Oppnådde resultater

6.1 Prosjekter for norske laksebedrifter siste 15 år

Et søk i FHFs og Forskningsrådets hjemmesider samt artikler fra Norske miljøer viste at 25 prosjekter de siste 15 årene omhandlet *Listeria* i produksjonskjeden for laks, hvorav 16 er finansiert av FHF, åtte av Forskningsrådet og ett av NTNU. Fjorten prosjekter ble ledet av Nofima, fem av NTNU og seks av ulike kommersielle aktører.

Det ble i 2009-2010 gjennomført en spørreundersøkelse for kartlegging av praksiser for kontroll av *Listeria* i laksenæringen (52 bedrifter), med temaer som overvåkingsprogram, soneskiller, renhold, tiltak ved positive funn og kompetanse (P2). Det ble avdekket en stor variasjon mellom bedrifter og en relativt stor andel bedrifter som ikke hadde tilfredsstillende rutiner. For eksempel tok 9% av bedriftene aldri prøver for *Listeria*, 32% la laks som hadde ligget på gulvet tilbake på linja og halvparten rapporterte om brudd på soneinndeling minst ukentlig. Det ble konkludert med at det var behov for mer forskning på smitteveier i hele produksjonskjeden, faktorer som påvirker persistens, omfang av overvåking, metoder for prøvetaking og påvisning, nye renholdsløsninger, dekontaminering og opplæring og motivasjon av renholdere og prosessoperatører. Etter kartleggingsprosjektet er det gjennomført en rekke oppfølgingsprosjekter på noen av de nevnte områdene (Vedlegg 2). Tabell 1 viser hovedfunn fra prosjektene og kort hva som ikke er inkludert i prosjektene.

Tabell 1: Norske prosjekter som helt eller delvis har undersøkt tiltak for bedre kontroll med *Listeria*

Tema	Prosjekter	Hovedfunn	Ikke dekket i prosjektene
Dekontaminering, preservering	8 (P10, P13, P14, P17, P26, P29, P42, P43)	UV og bakteriofager kan redusere listeria-nivåer på laks (ca 90%). *Listeria*-vekst kan forhindres med salter av organiske syrer og hemmekulturer og reduseres med superkjøling. Aktiv emballering kan redusere *Listeria* -vekst.	Validering av effekt i pilot eller industriskala
Forekomst og smitteveier	5 (P4, P23, P25, P27, P73)	Fôr kan være en viktig primær smittekilde, men brønnbåter mulig viktigere. Produktene ofte smittet tidlig i kjeden (slakteprosessen). Årsak at renhold ikke fjerner *Listeria* fra maskinene: Husstammer påvist hos alle prøvetatte fabrikker	Grunnleggende kunnskap om relativ viktighet av ulike kilder og spredningsveier Kunnskap om faktorer som påvirker listeriaforekomst i ulike deler av verdikjeden Kartlegging av status idag
Prøvetaking og påvisning	6 (P4, P12, P20, P40, P25, P73)	ATP og kommersielle svabertester lite egnet i praksis. *Listeria* utgjør en liten andel av bakteriene i positive prøver og det er liten korrelasjon mellom totalkim og forekomst av *Listeria*. Det kan være mulig å komme ned på en påvisningstid på 8-10 timer dersom man overkommer teknologiske barrierer. Sekvensering kan bedre risikoanalyse, smittesporing og verifisering av tiltak.	Validering av teknologier i praksis (nye hurtigmetoder, typing)
Faktorer som påvirker persistens	2 (P4, P25)	Typiske nisjer som kan utvikle seg til reservoarer er identifisert (P4) og gener assosiert med persistens i flere enn en bedrift identifisert (P25).	Grunnleggende kunnskap om interaksjon mellom prosess (inkl hygienisk design, temperatur, hygiene, bakteriesamfunn), *Listeria* -egenskaper og overlevelse/persistens i produksjonsmiljøet. Validering av ulike demontering-strategier mangler
Renhold	4 (P4, P15, P30, P39)	Renholdseffekt kan økes med økte konsentrasjoner og økt hyppighet av renhold, lave konsentrasjoner oksidative midler i skyllevann kan redusere *Listeria*, varmedesinfeksjon kan eliminere *Listeria* som ikke fjernes ved kjemisk renhold	Validering av nye teknologier mangler delvis.
Omfang av overvåking	0		Det er ikke gjort systematiske studier av nytteverdien av å øke/redusere antall prøver, antall prøver som bør types og faktorer bør tas i betraktning ved etablering av overvåkingsprogrammer
Motivasjon og opplæring	0		Det er ikke gjort systematiske studier av betydning av motivasjon av opplæring eller beste praksis på dette området.
Andre teknologier	1 (P13)	Antimikrobielle stoffer for å hindre biofilm er patentert	Det er ikke publisert vitenskapelig effekt på *Listeria* og selskapet bak teknologien er konkurs

6.2 Viktige *Listeria*-prosjekter nasjonalt og internasjonalt

En totaloversikt over *Listeria*-prosjekter for bekjempelse av *Listeria* i både norsk og internasjonal næringsmiddelindustri er gitt i Vedlegg 2. Disse prosjektene ble gjennomgått for å sammenstille publisert kunnskap om metoder og prosedyrer. Videre i rapporten vil prosjektene refereres til med prefiks P.

Av de 73 prosjektene som ble gjennomgått var en over-representasjon av prosjekter fra Norge (42), fulgt av USA (18) og andre Europeiske land (10). Utenlandske prosjekter som åpenbart handlet om grunnforskning ble holdt utenfor, mens alle norske prosjekter er inkludert i oversikten. 26 prosjekter var finansiert av Forskningsrådet og 16 av FHF. Nofima sto som prosjektleder på 26 prosjekter, Center for Produce Safety (USA) ledet ti prosjekter, NTNU seks og Cornell University fire. Resterende 22 prosjektansvarlige miljøer sto bak 1 eller 2 prosjekter.

Av de totalt 73 prosjektene som ble gjennomgått, handlet 22 hovedsakelig om sporing og kartlegging av *Listeria*, 19 om metoder for dekontaminering eller konservering av råstoff/produkt og 17 om renhold. Det var 27 prosjekter på sjømat, 22 som rettet seg mot flere bransjer (flere inkludert sjømat), 14 med frukt/grønnsaker 7 med kjøtt og 3 omhandlet meierier/osteprodusenter.

6.3 Praktisk erfaring med *Listeria*-bekjempelse

Det meste av problemløsing i industrien blir aldri publisert og er derfor ikke tilgjengelig i form av vitenskapelige artikler eller prosjektrapporter. Det ble samlet totalt 80 eksempler på *Listeria*-problemer og løsninger fra praktiske erfaringer i matbedrifter (Vedlegg 1). Det er et bredt utvalg eksempler som inkluderer både problemløsing i forbindelse med store internasjonale utbrudd, tilbakekallinger og daglig problemløsing og forbedring. 27 eksempler var fra sjømat (hovedsakelig laks), 19 fra kjøttbedrifter, 12 fra blandingsprodukter, åtte fra melk/osteproduksjon, fem fra frukt/grønnsaksproduksjon, to fra bakerier og ett eksempel med egg (6 hadde ikke oppgitt bransje).

Tabell 2 viser hvilke temaer eksemplene fordelte seg på. Det må anmerkes at eksempler ofte omhandlet mer enn ett tema, for eksempel at problemløsning besto både av en innledende sporing for å finne en smittekilde og å fjerne en nisje (f. eks. bytte deler). Allikevel sier oversikten noe om hva som oftest er årsaken til *Listeria*-problemer i matbedrifter (nisjer som gi opphav til persistens) og hvordan det løses (sporing fulgt av renhold eller å fjerne nisjen). Det er interessant at for sjømat er introduksjon (som omhandler f. eks. smitte som kommer inn med råvarer) like ofte nevnt som nisjer. Det har vært gjennomført mange prosjekter for å kartlegge og utvikle teknologier for dekontaminering og konservering, men det er sjelden løsningen i lakseindustrien. Det ser altså ut som det er et misforhold mellom hva det i størst grad forskes på og hva som tas i bruk. Det er mange årsaker til dette, noe som forklares videre i kapittel om barrierer for implementering.

Tabell 2: Andel av eksempler fordelt på ulike temaer innen bekjempelse av *Listeria*

Område	Prosent totalt	Sjømat
Nisjer	54	20
Fjerne og inaktivere (Renhold)	53	68
Overvåking og sporing	50	60
Hindre spredning	27	16
Introduksjon	22	20
Dekontaminering og konservering	3	4

6.4 Viktigste tiltak mot *Listeria*

Et gjennomgående funn fra både forskning og erfaring er at det ikke finnes én enkelt løsning. De virksomhetene som lykkes, kombinerer flere tiltak og følger dem opp over tid. Der problemene vedvarer, skyldes det sjelden at det ikke finnes metoder, teknologier eller praksiser som virker, men at tiltakene ikke gjennomføres eller gjennomføres grundig nok, ikke vedlikeholdes, eller at ansvaret ikke er tydelig plassert. Like viktig som tiltak som er nevnt som positive i oppsummeringen, er å merke seg hvilke prosedyrer og praksiser som ikke er nevnt. I oppsummeringen er det ikke tatt inn teknologier og metoder som har påstått effekt i forskningslitteraturen eller av leverandører/oppstartsbedrifter, men hvor det mangler erfaringer eller dokumentasjon på at de faktisk virker i praksis.

6.4.1 Hindre introduksjon

Å forhindre innførsel av *Listeria* til prosesslokalene er viktig for å redusere forekomst av *Listeria* i både selve lokalet og i sluttprodukter. Særlig viktig er dette ved produksjon av langtidsholdbare, spiseklare produkter som ikke gjennomgår noen varmebehandling og hvor *Listeria* kan vokse under lagring. Mikrobiologisk mattrygghet knyttet til *Listeria* for denne type produkter bygger på kvaliteten til råvarene og ingrediensene samt at produktet ikke smittes under prosessering. Siden *Listeria* er tilnærmet

allestedsnærværende, kan den komme inn i produksjonsanleggene gjennom for eksempel råvarer, personell, utstyr og emballasjematerialer. Dette kan føre til sporadisk forurensning av produktene, men også vedvarende problemer hvis bakterien når nisjer i produksjonsanlegget hvor den kan overleve renholdet og etablere seg.

Å fullt ut unngå introduksjon av *Listeria* i matproduksjonsmiljøer er i mange tilfeller ikke mulig. Allikevel kan kunnskap og bevissthet rundt kilder til introduksjon av *Listeria* i produksjonskjeden i eget anlegg gi grunnlag for å sette inn tiltak for å redusere smittetrykket. Å redusere innførsel av *Listeria* gjennom råvarene reduserer forekomst i produkter, men for gode langtidseffekter må man også sette inn andre tiltak som reduserer omfanget av persistente *Listeria* i anlegget (Barnett-Neefs et al., 2022).

Råvarer

I et kartleggingsprosjekt av bedriftspraksis for kontroll av *Listeria* i laksebedrifter, rapporterte 59% av bedriftene (N=43) at de hadde funnet *Listeria* i råvarer (P2; (Langsrud et al., 2010)) og i de senere årene har det vært rapportert om en økende forekomst av *Listeria* i råvarer (Anon, 2026).

For levende laks som råvare kan kontaminerte brønnbåter være smittekilder for *Listeria*. For eksempel fikk en lakseprodusent problemer med økt *Listeria* -forekomst i produksjonsmiljøet og på produkter grunnet laks levert fra en kontaminert brønnbåt (E50), noe som resulterte i tilbakekalling av produkter. Problemet ble håndtert ved å ikke ta imot laks fra gjeldende leverandør videre. Fôr kan også være en primær smittekilde (P27;(Thomassen et al., 2026)). Selv om fôret gjennomgår en kraftig varmebehandling som dreper *Listeria*, kan det kontamineres i distribusjonskjeden. Sikring av hygiene under lagring, håndtering og distribusjon helt frem til merd er derfor vesentlig, men vanskelig i praksis. En annen viktig primær smittekilde er utemiljøet. *Listeria* lever i jord, vann og råtnende plantemateriale, og ulike forhold kan påvirke overføringen til laks og videre inn i matproduksjonskjeden (P23, (Osek et al., 2022)). Lokale forhold, inkludert avrenning fra åker og beitemark, kan påvirke *Listeria*-forekomst og smittepress til levende laks/ørret (E53). Nedbør og flom kan øke smittepresset. I perioder med forventet høyere smittepress bør overvåking av råvarene økes og ekstra tiltak settes inn for å redusere risiko.

Videre i foredlingskjeden tyder undersøkelser på at en viktig smittekilde på råvarer er prosessutstyr, det vil si at laks blir smittet under slakting og filetering (P4, (Heir & Langsrud 2014)). Videreforedlingsanlegg kan altså motta kontaminert laks på grunn av persistens-problemer oppstrøms. Omfanget av forekomst av *Listeria* på sløyd laks varierer mye mellom ulike anlegg (Heir & Langsrud, 2013). I sløyd laks fra 12 slakterier ble det i laks fra enkelte slakterier påvist *Listeria* i alle leveranser, mens *Listeria* ikke ble påvist i laks fra andre slakterier. Typing tydet på at slakterier som leverte laks med høy forekomst av *Listeria* sannsynligvis hadde persistente stammer, men smittekilder ble ikke undersøkt nærmere. I et prosjekt med rakfisknæringen ble det også påvist at ørret kunne være kilde til *Listeria* med risiko for innføring av *Listeria* til anlegget og produktet (Prosjektbanken). Ved gjentatte positive funn fra samme råvareleverandør kan tiltak inkludere bytte av leverandør (E50), sporing og eliminering av smittekilder (E7, E10) eller forbedring av leverandørens rutiner for *Listeria*-kontroll (E37, E41). Forbedret kommunikasjon mellom aktører i næringskjeden, inkludert tilbakemeldinger til leverandører av *Listeria*-positive råvarer (E51), er også påpekt som en viktig faktor som bidrar til redusert forekomst av *Listeria*. En laksebedrift som fikk problemer på grunn av periodevis inntak av kontaminert råvare fant at ved å informere leverandøren om problemet ble det redusert forekomst av *Listeria* på råvarene, men problemet ble ikke helt løst. For å håndtere dette gikk man over til en raskere metode for påvisning med oppsamling av avrenningsvann fra kassene, for å kunne oppdage problemer og iverksette tiltak i tidlig fase (E53).

Strategier for dekontaminering av råvarer kan også vurderes (se avsnitt 4.4.6). Effektiv dekontaminering vil redusere innførsel av *Listeria* i prosessanlegget og dermed redusere smittetrykket nedstrøms i

produksjonskjeden. En nylig studie (P42) konkluderte imidlertid med at nytteverdien av dekontaminering av råvare i tidlige trinn i prosessen er begrenset, siden fare for krysskontaminering kan overskygge effekten.

Utstyr

Maskiner og utstyr som har vært brukt i ett anlegg og overføres til et annet utgjør en ofte oversett, men gjentakende kilde til innføring av *Listeria*. Eksempler inkluderer kjøttindustrien (P6) hvor utstyr brukt i ett anlegg selges/flyttes til annet anlegg hvor det brukes ved produksjon av spiseklare risikoprodukter (Fagerlund et al., 2016). For høsting av frukt/bær/grønnsaker kan det samme utstyret benyttes i flere lokaliteter, ofte uten tilstrekkelig rengjøring mellom hver bruk (E77). Før brukt utstyr tas inn i matproduksjonsanlegg, spesielt ved produksjon av spiseklare risikoprodukter, må dokumentasjon knyttet til gjennomført vask, desinfeksjon og prøvetaking for hygienisk status foreligge.

Ytre miljø

Fungerende soneskiller er effektivt for å hindre introduksjon av *Listeria*, men mangel på fysiske barrierer eller sviktende tilsyn og vedlikehold (f.eks. skovaskere) samt brudd på praktisering av soneskiller er rapportert (E15, E73, E80). I ett eksempel ble utstyret rengjort utenfor fabrikken, og *Listeria* ble oppdaget i slangen som ble brukt til rengjøring (E15). I et annet tilfelle var husstammen av *Listeria* nært beslektet med isolater påvist i utemiljøet (E73). Smitte til anlegget via personelltrafikk ble mistenkt, og problemet ble redusert når anlegget innførte nye hygienerutiner inkludert bytte av fottøy. Brudd av soneskiller kan være et spesielt stort problem under ombyggingsprosesser og krever ekstra oppfølging (P66, (Stessl et al., 2020)). Det er også funnet at smittepresset fra utemiljøet øker i perioder med mye nedbør (P51). Mennesker kan også være bærere av *Listeria*, men omfanget av dette og betydning for smitterisiko er ikke kjent.

Viktigste tiltak for å hindre introduksjon av Listeria

Metoder og praksiser sortert etter risikoreduserende effekt:

1. **Unngå *Listeria*-positive råmaterialer, ingredienser og emballasjematerialer** ved å velge leverandører som har følger en streng *Listeria* kontrollplan og en historie med lav/ingen forekomst av *Listeria*
2. **Anskaffe kun nytt utstyr og maskiner**
3. **Risikobasert prøvetaking av råmaterialer**: Frekvens bør varieres med risiko og metode bør gi raske svar. Det må være en plan for positive funn: 1) Informere leverandør og eventuelt oppfølging/opplæring 2) Styrke renhold for å unngå husstammer og om mulig bruke råvarene kun til produkter som ikke er spiseklare 3) Økt overvåking av produksjonsmiljø og produkt
4. **Hindre innførsel via vektorer:** Fysiske barrierer; Segregering (separat utstyr og bekledning ute og inne); Vask (skovaskere, vask av utstyr som skal inn)
5. **Krav og nullstilling til brukt utstyr fra eksterne**: Krev dokumentasjon på at *Listeria* ikke har vært påvist tidligere, demonter og vask før installering og ta prøver for *Listeria* under demontering. Ikke selg problemutstyr til andre.
6. **Dekontaminering av råvarer** med vann eller en annen lovlig metode.

6.4.2 Unngå nisjer

Nisjer er områder i produksjonsmiljøet med høy sannsynlighet for å bli til reservoarer for *Listeria*. En nisje tillater typisk både vekst og overlevelse av *Listeria* ved å akkumulere fuktighet og næringsstoffer, og ved ikke å være tilgjengelig for det ordinære renholdsprogrammet (EFSA BIOHAZ Panel et al., 2023). Manglende tilgang kan være på mikroskala (f.eks. porøse eller slitte materialer), mellomskala (f.eks.

deler av en maskin hvor renholdsmidler ikke kommer til, eller der elektriske komponenter som ikke tåler vann eller renholdsmidler begrenser renhold) eller makroskala (f.eks. der deler av prosesslinjen er utilgjengelig for renhold fordi det er for trangt). I en spørreundersøkelse i norsk lakseindustri (P2) ble transportbånd, vakuumsystemer og sluk nevnt som steder med høy påvisning av *Listeria* samtidig som de var vanskelig å rengjøre (Langsrud et al., 2010). Fra en internasjonal spørreundersøkelse blant matprodusenter om *Listeria* kontroll, var de viktigste forbedringsområdene å gjøre det lettere å komme til for renhold, hyppigere demontering og bytte til maskiner med bedre hygienisk design. For problemmaskiner var det oftest nødvendig å bytte ut deler eller hele maskinen (Langsrud et al., 2026).

Planlagt vedlikehold som eksplisitt retter seg mot hygienerisikoer er sentralt for å forebygge etablering av *Listeria*. Slitte materialer, slik som sprukne pakninger, degraderte tetninger, skadde gulv, slitte belter og korroderte avløp, skaper nye mikromiljøer som er vanskelige å nå under rutinemessig renhold. En risikobasert tilnærming til utskifting av deler er spesielt relevant for komponenter som, når de er slitt, kan bli reservoarer for *Listeria*. Siden vedlikehold ofte utføres av teknisk personell med begrenset bakgrunn innen mattrygghet, er det viktig å sikre at de forstår mattrygghetsrisiko og har kunnskap om potensielle reservoarer, for å unngå situasjoner der manglende vedlikehold eller avvik fra hygieniske prosedyrer fører til spredning og etablering av *Listeria* (E8, E56).

Prosessutstyr

Matprodusenter har erfart at eliminering av vedvarende *Listeria* i prosessutstyr ofte krever utskifting av deler av, eller hele maskinen, ettersom mye utstyr har dårlig hygienisk design (Langsrud et al., 2026). Vevde transportbånd har gjentatte ganger blitt assosiert med vedvarende kontaminasjon, der verken rutinemessig renhold eller nullstilling eliminerer *Listeria* (E57, E65). Som et eksempel fra lakseindustrien (E57) vedvarte positive funn på en skinnemaskin med transportbånd med vevd underside til tross for forsøk på nullstilling. Kontroll ble først oppnådd etter at maskinen ble byttet ut (T Moretro et al., 2026). Også andre fabrikker har erfart at utskifting av vevde belter med mer hygieniske belter eller utskifting av andre typer maskiner med dårlig hygienisk design er nødvendig for å løse problemer (E17, E19, E25, E29, E34, E48, E57, E60, E61, E64, E71, P6). Også tilsynelatende mindre komponenter som skadde pakninger kan fungere som reservoarer. Ett eksempel er en bedrift som etter kundeklager startet smittesporing og endre med å bytte ut en defekt pakning i en blandemaskin for å stoppe produktkontaminering (E8). Et annet eksempel er en laksebedrift med positive funn på en joystick, og som også løste problemet med å skifte pakning (P4, (Heir & Langsrud 2014))

Lukkede systemer kan inneholde uoppdagede nisjer der smuss akkumuleres samtidig som tilgangen for renhold og prøvetaking er begrenset. Smuss er for eksempel funnet inne i lagrene i ruller som driver transportbånd og i lukkede komponenter som fremstår rene utvendig. En laksebedrift løste *Listeria*-problemer på en transportør med å bytte ut med å bytte rullene (P4, (Heir & Langsrud 2014)). I en kjøttbedrift hadde hule ruller gjort det mulig for fukt og organisk materiale å akkumulere, og problemet ble håndtert ved redesign og rutinemessig varmebehandling av deler (E29). Også rørsystemer kan være vanskelige å holde rene og inspisere. I ett tilfelle gjorde feil fall i et vakuumrør at vann og smuss akkumulerte og at *Listeria* etablerte seg. Problemet ble løst ved å korrigere rørkonfigurasjonen (E52). I et annet eksempel persisterte *Listeria* i vakuumsystemer for kjølt sjøvann (E62). Problemene ble løst ved grundigere rengjøring og forbedret design for å gi tilgang for rengjøring (fjerning av lukkede rør der CIP ikke er mulig og erstatning med åpne systemer). Hule rammer kan også være nisjer dersom de ikke er intakte. Lekkasjer i hule deler av utstyret (f.eks. rammer) kan avdekkes ved å fylle dem med vann under trykk og se etter lekkasje (E22). Problemet kan løses ved å erstatte hule deler, eller som nest beste løsning ved reparasjon.

Rengjøringsutstyr

Nisjer er ikke begrenset til prosessutstyr, emn kan også nære knyttet til renholdsutstyr. Skovaskere har vært smittekilder i flere bedrifter og spredt *Listeria*. Fjerning av slike vaskere og innføring av fottøy som tåler både kjemisk rengjøring og dekontaminering med varme har løst problemet (E32, E45). Også en slange brukt til skylling har blitt identifisert som en smittekilde for *Listeria* (E15).

Bygning og avløpssystem

Flere tilfeller viser hvordan selve bygningskonstruksjonen kan være et reservoar for *Listeria*. *Listeria* kan trenge inn i underliggende strukturer gjennom hull og sprekker i vegger, gulv og gulv-vegg-overganger, etablere seg i strukturen og lekke ut (P48, E43, P6). En utfordring i slike tilfeller er at det ikke alltid er mulig å fjerne nisjen, og andre løsninger må tas i bruk. For eksempel ble det i en næringsmiddelbedrift observert at *Listeria* lekket ut fra vegg-gulv-overganger. Utskifting av slitte gummitetninger med epoxy reduserte påvisning av *Listeria* i miljøprøver betydelig og gjorde videre smitteidentifisering mer effektiv (E39). I et annet eksempel lekket *Listeria* fra underliggende materiale gjennom et slitt gulv under rengjøring. Kontaminasjonen ble redusert, men ikke eliminert, ved bruk av desinfeksjonspulver (E35).

Sluk fungerer ofte som reservoarer når de er slitte, korrodert eller dårlig utformet (E3, E9, E24, E67). I både kjøtt- og meierimiljøer har ombygging av sluk og forbedret soneinndeling vært viktig for å gjenvinne kontroll (E9, E24). En hummusfabrikk lyktes i å eliminere *Listeria* fra gulv og sluk ved bruk av desinfeksjonspulver (E78). Bruk av sitronsyrepulver (P6) på sluk og gulv reduserte *Listeria* i to kjøttbedrifter (Moretro et al., 2017). Kun å intensivere rengjøringen av sluk uten strukturelle reparasjoner kan være utilstrekkelig, for eksempel løste det ikke *Listeria*-problemet i en laksebedrift (E67).

Viktigste strategier for å håndtere nisjer

Metoder og praksiser sortert etter risikoreduserende effekt:

1. **Fullstendig unngå** potensielle nisjer gjennom strenge hygienekrav til utstyr og bygninger (f.eks. krav om EHEDG-standard). Evaluering av alt utstyr basert på EHEDG-prinsipper, både ved innkjøp og for eksisterende prosesslinjer, etterfulgt av beslutninger om kjøp, oppgradering og utskifting, har vært brukt med suksess for å løse *Listeria*-problemer (E34).
2. **Hindre at mikronisjer utvikler seg til reservoarer** ved å integrere hygienekontroller og utskiftingsintervaller i vedlikeholdsplaner (E72).
3. **Hindre at mellomstore nisjer utvikler seg til reservoarer** ved nullstilling for å eksponere nisjer for ordinært renhold (se kapittel om renhold).

Dersom en nisje allerede har utviklet seg til et reservoar og ikke kan fjernes, må det settes inn tiltak f.eks. ved å redusere spredning til produkter gjennom inneslutning (tetning) (E39), hyppig renhold eller ved å opprettholde avstander (se kapittel om krysskontaminering).

6.4.3 Hindre spredning

Listeria kan forurense produkter ved direkte kontakt med et reservoar eller råmaterialer eller indirekte via såkalte vektorer, som for eksempel personer (f.eks. støvler; E26, E32), utstyr (lastebil- og trikkehjul, rengjøringsredskaper, E26, E76), vann (f.eks. lekkasje fra forurensede frysere eller røykeovner, kondensdrypp, våte gulv; E13, E14, E16, E24) og/eller andre materialer (f.eks. smøreolje; E23). Spredning kan gjøre smittesporing mer utfordrende, eller føre til langsiktige problemer dersom *Listeria* finner en ny nisje og etablerer seg (E10, E39, E60). Det er dokumentert flere tilfeller av at brudd på soneskiller har overført *Listeria* mellom ulike avdelinger og at den har etablert seg flere steder i samme kjøttbedrift (P25, (A. Fagerlund et al., 2020). I et kartleggingsprosjekt av bedriftspraksis for kontroll av

listeria i laksebedrifter (P2) oppga under ¾ av bedriftene at de hadde fysisk skille mellom ren og uten sone. Om lag halvparten av laksebedriftene oppga brudd på soneinndeling minst ukentlig (Langsrud et al., 2010).

Skille mellom hygienesoner kan gjøres med fysiske skiller (f. eks. vegg), segregering (f. eks. ulike renholdere, prosessoperatører, utstyr og verktøy i ulike avdelinger), rutiner (f. eks. desinfeksjon av utstyr som overføres mellom soner) eller avstander. Hvis personer og utstyr ikke kan segregeres, er en løsning å ha soneinndelinger med bytte eller vask av støvler og bekledning mellom sonene og desinfeksjon av utstyr før de bringes inn i renere sone (E73). Det kreves grundig opplæring og motivasjon dersom man kun baserer seg kun på hygieniske rutiner og avstander for å hindre spredning, og risikoen for sonebrudd er større enn ved fysiske barrierer og segregering. (E44, E15).

Listeria kan etablere seg i og lekke ut av gulv eller gulv-vegg-overganger. Det er flere måter å handtere dette på: Bytte, reparere og/eller tette, hyppig desinfeksjon med desinfiserende pulver, avstand til produksjonslinja og rutiner for å unngå sprut fra gulv til produksjonslinje (E36, E39, E47, E78). For eksempel ble det i en kjøttforedlingsfabrikk over tid påvist to nært beslektede kloner i forskjellige deler av pakkeavdelingen på gulv-relaterte prøver (E26, P21, P25, (A. Fagerlund et al., 2020)). Den ene varianten hadde sannsynligvis etablert seg i rommet om lag 7 år tidligere og den andre om lag 5 år tidligere, og begge hadde blitt spredt fra det opprinnelige reservoaret, muligens gjennom person- og traller og/eller vann. Gulvet var meget slitt, og *Listeria* var sannsynligvis etablert i gulvet og sluk. I dette tilfellet ble problemet ble håndtert ved avstand til prosesslinja siden det ble ansett som for omfattende å bytte ut gulv og avløpssystem. I en annen bedrift bidro lekkasje mellom vegg og gulv i til gjentatte påvisninger av *Listeria* i miljøprøver (E47), og bakterien stammet sannsynligvis fra den tilstøtende råvareavdelingen. Situasjonen ble håndtert med å etablere en hygienisk sone på én meter, supplert med desinfeksjon med pereddiksyre hver fjerde time. Denne strategien fungerte inntil brudd på hygienesonen.

Produkt- og vannstrømmer kan også fungere som forurensningsruter for *Listeria* nedstrøms. I en fiskefabrikk spredte en klon av *Listeria* på hodekappmaskinen seg til maskiner nedstrøms i prosessen (E56). For å løse problemet måtte persistent *Listeria* i hodekappmaskinen elimineres, da det ikke var mulig å hindre selve spredningen. Spredning over prosesseringslinjer kan være forbundet med korte avstander kombinert med dårlige hygieniske rutiner. I ett tilfelle ble *Listeria* spredt fra forurenset til ukontaminert prosesseringslinje av vedlikeholdspersonell, via fett fra lagre under maskinene (E23). Til slutt ble produktene i ni parallelle linjer forurenset, og fabrikken ble gjenoppbygd for å løse problemet. I et annet tilfelle med parallelle prosesseringslinjer var det hyppige positive miljøprøver, noe som hindret identifisering av forurensningskilden(e) (E60). Rutiner for å unngå krysskontaminering gjennom sprut og hender ble innført parallelt med opplæringen av ansatte. Etter at dette ble iverksatt, var det mulig å identifisere fem av ti maskiner som kilder gjennom en søk-og-ødelegg-prosess.

Vanntanker for nedkjøling av produkt eller utblødningstanker kan i prinsippet bidra til spredning av *Listeria* fra kontaminert råvare. Pilotforsøk har indikert at *Listeria* i prosessvann kan reduseres ved ozonering, sentrifugering og en kombinasjon av sentrifugering og UVC (P43, P24 (Hoel et al., 2025; Nortdtvedt et al., 2020)). Klor og pereddiksyre kan redusere *Listeria* i prosessvann for frukt og grønnsaker (P56), men effekten på laks er mer usikker. Pereddiksyre har blitt benyttet for desinfeksjon av kjølevann for pakket produkt (E17). Det er imidlertid ikke avklart om vanntanker først og fremst har en fortynningseffekt eller om de øker *Listeria*-risiko. Unntaket er tilfeller hvor det finnes et *Listeria*-reservoar i tanken som må fjernes ((Heir & Langsrud 2014), E17).

Dårlig utformede dreneringssystemer med tilbakeslag kan overføre *Listeria* mellom avdelinger (E3, E24). På samme måte kan lekke ventiler mellom vakuumsystemer og prosesseringsmaskinen (f.eks.

sløyemaskiner) føre til tilbakespill til produktene. Et eksempel på dette er en laksebedrift som hadde problemer med *Listeria i* vakuumrør og hvor problemet skyldtes feil fall på røret kombinert med en utett ventil. Her ble problemene ble løst med redesign (E53). I et annet tilfelle førte dårlig sveising av en grader til etablering av *Listeria* og bakterien ble spredt av dysene son skylte båndet. Problemet ble løst ved å erstatte maskinen med en ny maskin og renholdet av dyser på den nye maskinen ble forbedret (E61). Interessant nok har det også blitt observert at reduksjon av vannskylling under prosessering kan medvirke til at *Listeria* etablerer seg (E63). Derfor må det finnes en balanse mellom å løsne og skylle bort *Listeria* - og produktrester, og å unngå spredning til nye steder. Renholds-prosesser kan også spre *Listeria*, og holde gulvene tørre etter renhold er viktig for å hindre vekst og spredning. Høytrykksvask kan spre *Listeria* bredt gjennom luften, men også injisere *Listeria* til nye nisjer (E28).

For direkte smittespredning må man enten fjerne reservoaret (f. eks. gjennom renhold eller bytte deler) eller designe prosessen slik at man unngår kontakt (f. eks. slik at fiskeskinn ikke kommer i kontakt med fiskekjøtt).

Viktigste strategier for å hindre spredning

Sortert etter risikoreduserende effekt:

1. **Fysiske barrierer** og soneinndeling som fullstendig hindrer at potensielt forurenset utstyr, materialer, vann eller personer kommer inn i høyrisikosonen

2. **Prosessutforming som hindrer overføring ved direkte kontakt**, som å unngå kontakt mellom kjøtt og skinn på produkter som ikke skal varmebehandles, eller at produkter faller ned på gulvet

3. **Dekontaminering av vektorer,** for eksempel rengjøring av støvler og hjul før inngang, unngå tilbakeslag fra urene rør eller sluk, eller bruk av desinfeksjonsmidler i pulverform under produksjon

4. **Redusere spredning via vann**, som å unngå høytrykksspyling, holde gulvene tørre (effektiv avrenning) og desinfisere gulvene med pulver under produksjon.

5. **Tilstrekkelig avstand** mellom ulike produksjonslinjer, og mellom linjene og sluk/gulv

Mens punkt 1 kan bryte smitteveien fullstendig, er punkt 2–5 mindre effektive, men nødvendige å innføre for å redusere risikoen

6.4.4 Fjerning og inaktivering av *Listeria* i produksjonsmiljøet

Eliminering av Listeria

For å unngå kontaminering av produkter må *Listeria* i reservoarer og på vektorer fjernes og/eller inaktiveres. Vask og desinfeksjon er blant de viktigste tiltakene for å kontrollere *Listeria* i matproduksjonsmiljøer (P2, P31), ved å forhindre at nisjer utvikler seg til reservoarer, eliminere reservoarer og redusere spredning. Effektiviteten av renholdsmidler avhenger av fysisk fjerning av synlig smuss i forvask, tilgang til alle overflater som skal rengjøres, samt implementering av effektive rutiner og midler (EFSA BIOHAZ Panel et al., 2023). Når tilgangen for renhold er begrenset, akkumuleres smuss i beskyttede områder og reduserer effekten av midlene, og *Listeria* kan overleve selv når midlene brukes korrekt og i riktige konsentrasjoner (P4, (Heir & Langsrud 2014)).

Eliminering og forebygging av reservoarer

En gjennomgående observasjon på tvers av ulike anlegg er at effekten av renhold er direkte knyttet til i hvor stor grad utstyret demonteres og hvor ofte nullstilling gjennomføres (P48, E12, E18, E19, E25, E29, E38, E48, E49, E58, E59, E63, E70). I flere tilfeller ble kontroll ikke oppnådd før renholdspersonell

fikk tilgang til indre områder av utstyr/maskiner. Noen ganger kan det ta lang tid å identifisere problemområdet. For eksempel ble problemer i en lakseforedlingsfabrikk først løst etter gjentatt demontering og stadig grundigere vask, kombinert med verifikasjonsprøvetaking, til reservoaret ble fjernet etter sju måneder (E63). Et annet eksempel var en produsent av spiseklare kjøttprodukter der en kuttemaskin ble identifisert som smittekilde i forbindelse med et utbrudd. Problemet ble først løst etter en mer omfattende demontering enn anbefalt av produsenten, som avdekket reservoarer under/inne i maskinen (E12). Tilsvarende tilnærminger med demontering før renhold løste også problemer med kuttemaskiner i andre anlegg (E20, E59).

Det samme mønsteret finnes for andre typer utstyr. I et anlegg med gjentatte positive prøver i en pumpe avdekket demontering kombinert med bruk av deteksjonslampe områder som ikke ble rengjort. Redesigning av utstyret og gjentatt demontering før renhold løste problemet (E48). En kjøttfabrikk løste gjentatte positive funn ved å fullstendig demontere én produksjonslinje før intensiv alkalisk vask og varmebasert desinfeksjon, samt ved å bytte lagere, mens den andre linjen krevde utskifting av transportbånd/lager (E25). For enkelte maskiner kan tilstrekkelig demontering for å nå ueksponerte potensielle nisjer være en del av daglig renhold, mens nullstilling av mer komplekst utstyr kan ta timer eller dager. For sistnevnte kan nullstilling utføres regelmessig basert på undersøkelser av maksimal driftstid før *Listeria* reetableres, eller ved problemer. I noen tilfeller er den endelige løsningen å erstatte utstyr som er for tidkrevende eller vanskelig å demontere fullstendig (E34, E59, E76).

Noen virksomheter har reservesett av kritiske maskinkomponenter eller moduler som er ferdig rengjort og desinfisert. Disse kan raskt settes inn i stedet for brukte deler, slik at produksjonen kan gjenopptas umiddelbart. De brukte delene kan deretter demonteres og rengjøres separat, noe som reduserer nedetid knyttet til demontering og remontering.

CIP (Cleaning in Place)

CIP-systemer (sirkulasjonsvask) spiller en viktig rolle i håndteringen av lukkede systemer som er vanskelige å nå ved manuelt renhold. Når det brukes korrekt, sikrer CIP konsistent rengjøring av rør, tanker og lukkede systemer, samtidig som det frigjør tid til manuell rengjøring andre steder. Installasjon av CIP på henholdsvis sløyemaskiner og vakuumsystemer har vært rapportert som et vellykket tiltak i to laksefabrikker (E69 og P2, (Heir & Langsrud 2014)). CIP-rutiner må imidlertid gjennomføres korrekt. I et annet lakseanlegg ble gjentatte positive funn sporet til et vakuumsystem der CIP ikke ble utført i henhold til planen. Korrekt gjennomføring av CIP løste problemet (E66). CIP kan også være en viktig løsning når smitteveier er knyttet til prosessvannsystemer. I et bakeri ble kjølesystemet (luftkjøling via vann) identifisert som kilde til utbredte positive funn. Problemet ble løst gjennom reviderte renholdsrutiner, inkludert daglig vannutskiftning og ukentlig nullstilling med klorholdig vaskemiddel og desinfeksjon med pereddiksyre (E2). I et sjømatanlegg var et vakuumbasert kjølt sjøvannssystem involvert; overgang fra kald til varm CIP reduserte forekomsten av *Listeria* betydelig (E55).

Renholdsmidler og varme

Varmedesinfeksjon er hyppig brukt, spesielt for deler der tilgang for vask og kjemisk desinfeksjon er begrenset. I ett tilfelle ble en eggdeler identifisert som kilde, og tiltakene som løste *Listeria* problemet inkluderte desinfeksjon med pereddiksyre samt dampbehandling av utilgjengelige områder, etterfulgt av redesign/modifisering for å forbedre vaskbarheten (E11). Et problem med en laksegrader ble løst ved behandling med fuktig varme (damp ved ca 70 °C) (E68), og termisk desinfeksjon ble også brukt med godt resultat etter demontering av transportørkomponenter i sjømatproduksjon (E49), samt i sløyemaskiner (P30, (Heir & Langsrud 2014)). Det er også vist at persisterende *Listeria* som ikke kunne fjernes fra et vevd transportbånd med kjemisk desinfeksjon, UV eller tørr varme (80 °C), ble eliminert ved behandling med varmt vann (60 °C)(P39, P45 (T. Moretro et al., 2026)). Lufttørking har vært prøvd ut med hell for å redusere eller fjerne *Listeria* i kjølere (P69; (Eglezos & Dykes, 2011))

Valg av renholdsmidler må ta hensyn til type og nivå av smuss, og det er derfor vanskelig å fremheve ett enkelt middel som det anbefalte under alle forhold (P39). Likevel inkluderte flere vellykkede tiltak alkaliske/klorholdige rengjøringsmidler (E25, E38), pereddiksyre (E11, E17, E38, E47) og/eller varme (E11, E25, E38, E49, E68). Ett anlegg brukte periodisk enzymatisk rengjøring som en del av løsningen for å oppnå kontroll med *Listeria* (E38). Det er rapportert at *Listeria* i sluk og gulv kunne bekjempes med mer hyppig renhold og ved å øke konsentrasjon og/eller virketid av renholdsmidler (P39, (Langsrud et al., 2026)). Økt konsentrasjon av vaskemidler er også vist å redusere *Listeria* forekomst på transportører og gulv (P4 (Heir & Langsrud 2014)). For gulvrelatert kontaminasjon har pulverbaserte desinfeksjonsmidler blitt brukt i enkelte anlegg for å redusere smittepress og gi et synlig/robust supplement til vått renhold, særlig der slitte eller fuktige overflater bidro til vedvarende problemer (E36, E78).

Av mer ukonvensjonelle strategier, er det rapportert at tilsetning av fermentater på gulv i en laksebedrift (P59, (Schöbitz et al., 2014)) eller hemmekulturer i sluk i en kyllingbedrift (*Lactococcus* og *Enterococcus* (P61, (Zhao et al., 2013)) reduserte forekomsten av *Listeria*. Det er ukjent om disse strategiene har blitt implementert i etterkant.

Vann

Valg av vanntrykk og påføringsmetode påvirker både rengjøringseffektiviteten og risikoen for smittespredning. Dårlig avløpsdesign og bruk av høytrykk har vært knyttet til spredning i flere bransjer (P48, E9, E24), og hule valser med fastpresset aksel ble beskrevet som reservoarer der høyere trykk under skylling førte til at *Listeria* ble presset lengre inn i utstyret (E28). Disse eksemplene viser at det er viktig å bruke vanntrykk og teknikker som fjerner smuss uten å spre kontaminert vann og smuss til vanskelig tilgjengelige områder.

Viktigste strategier for å fjerne og eliminere

1. **Alle overflater, inkludert potensielle nisjer, eksponeres for renholds-prosessen** daglig gjennom god hygienisk design og mulighet for renholdere å komme til alle overflater

2. **Alle overflater, inkludert potensielle nisjer, eksponeres for renholds-prosessen** gjennom tilstrekkelig demontering daglig eller ofte nok til at reservoarer ikke danner seg

3. **Bruk effektive midler, riktig mekanisk kraft og riktig temperatur**. Effektive midler inkluderer klorholdige alkaliske rengjøringsmidler, pereddiksyre og/eller varme.

4. **Ved problemer med husstammer, bruk varme for å eliminere *Listeria*** for utstyr som tåler det.

6.4.5 Overvåking

Et overvåkingsprogram er en sentral del av virksomhetens kontroll med *Listeria* i råvarer, produksjonsmiljø og produkter. Programmet skal ikke bare dokumentere hygienisk status, men bidra til identifisere smittekilder, spredningsveier og mulige nisjer, samt verifisere effekten av renhold og korrigerende tiltak. Overvåkingen kan omfatte både *Listeria* spp. og *Listeria monocytogenes* og typing av isolater.

Prøvetaking i produksjonsmiljøet er et av de viktigste virkemidlene i kontrollen med *Listeria* (P39) og er et krav for produksjon av spiseklare produkter (COMMISSION REGULATION (EC) No 2073/2005). En undersøkelse av prøvesvar fra amerikanske kjøtt- og fjørfebedrifter viste at 20,3 % av produktene var positive i de tilfellene man også hadde med positive prøver fra kontaktflater, mot 0,21 % i tilfeller der man ikke fant *Listeria* på disse flatene (Yun, 2026). Et risikobasert program bør inkludere faste, roterende og situasjonsbestemte prøvetakingspunkter (P72, (Zoellner et al., 2018)). Overvåkingen bør

være risikobasert, tilpasset virksomheten og justeres når situasjonen endrer seg. Det er flere eksempler på at ved mangelfull overvåking oppdages problemer for sent eller man lykkes ikke med å avdekke smittekilder (E31, E40, E42, E77). En dynamisk overvåking der positive funn følges opp med intensivert prøvetaking gir derimot et godt grunnlag for problemløsing (f.eks. E2, E3, E5, E9, E17, E19, E26, E30, E34, E35, E39, E40, E50, E54, E57, E63, E70, E76). Når målet er å identifisere kilde eller spredningsvei, bør prøvetakingen være utforskende og kan omfatte råvarer, kontaktflater på produksjonslinja, vanskelig tilgjengelige maskindeler, demonterte komponenter og prøver tatt i ulike faser av drift og renhold (f.eks. E17, E26, E30, E35, E40, E49, E57, E63, E70, P72 (Zoellner et al., 2018)). Tabell 3 gir et eksempel på mulige prinsipper i et dynamisk overvåkingsprogram.

I tillegg til overvåking av produksjonsmiljøet er råvareovervåking viktig ved produksjon av spiseklare produkter uten varmebehandling og hvor råvarene kan være kontaminert med *Listeria* (f.eks. kaldrøkt laks). I et kartleggingsprosjekt oppga 59 % av laksebedrifter (N=43) at de hadde påvist *Listeria* i råvarer (P2). Et oppfølgingsprosjekt viste store forskjeller mellom slakterier, hvor enkelte leverandører gjentatte ganger leverte positiv råvare (P4) og hvor typing indikerte at slakteriene hadde persistente *Listeria.* Råstoff har også vært påvist som kilde i produksjon av rakfisk (P5). Erfaringer viser også at typing av *Listeria* fra råvarer og miljø kan benyttes for skille mellom reintroduksjon via råvarer og husstammer (E6, E7, E10, E37, E50, E51, E54).

Tabell 3 Eksempel på et dynamisk overvåkingsprogram for *Listeria*

Situasjon	Overvåkingsprogram	Oppfølging
Miljø-, råvare- og produktprøver er negative	Standardprogram med både faste og roterende prøvetakingspunkter.	Videreføre rutineovervåking og revidere planen periodisk på bakgrunn risikovurdering.
Utbredte positive miljøprøver	Intensivert prøvetaking av mulige kilder og overføringspunkter for å redusere bakgrunnsstøy og identifisere primærkilden	Iverksette tiltak som reduserer spredning og samtidig støtter kildeoppsporing, for eksempel forbedrede rutiner, målrettet rengjøring og søk etter nisjer.
Økning i positive funn i en linje eller et avgrenset område	Opptrappet, utforskende prøvetaking med økt demontering inkludert utstyr, nærliggende flater og mulige nisjer. Økt prøvetaking av produkter	Demontering, rengjøring og desinfeksjon av aktuelt utstyr, fulgt av verifiserende prøvetaking før ordinær drift gjenopptas.
Positive råvareprøver	Intensivert prøvetaking av råvarer og relevante prosesspunkter, eventuelt supplert med typing for å vurdere sammenheng mellom råvare- og miljø-/produktfunn. Økt prøvetaking av produkter	Følge opp leverandør, vurdere risikoreduserende tiltak og eventuelt omdirigere eller særbehandle råvaren.
Positive prøver i spiseklare produkter	Intensiv prøvetaking av prosessmiljø, utstyr, råvarer og relevante prosesstrinn for å identifisere kilde og spredningsvei	Iverksette produktrelaterte tiltak, som sperring eller tilbakekalling, parallelt med umiddelbar kildeoppsporing og korrigerende tiltak i produksjonen.

Prøvetaking

Det finnes ikke gode retningslinjer for hvor mange prøver man bør ta og hvor ofte man bør ta prøver, men antall prøver må vurderes ut fra produksjonsvolum, antall linjer og maskiner, type produkt og situasjon. En typisk anbefaling er ukentlige prøver i medium store og store bedrifter og månedlige prøver i små bedrifter (Zoellner et al., 2018).

Kartlegging av risikoutstyr/områder, person- og utstyrstrafikk og vannstrømmer kan brukes til å prioritere prøvetakingssteder i et risikobasert program. En risikobasert valg av prøvetakingssteder innebærer å

inkludere både matkontaktflater og nærliggende områder som kan kontaminere produktet gjennom spredning (f.eks. rammer, kontrollpaneler, dryppunkter, gulv, sluk og andre fuktige eller vanskelig rengjørbare områder) (P72; (Zoellner et al., 2018)). I tillegg kan prøver fra blant annet gulv, sluk og trallehjul være viktige for å forstå spredning og etablering av *Listeria* i anlegget (P4). Vanlige problemområder er sluk, transportbånd, røykvogner, hjul, gulv, og vakuumustyr (for eksempel i sløyemaskin) som er problematiske (Belias et al., 2022; Heir & Langsrud, 2013; Langsrud et al., 2010).

Det er i de fleste veiledere anbefalt å ta prøver 2-4 timer etter produksjonsstart og ikke etter renhold. Bakgrunnen er at man ønsker å fange opp *Listeria* som finnes skjult i nisjer og som man ikke kommer til ved ordinær prøvetaking (Spanu & Jordan, 2020; Zoellner et al., 2018). Det finnes eksempler på at smittekilder er negative etter renhold, og at *Listeria* kun kan påvises på prøver tatt når utstyret er i drift. I et dessertanlegg ble *Listeria* ikke påvist etter renhold, og kilden ble ikke funnet før man tok prøver under produksjon (E31). Det er imidlertid mye som taler for at tidspunktet for prøvetaking må knyttes til formålet og at man kan miste viktig informasjon om det kun tas prøver underproduksjon (P4, P55; P58). For eksempel fant man gjennomgående flere positive prøvepunkter etter renhold enn under produksjon i et prosjekt der det ble tatt prøver fra de samme punktene ved begge tidspunkter (før og > 3 timer etter oppstart) i fire laksebedrifter. I et prosjekt i vegetabilie-industrien fant man at prøvetaking etter produksjonsslutt ga god informasjon om ny smitte som kom inn i anlegget, mens prøver tatt etter renhold kunne si noe om renholdet var tilstrekkelig for å fjerne *Listeria* (P55). For bransjer som produserer spiseklare produkter uten et varmebehandlingstrinn (som produksjon av spiseklar salat eller laks) vil prøvetaking kun under produksjon kunne gi et forvirrende bilde. Videre vil prøvetaking under produksjon kunne påvise smittekilden (en spesifikk maskin), men ikke nisjen (for eksempel en pakning som må byttes) eller reservoaret (som kan være dypt inne i maskinen). Prøvetaking kan derfor være relevant under produksjon, etter produksjon, ved oppstart, under demontering, og etter renhold, avhengig av formålet og situasjon.

Valg av prøvetakingsutstyr må tilpasses prøvestedet, men som en generell regel er kluter eller svamper mest effektive og bør brukes på områder der det er mulig (P39, P45; (Langsrud et al., 2026)). Det bør brukes kraft ved prøvetaking for å løsne *Listeria* fra underlaget. Små svabere bør forbeholdes trange nisjer hvor man ikke kommer til med klut eller svamp. I enkelte tilfeller hvor man ikke har funnet smittekilden med ordinær prøvetaking, har prøvetaking av råvarer eller produkter langs prosesslinjen eller av tomme produksjonslinjer (drift uten råvarer eller produkt) vært løsningen (f.eks. E35, E49, E57). I et eksempel ble smittekilden, en maskin som delte sandwich rett før pakking, funnet gjennom prøvetaking av råvarer/produkt langs hele linja (E35). I et annet tilfelle ble smittekilden (en transportør) for *Listeria*-positive reker avdekket først etter man tok prøver av linjen etter at den hadde gått 30 minutter uten produkt (E49).

Analysemetodikk

Rutineanalyser av *Listeria* bygger vanligvis på dyrkingsbaserte metoder med to runder anrikning fulgt av oppdyrking på selektivt medium. Metodene er pålitelige, men har lang svartid fordi anrikningen og dyrking på selektivt medium er tidkrevende. Dette begrenser muligheten for korrigerende tiltak før neste produksjonsdag. Mange virksomheter bruker alternative, validerte metoder, blant annet real-time PCR-metoder validert mot referansemetoden. Også disse metodene krever en innledende anrikning for å øke antallet *Listeria* til et påvisbart nivå. Etter ett anrikningstrinn, normalt 18-24 timer, kan prøven analyseres med PCR. Et negativt resultat regnes som endelig, mens et positivt resultat er presumptivt og må verifiseres ved isolering og dyrkning på selektive medier før funnet kan bekreftes. For miljøprøver kan alternative oppsett benyttes så lenge de gir minst tilsvarende sikkerhet. I tilfeller hvor man ønsker å kvantifisere *Listeria* i en prøve er det utviklet en analysemetode som er raskere og mer sensitiv enn den kvantitative ISO-metoden (P19; (Besse et al., 2026)).

Hurtigmetoder kan være nyttige som supplement til ordinær prøvetaking, særlig ved kartlegging og oppfølging av mulige *Listeria*-nisjer, der raske svar kan bidra til å målrette videre prøvetaking og hygienetiltak. Dette kan være spesielt relevant for virksomheter som normalt analyserer få prøver eller som ikke har rask tilgang til eksterne laboratorier. Hurtigmetoder har imidlertid klare begrensninger (P40; (Moen et al., 2024)). Hurtigtester basert på svabring og direkte påvisning med fargeforandring etter oppdyrking kan gi både falske negative og falske positive svar. Ett problem er at prøvetakingsarealet og kraft for å løsne *Listeria* er begrenset, noe som kan gi falske negative svar. I tillegg kan noen av disse testene gi falske positive og egner seg derfor dårlig som operative verktøy (P3, P4, (Schirmer et al., 2012)). Det finnes mange kommersielle hurtigmetoder på markedet, men selv om analysemetoden er sensitiv, løser foreløpig ingen av metodene flaskehalsen for hurtig påvisning, nemlig anrikingstrinnet.

Selv om det er en sammenheng mellom mangelfullt renhold og overlevelse av *Listeria* bør renholdskontroller som påviser smuss eller bakterier kun brukes som et supplement til, men ikke erstatte *Listeria*-prøver (E21, P12, P20, (Løvdal et al., 2017; Moretro et al., 2019). For eksempel viste en undersøkelse at maskiner med *Listeria*-påvisning generelt sett hadde lavere utslag på ATP (P20; (Langsrud & Møretrø, 2018).

Typing og kildeoppsporing

Typing av isolater kan gi viktig tilleggsinformasjon i både overvåking og problemløsning. Ved å sammenligne isolater fra råvarer, miljø, produkter og eventuelt leverandører kan man vurdere om funn skyldes persistente stammer, gjentatt introduksjon eller spredning internt i anlegget. Typing kan være avgjørende for å knytte produktfunn til bestemte maskiner, råvarer eller vedvarende kilder (f.eks. E5, E7, E10, E17, E33, E35, E50, E57, E73), og for å skille mellom persistente og sporadiske funn (f.eks. E6, E10, E26, E50, E54). Tilsvarende er det vist i flere prosjekter at typing over tid gjorde det mulig å identifisere «husstammer» og knytte disse til bestemte lokaliteter og kilder, som sluk, gulv, trallehjul og råstoff fra enkelte slakterier (P4, P21, P25, P47, P66, P69; (A Fagerlund et al., 2020)).

Typing er særlig nyttig når smittekilden er uklar, når de samme problemene oppstår gjentatte ganger, eller når det er behov for å dokumentere at kontaminasjonen stammer fra råvarer eller leverandører og ikke fra eget prosessmiljø. Samtidig er typing ikke alltid nødvendig dersom kilden er åpenbar og tiltakene har tydelig effekt. Det er også anbefalt å ta vare på utvalgte isolater og relevante data om isolatet (for eksempel prøvested, tidspunkt) for å muliggjøre sammenligning over tid (P25; (Langsrud et al., 2023).

Den mest presise typingsmetoden vi har i dag er Helgenomsekvensering (WGS). Helgenomsekvensen kan gi detaljert informasjon som kan bidra til å finne smittekilder og dokumentere smittespredning, men i tillegg gi indikasjoner på egenskaper til isolatene (P25). For eksempel kan man få informasjon om isolatet har gener som er assosiert med høy virulens. Genetisk informasjon kan derfor styrke risikovurderinger. Styrken til WGS-baserte analyser er høy oppløselighet, men fulle analyser av genomet er tids- og kostnadskrevende. Enklere genotypingsmetoder som MLST, MLVA eller GENE-UP Typer kan derfor være nyttige som et første steg for å velge hvilke isolater som bør sendes videre til WGS (P40; (Moen et al., 2024).

For at typing skal kunne brukes aktivt for oppfølging av positive funn av *Listeria* er det nødvendig med rask svartid. De fleste bedrifter må sende isolater til et eksternt laboratorium for typing eller WGS, og det tar oftest i beste fall en uke før svar foreligger. Resultatene gir dermed først og fremst grunnlag for smittesporing og problemløsing som er såpass komplisert at det uansett ikke finnes raske løninger, for læring i etterkant eller for langsiktig trendforståelse. For å kunne bruke typingsresultater i daglig overvåking med raske responser, er det behov for hurtigere typing som kan utføres i eget anlegg. Erfaringene viser dermed at nytten av typing ikke bare avhenger av oppløsningen i metoden, men også

av om svarene kommer raskt nok til å påvirke korrigerende tiltak (E74, E75; (Fagerlund et al., 2026)). Det er også behov for metoder med lavere kostnader (P73; (Thomassen et al., 2021))

Høyoppløselig typing er særlig viktig for å kunne oppdage og dokumentere smittespredning mellom virksomheter og skille slik spredning fra lokal persistens. Det er for eksempel vist at *Listeria* ST37 kan knyttes til flere ledd i laksekjeden, inkludert fôrleddet (P27; (Thomassen et al., 2026)). I frukt og grønt sektoren i USA viste analyser av sekvens-data fra *Listeria* fra 13 pakkerier at bakterien hadde spredt seg mellom anlegg eller hadde en felles kilde oppstrøms i verdikjeden. I dette tilfellet var WGS avgjørende for å skille mellom eksterne smittekilder og persistens (P47; (Sullivan et al., 2022)). Et tilsvarende eksempel fra Norge viste at *Listeria* ST8 sannsynligvis ble overført mellom to fjørfebedrifter som følge av flytting av prosessutstyr (P11; (Fagerlund et al., 2016). Analyser på tvers av verdikjeder i Norge har dessuten vist at svært nært beslektede isolater kan forekomme i ulike fabrikker, og at kunnskap om hvilke kloner som sirkulerer i en verdikjede er viktig for korrekt tolkning av WGS-resultater (P25, P34; (Fagerlund et al., 2022)). Resultater fra flere studier viser altså at større datasett med isolater fra flere virksomheter, kombinert med grundige rotårsaksanalyser og relevant bakgrunnsinformasjon, vil gjøre det mulig å skille mellom persistens, reintroduksjon og krysskontaminering. Dette er avgjørende når målet er å avgjøre om et problem skyldes en lokal husstamme eller bredere spredning i verdikjeden.

Oppfølging av funn

Overvåking er bare effektiv når positive funn utløser klare tiltak. Virksomheter som lykkes, kobler funn til konkret oppfølging, som intensivert prøvetaking, «seek and destroy», demontering av utstyr, leverandøroppfølging og produktrelaterte tiltak (f.eks. E2, E3, E5, E17, E35, E40, E42, E50, E57). Andre eksempler viser at svake oppfølgingsrutiner og manglende deling av resultater kan bidra til at problemer vedvarer eller forverres (E46). Resultatene må derfor deles og tolkes på tvers av kvalitet, renhold, teknisk personell og ledelse.

Viktigste strategier for overvåking og sporing

1. **Etabler et prøvetakingsprogram med analyser av råvarer, produksjonsmiljø og produkt med plan for oppfølging av positive prøvesvar** (f. eks. økt prøvetaking/smittesporing, oppfølging leverandører/kunder, intensivert renhold)

2. **Inkluder både faste og roterende punkter og prioriter matkontaktflater og typiske problemområder for Listeria**

3. **Når mulig, bruk kluter/svamper for prøvetaking og velg prøvetakingtidspunkt ut fra formålet med prøven.** Prøvetaking kan derfor være relevant under produksjon, etter produksjon, ved oppstart, under demontering, og etter renhold, avhengig av formålet og situasjon.

4. **Velg fortrinnsvis validerte analysemetoder**, men finn en balanse mellom tid til analysesvar og mulighet for rask oppfølging av positive prøver. I en situasjon med problemløsing kan det være viktigere med hurtige svar enn å sikre seg mot falske negative eller positive.

5. **Typing og WGS kan gi viktig tilleggsinformasjon**, særlig når det er behov for å skille mellom persistente stammer og reintroduksjon, men nytten er størst når metodene inngår i et robust overvåkingsprogram med tydelige oppfølgingsrutiner.

6.4.6 Dekontaminering og konservering

Teknologier for dekontaminering og veksthemming av Listeria

Bruk av teknologier eller løsninger direkte på råvarer eller produkter med hensikt å redusere nivået av *Listeria* eller hindre eller utsette veksten av *Listeria* betegnes ofte som dekontaminering (drap) eller

konservering (veksthemming). Bruk av slike løsninger er spesielt aktuelt i produksjonsprosesser som ikke inneholder tilstrekkelige kritiske kontrollpunkter som sikrer fravær eller hindrer vekst av bakterien i sluttproduktet, f.eks kaldrøkt laks. I dette avsnittet diskuteres kort teknologier og løsninger med relevans for dekontaminering og konservering av både rå og kaldrøkt laks.

En rekke teknologier for dekontaminering og konservering av fisk generelt og laks spesielt har tidligere blitt oppsummert og vurdert ((Food Standards Scotland, 2026) og P10; (Heir et al., 2015)), P42, P43. For referanser til spesifikke teknologier og deres effekter henvises i hovedsak til disse. Egnethet for bruk forutsetter at teknologien har tilstrekkelig effekt mot *Listeria* samt at behandlingene ikke gir uønskede kvalitetsendringer. Disse kriteriene gir begrensninger i hvilke strategier som kan være relevant for bruk på laks. Laks er et sensitivt produkt, og det er derfor påkrevd at tiltak ikke gir endringer i viktige råvareegenskaper som tekstur og farge. Risikoen for små negative effekter på viktige kvalitetsparametere som farge og tekstur kan være nok til at teknologiene anses som uegnet i industrien selv om de har god effekt mot *Listeria*. For øvrig er det også en rekke andre faktorer (regelverk, kost-nytte, forbrukeraksept m.v.) som har betydning før bruk av slike teknologier får et større omfang i laksenæringen. For eksempel forbyr forordning (EF) nr. 853/2004, bruk av andre stoffer enn drikkevann, eller i noen tilfeller rent vann for å fjerne forurensing fra overflaten av produkter av animalsk opprinnelse, med mindre bruken er godkjent etter fremgangsmåten fastsatt i artikkel 12 nr.2.

Det har stor betydning å ha kontroll med *Listeria* fra råvarer og det er gjort mye forskning på nye teknologier som kan være egnet for å redusere nivåer og vekst av *Listeria* i risikoprodukter. Allikevel synes det som dekontaminering ikke er brukt i Norge og bruk i utlandet er også marginal eller lite kjent.

Hvilke effekter kan forventes?

Flere prosjekter har gjennomført uttesting av teknologier ansett som relevante for behandling av rå og prosessert fisk (hovedsakelig rå og kaldrøkt ørret/laks). Teknologier basert på varme samt høytrykk kan gi fullt drap av *Listeria*, men gir oftest uakseptable endringer i farge og tekstur og har derfor begrenset praktisk nytteverdi for å hindre *Listeria* for rå og kaldrøkt laks. Det er i økende grad et ønske om å benytte såkalte biobaserte løsninger for *Listeria*-kontroll. Bruk av naturlige, biologiske løsninger er i tråd med bærekraftig matproduksjon, økt tillit og forbrukeraksept. Slike løsninger inkluderer bruk av bakteriosiner (ofte nisin), hemmekulturer, bakteriofager eller fermentater (salter av organiske syrer produsert ved fermentering). Generelt er dette mer skånsomme metoder som gir lavere draps- eller hemmeeffekter, men med ingen eller minimale uønskede kvalitetsendringer. Studier viser at effekten av teknologiene varierer fra kun veksthemming til maksimalt 2 log reduksjon (33-99% drap) i rå og røkt laks (P7, P17, P29, P42, P43, P68; (Heir et al., 2023; Heir et al., 2019; Heir et al., 2021) Heir et al. 2019; Heir et al. 2021 Heir et al. 2023). Teknologiene viste også effekt mot *Listeria* i rakfisk (P5, P34, P35; (Axelsson et al., 2026)) hvor hemmekulturer benyttes kommersielt av enkelte produsenter. Det bør bemerkes at drapseffekter på inntil 2 log-enheter er begrenset. Med *Listeria*-nivåer i både rå og røkt laks som generelt er lave, vil dette likevel bidra til betydelig redusert risiko for *Listeria* i råvarer og produkter som gjennomgår behandling. Nisin og bakteriofager har ingen negativ effekt på sensoriske egenskaper verken i rå eller røkte produkter. Beskyttende kulturer kan påvirke smaks og luktprofil uten at dette nødvendigvis oppfattes som negativt.

Andre teknologier som UV-C belysning og bruk av antimikrobielle løsninger (eks. H_2O_2, organiske syrer) i prosessvann, har sine utfordringer som metoder som i betydelig grad kan redusere *Listeria*-nivåer i rå og prosessert laks. Effekten av nevnte teknologier avhenger av en rekke parametere som konsentrasjon/dose, behandlingstid og temperatur, type råstoff (røkt eller rå; filet, sløyd, m/u gjeller), råstoffkvalitet, teknologi for behandling (eks. bad vs. spray) og man må ta høyde for å optimalisere bruken til hvert enkelt anlegg og produkt. Ofte er en kombinasjon av teknologier nødvendig for å oppnå

ønskede effekter mot *Listeria* samtidig som ønsket kvalitet ivaretas. Dette kan også være en begrensning for implementering av teknologier i anlegg.

I tillegg til at biobaserte teknologier (jfr bakteriosiner (nisin), bakteriofager og beskyttende kulturer) er ansett som lovende, kan man forvente at flere teknologier trolig vil ta steget fra konseptfasen og uttesting i lab. til kommersielle metoder. Både plasmateknologi, og ultralyd har vært nevnt som teknologier med potensiale som bør undersøkes nærmere.

Kjemiske konserveringsmidler

Kjemiske konserveringsmidler som hindrer eller reduserer bakterievekst har lange tradisjoner i enkelte produkter, bl.a. i spiseklare kjøttprodukter og hemmer effektivt vekst av *Listeria* under lagring. Acetat i kombinasjon med diacetat eller laktat gir dokumentert veksthemming av *Listeria* også i røkt laks uten å gi sensoriske endringer (P26). Kommersielle biobaserte konserveringsmidler, ofte betegnet fermentater og/eller bufret eddik har også vist effektiv veksthemmende effekter på *Listeria* i røkt laks uten større endringer i sensoriske egenskaper. Enkelte teknologier og løsninger er tillatt i annen matproduksjon (eks. nisin i visse typer oster og meieriprodukter; laktat og acetat i spiseklare kjøttprodukter), er disse ikke godkjent tilsetningsstoff i bearbeidete fiskeprodukter (Forskrift om tilsetningsstoffer til næringsmidler - Lovdata; Forskrift om tilsetningsstoffer til næringsmidler - Del E - Lovdata). Gjeldende regelverk kan derfor være en flaskehals for utvikling, implementering og bruk av teknologier som kan gi betydelig risikoreduksjon for både produsenter og konsumenter av *Listeria* risikoprodukter.

Generelt er det flere teknologier og løsninger som kan benyttes for å drepe og/eller hemme vekst av *Listeria* på rå og kaldrøkt laks. Faktorer som mangelfull dokumentasjon fra reelle og mer komplekse produksjonskjeder, samt usikkerhet rundt aksept av slike teknologier hos forbrukerne og hvordan slike teknologier er regulert i lovverket er ytterligere hindre for å ta i bruk slike løsninger (P22, P38, P42).

Viktigste strategier for dekontaminering og konservering

En rekke teknologier har dokumentert effekt på drap (dekontaminering) og vekstkontroll (konservering) av *Listeria* i rå og røkt laks. Flere faktorer (som nevnt over) begrenser likevel bruken av slike teknologier. Barrierene for bruk av disse i industrien må identifiseres og reduseres for mer utstrakt bruk. Viktigste strategier for økt *Listeria*-kontroll i råvarer laks og kaldrøkte produkter anses å være:

1. **Bruk ordinære konserveringsmidler** som stopper vekst av *Listeria* i produkter der det er tillatt

2. **Reduser *Listeria*-nivået på råvarer** som ikke skal varmebehandles før konsum med tillatte og optimaliserte metoder. Skylling med vann er tillatt, men utover en viss effekt på fysisk fjerning/ fortynning av bakterienivået må teknologien ev. optimaliseres for å oppnå dokumenterte effekter.

3. **Vurder bruk av alternative teknologier** med dokumentert effekt som er i henhold til gjeldende regelverk, forbrukeraksept og kost-nytte i industrien. Eksempelvis har biobaserte teknologier anvendt på spiseklare produkter (eks. kaldrøkt laks) potensiale til å gi økt *Listeria*-kontroll.

6.5 Forskningsbehov

6.5.1 Litteratur

Flere forskningsbehov er beskrevet i vitenskapelige artikler (for eksempel (Barcia-Cruz et al., 2026; Belias et al., 2022; Evrendilek, 2026; Kragh et al., 2026; Sousa et al., 2026), utenlandske forskningsprosjekter (P47, P11) og i EFSAs vitenskapelige gjennomgang (EFSA BIOHAZ Panel et al., 2023). en oppsummering er gitt i Tabell 4.

Tabell 4: Oppsummering av forskningsbehov beskrevet i sentrale vitenskapelige oversiktsartikler og EFSAs kunnskapsgjennomgang

Forskningsbehov	Type
Systematisk kvantifisering av risikofaktorer som påvirker *Listeria* -forekomst som egenskaper til pervasive *Listeria* som gjør dem ekstra problematiske, interaksjoner med andre bakterier, prosessbetingelser (inkl hygienisk design, temperaturer, smuss, renhold, varestrømmer), trygg mat kultur (motivasjon, opplæring, ledelse, arbeidspress)) - Undersøke faktorer enkeltvis og i kombinasjon - Identifisere bransjespesifikke vs generiske faktorer - Relativ viktighet introduksjon og spredning vs persistens	Kunnskapsbehov og Valideringsbehov
Renhold Undersøke betydningen av rester av VD-midler og hvordan andre milde stressfaktorer påvirker overlevelse og påvisning av *Listeria*	Kunnskapsbehov
Nye teknologier for renhold (f. eks. pulver på gulv) og dekontamineringsteknologier	Valideringsbehov
Risikobasert overvåking: Optimalt risiko- og kostnadsbasert overvåkingsprogram, inkl hvor, når, hvordan og hvor ofte ta prøver for påvisning	Kunnskapsbehov
Optimalisering av og nytteverdi av standardmetoder, hurtigmetoder og typing for mer risikobasert og effektiv seek-and-destroy prosess - Oppformeringstid/metode - SNP-terskler for å skille sporadisk fra persistent - Antall isolater/prøver for typing	Kunnskapsbehov og Valideringsbehov
Hindre vekst og holdbarhetsfastsettelse: Forslag til mer relevante metoder for å sette holdbarhetstid, basert på mer realistiske betingelser i produksjon og lagring fram til forbruker	Kunnskapsbehov og Valideringsbehov
Forbedrete konserveringsmetoder, basert på organiske syrer og kulturer (biokonservering)	Kunnskapsbehov og Valideringsbehov

6.5.2 Praktiske erfaringer og prosjekter

Tabell 5 gir en oversikt over forskningsbehov fremkommet under intervjuer og diskusjon med ekspertpanel. I tillegg vises til Tabell 1 om kunnskap fremkommet fra norske prosjekter rettet mot laksenæringen.

Tabell 5: Forskningsbehov fremkommet i prosjekter og intervjuer av ekspertpanel

Forskningsbehov	Type
Kartlegging	
Status laksenæringen mht metoder og praksiser for kontroll av *Listeria* (soneskiller, vedlikehold, overvåkingsprogram, råvarekontroll, kjølekjede etc).	Kunnskapsbehov
Status laksenæringen mht *Listeriaforekomst* (spredning av høy-risko-*Listeria* langs og på tvers av produksjonskjeder som f. eks. kan føre til feil identifisering av smittekilder) i et «One health» perspektiv	Kunnskapsbehov
Hindre introduksjon	
Identifisere primærkilder (miljø, for, personer) for høy-risiko-*Listeria* (pervasive og/eller hypervirulente *Listeria*).	Kunnskapsbehov
Kartlegge forekomst av *Listeria* på rå laks gjennom verdikjeden, identifisere leverandører/ledd med ulik forekomst, avdekke årsaker og evaluere tiltak. Forekomsten rapporteres som økende, med stor variasjon mellom leverandører (fra lav til nær 100 % positive partier)	Kunnskapsbehov
Bruk av dekontamineringsteknologier for å fjerne *Listeria* fra råvarer. Det er gjort mange prosjekter, men teknologien er ikke/lite i bruk.	Implementeringsbehov
Unngå nisjer	
Mest effektive strategier for å unngå nisjer hvor *Listeria* kan etablere seg i produksjonsutstyr. Det er ulike syn på hvor ofte og på hvilket nivå ulike maskiner må demonteres, og om demontering bør være rutinemessig eller hendelsesbasert, effekten av årlig nullstilling for *Listeria* og produktkvalitet, nytteverdien av ulike verktøy for å finne reservoarer (deteksjonslamper, IR-kamera) og i hvilke tilfeller redesign eller utskifting er nødvendig framfor intensivert renhold (jf. EHEDG-basert evaluering).	Kunnskaps- og Valideringsbehov
Unngå spredning	
Effekt av strategier for å unngå spredning når reservoarer ikke kan fjernes (pulverdesinfeksjon, avstand, desinfeksjon under produksjon)	Kunnskaps- og Valideringsbehov
Vannstrømmer (spredning eller fjerning), vanntanker (spredning eller fortynning) og vanntrykk (spredning eller fjerning).	Kunnskapsbehov
Renhold	
Effekt av nye teknologier for renhold (f. eks. røyk, beskyttende kulturer) i laboratoriestudier og i industriskala.	Kunnskapsbehov
Teknologier for renhold som er lite brukt (f. eks. pulver på gulv, tørr/våt varmedesinfeksjon): Hva er barrierene og mulighetene.	Valideringsbehov, Implementeringsbehov
Produksjonstid vs renholdshyppighet: Hva er optimalt.	Kunnskapsbehov
Overvåking og sporing	
Beste praksis og metode for finne *Listeria* i en seek-and-destroy-prosess. Dagens prøvetakings- og analysemetoder kan gi falske negative svar og forsinke oppklaring.	Kunnskapsbehov,
Optimalt risiko- og kostnadsbasert overvåkingsprogram, inkl hvor, når, hvordan og hvor ofte ta prøver for påvisning og typing av stammer.	Kunnskapsbehov og Valideringsbehov
Beslutningsstøtte for rutinetyping; pragmatiske ikke-WGS-løp for raske interne beslutninger; strategier for isolatoppbevaring; risikobasert håndtering av hypervirulente stammer.	Validerings- og implementeringsbehov
Hurtigmetoder for påvisning og typing: Nytteverdi og optimal bruk.	Valideringsbehov
Dekontaminering og hindre vekst	
Forslag til mer relevante metoder for å sette holdbarhetstid, basert på mer realistiske betingelser i produksjon og lagring fram til forbruker. Det er behov for å vite mer om realistiske kontamineringsnivåer, effekten av bakgrunnsmikrobiota, lagringstemperaturer etc	Kunnskapsbehov og Valideringsbehov
Forbedrete konserveringsmetoder, basert på biobaserte løsninger.	Kunnskapsbehov og Valideringsbehov
Konserveringsmidler for spiseklare lakseprodukter. Det er dokumentert i laboratorieskala at konserveringsmidler kan hindre vekst av *Listeria*, men de er ikke i bruk. Hva skal til for å endre dette?	Valideringsbehov Implementeringsbehov
Barrierer for beste praksis	
Forbrukeraksept og sensorisk effekt av dekontaminerings- og konserveringsteknologier i sjømat; optimalisering per produkt og anvendelse.	Kunnskapsbehov
Eksterne faktorer som hinder for *Listeria*-kontroll (f. eks ekstern kompetanse, økonomiske rammebetingelser, arbeidsmarked, myndighetskrav).	Implementeringsbehov
Kartlegging av mattrygghetskultur, betydning for *Listeria* forekomst og beste praksis.	Kunnskapsbehov

6.5.3 Prioritering forskningsbehov

Tabell 6 gir en oversikt over prioriterte forskningsområder for laksenæringen i Norge ut fra behov (B) og forskningshøyde (FH), hvor laveste poeng betyr høyest rangert.

- Ni områder ble vurdert å kunne få meget stor eller stor nytteverdi for industrien (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12), Prosjekt nr 1, 2 og 3 ble rangert som å ha meget stor nytteverdi for industrien.

- Tre områder ble vurdert å kunne oppnå meget stor eller stor forskningshøyde (1, 2, 4). Ni områder hadde en forskningshøyde som antydet at resultatene vil kunne publiseres i anerkjente vitenskapelige tidsskrifter (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 13).

- Område 8, 9 og 12 hadde største sprik mellom nytteverdi og forskningshøyde: De ble vurdert å kunne fremskaffe resultater med stor betydning for industrien, men som kan være vanskelig å få publisert i anerkjente forskningstidsskrifter. De forskningsbehovene som ble rangert høyest vil kreve relativt brede prosjekter med høy involvering av laksebedrifter og kan eventuelt deles opp i flere, mindre prosjekter.

Det må bemerkes at listen med forskningsbehov bygger direkte på behov som er fremkommet i vitenskapelige artikler og prosjekter og praktiske erfaringer fra problemløsing i matindustri, men at poenggivingen er gjort av forskere, og nytteverdi og forskningshøyde er vektet likt. Poengene må derfor tolkes med forsiktighet. Forskningsbehov med snittpoeng på 2 eller lavere er nærmere beskrevet i konklusjon (og som en forenkling ble område 1 og 5 kombinert).

Tabell 6: Liste over forskningsbehov

	Forskningsbehov	Behovstype	Kilde	Poeng (B/FH)
1	**Primærkilder og spredning av høyrisiko-*Listeria* langs og på tvers av produksjonskjeder**	Kunnskapsbehov: Det er behov for en kartlegging for å unngå feil identifisering av smittekilder og smitteveier i bedriftenes overvåking og problemløsing, og i forbindelse med utbrudd.	T3	1.0/1.0
2	**Realistisk datagrunnlag for fastsettelse av holdbarhetstid**	Kunnskaps- og valideringsbehov: Dagens retningslinje for å sette *Listeria*-holdbarhet har svakheter og det trenges vitenskapelig basert kunnskap for å endre.	T2, T3	1.0/2.0
3	**Sikrere påvisning og raskere typing av *Listeria* ved kildesporing**	Kunnskapsbehov: Det er vist at dagens prøvetakings- og analysemetoder kan gi falske negative svar som forsinker oppklaring. Både laboratoriestudier og studier i industriskala nødvendig.	T3	1.0/2.3
4	**Kvantifisering av risikofaktorer for husstammer og spredning**	Kunnskaps- og valideringsbehov: For å unngå at *Listeria* etablerer seg må man vite mer om faktorer som påvirker etablering.	T1, T2	2.3/1.3
5	**Årsaker til økende og varierende forekomst av *Listeria* på rå laks, og hvor tiltak har størst effekt**	Kunnskapsbehov: Forekomsten rapporteres som økende, med stor variasjon mellom leverandører uten at årsakene til dette er kjent.	T1, T3	1.3/2.3
6	**Optimalt risikobasert overvåkingsprogram**	Kunnskaps- og valideringsbehov: Det brukes mye ressurser på prøvetaking og mangler konsensus på optimalt program og strategi for bruk av prøvesvar.	T1, T2, T3	1.8/2.3
7	**Renholdsteknologier som er lite brukt (f.eks. pulver på gulv/sluk, tørr/våt varmedesinfeksjon).**	Validerings- og implementeringsbehov: Det er usikkert når disse bør brukes og hva er barrierene for bruk.	T1, T2, T3	1.8/3.0

8	**Konserveringsmidler for spiseklare lakseprodukter**	Validerings- og implementeringsbehov: midler effektive i labskala, men er ikke i bruk. Hva skal til for å endre dette?	T3	1.5/3.3
9	**Eksterne faktorer som hinder for *Listeria*-kontroll** (f.eks. ekstern kompetanse, økonomiske rammebetingelser, arbeidsmarked, myndighetskrav)	Implementeringsbehov: En rekke teknologier/praksis tas ikke i bruk pga eksterne faktorer. En oversikt over disse vil kunne muliggjøre endring.	T3	1.5/3.3
10	**Betydning av vannstrømmer, vanntanker og vanntrykk på spredning**	Kunnskapsbehov: Det er ikke konsensus rundt nytte vs risiko.	T3	2.0/3.0
11	**Kartlegging av status i laksenæringen mht. metoder og praksiser for kontroll av *Listeria***	Kunnskapsbehov: Dagens status kan gi informasjon om forbedringsbehov.	T1, T3	2.3/3.3
12	**Mest effektive strategier for å unngå nisjer i produksjonsutstyr.**	Kunnskaps- og valideringsbehov: Det er ikke konsensus rundt demonteringsnivå og -frekvens, effekt av årlig nullstilling på *Listeria* og produktkvalitet, nytte av verktøy for å finne reservoarer og når redesign/utskifting er nødvendig framfor intensivert renhold (jf. EHEDG).	T1, T3	1.8/4.0
13	**Effekt av nye renholdsteknologier (f.eks. røyk, beskyttende kulturer, enzymer).**	Kunnskapsbehov: Det mangler dokumentasjon i laboratorie- og industriskala.	T1, T2, T3	3.3/2.7
14	**Kartlegging av mattrygghetskultur og dens betydning for listeriaforekomst, inkl. motivasjon, opplæring og beste praksis.**	Kunnskapsbehov: Det er mye fokus på mattrygghetskultur, men ikke godt dokumentert betydning for *Listeria* eller hvordan det kan oppnås.	T1, T2, T3	2.8/3.3
15	**Effekt av strategier for å unngå spredning når reservoarer ikke kan fjernes.**	Kunnskaps- og valideringsbehov: Det er flere strategier som brukes, men effekten er ikke dokumentert (f. eks. pulverdesinfeksjon, avstand, desinfeksjon under produksjon).	T3	3.0/3.3
16	**Validering av dekontaminerings- og konserveringsmetoder pilot- og industriskala og faktorer som hindrer implementering.**	Valideringsbehov: UV, bakteriofager, organiske syrer/salter, hemmekulturer og aktiv emballering viser effekt i mindre skala, men ikke dokumentert i industriskala; Implementeringsbehov: Mange prosjekter gjennomført, men teknologier allikevel ikke videreutviklet. Flere barrierer enn teknologi.	T1, T2, T3	3.5/3.3
17	**Produksjonstid vs. renholdshyppighet.**	Kunnskapsbehov: Å kunne jobbe flere skift vil kunne ha stor økonomisk betydning, men det er usikkerhet rundt konsekvenser for *Listeria*.	T3	3.0/4.0

[1] Kunnskapsbehov (fenomenet ikke forstått); Valideringsbehov (finnes, men ikke dokumentert i industriell/pilot-skala); Implementeringsbehov (dokumentert effektivt, men ikke i bruk, forskning på barrierer).
[2] T1 = Tidligere norske prosjekter, områder ikke dekket i flg forskningebehov identifisert i 2010: T2 = Internasjonal vitenskapelig litteratur: T3 = Prosjektresultater/praktiske erfaringer / intervjuer
[3] Betydning og forskningshøyde, poeng fra 1 til 5.

Viktigste forskningsbehov på grunnlag av rangering

De viktigste forskningsbehovene de nærmeste årene er (1 og 5 fra Tabell 6 er kombinert):

1) Kilder, spredning og forekomst av *Listeria* langs og på tvers av laksens verdikjede og kartlegging av hvor tiltak har størst effekt

Forekomsten av *Listeria* i laks rapporteres økende, med stor variasjon mellom leverandører uten at årsaken er kjent. Samtidig er det uavklart hvor stor betydning husstammer i slakteri og videreforedling har sammenlignet med råvarer. For bransjer med varmebehandlet produkt, som kjøttpålegg og ost av pasteurisert melk, er det avklart at husstammer er hovedproblemet, og veilederne retter seg derfor mot å eliminere disse. Situasjonen for prosessering av laks er mer kompleks, og både smittesporing og problemhåndtering er tilsvarende vanskeligere. Enkelte bedrifter mottar laks fra mange leverandører, og det er indikasjoner på at noen varianter kan etablere seg i flere ledd i kjeden.

Ekspertgruppen framhevet særlig behovet for kunnskap om primærkilder, og da spesielt for høyrisikovarianter (pervasive og hypervirulente stammer). Tidligere prosjekter har pekt på fôr som en mulig primærkilde, samtidig som det er mistanke om kilder på land. To prosjekter har vist at samme *Listeria*-variant kan finnes i flere ulike bedrifter, noe som kan skyldes spredning fra en felles primærkilde. Konsekvensen kan være at utbrudd ikke blir oppklart, eller at bedrifter blir knyttet til utbrudd de ikke har del i.

En kartlegging langs og på tvers av flere kjeder, med vekt på risikovarianter og på praksis for *Listeria*-kontroll i de ulike leddene, vil gjøre det mulig å avgjøre hvor tiltak har størst effekt, og å utvikle strategier for raskere sporing og oppfølging av leverandører. Kunnskapen vil dessuten være nødvendig som dokumentasjon overfor myndigheter og kunder, og i bedriftenes egne risikoanalyser, i møte med økende krav til overvåking. Forskningen krever involvering av store deler av industrien og trygg håndtering av sensitive data, og forutsetter både laboratoriestudier og studier i industriskala. Den vil ha meget stor betydning for laksenæringen og har meget stor forskningshøyde.

2) Realistisk datagrunnlag for fastsettelse av holdbarhetstid

Økende listeriosetilfeller i Europa har ført til innstramming i kravene til dokumentasjon på at *Listeria* ikke vil kunne vokse opp til >100/gram i løpet av lagringstiden (evt ikke vil kunne finnes i råvaren). EURL har utgitt en veileder om hvordan utføre holdbarhetstester som krever kunnskap om startnivået av *Listeria* samt lagringsbetingelser. Veilederen er omfattende, men har også mangler som kan føre til feil bestemmelse av kontaminering og vekst av *Listeria*. For å kunne fremskaffe relevant dokumentasjon er det nødvendig kjenne til realistiske kontamineringsnivåer i ulike situasjoner, faktorer som påvirker veksthastighet (f. eks. stressfaktorer, bakgrunnsmikrobiota) samt bestemme realistiske lagringstemperaturer i ulike deler av kjeden. Forskningen bør inkludere både laboratoriestudier og studier i industriskala, den vil ha meget stor betydning og har stor forskningshøyde.

3) Sikrere påvisning og raskere typing av *Listeria* ved kildesporing

Flere vitenskapelige studier samt erfaringer fra industrien peker på at dagens prøvetakings- og analysemetoder for *Listeria* i produksjonsmiljøet kan gi falske negative svar. Det er for eksempel erfaringer med at persistente *Listeria* ikke påvises ved konvensjonell svabring og ikke vokser opp i oppformeringsmediet. Det er også ulike anbefalinger om når prøver bør tas og hvordan, Dette kan føre til at man ikke finner smittekilden eller feilaktig tror at man har løst et problem. Årsakene til at metodene ikke fungerer er ikke avklart. I en seek-and-destroy-prosess er det anbefalt å type *Listeria,* gjerne med helgenomsekvensering, men tid før analysesvar er en utfordring. Det er altså behov for pragmatiske

typingsstrategier (ikke-WGS-løp) for raske interne beslutninger. Det er behov for laboratoriestudier og uttesting i industriskala for å finne ut hvilke stressfaktorer som fører til falske negative, utvikling og uttesting av bedre metoder for isolering, oppformering, analyse og typing. Forskningen vil ha meget stor betydning og har stor forskningshøyde.

4) Systematisk kvantifisering av risikofaktorer for etablering av husstammer og spredning av *Listeria*

Dette forskningsbehovet er hentet primært fra vitenskapelige publikasjoner og forskningsprosjekter. Flere studier viser at de *Listeria*-variantene som danner husstammer er genetisk ulike de som opptrer sporadisk. Man vet også hva som er typiske nisjer for husstammer. Det er behov for forskning for å finne sammenhengen mellom egenskapene til pervasive *Listeria*, interaksjon med andre mikroorganismer og prosessbetingelser (hygienisk design, temperatur, smuss, renhold, varestrømmer), herunder bransjespesifikke og generiske faktorer. Denne forskningen vil primært være studier i laboratorie/pilotskala som peker på de viktigste risikofaktorene for at *Listeria* etablere husstammer. Forskningen vil har meget stor forskningshøyde og ha betydning for laksenæringen på lenger sikt.

5) Optimalt risiko- og kostnadsbasert overvåkingsprogram

Overvåking av *Listeria* er ressurskrevende, både for selve prøvetakingen og analyser. Dimensjonering av overvåkingsprogram ble identifisert som et forskningsbehov i 2010, men området er ikke dekket av påfølgende prosjekter. Veiledere sier at prøvetaking skal være «risikobasert», men hva dette betyr i praksis er uklart. Videre er det ulike og delvis motstridende erfaringer på hvor, når, hvordan og hvor ofte det skal tas prøver og veiledere spriker i anbefalingene. Videre er typing meget kostnadskrevende og det er behov for kunnskapsbaserte råd om i hvilken grad og i hvilke situasjoner positive prøvesvar skal types, strategier for isolatoppbevaring samt risikobasert håndtering av hypervirulente stammer. For å møte dette forskningsbehovet må det gjennomføres systematiske undersøkelser av dagens praksis, og gjennomføres beregninger av kost-nytte av ulike strategier for overvåking. Denne forskningen krever involvering av store deler av industrien, trygg håndtering av sensitive data, vil kunne ha høy betydning for laksenæringen og vil ha stor forskningshøyde.

6.6 Kritiske faktorer for implementering

De tekniske løsningene mot *Listeria* er i stor grad kjent. Det som skiller virksomheter som lykkes fra dem som ikke gjør det, er om løsningene faktisk blir tatt i bruk og vedlikeholdt. Under er de forholdene som i intervjuene og eksemplene pekte seg ut som avgjørende for implementering beskrevet. Det må legges til at å identifisere kritiske faktorer for implementering av tiltak for å bekjempe *Listeria* ligger utenfor prosjektmålene og en full forståelse og utredning vil kreve et eget arbeid.

6.6.1 Mattrygghetskultur

At ledelsen på alle nivåer erkjenner risikoen ved *Listeria* og etablerer en strategi for å oppnå og opprettholde kontroll, er avgjørende. En måte å sikre forankring på er å ta *Listeria* inn i virksomhetens beredskapsplan. Engasjementet må være reelt og materialisere seg i tilstrekkelige menneskelige og økonomiske ressurser til opplæring, hygienisk design, overvåking, vedlikehold og renhold. Et typisk trekk ved virksomheter med *Listeria*-problemer er gammelt og slitt utstyr og bygningsmasse som er et uttrykk for flere års forsømmelse. Manglende investering i hygienisk design gjør ikke bare arbeidet vanskeligere for renholdere og teknisk personell, det er også et tydelig signal om ledelsens prioriteringer til hele organisasjonen. Et eksempel på dette var et kjølerom som var identifisert som hotspot for *Listeria*, hvor bygningsmassen var dårlig, slukene skadet, gulvet smuldret opp og avrenningen fungerte ikke på

grunn av manglende fall. Renholderne brukte to til tre timer på å få vannet av gulvene, med det resultat at det ble for lite tid igjen til selve renholdet (E43).

Underliggende årsaker til mangelfull ledelse og svak hygienekultur er blant annet for lav kompetanse til å etablere planer og følge dem opp, manglende bevissthet om eller aksept av risikoen, sviktende samarbeid, og at volum prioriteres foran kvalitet. Virksomheter som over tid ikke lykkes med å kontrollere *Listeria*, mangler ofte både kompetanse og en plan for effektiv beslutningstaking når problemer oppstår. Det finnes ingen plan for hvordan positive prøver skal følges opp, og det mangler kunnskap og ferdigheter til å nå fram til reservoarene, rengjøre effektivt og verifisere at det faktisk er rent. I ett anlegg ble det observert at slukene var dårlig rengjort. Lederen var klar over dette, men fulgte det ikke opp, og *Listeria*-problemet forble uløst (E67). Opplæring er en forutsetning for gjennomføring, men det er også engasjement i alle ledd. I ett utbruddstilfelle hadde virksomheten et program for miljøprøvetaking, men positive resultater ble ikke delt med renholds- eller teknisk personell og ble derfor aldri fulgt opp. Utfallet var at virksomheten til slutt ble stengt (E46).

Bevisstheten blant toppledere var høyere for noen år siden, da flere virksomheter måtte legge ned etter å ha blitt knyttet til utbrudd. Virksomheter som ikke produserer typiske risikoprodukter, tar ikke nødvendigvis *Listeria* inn i HACCP-planen, og både kontrollstrategier og overvåking kan mangle. En produsent av smør med smakstilsetning fulgte ikke opp positive resultater før kundene krevde det (E8). En annen situasjon er ledere som er klar over risikoen, men aksepterer den. Dette fenomenet kan oppstå etter at man over tid har mislyktes i å fjerne et reservoar. Risikoaksept kan gi seg utslag i strategier som skjuler problemet framfor å fjerne årsaken. I ett tilfelle gikk virksomheten over fra påvisning til kvantifisering for å bekrefte lave nivåer, uten å løse det underliggende problemet (E1).

Å bygge et ansvarlig team av mattrygghets-, renholds- og teknisk ledelse er en viktig suksessfaktor. Teamet må ha nok nysgjerrighet, kunnskap og ferdigheter til å finne ut hva som forårsaker problemene, dele informasjon og løse dem sammen. Teknisk personells evne til å gjenkjenne nisjer går igjen som avgjørende. I ett tilfelle identifiserte vedlikeholdslederen vekstnisjer inne i en gammel pakkemaskin og sørget for at den aldri kunne settes i drift igjen (E27). Det finnes også eksempler på tilfeller som kunne vært unngått dersom teknisk personell hadde vært mer involvert eller hatt bedre kompetanse. I et lakseanlegg ble gjentatte positive funn sporet til et vakuumsystem der CIP ikke ble utført som planlagt; problemet ble løst da ansvaret ble ført tilbake til teknisk avdeling (E66). I et annet tilfelle førte en ødelagt pakning til forurensning av smør under blanding. Hadde teknikerne forstått risikoen og varslet kvalitetsansvarlig, kunne problemet vært løst tidligere (E8).

Å holde engasjementet oppe over tid er krevende. Delt eierskap, en kultur med respekt for andres kompetanse, opplæring og åpen daglig kommunikasjon er vesentlig. Ved rekruttering teller de faglige kvalifikasjonene, men også personlige egenskaper som utholdenhet, interesse for praktisk arbeid, respekt for andres erfaring og et nysgjerrig og kreativt sinnelag. Høy gjennomtrekk av personell er et vanlig problem. I ett tilfelle var det 20 % avvik i produktene, men ingen positive prøver i den rutinemessige miljøovervåkingen. Anlegget hadde svært høy gjennomtrekk av personell, mange vikarer og manglet kunnskap om hvordan *Listeria* overvåkes effektivt (E31). Fast ansettelse, regelmessig og flerspråklig opplæring, forsterket hygienebevissthet og god dokumentasjon er nødvendig for kontinuitet. I enkelte produksjoner, som bær og grønnsaker, er dette vanskelig fordi sesongen er kort og hektisk og krever korttidsansatte med begrenset opplæring og lite tid til renhold (E77). Noen virksomheter har med hell knyttet bonus til mattrygghetsresultater, oppmuntret til varsling og utviklet KPI-er tilpasset den enkelte leders ansvarsområde. Atferdsbaserte tiltak bør likevel understøttes av fysiske barrierer. Ett anlegg fikk forurensning i høyrisikosonen fordi personalet brukte en branndør som lot seg åpne, og kontrollen ble gjenvunnet ganske enkelt ved å reparere dørmekanismen (E44).

6.6.2 Økonomi

Et *Listeria*-utbrudd kan drive en virksomhet konkurs, men økonomiske rammer er samtidig et viktig hinder for god *Listeria*-håndtering. Kundenes krav om lav pris kombinert med lang holdbarhet og ingen konserveringsmidler kan sette virksomheter i en vanskelig situasjon og øke risikoen. Slitt og gammelt anlegg, svake overvåkings- og renholdsprogrammer, manglende oppfølging av positive funn med sporing og typing, høy gjennomtrekk og ukvalifisert personell kan i stor grad knyttes til en vanskelig økonomisk situasjon. Lave marginer rammer særlig små virksomheter, og kostnaden må veies mot den risikoreduserende effekten. Å ta i bruk WGS i overvåkingsprogrammet kan for eksempel kreve investeringer i kompetanse og analysekostnader langt over det en liten bedrift kan bære.

Å velge det billigste alternativet med dårlig hygienisk design kan framstå lønnsomt på kort sikt, men de økonomiske konsekvensene kan bli store. I noen tilfeller krever gjenvunnet kontroll investeringsbeslutninger som å kassere utstyr som ikke lar seg holde rent (E19, E25, E34, E57, E59, E60, E61, E76). Konsekvensene av forsinkede eller utilstrekkelige tiltak kan også bli betydelige. I ett tilfelle spredte forurensningen seg mellom flere linjer via vedlikeholdsarbeid, og fabrikken måtte til slutt bygges om for titall millioner kroner (E23). Riktige prioriteringer for å oppnå både økonomisk bærekraftig og trygg produksjon krever derfor samarbeid mellom personer med kompetanse på risiko, prosess og økonomi.

6.6.3 Forhold i verdikjeden

Risiko kan oppstå i overgangene mellom leddene i verdikjeden, der kunnskap om eller ansvar for risiko oppstrøms og nedstrøms svikter. Råvarer som regnes som trygge så lenge de er i original emballasje, eller som ikke støtter vekst, kan bli smittekilder på grunn av praksis lenger nede i kjeden (E8, E17, E41, E76, E77). Et pasteurisert og *Listeria*-fritt produkt kan bli forurenset når det åpnes, med påfølgende vekst som gir utbrudd eller tilbakekalling (E17, E41).

Særlig relevant for laksenæringen er råvarer som ikke er kategorisert som spiseklare, men som brukes til å produsere spiseklar mat uten et drapstrinn. Hel, sløyd laks regnes ikke i seg selv som et risikoprodukt, men brukes både til varmebehandlede produkter og som råvare til kaldrøkt laks og sushi. Siden levende laks kan være forurenset, er det ikke mulig å garantere *Listeria*-fri sløyd laks eller ferske fileter. Forekomsten varierer imidlertid mye mellom leverandører, noe som mest sannsynlig gjenspeiler forskjeller i *Listeria*-kontroll i slakting og filetering. Å følge opp leverandører med høy forekomst kan redusere problemet (E51), og en alternativ strategi er å kjøpe kun fra leverandører med lav forekomst (E50). I markeder med sterk konkurranse om råstoffet kan imidlertid leverandørenes insentiver til å investere i hygiene være begrensede, og kundenes mulighet til å velge bort leverandører tilsvarende liten.

En tredje kategori er råvarer som ikke støtter vekst, men som blir smittekilder når de inngår i nye produkter, for eksempel forurenset smør i sammensatte produkter som sandwicher. Til slutt kan forbrukerne håndtere produktet annerledes enn forutsatt. Frosne grønnsaker er ment å varmebehandles, men enkelte forbrukere bruker dem uten oppvarming (E76).

6.6.4 Regelverk og myndigheter

Regelverk og tilsyn skal i prinsippet beskytte folkehelsen gjennom grenseverdier og krav om risikobaserte kontrollprogrammer. Både for svakt og for strengt regelverk eller tilsynspraksis kan imidlertid redusere mattryggheten. I USA risikerer virksomheter søksmål og store bøter dersom de knyttes til et utbrudd, selv med et godt *Listeria*-program. Resultatet kan bli mindre åpenhet og mindre vilje til å lete etter *Listeria*. I Europa er risikoen ved å bruke en «seek and destroy»-tilnærming lavere, men i begge regioner kan virksomheter som går foran med WGS, være bekymret for feilaktig å bli koblet til et utbrudd. Denne bekymringen forsterkes av rapporter om at enkelte *Listeria*-kloner er utbredte eller

allestedsnærværende i matkjeden og i produksjonsmiljøer, slik at nært beslektede isolater kan forekomme i ulike anlegg, produkter eller råvarestrømmer (Wiedmann & Neumann, 2026). I slike situasjoner er genomisk likhet alene ikke tilstrekkelig til å fastslå kilden. Bekymringen kan reduseres dersom offentlige myndigheter vedlikeholder og, der det er hensiktsmessig, gjør genomdata om stammer som sirkulerer i matkjeder og produksjonsmiljøer offentlig tilgjengelige. Slike referansedata kan vise at en stamme er vidt utbredt på tvers av flere virksomheter, produkter eller råvarestrømmer, og kan dermed bidra til å hindre at en enkelt virksomhet forhastet blir utpekt som kilde. Samtidig kan høyoppløselig typing, inkludert helgenomsekvensering, også bidra til å utelukke mistenkte kilder eller frikjenne virksomheter fra mistanke når de genomiske funnene ikke stemmer overens med utbruddsstammen eller ikke støtter de epidemiologiske funnene og sporingen bakover i kjeden. Det tyske utbruddet av *Escherichia coli* O104:H4 i 2011, der agurk først ble mistenkt før undersøkelsene pekte mot spirer og senere bukkehornkløverfrø (Buchholz et al., 2011), illustrerer hvordan tidlig kildeutpeking kan være villedende dersom konklusjoner trekkes før kunnskapsgrunnlaget er fullstendig. Reelle hendelser viser dessuten at funn fra offentlig kontroll kan føre til omfattende utbedringer og store økonomiske konsekvenser (E23) eller til nedstengning (E46), selv når virksomhetene ikke bruker typing.

Svakt regelverk har på den annen side også negative konsekvenser. Enkelte virksomheter bruker toleransen på 100 cfu/g i Europa som argument for ikke å handle etter positive funn (E1, E17, E33). I ett tilfelle vedvarte *Listeria* i miljø, råvarer og produkter over lang tid, og virksomheten gikk over fra påvisning til kvantifisering fordi sistnevnte er mindre sensitiv, uten at det var avklart om problemet var løst (E33). Det finnes heller ingen tydelig regulatorisk standard for hva som er «rengjørbart», noe som gjør det lettere å akseptere dårlig hygienisk design. Uklart regelverk kompenseres til en viss grad av bransje- og kjedestandarder som kan støtte vurdering av hygienisk design ved innkjøp av maskiner, og kravene fra store dagligvarekjeder er ofte strengere og mer spesifikke enn regelverket. Et problem kan være at kravene driver de fram dårlige løsninger. Bedre samarbeid med og støtte fra kompetente myndigheter ble framhevet som en mer fruktbar vei enn sanksjoner. Samtidig svekker manglende spesifikk kunnskap tilliten til råd fra tilsynet, og ressursene må økes for å kunne støtte hele næringen.

Kjemiske og fysiske dekontamineringsteknologier ser ut til å være mer utbredt i USA enn i EU, noe som gjenspeiler forskjeller i både regelverk og forbrukeraksept. Med økende antall listeriosetilfeller i EU og strengere regulering kan behovet for og bruken av dekontaminering og konservering av risikoprodukter øke.

6.6.5 Forbrukeraksept

De viktigste hindrene for økt bruk av dekontaminering og konservering av råvarer, ingredienser og ferdigvarer er forbrukeraksept og betalingsvilje, sammen med hvordan strategiene påvirker sensorisk kvalitet. Naturlige løsninger framstår generelt som mer akseptable enn syntetiske konserveringsmidler, og jo tidligere i kjeden de brukes, desto høyere er aksepten. Teknologiene må dessuten som regel optimaliseres for hvert enkelt produkt og hver enkelt anvendelse.

6.6.6 Dokumentasjon av effekt under industrielle forhold

Mange dekontamineringsstrategier befinner seg fortsatt på konseptstadiet. Det finnes mange vitenskapelige publikasjoner som dokumenterer effekt mot *Listeria*, men det som mangler er løsninger som passer inn i den enkelte virksomhetens drift og behov. Så lenge billigere, enklere og ikke-destruktive teknologier finnes på markedet, vil næringen ikke ta i bruk nye. For leverandører av nye teknologier, for eksempel desinfeksjonsmidler, er det vanskelig å dokumentere effekt under reelle forhold uten tilgang til testing i matfabrikker eller pilotanlegg der man kan arbeide med patogener. Det mangler også standardiserte tester for rengjøringseffekt som kan brukes til å sammenligne ulike midler.

6.6.7 Ekstern kompetanse og infrastruktur

Leverandører av maskiner og renholdsmidler, tjenesteleverandører, kommersielle laboratorier og forskningsinstitusjoner kan være viktige kilder til kompetanse og opplæring, men i andre tilfeller er det matprodusenten som må lære opp dem. Ett anlegg løste vedvarende forurensning først etter at de hadde fått utstyrsleverandørens konstruktører til å bygge om maskinene og erstatte vevde belter med mer hygieniske alternativer (E60). Personer utdannet innen produksjonsteknologi mangler ofte kurs i hygiene, og ved utstyrsdesign må det finnes en balanse mellom hygienisk utforming og effektivitet. Dersom verken matprodusenten eller leverandøren prioriterer hygienisk design eller har nødvendig kompetanse, blir det typiske resultatet at maskinen må bygges om eller byttes ut etter at den har forårsaket et *Listeria*-problem.

Et annet område er støtte til overvåking. For å ta i bruk WGS er det behov for standardisering av sekvensering og bioinformatikk, og for tjenester som støtter beslutninger basert på sekvensdata. Særlig for små og mellomstore virksomheter er det ikke realistisk å bygge slik kompetanse internt. Det mangler nøytrale, ikke-kommersielle eksperter med praktisk og teknisk kompetanse, slik at de største virksomhetene utvikler sine egne kurs. Bransjeforeninger og nettverk er viktige for erfaringsdeling.

7 Nytteverdi av prosjektet

Prosjektet har samlet, systematisert og vurdert kunnskapen om forebygging og bekjempelse av *Listeria*, både fra forskningsprosjekter og praksis.

Prosjektet har gitt norsk sjømatnæring:

- En samlet oversikt over 73 nasjonale og internasjonale forskningsprosjekter om *Listeria*-kontroll, med hva de har undersøkt og hvilke områder som fortsatt ikke er dekket.
- 80 dokumenterte eksempler på reelle *Listeria*-problemer og hvordan de ble løst eller hvorfor de ikke ble det, samlet gjennom intervjuer med 13 eksperter fra sju land samt upubliserte erfaringer fra Nofimas prosjekter. Denne erfaringskunnskapen har ikke tidligere vært publisert, og gir næringen tilgang til problemløsninger som ellers forblir internt i den enkelte virksomhet.
- En strukturert gjennomgang av tiltak sortert etter dokumentert risikoreduserende effekt, med referanser til hvor mer informasjon finnes, slik at den enkelte virksomhet kan prioritere ut fra egen situasjon.
- En beskrivelse av hva som faktisk avgjør om tiltak blir gjennomført: Mattrygghetskultur, økonomi, forhold i verdikjeden og regelverk basert på erfaringene fra eksperter fra matnæringen og akademia.
- Fem prioriterte forskningsbehov med begrunnelse og vurdering av betydning, som grunnlag for FHFs videre satsing.

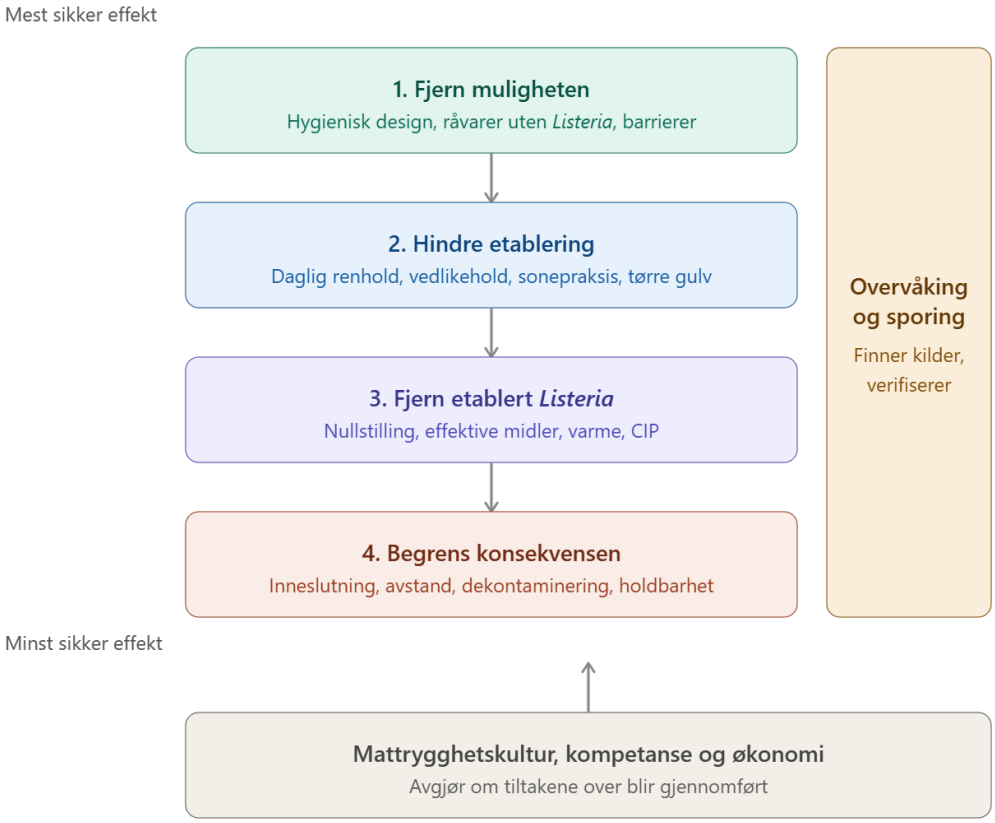
På lengre sikt kan kunnskapsoversikten gi betydelig næringsnytte gjennom reduserte nivåer av *Listeria* på norsk laks og lakseprodukter, og dermed bidra til bedre omdømme, økt konkurranse- og bærekraft, færre tilbakekallinger og forbedret markedsadgang.

Gjennom prosjektet fikk norske laksebedrifter og andre i norsk matbransje anledning til å lære av og diskutere med noen av de fremste internasjonale ekspertene på *Listeria*-bekjempelse. Prosjektet har også styrket Nofimas internasjonale nettverk og kompetanse på området.

Nofima er invitert til å holde et hovedforedrag på FoodMicro, en konferanse som samler forskere og matindustri fra hele Europa for å presentere resultatene fra prosjektet. I Norge har resultatene vært presentert på Teknologisk Matforum og for kvalitetsledere i MOWI. En vitenskapelig publikasjon er under arbeid. Det ventes derfor at prosjektet vil ha stor betydning for forskningsfronten innen bekjempelse av *Listeria*.

8 Oppsummering

Figur 1 gir en oversikt over tiltak mot *Listeria* rangert etter hvor sikkert de bryter smitteveien.



Figur 1: Tiltak mot *Listeria* rangert etter hvor sikkert de bryter smitteveien. Nivå 1 fjerner muligheten for at problemet oppstår, nivå 2 hindrer at bakterien etablerer seg, nivå 3 fjerner det som likevel har etablert seg, og nivå 4 begrenser konsekvensen når reservoaret ikke lar seg fjerne. For laks er råvarer helt uten *Listeria* ikke oppnåelig i praksis; her består nivå 1 i å velge leverandører med dokumentert lav forekomst. Overvåking og sporing er ikke et tiltak i seg selv, men avdekker smittekilder og viser om tiltakene virker.

De viktigste konklusjonene fra prosjektet er:

- **Kontroll krever at flere tiltak kombineres og følges opp over tid.** Tiltak bør prioriteres ut fra risikoreduserende effekt, noe som krever kunnskap om hvilke *Listeria* som er mest problematiske, og hvilke tiltak som er mest effektive. Forskning som gir et bedre grunnlag for prioritering og hvor risiko balanseres mot kost-nytte er viktig.
- **Hygienisk design peker seg ut.** Nisjer i utstyr og bygningsmasse er den vanligste årsaken til vedvarende problemer, og løsningen krever ofte fysiske endringer. Effekten av vask og desinfeksjon henger direkte sammen med hygienisk design og hvor grundig utstyret demonteres. I mange tilfeller ble kontroll først oppnådd etter at deler eller hele maskiner ble byttet ut. Både grunnleggende forskning om hvilke forhold som får *Listeria* til å etablere seg i visse nisjer og under visse situasjoner og sammenlikning av hygienisk design og rutiner i bedrifter med ulik *Listeria*-forekomst er viktig for å redusere problemer med husstammer av *Listeria*.
- **For laks kan råvarene være like viktig kilde som husstammer, i motsetning til kjøtt og meieri.** Forekomsten varierer mye mellom slakterier, og oppfølging av leverandører har gitt dokumentert

effekt. Dette skiller sjømat fra andre bransjer, der veilederne i hovedsak retter seg mot persistens i eget anlegg, og har betydning for hvor tiltak bør settes inn og dreining av forskningen for å få relevant kunnskap..

- **Overvåking gir bare verdi når funn utløser handling.** Et dynamisk, risikobasert program der positive prøver følges opp med intensivert og utforskende prøvetaking er avgjørende for å finne kilden. Typing og helgenomsekvensering skiller husstammer fra reintroduksjon, og det bør undersøkes i hvilke grad hyrtigere typing kan være et nyttig alternativ til full sekvensering. Dekontaminering er godt utforsket, men lite brukt. Her er regelverket en flaskehals, siden nisin, laktat og acetat ikke er godkjent i bearbeidede fiskeprodukter.
- **Fem forskningsbehov peker seg ut for laksenæringen.** 1) Kilder, spredning og forekomst av *Listeria* langs og på tvers av laksens verdikjede og kartlegging av hvor tiltak har størst effekt 2) Realistisk datagrunnlag for fastsettelse av holdbarhetstid 3) Sikrere påvisning og raskere typing av *Listeria* ved kildesporing 4) Systematisk kvantifisering av risikofaktorer for etablering av husstammer og spredning av *Listeria 5)* Optimalt risiko- og kostnadsbasert overvåkingsprogram

9 Leveranser

9.1 Faste leveranser

- Referater referansegruppemøter (Oppstart-, midt, og sluttmøte)
- Halvårlig statusrapport til FHF
- Faglig sluttrapport i tråd med FHFs retningslinjer

9.2 Andre leveranser

- Rapport/Tabell: Praktiske erfaringer med metoder og prosedyrer for *Listeria* bekjempelse (intern rapport)
- Rapport/Tabell: Publiserte metoder og prosedyrer for *Listeria* -bekjempelse (intern rapport)
- Viktigste tiltak for å forebygge og bekjempe *Listeria*
- Forskningsbehov: Kontroll med *Listeria* i sjømatproduksjon
- Presentasjon: Presentasjon på fagdag
    - Solveig Langsrud. Påvisning av husstammer gjennom helgenomsekvensering - hvordan spore opp og bli kvitt dem? på Teknologisk matforum temadag: Det nye listeriaregelverket, 28. januar 2026.
    - Solveig Langsrud. Practical experiences with *Listeria* control. MOWI-møte 2. Juni 2026
- Oppslag om prosjektet i sosiale medier
    - LinkedIn post: Solveig Langsrud Problemer med *Listeria*? Kom på temadagen på onsdag for å høre om resultatene fra flere viktige *FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering)* prosjekter*. Posten nådde 1 083 ulike brukere*
    - LinkedIn post: Solveig Langsrud, How to control *Listeria* in food production? There is no silver bullet, but I have found a real gold mine: The hands-on experience of *Listeria* hunters. We spent two days in Oslo this week sharing stories, practical examples, and discussing what actually works (and sometimes doesn't) in real production environments. The next step is to summarize findings and share them more broadly. *Posten nådde 2 956 ulike brukere*

- Populærvitenskapelig artikkel i fagblad.
    - Langsrud, S, Heir, E., Fagerlund, A. , Moen B. og Møretrø, T. Viktigste tiltak mot *Listeria*: Kunnskapssammenstilling av prosjekter og erfaringer.

10 Referanser

Anon. (2026). *10th Anniversary food-safety update*. Retrieved 24.06.2026 from https://milarex.com/newsletter/

Axelsson, L., Gaarder, M. O., Holck, A. L., Tengstrand, E., Fagerlund, A., Moen, B., & Heir, E. (2026). Measures for the inhibition of *Listeria monocytogenes* in a traditional Norwegian fermented fish product (rakfisk) and their effect on sensory attributes. *International Journal of Food Microbiology*, *444*. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2025.111453

Barcia-Cruz, R., Leclercq, A., Danan, C., & Asséré, A. (2026). Towards a global method of *Listeria* challenge testing in food: diversity requires harmonization. *Food Research International*, *237*, Article 119298. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2026.119298

Barnett-Neefs, C., Sullivan, G., Zoellner, C., Wiedmann, M., & Ivanek, R. (2022). Using agent-based modeling to compare corrective actions for *Listeria* contamination in produce packinghouses. *Plos One*, *17*(3), Article e0265251. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265251

Belias, A., Sullivan, G., Wiedmann, M., & Ivanek, R. (2022). Factors that contribute to persistent *Listeria* in food processing facilities and relevant interventions: A rapid review. *Food Control*, *133*, Article 108579. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108579

Besse, N., Laurentie, M., Hkimi, A., Casini, A., Barre, L., Skjerdal, T., Nadal, A., Torrecilla, M., Grecenkova, J., Polet, M., Guedes, H., Almeida, G., Semroud, A., Va, F., Bouilloux, M., & Lombard, B. (2026). A contribution to the improvement of *Listeria monocytogenes* enumeration at low level of contamination, in the frame of the international standardization. *International Journal of Food Microbiology*, *459*, Article 111913. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2026.111913

Buchholz, U., Bernard, H., Werber, D., Böhmer, M., Remschmidt, C., Wilking, H., Deleré, Y., an der Heiden, M., Adlhoch, C., Dreesman, J., Ehlers, J., Ethelberg, S., Faber, M., Frank, C., Fricke, G., Greiner, M., Höhle, M., Ivarsson, S., Jark, U.,…Kühne, M. (2011). German Outbreak of Escherichia coli O104:H4 Associated with Sprouts. *New England Journal of Medicine*, *365*(19), 1763–1770. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1106482

EFSA BIOHAZ Panel, Koutsoumanis, K., Allende, A., Bolton, D., Bover-Cid, S., Chemaly, M., De Cesare, A., Herman, L., Hilbert, F., Lindquist, R., Nauta, M., Nonno, R., Peixe, L., G., R., Simmons, M., Skandamis, P., Suffredini, E., Fox, E., Gosling, R.,…Alvarez-Ordonez, A. (2023). Persistence of microbiological hazards in food and feed production and processing environments. *EFSA Journal*, *22*. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8521

EFSA BIOHAZ Panel , Ricci, A., Allende, A., Bolton, D., Chemaly, M., Davies, R., Escamez, P. S. F., Girones, R., Herman, L., Koutsoumanis, K., Norrung, B., Robertson, L., Ru, G., Sanaa, M., Simmons, M., Skandamis, P., Snary, E., Speybroeck, N., Ter Kuile, B.,…Lindqvist, R. (2018). *Listeria monocytogenes* contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU [Review]. *EFSA Journal*, *16*(1), 173, Article Unsp 5134. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5134

Eglezos, S., & Dykes, G. (2011). Application of Heat in Postcook Meat Chillers Reduces *Listeria*. *Journal of Food Protection*, *74*(6), 999–1002. https://doi.org/10.4315/0362-028x.Jfp-10-532

Evrendilek, G. (2026). The Hygiene Continuum in Seafood Processing: Integrating Design, Sanitation, and Workforce Safety for Sustainable Food Systems. *Hygiene*, *6*(1), Article 6. https://doi.org/10.3390/hygiene6010006

Fagerlund, A., Langsrud, S., & Moen, B. (2026). *Genotyping and WGS for tracing and source tracking of Listeria in the food industry*.

Fagerlund, A., Langsrud, S., & Moretro, T. (2020). In-Depth Longitudinal Study of *Listeria monocytogenes* ST9 Isolates from the Meat Processing Industry: Resolving Diversity and Transmission Patterns Using Whole-Genome Sequencing. *Applied and Environmental Microbiology*, *86*(14), 18, Article e00579-20. https://doi.org/10.1128/aem.00579-20

Fagerlund, A., Langsrud, S., & Moretro, T. (2020). In-Depth Longitudinal Study of Listeria monocytogenes ST9 Isolates from the Meat Processing Industry: Resolving Diversity and Transmission Patterns Using Whole-Genome Sequencing. *Applied and Environmental Microbiology*, *86*(14), Article e00579-20. https://doi.org/10.1128/aem.00579-20

Fagerlund, A., Langsrud, S., Schirmer, B. C. T., Møretrø, T., & Heir, E. (2016). Genome analysis of *Listeria monocytogenes* sequence type 8 strains persisting in salmon and poultry processing environments and comparison with related strains. *Plos One*, *11*(3), Article e0151117. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151117

Fagerlund, A., Wagner, E., Moretro, T., Heir, E., Moen, B., Rychli, K., & Langsrud, S. (2022). Pervasive *Listeria monocytogenes* Is Common in the Norwegian Food System and Is Associated with Increased Prevalence of Stress Survival and Resistance Determinants. *Applied and Environmental Microbiology*, *88*(18). https://doi.org/10.1128/aem.00861-22

Food Standards Scotland. (2026). *Potential fish decontamination treatments*. https://www.foodstandards.gov.scot/business-guidance/running-a-food-business/tools-and-training/safe-smoked-fish-tool/safe-smoked-fish-resources/potential-fish-decontamination-treatments

Heir, E., Holck, A., & Langsrud, S. (2015). *Physical, chemical and biological treatments for reduction or elimination of Listeria monocytogenes in salmon*. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901056/

Heir, E., Jensen, M. R., Aasli, A. W., Berget, I., & Holck, A. L. (2023). Reduction and Growth Inhibition of *Listeria monocytogenes* by Use of Anti-Listerial Nisin, P100 Phages and Buffered Dry Vinegar Fermentates in Standard and Sodium-Reduced Cold-Smoked Salmon. *Foods*, *12*(24). https://doi.org/10.3390/foods12244391

Heir, E., & Langsrud, S. (2013). *Smitteveier og smittekilder for Listeria i produksjonskjeden for sløyd og røkt laks* (Nofima rapport, Issue. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/900521/

Heir, E., & Langsrud , S. (2014). *Tiltak for økt kontroll med listeria i laksenæringen*. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/900521/

Heir, E., Liland, K. H., Carlehög, M., & Hoick, A. L. (2019). Reduction and inhibition of *Listeria monocytogenes* in cold-smoked salmon by Verdad N6, a buffered vinegar fermentate, and UV-C treatments. *International Journal of Food Microbiology*, *291*, 48–58. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.10.026

Heir, E., Solberg, L. E., Carlehög, M., Moen, B., Jensen, M. R., & Holck, A. L. (2021). Improved control of *Listeria monocytogenes* during storage of raw salmon by treatment with the fermentate Verdad N6 and nisin. *International Journal of Food Microbiology*, *336*. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108895

Hoel, S., Jakobsen, A. N., Lerfall, J., Wolff, R., Skjerdal, T., Storesund, J. E., & Lunestad, B. T. (2025). *Dekontaminering av Listeria monocutogenes i lakseprodukter - Dekolaks*. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901839/

Ivanek, R., Grohn, Y. T., & Wiedmann, M. (2004). The cost and benefit of *Listeria monocytogenes* food safety measures. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *44*(7-8), 513–523. https://doi.org/10.1080/10408690490489378

Kragh, M., Hansen, L., & Dalgaard, P. (2026). The solution to Listeria monocytogenes problems in the food industry is product stabilization in combination with cleaning and disinfection. *Current Opinion in Food Science*, *69*, Article 101414. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2026.101414

Langsrud, S., Fagerlund, A., Møretrø, T., Heir, E., & B., M. (2023). *Veileder: Bruk av helgenomsekvensering for forebygging og kontroll av Listeria monocytogenes i matindustrien*. https://zenodo.org/records/10468595

Langsrud, S., Heir, E., Møretrø, T., Røssvoll, E., & Hansen, A. Å. (2010). *Kartlegging av bedriftspraksis (produkt, prosess og organisering) som hemmer og fremmer forekomst av Listeria i norske lakseprodukter* (Sluttrapport, prosjekt 900315, FHF, Issue. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/900315/

Langsrud, S., Heir, E., Pedersen, M. E., Moen, B., Teixeira, P., Corbett, K., Rip, D., Gouws, P., Kovacevic, J., Waite-Cusic, K. J., Fletcher, G. C., Fox, E., Michel, V., Hanin, A., Alvarez-Ordóñez, A., Switt, A. M., Caracci, A. U., Rivera, D., Dorum, G., & Moretro, T. (2026). Managing *Listeria monocytogenes* by Cleaning and Disinfection: Experiences from Food Processing Industries and from Manufacturers of Cleaning and Disinfection Agents. *Journal of Food Protection*, *89*(6). https://doi.org/10.1016/j.jfp.2026.100793

Langsrud , S., & Møretrø, T. (2018). *Forbygging av Listeria i produksjonsanlegg for laks*. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901330/

Langsrud, S., Møretrø, T., Heir, E., Moen, B., & Pedersen, M. (2024). *Forebygging av listeria på laksefisk ved hjelp av rengjøring og desinfisering av produksjonsanlegg.* https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901821/

Leclercq, A., Kooh, P., Augustin, J. C., Guillier, L., Thébault, A., Cadavez, V., Gonzales-Barron, U., & Sanaa, M. (2021). Risk factors for sporadic listeriosis: A systematic review and meta-analysis. *Microbial Risk Analysis*, *17*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mran.2020.100128

Løvdal, T., Giske, L. A. L., Bjørklykhaug, E., Eri, I. B., & Mork, O. J. (2017). Hygienic standards and practices in Norwegian salmon processing plants. *Journal of Hygienic Engeneering and Design*, *20*, 3–11.

Moen, B., Langsrud , S., & Fagerlund, A. (2024). *Metoder for påvisning av Listeria i mat og produksjonsmiljø*. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901822/

Moretro, T., Heir, E., Maugesten, T., Rip, D., Corbett, K., Fox, E. M., Teixeira, P., & Langsrud, S. (2026). Hot water outperforms UV-C and commercial cleaning agents and disinfectants in reducing *Listeria monocytogenes* on woven conveyor belts. *Food Control*, *189*. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2026.112320

Moretro, T., Langsrud, S., Heir, E., & Fagerlund, A. (2026). Controlling *Listeria monocytogenes* in the food processing environment: Lessons learned from a salmon processor associated with outbreaks. *International Journal of Food Microbiology*, *449*, 11, Article Pmid 8412849. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2025.111604

Moretro, T., Normann, M. A., Saebo, H. R., & Langsrud, S. (2019). Evaluation of ATP bioluminescence-based methods for hygienic assessment in fish industry. *Journal of Applied Microbiology*, *127*(1), 186–195. https://doi.org/10.1111/jam.14292

Moretro, T., Schirmer, B., Heir, E., & Langsrud, S. (2017). In situ evaluation of citric acid powder to control *Listeria monocytogenes* on floors in meat processing plants. *Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv Fur Lebensmittelhygiene*, *68*(4), 84–87. https://doi.org/10.2376/0003-925x-68-84

Nortdtvedt, T. S., Austnes, A. E. S., Wolff, R., Hilmarsen, Ø., Raspati, G., Netzer, R., & Loncarevic, S. (2020). *Rensing av prosessvann i lakseslakterier*. https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901545/

Osek, J., Lachtara, B., & Wieczorek, K. (2022). *Listeria monocytogenes* - How This Pathogen Survives in Food-Production Environments? *Frontiers in Microbiology*, *13*, Article 866462. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.866462

Schirmer, B. C. T., Langsrud, S., Møretrø, T., Hagtvedt, T., & Heir, E. (2012). Performance of two commercial rapid methods for sampling and detection of *Listeria* in small-scale cheese producing and salmon processing environments. *Journal of Microbiological Methods*, *91*(2), 295–300. https://doi.org/10.1016/j.mimet.2012.08.013

Schöbitz, R., González, C., Villarreal, K., Horzella, M., Nahuelquín, Y., & Fuentes, R. (2014). A biocontroller to eliminate Listeria monocytogenes from the food processing environment. *Food Control*, *36*(1), 217–223. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.08.017

Sousa, P., Magalhaes, R., & Teixeira, P. (2026). Survival and Adaptation of Listeria monocytogenes in the Food Industry: Insights into Persistence Mechanisms. *Food Reviews International*. https://doi.org/10.1080/87559129.2026.2682346

Spanu, C., & Jordan, K. (2020). *Listeria monocytogenes* environmental sampling program in ready-to-eat processing facilities: A practical approach. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *19*(6), 2843–2861. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12619

Stessl, B., Szakmary-Brandle, K., Vorberg, U., Schoder, D., & Wagner, M. (2020). Temporal analysis of the *Listeria monocytogenes* population structure in floor drains during reconstruction and expansion of a meat processing plant. *International Journal of Food Microbiology*, *314*, Article 108360. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108360

Sullivan, G., Orsi, R. H., Estrada, E., Strawn, L., & Wiedmann, M. (2022). Whole-Genome Sequencing-Based Characterization of *Listeria monocytogenes* Isolates from Produce Packinghouses and Fresh-Cut Facilities Suggests Both Persistence and Reintroduction of Fully Virulent L. monocytogenes. *Applied and Environmental Microbiology*, *88*(22). https://doi.org/10.1128/aem.01177-22

Thomassen, G., Jakobsen, A., Lerfall, J., Jameson, J., Krych, L., Hannisdal, A., Knochel, S., & Hoel, S. (2026). Tracing *Listeria monocytogenes* in the Atlantic salmon (Salmo salar L.) production chain-from feed to primary processing. *Aquaculture*, *616*, Article 743733. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2026.743733

Thomassen, G. M. B., Krych, L., Knochel, S., & Mehli, L. (2021). ON-rep-seq as a rapid and cost-effective alternative to whole-genome sequencing for species-level identification and strain-level discrimination of *Listeria monocytogenes* contamination in a salmon processing plant. *Microbiologyopen*, *10*(6). https://doi.org/10.1002/mbo3.1246

Wiedmann, M., & Neumann, M. J. (2026). Whole Genome Sequencing for Food Safety: Opportunities, Benefits and Challenges. *Food Protection Trends*, *46*, 8–32. https://doi.org/10.4315/FPT-24-062

Yun, Y. (2026). Food-Contact-Surface and Product-Test *Listeria monocytogenes* Positivity in U.S. Ready-to-Eat Meat and Poultry Establishments: Concurrent, Cumulative, and Temporally Separated Associations in USDA-FSIS Sampling Data, 2015-2025 (Pre-print). *Qeios*. https://doi.org/10.32388/N62M3Z

Zhao, T., Podtburg, T., Zhao, P., Chen, D., Baker, D., Cords, B., & Doyle, M. (2013). Reduction by Competitive Bacteria of Listeria monocytogenes in Biofilms and Listeria Bacteria in Floor Drains in a Ready-to-Eat Poultry Processing Plant. *Journal of Food Protection*, *76*(4), 601–607. https://doi.org/10.4315/0362-028x.Jfp-12-323

Zoellner, C., Ceres, K., Ghezzi-Kopel, K., Wiedmann, M., & Ivanek, R. (2018). Design Elements of *Listeria* Environmental Monitoring Programs in Food Processing Facilities: A Scoping Review of Research and Guidance Materials. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *17*(5), 1156–1171. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12366

Vedlegg 1: Eksempler

Nr	Beskrivelse av tilfellet	Sporing/kilde	Tiltak som ble iverksatt	Resultat
E1	Et bakeri påviste *Listeria* i alle produktene sine	Prøvetaking av produkter og miljø. Isolatene ble senere typet av forskere (ikke som del av den opprinnelige undersøkelsen), noe som bekreftet at problemet skyldtes persisterende *Listeria*	Grundig rengjøring (deep clean) løste problemet i produktene en periode, selv om slukene fortsatt var positive. Deretter kom problemet tilbake, som en syklus som gjentok seg. Gikk fra påvisnings til kvantitative analyser, som bekreftet lave nivåer	Problemet ble egentlig ikke løst, ettersom de gikk over til en mindre sensitiv analyse
E2	Påvisning i produkt (brød)	Kjølesystemet (basert på luft som ble kjølt ned med vann) ble identifisert som forurensningskilde etter prøvetaking av utstyret: Alle prøvene var positive. Det så ut til å være en overføring fra vannet til brødet	Revisjon av renholds-prosedyrene: Daglig vannskifte, ukentlig grundig rengjøring med klorholdig vaskemiddel og desinfeksjon med pereddiksyre (PAA).	*Listeria*-problemet løst
E3	Påvisning i osteproduksjon	Revisjon, intensiv prøvetaking og typing med PFGE. Samme PFGE-type ble gjenfunnet i melk, ost og miljø, inkludert i vasken i ostevaskesonen og under flisene i ostevaskeområdet. Vaskevann fra rommet for mottak/tank for rå melk ble ledet ut i meieriets avløpssystem, som lå under ostevasken i høyrisikosonen	I første omgang ble vaskevannet fra kjøletanken behandlet (65 °C + NaOH). Bedriften omorganiserte lokalene og innførte hensiktsmessig hygienisk utforming og soneinndeling.	*Listeria*-problemet ble løst etter flere måneder, trolig mer enn to år
E4	Påvisning i iskremproduksjon	Prøvetaking og 7-gen MLST av isolatene. Flest positive funn i sluk.	Ikke kjent	Problemet ble ikke løst, men hele selskapet ble solgt.
E5	Påvisning i produkt (ost fra en liten produsent som lager ost av egen melk) utløste sporing og tiltak	Osteprodusenten tok miljøprøver som respons på det positive funnet i produktet. *Listeria* ble påvist på en trehylle. Typing bekreftet at det var samme *Listeria* som i produktet.	Hyllen ble fjernet	*Listeria*-problemet løst
E6	Påvisning i produkt, men ikke i produksjonsmiljøet.	Prøvetaking i miljø og typing tydet på at kilden ikke var persisterende *Listeria* i produksjonsmiljøet. *Listeria* ble påvist på råvarer. Råvarene førte *Listeria* inn i lokalene. Trendanalyse over tid: Historiske data bidro til å vise at det har husstammer	Robust program for miljøovervåking, inkludert prøvetaking av råvarer og prøvetaking under produksjon, ikke bare etter rengjøring. Typing av isolater for å finne rotårsaken	
E7	Påvisning i produktet (ost) og undersøkelse for å identifisere den primære kilden	Prøvetaking identifiserte råvaren (melk) som kilde. Flere hundre sauer produserte melk til fabrikken. Dyrene ble delt inn i stadig mindre grupper, og melken fra hver gruppe ble analysert, til én sau til slutt ble identifisert som asymptomatisk bærer. Etter at problemet var løst, bekreftet PFGE samme stamme hos denne sauen, i melken og i osten.	Avliving av sauen som var asymptomatisk bærer.	*Listeria*-problemet løst
E8	Positivt funn i smør med smakstilsetning ble rapportert til kundene.	Det ble tatt prøver, og *Listeria* ble påvist på en pakning i en blandemaskin som var ødelagt. Sannsynligvis kunne næringsstoffer og vann samle seg under pakningen og gi grunnlag for vekst av *Listeria*.	Mikseren ble reparert (pakningen ble skiftet), og tiltaket ble validert ved å kjøre produkt gjennom og ta prøver.	*Listeria*-problemet løst
E9	Gjentakende påvisning i en ostefabrikk	Revisjon og økt miljøprøvetaking avdekket skadde/dårlig utformede sluk som ga tilbakeslag og forurensning av gulv, felles avløpsledninger mellom lavrisiko- og høyrisikoområder, og at det var vanskelig å rengjøre dypt nede i slukene.	Bedre hygienisk utforming av sluk og avløpsstruktur	

		Høytrykksspyling av sluk førte til spredning av *Listeria*		
E10	Gjentakende påvisning i 11 ostefabrikker.	Typing avdekket persisterende stammer i alle fabrikkene, men de var unike for hver enkelt fabrikk. Prøvetaking og typing av miljøet for å finne rotårsaken ga ikke svar på hva som var den primære kilden. Persisterende stammer ble funnet i sluk og ble trolig spredt ved høytrykksspyling av sluk, som ga aerosoldannelse. I ett tilfelle førte prøvetaking av råvarer og kyr til at én infisert ku ble identifisert som primærkilde.	Slakting av en *Listeria*-positiv ku fjernet den kontinuerlige forurensningskilden	Rotårsaken ble ikke identifisert i de fleste fabrikkene. I ett tilfelle løste slakting av kua som leverte rå melk til fabrikken, problemet
E11	Påvisning i produkt (egg)	Kilden ble identifisert som eggekutteren	Først fjernet de eggekutteren. Deretter bygde de om/modifiserte den opprinnelige eggekutteren etter mønster av en annen eggekutter med bedre hygienisk utforming. De innførte også desinfeksjon med pereddiksyre og termisk desinfeksjon med damprenser på steder man ikke kommer til.	*Listeria*-problemet løst.
E12	En bedrift som produserte spiseklare kjøttprodukter, ble knyttet til et utbrudd	Prøvetaking identifiserte oppskjærsmaskinene som forurensningskilder.	Grundigere demontering avdekket tilholdsstedet under/inne i bunnplaten på oppskjærsmaskinen og gjorde det mulig å fjerne det effektivt. En utfordring var at det var svært vanskelig å demontere maskinene til dette nivået rutinemessig.	*Listeria*-problemet løst
E13	Bedrift med gjentakende *Listeria*-funn knyttet til frysere	Kilder var både de indre delene av fryseren og isolasjonen rundt dørene. Spredningeveien var via gulv fra lavrisikosoner: *Listeria* trengte gjennom vegger eller gulv og spredte seg innover i anlegget.	Nok plass under fryseren til å kunne gjennomføre god C&D.	
E14	Kryssforurensning i kjøttbedrifter med røykerier	Råvarer og røkte produkter ble transportert gjennom samme dør. Risikoen ble forsterket av våte gulv	Ombygging av røykeriet for å få enveis vareflyt	Redusert risiko for kryssforurensning
E15	Påvisning i et produkt som ikke er spiseklart (pølse som skal varmebehandles før konsum), og bekymring for risikoen for kryssforurensning til spiseklare produkter i samme anlegg.	Det ble tatt mange prøver, og *Listeria* var utbredt, til og med i lampene. Bakterien ble også funnet på traller som ble brukt til å transportere farsen fra koking til stappemaskinen. Observasjon av renholdspersonalet under arbeid: man la merke til at renholderne av og til tok med seg trallene for kokt fars ut i hagen for rengjøring, og brukte en slange som ble brukt både ute og inne i anlegget. Utsiden av slangen var kraftig forurenset med *Listeria*.	Ledelsen var motivert for å bli kvitt problemet. Det ble løst ved at eksterne forskere, arbeidsledere og ledelsen forklarte de ansatte hvorfor de fikk *Listeria* i produktene slik at de endret praksis	*Listeria*-problemet løst i løpet av en måned
E16	Spredning av *Listeria* i en avdeling for spiseklare kjøttprodukter	Produkt som var utilstrekkelig varmebehandlet kom inn i avdelingen for spiseklare produkter Det ble fjernet, men i løpet av en uke var bakterien spredt fra gulvet under fryseren og ut i avdelingen (høyde ca 45 cm over gulvet), sannsynligvis gjennom renholdet. *Listeria* hadde da nådd kontrollpanelet i den andre enden av rommet	Ikke kjent	

E17	Utbrudd knyttet til et kjøttprodukt som ble varmebehandlet i forseglet emballasje og hadde tre dagers holdbarhet.	Det ble tatt prøver av produkter og miljø, og maskinene ble undersøkt. *Listeria* var utbredt i fabrikken. Helgenomsekvensering (WGS) viste at utbruddsstammen holdt til i en blindende i en kjøletank. Forurensningen av kjøttet kunne potensielt skje hos forbrukeren, ved gjennomskjæring av emballasjen, eller av og til gjennom utette forseglinger.	Kjøleren ble redesignet, og blindenden ble fjernet	*Listeria*-problemet løst
E18	Positivt funn i en kjøttkvern. *Listeria* på steder som var utilgjengelige for rengjøring	Revisjon avdekket deler av kvernen som ikke var tilgjengelige for renhold. Særlig ble den tekniske delen av maskinen ikke holdt ren	Bedre rengjøring og vedlikehold for å fjerne organisk materiale og smøremidler.	Ikke kjent
E19	Positive funn i produkter (kylling) og i miljøprøver	Prøvetaking påviste *Listeria* på prosessutstyret. Maskinen var delvis «hjemmelaget», hadde dårlig hygienisk utforming og var plassert nær gulvet.	Forsterket renhold med mer demontering. Men økte kostnader førte til at utstyret til slutt ble skiftet ut.	*Listeria*-problemet løst
E20	Positive funn i rester fra oppskjærsmaskin i en kjøttbedrift		Oppskjærsmaskinen ble demontert før renhold	*Listeria*-problemet løst
E21	Positive prøver i kjøleenheten (etter frityrsteking) i et anlegg som produserte friterte kjøttprodukter.	For å avdekke hvor rengjøringen ikke var god nok, ble det brukt en spesiallampe som synliggjør rester – en BioDtex-lampe (basert på UV, men med filtre som gjør at den kan brukes i fabrikkbelysning ogden kan påvise både organiske og uorganiske rester samt biofilm).	Mulig å se utilstrekkelig renhold med lampe	Ikke kjent
E22	Problemer med *Listeria* knyttet til hule rammer	Lekkasjer i hule deler av utstyret (f.eks. rammer) ble avdekket ved å fylle dem med vann under trykk og se etter lekkasje	Reparasjon av lekkasjer og der det er mulig ut hule deler. Ta med prøvetaking av slike deler i overvåkingsprogrammet	Problemet kan løses ved å bytte ut hule deler, eller nest best: overvåke og reparere
E23	Tilbakekalling av et spiseklart kjøttprodukt etter positive prøver fra offentlig kontroll	Kilden ble sporet av myndighetene. Smurte lagre på undersiden av en pakkemaskin med altfor store mengder smøreolje. De hadde ni linjer, og vedlikeholdspersonalet overførte *Listeria* mellom maskinene.	De måtte bygge om fabrikken, til en kostnad på titalls millioner kroner.	*Listeria*-problemet løst
E24	Gjentakende påvisning i en fjørfebedrift	Revisjon og økt miljøprøvetaking avdekket skadde/dårlig utformede sluk som ga tilbakeslag og forurensning av gulv, felles avløpsledninger mellom lavrisiko- og høyrisikoområder, og at det var vanskelig å rengjøre dypt nede i slukene. Høytrykksspyling av sluk spredte *Listeria*	Bedre hygienisk utforming av sluk og avløpsstruktur	
E25	Gjentakende positive prøver fra to produksjonslinjer i en kjøttbedrift.		Den ene linjen ble fullstendig demontert og gjennomgikk grundig renhold (alkalisk klor 3–5 %, Detersept 30 % + varmebehandling/koking av transportbånd). Lagrene ble skiftet ut. I den andre linjen ble transportbånd og lagre skiftet ut	*Listeria*-problemet løst
E26	Gjentatte funn i miljøprøver i høyhygieneområdet i en kjøttbedrift	De positive prøvene var fra sluk, gulv og områder nær gulvet (ikke produktkontaktflater). Sekvensanalyse (WGS) viste at isolatene fra høyrisikosonen tilhørte to ulike klynger av ST9, og at de var forskjellige fra isolatene i råvaresonen. Prøvetakingen tydet på at kildene lå to forskjellige	Ikke kjent	Problemet ble aldri løst. Det så ut til å være persisterende *Listeria* inni gulvstrukturen

		steder i samme rom og ble spredt via person- og utstyrsflyt.		
E27	Utskifting av pakkemaskin	Vedlikeholdslederen (leder for «Seek & Destroy»-teamet) demonterte den gamle maskinen og oppdaget at seksjonene som var boltet sammen, var nisjer for *Listeria*	Vedlikeholdslederen skar maskinen i stykker slik at den aldri kunne tas i bruk igjen.	Framtidige problemer løst
E28	Oppskjærsmaskiner mistenkt som tilholdssteder	Utstyr med hule valser konstruert med presspassede aksler var forurenset og huset *Listeria*. Skylleprosessen under renholdet var rotårsaken til forurensningen. Jo høyere trykk, desto dypere inne i de hule valsene ble tilholdsstedet funnet	Ikke kjent	
E29	Oppskjærsmaskiner mistenkt som tilholdssteder	Produktene var positive etter oppskjæring. Prøver analysert innen 15 minutter etter oppstart hadde høyt totalantall bakterier og var positive for *Listeria*, men etter 15 minutter forsvant de positive funnene	Til slutt viste rutinemessig periodisk demontering seg ikke å være en hensiktsmessig metode for å håndtere innebygde tilholdssteder og vekstnisjer. Gjentatte og stadig dypere «Seek and Destroy»-undersøkelser viste at redesign var nødvendig for å komme til de dype tilholdsstedene inne i maskinen. Maskinen ble redesignet, og deler av den ble pasteurisert i en ny rutine.	*Listeria*-problemet løst
E30	Utbredt forekomst av *Listeria* i en kjøttbedrift	Det ble tatt prøver fra høy- og lavrisikoområder, og isolatene ble helgenomsekvensert. To grupper av *Listeria* fra høyrisikosonen hadde svært nære slektninger i en av råvareavdelingene	Ikke kjent	Ikke kjent
E31	Dessertbedrift med 20 % avvik i produktene, men uten påvisning av *Listeria* i miljøet.	Tok bare miljøprøver for *Listeria* etter renhold, uten funn. *Listeria* ble funnet ved prøvetaking under produksjon.	Prøvetaking under produksjon for å finne kilden	
E32	Funn i miljøprøver i et anlegg for dessertproduksjon	Garderobeområdet med en støvelvasker med desinfeksjonsmiddel i et dessertproduksjonsanlegg var kraftig forurenset, og *Listeria* ble også funnet i andre miljøprøver (10 % positive). Børstene i skovaskeren var forurenset.	Fjerning av støvelvaskeren	*Listeria*-problemet løst
E33	Påvisning i produkt (hvitløksbrød) etter at kunden krevde dokumentasjon på *Listeria*	Det ble satt i gang prøvetaking av miljøet, og *Listeria* ble påvist på flere typer utstyr. Prøvetaking av råvarer påviste *Listeria* også på råvarer som ikke ble brukt i det positive produktet. Senere bekreftet PFGE og WGS samme stamme i produkt, miljø og ost – men også at det fantes to persisterende stammer (ulike CC-er), og at bare én kunne knyttes til ost.	Ikke kjent	Problemet vedvarte i årevis, og det er usikkert om det noen gang ble ordentlig løst.
E34	Funn i produkter (blandingsprodukt) og i miljøet	Revisjon for å vurdere hygienisk utforming av alle maskinene, kombinert med prøvetaking, førte til at flere nåværende og mulige framtidige *Listeria*-kilder ble identifisert	Maskiner med dårlig hygienisk utforming ble skiftet ut (gammel tomatkutter, miksere, grønnsakskuttere) eller oppgradert (f.eks. ble alle vevde transportbånd fjernet)	*Listeria*-problemet løst
E35	Funn i produkter (sandwich) satte i gang en prosess for å finne kilden og eliminere *Listeria*	Miljøprøvetakingen ble økt for å finne kilden. Ved å følge prosessen nedstrøms (prosesskartlegging) ble det funnet at *Listeria* ble introdusert ved maskinene som delte sandwichene i to (ca. 50 % av de positive produktene kunne knyttes hit). Typet med MLST de	Kuttemaskinen ble demontert ytterligere, rengjort og desinfisert, både kjemisk og termisk. Det ble gjennomført testing og prøvetaking for å avgjøre hvor ofte demontering er nødvendig. Utstyret	Utskifting av maskiner løste problemet

		stammene som ble isolert fra smittekilden og produkt.	kunne ikke rengjøres effektivt uten å forårsake elektriske skader, og ble derfor fjernet.	
E36	Funn i produkter og utbredt forekomst i miljøet.	Revisjon og prøvetaking viste at *Listeria* ble spredt mellom to risikosoner. Det støpte gulvet var slitt (alder, bruk), hadde groper og ble påvirket av kapillærvirkning under rengjøring. Rengjøringsprosessen brakte *Listeria* opp fra det underliggende gulvmaterialet etter desinfeksjonstrinnet, etter hvert som desinfeksjonsmidlet ble brutt ned, og gulvet ble et reservoar for *Listeria*.	Det ble brukt desinfeksjonsmidler i pulverform (Peracide, Sterilex). Disse midlene er ikke korrosive, kan brukes på alle gulvtyper og skifter farge når de er brutt ned og ikke lenger er virksomme.	Andelen *Listeria*-avvik falt fra 14 % til 0,4 % etter to ukers utprøving
E37	Funn i produkter (blandingsprodukter) laget av spiseklare ingredienser fra ulike leverandører	Økt prøvetakingsfrekvens for høyrisikoråvarer, f.eks. der forurensning etter prosessering var en risiko (f.eks. varmebehandlet og deretter skåret opp hos leverandøren), førte til at man identifiserte råvarer som introduserte *Listeria* i produktet	Oppfølging av leverandører av forurensede råvarer	*Listeria*-problemet løst
E38	Funn i flere maskiner i et anlegg som produserte et spiseklart blandingsprodukt, der rengjøringen ikke så ut til å virke effektivt	Revisjon for å vurdere hygienisk utforming avdekket ingen alvorlige forhold.	Ytterligere rengjøringsproblemer på annet utstyr ble løst over tid ved mer demontering enn før og nye midler til C&D.	*Listeria*-problemet løst
E39	Utbredte funn i produksjonsmiljøet, der personflyt ble antatt å være problemet	Kartlegging av personflyt og grundig rengjøring av fabrikken kombinert med miljøprøvetaking. Det ble avdekket at *Listeria* hadde etablert seg og lekket ut gjennom Epiflex-fuger mellom vegger og gulv, i gulvskjøter osv.	Grundig rengjøring av fabrikken. Gummifugene ble erstattet med epoksy. Ved å redusere denne «bakgrunnsstøyen» økte muligheten for å identifisere andre kilder.	*Listeria*-problemet ble betydelig redusert.
E40	Overvåkingsprogrammet klarte ikke å identifisere *Listeria*-kilder, smitteveier, nye problemer eller verifisere tiltak	Økt overvåking, typing av stammer (ikke gjort tidligere) og verifisering av ulike tiltak for å fjerne tilholdssteder. Revisjon av overvåkingsprogrammet basert på resultatene		Effektiv overvåking av situasjonen og verifisering av at tiltakene virket
E41	Tilbakekalling av et spiseklart blandingsprodukt (dessert) som inneholdt ulike pasteuriserte/steriliserte ingredienser (meieri, frukt, korn).	Miljøprøver viste at maskinen som blandet ingrediensene, var forurenset med *Listeria*. Ingrediensene ble vurdert og prøvetatt. Ytteremballasjen til en av ingrediensene var forurenset.	Leverandørene ble kontaktet. Leverandøren opplyste at ingrediensen ble lagret i et kjølerom som var regnet som lavrisikosone, før transport til kunden. Kjølerommet ble ikke overvåket for *Listeria* og ble ikke holdt hygienisk rent. Leverandøren rengjorde kjølerommet grundig. Dessertprodusenten desinfiserte sekkene før åpning	*Listeria*-problemet løst
E42	Gjentakende funn over lang tid, med over 5 % avvik i ferdigvarer og opptil 50 % positive miljøprøver.	Økt prøvetaking og typing av stammer	Firekvadrant-tilnærmingen fra John Holahs *Listeria*-kontrollplan ble brukt: prøvetaking av råvarer, revisjon og oppgradering av bygningsmasse og utstyr, vurdering og forbedring av hygienisk utforming, gjennomgang av prosedyrer og rutiner for C&D, vurdering av spredning og gjennomgang av overvåkingsprogrammet	*Listeria*-problemet løst etter 7 måneder
E43	Kjølerom identifisert som *Listeria*-hotspot.	Revisjon viste at bygningsmassen var dårlig, med skadde sluk, gulv som smuldret opp og slitte dørkarmer. Gulvavrenningen fungerte ikke på grunn av manglende fall. Det tok 2–3 timer å få vannet av	Ikke kjent	Ikke kjent

		gulvene, noe som ga for liten tid til rengjøringen. Andre enn renholderne burde ha fjernet vannet.		
E44	Funn i høyrisikomiljø der *Listeria* ikke var påvist tidligere	Overvåking av personflyt viste at problemet var en brutt barriere. En branndør mellom lavrisikoområdet og høyrisikomiljøet kunne åpnes (manglende bolt). Kameraer viste at personalet brukte døren. *Listeria* ble introdusert og spredt i miljøet.	Utbedring av branndøren slik at den ikke kunne åpnes uten å fjerne bolten	*Listeria*-problemet løst
E45	Økende påvisning av *Listeria* i miljøprøver etter installering av en ny støvelvasker	Et anlegg fant en økende trend av *Listeria* i miljøet, men ikke i produkt. *Listeria* ble påvist i garderobeområdet med støvelvasker. De hadde kjøpt en ny skovasker, og de positive *Listeria*-funnene dukket opp samtidig. Støvelvaskeren viste seg å være kraftig forurenset med *Listeria*. *Listeria* spredte seg videre til resten av anlegget.	Fjerning av støvelvaskeren	*Listeria*-problemet løst
E46	Utbrudd knyttet til en produsent av spiseklar mat utløste kildesporing	Myndighetene påviste *Listeria* i produkter fra en produsent under et utbrudd. Prøvetaking viste at *Listeria* var endemisk i hele bedriften.	Tilsyn avdekket at bedriften hadde et prøvetakingsprogram for *Listeria*, men at positive resultater ikke ble delt med renholdere eller teknisk personell og derfor ikke ble fulgt opp. Kundene fikk bare deler av resultatene.	Bedriften ble nedlagt
E47	Gjentatte funn på gulv i et høyrisikoproduksjonsrom	Revisjon og prøvetaking avdekket at *Listeria* mest sannsynlig lekket inn fra et tilstøtende lavrisikorom gjennom skjøten mellom vegg og gulv.	Det var innført en hygienesone på én meter (før forurensningshendelsen). Det ble ikke ansett som mulig å fjerne tilholdsstedet (ville krevd ombygging), men området ble desinfisert med pereddiksyre hver fjerde time som et strakstiltak for å redusere forurensningspresset.	Spredningen av *Listeria* ble holdt under kontroll fram til et stativ med emballasje ble plassert i det forurensede området. Emballasjen kom i kontakt med gulvet, og produkter ble forurenset
E48	Gjentakende *Listeria* i en pumpe	De demonterte og dekontaminerte pumpen, og bruk av en deteksjonslampe avdekket mange områder der rengjøringen hadde sviktet.	Demontering, grundig renhold og redesign av pumpen	*Listeria*-problemet løst.
E49	*Listeria* ble funnet i et spiseklart sjømatprodukt (reker), men ikke i miljøprøver tatt etter C&D	Miljøprøvetaking viste påvisning av *Listeria* etter at linjen hadde gått uten produkt i 30 minutter, men ikke rett etter renhold. Kilden var hevede transportbånd. Etter tilstrekkelig demontering var det mulig å se med det blotte øye hvilke områder rengjøringen ikke nådde, nemlig vanskelig tilgjengelige lagre i rullene	Demontering og termisk desinfeksjon.	*Listeria*-problemet løst
E50	Tilbakekalling av produkter etter positive produktprøver i en laksefabrikk.	Før de positive produktprøvene hadde det vært en plutselig økning i positive miljøprøver. Prøvetakingen ble økt, og WGS viste to kloner (ST121, ST-394) fra båten som leverte laks, fra råvarer fra denne båten, fra produksjonslinjen og fra produktene.	Sluttet å ta imot leveranser fra denne båten. Grundig rengjøring av utstyret.	*Listeria*-problemet løst
E51	Et spiseklart lakseprodukt ble knyttet til et utbrudd av listeriose.	Revisjon og prøvetaking viste at *Listeria* ble påvist utbredt i produksjonsmiljøet under produksjon, selv om fabrikken var godt organisert og bygningsmasse og utstyr hadde god hygienisk utforming og var rene. Prøvetaking og typing avdekket at *Listeria* forekom i lave nivåer (<20/gram) på 20–30 % av den innkommende, hele, sløyde laksen. I rutinetestingen	Leverandøren ble informert om funnene, og ved å analysere drypp fra kassene kunne *Listeria* fra råvarer påvises innen 24 timer	Forekomsten falt til 8 %, og kildene ble identifisert raskere.

		forelå ikke resultatene tidsnok til å sette i gang korrigerende tiltak.		
E52	En laksefabrikk fikk problemer med gjentakende funn i vakuumsystemene	WGS viste persistens av *Listeria* (ST403) i vakuumsystemet. En undersøkelse avdekket at et rør i vakuumsystemet var montert med feil fall. Ombyggingsarbeidet var gjort ett år tidligere. Denne installasjonsfeilen hadde trolig ført til at *Listeria* etablerte seg i rørsystemet. I tillegg ble en feil i tetningen på kuleventilen mistenkt som årsak til tilbakestrømming fra vakuumsystemet.	Fallet på røret ble korrigert.	*Listeria*-problemet løst
E53	Funn i produksjonsmiljø og produkter (laks) i en fabrikk som lå i et område med både melkeproduksjonsgårder og lakseoppdrettsanlegg i nærheten	Prøvetaking av miljøet og typing (7-gen MLST) avdekket persisterende stammer på flere steder (trolig 30–40 % av isolatene hadde samme sekvenstype), mens resten var sporadiske. Hyppige positive prøver fra råvarer (gjeller). Positive funn i produkter. Det ser ut til å være en topp i forekomsten av *Listeria* i fabrikkene perioder med mye regn	Renholdet ble forsterket, men fjernet ikke de persisterende stammene. Behandling av råvarer med oksidasjonsmidler, pereddiksyre (dypping), gikk ut over kvaliteten	Ikke løst. *Listeria*-problemet vedvarte i minst 8 år
E54	Funn på sjømatprodukter	Miljøprøvetaking og typing tydet på at kilden ikke var persisterende *Listeria* i produksjonsmiljøet. *Listeria* ble påvist på råvarer som førte *Listeria* inn i lokalene. Historiske data bidro til å identifisere persisterende forurensning	Robust program for miljøovervåking, inkludert prøvetaking av råvarer og prøvetaking under produksjon, ikke bare etter rengjøring. Typing av isolater for å finne rotårsaken	
E55	Høy forekomst i miljøprøver i et lakseforedlingsanlegg	Prøvetaking avdekket at systemet for vakuumkjølt sjøvann (kjølevann) huset *Listeria* som forurenset fisken under produksjon. Vakuumsystemet hadde dårlig hygienisk utforming, kunne ikke vaskes og var plassert over produksjonslinjen	Erstattet kald vask med varm vask	Andelen positive miljøprøver ble redusert fra 30 % til 4 % etter utbedring.
E56	Økende påvisning av *Listeria* i en hodekappemaskin og i filetlinjen på en produksjonslinje for laks	WGS av *Listeria* samlet inn de foregående årene viste at samme klon av ST19 var funnet i hodekappemaskinen to år tidligere. Det ble antydet at problemer i hodekappemaskinen bidro til problemer nedstrøms i prosessen.	Periodisk vedlikehold av hodekappemaskinen og utskifting av deler av maskinen	*Listeria*-problemet løst
E57	Utbrudd knyttet til en produsent av spiseklar laks utløste sporing og tiltak	Det ble tatt prøver av utstyret etter renhold og under produksjon. Det ble også tatt prøver av produkt/fisk gjennom hele prosessen. WGS tydet på at utbruddsstammen ble introdusert tidlig i prosessen, fra en skinnemaskin	Tiltakene omfattet demontering og forsøk på nullstilling, desinfeksjon av hele rommet og varmebehandling av utstyr. Til slutt ble skinnemaskinen skiftet ut.	Utskifting av maskinen løste problemet.
E58	Utbrudd knyttet til en produsent av spiseklar laks utløste kildesporing og tiltak	*Listeria* ble påvist i en lakeinjektor. Prøvetaking av utstyr og av produkt som hadde passert maskinen, og helgenomsekvensering for å koble funnene til utbruddsstammen.	Grundig rengjøring, koking av nålene	*Listeria*-problemet løst
E59	Positive funn i miljøprøver på en oppskjærsmaskin i en fabrikk for spiseklar laks utløste tiltak for å eliminere *Listeria*	*Listeria* ble påvist i prøver tatt bak knivbladet i oppskjærsmaskinen og på bånd	Nye rutiner for grundig rengjøring. Utstyret ble etter 2 år erstattet med et transportbånd med bedre hygienisk utforming	Problemet ble midlertidig løst med bedre rutiner. Utskiftingen løste problemet
E60	Positive miljøprøver over tid i en avdeling med 10 maskiner for lakseforedling, på ulike steder	Linjene sto svært tett, og kryssforurensning gjennom persontrafikk og vann gjorde det vanskelig å identifisere reservoaret. Rutiner for å unngå kryssforurensning via sprut og hender ble innført	Det ble etablert et samarbeid med utstyrsleverandøren for å kunne erstatte vevde transportbånd med mer hygieniske bånd. Dette	Problemet ble løst etter et år med bedre rutiner og prøvetaking. Enkelte maskiner ble kassert.

		parallelt med opplæring av de ansatte. Etter at dette var på plass, var det mulig å identifisere fem av ti maskiner som kilder.	krevde ombygging av maskinen og samarbeid med konstruktørene hos leverandøren.	
E61	Positive prøver i en laksegrader (sorteringsmaskin) og i produkter (80 %) i en bedrift som produserer laks	Revisjon avdekket dårlige hygieniske sveiser i graderen, mest sannsynlig utført under montering av innkjøpt utstyr, med sveisehull i rammene der vann og *Listeria* samlet seg. Dessuten førte dysene for vannspyling av transportbåndet til spredning av *Listeria*.	Den forurensede graderen ble fjernet og erstattet med en ny. Økt innsats for å holde dysene rene og bruke dyser med god hygienisk utforming	Ikke kjent
E62	Positive prøver i lakseprodukter og i en kjøletank for laks	Revisjon viste dårlig tilkomst for rengjøring av tanken.	Grundigere rengjøring og sikre tilkomst for rengjøring. Lukkede rør der CIP ikke var mulig, ble fjernet og erstattet med åpne systemer for å oppnå bedre rengjøring. Forbedret utforming for økt tilgjengelighet for rengjøring.	*Listeria*-problemet løst
E63	Gjentatte funn på en grader for laks. Maskinen hadde vært i bruk i flere år uten problemer. Det var mistanke om spredning fra maskiner tidligere på linjen	Økt prøvetaking med genotyping for å finne tilholdsstedet og undersøke mulig spredning fra tidligere i prosessen. Utstyret ble demontert på ulike måter for å finne tilholdsstedet.	Demontering og vask av ulike deler av maskinene for å finne og fjerne tilholdsstedet. Prøvetaking for å avgjøre om problemet var løst. Gjentatt til problemet var løst.	Problemet ble løst etter 7 måneder. Hypotesen om spredning fra tidligere i prosessen ble forkastet
E64	Gjentakende *Listeria* på en skinnemaskin i et lakseforedlingsanlegg		Rengjøring og desinfeksjon, utskifting av maskinen	*Listeria*-problemet løst etter at maskinen ble skiftet ut.
E65	Gjentakende positive funn på transportbånd i et lakseforedlingsanlegg	Revisjon avdekket dårlig hygienisk utforming av transportbåndene, og at slitte bånd ikke ble skiftet ut	Økt demontering og grundigere renhold	Problemet ble redusert, men ikke løst.
E66	Gjentakende positive funn i en sløyemaskin i en laksefabrikk	Prøvetaking viste at *Listeria*-nisjen var vakuumsystemet. Før problemene startet, hadde personen i renholds-avdelingen som var ansvarlig for rengjøringen, sluttet. Renholdsplanen ble ikke fulgt, og CIP av vakuumsystemet ble ikke gjennomført	CIP-systemet var utviklet av den tekniske avdelingen i fabrikken. Etter at problemene startet, ble ansvaret gitt tilbake til den tekniske avdelingen.	*Listeria*-problemet løst
E67	Gjentakende positive sluk i et lakseforedlingsanlegg	Revisjon avdekket at slukene ikke var hygienisk konstruert eller vedlikeholdt (støpte, med metallrister, korroderte og slitte). De var vanskelige å holde rene, og avrenningen fungerte dårlig. Det ble observert dårlig rengjøring av sluk. Lederen visste at slukene ikke ble ordentlig rengjort, men fulgte det ikke opp.	Skrubbing av sluk og desinfeksjonstabletter	*Listeria*-problemet ikke løst
E68	Gjentakende positiv grader i et lakseforedlingsanlegg		Behandling av hele maskinen med fuktig varme (70 °C, «telt»)	Problemet løst. *Listeria* økte imidlertid andre steder i rommet i en kort periode.
E69	Gjentakende positive sløyemaskiner i et lakseforedlingsanlegg		Installerte CIP	*Listeria*-problemet løst
E70	Gjentatte positive prøver på to av seks identiske sløyemaskiner	Økt prøvetaking for å finne tilholdsstedet. Leverandørens anbefalinger for demontering var ikke tilstrekkelige til å unngå problemer eller til å finne tilholdsstedet. Utstyret ble demontert på ulike måter for å finne reservoaret.	Demontering og vask av ulike deler av maskinene for å finne og fjerne reservoaret. Prøvetaking for å avgjøre om problemet var løst. Gjentatt til problemet var løst.	Problemet ble løst etter at reservoaret ble fjernet med ordinært renhold.
E71	Lakseforedlingsanlegg med gjentakende *Listeria* på en kuttemaskin		Rengjøring og desinfeksjon, utskifting av maskinen	*Listeria*-problemet løst etter at maskinen ble skiftet ut.

E72	Lakseforedlingsanlegg med gjentakende *Listeria* på flere transportbånd		Utskifting av deler av maskinene (ruller og/eller transportbånd). Ny rutine med utskifting av slitte transportbånd når det oppstår problemer	*Listeria*-problemet løst
E73	Utbredt forurensning i en laksefabrikk	WGS viste samme klon (ST732) i produksjonsutstyret som i prøver fra det omkringliggende bymiljøet, noe som dokumenterte en sannsynlig forurensningskilde tilbake i tid. Tidligere hadde det vært dårlig kontroll på personflyten og manglende hygienebarrierer inn i produksjonslokalet	Bedre trafikkflyt (fysiske hindringer mot adgang) og bedre hygienebarrierer; blant annet ble skoskift før inngang til produksjonsområdet innført	Forekomsten av *Listeria* ble betydelig redusert
E74	Lakseforedlingsanlegg med gjentakende *Listeria* på sløyd laks	Rutineprøver i miljø ga ikke en klar kilde. Hurtigmetode genotyping ble brukt for å sammenligne isolater fra ulike produktbatcher over tid, samt utstyr og miljø, for å skille mellom nylig introduserte stammer og stammer som vedvarte i fabrikken.	Typeringsresultater ble brukt til å få mer målrettet prøvetaking og problemløsing for utstyr og prosesseringslinjer, og for å daglige vurderinger om linjer kunne benyttes	Rask typing gjorde det mulig å sett inn tiltak mens problemet fortsatt var operativt relevant. Dette gjorde det mulig å følge opp mer målrettet og ikke gå så bredt ut.
E75	Utbredt forurensning i en laksefabrikk kartlagt med hurtigtyping	Hurtigmetode for typing ble brukt til å sammenligne isolater fra fisk, båter, utstyr og prosesseringsmiljøet over tid.	Hurtig svar på typing ga mer målrettet oppfølging av utvalgte maskiner med grundigere demontering og renhold.	Typing bidro til å å gå fra hyppige deteksjonsdata til mer målrettede korrigerende tiltak ved å skille persistens fra sporadisk introduksjon
E76	En bedrift som produserte frosne, blansjerte grønnsaker, ble knyttet til et utbrudd.	Prøvetaking av råvarer, produkter under produksjon og maskinene avdekket at råvarene ble forurenset i frysetrinnet. Prøver fra båndet og andre deler inne i fryseren var forurenset.	Bedriften kasserte den ene fryseren, som var umulig å holde ren. Den andre maskinen ble grundig rengjort.	Problemet ble løst etter at den ene fryseren ble kassert og den andre grundig rengjort.
E77	Funn i bær etter kunder krevde dokumentasjon	Utstyret ble flyttet mellom produsenter i løpet av sesongen. Bedriften hadde ikke tidligere tenkt på utstyret som en mulig kilde til *Listeria*. Ingen plan for håndtering av positive prøver. Ønsket ikke å bruke tid på subtyping.	Ingen tiltak	*Listeria*-problemet ikke løst.
E78	Funn på gulv og i sluk i et anlegg som produserer hummus	Prøvetaking viste utbredt forekomst av *Listeria* på gulv og i sluk. Revisjon tydet på at traller spredte *Listeria* rundt	Desinfeksjonspulver (Prova step) ble brukt på gulvene etter at renholdsteamet var ferdig. Pulveret ble også påført på nytt under produksjon.	*Listeria*-problemet løst
E79	Frosne grønnsaker forurenset med *Listeria*	Revisjon og prøvetaking viste at fryseren var hovedkilden til forurensning.	Fryseren ble bare rengjort hver tredje uke. Hyppigere rengjøring og tåkedesinfeksjon ble innført	*Listeria*-problemet løst
E80	Positive funn i frukt og grønnsaker	Prøvetaking viste forurensning utenfra (traktordekk, fugler) gjennom inngangen til pakke- og produksjonsområdene.	Ikke kjent	Ikke kjent

Vedlegg 2: Prosjekter

Nr	Navn på prosjekt	Finansiør	Land/ region	Periode	Budsjett (mill. NOK)	Ansvarlig for prosjekt	Bransje	Prosjekt-nummer	Prosjektleder/ involvert	Lenke
P1	Bransjeretningslinjer for lakseslakterier	FHF	Norge	2012	0,1	Nofima	Sjømat	900777	Therese Hagtvedt	FHF
P2	Kartlegging av bedriftspraksis som hemmer og fremmer forekomst av *Listeria* i norske lakseprodukter: Forprosjekt	FHF	Norge	2009-2010	0,7	Nofima	Sjømat	900315	Solveig Langsrud	FHF
P3	*Listeria monocytogenes* in small-scale cheese production: Occurence, contamination routes and preventive measures (195981).	Forskningsrådet	Norge	2009-2011	5,5	Nofima	Ost	190494	Solveig Langsrud	Prosjektbanken
P4	Tiltak for økt kontroll med *Listeria* i laksenæringen: Hovedprosjekt	FHF	Norge	2010-2014	5,6	Nofima	Sjømat	900521	Even Heir	FHF
P5	Tryggere rakfisk med forutsigbar kvalitet	Forskningsrådet	Norge	2010-2015	4,7	Nofima	Sjømat	321515	Even Heir	Prosjektbanken
P6	Kontroll av *Listeria monocytogenes* ved produksjon av animalske produkter	Forskningsrådet	Norge	2012-2015	1,8	Nofima	Kjøtt	207765	Trond Møretrø	Prosjektbanken
P7	Pathogens in the food chain - persistence, elimination and risk management	Forskningsrådet	Norge	2012-2018	25	Nofima	Uspesifisert	221663	Askild Holck	Prosjektbanken
P8	Produksjonshygiene og holdbarhet av pre-rigor laksefilét: Hovedprosjekt	FHF	Norge	2013-2015	4	Nofima	Sjømat	900938	Solveig Langsrud	FHF
P9	Food safety, quality and health benefits - Controlling the microbiota	Forskningsrådet	Norge	2013-2017	37,6	Nofima	Uspesifisert	224921	Even Heir	Prosjektbanken
P10	Nye verktøy for kontroll med listeria i laks og lakseprodukter – Vurdering og uttesting av metoder for å redusere listeria-nivået i råvarer og produkter: Forprosjekt	FHF	Norge	2014-2015	0,7	Nofima	Sjømat	901056	Even Heir	FHF
P11	Safe food and reduced waste: Optimal use of sanitizers against biofilm in food production premises	Forskningsrådet	Norge	2014-2017	0,5	Nofima	Uspesifisert	234355	Solveig Langsrud	Prosjektbanken
P12	Industrialized slaughter of Atlantic salmon: Direct processing and superchilling (Fillet-O)	Forskningsrådet	Norge	2014-2020	14	Nofima	Sjømat	233689	Bjørn Roth	Prosjektbanken
P13	InhibioList - New and sustainable products for combating *Listeria monocytogenes* in the aquaculture industry	Forskningsrådet	Norge	2015-2018	10	Inhibio	Sjømat		Mari Espelund	Prosjektbanken
P14	Improved microbial quality and safety of fish	Forskningsrådet	Norge	2015-2019	1,8	NTNU	Sjømat	248425	Turid Rustad	Prosjektbanken

P15	Neste generasjon desinfiseringsmaskin og nye områder for automatisert desinfisering	Forskningsrådet	Norge	2016-2019	6,4	Decon-X	Sjømat		Trond Møretrø	Prosjektbanken
P16	Software for risk assessment of *Listeria* in ready-to-eat meat products.	Forskningsrådet	Norge	2016-2019	6,5	Animalia	Kjøtt		Sigrun Johanne Hauge	Prosjektbanken
P17	Test av verktøy for kontroll med listeria i laks og lakseprodukter	FHF	Norge	2016-2019	7	Nofima	Sjømat	901166	Even Heir	FHF
P18	ERA-NET: SafeFood	Forskningsrådet	Norge	2016-2020	5	NTNU	Uspesifisert	263499	Navad Bar	Prosjektbanken
P19	Første hurtigmetode for presis deteksjon av *Listeria* Monocytogenes	Forskningsrådet	Norge	2016-2020	2,4	Kjeller Innovasjon	Uspesifisert		Ann Ingeborg Vålen	Prosjektbanken
P20	Forebygging av listeria i produksjonsanlegg for laks	FHF	Norge	2017-2018	2	Nofima	Sjømat	901330	Solveig Langsrud	FHF
P21	FoodMicro-Pack: reduced contamination, improved control, optimal packaging	Forskningsrådet	Norge	2017-2021	84	Nofima	Uspesifisert	262306	Cathrine Kure Finne	Prosjektbanken
P22	Safeconsume: Safer food through changed consumer behaviour	EU	Europa	2017-2022	100	Nofima	Uspesifisert	727580	Solveig Langsrud	CORDIS
P23	Kartlegging av forekomst av *Listeria monocytogenes* i sjø	FHF	Norge	2018-2019	2	Mowi	Sjømat	901492	Randi Nordstoga Haldorsen	FHF
P24	Rensing av prosessvann i lakseslakterier	FHF	Norge	2019-2020	2,2	NTNU	Sjømat	901545	Tom Ståle Nordtvedt	FHF
P25	PathoSeq: Food safety with high precision - Pathogenomics for the food industry	Forskningsrådet	Norge	2019-2023	10	Nofima	Uspesifisert	294910	Annette Fagerlund	Prosjektbanken
P26	Prosessoptimalisering og mulig bruk av salterstattere med tanke på saltreduksjon i røkte lakseprodukter	FHF	Norge	2020-2021	1,8	Nofima	Sjømat	901583	Even Heir	FHF
P27	Kartlegging av listeria i sjøfasen ved produksjon av atlantisk laks (TRACE*Listeria*)	FHF	Norge	2020-2023	4,6	NTNU	Sjømat	901591	Jørgen Lerfall	FHF
P28	ListComplex - Software for risk assessment of *Listeria* in complex ready-to-eat products	Forskningsrådet	Norge	2020-2023	2,6	Animalia	Uspesifisert	309791	Sigrun Johanne Hauge	Prosjektbanken
P29	E!1142997 PhagePow(d)er: Sustainable, Effectiv and Natural Inhibition of Food-Borne Pathogens by Advanced Phage Technology	Forskningsrådet	Europa	2020-2024	3	Nofima	Sjømat	317991	Even Heir	Prosjektbanken
P30	BioDry- Teknologi for effektiv reduksjon av bakterievekst og biofilmdannelse på maskiner i næringsmiddelindustrien.	Forskningsrådet	Norge	2020-2025	12	Aquatic	Uspesifisert	309270	Heidi Camilla Sagen	Prosjektbanken
P31	Förbättrad rengöring och desinfektion på köttanläggningar - minskad spridning av livsmedelsförstörande, patogena och antibiotikaresistenta bakterier	Stiftelsen Lantbruksforskning	Sverige	2020-2025	3	Swedish Univeristy of Agricultural Sciences	Kjøtt	O-20-20-447	Sofia Boquist	SLF

P32	MICROPLASTIC AS AN EMERGING VECTOR FOR FOODBORNE PATHOGENS IN THE FOOD CHAIN	Forskningsrådet	Norge	2020-2026	14,5	NMBU	Uspesifisert	302996	Yngvild Wasteson	Prosjektbanken
P33	KVAL: BacPress - active packing technology to increase food shelf life	Forskningsrådet	Norge	2021-2021	0,5	ARD Innovation	Uspesifisert	327106	Johan Bjørnstad	Prosjektbanken
P34	FutureFoodControl- Food safety, reduced food waste and sustainable packaging	Forskningsrådet	Norge	2021-2025	83	Nofima	Uspesifisert	314743	Cathrine Kure Finne	Prosjektbanken
P35	Trygg Rakfisk - Ny teknologi for økt mattrygghet i rakfiskproduksjon	Forskningsrådet	Norge	2021-2025	6,7	Wangensten	Sjømat	321515	Lars Axelsson	Prosjektbanken
P36	E!1003 SUstainable COntrol of LIsteria containing Biofilms	Forskningsrådet	Norge	2022-2025	0,9	Nofima	Sjømat	336881	Trond Møretrø	Prosjektbanken
P37	Utvikling og testing av RSW-tanker med fokus på effektiv sirkulasjon, hygienisk design og effektiv lossing	FHF	Norge	2022-2025	23	Christina E AS	Sjømat	901730	Espen Ervik	FHF
P38	MICROORC: Orchestrating food system microbiomes to minimize food waste	EU	Europa	2023-2027	50	Nofima	Uspesifisert	101136248	Solveig Langsrud	CORDIS
P39	Forebygging av listeria hos laksefisk ved hjelp av rengjøring og desinfisering av produksjonsanlegg	FHF	Norge	2023-2024	4	Nofima	Sjømat	901821	Solveig Langsrud	FHF
P40	Utvikling av hurtigtest for påvisning av *Listeria* i havbruksnæringen: Et mulighetsstudium	FHF	Norge	2023-2024	2	Nofima	Sjømat	901822	Birgitte Moen	FHF
P41	BacPress - active packing technology to increase food shelf life	Forskningsrådet	Norge	2023-2025	5	NMBU	Uspesifisert	341639	Johan Bjørnstad	Prosjektbanken
P42	Dekontaminering av listeria på laks og ørret (DeList)	FHF	Norge	2023-2025	4,5	Nofima	Sjømat	901823	Tone Mari Rode	FHF
P43	Dekontaminering og vekstkontroll av listeria i lakseprodukter (Dekolaks)	FHF	Norge	2023-2025	6,5	NTNU	Sjømat	901839	Sunniva Hoel	FHF
P44	Verification of the FORDETECT Technology for fast Detection of Pathogenic Bacteria	Forskningsrådet	Norge	2024-2025	5	Salico	Uspesifisert	349932	Thomas Amundsen	Prosjektbanken
P45	MicroPack: Food microbiology and circular packaging solutions	Forskningsrådet	Norge	2025-2028	93	Nofima	Uspesifisert	354136	Even Heir	Prosjektbanken
P46	FoodSafeR	EU	Europa	2022-2026		FFoQSI	Uspesifisert		Martin Wagner	FoodSafeR · PDF
P47	Development of *Listeria* Control Strategies	NY State Department of Agriculture and Markets - Milk & Dairy	USA	2016-2019	7	Cornell University	Grønnsaker/frukt	C00135GG		Cornell CALS
P48	Factors affecting persistence of *Listeria monocytogenes* need to be identified for evaluation and prioritization of interventions	WSDA SCBGP	USA	2020-2021	2	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt	K2869	Martin Wiedmann	CPS
P49	Modeling tools for design of science-based *Listeria* environmental monitoring programs and corrective action strategies	Florida Department of Agriculture and Consumer Services (FDACS)	USA	2019-2020	2	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt	25794	Renata Ivanek	CPS

P50	CPS Tri-State Special Project on Harvest Equipment: A data-informed consensus of "What is Clean?"	CPS Campaign for Research	USA	2023-2024	3	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt		Channah Rock	CPS
P51	Identification of routes and mechanisms for distribution and establishment of *Listeria monocytogenes* and *Listeria spp.* in avocado packing environments	CPS Campaign for Research	USA	2022-2024	3	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt		Alejandro Castillo	CPS
P52	Evidence for the industrial application of bacteriophages to control *Listeria monocytogenes* in leafy greens	CPS Campaign for Research	USA	2022-2023	1	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt		Pilar Truchado	CPS
P53	Control of Salmonella and *Listeria monocytogenes* on peaches through spray-bar brush bed sanitizer intervention	CPS Campaign for Research	USA	2023-2024	4	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt		Meijun Zhu	CPS
P54	Microbial characterization of irrigation waters using rapid, inexpensive and portable next generation sequencing technologies	CPS Campaign for Research	USA	2022-2023	3	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt		Kerry Cooper	CPS
P55	Identification of quantitative & qualitative patterns of environmental contamination by *Listeria spp.* & L. monocytogenes in fresh produce processing facilities & evaluation of practical control measures able to eliminate transient & persistent	CPS Campaign for Research	USA	2021-2023	3	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt		Ana Allende	CPS
P56	Validation of sanitizer disinfection of wash water in dump tank operation of apple packing lines	CPS Campaign for Research	USA	2021-2022	4	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt		Meijun Zhu	CPS
P57	Control of *Listeria monocytogenes* in processing/packing plants using antimicrobial blue light (aBL)	CPS Campaign for Research	USA	2021-2022	1	Center for Produce Safety	Grønnsaker/frukt		Francisco Diez-Gonzalez	CPS
P58	Cornell University's Milk Quality Improvement Program (MQIP)	NY State Department of Agriculture and Markets - Milk & Dairy	USA	2019-2020	15	Cornell University	Ost	C012388	Martin Wiedmann	Cornell CALS
P59	A biocontroller to eliminate *Listeria monocytogenes* from the food processing environment	FONDEF (Fund for Scientific and Technological Development)	Chile	2014		Universidad Austral de Chile	Sjømat	D04i-1153 (+ CONICYT)		ScienceDirect
P60	PREVALENCE, PERSISTENCE AND CONTROL STRATEGIES OF LISTERIA SSP. AND SALMONELLA IN RETAIL GROCERY PRODUCE STORAGE AND SALES ENVIRONMENTS	USDA-NIFA	USA	2016-2018	3	Purdue University	Butikk			USDA NIFA
P61	Reduction by Competitive Bacteria of *Listeria monocytogenes* in Biofilms and *Listeria* Bacteria in Floor Drains in a Ready-to-Eat Poultry Processing Plant	State of Georgia's Traditional Industries Program for Food Processing and the	USA	2013		University of Georgia	Kjøtt			ScienceDirect

		American Meat Institute Foundation.								
P62	Reduction of Environmental *Listeria* Using Gaseous Ozone in a Cheese Processing Facility		Australia	2015-2016		IEH laboratories	Ost			ScienceDirect
P63	Application of Heat in Postcook Meat Chillers Reduces *Listeria*		Australia	2011		Meat & Livestock Australia Ltd	Kjøtt			ScienceDirect
P64		Irish government's Department of Agriculture, Food and the Marine (DAFM)	UK	2020		Teagasc research centre	Grønnsaker/frukt	14F/881	Kaye Burgess	
P65	BIOTRACER	EU	Europa	2007-2011	150	DTU	Grønnsaker/frukt	36272		CORDIS
P66	COMET-K1 competence centre FFoQSI	Austrian ministries BMVIT, BMDW and the Austrian provinces Niederoesterreich, Upper Austria and Vienna	Østerrike	Pågående initiativ		University of Veterinary Medicine	Kjøtt			FFoQSI
P67	Livsmedel utan farliga bakterier – *Listeria monocytogenes* och VTEC		Sverige	2008-2011		SIK: Institutet for livsmedel og bioteknik	Uspesifisert		Maria Løvenklev	
P68	Development and Optimization of Precise *Listeria monocytogenes* Control Strategies for Smoked Seafood	State of Georgia's Traditional Industries Program for Food Processing and the American Meat Institute Foundation.	USA				Sjømat	R/SHH-18	Martin Wiedmann	
P69	Protection of consumers by microbial risk mitigation through combating segregation of expertise (PROMISE)	EU	Romania	2012-2014	30	University of Veterinary Medicine	Kjøtt	265877	Martin Wagner	CORDIS
P70	Characterization of Emetic and Diarrheal Bacillus cereus Isolates from the Fruit Processing Environment	USDA-NIFA	USA			The Pennsylvania State University	Grønnsaker/frukt	PEN4646 og PEN4666		
P71	Factors affecting persistence of *Listeria monocytogenes* need to be identified for evaluation and prioritization of interventions	Washington State Department of Agriculture's Specialty Crop Block Grant Program	USA	2022		Cornell University	Uspesifisert	2020CPS10	Martin Wiedmann	DOI
P72	Grant to Martin Wiedmann	Frozen Food foundation	USA	2018		Cornell University	Uspesifisert		Martin Wiedmann	DOI
P73	Optimat	NTNU	Norge	2016-2023		NTNU	Sjømat		Jørgen Lerfall	NTNU