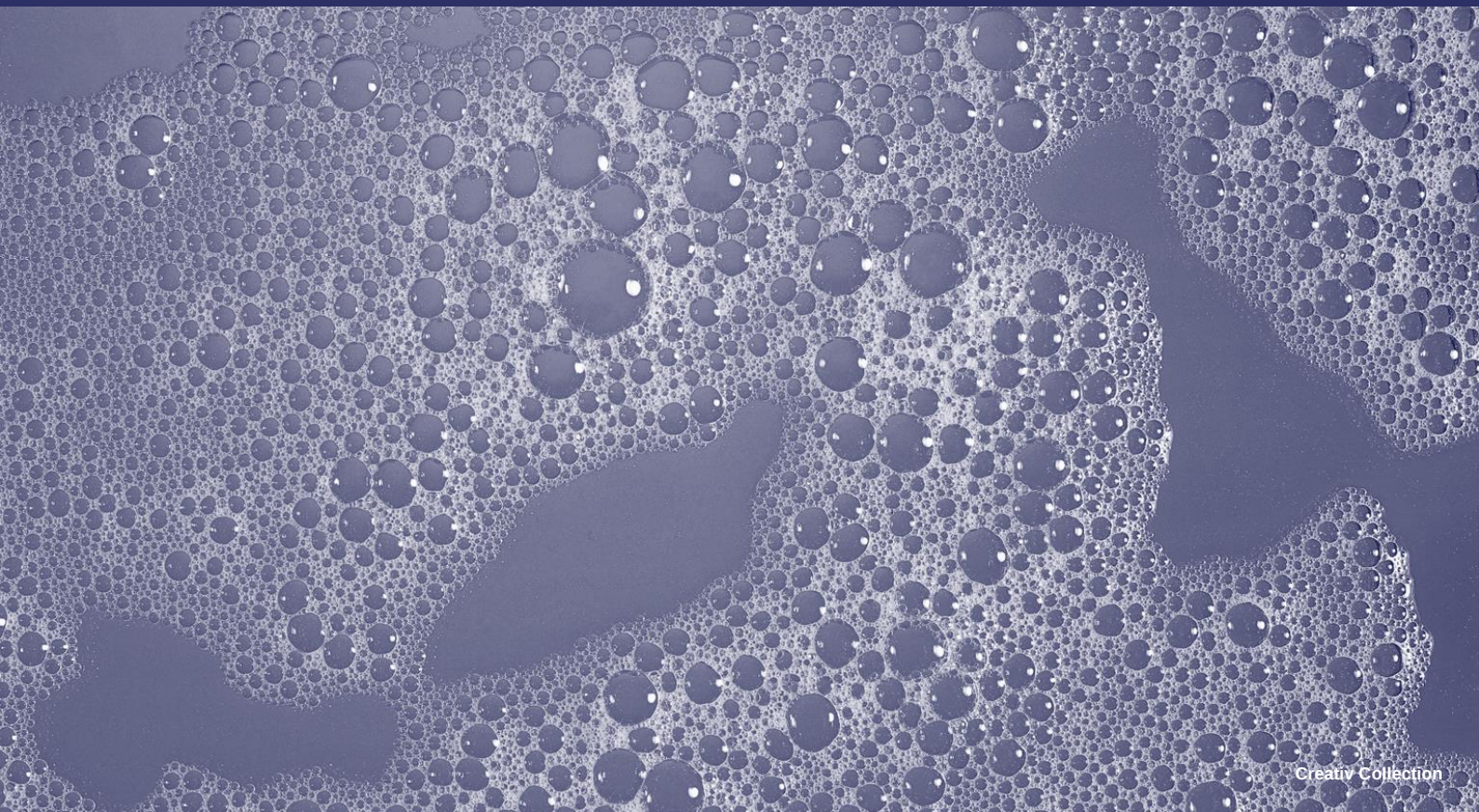


Rapport: Renhold for å forebygge og bekjempe listeria i matproduksjonsmiljø



Nofima er et ledende matforskningsinstitutt 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: 21/2024	ISBN: 978-82-8296-Klikk for å skrive***-*	ISSN: 1890-579X
Dato: 18. juni 2024	Antall sider 47	Prosjektnummer: 13987

Tittel:
Optimalt renhold for å forebygge og bekjempe listeria i matproduksjonsmiljø

Title:
 Cleaning to prevent and combat listeria in food production environments

Forfatter(e):
 Solveig Langsrud, Trond Møretrø, Even Heir, Birgitte Moen, Mads Erling Pedersen

Avdeling:
 Trygg og holdbar mat

Oppdragsgiver:
 FHF

Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:
 901821

Stikkord:
 Hygiene; Mattrygghet; Laks

Sammendrag/anbefalinger: Listeria i matfabrikker er et kjent problem, og over halvparten av matfabrikker finner listeria i produksjonsmiljøet.. Denne rapporten gir en oversikt over hvilke renholdsmidler som blir brukt av produsenter av sjømat, kjøtt- og osteprodukter, hva som er erfaringen med disse midlene og hva matprodusenter mener må til for å unngå listeriaproblemer. Videre er erfaringer fra leverandører av renholdsmidler og -tenester samlet inn, samt forskning på renhold for å bekjempe listeria i produksjonsmiljøet. De fleste matprodusenter rapporterte at de har kontroll på listeria. Det var ikke systematiske forskjeller i hvilke type renholdsmidler som brukes av de som sliter med bakterien og ikke gjør det. Det var bred enighet om at renholdet er en viktig faktor for å ha kontroll, og at en forbedring av renhold i første rekke handler om å bruke midlene riktig og ha lokaler og utstyr som er designet for et godt renhold: Her handler det både om at man lett kommer til for renhold og at utstyret tåler sterke kjemikalier. Høyere krav til helse, miljø og sikkerhet samt strengt regelverk gjør at viktige virkestoffer i renholdsmidler vil fases ut og det er lite sannsynlig at det kommer nye aktive virkestoffer. Løsningen vil sannsynligvis ligge i bedre dokumentasjon og optimalisering av nåværende produkter

English summary/recommendation:
 Listeria in food factories is a known problem, and over half of food factories find listeria in the production environment. This report provides an overview of the cleaning agents used by seafood, meat, and cheese product manufacturers, their experience with these agents, and what they believe is necessary to avoid listeria problems. Furthermore, experiences from suppliers of cleaning agents and services have been collected, as well as scientific results on cleaning to combat listeria in the production environment. Most food producers reported that they have control over listeria. There were no systematic differences in the cleaning agents used by those struggling with the bacterium and those who are not. There was a broad agreement that cleanliness is an important factor in maintaining control, and that improving cleanliness primarily involves using the agents correctly and having premises and equipment designed for effective cleaning: This involves both easy access for cleaning and equipment that can withstand strong chemicals. Health, environment, and safety, as well as strict regulations, make it unlikely that new cleaning agents will emerge. A solution will most probably be to optimize and document the effect of present products on the market.

Forord

Denne rapporten er utarbeidet i prosjektet «Forebygging av listeria hos laksefisk ved hjelp av rengjøring og desinfisering av produksjonsanlegg», finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (<https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901821/>). Prosjektet startet 01.03.2023 og er toårig. Vi vil takke Randi Norstoga Haldorsen (MOWI), Elisabeth Hassel Kjønvik (Lerøy Midt) og Hanne Tobiassen (Salmar) i referansegruppa for gode diskusjoner og Lars Lovund (FHF) for god oppfølging av prosjektet. Vi vil også takke leverandører av renholdsmidler – og tjenester for at de åpent har delt sine erfaringer og alle bedrifter som bidro til spørreundersøkelsen.

Dette prosjektet slutter seg til en lang rekke prosjekter i FHF med mål om å redusere *Listeria monocytogenes* (listeria) i sjømat. Bakterien er en av de dødeligste bakteriene som smitter gjennom mat, og får derfor høy oppmerksomhet hos mat/helsemyndighetene og alle ledd i sjømatproduksjonen fram til konsument.

Denne rapporten gir en oversikt over gjeldende kunnskap om effekten av renhold for å fjerne *Listeria monocytogenes* fra matproduksjonsmiljøet:

- Hvilken erfaring har matbedrifter
- Hvilken erfaring har renholdsleverandører
- Hva sier internasjonale og nasjonale veiledere
- Hva sier forskningen

Ordforklaringer og forkortelser

Amin	Bakteriedrepende Triaminer eller diaminer i desinfeksjonsmidler
CIP	“Cleaning-in-place”, sirkulasjonsvask
Hygieneprøver, renholdsprøver	Bakterieprøve tatt etter renhold
Listeria, listeria	<i>Listeria monocytogenes</i>
Listeria spp.	Listeria, alle arter
Persistent listeria, husstamme	Listeria som har etablert seg i en nisje i produksjonsmiljøet og ikke fjernes av gjentatt, renhold
Pervasiv listeria	Listeria som man har funnet å være persistent i mer enn en matfabrikk
QAC	Bakteriedrepende kvartære ammoniumsforbindelser i desinfeksjonsmidler
SDS	Sikkerhetsdatablad
VD	Vask & desinfeksjon

Referanse til rapporten: Solveig Langsrud, Trond Møretrø, Even Heir, Mads Erling Pedersen, Birgitte Moen (2024). Rapport: Optimalt renhold for å forebygge og bekjempe listeria i matproduksjonsmiljø. Nofima, Ås. <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901821/>

Innhold

1	Bakgrunn	6
1.1	<i>Listeria monocytogenes</i> i mat	6
1.2	Renhold	7
1.3	Metodikk for å dokumentere effekt av renholdsmidler	8
2	Metode	9
2.1	Vitenskapelig litteratur og veiledere	9
2.2	Intervjuer med leverandører	9
2.3	Spørreundersøkelse med matprodusenter	9
3	Forekomst av listeria i produksjonsmiljøet	11
3.1	Forskningsstudier	11
3.2	Matprodusenter	11
4	Renhold for å forebygge listeria	14
4.1	Forskningsstudier	14
4.2	Veiledere	14
4.3	Leverandører	14
4.4	Matprodusenter	15
5	Renhold for bekjempelse av listeria	19
5.1	Forskningsstudier	19
5.2	Veiledere	22
5.3	Leverandører	22
5.4	Matprodusenter	23
6	Hva er viktigst for å unngå listeriaproblemer ?	26
6.1	Veiledere	26
6.2	Leverandører	26
6.3	Matprodusenter	27
7	Diskusjon og konklusjon	28
	Vedlegg 1: Spørreundersøkelse	30
	Vedlegg 2: Prøvetaking	37
	Vedlegg 3: Effekt av VD-midler på listeria	39
8	Referanser	42

1 Bakgrunn

Listeria monocytogenes (listeria) er en sykdomsfremkallende bakterie som er rangert som nummer fem på Verdens helseorganisasjons liste over sykdomsbyrde fra mat [1]. I tillegg til helsebyrde påfører listeria samfunnet og aktører i matkjeden en stor økonomisk byrde. For USA fører listeriose til helseutgifter og kostnader knyttet til tap av produktivitet til et tap på lag 3 milliarder dollar (2020) og hvert listeria-tilfelle koster 500 ganger mer enn et Salmonella-tilfelle [2]. I tillegg er listeria en økonomisk byrde for tidligere ledd i matkjeden der det brukes betydelige ressurser til overvåking, forebygging, bekjempelse, tilbaketrekking av produkt og omdømmetap dersom det kommer ut produkter med listeria på markedet.

For matbedrifter som produserer spiseklare produkter eller som har krav fra sine kunder om kontroll for listeria, vil det være hensiktsmessig å ha en egen kontrollplan for listeria [3, 4] om 1) **Adgangsbarrierer** som hindrer at listeria kommer inn 2) **Hygienisk infrastruktur** som hindrer at listeria finner nisjer hvor den kan etablere seg 3) **Hygienerutiner** som hindrer spredning av listeria til produkt eller produktkontaktflate 4) **Renholdsprogram** som fjerner og dreper listeria som kommer inn 5) **Prøvetakingsprogram** for å overvåke at listeria ikke finnes i produksjonsmiljø og for verifisering av tiltak. I tillegg til å beskrive daglige rutiner, bør planen si noe om hva som skal gjøres dersom det er mistanke om at listeria har etablert seg.

1.1 *Listeria monocytogenes* i mat

Fra et mattrygghetsspektiv er listeria først og fremst et problem på spiseklar, kjølelagret, og gjerne vakuumpakket/modifisert atmosfærepakket mat med lang holdbarhetstid, som for eksempel kaldrøkt fisk, rakfisk, mykost og kjøttpålegg. I en gjennomgang av utbrudd internasjonalt, skyldtes 31% kjøttprodukter, 28% melkeprodukter, 13% vegetabiler og 12% sjømat [5]. I en europeisk risikovurdering ble fisk pekt ut som den kategorien spiseklar mat som oftest inneholder listeria, men kjøttprodukter sto for flest sykdomstilfeller [6]. I en risikoanalyse av sporadiske tilfeller ble fisk rangert på topp av risikomat for listeria [7]. For sjømatprodukter pekte Vitenskapskomiteen for mat og miljø i Norge i 2018 på kald- og varmrøkt fisk, rakfisk, kokte reker og prosessert fisk som er pakket etter varmebehandling som de største risikoproduktene [8].

Listeria er mer utbredt i utemiljø enn en de fleste andre, sykdomsfremkallende mikroorganismer. Den har derfor flere veier inn i matkjeden og kan finnes sporadisk på de fleste typer matråvarer [9, 10]. Kilden til utbrudd ofte er listeria som har kolonisert maskiner, gulv, og sluk og opptre som et reservoar for gjentakende smitte av råvarer og produkter [11]. I en gjennomgang av 86 utbrudd med kjent smittekilde (2005-2020), var det smitte fra produksjonsmiljø i 59% av tilfellene, mens det skyldtes underprosesserte råvarer i bare 6% [12]. Varmebehandling dreper listeria, så for varmebehandlede produkter vil listeria på produktet så å si uten unntak skyldes smitte fra produksjonsmiljøet. Rå, spiseklare produkter (f.eks. rå laks til sushi, kaldrøkt laks, ost av upasteurisert melk) kan inneholde listeria fra råvarene eller fra produksjonsmiljøet.

En viktig egenskap som gjør at listeria etablerer seg i produksjonsmiljøet er at den vokser ved kjøletemperatur og kan vokse opp mellom hver renholdssyklus [13, 14]. Listeriabakterier som overlever renholdet over tid kalles «husstammer» eller «persistente stammer». Visse varianter listeria opptre oftere som husstammer og er vanskeligere å løsne fra overflater gjennom vask eller å eliminere med desinfeksjon [15]. I en norsk undersøkelse fant vi at listeriavarianter som var etablert i produksjonsmiljøet i flere kjøtt- og laksefabrikker (pervasive) oftere hadde gener som kodet for økt biofilmdannelse og resistens mot kjemiske antimikrobielle midler enn listeria fra utemiljø eller som forekom sporadisk i matfabrikker [16].

Selv om listeria kan etablere seg i matproduksjonsmiljøer finnes den oftest ikke i høye antall. Etter renhold er det først og fremst andre bakterier som dominerer, og som vokser enda raskere ved kjøletemperatur, trenger mindre næringsstoffer for å vokse, beskytter seg med å lage kraftige biofilmer og tåler renholdet minst like godt [17-19]. Listeria kan overleve sammen med disse bakteriene i biofilm.

1.2 Renhold

Renhold i matproduksjon har som mål å redusere nivået av mikroorganismer slik at matproduktene er trygge og får en god sensorisk holdbarhet. Renholdsprosessen består oftest av: Forskylling - påføring av vaskemiddel - skylling - påføring av desinfeksjonsmiddel – skylling - tørking. Det er vanlig å skille mellom **sirkulasjonsvask** (Cleaning-In-place, CIP) som er en automatisk rengjøring av lukkede systemer og **åpent renhold** der skum- eller gelbaserte rengjøringsmidler sprøytes manuelt eller med dyser på overflatene [20].

1.2.1 Vask

Hensikten med vasketrinnet er å fjerne smuss fra overflater. Dette vil også fjerne mikroorganismene som befinner seg i smusset og ta vekk næringsgrunnlaget vekst av for. De aktive forbindelsene i vaskemiddelet har som funksjon å løse smuss fra overflater og holde det løst slik at det lett kan skylles vekk. Tabell 1 viser de viktigste aktive komponentene i vaskemidler. I tillegg til aktive komponenter inneholder vaskemidler hjelpestoffer, f.eks. stoffer som gir skumme- eller gelegenskaper for lenger virketid. Jo mer skittent det er, jo mer vaskemiddel kreves, så forskyllingen er viktig for å få en god effekt. Vaskeeffekten er ikke bare en funksjon av type, konsentrasjon og temperaturen til vaskemiddelet, men også av den påfølgende mekaniske energien (vanntrykk, skrubbing, lydbølger) og temperatur på skylletrinnet. Hvor mye kjemisk, mekanisk og termisk innsats som kreves vil avhenge av type og mengde smuss og bakterier, materialet det sitter på og om smusset har festet seg godt (f.eks. er tørket inn, påbrent eller er en biofilm). Ved valg av vaskemiddel er det en rekke forhold som må vurderes i tillegg til om det er effektivt for den type og mengde smuss som skal fjernes: Giftighet, korrosivitet, miljøbelastning, investeringskostnader, brukskostnader, helse og sikkerhet for renholdere.

Tabell 1 Viktigste virkestoffer i vaskemidler i matindustrien [21, 22]

Kategori (eksempel)	Funksjon
Tensider (alkylsulfonat)	Redusere overflatespenning og binde opp olje og fett
Alkalier (hydroksid)	Bryte opp organiske forbindelser, forsåpe fettsyrer
Syrer (fosforsyre)	Bryte opp proteiner, karbohydrater, løse belegg av metaller og kalk
Kalsium og tungmetallbindende stoffer	Løse belegg av metaller og kalk. Binde ioner som kan ødelegge vaskeeffekt
Oksidasjonsmidler (peroksid, hypokloritt)	Bryte opp organiske forbindelser
Enzymer	Bryter spesifikt opp visse organiske forbindelser

1.2.2 Desinfeksjon

Desinfeksjon har som funksjon å eliminere mikroorganismer som ikke er blitt skylt bort etter vasketrinnet. Mikroorganismene kan elimineres med kjemiske stoffer (se Tabell 2 for de viktigste aktive virkestoffene), fysiske metoder eller biologiske metoder. I lukkede systemer brukes ofte varmedesinfeksjon (varmtvann) istedenfor kjemisk desinfeksjon. UV-lys benyttes av noen i tillegg til ordinær desinfeksjon.

Som en generell regel blir kjemiske desinfeksjonsmidler nøytralisert eller inaktivert av smuss, inkludert biofilmer (belegg produsert av bakterier). Effektiv vask og skylling før desinfeksjon er derfor en forutsetning for at desinfeksjonen skal fungere. Forøvrig er effekten påvirket av temperatur, hvilke bakterier som er til stede og hvilken tilstand de er i. I et kaldt miljø vil de fleste desinfeksjonsmidler ha en dårligere effekt.

Tabell 2 Aktive stoffer i desinfeksjonsmidler [21, 22] med typiske egenskaper for hver gruppe.

Kategori	Eksempler
Redoks-stoffer: Virker raskt, lett å skylle bort, billige, korrosive, meget sensitiv for smuss	
Klorin	Hypokloritt, Surt elektrolysert saltvann, Kloramin T
Oksider og peroksider	Pereddiksyre, Hydrogenperokid, Klordioksid, Ozon
Tensider: Virker saktere, vanskelig å skylle helt bort, ikke korrosive, litt sensitiv for smuss,	
Kvartære ammoniumsforbindelser	Benzalkonium, Didecyl dimetyl ammonium
Polyaminer	1,3 propandiamin-N- C ₈ C ₁₄ , triamin
Amfotære polyaminer	C ₁₀ C ₁₆ -N-1,3 propandiamine-glycine
Guanider	Polybiguanid
Alkoholer: Må bruke høye konsentrasjoner, fordamper, brannfarlig, ikke korrosive, ikke sensitiv for smuss	
Alkohol	Etanol, Isopropanol
Glutaraldehyd: Giftig i høye konsentrasjoner, ikke korrosivt, brukes i kombinasjon med andre midler	

I tillegg til virkestoffene i Tabell 2 er det i forskningslitteraturen foreslått en rekke alternativer, som fotodynamisk inaktivering (kjemiske stoffer som aktiveres av lys), essensielle oljer, bakteriofager og kald plasma [23]. Som for vaskemidler er det en rekke forhold som må vurderes for desinfeksjonsmidler i tillegg til effektivitet: Giftighet, korrosivitet, miljøbelastning, investeringskostnader, brukskostnader, helse og sikkerhet for renholdere. Aktive forbindelser og produkter som brukes for å bekjempe mikroorganismer (biocider) må være godkjent, altså være nevnt i positivlisten¹.

1.3 Metodikk for å dokumentere effekt av renholdsmidler

Det finnes ingen godkjenningssordning eller etablerte standarder for undersøkelse av vaskeeffekt, men desinfeksjonsmidler må ha en dokumentert drapeseffekt på mikroorganismer². Det finnes Europeiske standardmetoder for å undersøke effekt på bakterier i suspensjon, i luft og inntørket på overflater³, men ikke for bakterier som vokser i biofilm.

I og med at det ikke finnes standardmetoder for å undersøke effekten på biofilm, brukes mange ulike metoder og ulike studier gir ikke sammenliknbare resultater. Metodiske svakheter man bør ta hensyn til når man vurderer vitenskapelige publikasjoner eller rapporter om effekt av renhold på biofilmer er gitt i Tabell 3.

Tabell 3 Vanlige begrensninger i metodikk som benyttes for å teste effekten av vaske- og desinfeksjonsmidler

Faktor	Begrensning
MÅLORGANISMER	Laboratoriestammer benyttes. Forhold for å dyrke opp bakteriene (næring, temperatur, tilgang til oksygen, konkurrerende bakterier, materialer, tid) er ikke realistisk
EKSPONERING	Mangel på kontroller (kommersielle midler, vann). Urealistiske betingelser (f.eks. 37°C, for høy konsentrasjon eller med destillert vann (ikke hardt vann i land der det er et problem)
PÅVISNING	Midlene nøytraliseres ikke etter eksponering og hindrer påvisning ved oppdyrking. Metode for å løsne biofilm for å påvise bakteriene er ikke dokumentert.. Det brukes en påvisningsmetode for effekt som er for grov (f.eks. et fargestoff for å farge biofilm)

¹ [Information on biocides - ECHA \(europa.eu\)](https://echa.europa.eu/), produkttype 4

² [Krav til produkter med biocider - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://miljodirektoratet.no/)

³ [Standard Norge | standard.no. NS-EN 1040:2005, Standard Norge | standard.no. NS-EN 1276:2019, Standard Norge | standard.no. NS-EN 17272:2020, Standard Norge | standard.no. NS-EN 13697:2023](https://standard.no/)

2 Metode

2.1 Vitenskapelig litteratur og veiledere

Et litteratursøk ble gjort i Web of Science med søkestrengen

listeria and food AND (clean* or heat or irrad* or uv) and (disinfec* or sanitat*)

Søket ga 696 treff. Treffene ble gjennomgått og originalartikler som omhandlet rene laboratorietester, ikke handlet om *listeria*, handlet om dekontaminering av mat eller vann, renholdsmetoder som ikke kan benyttes i storskala eller forslag til desinfeksjonsmetoder som var mer enn 10 år gamle og som aldri har blitt fulgt opp, ble ekskludert. For oversiktsartikler ble alle artikler som var mer enn 5 år gamle eller irrelevante (samme kriterier som over), ekskludert. Etter ekskludering ble artiklene sortert og stjernemerket for relevans. Dette resulterte i en samling på 86 artikler. Det ble også gjort noen tilleggssøk, for eksempel for å finne mer litteratur om bakteriofager og forekomst av *listeria*.

2.2 Intervjuer med leverandører

Nofima utarbeidet en intervjuguide for intervju av leverandører av renholdsmidler og -tjenester. Leverandørene ble spurt om hvilke typer fremgangsmåter, midler og metoder de anbefaler til ulike typer renhold, hvilke krav de blir møtt med fra kunder, begrensninger for å benytte nye midler og metoder og hvordan de tror området vil utvikle seg fremover. De ble også bedt om å sende brukerinformasjon. Det ble gjort intervjuer av leverandører i Norge (3), Portugal (2), England (1) og New Zealand (1). Resultater fra intervjuene er anonymisert. Notater fra intervjuene ga grunnlag for å trekke ut hovedsynspunkt fra leverandørene.

2.3 Spørreundersøkelse med matprodusenter

Det ble laget en spørreundersøkelse om *listeria*funn og renhold rettet mot produsenter av fiske-, kjøtt- og osteprodukter (Vedlegg 1). Første utkast ble utarbeidet av Nofima og revidert etter innspill fra prosjektets referansegruppe og forskere fra 8 andre land (Tabell 4). Forskergruppa var plukket ut for å få en bred internasjonal gruppe og har bakgrunn innen forskning på *listeria* i matindustrien.

Tabell 4: Forskere involvert i utarbeidelse og utsendelse av spørreundersøkelse

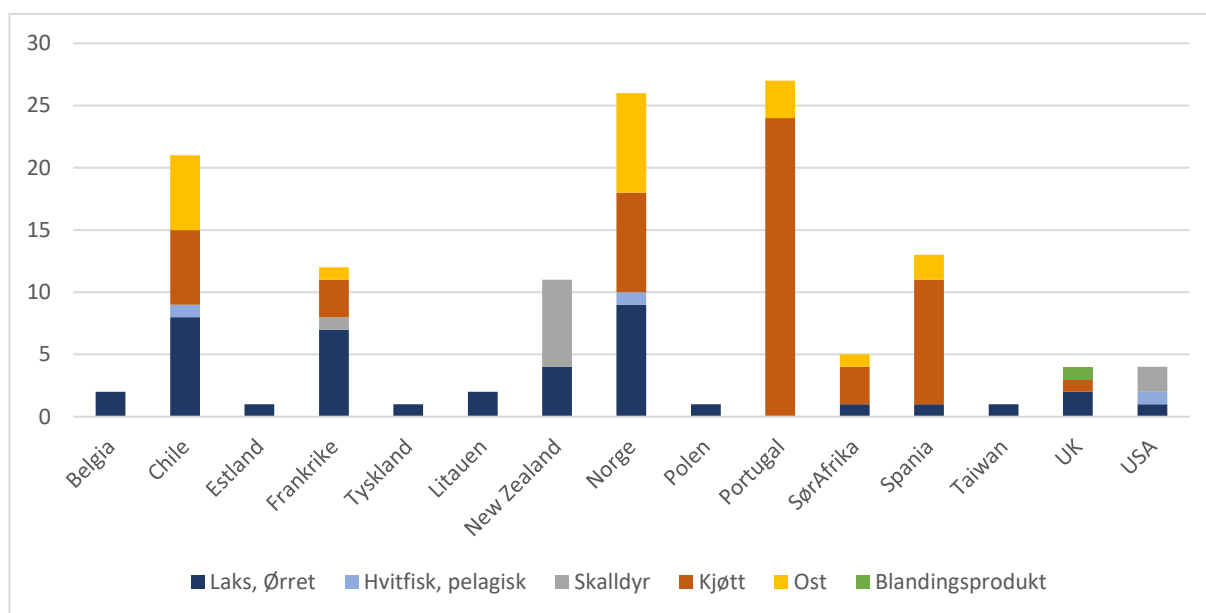
Land	Institusjon	Navn
Frankrike	Actalia	Valerie Michel, Aurelie Hanin
Chile	Catholic University Chile	Andrea Moreno Switt, Dacil Rivera, Álvaro Andrés Urzúa Caracci
New Zealand	New Zealand Institute for plant and food research	Graham Fletcher
UK	Northumbria University	Edvard Fox
USA	Oregon State University	Jovana Kovacevic, Joy Waite-Cusic
Portugal	Portugese Catholic University	Paula Teixeira
Sør-Afrika	Stellenbosch University	Pieter Goews, Diane Rip, Kyle Corbett
Spania	Universidad de Leon	Avelino Alvarez-Ordóñez
Norge	Nofima	Solveig Langsrud, Trond Møretrø, Even Heir, Birgitte Moen, Mads Erling Pedersen

Spørreundersøkelsen ble oversatt til engelsk, spansk, fransk og portugisisk og sendt ut direkte til matbedrifter/konsern og indirekte via bransjeorganisasjoner i alle 9 land.

Det kom totalt inn 131 besvarelser fra 14 land på spørreundersøkelsen, hvorav 44 produserte fisk eller fiskeprodukter, 10 skalldyr, 55 kjøttprodukter, 21 ost (Figur 1). Elleve av respondentene var fabrikker med mindre enn 10 årsverk, 60 fabrikker hadde 10-100 årsverk og 60 over 100 årsverk. Andel bedrifter med mer enn 100 årsverk var hhv 58%, 50%, 43% og 37% for fisk, skalldyr, kjøtt og ost.

Om lag halvparten (26) av sjømatbedriftene produserte spiseklare rå (kaldrøkt, sushi, marinerte skalldyr) og/eller varmebehandlede (varmrøkt, fiskekaker, kokte skalldyr m.v.) produkter. Om lag tre fjerdedeler (42 av 55) av kjøttbedrifter produserte spiseklare produkter, hvorav 7 spiseklare produkter uten konserveringsmidler. Mesteparten (18) av ostebedriftene brukte pasteurisert melk til sine produkter. Over halvparten (12) produserte mykost eller ferskost og de resterende semihard eller hard ost.

Detaljer om innhold i vaske- og desinfeksjonsmidler ble samlet fra SDS (sikkerhetsdatablad) fra midler oppgitt brukt og ellers fra tilgjengelig informasjon om midlene. Dette gir ikke en fullstendig oversikt over kjemisk innhold i midlene siden SDS vanligvis bare omhandler forbindelser med mulige negative helse- og miljøeffekter. Det kan også se ut som det er forskjeller i hvilke forbindelser som deklarerer i SDS for ulike land/leverandører, og dette gir også noe usikkerhet omkring innhold i midler. For noen midler har vi ikke funnet informasjon om anbefalt brukerkonsentrasjon og kan derfor ikke regne ut brukerkonsentrasjon av aktive forbindelser. Siden innholdet av forbindelser ofte rapporteres i vide konsentrasjonsområder (for eksempel 1-10%), i tillegg til at anbefalt brukerkonsentrasjon ofte også er et intervall, blir det et stort spenn når man regner ut konsentrasjon av aktive forbindelser ved anbefalt brukerkonsentrasjonsområde.



Figur 1 Fordeling av respondenter fordelt på bransje (For bedrifter som produserer flere typer produkter er valgt produkt det de rapporterte på vedrørende listeriafunn og renhold)

3 Forekomst av listeria i produksjonsmiljøet

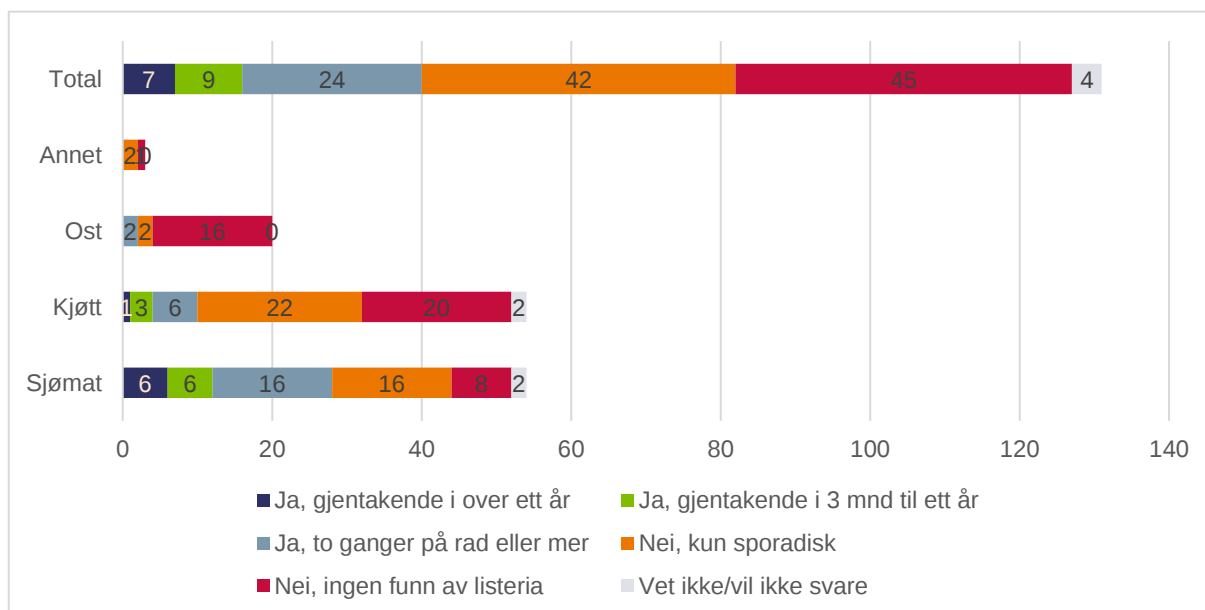
3.1 Forskningsstudier

Studier på forekomst av listeria i produksjonsmiljøet i matbedrifter tyder på at mer en halvparten av matprodusenter verden over finner listeria i produksjonsmiljøet. Forekomsten i enkeltfabrikker som rapporterer om listeriafunn spenner fra promillenivå til over 50%. I en norsk spørreundersøkelse blant laksebedrifter (N=43), rapporterte 62% at de hadde funnet listeria i hygieneprøver. 43% fant listeria i 1-5% av prøvene, 14% i 6-10% av prøvene og resterende (5%) i opptil 50% av prøvene [24]. Sluk var det prøvepunktet som oftest var positivt (62%), fulgt av transportbånd (55%) og gulv (38%). I en kartlegging fra USA (31 ulike produksjonsanlegg), ble *Listeria* spp. funnet i 71% av fabrikkene [25]. Gjennomsnittlig andel positive prøver var 4.5% totalt sett, men opp til 39% i enkeltbedrifter. Det var hyppigst funnet listeria på gulvmatter (21%). I en mindre undersøkelse fra USA (7 vegetabilfabrikker), ble listeria funnet i 70% av fabrikkene, og prevalensen lå på 2-26% [26]. I en studie fra Portugal ble det funnet listeria på matkontaktflater hos seks av ti industriprodusenter av mat (ulike typer) før renhold og tre av ti etter renhold [27]. Det var en prevalens på 10% positive hygieneprøver totalt sett. «Chilled food association» i UK samler inn data fra sine medlemsbedrifter og skriver på sine hjemmesider at blant deres bedrifter er 0.3% av matkontaktflater og 2.6% av miljøprøver positive for listeria (> 2 millioner prøver totalt; [28, 29]. Hvor stor andel av bedriftene som finner listeria er ikke oppgitt.

Konklusjonen man kan trekke fra studiene er at funn av listeria i produksjonsmiljøet kan anses som vanlig, men det er store forskjeller når det gjelder antall positive prøvesteder matprodusentene har. Man må imidlertid notere seg at det er varierende grad av samsvarende prøvepunkter og prøvetakingsmetoder innenfor og mellom studiene. Det er derfor vanskelig å si noe om forskjellene man finner virkelig skyldes ulik forekomst av listeria eller ulike metoder. Men det er rimelig å anta at de tallene man rapporterer er minimumsnivåer og ikke er resultat av falske positive prøver.

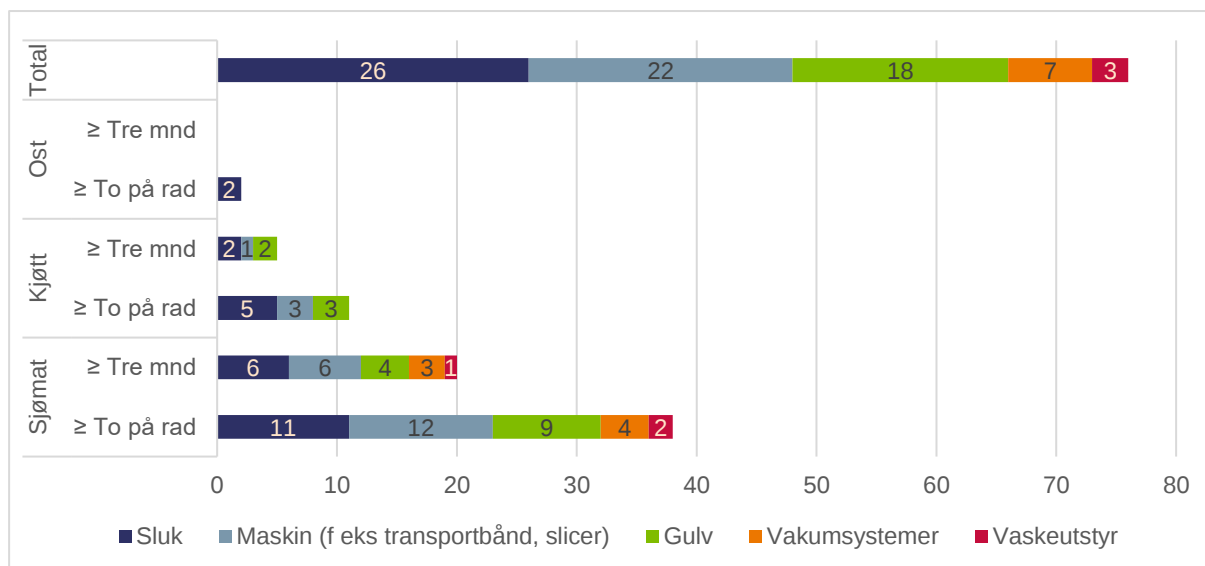
3.2 Matprodusenter

Et flertall (65%) av respondentene fra spørreundersøkelsen hadde påvist listeria i produksjonsmiljøet én eller flere ganger de siste fem årene (Figur 2). Om lag halvparten av disse fant listeria i produksjonsmiljøet kun sporadisk, altså kan man regne med at det daglige renholdet eliminerte listeria. Kun 13% rapporterte om gjentakende funn av listeria i samme prøvepunkt over en periode på 3 måneder eller mer, altså noe man kan anta er en husstamme. For sjømatbedrifter var det en større andel som rapporterte om vedvarende listeria-problemer enn øvrige bransjer, for eksempel 26% av de som produserte laks og/eller ørret.



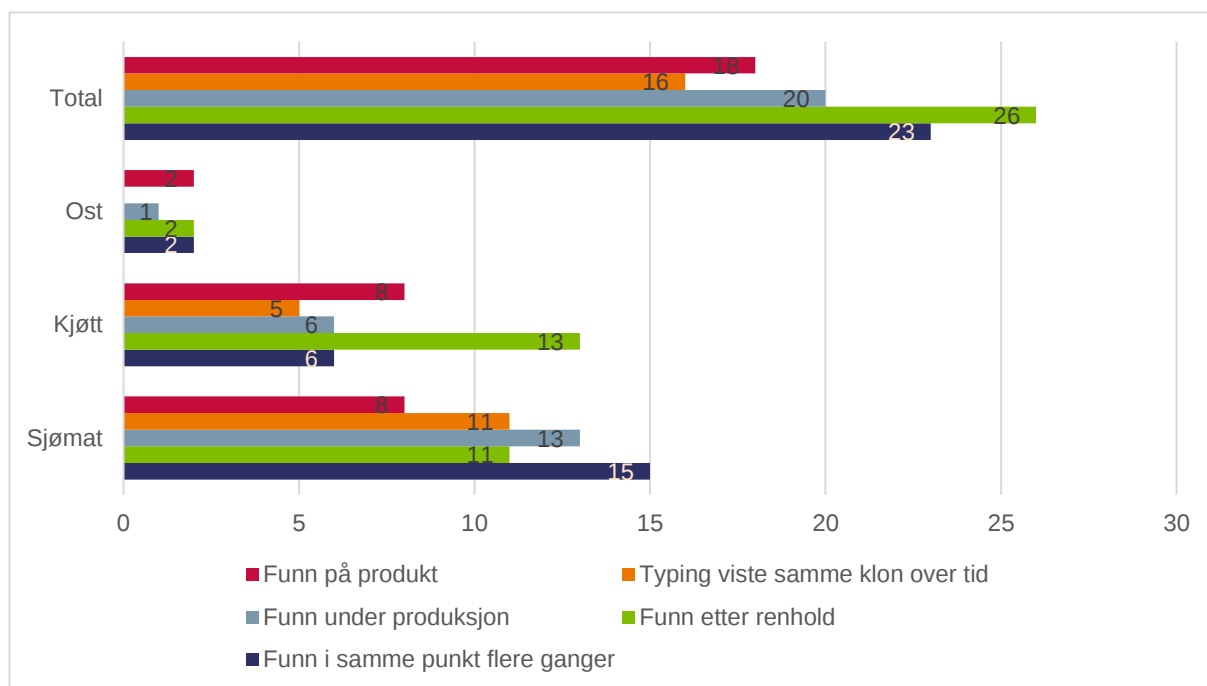
Figur 2 Antall bedrifter som har gjentakende funn av listeria i samme prøvepunkt over tid, kun finner listeria sporadisk eller aldri. Totaltall bedrifter (N=131) og fordelt på ulike bransjer er vist.

Det var vanligst med gjentakende funn av listeria (positiv minst to ganger på rad) i sluk (26 tilfeller), fulgt av maskiner (22 tilfeller) og gulv (18 tilfeller) (Figur 3). For vaskeutstyr ble skovasker nevnt som problemutstyr. Sju sjømatbedrifter hadde hatt problemer med vakuumsystemer.



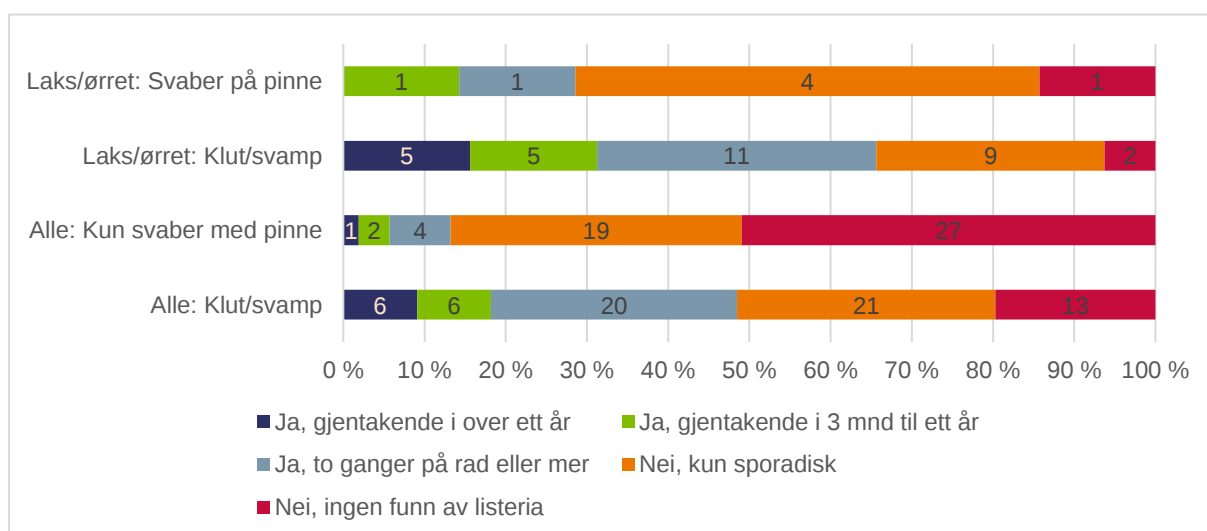
Figur 3 Områder med gjentakende funn av listeria fordelt på ulike bransjer og om man har funnet listeria minst to ganger på rad og/eller over lenger tid (over tre måneder eller over ett år.).

Det ble videre spurt om de har hatt mistanke om en husstamme og i såfall hvorfor. Figur 4 viser at vanligste grunnen var positive svar på renholdsprøver (31%) og/eller at man fant listeria i samme punkt flere ganger (28%). Seksten bedrifter hadde brukt typing (19%), hvorav åtte av bedriftene som hadde gjentakende listeria-påvisninger i minst tre måneder. Typing ble benyttet i Chile, Frankrike, New Zealand og Norge, og av totalt 11 sjømatbedrifter og fem kjøttbedrifter.



Figur 4 Funn og analyser som tydet på at en husstamme hadde etablert seg i produksjonsmiljøet

Bedrifter som fant listeria gjentakende i samme prøvepunkt i 3 mnd eller mer brukte oftere klut eller svamp (som eneste verktøy eller i tillegg til svabere på pinne) enn de som sporadisk eller aldri fant listeria ($p=0.01$). Det er usikkert om dette skyldes at listeria oftere forekom i sjømatbedrifter og at de bruker klut eller svamp eller om det er motsatt – at det skyldes at klut eller svamp er bedre verktøy for å finne listeria og at derfor forekomsten synes høyere i sjømatbedrifter. Dersom man kun ser på sjømatbedrifter er det en tendens til at man oftere finner listeria om man bruker klut/svamp (47%) vs svaber på pinne (16%), men forskjellen var ikke statistisk signifikant (Figur 5). Mer detaljer om prøvetakingsmetoder kan finnes i Vedlegg 2 og i en annen rapport [30].



Figur 5 Gjentakende funn av listeria fordelt på prøvetakingsmetode

4 Renhold for å forebygge listeria

4.1 Forskningsstudier

Så langt vi har funnet, er det ikke tidligere gjort systematiske studier på hvilke renholdmidler som brukes av matprodusenter og hvordan dette eventuelt påvirker forekomst av listeria. Det man kan se for seg, er at listeria som har kommet inn i produksjonsmiljøet samme dag ikke har produsert biofilm, og at vask som fjerner smuss etterfulgt av desinfeksjon av gjenværende, suspenderte bakterier skal være tilstrekkelig for fjerning av listeria. Studier på effekten av VD-midler på listeria i suspensjon eller tørket inn på overflater vil derfor være relevant for å vurdere midler til forebygging av listeria-problemer. For at et desinfeksjonsmiddel skal kunne godkjennes, kreves det dokumentasjon på at eksponering for brukerkonsentrasjon i relevant virketid skal gi minst 99.999% reduksjon av bakterier. I denne uttestingen benyttes ikke nødvendigvis listeria, men andre bakterier som er like følsomme eller mer resistente mot desinfeksjonsmidler. Det er vist at husstammer ofte har gener som koder for resistens mot kvartære ammoniumsforbindelser (QAC) og at dette kan bidra til overlevelse i lave konsentrasjoner av desinfeksjonsmiddel etter renhold [31]. Listeria er imidlertid ikke resistent mot brukerkonsentrasjoner av desinfeksjonsmidler (se f.eks. [32] [33]).

4.2 Veiledere

Veiledere gir sjelden spesifikke retningslinjer for hvilke renholdsmidler som bør benyttes i daglig renhold, men det vises til de vanlige gruppene aktive stoffer i VD-midler og at desinfeksjonsmidler må være testet for effekt og/eller godkjent i en nasjonal ordning [4, 34]. I en amerikansk veileder, rettet mot kjøttindustrien, står QAC-baserte midler og pereddiksyre nevnt som effektive. Førstnevnte fordi det ikke skylles helt bort og dermed hindrer bakterievekst før neste produksjonsdag, og for pereddiksyre heves det at det er effektivt mot biofilmer [35]. I samme veileder nevnes sitronsyre som et effektivt middel på gulv. Alternierende bruk av midler for å unngå biofilmdannelse av listeria har vært anbefalt [4, 35-37]. Association of Food and Drug Officials anbefaling til produsenter av fermentert, saltet og røkt fisk anbefaler pulverbaserte, alkaliske vaskemidler til gulv og å holde pH på gulv lav mellom vaskeskiftene [38]. Til desinfeksjon anbefales QAC- og pereddiksyre-baserte midler. I soneskiller er det anbefalt fotbad med QAC eller skummende desinfeksjonsmiddel på gulv. Midler som inneholder pereddiksyre eller peroktansyre påpekes også som effektive midler mot biofilmer med listeria. Varme og damp oppgis som alternativ til kjemisk desinfeksjon og enzymatiske midler nevnes å kunne være effektive for å fjerne organisk materiale. Man må være oppmerksom på at mange veiledere i stor grad bygger på eldre studier fra USA, så det er en stor grad av resirkulering av råd.

4.3 Leverandører

De sju leverandørene som ble intervjuet leverte en rekke ulike midler brukt i matproduksjon. Noen understreket at midler, konsentrasjoner og virketid var spesialtilpasset hver kunde ut fra type og mengde smuss, materialer i utstyr og utslippsregler lokalt mens andre så ut til å legge opp til liknende anbefalinger til alle kunder, med noe få tilpasninger.

Alle leverandørene hadde produkter som var godkjent ut fra landets/regionens krav. Mens de fleste også bygde på pilotforsøk og gjorde systematisk erfaringsinnhenting hos kunder, mente en leverandør at det var kundens ansvar å dokumentere at deres midler fungerte.

Det var ikke store forskjeller i hvilke typer vaskemidler som ble anbefalt. De fleste leverandører anbefalte å gjøre vask og desinfeksjon som separate trinn og å fortrinnsvis bruke alkaliske vaskemidler med eller uten klor, avhengig av hva utstyret tåler og smussbelastningen. Et par av leverandørene anbefalte å bruke et kombinasjonsmiddel (kombinert VD-middel) og desinfisere en gang iblant eller kun ved listeria-problemer. En leverandør anbefalte både vask med alkalisk og surt vaskemiddel hver dag.

Alle leverandører trakk frem at pereddiksyre var et effektivt desinfeksjonsmiddel. En leverandør bemerket imidlertid at ikke alle matprodusenter har egnede lokaler for å kunne lagre et så kraftig kjemikalium. Et par av leverandørene kommenterte at den skarpe lukten under bruk begrenset bruken. Ellers ble triaminer, hypokloritt og QAC-baserte midler nevnt som effektive midler i daglig renhold.

Sluk ble nevnt som problemområde og en leverandør anbefalte å fylle sluk med klor under produksjon og i tillegg vaske og desinfisere sluk med ordinære midler etter produksjonsslutt. En annen mente at for å holde sluk rene må man bruke mekanisk energi i tillegg til kjemikalier, som for eksempel børster.

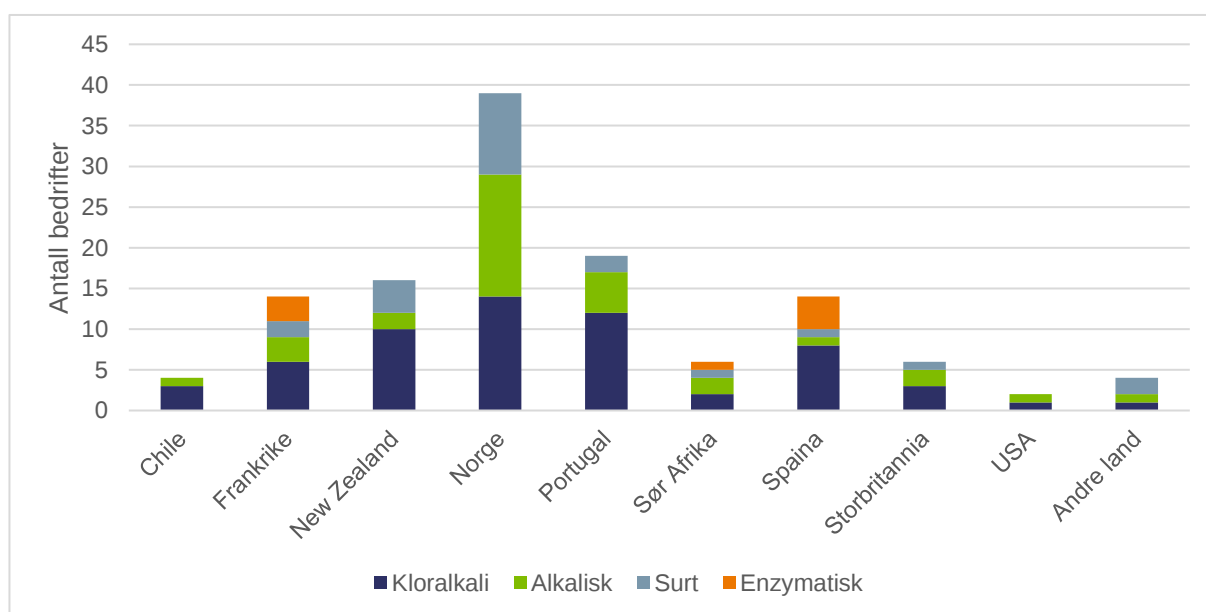
På spørsmål om alternering var det stor variasjon i svarene. Tre anbefalte alternering mellom ulike desinfeksjonsmidler og fire alternering mellom sure og alkaliske vaskemidler.

Alle leverandører oppga en liste over hvilke midler de anbefaler for å forebygge listeria. Midlene som ble anbefalt var de samme, eller tilsvarende de midlene som matprodusentene rapporterte om (Kap. 4.4). Gjennomgående, mente leverandørene at det ikke kreves spesielle renholdsmidler for å forebygge listeria, siden bakterien ikke er mer resistent enn andre bakterier man ønsker å eliminere fra utstyr og produksjonsmiljø. Alle leverandørene mente at effektiviteten til renholdet ikke kun må betraktes som et spørsmål om hvilket middel man bruker, siden det er mange andre faktorer som påvirker renholdseffekten.

4.4 Matprodusenter

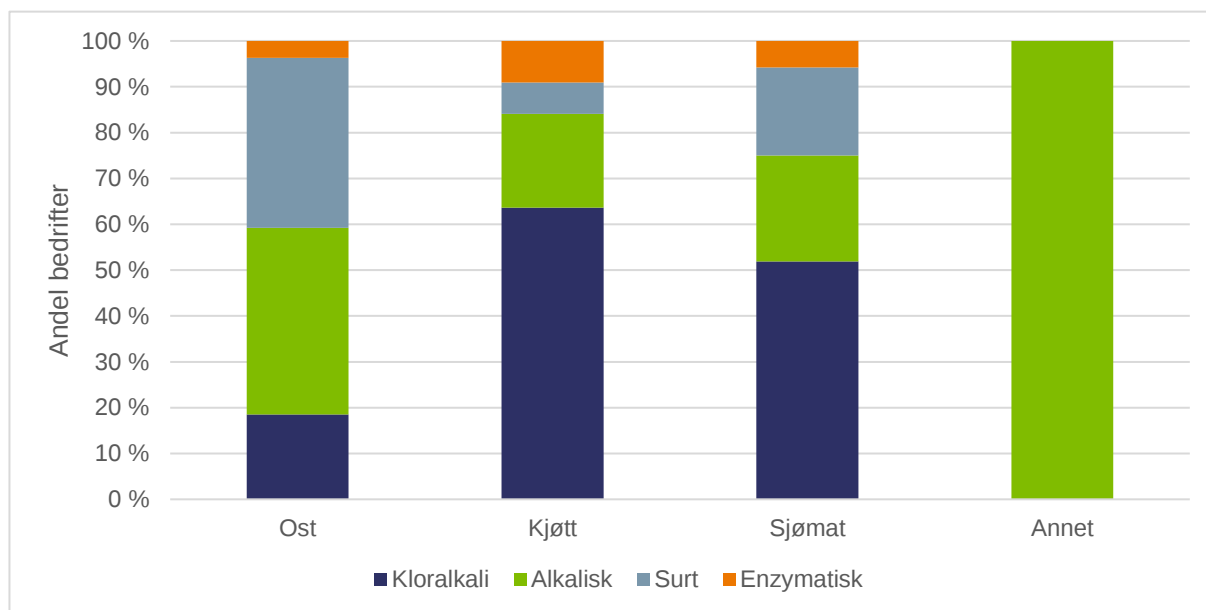
4.4.1 Vaskemidler

Det var til sammen 83 bedrifter som oppga nok informasjon til at det var mulig å identifisere hvilke vaskemidler som ble brukt. Totalt sett brukte 72,3% av disse alkalisk middel med klor (kloralkali), 39,8.% alkalisk middel uten klor, 27,7% surt vaskemiddel og 9,6% enzymatisk vaskemiddel. Kloralkaliske vaskemidler dominerte i alle land, med unntak av i Norge der alkaliske midler uten klor ble brukt av om lag like mange bedrifter som kloralkaliske midler (Figur 6). De fleste bedrifter brukte ikke sure vaskemidler daglig, men for eksempel ukentlig til å fjerne belegg. I Frankrike og Spania var det en del bedrifter som brukte enzymatiske vaskemidler.



Figur 6 Rapportert bruk av vaskemidler per land

Hvis man sammenligner bransjer så ser man at kloralkaliske midler dominerte i kjøtt- og sjømatbedrifter, mens sure vaskemidler var forholdsvis mer vanlig hos osteprodusenter (Figur 7). Det var også vanlig å bruke sure vaskemidler i sirkulasjonsvask i meierisektoren, noe som ikke er så overraskende med tanke på at kalkbelegg er et større problem der enn hos andre bransjer.



Figur 7 Rapportert bruk av vaskemidler per bransje

Alkaliske vaskemidler med og uten klor

Totalt 48 midler var rapportert brukt fra til sammen 11 leverandører, hvorav 37 midler med NaOH og 15 med KOH (seks midler inneholdt KOH, men ikke NaOH). Utreknet NaOH konsentrasjon ved anbefalt bruk var i området 0,01-7,5%, der de fleste midler lå i området 0,05-1%. Oppgitt pH for brukerkonsentrasjon var pH 10-13,5, der flertallet av midlene lå i området pH 12-13,26 av midlene inneholdt hypokloritt (kloralkali), med en hypoklorittkonsentrasjon i området 0,002-1% ved anbefalt brukerkonsentrasjon, hvor de fleste midlene lå i området 0,02-0,5%.

Til sammen 42 kjemiske forbindelser var deklartert i SDS, 21 bare oppgitt for enkeltstående midler. Mest vanlige andre forbindelser (utenom NaOH, KOH og hypokloritt) var alkylaminoksid (16 midler) og EDTA (åtte midler). Åtte midler hadde påstander om desinfiserende effekt i tillegg til vaskeeffekt, hvorav sju inneholdt hypokloritt og ett inneholdt amin). Midlene omfattet både produkter beregnet for sirkulasjonsvask og åpent renhold.

Sure vaskemidler

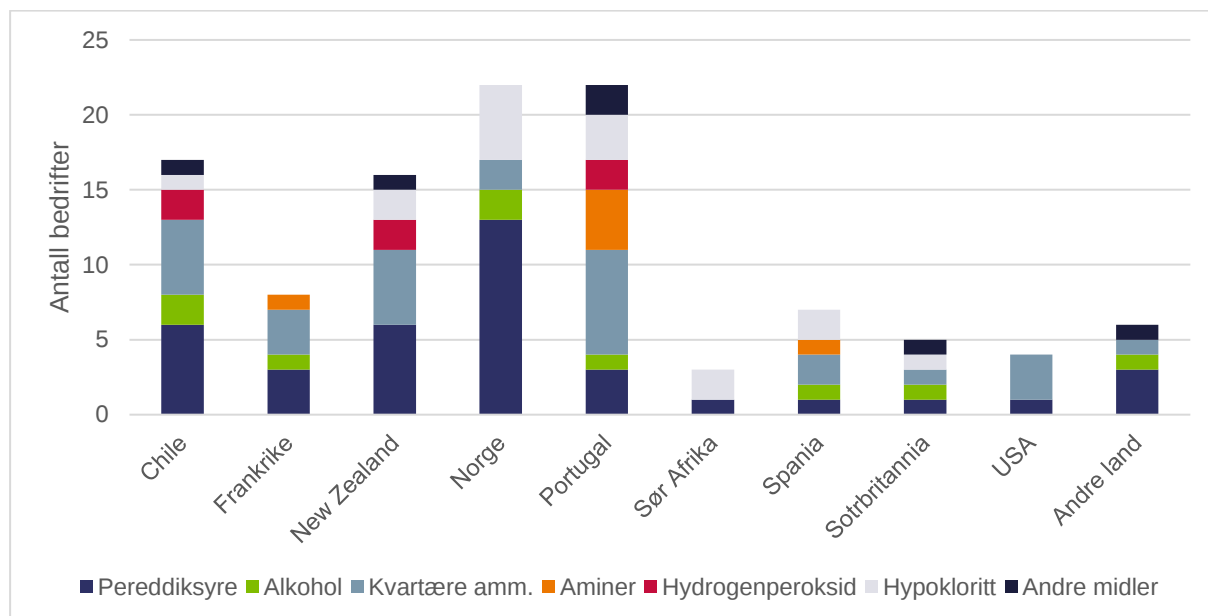
Til sammen 16 midler ble rapportert brukt. Flere ulike syrer er brukt i midlene, hvorav fosforsyre (ti midler) og salpetersyre (sju midler) var vanligst. Til sammen 26 forbindelser var deklartert, hvorav 24 av er kun brukt i 1-2 midler. Bruksløsningene hadde en pH på 1-2. Midlene omfattet både produkter beregnet for sirkulasjonsvask skummende midler for åpent renhold. Mange oppga å bruke de sure midlene i alternering med alkaliske midler.

Enzymatiske vaskemidler

Totalt seks midler var rapportert brukt. Det var lite informasjon om kjemisk innhold i SDS, og hvilke komponenter enzymene var rettet mot var ikke deklartert. To midler inneholdt subtilisin, en protease.

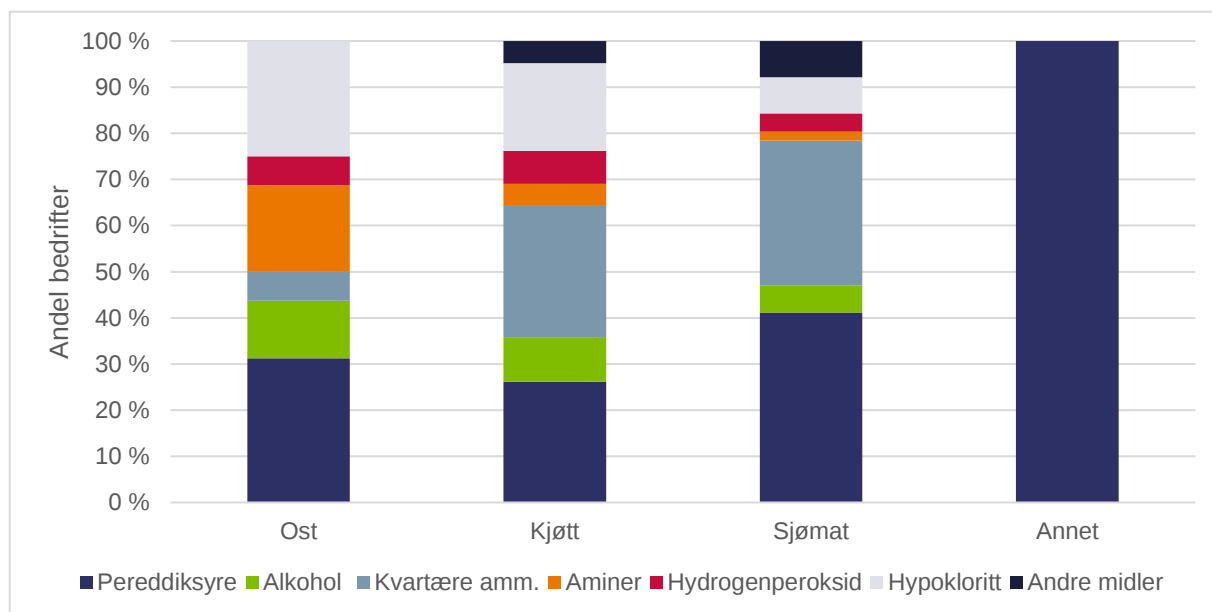
4.4.2 Desinfeksjonsmidler

Det var til sammen 80 bedrifter som oppga nok informasjon til at vi kunne identifisere hvilke desinfeksjonsmidler som var i bruk. Totalt sett brukte 47,5% av disse midler med pereddiksyre, 36,3% kvartære ammoniumsforbindelser (QAC), 20% hypokloritt, 11,3% alkoholer, 7,5% aminer, 7,5% hydrogenperoksid og 10% andre midler (amfotæriske, glutaraldehyd, klordioksid og ozon) (Figur 8). I Norge var pereddiksyre mest vanlig, mens i andre land var QAC-basert midler omtrent like mye brukt som pereddiksyre.



Figur 8 Rapportert bruk av desinfeksjonsmidler per land. Kategorien «Andre midler» er sammensatt av amfotære midler, glutaraldehyd, klordioksid og ozon.

Bruk av pereddiksyre var relativt sett noe hyppigere brukt i sjømatbedrifter enn i kjøtt- og ostebedrifter (Figur 9).



Figur 9 Rapportert bruk av desinfeksjonsmidler per bransje. Kategorien «Andre midler» er sammensatt av amfotære midler, glutaraldehyd, klordioksid og ozon.

Pereddiksyre/Hydrogenperoksid

Totalt 20 midler fra seks produsenter var rapportert brukt. De fleste (16) av midlene inneholdt pereddiksyre, eddiksyre og H_2O_2 . Oversikt over konsentrasjoner av disse forbindelsene ved anbefalte brukerkonsentrasjon av midlene er vist i Tabell 5. Tre midler inneholdt oktansyre/peroktansyre i tillegg. Fire midler inneholdt bare H_2O_2 , og ikke pereddiksyre/eddiksyre. I tillegg til forbindelsene nevnt over var til sammen 22 kjemiske forbindelser deklartert i SDS (17 av dem bare i 1-2 midler). pH for bruksløsning er i området 2-6, og for de fleste midlene i området pH 2.5-3.5.

Tabell 5 Konsentrasjoner av aktive stoffer ved anbefalte brukerkonsentrasjoner av 16 desinfeksjonsmidler

Brukerkonsentrasjon	H_2O_2	Pereddiksyre	Eddiksyre
Lavest-høyest	0,004-3%	0,005-0,6%	0,015-1,8%
Typisk middel	0,02-0,6%	0,01-0,1%	0.05-0.3%

Kvartære ammoniumforbindelser (QAC)

Totalt 18 midler var rapportert i bruk. Disse inneholdt ulike QAC forbindelser, mange av midlene hadde en blanding av ulike QAC. Benzalkoniumklorid (12 midler) var den vanligste QAC forbindelsen, med en konsentrasjon ved anbefalt brukerkonsentrasjon i området 0,002-0,14%, der de fleste midler lå i området 0,01-0,1%. Totalt var 24 kjemiske forbindelser deklartert i SDS for de 18 midlene, hvorav 18 forbindelser av kun oppgitt for enkeltmidler. Etanol var vanligste forbindelsen utenom QAC (fire midler). pH i bruksløsning lå i området pH 6-10.

Andre midler

Totalt åtte midler med aminer som aktivt virkestoff var rapportert hvorav alle inneholdt N-(3-aminopropyl)-n-dodecylpropane-1,3- Diamine som aktiv forbindelse. Mest vanlige innholdsstoffene var EDTA og NaOH (3 midler). Alle midler var basiske. Ofte ble disse midlene markedsført som QAC-fritt desinfeksjonsmiddel.

Det var fem produkter med hypokloritt som viktigste aktive forbindelse rapportert, hvorav ett i pulverform. Alle midlene var basiske med en pH 10-12. To av midlene inneholdt NaOH. Hypoklorittkonsentrasjon ved anbefalt brukerkonsentrasjon var i området 0,01-0,2%

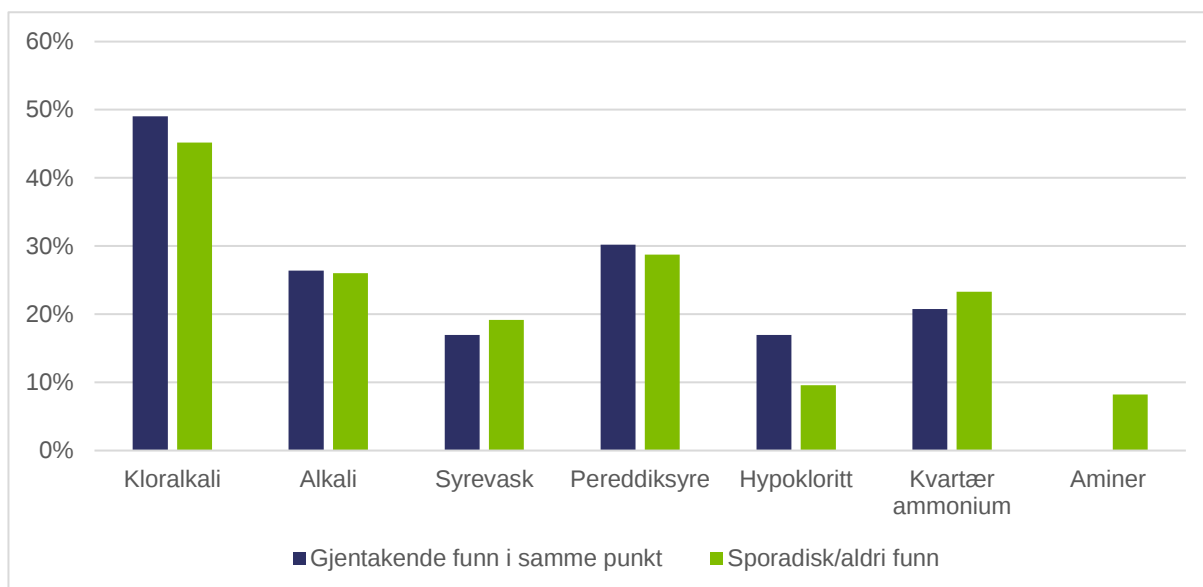
Fire produkter basert på alkohol ble rapportert brukt, hvorav ett var spritservietter. To produkter inneholdt etanol og to isopropanol.

4.4.3 Renhold hos bedrifter uten problemer

Det ble rapportert om midler fra 17 ulike leverandører, med flest bedrifter som bruke midler fra Diversey/Lilleborg (22), fulgt av Ecolab (19), Kersia (10), Proquimia (8), Aquatig (6) og Hancroft (5). Med unntak av Proquimia, skilte ingen leverandører skilte seg spesielt ut, hverken med å være over- eller underrepresentert blant matbedrifter som har problemer med listeria. De åtte bedriftene som fikk midler fra Proquimia aldri eller kun sporadisk listeria. For de som oppga produkter, ble det brukt det sterke, kloralkaliske middelet Vixclor og ulike desinfeksjonsmidler (QAC, amin). Det må anmerkes av de åtte bedriftene brukte q-tips for prøvetaking for listeria, så det kan være underrapportering av listeria.

Figur 10 gir en oversikt over hvilke typer renholdsmidler som ble brukt av de bedriftene som oppga at de hadde gjentakende funn av listeria i samme punkt og de som kun sporadisk eller aldri hadde funn av listeria. Som man ser av figuren, er det ingen systematiske forskjeller. Det må imidlertid bemerkes at bedriftene oppga hvilke midler som brukes i dag, og de kan ha skiftet til et annet middel etter at de fikk påvist listeria-problemer. Det er også mulig at sammensetningen av midlene kan ha en betydning. Selv

om de aktive komponentene var like eller tilhørte samme gruppe, var det store forskjeller når man ser på sammensetningen på detaljnivå.



Figur 10 Andel bedrifter som bruker ulike VD-midler fordelt på de som har funnet listeria gjentakende i samme punkt og de som aldri eller kun sporadisk har funnet listeria

5 Renhold for bekjempelse av listeria

5.1 Forskningsstudier

5.1.1 Vaskemidler

Det er sparsomt med vitenskapelige studier på effekt av vaskemidler på listeria på overflater. Et studium har vist at produkter basert på kloralkali kan ha en meget god vaskeeffekt på listeriabiofilmer på stål under ellers rene forhold (ikke tilsatt noen type smuss) [39]. Hvilket materiale biofilmen sitter på kan imidlertid ha stor betydning og et annet studium viste at listeriabiofilm på vevd transportbånd er vanskelig å fjerne med anbefalt brukekonsentrasjon av kloralkaliske midler [19].

Av miljøhensyn kan det være hensiktsmessig å fjerne eller erstatte klorholdige vaskemidler, og et alternativ er enzymholdige vaskemidler. En undersøkelse viste at to vaskemidler basert på enzymer ga høy fjerning (99.9999%) av listeriabiofilmer på stål, tilsvarende som et surt og et alkalisk vaskemiddel, og bedre enn et kloralkalisk middel ved 50 °C. Men temperatur var viktig for effekten: Effekten av de enzymatiske midlene ved 20 °C var lavere enn det sure vaskemiddelet [40]. For ett av disse enzymatiske midlene ble det i en annen studie vist at det var opptil ca. 70 ganger forskjell i effekt mot biofilm bestående av ulike listeria-stammer [41].

Det finnes flere studier av effekten av enzymatiske midler, men det er en begrensning det ikke finnes standardiserte metoder for å undersøke vaskeeffekt og når det ikke en noen direkte sammenlikning med tradisjonelle midler er det umulig å vurdere om den nye teknologien er et godt alternativ. I en undersøkelse av ulike enzymer på listeria-biofilmer i romtemperatur, ble det funnet ca. 90% fjerning av biofilm, noe som er for lite til å påstå at midlene har en god vaskeeffekt [42]. Omtrent tilsvarende effekt ble funnet i en annen studie, der effekten varierte med hvilket vekstmedium og overflate som ble brukt for biofilmdannelse [43].

5.1.2 Desinfeksjonsmidler

En rekke vitenskapelige studier måler reduksjon av listeria i biofilm etter eksponering for desinfeksjonsmidler, uten at biofilmen ha vært eksponert for vaskemiddel først. Som det fremgår av Tabell V3.1 (Vedlegg 3) gir studiene så varierende resultater at det ikke ut fra forskningsstudier går an å påstå at en type desinfeksjonsmiddel generelt sett er mer effektivt mot listeria. Dette er ikke så overraskende siden det ikke finnes en standardisert metode for å undersøke desinfeksjonseffekt på biofilmer, så det er brukt ulike metoder. I tillegg er det ulike kommersielle midler i hvert studium.

Flere studier viser at desinfeksjonsmidler kan gi høy reduksjon av listeriabiofilm under helt rene forhold, men mister effekten dersom smuss er tilstede [44] [45] [46]. Man har funnet at Ozon og klordioksid kom litt dårligere ut med hensyn til å beholde aktivitet i nærvær av smuss enn hypokloritt, kvartær ammoniumsforbindelser og pereddiksyre, men forskjellene er små.

Det er en rekke metodiske svakheter ved de vitenskapelige studiene som gjør at det er vanskelig å overføre resultatene til praktiske forhold. I mange studier har biofilmene vært dyrket kort (2-3 døgn) og ved urealistisk høy temperatur, og de er derfor sannsynligvis mindre resistente enn ute i produksjonsmiljøet ($\geq 25^{\circ}\text{C}$), noe som kan gjøre dem mer sensitive overfor renhold [46, 47]. Som for vaskemidler er det mange studier der det kun undersøkes effekten av selve virkestoffene, og ikke kommersielle midler, og resultatene kan ikke si noe om hvilke typer kommersielle midler som er best. For eksempel fant et studium liknende effekt av klordioksid (7 mg/liter), klordioksidgass og hypokloritt (50 mg/l) på listeria biofilm [48]. Videre finnes studier på «nye» teknologier, der det ikke er tatt med et ordinært, kommersielt middel, da er det umulig å vurdere om de er bedre enn de midlene som brukes i dag (disse er ikke tatt med i Tabell, Vedlegg 3). Effekt av ozongass er testet mot listeriabiofilmer i flere studier. En felles mangel for disse studiene er at det ikke er sammenlignet med andre midler. Drapeseffekten i de ulike studiene varierer ti tusen ganger, så det er vanskelig å konkludere rundt effekten av ozon [49-51]. I et studium av bruk av hydrogenperoksiddåke, ble det funnet 99 og 99.99% reduksjon av listeriabiofilm på hhv oversiden og undersiden av et transportbånd. Det ble ikke gjort direkte sammenlikning med kommersielle midler [52]. På samme måte fant man i en annen undersøkelse mer enn 99.9% reduksjon av listeria, som var tørket inn på knivblader, ved bruk av 250 ppm hypoklorittholdig, elektrolysert vann. Det var ingen sammenlikning med konvensjonell desinfeksjon [53].

5.1.3 Fysiske metoder

Bruk av såkalt kontinuerlig UV-belysning (UV-C; 200-280 nm) har tradisjonelt blitt mye brukt for å redusere nivået av mikroorganismer på overflater i kliniske miljøer, matproduksjonsmiljøer samt til vannesinfeksjon. Nyere alternativer til tradisjonell UV-C belysning er såkalt puls-UV lys eller UV-C LED. Førstnevnte gir høy-intensitets belysning i form av pulser med UV-C lys og svært kort behandlingstid. UV-C LED er foreløpig lite studert under matindustri-relevante forhold, men har potensiale for bruk [54-56]. UV-belysning kan ikke erstatte vask og desinfeksjon, men kan brukes som et supplement etter renhold, og/eller i perioder hvor det ikke foregår produksjon, på bestemt utstyr, alternativt også under produksjon.

Effektiv UV-behandling krever at mikroorganismene som skal drepes eksponeres for direkte UV-lys i tilstrekkelige doser. Oppnås dette kan UV-behandling gi > 5 log reduksjon av listeria på overflater [57]. I praktisk bruk vil effekten påvirkes av dose UV-lys og type overflate. Effekten reduseres med alder og tykkelse på biofilm og om matsmuss (fett/proteiner/salt) eller fuktighet i form av vannfilmer er til stede [55, 58, 59]. I et prosessanlegg for røkt laks ga 48 timers kontinuerlig UV-belysning (254 nm; dose ikke oppgitt) 3 log nedgang i totaltall på overflater i anlegget, mens sju timers eksponering ga ingen signifikant effekt [59]. En signifikant reduksjon i antall listeria-positive prøver ble også påvist etter 48 timers UV-lys eksponering.

UV-C har lav penetreringsevne og vil derfor trolig ha begrenset evne til å eliminere etablerte biofilmer, men kombinert med andre teknologier/tiltak kan god effekt oppnås. Drapeseffekten av 10 min kjemisk desinfeksjon (100 ppm pereddiksyre eller 400 ppm QAC) var bedre enn 15-30 min UV-C belysning på

listeriabiofilmer [60]. Effekten av behandlingene vil bl.a. være dose-avhengig og er vanskelig å sammenligne. Men effekter på listeria-biofilmer med kombinert UV-C og kjemisk desinfeksjon ble rapportert å gi bedre effekter enn metodene brukt enkeltvis [60, 61].

Ultralyd for fjerning av biofilm brukes på småutstyr på laboratorier og i sykehus, men det er lite dokumentasjon på effekt mot biofilmer av listeria. I en studie oppnådde man >99,9% fjerning av listeriabiofilm på stål etter 1 min behandling. Enda større effekt ble observert i kombinasjon med ozonert vann [62]. Axelsson et al. [63] fant at lydbølger alene var mer effektivt enn 0.5% KOH for å fjerne bakteriebiofilmer fra transportbånd, men biofilmer med listeria ble ikke undersøkt. Andre fysiske teknologier for overflaterengjøring inkluderer tørrisengjøring [64] og bruk av kald plasma [65]. Teknologiene kan være et mulig supplement til kjemisk renhold, men ytterligere dokumentasjon og utvikling knyttet til praktisk bruk i matindustrien og effekter på biofilmer og listeria anses nødvendig.

5.1.4 Vask og desinfeksjon

Det finnes noen få laboratoriestudier der listeriabiofilmer har blitt eksponert for både vask og desinfeksjon i én eller flere runder (Tabell V3.2, Vedlegg 3). Studiene viser at biofilmer som vokser ved lave temperaturer og som får utvikle seg over lang tid, som dannes på ru materialer, som vokser på smuss med partikler, ikke fjernes med brukerkonsentrasjoner av vaske- og desinfeksjonsmidler. Det er ikke funnet forskjell i overlevelse etter renhold av biofilm for husstammer og sporadiske listeriastammer, eller for stammer som danner mye og lite biofilm.

5.1.5 Andre metoder

I motsetning til kjemiske midler, har bakteriofager (fag) spesifikk virkning mot bestemte bakterier. En nylig rapport analyserte alle publiserte studier som omhandlet effekt av bakteriofager mot patogener (inkludert listeria) i biofilm på stål [66]. Studiene ga begrenset reduksjon (snitt 30%) av listeria i biofilmene, men store variasjoner i effekt ble rapportert. Én studie sammenlignet effekt av bakteriofager på overflater/i biofilm med effekt av kjemisk desinfeksjon. Bakteriofager (PhageGuard Listex) ga tilsvarende eller bedre reduksjon av listeria enn et diklor- og et QAC-basert middel på stål med biofilmer produsert med eller uten tilstedeværelse av ulike typer matsmuss som melk, skinke, røkt laks, grønnsaker [67]. Redusert effekt av både desinfeksjonsmidlene og fag ble påvist i tykke vs. tynne biofilmer. Fagbehandlingen ga reduksjon til under deteksjonsnivå (> 3 log reduksjon) i biofilmer med matsmuss til stede. Andre studier har rapportert lignende effekter [68, 69]. En hovedutfordring både med kjemiske midler og bakteriofager er at preparatene ikke kommer til der problembakteriene er og dermed ikke gir drapseffekt. Tilstrekkelige nivåer av fag som kommer i direkte kontakt med listeria-bakteriene i tilstrekkelig tid er vesentlig for effekt. Effekt er ellers avhengig av nivå fag benyttet, alder på biofilm (dårligere effekt på eldre biofilmer), behandlingstid og -temperatur. Bruk av bakteriofager og kjemisk desinfeksjon i kombibehandlinger er i liten grad undersøkt mot listeria, men har vist potensiale i andre sammenhenger [70]. Bakteriofager mot listeria (eks. PhageGuard Listex, ListShield) kan anvendes både på mat og på overflater i produksjonsmiljø. Regelverk, kostnader og praktiske utfordringer ved storskala bruk, samt mulig forekomst og risiko for listeria som er resistente mot bakteriofager [71-73] er imidlertid faktorer som kan begrense bruken i matindustrien.

Andre studier og nevne som indikerer nytenking på området, men med foreløpig begrenset praktisk relevans inkluderer bruk av kamskjell-pulver som desinfeksjonsmiddel. Middelet hadde en like god drapseffekt som 200 ppm hypokloritt på listeria biofilmer, og effekten ble forklart med effekten av kalsiumoksid (dannet fra kalsiumkarbonat ved oppvarming av pulveret til 1000 °C før bruk) [74]. I et studium fra 2014 ble det påstått at desinfeksjonsmidler basert på den sterke organiske syren «Fulvic acid» var på trappene for kommersialisering for bruk i matproduksjon. Sammenliknet med 200 ppm hypokloritt var imidlertid reduksjonen av listeria overflater dårlig [75]. Nær 99.99% reduksjon i listeria ble funnet i en test på glass der materialet var gjort antimikrobielt med et amfotært tensid [76]. Både tid (24 timer), temperatur (35°C) og materiale (glass) i forsøket var såpass langt fra det som er relevante betingelser at det er usikkert om denne teknologien ville være effektiv i praktisk bruk.

5.1.6 Industriforsøk

Gjennom systematisk prøvetaking før og etter endring i renhold og ved typing av påviste listeria-stammer, kan det dokumenteres om endring av renhold fører til fjening av husstamme. En rekke slike studier er gjort, men som oftest er det ikke gitt nok detaljer om endringene som er gjort (f.eks. [77, 78]) og/eller problemet er ikke blitt løst (eksempler i Tabell V3.3, Vedlegg 3). En spørreundersøkelse av grønnsaksavdelinger i dagligvarebutikker i USA viste at listeriaforekomst var knyttet til tilgjengelighet for renhold og om man brukte mopper eller børster for rengjøring. Mange andre faktorer spilte også en rolle, så resultatene var vanskelig å tolke [79]. Vitenskapelige studier på effekten av vask og desinfeksjon i matindustri (Tabell V3.3) viser først og fremst hvor vanskelig det er å bli kvitt husstammer av listeria, men gir ikke svar på hvilke tiltak som virker. Som risikovurderingen til EFSA påpeker, er det mangel på studier som har undersøkt effekten av tiltak i industriskala [80].

5.2 Veiledere

De fleste veiledere anbefaler oftest ikke spesifikke renholdsmidler ved positive funn av listeria, men understreker betydningen av demontering og intensivt renhold, gjerne med skrubbing samt at man følger anbefalingene fra leverandøren av renholdsmidler [81-83]. En veileder for meieribransjen i USA nevner at man ved problemer må demontere maskiner for at renholdsmidlene skal komme til på kritisk viktige deler av utstyret. Videre anbefales bruk av oksiderende desinfeksjonsmidler som klordioksid eller pereddiksyre, samt alkoholholdige kluter og varmebehandling med damp (70°C i minst 30 min) [34]. Noen veiledere anbefaler å øke konsentrasjon, virketid eller temperatur for å bli kvitt listeria i maskiner [37]. Flere veiledere nevner varmebehandling som et alternativ dersom man ikke blir kvitt listeria med kjemisk desinfeksjon [33, 34, 81, 83]. Bruk av sitronsyre på gulv er blitt anbefalt for å holde listerianivået nede [36-38]. I kjøttbransjens retningslinje for listeria i spiseklare produkter er det angitt at problemer med listeria skal løses med ekstra vask [84].

5.3 Leverandører

Ved problemer hos bedriftskunder oppga leverandørene at første prioritet var oppfølging av bedriften for å finne årsaken til problemene. Fem av sju leverandører nevnte at sjekk av om renholdet ble utført i henhold til anbefalingene og grundig nok var et viktig sjekkpunkt ved problemer. Fem av sju sa også uoppfordret at de undersøkte om det var andre forklaringer enn utilstrekkelig renhold. Viktigheten av gode soneskiller gjennom fysiske barrierer og overholdelse av rutiner for å hindre at listeria kommer inn ble påpekt. Flere leverandører var opptatt av metoder for å holde sluk fri for listeria ved hjelp av både mekanisk fjerning av smuss (børster) og kjemikalier (f.eks. klortabletter under produksjon og vask og desinfeksjon med ordinære midler etter produksjonsslutt). Erfaringen var at det er store forskjeller på bedrifter, både i ressurser, kunnskap og prioriteringer når det gjelder forebygging og bekjempelse av listeria. Vanlig fremgangsmåte for problemløsning var:

Suksess er
proposjonalt med
hvor mye du
demonterer

- Prøvetaking for å finne reservoar og verifisere at tiltak virker
- Demontere for å komme til alle reservoar
- Skrubbe, øke konsentrasjon og eventuelt bytte midler
 - Bruk av sterkere konsentrasjoner kloralkali eller vask med ulike vaskemidler
 - Pereddiksyre som desinfeksjonsmiddel (4 leverandører). Glycolsyre for å bli kvitt listeria i frysetunneler, en nevnte amin-basert middel og en nevnte varmedesinfeksjon. Tre anbefalte tåkedesinfeksjon.
- Hyppigere renhold

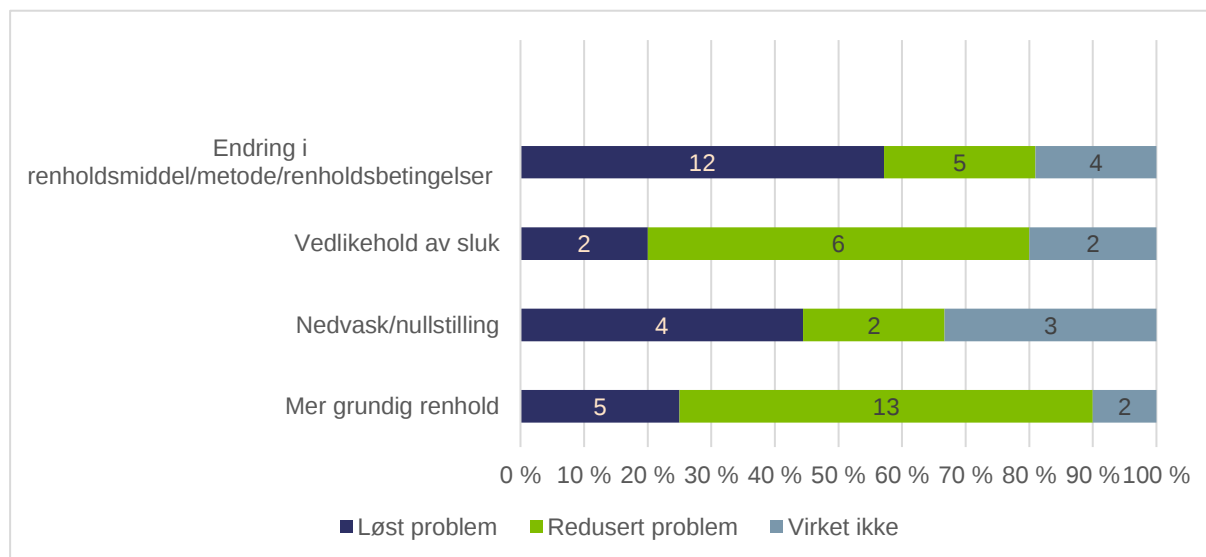
5.4 Matprodusenter

5.4.1 Sluk og gulv

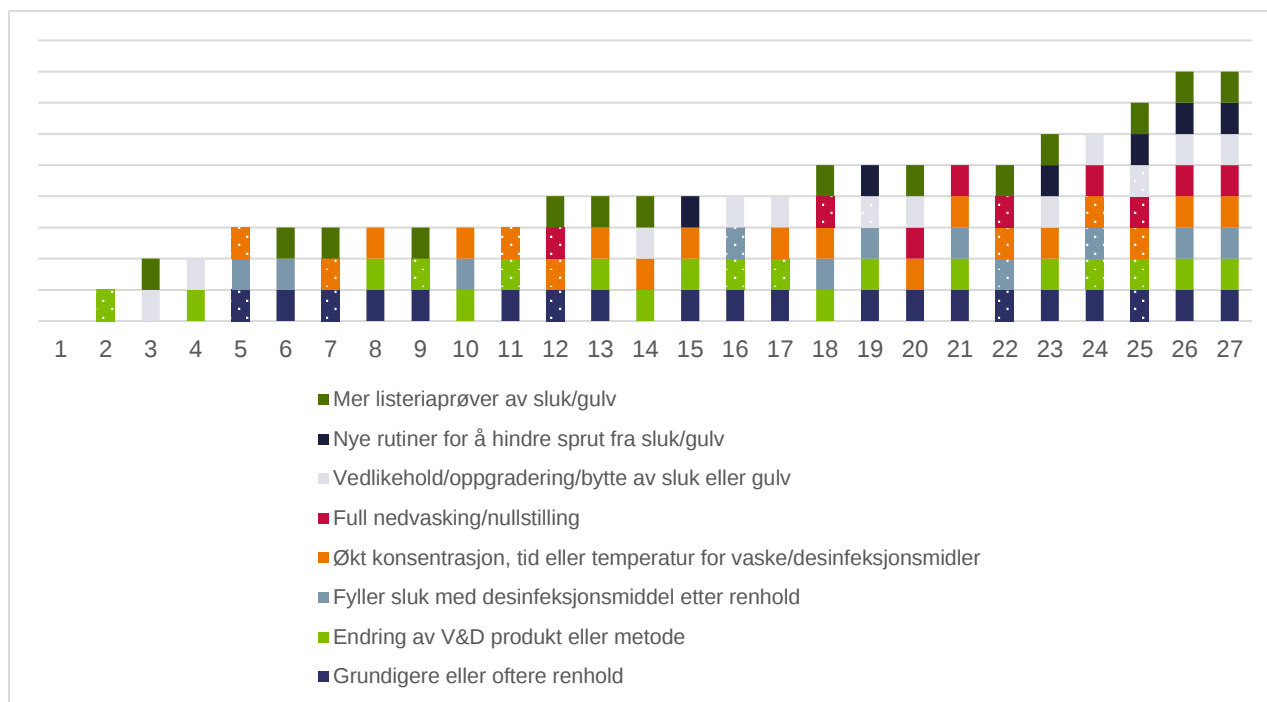
Blant 27 bedrifter med gjentakende funn av listeria, forbedret de fleste (20) renholdspraksis (mer grundig og/eller oftere renhold) og ni hadde gjort en full nedvask/nullstilling. Mange (19) hadde forsøkt å fjerne listeria fra sluk eller gulv ved å bytte til nye midler, eller øke konsentrasjonen (18). Under halvparten (12) hadde oppgradert eller byttet ut sluk eller gulv. Sju hadde satt inn tiltak for å begrense smitte av produkt (nye rutiner for å unngå sprut fra gulv eller sluk) og 14 styrket overvåkingen av miljøet (tok flere listeriaprøver), og en bedrift hadde ikke gjort tiltak (Figur 11 og 12).

Av 27 bedrifter som rapporterte om gjentakende funn av listeria i sluk eller på gulv, hadde 13 blitt kvitt listeria. Ni av bedriftene hadde blitt kvitt listeria innen tre måneder, mens fire av de bedriftene som hadde positive funn av listeria i over tre måneder rapporterte at de til slutt klarte å bli kvitt problemet. De bedriftene som hadde skiftet til et nytt middel eller økt konsentrasjoner så ut til å høyest suksess med å kvitte seg med listeria (Figur 11).

Det var ikke noe klart mønster i hvilken type renholdsmidler som ga høyest suksess mot listeria ved bytte til midler eller endringer i konsentrasjon, hyppighet og/eller tid ved bruk av midlene. For de fleste hovedtypene av vaske- og desinfeksjonsmidler var det eksempler både på rapportering av effekt mot listeria og delvis/ingen effekt. For hovedtypene av midler oftest brukt, var det fem som rapporterte en positiv effekt ved bruk av kloralkaliske vaskemidler og tre som rapporterte ingen eller delvis effekt mot listeria ved bytte eller endret bruk av middel. Når det gjaldt desinfeksjon, rapporterte ni om en positiv effekt og fire om ingen eller delvis effekt av pereddiksyrebaserte midler, mens det var fem som rapporterte positiv effekt og en som rapporterte ingen eller delvis effekt av hypokloritt-baserte midler. Midler som hadde fjernet listeriaproblemer var fra en rekke ulike leverandører (Aquatic, Diversey/Lilleborg, Ecolab, Hancroft, Kersia).



Figur 11: Rapportert effekt av ulike tiltak prøvd ut etter gjentakende positive listeriaprøver i sluk eller på gulv.

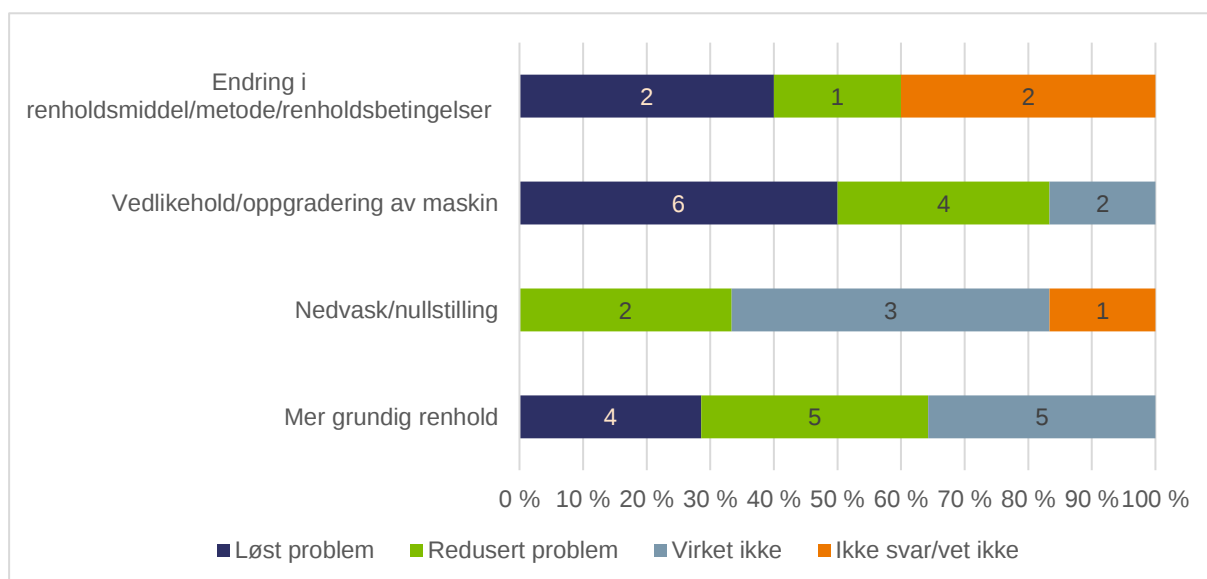


Figur 12 Responser på gjentakende listeriaprøver i sluk blant 27 bedrifter. Skraverte felt der bedriften rapporterte full fjerning av listeria.

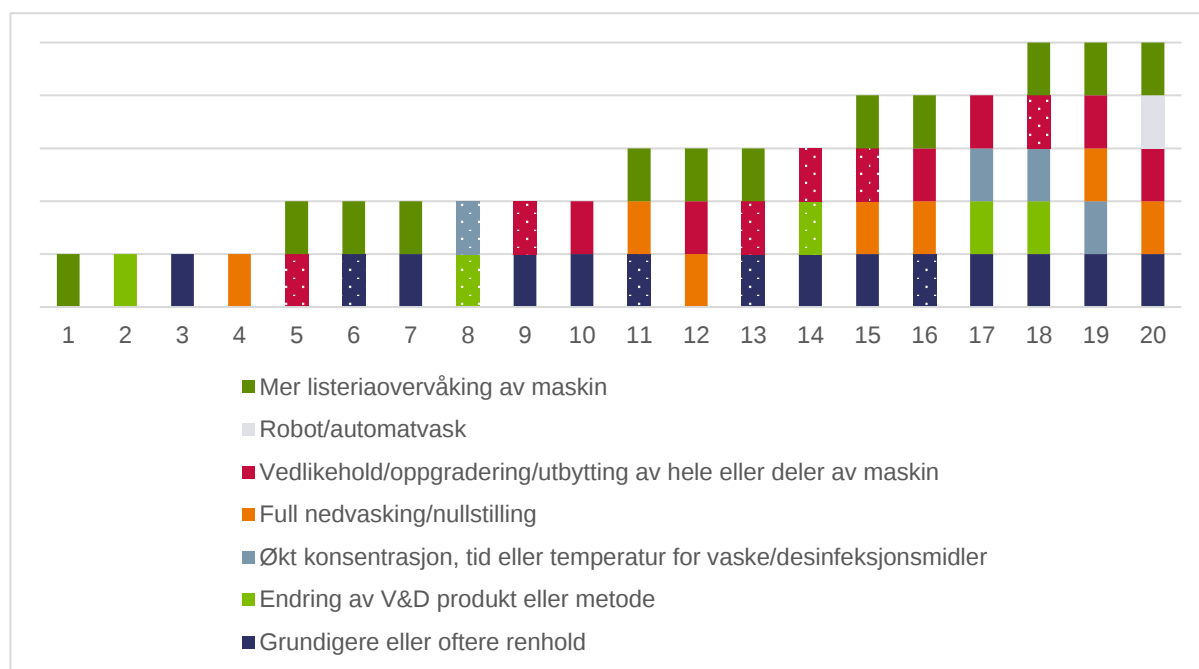
5.4.2 Maskiner og vakuumsystemer

For de 20 bedriftene som rapporterte om gjentakende funn av listeria på maskiner (transportører, slicemaskiner etc.), var vanligste tiltak å gjøre et mer grundig renhold (12) og/eller vedlikeholde/oppgradere maskinen (14) (Figur 13 og 14). Halvparten ble kvitt listeria, hvorav ni hadde gjort vedlikehold eller oppgradering av maskinene og/eller gjort grundigere og hyppigere renhold. En hadde løst problemet ved bløtlegging av deler i klordioksid. Ingen av de seks bedriftene som hadde gjort en full nedvask rapporterte om at dette hadde løst problemet. Som for sluk og gulv, var det eksempler på fabrikker der man hadde satt inn en rekke tiltak mot listeria, men ikke ble kvitt problemet (Figur).

Det var kun fem bedrifter som rapporterte at de hadde byttet midler eller bruksbetingelser for renholdsmidler, og bare to av disse hadde blitt kvitt listeria. En bedrift hadde både gjennomført vedlikehold av maskinen og desinfisert med Top Active des, et pereddiksyrebasert middel fra Ecolab. Den andre var bedriften som benyttet klordioksid som nevnt over.



Figur 13 Rapportert effekt av ulike tiltak prøvd ut etter gjentakende positive listeriaprøver i maskiner.



Figur 14 Responser på gjentakende listeriaprøver på maskiner blant 20 bedrifter. Skraverte felt der bedriften rapporterte full fjerning av listeria.

6 Hva er viktigst for å unngå listeriaproblemer ?

6.1 Veiledere

Eliminering av listeria fra produktkontaktflater og produksjonsmiljø er viktig for å unngå listeria på produkter, men en rekke faktorer utover selve renholdsmidlene spiller inn for at renholdet skal være effektivt. Dette kommer til uttrykk i veiledere, der demontering før renhold, hygienisk design og å gjøre det lett å komme til for renhold listes opp som viktige tiltak både for å forebygge listeria og ved problemløsning [34, 36, 37, 81, 82]. Konkrete eksempler på at vedlikehold eller redesign av utstyr for å fjerne nisjer der listeria kan etablere seg er angitt i veilederne. Dette inkluderer nye materialer (bytte ut hule ruller til hele, bytte ut slitte materialer), eller tiltak for å lette renhold (f.eks. gjøre lokk lettere avtagbare, bytte til materiale som er lettere å holde rent) hos fabrikker som har hatt vedvarende listeriaproblemer eller som har forårsaket utbrudd.

6.2 Leverandører

På spørsmål om hva som er viktigste årsak til at noen bedrifter har problemer med listeria svarte fire av sju leverandører at det handlet om kompetanse hos ledelsen og/eller renholdere. Videre ble mangel på prioriteringer nevnt som årsak (3 leverandører). For noen matbedrifter var volumproduksjon viktigere enn kvalitet, det var ikke aktiv prøvetaking for listeria. Blant faktorer relatert til renhold, ble dårlig hygienisk design, slitte lokaler og utstyr, samt at ikke man fulgte leverandørenes brukeranbefalinger fremholdt som årsaker til at noen får listeriaproblemer.

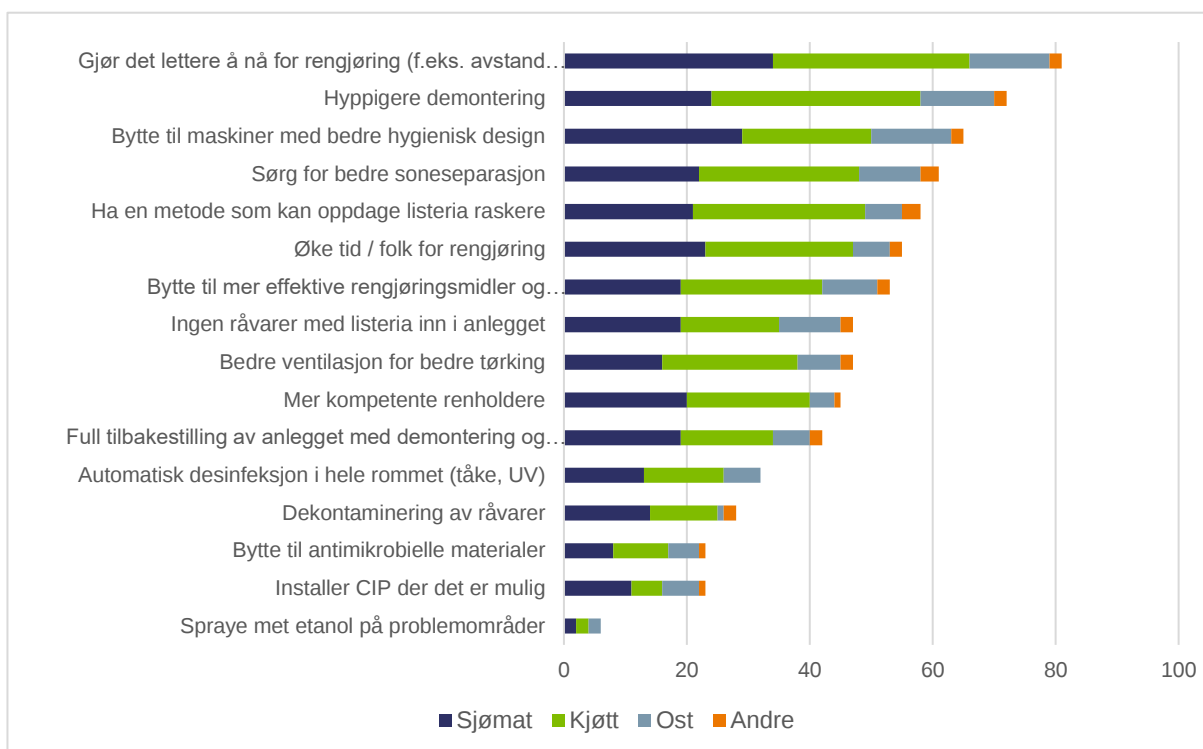
Dårlig økonomi og vanskeligheter med å få tak i og beholde kvalifiserte renholdere ble nevnt som bakenforliggende årsaker til kompetansemangel og nedprioritering av innsatsfaktorer for å unngå listeriaproblemer. Ved innkjøp av maskiner og renholdsmidler var en effektiv prosess viktigst, og vaskbarhet ble ikke alltid vurdert. I den forbindelse nevnte en av leverandørene at det mangler regulatoriske krav til maskiner for matproduksjon. Det bidrar til salg og bruk av utstyr i matproduksjon som ikke kan holdes rent fordi man ikke kommer til for vask og/eller det er laget av materialer som ikke tåler renholdsmidler for industrielt bruk. På den annen side er det streng regulering av hvilke kjemikalier som kan brukes på matkontaktflater. Dette gjør at midler som er effektive går ut av markedet og nye midler til erstatning er vanskelig å få godkjent.

Jeg presser kundene mine til å holde anlegget rent hele tiden. Ikke sett deg i en situasjon der du må jobbe veldig hardt for å få det rent igjen. Fordi når du begynner å miste kontrollen, det er da du begynner å se problemer. Det bygger seg opp og er vanskelig å håndtere.

På spørsmål om hva vi kan forvente i fremtiden, ble det pekt på strengere HMS-krav og dermed utfasing av midler med hypokloritt, kvartære ammoniumsforbindelser og mer bruk av pereddiksyre, klordioksid og aminer. Ingen forventet nye, aktive forbindelser, men nye kombinasjoner er mulig. Av «nye» teknologer som er blitt lansert, men lite tatt i bruk, ble enzybaserte vaskemidler nevnt. Her forklarte flere at disse ikke anbefales på grunn av allergi. Teknologier der man er usikker på effekt, er bakteriofager. Noen leverandører forventet økt automatisering av renhold og bedre hygienisk design av maskiner.

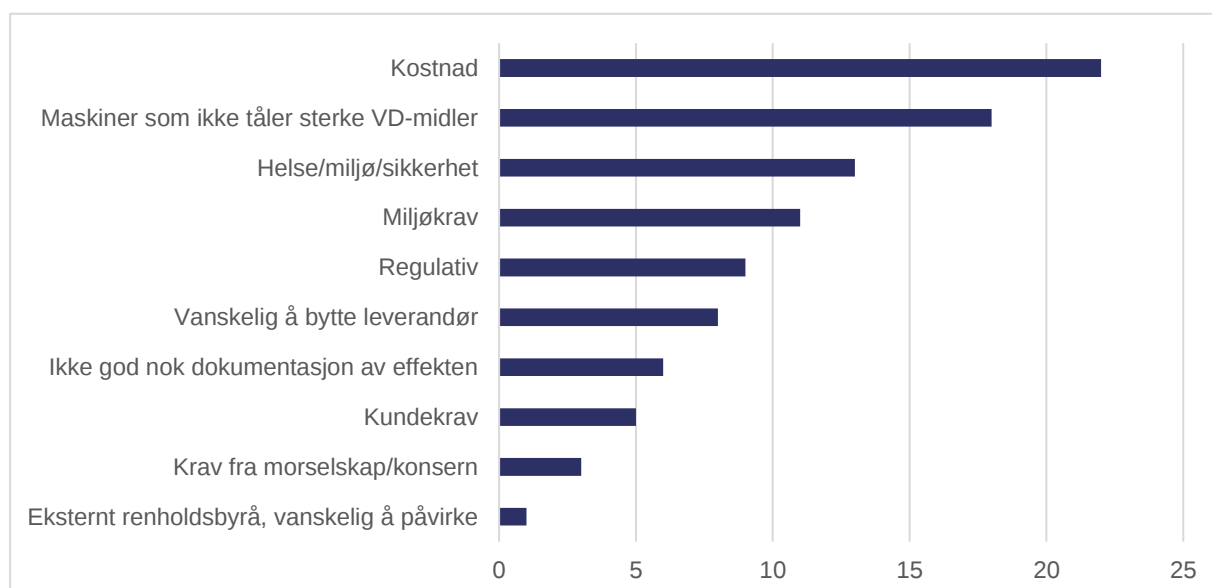
6.3 Matprodusenter

På spørsmål om hvilket tiltak matfabrikker ville ha satt inn dersom de fritt kunne gjøre noe for å redusere listeria, kom bytte av renholdsmidler på en 7. plass, mens på topp tre var tiltak som gjør det mulig for renholdsmidlene å faktisk komme fram til listeriareservoarene (Figur 15). De bedriftene som hadde hatt problemer med listeria over tid hadde de samme svarene på topp, og skilte seg altså ikke ut fra de andre.



Figur 15 Prioritering av tiltak dersom respondenten kunne fritt ha gjort noe for å forebygge problemer med listeria.

Respondenter som oppga at de ville ha byttet til mer effektive renholdsmidler for å bekjempe listeria dersom de hadde hatt muligheten til det (45 stk totalt), ble spurt om barrierer for å endre. 15 svarte at det ikke var noen hindere for å bytte middel, mens for de resterende var den viktigste hindringen kostnader, fulgt av at maskiner ikke tåler sterke midler (Figur 16).



Figur 16 Hindere for å bytte renholdsmidler (30 respondenter).

Tabell 6 viser hvilke råd matprodusentene ville gitt til andre med listeriaproblemer. Forbedring av renholdet kom på topp, fulgt av prøvetaking for å finne kilde.

Tabell 6 Råd fra matprodusenter til andre om hvordan håndtere listeriaproblemer (kategorisert fra fritekst-svar).

Tema	Antall
Regelmessig rengjøring, forbedret rengjøring, og/eller kontroll av effektivitet	75
Prøvetaking i miljø for å finne kilde	32
Riktige planer for daglig rengjøring og desinfeksjon og sjekke at de følges (praksis, prøvetaking, konsentrasjon/tid)	28
Spesifikke renholdmidler for å bli kvitt listeria (Kvartære ammoniumsforbindelser (2), hydrogenperoksid, klordioksid, pereddiksyre (2), varme, organiske syrer&pereddiksyre, hypokloritt, ozone. L gel)	26
Opplæring av personale (og ledere)	13
“Deep clean”/demontering	12
Unngå krysskontaminering (soner, verktøy)	10
Alternere rengjørings- og desinfeksjonsmidler	8
Følge opp råvare- og råvareleverandører	8

På spørsmål om hvilke teknologier matprodusentene kunne tenke seg å prøve ut, men hvor det er for lite dokumentasjon av effekten, ble mange ulike midler og teknologier nevnt: Ozon (4 bedrifter), organiske syrer (3 bedrifter), tåkedesinfeksjon (2 bedrifter), UV, varme, bakteriofager, nanopartikler, laservask, ultralyd, enzymatiske vaskemidler, alternere mellom syre og alkali, og finne riktig temperatur for CIP.

7 Diskusjon og konklusjon

Resultatene i denne undersøkelsen stemmer med det flere andre studier antyder, at over halvparten av matfabrikker finner listeria i produksjonsmiljøet. Persistens («husstammer») er det bare et mindretall som oppgir at de finner. Det er sannsynligvis en underrapportering av listeriaforekomst, siden persistente listeria kan holde til i områder som er vanskelig å nå, både for renhold og prøvetaking.

Det var to faktorer som så ut til å ha en betydning for rapportert listeriaforekomst: Hva slags produkt man produserte (bransje) og prøvetakingsmetode for listeria. Sjømatbedriftene rapporterte oftest om listeriaproblemer, og de brukte også oftere klut for prøvetaking. Med klut er det mulig å prøveta større områder og bruke mer kraft i prøvetakingen enn med svaber, og det er rimelig å anta at man vil få flere positive prøvesvar med denne metoden. Ut fra resultatene kan vi anta at årsakene til at flere sjømatbedrifter rapporterte om gjentakende funn av listeria, både er at de oftere bruker en sensitiv prøvetakingsmetode og at listeria oftere forekommer. Mens produsenter av spiseklare kjøttprodukter ikke forventes å overvåke listeria i råvareavdelingen, forholder produsenter av rå laks og ørret seg til mer eller mindre uttalte krav fra kunder og tilsynsmyndigheter om å holde avdelinger med rått produkt fri for listeria. Naturlig nok kan det være vanskeligere å holde maskiner og sluk fri for listeria når bakterien kan komme inn med råvarene, det er en våt produksjon og store mengder smuss i form av blod og rått smuss. Som flere av leverandørene uttrykte, kompenseres dette med kraftigere renholdsmidler.

Svarene fra spørreundersøkelsen tydet på at listeriaproblemer ikke kan forklares ut fra forskjeller i hvilke typer vaske- og desinfeksjonsmidler som er brukt. Dette står i motsetning til det som hevdes i veiledere og av flere leverandører – at pereddiksyre er mer effektivt enn andre desinfeksjonsmidler. Laboratiestudier som sammenlikner effekten av ulike desinfeksjonsmidler på listeriabiofilmer, støtter ikke at pereddiksyrebaserte midler konsekvent er bedre enn andre, men det mangler studier som er relevante for de forholdene man har i matproduksjon. Selv om vi ikke fant systematiske forskjeller i

listeriafunn hos bedrifter som bruker ulike typer VD-midler, kan det ikke utelukkes at noen midler er mer effektive enn andre. Det var store variasjon i innholdsstoffer innenfor hver gruppe middel og få produkter kan derfor betraktes som like, selv om hovedgruppen av aktive stoffer var det samme. Med ett unntak, var det ikke leverandører av VD-midler som pekte seg ut i positiv eller negativ retning med hensyn til listeriafunn hos sine kunder. For å finne ut om denne ene leverandøren har mer effektive produkter enn de andre, må det gjøres en direkte sammenlikning med andre midler.

Det var stor overenstemmelse mellom hvilke renholdsmidler som er anbefalt i veiledere, av leverandører og det som faktisk brukes for å forebygge listeria i matproduksjon. Leverandørene pekte på at når det var problemer med listeria, handlet det sjelden om at det var brukt et ineffektivt middel, men oftere at middelet ikke var brukt som anbefalt (feil konsentrasjon eller virketid) eller andre faktorer. Matbedriftene selv oppga også problemer med tilgang for renhold som viktigste årsak til at listeria kan bli et problem. De oppga også at et godt, daglig renhold var viktigste tiltak for å unngå problemer med listeria. Både erfaring og forskning tilsier at listeria som ikke har dannet biofilm, er like enkel å eliminere gjennom renhold som andre bakterier.

Dersom renholdet ikke kommer til for å fjerne listeria som har kommet inn i løpet av en produksjonsdag, kan den feste seg og vokse som biofilm. Forskning viser at listeria som har dannet biofilm i områder som er vanskelig å nå (f.eks. slitte, ru materialer) ikke fjernes ved ordinære konsentrasjoner av VD-midler. Forskningen støtter derfor opp om det veilederne og leverandører anbefaler og som er vanlig praksis i matindustrien - å demontere, vedlikeholde, skifte slitte deler og gjøre et grundig og hyppig renhold med høyere konsentrasjoner VD-midler dersom listeria har etablert seg. Et problem flere leverandører nevnte i den forbindelse er at mange materialer som brukes i industrien ikke tåler sterke kjemikalier. En kraftig nedvask kan altså i verste fall føre til nye nisjer for listeria. Forebygging er derfor viktig. I og med at biofilmer blir mer og mer resistente over tid, bør man ha gode rutiner og hurtige metoder for å finne listeriareservoarer, inkludert typingsmetoder for å påvise persistens raskt.

I jakten på nye renholdsmidler og -teknologier for å fjerne listeriabiofilmer er det gjort mye forskning, men ved gjennomgangen av litteraturen fremkom det at metodene som er brukt har mange svakheter og konklusjoner er derfor vanskelig å trekke. En viktig svakhet er at «nye» teknologier ikke sammenliknes direkte med de som allerede er på markedet og i bruk, og da blir det vanskelig å si om de faktisk er bedre. Det er så langt heller ikke gjort studier som er omfattende eller relevante nok til å kunne konkludere hvilke av dagens midler eller teknologier som er best, om det er viktig å alternere ulike midler eller effektivt å kombinere ulike teknologier (kjemisk VD og fysiske teknologier som UV-lys).

Forskningen, myndighetskrav, og erfaringen til matbedrifter og leverandører samlet i denne rapporten tilsier at problemet med listeria i mat global sett ikke først og fremst handler om dårlige renholdsmidler, men manglende tilrettelegging for renhold, prioritering av kvalitet samt et arbeidsmarked der det er vanskelig å få tak i stabil arbeidskraft. For å komme dit kreves en bedre økonomi i matproduksjon, samt ledere med den rette kompetansen og viljen til å prioritere kvalitet fremfor volum.

Det forventes i liten grad utvikling av nye virkestoffer i VD-midler. Samtidig forventes det at viktige virkestoffer som klor, EDTA og kvartære ammoniumsforbindelser vil fases ut på grunn av økte bærekraftskrav. Strategien som anbefales per i dag, å bruke høye konsentrasjoner sterke kjemikalier for å bekjempe listeria, kan skape nye problemer. Det er vanskelig matbedrifter kan gjøre kvalifiserte valg blant løsninger som lanseres på markedet. Relevante foreslåtte teknologier som trenger en bedre dokumentasjon er ozon, organiske syrer, UV, bakteriofager, nye enzymer. Det er også behov for å sammenlikne dagens midler for å finne ut om noen egner seg bedre, bestemme effekten av å alternere mellom syre og alkali og finne riktig temperatur for CIP. Mer relevante studier og erfaringsutveksling kan gi kunnskap om utstyr, materialbruk og hygienisk design samt mer målrettede strategier for både å forebygge og løse listeriaproblemer mer effektivt.

Vedlegg 1: Spørreundersøkelse

REF	Filter	Question	Answer options	Type
Q0		Which country is the factory you represent located in?/Choose language	- Chile - France - New Zealand - Norway - Portugal - South Africa - Spain - UK - USA	Only one
Thank you for participating in this survey. The survey is part of a research project financed by the Fishery and Aquaculture Industry Research Fund in Norway. The project aims to gather information about how food factories monitor and control <i>Listeria monocytogenes</i>, in particularly which cleaning and disinfection are being used. The survey will be conducted at food producers in nine countries and the report will be available in Norwegian and English. Since an important goal of this survey is to find cleaning and disinfection agents/methods that work against listeria, it is important that you know which agents (name, supplier) you use, or have this information readily available. The survey will normally take 5-15 minutes to complete. Your contribution will reduce the use of ineffective approaches to fight listeria in the food industry. The survey is anonymous. By continuing the survey, you confirm that you are participating in the survey voluntarily.				
Q1		How many full-time employments does the factory you represent have?	<10 10-100 >100	Only one
Q2		What type of factory is it?	Salmon Trout Whitefish Pelagic Shellfish Meat Meat - slaughter Cheese Other, comment	Multiple choice Comment
Q3	If Q2 salmon/trout/whitefish /pelagic/shellfish	What do you produce at your factory?	Guttet/fillet – fresh Guttet/fillet - frozen Portions – fresh Portions – frozen Shellfish – raw, not ready to eat Shellfish – frozen, not ready-to-eat Fish roe Ready to eat seafood (Cold smoked salmon, sushi, shellfish, marinated) Ready-to-eat processed products (e.g fish cakes, fish pudding, hot smoked salmon) Other, specify	Multiple choice
Q4	If Q2 meat	What do you produce at your factory?	Ready to eat without preservatives (e.g. deli meats, cold cuts, polony/bologna sausage, spreads, paté, salad chicken) Ready to eat with preservatives (e.g. deli meats, cold cuts, polony/bologna sausage, spreads, paté, salad chicken) Raw products (e.g minced meat) Frozen products Other, Comment	Multiple choice Comment
Q5	If Q2 cheese	What products do you produce at you factory? Please specify which.	Soft cheese (e.g. Brie, Camembert, blue cheese, Port Salut) Semi-solid and hard cheese (e.g. Gouda, Edamer, Cheddar, Parmesan) Fresh cheese (e.g. cottage cheese, kesam) Mysost (e.g. Prim)	Multiple choice Comment

			Cheese from pasteurized milk Cheese from raw milk Other, comment	
In the further questions, we want you to think about a production/product where listeria monitoring is relevant				
Q6		Here we want you to focus on a specific production/product. Which production/product are you thinking of?		Free text
Now you will get questions about sampling for listeria				
Q7		For which areas are listeria samples taken?	Raw materials Final product Production environment – during production Production environment – after cleaning Other	Multiple choice Comments section
Q8	Q2= Salmon Trout Whitefish Pelagic Meat Shellfish AND Q7=Raw materials	Which method(s) is used for sampling raw materials?	Stick swab Cloth or sponge Fish/meat sample Don't know Other	Multiple choice Comments section
Q9	Q7 =Final Product Q2= Salmon Trout Whitefish Pelagic Meat Shellfish	Which method(s) is used for sampling the final product?	Stick Swab Cloth or sponge Product sample Don't know Other	Multiple choice Comments section
Q10	Q7= Production environment – under production OR/AND Q7=Production environment – after cleaning	Which sampling method(s) is used for production environment?	Stick Swab – small (qtips) Stick Swab - large Cloth or sponge Don't know Other	Multiple choice Comments section
Q11	(Q2=salmon OR Q2=Trout) AND Q7= raw materials	Do you use a rapid method to detect listeria in raw materials? If so, which method do you use? (name, manufacturer)?		Free text. Voluntary
Q12	(Q2=salmon OR Q2=Trout) AND Q7= Final product	Do you use a rapid method to detect listeria in your final product. If so, which method do you use? (name, manufacturer)?		Free text Voluntary
Q13	Q2=salmon OR Q3=Trout) AND Q7= Production environment – during production AND/OR Production environment – after cleaning	Do you use a rapid method to detect listeria in environmental samples If so, which method do you use? (name, manufacturer)?		Free text Voluntary
Q14	(Q2=salmon OR Q2=Trout)	Which experiences do you have with using rapid methods for listeria, positive and negative?		Free text

Q15	(Q2=salmon OR Q2=Trout)	What is the maximum time a rapid method should give an answer in order for you to achieve the following:	Environmental samples: Can wash again before production starts Environmental: Can give feedback to cleaners before the next cleaning Environmental: May be able to send products the following day to other customers/flows of goods (e.g. heat treatment steps) Raw material samples: Can reject raw materials from a supplier Raw material samples: Can reshuffle production schedule so positive raw materials are used last in the day Raw material samples: Can use listeria-positive raw material for other products Raw material samples: Can implement measures to reduce/remove listeria on raw materials Product samples: May withhold products until verified sample results are ready Product samples: Can reduce shelf life date for listeria-positive products Product samples: Can prevent products from arriving in stores before verified sample is ready Product samples: Can warn customers if presumptive positive test Other, comment	<30 min <1 hour <4 hours <10 hours
Q16	(Q3a=Salmon OR Q3a=Trout)	Suppose a typical cost for a listeria analysis done at the factory's own laboratory is about 250 kroner. How many dollars would you be willing to pay for an analysis that took	<30 min <1 hour <4 hours <10 hours	Here – use local currency
Q16 B	Q2=Salmon OR Q2=Trout)	For a listeria analysis that has been validated (approved by the authorities) – how much money would you be willing to pay for an analysis that took	<30 min <1 hour <4 hours <10 hours I don't know	Here – use local currency
Q16 C	Q2=Salmon OR Q2=Trout)	If an L. monocytogenes test within the desired time span is not possible - would a Listeria spp. (including other Listeria species) test be useful? If yes, in which scenarios?	Free text I don't know	Not mandatory
You will now get questions about points in the production environment where listeria has been a problem. We ask to be able to give relevant questions about cleaning and disinfection experiences later in the survey. (The survey is anonymous and no information about the occurrence of listeria will be linked to you, your factory or your country)				
Q17		Think about the last five years. Have you detected listeria twice or more in a row in the same sampling point? Comment	YES: for over a year YES: 3 months - one year YES: detection twice in a row or more No, only occasionally we find listeria during production No, only occasionally we find listeria after cleaning	Multiple choice Free text

			NO, we have not found listeria in the production environment the last five years I don't know/don't want to answer	
Q18	IF Q17 NOT « NO, we have not found listeria in the production environment the last five years » or "I don't know"	Did you suspect a persistent strain or survival after cleaning? If yes, why?	Repeated detection in the same point Detection after cleaning Detection during production Typing results showing the same listeria clone over time Listeria detection on product Don't know	Multiple choice Comment
Q19 a	If Q17=yes YES: for over a year AND/OR YES: 3 months - one year	For problem that lasted over three months - what kind of sampling point(s) were there?	Drains Floor Processing machine (e.g conveyor, slicing equipment) Vacuum systems Washing equipment Other, comment	Multiple choice Comment
Q19 b	YES: detection twice in a row or more	For problem that lasted twice in a row - what kind of sampling point(s) was that?	Drains Floor Processing machine (e.g conveyor, slicing equipment) Vacuum systems Washing equipment Other, comment	
Now there are some questions about what you have done to get rid of listeria				
Q20	Q19=drain/floor	You reported about recurrent listeria-positive samples in the drain or floor. What was done and what measures were put in place to deal with the problem of listeria in drains/floors?	More thorough or more frequent cleaning and disinfection Change of cleaning and disinfection products or methods Increase in concentration, time or temperature of cleaning and/or disinfection Filling drains with disinfectants after washing and disinfecting Full washdown/reset Maintenance/upgrade/replacement of drains/floors New routines to avoid splashes from drains/floors More listeria drain/floor sampling Other No action taken	Multiple choice Comments section
Q21	If Q20= Change of cleaning products or drain/floor methods AND/OR Q20= Increase in concentration, time or temperature of cleaning AND/OR Filling drains with disinfectants after washing and disinfection	You reported to use cleaning/disinfection to get rid of listeria in drains or the floor. Tell us what was done if the problem was solved or reduced: Be specific about which washing/disinfectant agents and whether concentrations/ time or anything else were changed. Here you have the opportunity to report up to four different products. Add product data sheets or links if possible. Fill in what is relevant and leave the other fields open.	See table	Table Attachments
Q22	Q20= More thorough or more frequent cleaning of drains/floors	After thorough or more frequent cleaning of drains / floors, was the listeria problem resolved? Comment	- Yes, totally - Yes, problem was reduced - No - Don't know	One choice Comment
Q23	Q20=Maintenance/upgrade	After maintenance/upgrade/replacement	- Yes, totally - Yes, problem was reduced	One choice Comment

	/replacement of drains/floors	nt of drains/floors, was the listeria problem resolved? Comment	- No - Don't know	
Q24	Q20 Full washdown/reset	After full washdown/reset, was the listeria problem resolved? Comment	- Yes, totally - Yes, problem was reduced - No - Don't know	One choice Comment
Q25	Q19= processing machine	You reported about recurrent listeria-positive samples from processing equipment. What measures were put in place to deal with the problem of listeria on this device?	More thorough or more frequent cleaning and disinfection Change of cleaning and/or disinfection products or methods Increase in concentration, time or temperature of cleaning and/or disinfection Full washdown/reset Maintenance/upgrade/replacement of part or all of the unit Robot/automatic wash More listeria testing of the device Other No action taken	Multiple choice Comments section
Q26	Q25= Change of cleaning products or methods AND/OR Q25= Increase in concentration, time or temperature of cleaning	You reported to use cleaning/disinfection to get rid of listeria in processing equipment. Tell us what was done if the problem was solved or reduced: Be specific about which washing/disinfectant agents and whether concentrations/ time or anything else were changed. Here you have the opportunity to report up to four different products. Add product data sheets or links if possible. Fill in what is relevant and leave the other fields open.	Table as Q21	Table, comment Attachments
Q27	Q25= More thorough or more frequent cleaning	After more thorough or frequent cleaning and disinfection - was the listeria problem with processing equipment resolved? Comment	Yes, totally Yes, problem was reduced No Don't know	One choice Comment
Q28	Q25=Maintenance/Upgrade/Replacement	After maintenance, upgrade or replacement, was the listeria problem with processing equipment resolved? Comment	Yes, totally Yes, problem was reduced No Don't know	One choice Comment
Q29	Q25= Full washdown/reset and DO NOT change cleaning products	After full washdown, was the listeria problem with processing equipment resolved? Comment	Yes, totally Yes, problem was reduced No Don't know	One choice Comment
Q30	If Q19=vacuum systems	You reported about recurrent isolation of listeria from vacuum systems. Which measures were put in place to deal with the problem of listeria in the vacuum system?	More thorough or more frequent cleaning and/or disinfection Change of cleaning and/or disinfection products or methods (e.g. to CIP) Higher concentrations/time/temperature Full washdown/reset Maintenance/Upgrade/Replacement Other No action taken	Multiple choice Comments section
Q31	Q30= Exchange of cleaning products or methods for vacuum systems OR Higher concentrations/ time/temperature	You reported to use cleaning/disinfection to get rid of listeria in vacuum systems. Tell us what was done if the problem was solved or reduced: Be specific about which washing/disinfectant agents and whether	See table	Table, comment Attachments

		concentrations/ time or anything else were changed. Here you have the opportunity to report up to four different products. Add product data sheets or links if possible. Fill in what is relevant and leave the other fields open.		
Q32	Q23= More thorough or more frequent cleaning	After more thorough or frequent cleaning and disinfection - was the listeria problem solved? Comment	Yes, totally Yes, problem was reduced No Don't know	One choice Comment
Q33	Q30= Maintenance/Upgrade /Reset	After maintenance, upgrade or replacement, was the listeria problem with vacuum systems solved? Comment	Yes, totally Yes, problem was reduced No Don't know	One choice Comment
Q34	Q30= Full washdown/reset	After full washdown, was the listeria problem with vacuum systems solved? Comment	Yes, totally Yes, problem was reduced No Don't know	One choice Comment
Q35		What cleaning and disinfection agents and technologies are used for ordinary cleaning today (be specific on name and supplier)? Add product data sheets or links if possible. Comment on whether you use concentrations other than stated in user information		FREE TEXT
Q36		What would you recommend to another company with listeria problems? What would you say they shouldn't take the trouble to do?		FREE TEXT mandatory
Q37		If the choice were yours, what five measures would be at the top of your list to reduce listeria problems for you?	CLEANING&DISINFECTION Increase time/people for cleaning More competent cleaners Switching to more effective cleaning agents and disinfectants Ethanol spraying of areas with problems More frequent dismantling Full reset of the plant with dismantling and thorough cleaning/heat treatment Automatic whole-room disinfection (fog, UV) Install CIP (cleaning in place) where possible HYGIENIC DESIGN Make it easier to reach for cleaning (e.g. distance between floor and equipment) Switching to machines with better hygienic design Switching to antimicrobial materials Ensure better zone separation OTHER Better ventilation for better drying No raw materials with listeria into the facility Decontamination of raw materials Have a method that could detect listeria faster Other, comment	

Q38	For Q37= switch to other cleaning agents	Are there barriers to switching to other cleaning and disinfection agents?	Regulation Customer requirements Machines that cannot withstand harsh sanitation agents Health/Safety/Environment Cost Difficult to change supplier Requirements from parent company/group External cleaning agency, difficult to influence their choices Environmental concerns Insufficient documentation of the effect No Other	Multichoice
Q39		Do you use other technologies than chemical cleaning and disinfection to control/eliminate Listeria in your raw materials, processing environment or products (e.g. bacteriophages, protective cultures, UV-light, antimicrobial surfaces/coatings, others). Please specify type of technologies used and application area (raw materials, processing environment/equipment or product). Add product data sheets or links if possible.		Not mandatory Attachment possible Free text
Q40		Are there technologies/means that you see as particularly interesting to use against Listeria and where documentation and testing would be desirable?		FreeTEXT
Q41		We would like to interview consultants and suppliers of cleaning services, means and methods to hear what they recommend against listeria. Which suppliers do you recommend to contact?		FREE TEXT
Q42		Do you have any other comments?		

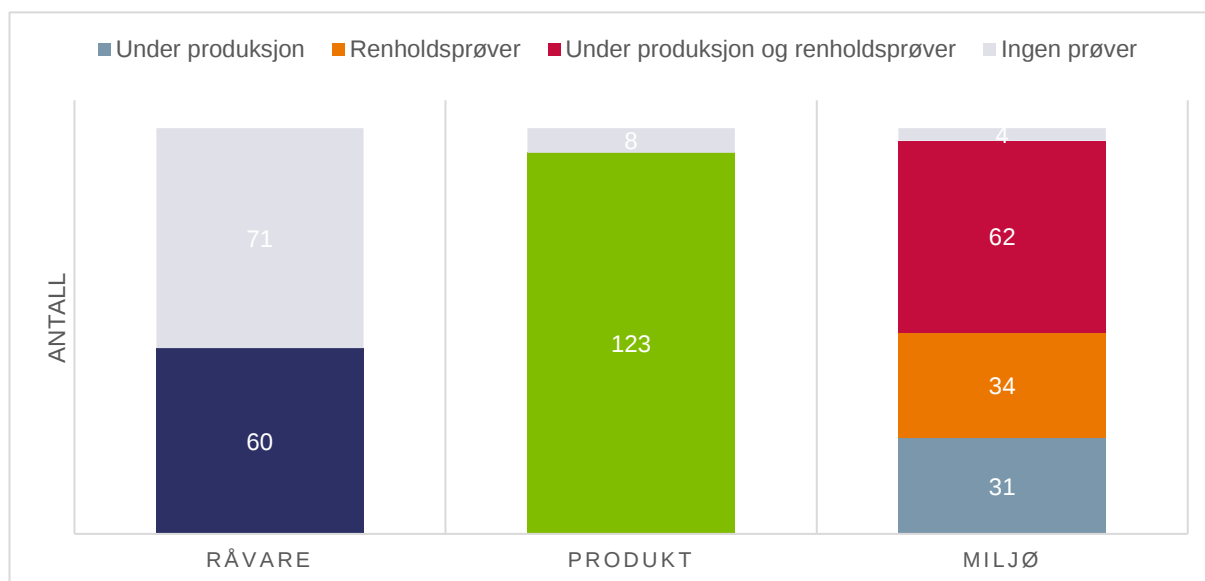
Q21/26/31

Make a note of which cleaning and disinfection agents (Supplier and product name). Also note if you use different concentrations/working times/temperatures than stated by the supplier or something else to increase the effect.

Which cleaning or disinfection agent?	Altered conditions? If yes, specify how	Reduced listeria	Removed listeria
FREE TEXT	FREE TEXT	Yes/No/Don't know	Yes/No/Don't know

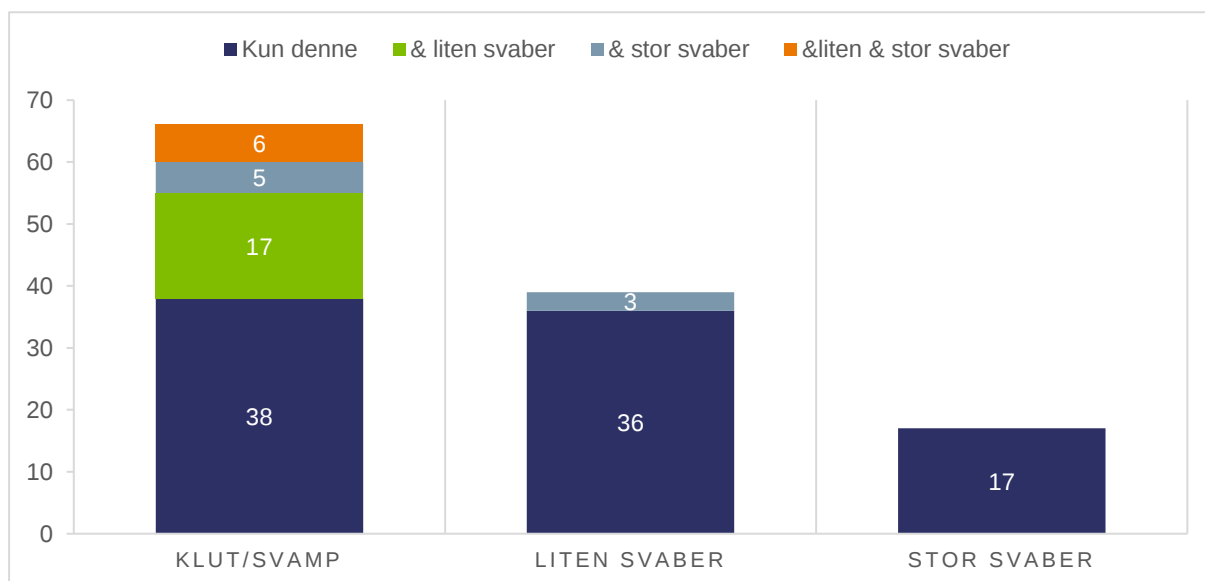
Vedlegg 2: Prøvetaking

De fleste respondentene i spørreundersøkelsen tok produkt- og miljøprøver, mens under halvparten tok prøver fra råvare (Figur V2.1). Halvparten av fabrikkene tok prøver både under produksjon og etter renhold, mens resterende fordelte seg om lag likt på disse to tidspunktene.

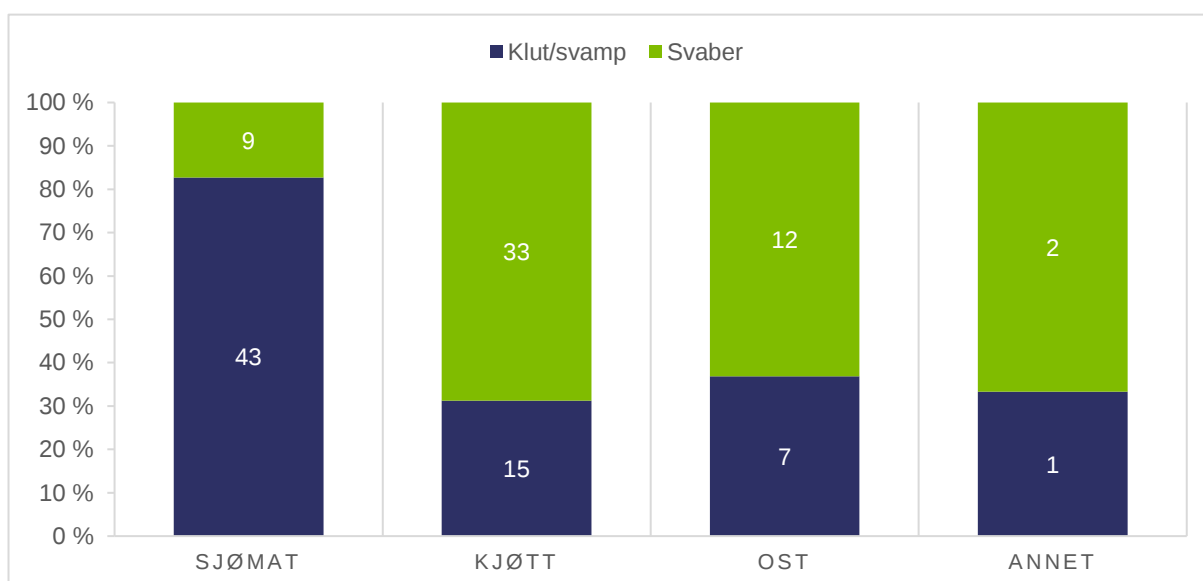


Figur V2.1 Prøvetaking av råvarer, produkter og produksjonsmiljø for listeria. Totalt antall besvarelser var 131.

Om lag halvparten (66) brukte klut eller svamp til prøvetaking og mange (28) brukte i tillegg svabere, sannsynligvis på punkter der man ikke kommer til med klut eller svamp (Figur V2.2). Resten (56) brukte en form for svaber på pinne for å ta listeriaprøver. Flere sjømatbedrifter enn bedrifter fra andre bransjer rapporterte å bruke klut eller svamp for å prøveta miljøet. Samme tendens var funnet i alle land (Figur V2.3)

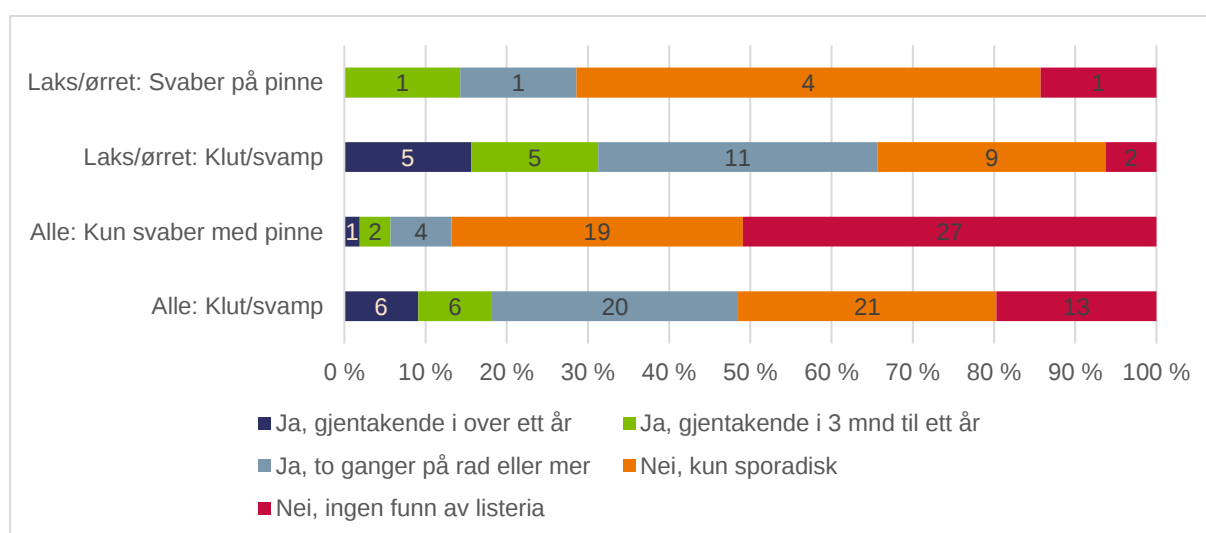


Figur V2.2 Prøvetakingsmetode for miljø. Totalt antall besvarelser var 122, resterende tok ikke prøver eller visste ikke metode.



Figur V2.3 Fordeling av bruk a klut/svamp til prøvetaking og kun bruk av svaber på pinne i ulike bransjer

Bedrifter som fant listeria gjentakende i samme prøvepunkt i 3 mnd eller mer brukte signifikant ($p=0.01$) oftere klut eller svamp (som eneste verktøy eller i tillegg til svabere på pinne) enn de som sporadisk eller aldri fant. Det er usikkert om dette skyldes at listeria oftere forekom i sjømatbedrifter og at de bruker klut eller svamp eller om det er motsatt – at det skyldes at klut eller svamp er bedre verktøy for å finne listeria og at derfor forekomsten synes høyere i sjømatbedrifter. Dersom man kun ser på sjømatbedrifter er det en tendens til at man oftere finner listeria om man bruker klut/svamp (47%) vs svaber på pinne (16%), men forskjellen er ikke statistisk signifikant (Figur V2.4).



Figur V2.4 Gjentakende funn av listeria fordelt på prøvetakingsmetode

Vedlegg 3: Effekt av VD-midler på listeria

Tabell V3.1 Effekt av brukerkonsentrasjoner av desinfeksjonsmidler på listeriabiofilmer i studier der flere kommersielle midler er sammenliknet. Grønn: > 4 log; Orange: 1-4 log, Rød: < 1log. I studier der man har testet under både skitne og rene betingelser er det angitt resultat for skitne betingelser.

Tensider				Redox				Alkohol	Vask	Metodesvakhet			Smuss	Materiale	Referanse
Kat	Amf	Amin	BI	PE	HK	SurHK	ClO ₂	KlorAlk							
										Biofilm ved 30°C, to døgn	Svin	SS	[44]		
										Biofilm ved 32°C, eksponering ved 25°C	Nei	PVC	[85]		
										Biofilm ved 30°C, to døgn, dyrker listeria ved 37°C	TS	SS, PE	[39]		
										Kun en listeriastamme, biofilm 2 døgn ved 30°C	Melk	SS	[86]		
										Biofilm ved 25°C, tre døgn, dyrker listeria ved 37°C	BSA	SS	[87]		
										Biofilm ved 22°C, dyrker listeria ved 37°C	TS	PS	[46]		
										Intern referanse mangler	Kylling	PSU	[47]		
										Biofilm ved romtemp, 4 døgn med fisksmuss	Nei	SS	[88]		
										Biofilm ved 15°C, 3 døgn	Nei	PS	[89]		
										Kun 1 time festing av listeria, dyrker listeria ved 37°C	Krabbe	SS, GL, UGL	[45]		
										Dyrker listeria ved 37°C	Laks	SS, PVC	[90]		

Midler: Kat: Kvartære ammoniumsforbindelser; Amf: Amfotært tensid; Amin: Alkylamin; BI: Biguanid; PE: Pereddiksyre; HK: Hypokloritt; SurHK: Sur hypokloritt eller elektrolysert vann (sur fraksjon); ClO₂: Klordioksid; KlorAlk: Kloralkalsk vaskemiddel

Smuss: TS: buljong av soya; BSA: Bovint serum albumin

Materialer: SS: Rustfritt stål; PE: Polyetylen; PSU: Polyesteruretan; PS: Polystyren; GL: glassert keramisk flis; UGL: Uglassert keramisk gulvflis

Tabell V3.2 Effekt av vaske og desinfeksjon på biofilmer i laboratorieforsøk

Vask	Desinf	Smuss	Materiale	Biofilm	Bakterier	Temp (°C)	Tid	Konklusjoner	Referanse
Kloralkali	Kat PE	Nei	Vevd bånd	Listeria, Blandet		12	4-7 dager	- Mindre enn 90% reduksjon av biofilm - Biofilm mer resistent etter 7 dager - Listeria alene mer resistent enn sammen med andre bakterier - Ingen forskjell sporadiske og persistente listeria - Samme effekt av de to desinfeksjonsmidlene	[14]
Kloralkali Alkali Sur	PE	Nei	Vevd band	Listeria		12	4- 7 dager	- Mindre enn 90% reduksjon av biofilm etter 7 dager (90-99% for 4 dagers biofilm) - Økning av vaskemiddelkonsentrasjon 4-10 ganger ga ≥99.99% reduksjon	[18]
Alkalisk	Amf	Kylling	PEU bånd	Listeria		15 30	7 dager 2 dager	99-99.9999% reduksjon av listeriabiofilm avhengig av materiale og dyrkingsforhold - Biofilm vokst ved 15C en uke var mer resistent - Listeria dannet mer biofilm på brukt transportbånd (15C) - Det var like mye bakterier igjen etter renholdprosessen for listeria som dannet lite biofilm som den som dannet mye	[47]
Alkalisk Surt	HK PE Kat BIG Kloralkali	Nei	SS	Listeria Blandet		25	1 dag 8 dager	Mer enn 99.99% fjerning av biofilm for alle behandlinger (vask& desinfeksjon eller vask alene)	[91]
Alkalisk (2)	PE	Laksejuice Laksemulsjon	SS	Listeria		20 20	7 dager	- Laksejuice: Mer enn 99.9% reduksjon - Lakseemulsjon: 90-99.99% reduksjon av biofilm med vask alene. ≥99.99% reduksjon med vask&desinfeksjon eller desinfeksjon alene.	[92]
Alkalisk	PE	Kjøtt	SS Buna N PE Silikon	Listeria		10	5 dager	≥99% reduksjon av biofilm etter vask og desinfeksjon 90-99% reduksjon i biofilm i vasketrinn og ca 90% reduksjon i desinfeksjonstrinn	[93]

Tabell V3.3 Effekt av renholdstiltak i industriskala

Type	Renholdstiltak	Effekt	
Smørbrød	Endret renhold (ikke spesifisert), identifisering av områder som er vanskelig å rengjøre	Listeria fjernet fra problemområder (bånd, slicere, brødmaskin)	[94]
Skalldyr	Demontering og vask (ikke spesifisert)	Husstamme ble fjernet fra skrellemakin	[95]
Slakterbutikk	Daglig vask med kloralkali og desinfeksjon med Kat	Positive funn i fire av fem prøvesteder før tiltak og ingen positive etter tiltak	[96]
Sopp	Desinfeksjonsmiddel som inneholdt Kat til og PO for gulvvask. Granulert Kat på gulv to ganger i uka. Endring fra høytrykkvask til lavtrykk og skrubbing. Vedlikehold av gulv.	Listeria var problem hovedsakelig på gulv. Etter tiltak ble husstamme fjernet i fem områder (med unntak av en matte og en sprekk i gulvet), men dukket opp på to nye områder.	[97]
Matproduksjon	Mer grundig renhold, desinfeksjon med pereddiksyre	Sporadiske listeria fjernet, men ikke husstamme, som sto for 70% av positive funn før tiltak	[98]
Røkt laks	Vasket sluk oftere og med pereddiksyre	Reduksjon i funn av listeria med kun 6% og ble ikke kvitt hustammer	[99]
Kjøttproduksjon	Mer intens vasking med klor	Reduksjon i forekomst fra 45% til 5% i sluk, men forekomsten gikk opp igjen etter ombygging,	[100]
Ferskvareavdeling i butikker	Full nedvask med kloralkali og kvartær ammoniumsforbindelse (Kat)	0 - 25.6% reduksjon i forekomst	[101]
Ferskvareavdeling i butikker	Oftere renhold og renholdskontroll	Ingen effekt på forekomst av listeria	[102]
Krabbe	Forbedret og daglig renhold og desinfeksjon med kvartær ammoniumsforbindelse, bedre sonesille, bedre håndvask, opplæring	Det ble flere positive miljøprøver etter tiltak. Dette ble forklart med større frekvens av listeria på råmaterialene i begge fabrikker	[103]

8 Referanser

1. Hoffmann, S., M.B. Batz, and J.G. Morris, *Annual Cost of Illness and Quality-Adjusted Life Year Losses in the United States Due to 14 Foodborne Pathogens*. Journal of Food Protection, 2012. **75**(7): p. 1292-1302.
2. Economic Research Service (ERS){EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards), *Cost Estimates of Foodborne Illnesses*, U.S. Department of Agriculture (USDA), Editor. 2023.
3. Holah, J., *A 5-Point Listeria Control Plan: A European Perspective*. Food Protection Trends, 2022. **42**(5): p. 383-395.
4. US Food and Drug Administration, *Control of Listeria monocytogenes in Ready-To-Eat Foods: Guidance for Industry Draft Guidance*, U.S.D.o.H.a.H. Services, Editor. 2017.
5. World Health Organisation, *Estimates of the global burden of foodborne illness*. 2015, World Health Organisation.
6. EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards), et al., *Listeria monocytogenes contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU*. Efsa Journal, 2018. **16**(1): p. 173.
7. Leclercq, A., et al., *Risk factors for sporadic listeriosis: A systematic review and meta-analysis*. Microbial Risk Analysis, 2021. **17**.
8. Skjerdal, T., et al., *Listeria monocytogenes - vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper. Uttalelse fra Faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø*. , in VKM rapport 2018. 2018, Vitenskapskomite for mat og miljø (VKM), : Oslo, Norway.
9. Fagerlund, A., et al., *Whole-Genome Sequencing Analysis of Listeria monocytogenes from Rural, Urban, and Farm Environments in Norway: Genetic Diversity, Persistence, and Relation to Clinical and Food Isolates*. Applied and Environmental Microbiology, 2022. **88**(6).
10. Vidovic, S., et al., *Lifestyle of Listeria monocytogenes and food safety: Emerging listericidal technologies in the food industry*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2022.
11. Ferreira, V., et al., *Persistence in Food-Associated Environments: Epidemiology, Strain Characteristics, and Implications for Public Health*. Journal of Food Protection, 2014. **77**(1): p. 150-170.
12. Food and Agriculture Organisation of the United Nations and World Health Organisation, *Listeria monocytogenes in ready-to-eat (RTE) foods: attribution, characterisation and monitoring - Meeting Report*, in *Microbial Risk Assessment Series*. 2022: Rome.
13. Carpentier, B. and O. Cerf, *Review - Persistence of Listeria monocytogenes in food industry equipment and premises*. International Journal of Food Microbiology, 2011. **145**(1): p. 1-8.
14. Fagerlund, A., et al., *Cleaning and Disinfection of Biofilms Composed of Listeria monocytogenes and Background Microbiota from Meat Processing Surfaces*. Applied and Environmental Microbiology, 2017. **83**(17).
15. Finn, L., H. Onyeaka, and S. Oneill, *Listeria monocytogenes Biofilms in Food-Associated Environments: A Persistent Enigma*. Foods, 2023. **12**(18).
16. Fagerlund, A., et al., *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, 2022. **88**(18).
17. Moretro, T. and S. Langsrud, *Residential Bacteria on Surfaces in the Food Industry and Their Implications for Food Safety and Quality*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2017. **16**(5): p. 1022-1041.
18. Fagerlund, A., et al., *Listeria Monocytogenes Biofilm Removal Using Different Commercial Cleaning Agents*. Molecules, 2020. **25**(4).
19. Fagerlund, A., S. Langsrud, and T. Moretro, *Microbial diversity and ecology of biofilms in food industry environments associated with Listeria monocytogenes persistence*. Current Opinion in Food Science, 2021. **37**: p. 171-178.
20. Gabric, D., K. Galic, and H. Timmermann, *Cleaning of surfaces*, in *Handbook of hygiene control in the food industry*, H. Lelieveld, J. Holah, and D. Gabric, Editors. 2016, Woodhead Publishing: Duxford, UK.
21. Magnus, C., *Renhold -høgre utdanning*. 1996, Oslo: Yrkeslitteratur.
22. Stanga, M., *Sanitation: cleaning and disinfection in the food industry*. 2010, Weinheim: Wiley-VCH Verlag.

23. Chen, Q.Y., et al., *The mixed biofilm formed by Listeria monocytogenes and other bacteria: Formation, interaction and control strategies*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2023.
24. Langsrud, S., et al., *Kartlegging av bedriftspraksis (produkt, prosess og organisering) som hemmer og fremmer forekomst av Listeria i norske lakseprodukter*. Sluttrapport, prosjekt 900315, FHF, 2010.
25. Reinhard, R.G., et al., *Incidence of <i>Listeria</i> spp. in Ready-to-Eat Food Processing Plant Environments Regulated by the US Food Safety and Inspection Service and the US Food and Drug Administration*. Journal of Food Protection, 2018. **81**(7): p. 1063-1067.
26. Jorgensen, J., J. Waite-Cusic, and J. Kovacevic, *Prevalence of Listeria spp. in produce handling and processing facilities in the Pacific Northwest*. Food Microbiology, 2020. **90**: p. 103468.
27. Henriques, A.R., L. Telo da Gama, and M.J. Fraqueza, *Assessing Listeria monocytogenes presence in Portuguese ready-to-eat meat processing industries based on hygienic and safety audit*. Food Research International, 2014. **63**: p. 81-88.
28. Anonymous, *Chilled Food Association Listeria (May 1st 2024). Listeria monocytogenes Control and Legislation*. 2024.
29. Anonymous, *Industry Listeria Group. Industry Listeria Group Response to EC Consultation on L. monocytogenes (Lm) Criterion 1.2b*. 2024.
30. Moen, B., S. Langsrud, and A. Fagerlund, *Metoder for påvisning av Listeria i mat og produksjonsmiljø – Delrapport 2: Nye metoder og teknologier*, in FHF prosjekt nr. 901822. 2023: <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901822/>.
31. Moretro, T., et al., *Tolerance to quaternary ammonium compound disinfectants may enhance growth of <i>Listeria monocytogenes</i> in the food industry*. International Journal of Food Microbiology, 2017. **241**: p. 215-224.
32. Dygico, L.K., et al., *Examining the efficacy of mushroom industry biocides on <i>Listeria monocytogenes</i> biofilm*. Journal of Applied Microbiology, 2021. **130**(4): p. 1106-1116.
33. Larsen, M.H., et al., *Persistence of foodborne pathogens and their control in primary and secondary food production chains*. Food Control, 2014. **44**: p. 92-109.
34. Wilkin, E., et al., *Control of Listeria monocytogenes - guidance for the U.S. dairy industry*. 2017, Innovation Center for US Dairy: <https://www.usdairy.com/about-us/innovation-center/food-safety/guidance-documents>.
35. Tompkin, B., et al., *Industry guideline to prevent contamination from Listeria monocytogenes*. 2013, American meat association: <https://porkgateway.org/resource/industry-guidelines-to-prevent-contamination-from-listeria-monocytogenes/>.
36. Heir, E., S. Langsrud, and T. Hagtvædt, *Guide for the prevention, monitoring and elimination of listeria in the salmon industry*. 2015, Nofima: Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11637942>.
37. Langsrud, S., T. Moretro, and E. Heir, *Problemløsning og forebygging av Listeria i avdelinger som håndterer uemballerte, varmebehandlede kjøttprodukter*. 2016, Nofima: Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11637430>.
38. Officials., A.o.F.a.D., *Cured, Salted, and Smoked Fish Establishments Good Manufacturing Practices*. 2019, Association of Food and Drug Officials: <https://www.afdo.org/product/cured-salted-smoked-fish-est-gmps-including-listeria-manual/>.
39. Aarnisalo, K., et al., *Susceptibility of Listeria monocytogenes strains to disinfectants and chlorinated alkaline cleaners at cold temperatures*. Lwt-Food Science and Technology, 2007. **40**(6): p. 1041-1048.
40. Mazaheri, T., et al., *Removal of Listeria monocytogenes biofilms on stainless steel surfaces through conventional and alternative cleaning solutions*. International Journal of Food Microbiology, 2022. **381**: p. 109888.
41. Mazaheri, T., et al., *Effect of an enzymatic treatment on the removal of mature Listeria monocytogenes biofilms: A quantitative and qualitative study*. Food Control, 2020. **114**: p. 107266.
42. Puga, C.H., et al., *Enzymatic dispersal of dual-species biofilms carrying Listeria monocytogenes and other associated food industry bacteria*. Food Control, 2018. **94**: p. 222-228.
43. Iniguez-Moreno, M., M. Gutierrez-Lomeli, and M.G. Avila-Novoa, *Removal of Mixed-Species Biofilms Developed on Food Contact Surfaces with a Mixture of Enzymes and Chemical Agents*. Antibiotics-Basel, 2021. **10**(8).
44. Aarnisalo, K., et al., *Bactericidal efficiencies of commercial disinfectants against Listeria monocytogenes on surfaces*. Journal of Food Safety, 2000. **20**(4): p. 237-250.
45. Liu, C.C., J.Y. Duan, and Y.C. Su, *Effects of electrolyzed oxidizing water on reducing Listeria monocytogenes contamination on seafood processing surfaces*. International Journal of Food Microbiology, 2006. **106**(3): p. 248-253.

46. Korany, A.M., et al., *Efficacy of Ozonated Water, Chlorine, Chlorine Dioxide, Quaternary Ammonium Compounds and Peroxyacetic Acid Against Listeria monocytogenes Biofilm on Polystyrene Surfaces*. *Frontiers in Microbiology*, 2018. **9**.
47. Chaturongkasumrit, Y., et al., *The effect of polyesterurethane belt surface roughness on biofilm formation and its cleaning efficiency*. *Food Control*, 2011. **22**(12): p. 1893-1899.
48. Vaid, R., R.H. Linton, and M.T. Morgan, *Comparison of inactivation of Listeria monocytogenes within a biofilm matrix using chlorine dioxide gas, aqueous chlorine dioxide and sodium hypochlorite treatments*. *Food Microbiology*, 2010. **27**(8): p. 979-984.
49. Panebianco, F., et al., *Effect of Gaseous Ozone on Listeria monocytogenes Planktonic Cells and Biofilm: An In Vitro Study*. *Foods*, 2021. **10**(7): p. 1484.
50. Nicholas, R., et al., *The effect of ozone and open air factor on surface-attached and biofilm environmental Listeria monocytogenes*. *Journal of Applied Microbiology*, 2013. **115**(2): p. 555-564.
51. Marino, M., et al., *Inactivation of Foodborne Bacteria Biofilms by Aqueous and Gaseous Ozone*. *Frontiers in Microbiology*, 2018. **9**.
52. Moretro, T., et al., *Whole room disinfection with hydrogen peroxide mist to control Listeria monocytogenes in food industry related environments*. *International Journal of Food Microbiology*, 2019. **292**: p. 118-125.
53. Veasey, S. and P.M. Muriana, *Evaluation of Electrolytically-Generated Hypochlorous Acid ("Electrolyzed Water") for Sanitation of Meat and Meat-Contact Surfaces*. *Foods*, 2016. **5**(2).
54. Kim, D.K. and D.H. Kang, *Effect of surface characteristics on the bactericidal efficacy of UVC LEDs*. *Food Control*, 2020. **108**.
55. Cheng, Y.F., et al., *Inactivation of Listeria and E. coli by Deep-UV LED: effect of substrate conditions on inactivation kinetics*. *Scientific Reports*, 2020. **10**(1).
56. Green, A., et al., *Inactivation of Escherichia coli, Listeria and Salmonella by single and multiple wavelength ultraviolet-light emitting diodes*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2018. **47**: p. 353-361.
57. Rajkovic, A., et al., *Pulsed UV light as an intervention strategy against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 on the surface of a meat slicing knife*. *Journal of Food Engineering*, 2010. **100**(3): p. 446-451.
58. Yasoubi, N., W.A. Anderson, and V.C.A. Ward, *Evaluation of pulsed xenon UV irradiation on inactivation of Listeria monocytogenes on stainless-steel surfaces*. *Lwt-Food Science and Technology*, 2023. **184**.
59. Bernbom, N., B.F. Vogel, and L. Gram, *Listeria monocytogenes survival of UV-C radiation is enhanced by presence of sodium chloride, organic food material and by bacterial biofilm formation*. *International Journal of Food Microbiology*, 2011. **147**(1): p. 69-73.
60. Mendez, E.A., et al., *Preliminary investigation of the effect of chemical sanitizers and UV-C light on Listeria monocytogenes biofilm survivability*. *Food Protection Trends*, 2022. **42**(4): p. 278-283.
61. Kim, M., S.Y. Park, and S.D. Ha, *Synergistic effect of a combination of ultraviolet-C irradiation and sodium hypochlorite to reduce Listeria monocytogenes biofilms on stainless steel and eggshell surfaces*. *Food Control*, 2016. **70**: p. 103-109.
62. Baumann, A.R., S.E. Martin, and H. Feng, *Removal of Listeria monocytogenes Biofilms from Stainless Steel by Use of Ultrasound and Ozone*. *Journal of Food Protection*, 2009. **72**(6): p. 1306-1309.
63. Axelsson, L., et al., *Cleaning of Conveyor Belt Materials Using Ultrasound in a Thin Layer of Water*. *Journal of Food Protection*, 2013. **76**(8): p. 1401-1407.
64. Otto, C., et al., *Physical Methods for Cleaning and Disinfection of Surfaces*. *Food Engineering Reviews*, 2011. **3**(3-4): p. 171-188.
65. Katsigiannis, A.S., D.L. Bayliss, and J.L. Walsh, *Cold plasma for the disinfection of industrial food-contact surfaces: An overview of current status and opportunities*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2022. **21**(2): p. 1086-1124.
66. Azari, R., et al., *Controlling of foodborne pathogen biofilms on stainless steel by bacteriophages: A systematic review and meta-analysis*. *Biofilm*, 2024. **7**.
67. Chaitiemwong, N., W.C. Hazeleger, and R.R. Beumer, *Inactivation of Listeria monocytogenes by Disinfectants and Bacteriophages in Suspension and Stainless Steel Carrier Tests*. *Journal of Food Protection*, 2014. **77**(12): p. 2012-2020.
68. Soni, K.A. and R. Nannapaneni, *Removal of Listeria monocytogenes Biofilms with Bacteriophage P100* ††Approved for publication as journal article no. J-11708 of the Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Mississippi State University. Work was completed under project MIS-401100. *Journal of Food Protection*, 2010. **73**(8): p. 1519-1524.

69. Iacumin, L., M. Manzano, and G. Comi, *Phage Inactivation of *Listeria monocytogenes* on San Daniele Dry-Cured Ham and Elimination of Biofilms from Equipment and Working Environments*. Microorganisms, 2016. **4**(1).
70. Stachler, E., A. Kull, and T.R. Julian, *Bacteriophage Treatment before Chemical Disinfection Can Enhance Removal of Plastic-Surface-Associated *Pseudomonas aeruginosa**. Applied and Environmental Microbiology, 2021. **87**(20).
71. Fister, S., et al., *Screening and characterisation of bacteriophage P100 insensitive *Listeria monocytogenes* isolates in Austrian dairy plants*. Food Control, 2016. **59**: p. 108-117.
72. Li, J., et al., *Challenges for the application of bacteriophages as effective antibacterial agents in the food industry*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2022. **102**(2): p. 461-471.
73. Kawacka, I., et al., *Effectiveness of Phage-Based Inhibition of *Listeria monocytogenes* in Food Products and Food Processing Environments*. Microorganisms, 2020. **8**(11).
74. Shimamura, N., et al., *Heated Scallop-Shell Powder Treatment for Deactivation and Removal of *Listeria* sp Biofilm Formed at a Low Temperature*. Biocontrol Science, 2015. **20**(2): p. 153-157.
75. Zhu, L.B., N. Chirase, and S. Ravishankar, *USE OF FULVIC ACID OR SODIUM SILICATE-BASED SANITIZERS TO INACTIVATE LISTERIA MONOCYTOGENES, SALMONELLA TYPHIMURIUM AND PSEUDOMONAS AERUGINOSA ON FOOD CONTACT SURFACES*. Journal of Food Safety, 2014. **34**(2): p. 132-140.
76. Copello, G.J., et al., *Proving the antimicrobial spectrum of an amphoteric surfactant-sol-gel coating: a food-borne pathogen study*. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 2008. **35**(9): p. 1041-1046.
77. Salvat, G., et al., *CONTROL OF LISTERIA-MONOCYTOGENES IN THE DELICATESSEN INDUSTRIES - THE LESSONS OF A LISTERIOSIS OUTBREAK IN FRANCE*. International Journal of Food Microbiology, 1995. **25**(1): p. 75-81.
78. Nakari, U.M., et al., *Investigation of increased listeriosis revealed two fishery production plants with persistent contamination in Finland in 2010*. Epidemiology and Infection, 2014. **142**(11): p. 2261-2269.
79. Wu, S.T., et al., *Infrastructure, sanitation, and management practices impact *Listeria monocytogenes* prevalence in retail grocery produce environments*. Food Control, 2020. **109**.
80. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), et al., *Persistence of microbiological hazards in food and feed production and processing environments*. Efsa Journal, 2023. **22**.
81. Brouillette, R., et al., *Listeria monocytogenes guidance on environmental monitoring and corrective actions in at-risk foods*. 2014, The Grocery Manufacturers Association: <https://www.foodfocus.co.za/home/Industry-Topics/food-safety/Listeria-monocytogenes-Guidance-on-Environmental-Monitoring-and-Corrective-Actions-in-At-risk-Foods>.
82. United fresh produce association, *Guidance on environmental monitoring and control of listeria for the fresh produce industry*. 2018.
83. United Fresh Food Safety & Technology Council, *Guidance on environmental monitoring and control of Listeria for the fresh produce industry*, U.F.F.S.T. Council, Editor. 2018, United Fresh Produce Association.
84. Kjøtt- og fjørfebransejns Landsforbund, Animalia, and Nortura, *Den norske kjøttbransjes retningslinje for Listeria monocytogenes i spiseklare produkter*. 2021, Kjøtt- og fjørfebransejns Landsforbund, Animalia, Nortura.: <https://www.animalia.no/no/ravare-og-foredling/mattrygghet2/bransjeretningslinjer/listeria-monocytogenes-i-spiseklare-produkter/>.
85. Cruz, C.D. and G.C. Fletcher, *Assessing manufacturers' recommended concentrations of commercial sanitizers on inactivation of *Listeria monocytogenes**. Food Control, 2012. **26**(1): p. 194-199.
86. Gronholm, L., et al., *Screening of antimicrobial activities of disinfectants and cleaning agents against foodborne spoilage microbes*. Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung a-Food Research and Technology, 1999. **208**(4): p. 289-298.
87. Dygico, L.K., et al., *Examining the efficacy of mushroom industry biocides on *Listeria monocytogenes* biofilm*. Journal of Applied Microbiology, 2021. **130**(4): p. 1106-1116.
88. Dhowlaghar, N., et al., *Growth and Biofilm Formation by *Listeria monocytogenes* in Catfish Mucus Extract on Four Food Contact Surfaces at 22 and 10°C and Their Reduction by Commercial Disinfectants*. Journal of Food Protection, 2018. **81**(1): p. 59-67.
89. Olszewska, M.A., T. Zhao, and M.P. Doyle, *Inactivation and induction of sublethal injury of *Listeria monocytogenes* in biofilm treated with various sanitizers*. Food Control, 2016. **70**: p. 371-379.
90. Brauge, T., et al., *Treatment with disinfectants may induce an increase in viable but non culturable populations of *Listeria monocytogenes* in biofilms formed in smoked salmon processing environments*. Food Microbiology, 2020. **92**.

91. Fernandes, M.D., D.Y. Kabuki, and A.Y. Kuaye, *Behavior of Listeria monocytogenes in a multi-species biofilm with Enterococcus faecalis and Enterococcus faecium and control through sanitation procedures*. International Journal of Food Microbiology, 2015. **200**: p. 5-12.
92. Gram, L., et al., *Influence of food soiling matrix on cleaning and disinfection efficiency on surface attached Listeria monocytogenes*. Food Control, 2007. **18**(10): p. 1165-1171.
93. Somers, E.B. and A.C.L. Wong, *Efficacy of two cleaning and sanitizing combinations on Listeria monocytogenes biofilms formed at low temperature on a variety of materials in the presence of ready-to-eat meat residue*. Journal of Food Protection, 2004. **67**(10): p. 2218-2229.
94. Blatter, S., et al., *Phenotypic and molecular typing of Listeria monocytogenes isolated from the processing environment and products of a sandwich-producing plant*. Food Control, 2010. **21**(11): p. 1519-1523.
95. Gudmundsdottir, S., et al., *Contamination of cooked peeled shrimp (Pandalus borealis) by Listeria monocytogenes during processing at two processing plants*. Journal of Food Protection, 2006. **69**(6): p. 1304-1311.
96. Silva, D.A.L., et al., *Listeria spp. contamination in a butcher shop environment and Listeria monocytogenes adhesion ability and sensitivity to food-contact surface sanitizers*. Journal of Food Safety, 2017. **37**(2).
97. Murugesan, L., et al., *Predominance and Distribution of a Persistent Listeria monocytogenes Clone in a Commercial Fresh Mushroom Processing Environment*. Journal of Food Protection, 2015. **78**(11): p. 1988-1998.
98. Dalmasso, M. and K. Jordan, *Process environment sampling can help to reduce the occurrence of Listeria monocytogenes in food processing facilities*. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 2013. **52**(1): p. 93-100.
99. Malley, T.J.V., et al., *Implementation of Statistical Tools To Support Identification and Management of Persistent Contamination in Smoked Fish Processing Plants*. Journal of Food Protection, 2013. **76**(5): p. 796-811.
100. Stessl, B., et al., *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, 2020. **314**.
101. Hammons, S.R., et al., *Evaluation of Third-Party Deep Cleaning as a Listeria monocytogenes Control Strategy in Retail Delis*. Journal of Food Protection, 2017. **80**(11): p. 1913-1923.
102. Etter, A.J., et al., *Enhanced Sanitation Standard Operating Procedures Have Limited Impact on Listeria monocytogenes Prevalence in Retail Delis*. Journal of Food Protection, 2017. **80**(11): p. 1903-1912.
103. Lappi, V.R., et al., *Impact of intervention strategies on Listeria contamination patterns in crawfish processing plants: A longitudinal study*. Journal of Food Protection, 2004. **67**(6): p. 1163-1169.