Vitenskapskomiteen for mat og miljø
Norwegian Scientific Committee for Food and Environment

VKM Report 2019: 8

Listeria monocytogenes i sushi - vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper

Vitenskapelig uttalelse fra faggruppen for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø

Rapport fra Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM) 2019: 8

Vitenskapelig uttalelse fra faggruppen for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø
14.06.2019

ISBN: 978-82-8259-324-3
ISSN: 2535-4019
Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM)
Po 4404 Nydalen
N – 0403 Oslo
Norway

Tel.: +47 21 62 28 00
Email: vkm@vkm.no

vkm.no

Cover foto: ColourBox

Forslag til sitering: VKM, Marina Aspholm, Danica Grahek-Ogden, Solveig Jore, Georg Kapperud, Kjetil Melby, Trond Møretrø, Truls Nesbakken, Lucy Robertson, Taran Skjerdal. 2019. *Listeria monocytogenes* i sushi - vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper. Vitenskapelig uttalelse fra faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø. VKM rapport 2019:8, ISBN: 978-82-8259-324-3, ISSN: 2535-4019. Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM), Oslo, Norway.

Listeria monocytogenes i sushi - vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper

Forfattere

Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM) utnevnte en prosjektgruppe for å svare på oppdrag fra Mattilsynet. Prosjektgruppen besto av fire VKM medlemmer av faggruppen for hygiene og smittestoffer og en prosjektleder fra VKMs sekretariat. To eksterne fagfeller kommenterte og gjennomgikk utvalgte deler av manuskriptet. VKMs faggruppe for hygiene og smittestoffer evaluerte og godkjente den endelige vurderingen utarbeidet av prosjektgruppen.

Medlemmer av prosjektgruppen som har bidratt til å utarbeide vurderingen:

Skjerdal – Leder for prosjektgruppen og medlem av faggruppe for hygiene og smittestoffer i VKM. Tilknytning: 1) VKM; 2) Veterinærinstituttet

Marina Aspholm – Medlem av prosjektgruppen og medlem av faggruppen for hygiene og smittestoffer i VKM. Tilknytning: 1) VKM; 2) Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Danica Grahek-Ogden – Medlem av prosjektgruppen og prosjektleder i sekretariatet i VKM. Tilknytning: VKM.

Solveig Jore – Medlem av prosjektgruppen og medlem av faggruppen for hygiene og smittestoffer i VKM. Tilknytning: 1) VKM; 2) Folkehelseinstituttet;

Trond Møretrø – Medlem av prosjektgruppen og medlem av faggruppen for hygiene og smittestoffer i VKM. Tilknytning: 1) VKM; 2) NOFIMA

Medlemmer av faggruppen for hygiene og smittestoffer som har bidratt til godkjenning av vurdering (alfabetisk foran leder av faggruppen):

I tillegg til Taran Skjerdal, Marina Aspholm, Solveig Jore og Trond Møretrø:

Georg Kapperud – Medlem av faggruppen for hygiene og smittestoffer i VKM. Tilknytning: 1) VKM; 2) Folkehelseinstituttet; 3) Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Kjetil K. Melby – Medlem av faggruppen for hygiene og smittestoffer i VKM. Tilknytning: 1) VKM; 2) Universitet i Oslo; 3) Oslo universitetssykehus

Truls Nesbakken – Medlem av faggruppen for hygiene og smittestoffer i VKM. Tilknytning: 1) VKM; 2) Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Lucy Robertson – Medlem av faggruppen for hygiene og smittestoffer i VKM. Tilknytning: 1) VKM; 2) Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Mindretallsuttalelse

Trond Møretrø, medlem av faggruppen for hygiene og smittestoffer, mener at manglende data på listeriakonsentrasjon, prosessbetingelser gjennom kjeden samt forbrukerhåndtering ikke gjør det mulig med rimelig sikkerhet å anslå/beregne om det er forskjeller i listeriakonsentrasjon i sushi/sashimi fra ulike fiskeslag. Det kan heller ikke med rimelig sikkerhet anslås/beregnes om det er forskjeller i listeriakonsentrasjon mellom sushi/sashimi tilberedt av forbruker sammenlignet med sushi/sashimi fra profesjonelle aktører.

Kunngjøring

VKM vil takke Roland Lindqvist (SLV) og Bjørn-Tore Lunestad (NIFES) for kommentarer og synspunkter på vurderingen. VKM understreker at de to som fagfeller ikke er ansvarlige for innholdet i vurderingen. I henhold til VKMs rutiner for godkjenning av risikovurderinger, mottok VKM deres kommentarer før faggruppen ferdigbehandlet og godkjente vurderingen og påfølgende ferdigstilling for publisering.

Kompetanse hos VKM eksperter

Personer som arbeider for VKM, enten som utnevnte medlemmer av komiteen eller som eksterne eksperter, gjør dette i kraft av sin vitenskapelige kompetanse, ikke som representanter for sine arbeidsgivere eller tredjepartsinteresser. Retningslinjer for offentlige tjenester gjelder for alt arbeid utført av VKM.

Innholdsfortegnelse

Summary **8**
Sammendrag på norsk **11**
Bakgrunn fra Mattilsynet **14**
Mandat fra Mattilsynet **15**
1 Innledning **16**
2 Litteratur **16**
2.1 Vurdering av relevans 17
3 Data **18**
4 Fareidentifisering og -karakterisering **18**
4.1 *Listeria monocytogenes* – fareidentifisering 18
4.1.1 *Listeria monocytogenes* 19
4.2 Listeriose 20
4.2.1 Kliniske manifestasjoner 20
4.2.2 Inkubasjonstid 20
4.2.3 Smittedose 20
4.2.4 Behandling 21
4.2.5 Immunitet 22
4.2.6 Smitteveier 22
4.2.7 Insidens 22
4.3 Epidemiologisk status 23
4.3.1 Tilfeller meldt til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) 23
4.3.1.1 Registrerte sykdomsutbrudd 25
4.3.1.2 Utbrudd i Norge siste år 25
4.3.2 Rapportering og tilfeller meldt i EU og USA 26
4.4 *Listeria monocytogenes* – farekarakterisering 27
4.4.1 *L.m.* – toleranse og tilpasning til miljøet 27
4.4.2 Egenskaper ved produktene som påvirker bakteriens overlevelse og vekst 28
4.4.2.1 Indre faktorer i næringsmidler 29
4.4.2.2 Ytre faktorer i næringsmidler 29
4.4.3 Betydning av prosessering og lagring for risikovurdering 30
4.4.3.1 Varmebehandling 30
4.4.3.2 Temperering 31

4.4.3.3 Konserveringsmidler 31
4.4.3.4 Høytrykksbehandling 31
4.4.3.5 Lagring i beskyttende atmosfære 31
4.4.3.6 Fryselagring og fullsalting 32
4.4.3.7 Konklusjon på betydning av prosessering og lagring for L. m. 32
4.4.4 Forhold som har ført til sykdomsutbrudd, karakteriske trekk 33
4.4.5 Betydning av tidspunkt for kontaminering 33
4.5 Akseptabelt nivå i mat 34
5 Eksponering 35
5.1 Prosessen for framstilling av sushi 36
5.1.1 Råvarer 36
5.1.1.1 Råvarer - ris og øvrige ingredienser 37
5.1.1.2 Tilberedning av sushi 37
5.1.2 Fremgangsmåte i modellering 38
5.2 Forekomst av *L.m.* 41
5.2.1 Forhold som påvirker forekomst og konsentrasjon 41
5.3 Modellering 42
5.3.1 Laks 42
5.3.1.1 Input-data 44
5.3.1.2 Resultater av modellering 44
5.3.2 Røkt laks 46
5.3.3 Ørret 47
5.3.4 Kveite 47
5.3.4.1 Resultater av modellering 50
5.3.5 Kingfish 51
5.3.5.1 Resultater av vurdering 52
5.3.6 Scampi 52
5.3.6.1 Resultater av vurdering 52
5.3.7 Kamskjell/scallops 53
5.3.7.1 Resultater av vurdering 53
5.3.8 Rogn/ikura 53
5.3.8.1 Resultater av vurdering 54
5.3.9 Krabbe 54
5.3.9.1 Resultater av vurdering 55
5.3.10 Tunfisk 55

5.3.10.1 Resultater av modellering 57
5.3.11 Surimi/crab sticks/krabbepinner/LobNobs 59
5.3.11.1 Resultater av vurdering 60
5.3.12 Restauranter og take-away 60
6 Konklusjoner 60
7 Usikkerhet og kunnskapshull 62
8 Svar på spørsmål 63
8.1 Sannsynligheten for utvikling av listeriose hos gravide og utsatte grupper ved konsum av sushi/sashimi 63
8.2 Effekten av risikoreduserende tiltak 64
9 Referanser 66

Summary

Key words: VKM, (benefit and) risk assessment, Norwegian Scientific Committee for Food and Environment, Norwegian Environment Agency

Introduction

The Norwegian Food Safety Authority and other agencies use the “Matportalen” website to provide warnings and health advice for various groups, including "pregnant and vulnerable groups". In June 2018, VKM published an assessment of health advice regarding *Listeria monocytogenes* (*L.m.*) for pregnant women and other vulnerable groups. Consumption of sushi by pregnant women was not part of that assessment.

In 2006, VKM had published an assessment regarding the risk to pregnant women and other vulnerable groups from *L.m.* in sushi, and, in 2018, the Norwegian Food Safety Authority requested an update to this assessment. The specific task was to assess the likelihood of listeriosis developing in pregnant women and other vulnerable people due to consumption of sushi, and to evaluate the effects of various risk-reducing measures.

Methodology

A primary literature search was performed using Advanced Search Builder in the PubMed database (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) in the periods August-November 2018 and January-February 2019. Keyword searches were limited to the Title / Abstract fields.

Relevant data, including on the occurrence of *Listeria* in the raw constituents and sushi, realistic storage conditions at all stages of the production chain, and consumption of sushi, are unavailable. Therefore, rather than considering the risk of disease, we have followed an alternative approach, as described in Codex Alimentarius and other literature, and have set up realistic scenarios that provide the least suitable, moderate suitability, and optimal conditions for growth of *L.m.* The latter being the “worst case” scenario. In all these scenarios, we have assumed that the fish or seafood is already contaminated at the point of slaughter, as this assumption would result in the greatest possible growth of *L.m* in sushi up to the time of consumption. For each of the scenarios, the concentration of *L.m.* in sushi at consumption is estimated. Those fish or seafood ingredients that have been estimated to have the potential to exceed the threshold value for increased likelihood of infection in pregnant women and other vulnerable groups within the shelf life, are listed as being potential risk ingredients and products. The threshold value for increased likelihood of infection in pregnant women and other vulnerable groups is based upon established dose-response models for risk assessment. This approach has been chosen in order to demonstrate which combinations of different factors may result in a concentration of *L.m.*

that is considered sufficiently high to result in disease in vulnerable groups. Uncertainty due to the data gaps and the assumptions is described for each scenario and also in chapter 7.

The assessment was conducted using quantitative and qualitative methods for assessing scenarios that could lead to an increased likelihood of pregnant women and other vulnerable groups developing listeriosis. Flow charts were made for each product from catch / slaughter to consumer. Probable values for pH, water activity, packaging atmosphere, and time-temperature ratio were reported for the products modelled. We assumed compliance with current production process requirements regarding hygiene, shelf-life, and storage methods, except where the basis was failure in production hygiene and unknown origin. The model does not take into account the probability that the raw materials are contaminated; it is assumed that that they are contaminated, and then the rise in concentration is assessed. Quantitative assessment of growth used growth-rate data from the literature, or by calculating growth rate from pH and water activity using Food Safety and Spoil Predictor, a model developed by the Danish Technological University. Growth rate and storage ratio data are added into a spreadsheet, and the final concentration calculated. For salmon, the spreadsheet is available online on the Norwegian Veterinary Institute's homepage; http://apps.vetinst.no/listeriakalkulator/. In cases where the modelling scenario indicated that the product was likely to have concentrations of *L.m.* exceeding above 3 log cfu / g (1000 cfu / g) at consumption, the product was considered to be associated with an increased likelihood of listeriosis developing in pregnant and other vulnerable consumers. For such products, we evaluated whether measures such as lower storage temperature would reduce the increased likelihood of developing listeriosis to such an extent that disease would be avoided.

Before approval, the assessment was commented upon by Roland Lindqvist (SLV) and Bjørn-Tore Lunestad (NIFES).

Uncertainties

Uncertainties in this assessment are particularly associated with:

- Inadequate information on realistic storage conditions and contamination pressures.
- Inadequate data regarding conditions in the home preparation of own sushi / sashimi in the consumer sector.
- Inadequate information regarding in how much of the production chain are the fish frozen during storage.
- Inadequate information regarding imported seafood, especially exotic species.
- Inadequate data on the prevalence of *L.m.* contamination and the initial concentrations of *L.m.* in contaminated fish at slaughter / catch.

Conclusions

The likelihood of pregnant and other vulnerable groups being exposed to *L.m.* in concentrations that can cause illness through consumption, varies according to whether the contaminated product is eaten as sushi or sashimi, the storage conditions of the raw materials, and whether the product is homemade or purchased. Sushi that has been made from raw materials processed under good hygienic conditions ,then rapidly cooled and stored at 4 °C or colder for up to a week before preparation and consumption will not result in concentrations of *L.m.* that exceed 3 log cfu / g, given the assumptions described in this assessment.

For fish and shellfish that have been contaminated with *L.m.* in the early stages of the process, the starting concentrations of L.m, as well as the shelf life under thawed conditions and the temperature before preparation of the sushi, affect the final concentration of *L.m.* in the finished sushi. Fish species that can be stored for prolonged periods at cool temperatures, such as halibut and tuna, may therefore have higher concentrations of *L.m.* than those fish species that are stored for a shorter period, assuming that they are contaminated with *L.m.*

For all species of fish, breaks in the refrigeration chain will result in significantly faster growth, and concentrations of *L.m.* in the finished sushi may exceed the threshold for an increased probability of listeriosis occurring in pregnant women and other vulnerable consumers, even if the storage time is relatively short.

The growth rate of *L.m.* after preparing sushi is lower than in unprocessed fish. The increase in concentration of *L.m.* when preparing sushi is, according to our model, limited to approximately 1.5 log cfu / g, which corresponds to a concentration in sushi that is not equilibrated to room temperature is 31 times higher than at the time of preparation, even if the sushi is stored for three days and brought to room temperature for several hours before eating. Thus, should the raw material become contaminated with *L.m.* during preparation of sushi, it is unlikely that the *L.m.* concentration in the sushi will exceed 3 log cfu / g at consumption.

Sashimi differs from sushi by not being based on vinegared rice. The growth of *L.m.* in sashimi is therefore faster than in sushi, being as rapid as in chilled fish. The probability that the *L.m.* concentration exceeds 3 log cfu / g is therefore considerably greater for sashimi than for sushi, if both have been refrigerated for one day or have been brought to room temperature for a few hours. If sashimi is placed together with sushi on finished platters that are then stored, the growth of *L.m.* will be faster in the sashimi than in the sushi. Sashimi will also release more fluid, which may result of contamination of the sushi pieces with *L.m.* from the sashimi.

Sammendrag på norsk

Innledning

Gjennom nettstedet Matportalen, gir Mattilsynet og andre etater advarsler og helseråd til ulike grupper, blant annet til «gravide og utsatte grupper». Det er viktig at råd og advarsler til publikum er oppdaterte. I juni 2018 publiserte VKM en vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper med tanke på *Listeria monocytogenes* (*L.m.*). Risikovurdering av *Listeria monocytogenes* (*L.m.*) relatert til gravides konsum av sushi, var ikke en del av denne vurderingen. VKM publiserte i 2006 en risikovurdering av *L.m.* i sushi for gravide og utsatte grupper, og Mattilsynet ønsket en oppdatering av denne vurderingen. Oppdraget var å vurdere sannsynligheten for at gravide og utsatte grupper utviklet listeriose ved konsum av sushi, samt vurdere effekten av forskjellige risikoreduserende tiltak.

Metode

Primærsøk for litteratur ble utført ved bruk av Advanced Search Builder i PubMed-databasen (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) i perioden august-november 2018 og januar-februar 2019. Alle søkeord var søkt om i Title/Abstract -feltet.

På grunn av mangelfulle data om forekomst av *L.m.* i råvarer og sushi, om realistiske lagringsforhold på alle trinn i kjeden og om forbruk av sushi vurderer vi ikke risiko for sykdom. Isteden satte vi opp realistiske scenarier som gir minst, middels og best forhold for vekst av *L.m.* slik det er beskrevet i gjeldende metodikk i Codex Alimentarius og annen litteratur I alle scenarier har vi lagt til grunn at sjømat kontamineres allerede når fisken avlives, for å ta høyde for størst mulig vekst av L.m frem til spiseferdig sushi. For hvert av scenariene har vi estimert konsentrasjonen av *L.m.* i sushi. Sjømat som har potensiale til at terskelverdien for økt sannsynlighet for infeksjon hos gravide og andre utsatte grupper blir overskredet innenfor holdbarhetstiden, er satt på en liste over risikoråvarer og produkter. Terskelverdien er basert på anerkjente dose-respons modeller for risikovurdering. Denne framgangsmåten er valgt for å vise hvilke kombinasjoner av forskjellige faktorer som kan føre til at en *L.m*-konsentrasjon som anses som tilstrekkelig for å forårsake sykdom hos utsatte grupper, blir overskredet. Usikkerhet som følge av datamangler og antagelser er beskrevet for hvert scenario og i kapittel 7.

Scenarier som kan føre til økt sannsynlighet for at gravide og andre utsatte grupper utvikler listeriose, ble vurdert ved bruk av kvantitative og kvalitative metoder. Det ble laget flytskjema for hver av sjømatproduktene fra fangst/slakting til forbruker. Sannsynlige verdier for pH, vannaktivitet, pakkeatmosfære og forholdet mellom tid og temperatur, ble angitt for produkter som var modellert. Det er lagt til grunn at krav til hygiene, holdbarhetstider og oppbevaringsmetoder blir overholdt i dagens produksjonsprosesser, bortsett fra scenariene hvor svikt i produksjonshygiene og ukjent opphav til råvarer er lagt til grunn. Modellen har

ikke tatt hensyn til sannsynlighet for at råvarene er kontaminert men har vurdert konsentrasjonsutviklingen med forutsetning at de er kontaminert. Kvantitativ vurdering av vekst er gjort ved å bruke data for veksthastighet fra litteratur, eller ved å beregne veksthastighet ut fra pH og vannaktivitet ved hjelp av Food Safety and Spoilage Predictor, en modell utviklet ved Dansk Teknologisk Universitet. Data for veksthastighet og lagringsforhold er satt inn i et regneark og sluttkonsentrasjonen beregnet. For laks er regnearket tilgjengelig online på Veterinærinstituttets hjemmeside, http://apps.vetinst.no/listeriakalkulator/. Dersom modellering av scenariet tilsa at det er sannsynlig at produktet kan gi doser over 3 log cfu/g (1000 cfu/g), ble dette vurdert som et produkt med økt sannsynlighet for at gravide og andre utsatte grupper kan utvikle listeriose. For slike produkter vurderte vi om tiltak som lavere lagringstemperatur vil redusere sannsynligheten så mye at sykdom unngås.

Roland Lindqvist (SLV) og Bjørn-Tore Lunestad (NIFES) kommenterte vurderingen før godkjenning.

Usikkerhet

Usikkerhet i vurderingen knytter seg særlig til:

- Mangelfull informasjon om realistiske lagringsforhold og kontamineringspress.
- Mangelfulle data angående forhold i forbrukerleddet om tillaging av egen sushi/sashimi.
- Mangelfull informasjon om i hvor stor del av kjeden fisken oppbevares i fryst tilstand.
- Lite tilgjengelig informasjon for importerte, spesielt eksotiske arter.
- Mangelfulle data om realistisk prevalens og startkonsentrasjon av *L.m.* ved kontaminering.

Konklusjoner

Sannsynlighet for at gravide og andre utsatte grupper eksponeres for *L.m.* i doser som kan forårsake sykdom gjennom konsum, varierer med hensyn til om den spises som sushi eller sashimi, lagringsforholdene for råvarene og om den er hjemmelaget eller kjøpt ferdig. Sushi laget av råvarer som er prosessert under gode hygieniske forhold, er raskt nedkjølt og lagret ved 4 °C eller kaldere i inntil en uke før tillaging og konsum, vil ikke få konsentrasjoner av *L.m.* over 3 log cfu/g, gitt forutsetningene som er satt i denne vurderingen.

For fisk og skalldyr som er kontaminert med *L.m.* tidlig i prosessen, er det startkonsentrasjonen av *L.m,* samt lagringstid i tint tilstand og temperatur før tilberedning av sushi, som i størst grad påvirker konsentrasjonen av *L.m.* i ferdig sushi. Fiskeslag som kan lagres lenge ved kjøletemperatur, slik som kveite og tunfisk, kan derfor få høyere konsentrasjon av *L.m.* enn fiskeslag som lagres i kort tid, gitt at de er kontaminerte med *L.m.*

For alle fiskeslag vil brudd i kjølekjeden gi betydelig raskere vekst av *L.m.* Det kan gi konsentrasjoner av *L.m.* i sushi som overstiger terskelverdien for økt sannsynlighet for listeriose hos gravide og andre utsatte grupper, selv om lagringstiden er relativt kort.

Veksthastigheten hos *L.m.* etter tilberedning av sushi er lavere enn i ubehandlet fisk. Ifølge vår modell, er konsentrasjonsøkningen av *L.m.* ved tilberedning av sushi begrenset til ca. 1,5 log cfu/g. Det tilsvarer en konsentrasjon som er 31 ganger høyere i ferdig temperert sushi enn ved tilberedningstidspunktet, selv om sushien lagres i tre dager og tempereres i flere timer før den spises. Om råvarene kontamineres med *L.m.* først ved tilberedning av sushi, er det derfor lite sannsynlig at konsentrasjonen av *L.m.* i sushien er over 3 log cfu/g når den spises.

Sashimi skiller seg fra sushi ved at den ikke har eddiksmarinert ris. Veksten av *L.m.* er derfor raskere i sashimi enn i sushi, like rask som i kjølt fisk. Sannsynligheten for at *L.m.*-konsentrasjonen er høyere enn 3 log cfu/g er derfor betydelig større for sashimi enn for sushi dersom begge har vært kjølelagret ett døgn eller blitt temperert noen timer. Dersom sashimi plasseres sammen med sushi på ferdige brett som lagres, vil veksten være raskere i sashimien enn i sushien. Sashimi vil også slippe mer væske, som gjør at *L.m.* kan smitte over til sushibitene.

Bakgrunn fra Mattilsynet

Gjennom det forbrukerrettede nettstedet Matportalen, gir Mattilsynet advarsler og kostholdsråd til ulike grupper. En av disse er «gravide og utsatte grupper». Det er viktig å holde slike mikrobiologisk begrunnede advarsler til publikum oppdaterte. I juni 2018 publiserte VKM en vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper med tanke på *Listeria monocytogenes*. Denne vurderingen danner grunnlag for Mattilsynets arbeid med å oppdatere kostholdsrådene til gravide og utsatte grupper på Matportalen. Risikovurdering av *L. monocytogenes* relatert til gravides konsum av sushi, var ikke en del av denne vurderingen. VKM publiserte i 2006 en vurdering av *L. monocytogenes* i sushi for gravide og utsatte grupper, og Mattilsynet ønsker en oppdatering av denne vurdering.

Siden 2006 har forbruket av sushi økt kraftig i Norge. Vi har i dag også betydelig mer kunnskap om forekomst av *L. monocytogenes* i rå fisk. På denne bakgrunn ber Mattilsynet om at VKM foretar en vurdering av risiko vedrørende *L. monocytogenes* relatert til gravides konsum av sushi.

VKM-rapport fra 2006

VKM-rapporten fra 2006 «Risikovurdering vedrørende *L. monocytogenes* relatert til gravides konsum av sushi» konkluderte med at det ikke var grunnlag for å anse at sushi laget av rå, fersk marin fisk bør inkluderes i de matvarer som gravide helst bør unngå å spise.

Rapporten sa videre at dersom det inngår prosesserte fiskeprodukter som rakfisk, røkelaks eller røkt ørret i aktuelle sushi-retter, vil risikoen øke. Ved konsum av sushi som inneholder prosesserte fiskeprodukter som rakfisk, røkelaks eller røkt ørret må risikoen for gravide regnes som svarende til konsum av disse produktene direkte. Kostholdsbetraktninger som gjelder slike bearbeidede produkter, bør i så fall komme til anvendelse.

VKM-rapporten fra 2006 påpekte også at det var behov for ny kunnskap:

- God informasjon om forbruksvaner og volumet av sushi-konsum i Norge er begrenset.
- Det er en betydelig mangel på kunnskap om vanlig forekommende konsentrasjoner av *L. monocytogenes* i rå fisk og prosesserte produkter.
- Betydningen av listeriose ved fosterskader er praktisk talt ukjent. Det samme gjelder hvilke doser som er nødvendig for å forårsake slike infeksjoner.

Matportalen

Mattilsynet gir i dag følgende råd på Matportalen:

Gravide kan spise sushi laget av rå, fersk marin fisk, men bør unngå produktene på listen du finner i hovedrådene til gravide.

Mandat fra Mattilsynet

Avgrensning med hensyn til populasjon

På Matportalen er Mattilsynets råd om *Listeria* rettet mot «gravide og utsatte grupper». I noen av artiklene på Matportalen er imidlertid gruppen utvidet til å omfatte «gravide, eldre og personer med nedsatt immunforsvar». Dette er en definisjon som også FHI bruker. Begrepet «eldre» bør avgrenses, da man her tenker på eldre med svekket helse. Mattilsynet vil forholde seg til FHIs egen definisjon av «personer med nedsatt immunforsvar», slik det fremgår i oversikten over risikogrupper. VKM kan dele målgruppen opp i undergrupper der det er hensiktsmessig.

Oppdrag

Mattilsynet ber VKM om å beregne sannsynligheten for utvikling av listeriose hos gravide og utsatte grupper ved konsum av sushi.

Mattilsynet ber også VKM om å vurdere den risikoreduserende effekten av følgende forbrukertiltak:

a) å oppbevare ved kjøleskaptemperatur <4 °C hos forbruker

b) å kun spise små mengder av matvaren

c) å velge type sushi-produkter med mindre potensiale for kontaminering, hvis aktuelt

Det er ønskelig at vurderingen omfatter:

- Både sushi tilberedt av fersk fisk og av prosessert fisk (som røykelaks)
- Ingrediensenes betydning når det gjelder risiko
- Risiko ved tillagning hjemme, kontra kjøpt på restaurant, dagligvare og take-away.

1 Innledning

Sushi er i utgangspunktet en japansk rett som tradisjonelt består av eddiksmarinert ris med blant annet rå eller kokt fisk eller skalldyr og småbiter av for eksempel ingefær eller pepperrot. Sushi kan også tillages ved at ingrediensene overfor, ofte sammen med grønnsaker som agurk, avocado og vårløk, rulles inn i tynne plater av algeprodukter. Begrepet brukes upresist i mange sammenhenger, og utenfor Japan defineres sushi ofte som produkter der en eller annen type rå sjømat inngår.

I mange land omfatter begrepet sushi også **sashimi**, som er rå sjømat servert i tynne skiver, men uten ris. I denne rapporten definerer vi sushi som matretter tilberedt av eddiksmarinert ris med blant annet rå eller kokt fisk eller skalldyr, men vi inkluderer også sashimi i vurderingen. I vurderingen er også inkludert sushi tilberedt av fisk som var prosessert men varmebehandling ikke hadde bakteriedrepende effekt. For eksempel kan det være aktuelt å bruke røykelaks eller kaldrøkt makrell i sushi. Slike kaldrøkte produkter blir varmebehandlet ved en temperatur på ca. 30°C, som ikke vil fjerne *L. monocytogenes* (*L.m.*) i produktet.

Risiko for utvikling av sykdom er svært vanskelig å vurdere siden det er svært mangelfulle data for forbruk, prevalens i råvare samt produkter og andre faktorer som immunstatus og gjentatt eksponering til *L.m.* Derfor vurderer vi ikke risiko for sykdom men har, i tråd med gjeldende metodikk som beskrevet i Codex Alimentarius (FAO & WHO, 2014) og annen litteratur (Hamouda et al., 2016; Nauta, 2002; Reij & van Schothorst, 2000), satt opp realistiske scenarier som gir minst, middels og best forhold for vekst av *L.m.* Konsentrasjonen av *L.m.* i sushi som spises er estimert for hvert av scenariene. Denne framgangsmåten er valgt for å vise hvilke kombinasjoner av forskjellige faktorer som kan føre til overskridelsen av en konsentrasjon som anses som tilstrekkelig for å forårsake sykdom hos utsatte grupper.

2 Litteratur

Primærsøk ble utført ved bruk av Advanced Search Builder i PubMed og Web of Science databaser i perioden oktober og november 2018. Alle søkeord var søkt om i Title/Abstract - feltet.

Søkestrenger ble konstruert ved kombinering av søkeord med de bolske variablene AND og OR. Når det gjelder tunfisk, krabbe, scampi og kingfish, ble et ekstra søk gjennomført i Google.no ved bruk av kombinasjoner på norsk og engelsk av: art og pH, art og vannaktivitet, art og laktat, art og listeriose og art og *Listeria*. I PubMed ble det brukt engelske varianter av det samme søkene som i Google.no.

Søkestrengene som ble brukt i PubMed, er vist nedenfor. Ingen avgrensninger på språk eller publiseringsdato var brukt. Noen av søkene var begrenset til oversiktsartikler.

((Listeri*[Title/Abstract]) AND salmon[Title/Abstract]) OR trout[Title/Abstract] Filters: Review, From 2006/01/01 (125 treff)

((((((((((Listeri*[Title/Abstract]) AND redfish[Title/Abstract]) OR halibut[Title/Abstract])) OR monkfish[Title/Abstract]) OR crab[Title/Abstract]) OR shell[Title/Abstract]) OR bluefin tuna[Title/Abstract]) OR scallops[Title/Abstract]) OR Scampi[Title/Abstract]) OR kingfish[Title/Abstract]) OR hamachi[Title/Abstract]) OR roe[Title/Abstract] Filters: Review, From 2006/01/01 (1226 treff)

((((((listeria[Title/Abstract]) OR listeriosis[Title/Abstract]) AND salmon[Title/Abstract]) OR trout[Title/Abstract]) AND sushi[Title/Abstract]) OR sashimi[Title/Abstract]) OR carpaccio[Title/Abstract] Filters: From 2006/01/01, English (89 treff)

((listeria[Title/Abstract]) OR listeriosis[Title/Abstract]) AND halibut[Title/Abstract] Filters: From 2006/01/01, English (3 treff)

((listeria[Title/Abstract]) OR listeriosis[Title/Abstract]) AND roe[Title/Abstract] Filters: From 2006/01/01, English (12 treff)

(((listeri*[Title/Abstract]) AND sushi[Title/Abstract]) OR sashimi[Title/Abstract]) OR carpaccio[Title/Abstract] Filters: From 2006/01/01, English (89 treff)

Referanselistene i utvalgte publikasjoner ble undersøkt for å identifisere flere artikler eller rapporter, oversett av PubMed-søkene. Opplysninger om ytterligere artikler og rapporter ble innhentet etter kontakt med eksperter.

2.1 Vurdering av relevans

Titlene i alle treff ble undersøkt, og for dem som var av potensiell relevans, ble også abstraktene inspisert. Vurdering av relevans ble utført av medlemmer av prosjektgruppen, uavhengig av hverandre hvor to medlemmer har vurdert parallelt forskjellige fiskeslag og deretter var resultater av vurdering sammenlignet. Publikasjoner ble utelukket dersom de ikke hadde relevans for oppdraget.

Relevante rapporter og data ble også identifisert ved søk på nettidene til EFSA, ECDC, WHO, CDC, US FDA, Statens livsmedelsverk, Fødevarestyrelsen, Mattilsynet, Helsedirektoratet og Statistisk sentralbyrå.

3 Data

Produsenter av næringsmidler er forpliktet til å utføre egenkontroll av sine produkter. Dette innebærer blant annet å ha en hazard analysis and critical control point (HACCP) plan og verifisere den ved hjelp av analyser av indikatorer for kritiske kontrollpunkter og stikkprøver av patogener og andre parametere. Etter hva vi kjenner til, har produsenter av fisk og sjømat omfattende analyseplaner for både produkter og produksjonsmiljø. Dataene er imidlertid bedriftenes eiendom. Myndighetenes rolle er å føre tilsyn med at planer og forskrifter følges. Dette innebærer at det finnes en stor mengde relevante data om innhold av *L.m.* i fisk og sjømat fra produksjonsanlegg, men dataene er ikke tilgjengelige. Unntaket er der det gjøres offentlige overvåkningsprogram og forskningsstudier (Lunestad & Skjerdal, 2008; NIFES, 2019). For konsentrasjon og prevalens i nyprosessert laks er det publisert en studie (Taran Skjerdal, Reitehaug, & Eckner, 2014), og noen flere for studier av veksthastighet av *L.m.* i ulike fiskeslag (Lorentzen, Wesmajervi Breiland, Cooper, & Herland, 2012).

Fra 2016 - 2018 er det kun 8 - 9 importerte partier som er undersøkt for *L.m.* og blant dem er det lite fisk/fiskevarer. Importører og andre mottakere av fisk og sjømat har trolig egne prøvetakingsprogrammer, men data fra disse er ikke tilgjengelige. Derfor foreligger det lite offentlig tilgjengelig kunnskap om forekomsten av *L.m.* i importerte fisk/fiskevarer, og prøvetaking er begrenset.

Etter krav i EU regelverket, har Mattilsynet fra 2005 gjennomført årlige overvåkningsprogram for importerte matvarer, inkludert sjømat. For sjømatdelen utføres kjemiske og mikrobiologiske analyser ved Havforskningsinstituttet. I perioden 2005 til 2018 ble 661 importerte sjømatprøver undersøkt for *L.m.* Bakterien ble påvist i 20 prøver (3%) og konsentrasjonen i alle prøvene var under 2 log cfu/g. Prøver som inneholdt *L.m.* inkluderte tunfisk og ørret, som begge kan tenkes å inngå i spiseferdige produkter (Hove, Roiha, Sanden, Wiech, & Lunestad, 2018).

4 Fareidentifisering og -karakterisering

4.1 *Listeria monocytogenes* – fareidentifisering

Det henvises til mandatet for risikovurderingen.

4.1.1 *Listeria monocytogenes*

Slekten *Listeria* består i dag av sytten ulike arter (vel halvparten beskrevet etter 2009), men human listeriose forårsakes stort sett utelukkende av et fåtall serotyper (1/2a, 1/2b og 4b) innen arten *L.m.* (Orsi & Wiedmann, 2016). Dette er en Gram-positiv, ikke-sporedannende fakultativ anaerob bakterie som kan være uvanlig robust mot ytre miljøpåvirkninger.

L.m. kan deles inn i subtyper ved hjelp av forskjellige typingsmetoder som bygger på fenotypiske eller genotypiske egenskaper (Liu 2006).

Serotyping basert på O- og H-antigener blir ofte anvendt som første trinn, og det er hittil beskrevet 13 serotyper. Utvikling av DNA-baserte metoder for subtyping, inkludert serotyping med PCR, og i den senere tid også sekvensering, har muliggjort mer detaljert overvåking, og har bidratt til at en rekke utbrudd som tidligere ville gått upåaktet hen, har blitt oppdaget og oppklart (Buchanan, Gorris, Hayman, Jackson, & Whiting, 2017).

I Norge blir alle isolater fra systemiske *L.m.* infeksjoner fra landets medisinsk-mikrobiologiske laboratorier sendt til Referanselaboratoriet for enteropatogene bakterier ved Folkehelseinstituttet. I årene 2000-2018 mottok referanselaboratoriet 400 stammer. Av disse tilhørte 316 (79 %) serogruppe IIa, 34 (8,5 %) serogruppe IVb, 12 (3 %) serogruppe IIb, 3 (< 1%) serogruppe IIc, mens 35 stammer (10 %) tilhørte andre serogrupper.

Innen hver serogruppe er det meget store variasjoner i virulens og patogenitetsnivå avhengig av serotyper og stamme (EFSA, 2017). Det er påfallende at serotypene 1/2a, 1/2b og 4b er ansvarlig for 98 % av de dokumenterte humane tilfellene av listeriose, mens serotypene 4a og 4c unntaksvis er påvist i utbrudd. Dette gjenspeiler sannsynligvis forskjeller i virulens.

EFSA(2017) har analysert sammenhengen mellom dødsrate, serogruppe, alder og kjønn ved hjelp av data fra overvåkingen i EU/EØS. Dødsraten varierte fra 0,06 til 0,24 for serogruppe IIa og fra 0,01 til 0,31 for IVb. Serogruppe IIa og IVb var begge forbundet med signifikant lavere dødsrate blant kvinner i alderen 1-44 år. For serogruppe IVb ble det funnet at dødsraten var aldersavhengig med høyest verdier i aldergruppene fra 65 år og eldre. Dataene indikerer at infeksjon med serogruppe IVb blant middelaldrende og eldre personer økte sannsynligheten for dødelig utgang.

Virulensen for identiske stammer kan påvirkes av miljøfaktorer som temperatur, osmotisk stress og pH, og er følgelig avhengig av hvilket næringsmiddel bakterien befinner seg i. Virulensen påvirkes også under bakteriens passasje gjennom fordøyelsessystemet. Dette fenomenet varierer med bakteriestammen, og har sammenheng med ekspresjon av en rekke virulensfaktorer. En grundig diskusjon av dette finnes i en scientific opinion fra EFSA (2017).

Forskjellige *L.m.*-stammer varierer ikke bare med hensyn til virulens, men også når det gjelder evne til vekst og overlevelse, samt resistens mot desinfeksjonsmidler og tilsetningsstoffer (Buchanan et al., 2017).

4.2 Listeriose

4.2.1 Kliniske manifestasjoner

L.m. er så vanlig forekommende at de fleste mennesker fra tid til annen vil bli eksponert. Det er angitt at det til enhver tid kan være mellom 1 og 5% av befolkningen som er bærere av *L.m.* (Murray, 2013). Forsvaret mot infeksjonen er i hovedsak knyttet til den celle-medierte immuniteten. For mennesker med normal T-cellefunksjon vil *L.m.* som regel være ikke sykdomsfremkallende og ikke invasiv. I slike tilfeller vil infeksjonen enten ikke gi opphav til symptomer i det hele tatt eller bare til raskt forbigående gastroenteritter og/eller influensalignende febrile sykdommer som vanligvis hverken krever nærmere diagnostisering eller behandling.

For mennesker med svekket eller defekt celle-mediert immunitet vil *L.m.* derimot opptre invasivt og i første omgang gi opphav til sepsis. *L.m.* har imidlertid en åpenbar preferanse for henholdsvis sentralnervesystemet og placentavev. Hos immunsupprimerte grupper, f. eks. pasienter som blir behandlet med kortikosteroider eller kjemoterapi, som er transplantert, er HIV-infiserte, narkomane, alkoholmisbrukere eller - mer generelt - hos eldre med redusert almenntilstand («skrøpelige eldre») (FHI, 2016), vil den derfor fortrinnsvis gi opphav til meningitt og/eller encefalitt (Doganay, 2003; Harris, 2008). Hos gravide vil smitte føre til placentainfeksjon som lett overføres til fosteret med betydelig fare for abort, dødfødsel eller prematur fødsel. Risikoen er større jo tidligere i graviditeten infeksjon skjer. Bærer den gravide på fødselstidspunktet *L.m.* i tarm eller vagina, vil den nyfødte være utsatt for perinatal smitte og kan – med sitt fortsatt umodne immunapparat – utvikle en ofte fatal meningitt og/eller encefalitt. Den gravide selv vil, til tross for en hos henne normalt forekommende immunsuppresjon, ikke nødvendigvis få noen vesentlige subjektive symptomer som kunne advare henne om faren fosteret er utsatt for.

4.2.2 Inkubasjonstid

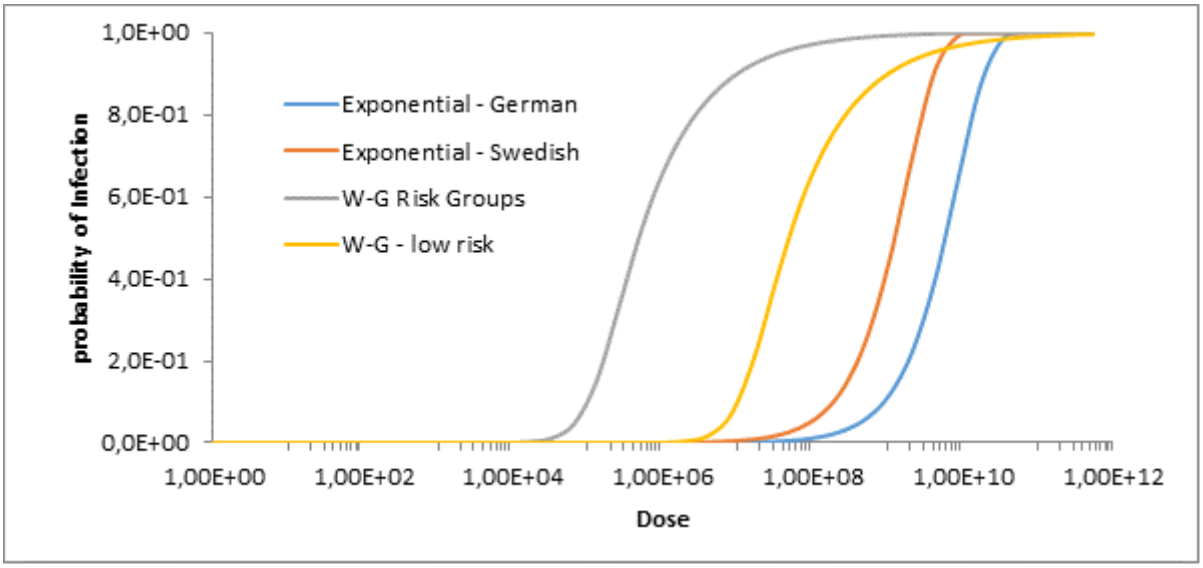
Inkubasjonstiden varierer sterkt, avhengig av sykdomsmanifestasjonen. For ikke-invasive gastrointestinale infeksjoner kan den være kort (median 1 døgn, variasjon 6 timer til 10 døgn), for invasive infeksjoner atskillig lenger. For sentral nervesystem-infeksjoner var mediantiden i en studie 9 dager (variasjon 1-14 dager), for graviditetsassosierte tilfeller atskillig lenger (median 27,5 dager, variasjon 17-67 dager) (Goulet, King, Vaillant, & de Valk, 2013). Den lange inkubasjonsperioden vil kunne utgjøre et betydelig problem i forbindelse med smitteoppsporingsarbeidet (Buchanan et al., 2017).

4.2.3 Smittedose

Den minste nødvendige smittedosen er vanskelig å fastslå, ikke minst pga. den lave insidensen av utbrudd, den ofte lange inkubasjonstiden og mangelen på relevante dyremodeller (Pouillot et al., 2016). Den er imidlertid sannsynligvis sterkt varierende og mer

avhengig av den enkeltes immunstatus enn av *L.m.* virulens som vist ved spredning i r-verdier for forskjellige utsatte grupper (Pouillot, Hoelzer, Chen, & Dennis, 2015). For personer med normal immunstatus er *L.m.* som nevnt stort sett ikke sykdomsfremkallende. For immunsupprimerte vil den nødvendige smittedosen være avhengig av graden av suppresjon. For en gitt stamme av *L.m.* vil dermed den nødvendige smittedosen avta med økende immunsuppresjon.

I dose-respons modeller benyttes ikke infektiv dose. I stedet brukes "single hit" modeller. Det betyr at en enkelt bakterie kan gi infeksjon, men at sannsynligheten for at den skal gjøre det er meget liten. Om antallet bakterier øker, øker sannsynligheten for infeksjon. Det er laget flere dose-respons modeller, noen av dem er vist i figuren nedenfor. Den mest konservative av disse indikerer at sannsynligheten for infeksjon øker i risikogruppene når dosen går over ca. hundre tusen bakterier (10^5), noe som tilsvarer 1000 bakterier per gram, om man spiser 100 gram av maten. For normalt friske, kalt "low risk" i figuren, øker sannsynligheten for infeksjon ved ti millioner bakterier (10^7), hvilket tilsvarer 100 gram av en matvare som inneholder 100 000 bakterier per gram (Figur 4-1).



Figur 4-1. Sannsynlighet for infeksjon i forskjellige populasjoner og ved forskjellige konsentrasjoner av *L.m.* Linjene viser til ulike modeller, utviklet i Tyskland og Sverige. Risk groups er beregnet responskurve for forbrukere i risikogruppen, mens "Low risk" viser til respons for normalt friske forbrukere. For oversikt se (Lindqvist & Westoo, 2000).

4.2.4 Behandling

L.m. er følsom for de fleste vanlige antibiotika, men behandlingen kan likevel være komplisert og vanskelig, ikke minst fordi *L.m.* ligger beskyttet i sin intracellulære posisjon.

4.2.5 Immunitet

Fordi dette er en mikrobe som er i stand til å formere seg intracellulært, er den humorale immuniteten av relativ uvesentlig betydning. Det er derfor særlig grupper med nedsatt cellulær immunitet som er spesielt utsatte for å utvikle alvorlig sykdom ved disse infeksjonene.

4.2.6 Smitteveier

Kontaminerte, lettkonserverte, spiseklare næringsmidler er den dominerende årsak til listeriose hos mennesker (Buchanan et al., 2017; EFSA, 2013b). Smitte skjer praktisk talt ikke direkte mellom mennesker men kan skje direkte fra infiserte dyr. Ett viktig unntak er når en gravid smitter sitt barn intrauterint eller under fødselen.

Matvarer som tidlig ble erkjent som smittekilder inkluderer kjøttpålegg og bløte oster, samt raket, gravet og røket fisk, men i den senere tid har også andre matvarer vist seg å være viktige kilder til listeriose. Dette inkluderer ferdig oppskåret frukt og grønnsaker, iskrem, melon, bønnespirer, steinfrukter (fersken m.m.) (Buchanan et al., 2017) som alle er spiseklare produkter. Om en matvare representerer en fare for listeriasmitte er, blant annet, påvirket av mat-matriksen, hyppighet av konsum, porsjonsstørrelse og om *L.m.* har evne til å formere seg i matvaren, av holdbarhetstid og om maten skal inntas uten forutgående varmebehandling.

4.2.7 Insidens

For majoriteten av befolkningen gir *L.m.* ikke sykdom. I de tilfeller den er lavvirulent gir *L.m.* opphav til infeksjoner som stort sett ikke registreres. Derfor vil den til enhver tid rapporterte insidensen av infeksjonen reelt sett alltid være en betydelig undervurdering av den reelle forekomsten. I store deler av verden mangler det også insidensdata for alvorlige, invasive *L.m.*-infeksjoner. Infeksjonen opptrer oftest i form av sporadiske tilfeller, men kan også være årsak til større utbrudd, ikke minst knyttet til institusjoner (se avsnitt 4.3.1.1). Den påviste insidensen er høyest i industrialiserte land, men det er ukjent hvorvidt forskjellen mellom industrialiserte og ikke-industrialiserte land her er reell (knyttet f. eks. til ulike matvaner eller produksjonsrutiner, lagring og distribusjon av næringsmidler, eller forekomst av mottakelige individer) eller skyldes forskjeller i diagnostikk, overvåking og rapportering.

Insidensen av invasive infeksjoner angis vanligvis å være lav, men letalitetsraten er ofte høy. Den årlige insidensen i verden er angitt å variere mellom 1 og 10 per million, letalitetsraten angis ofte å være opp mot 20%. Insidensen av listeriose varierer dramatisk mellom ulike populasjonsgrupper. I USA har den vært angitt til 2,4 per million med en letalitetsrate på 16,9% og i Europa varierer den mellom 0,1 og 11,3 per million (Madjunkov, Chaudhry, & Ito, 2017). I tillegg øker insidensraten med alderen (se avsnitt 4.2.1) (MSIS, 2019). Sammenlignet med aldersgruppen 15-44 år, er den relative risikoen for aldersgruppen 45-59 år generelt allerede økt til 4,7, for aldersgruppen over 85 år til 53,8. For grupper med

underliggende immunkompromitterende sykdommer (pasienter med ulike kreftformer, som står på kjemoterapi, er organtransplanterte o.l.) er den relative risikoen atskillig høyere og økt 100-1000 ganger i forhold til gruppen under 65 år uten underliggende sykdommer (Goulet et al., 2012). For kvinner i aldersgruppen 15-44 år hadde gravide en økt relativ risiko på 114 sammenlignet med ikke-gravide i samme aldersgruppe (Pouillot, Hoelzer, Jackson, Henao, & Silk, 2012).

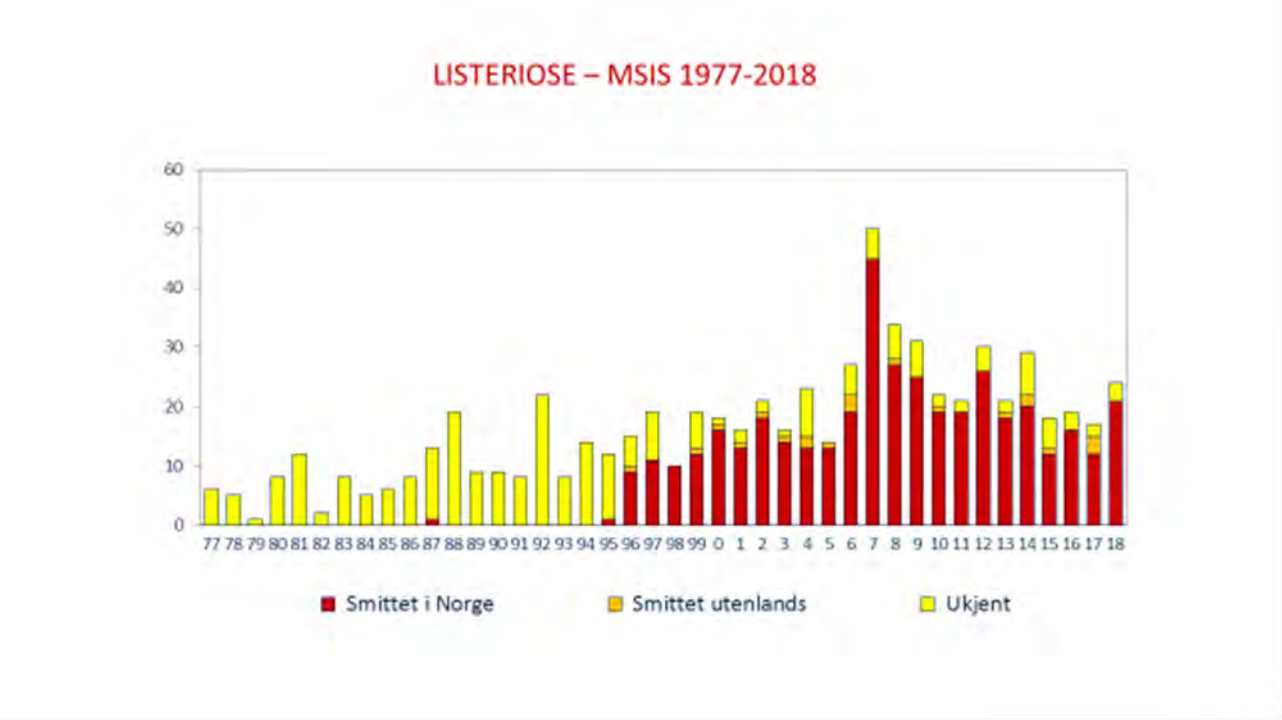
Med en økende andel eldre, ikke minst av de aller eldste, og med en økende andel immun-kompromitterte pasientgrupper som med moderne behandling overlever over lengre perioder enn tidligere, må man, ved ellers uendrede epidemiologiske betingelser, forvente en etter hvert økende insidens av listeriose (EFSA, Ricci, et al., 2018). Det er derfor nærliggende å anta at vi vil kunne oppleve et økende antall alvorlige utbrudd i institusjoner hvor immunsuppresjon er vanlig (sykehus) eller hvor eldre i større grad oppholder seg (sykehjem) - med mindre man klarer å identifisere og gjennomføre effektive mottiltak mot *L.m.*

4.3 Epidemiologisk status

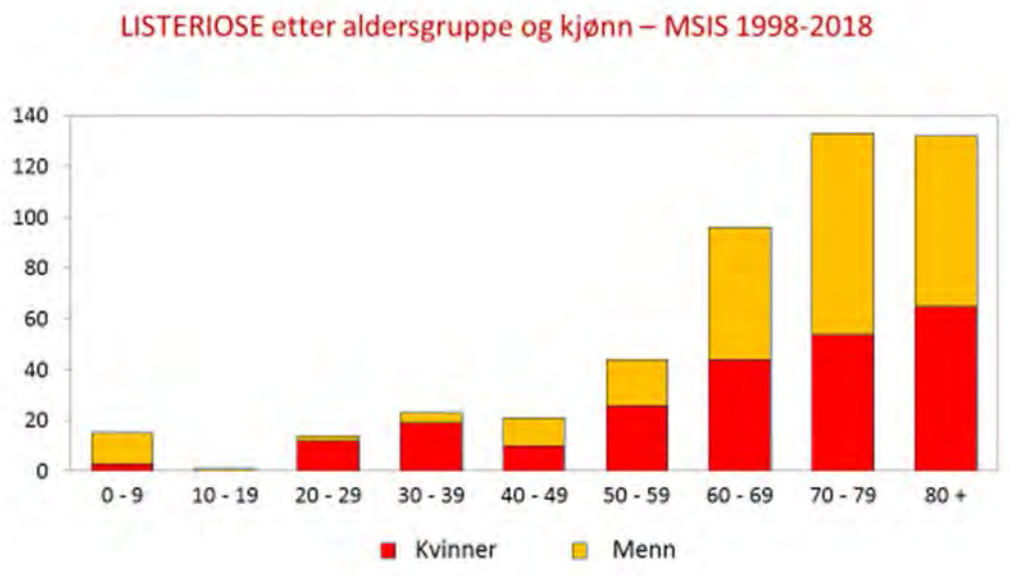
4.3.1 Tilfeller meldt til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS)

I de siste ti årene (2008-2018) har antallet humane tilfeller av listeriose som årlig meldes til MSIS, variert fra 18 til 34. Sett over et lengre tidsperspektiv viser insidensen en økende tendens, men det er ikke tilrådelig å trekke sikre konklusjoner om variasjonene fra år til år, fordi antall tilfeller er lavt, og eventuelle forskjeller kan bero på tilfeldigheter og på utbrudd. Det kan ikke utelukkes at det lave antallet registrerte tilfeller i 1970-80-årerene skyldes forhold ved diagnostikken. Det hittil høyeste antallet tilfeller ble registrert i 2007, da 50 tilfeller ble meldt, men dette skyldtes hovedsakelig et alvorlig utbrudd det året.

Langt de fleste pasientene med listeriose smittes innenlands (ca. 95 %), noe som skyldes at infeksjonen hovedsakelig rammer personer som i utgangspunktet er syke, og som følgelig har redusert reiseaktivitet (Figur 4-2). Det er ganske lik fordeling mellom kjønnene; i de siste 20 årene (1998-2018) ble det registrert 233 kvinner og 246 menn med listeriose. Det er en tydelig overvekt i de eldre aldersgruppene (Figur 4-2). Om lag 75 % av tilfellene opptrer i aldersgruppene fra 60 år og eldre. Til denne statistikken er å bemerke at årsaken til aborter stort sett hverken blir undersøkt eller rapportert. I hvilken grad *L.m.* er årsak til dette, er derfor ukjent, men med stor sannsynlighet betydelig undervurdert. Overvekten av kvinner i aldersgruppen fra 20 til 39 år, gjenspeiler med stor sannsynlighet perinatale tilfeller (FHI, 2019b) (Figur 4-3).



Figur 4-2. Antall meldte tilfeller av listeriose etter smittested - MSIS 1977-2018



Figur 4-3. Antall listeriose tilfeller etter aldersgruppe og kjønn.

4.3.1.1 Registrerte sykdomsutbrudd

Selv om de aller fleste tilfellene er sporadiske enkelttilfeller, forekommer det også utbrudd. På nettsiden www.utbrudd.no finnes en oversikt over større utbrudd i Norge. Siden det nettbaserte varslingssystemet VESUV ble etablert i 2005, har Folkehelseinstituttet mottatt åtte varsler om utbrudd med listeriose (Berg, 2018). I alt ble det varslet 47 verifiserte tilfeller i disse utbruddene, men både antall syke og antall utbrudd er minimumstall, fordi ikke alle utbrudd blir oppdaget og varslet. Rakfisk var smittekilden i tre av utbruddene, ett var forårsaket av økologisk mykost, mens ett utbrudd ble sporet til kontaminerte kjøttprodukter ved et sykehuskjøkken. I tre av utbruddene var smittekilden ukjent. Det hittil største registrerte utbruddet rammet pasienter ved Radiumhospitalet/Rikshospitalet i 2007. Også personer utenfor sykehusene ble smittet. I alt ble 21 personer syke, og fem av disse døde; i tillegg var det dødfødsler knyttet til utbruddet. Smittekilden var økologisk produsert camembert fra et lite gårdsysteri, der et høyt antall *L.m.*, med samme DNA-profil som pasientisolatene, ble påvist i laken brukt til salting av osten. Osten var laget av pasteurisert melk.

Før etableringen av VESUV ble det, i 1992, varslet et utbrudd med åtte verifiserte tilfeller av listeriose i Trøndelag; smittekilden var kjøttpålegg (varmebehandlet, oppskåret og vakuumpakket skinke).

4.3.1.2 Utbrudd i Norge siste år

Det siste året har det vært registrert to utbrudd, ett mindre med importert Brie laget av pasteurisert melk, og et større med rakfisk. Begge ble raskt oppklart og en link ble funnet både epidemiologisk og ved at det ble funnet samsvar mellom isolater fra pasienter og matvarer ved hjelp av helgenomsekvensering. Kilden til rakfiskutbruddet ble sporet tilbake til en produsent. Det var 13 bekreftede tilfeller av listeriose. Det ble observert nesten like mange ubekreftede tilfeller, dvs. syke som hadde sammenfallende symptomer med listeriose men som ikke hadde gått til lege eller fått påvist agens. Disse meldte seg etter presseoppslag og leverte inn produktprøver av rakfisk til analyse. I tilfeller der grupper ble syke, var det samsvar mellom alvorlighetsgrad og tilstanden til pasienten for øvrig. Produktprøver, både åpnede og uåpnede pakker, ble analysert, og det ble funnet *L.m.* i alle prøver fra syke pasienter. Konsentrasjonsintervallet av *L.m.* i disse prøvene var fra <10 cfu/g til 2,2 millioner cfu/g (Brandal et al., 2019; T. Skjerdal et al., 2019). Det var ingen klar sammenheng mellom konsentrasjon i rakfisken og sykdomstilstand. De senere årene er det observert lave konsentrasjoner av *L.m.* i flere utbrudd, og det er hevdet at gjeldende dose-respons modeller burde revurderes (Buchanan et al., 2017; EFSA, Ricci, et al., 2018). Lave konsentrasjoner kan imidlertid skyldes at *L.m.* har vært ujevnt fordelt i ulike deler av produktet eller mellom pakker, slik at produktet som har gitt sykdom har hatt høy konsentrasjon, eller at produktet som har blitt spist har stått i romtemperatur mens delene av produktet som ikke er blitt servert har blitt lagret kaldt og deretter fryst. Utbruddet har gitt indikasjoner om at underrapportering av listeriose kan forekomme i større omfang enn

tidligere antatt, særlig blant pasienter uten underliggende sykdommer og der utbruddet faller sammen med influensasesongen.

4.3.2 Rapportering og tilfeller meldt i EU og USA

I Europa har det i perioden 2008 til 2015 vært en økning i antall meldte tilfeller av listeriose, både sporadiske tilfeller og utbrudd (EFSA, Ricci, et al., 2018), en økning som fortsatte i 2016 (se nedenfor). Dette ser i alt vesentlig ut til å skyldes en økning hos de eldre. Andelen infeksjoner i aldersgruppen over 64 år økte således i perioden fra 56 % til 64 %, mens andelen i gruppen over 84 år doblet seg. EFSA (2018) har gått gjennom meldte sykdomstilfeller for å undersøke om det har vært en økning i antall listeriosetilfeller, og hva som i så fall er årsaken til økningen. De beskriver en økt frekvens hos eldre. Dette skyldes ikke bare at det blir flere eldre. Det er også blitt en økning i den yngste gruppen av eldre, og eldre synes i henhold til deres analyse også å ha blitt mer sårbare. Samme tendens, men ikke signifikant, er sett for kvinner i fertil alder.

I 2016 ble det rapportert 2536 verifiserte tilfeller fra 28 medlemsland (EFSA & ECDC, 2017). Dette tilsvarer 0,47 tilfeller per 100 000 innbyggere, en økning på 9,3 % sammenlignet med 2015. Letalitetsraten var 16,2 % blant de 1524 tilfellene (247 dødsfall) der slike opplysninger forelå.

EFSA og ECDC publiserer årlig en rapport som beskriver insidensen, utviklingstendenser og utbrudd av mat- og vannbårne sykdommer i Europa (EFSA & ECDC, 2017). Det registres vanligvis færre enn ti utbrudd hvert år. I perioden 2008-2015 ble det rapportert 37 listeriose utbrudd med 525 tilfeller, 182 sykehusinnleggelser og 37 dødsfall der *L.m.* smittekilden ble identifisert. Fra 2019 er det innført såkalt «enhanced surveillance» (forsterket overvåking) for listeriose fra ECDC. Grunnen er en økende trend i antall innmeldte tilfeller (EFSA, Ricci, et al., 2018)

I USA utgir CDC årlige utbruddsrapporter (CDC, 2017), og en del større utbrudd av listeriose er beskrevet på en egen nettside (CDC, 2017). I USA er antall utbrudd forårsaket av spiseklare kjøttprodukter redusert etter innskjerping av regelverket og en rekke tiltak i regi av virksomhetene i årene mellom 1998 og 2008 (Buchanan et al., 2017). Antall utbrudd der meieriprodukter var smittekilden, holdt seg imidlertid stabilt.

Siden 2010 har USA opplevd en lang rekke utbrudd med relativt få sykdomstilfeller forårsaket av næringsmidler som tradisjonelt ikke har vært forbundet med *L.m.*, blant annet selleri, cantaloupe-melon, bønnespirer, en del steinfrukter, epler med karamelltrekk og iskrem. Disse utbruddene ble oppdaget og oppklart takket være innføring av nye, sensitive, DNA-baserte metoder for overvåking av bakteriene og sporing av smittekilder, spesielt helgenomsekvensering (Buchanan et al., 2017).

Interessante trekk ved en del av disse utbruddene er at antall sykdomstilfeller var så lavt at utbruddene lett kunne blitt oversett uten anvendelse av nye typemetoder (f. eks PFGE, helgenomsekvensering), og i enkelte utbrudd ble det påvist flere stammer hos pasientene så

vel som i smittekilden. I enkelte utbrudd var infeksjonsdosen tilsynelatende lavere enn det som anses som sannsynlig konsentrasjon ved utbrudd. Ett eksempel er et utbrudd med iskrem i USA, der en stor del av partiet var kontaminert med spor av *L.m.*, og et fåtall pasienter utviklet sykdom (Chen et al 2016). Ujevn fordeling av konsentrasjon, gjentatt servering og spesielt utsatte forbrukere er blitt pekt på som mulige årsaker til infeksjon hos noen pasienter men dette kan skyldes ujevn fordeling av bakterien i produktet (Chen et al., 2016).

En oversiktsartikkel presenterer en oppdatering om listeriose-utbrudd, virulens, dose-respons, økologi og risikovurderinger (Buchanan et al., 2017).

4.4 *Listeria monocytogenes* – farekarakterisering

4.4.1 *L.m.* – toleranse og tilpasning til miljøet

L.m. er usedvanlig robust. Denne toleransen overfor varierende miljøfaktorer gjør at *L.m.* er nærmest ubikvitært forekommende, og dens naturlige forekomst spenner over en lang rekke miljøer, herunder jord, slam, vann og på planter hvor den lever som en saprofytt. Den kan derfor også regelmessig påvises som en sannsynligvis stort sett tilfeldig del av fekalfloraen hos mange dyrearter som fisk, fugler og en rekke pattedyr, inkludert mennesker og husdyr som svin, sau og storfe. En lang rekke plante- og dyreprodukter er derfor mulige smittekilder (Lado & Yousef, 2007).

Den samme toleransen gjør *L.m.* bedre i stand enn de aller fleste øvrige mikrober til å overleve eventuelle eksponeringer for proteolytiske enzymer, magesyre, gallesalter o.l. Det kan derfor være et mulig tankekors at iverksettelse av eventuelle mikrobereduserende tiltak (som pH-endringer, kjøling, salting o.l.) kan komme til i betydelig grad å redusere eventuell konkurrerende flora og derved gi *L.m.* et større spillerom.

L.m. kan respondere raskt på endrete miljøbetingelser, ikke minst illustrert ved dens evne til å veksle mellom å være en harmløs saprofytt til å bli en oralt overført fakultativ intracellulær parasitt - sannsynligvis ved en modulering av virulensregulerende proteiner, for eksempel PrfA (Freitag, Port, & Miner, 2009).

Til tross for at mikroben er vidt utbredt i miljøet og i ulike matvarer, ble *L.m.* først erkjent som en potensiell matbåren patogen i forbindelse med en rekke større utbrudd i USA og Europa tidlig på 1980-tallet. Dens evne til å tolerere sterkt vekslende miljøforhold – hvorav evnen til å kunne vokse ved vanlig kjøleskaptemperatur sannsynligvis er den viktigste - gjør at den kan trives godt og overleve lenge i miljøer der matvarer produseres og tilberedes. *L.m.* toleranse for og raske adaptasjon til varierende miljøbetingelser, gjør at den er svært vanskelig å kontrollere.

4.4.2 Egenskaper ved produktene som påvirker bakteriens overlevelse og vekst

Litteraturgjennomgangen viser at *L.m.* kan formere seg ved temperaturer helt ned mot –1,5° C og i en rekke næringsmidler ved kjølelagring. Bakterien er salttolerant; vekst er påvist opptil 12 % NaCl, som tilsvarer en vannaktivitet ned til 0,90. *L.m.* vokser mellom pH 4,2 til 9,5 men veksten er begrenset under pH 6,0 (Cole, Jones, & Holyoak, 1990) (Tabell 4-1). Bakterien er fakultativt anaerob, og formerer seg i vakuumpakninger og modifisert atmosfære (MA). Bakterien overlever ikke varmebehandling ved 70° C i to minutter (tilsvarende seks logaritmiske reduksjoner). Den overlever derimot i næringsmidler under fryselagring. I næringsmiddelvirksomheter kan bakterien etableres i biofilm og dermed bli en husflora som utgjør en varig kilde til kontaminasjon av produktene (Kornacki & Gurtler, 2007).

Tabell 4-1. Vekstområde for *L.m.* ved forskjellige forhold [f]

Parameter	Vekstområde	Optimal vekst[d]	Kan overleve (ingen vekst)[e]
Temperatur (°C)	-1,5 - 45	30 - 37	-18
pH[a]	4,2 – 9,5	7	3,3 – 4,2
Vannaktivitet (a_w)[b]	0,90 - >0,99	0,97	<0,90
Salt (%)[c]	<0,5 - 12	NA	≥20

[a] avhengig av syre som er brukt; [b] salt brukt for å redusere vannaktivitet; [c] prosent salt i vannfasen; [d] når vekstraten er høyest; [e] overlevelsestid avhengig av mat og andre faktorer; NA Ikke gjeldende; [f] Kilde: https://www.fsai.ie/search-results.html?searchString=Listeria

Ved vurdering av opplysningene ovenfor er det nødvendig å ta hensyn til følgende faktorer:

- De mest ekstreme verdiene for temperatur, pH, salt og vannaktivitet, der vekst eller overlevelse angis å kunne forekomme, er oppnådd under forsøksbetingelser der andre faktorer er optimale, og som ikke alltid er realistiske for næringsmidler. I noen tilfeller er slike forsøk utført i kunstige vekstmedier med renkulturer av *L.m.* (Cole et al., 1990).

- Bakteriens evne til å vokse eller overleve i et gitt næringsmiddel er avhengig av samspillet mellom en rekke faktorer ved produktene blant annet temperatur, pH, saltinnhold, vanninnaktivitet, forekomsten av konkurrerende bakterieflora, atmosfæriske forhold i pakningen, homogeniteten i næringsmiddelet, lagringstid og eventuell tilsetning av veksthemmende substanser.

- Evnen til å vokse og overleve i et gitt næringsmiddel varierer betydelig mellom ulike stammer av *L.m.* og mellom ulike subkulturer innen samme stamme (interstrain og intrastrain variability) (Lianou & Koutsoumanis, 2013).

- Bakteriens evne til å overleve i fordøyelsessystemet kan være avhengig av hvilke forhold bakterien har vært eksponert for tidligere. Det er for eksempel vist at pre-eksponering for anaerobe forhold kan øke bakteriens overlevelse i fordøyelsen og deres infektivitet

(Bo Andersen, Roldgaard, Christensen, & Licht, 2007; Harris et al., 2019; Sewell, Allen, & Phillips, 2015).

4.4.2.1 Indre faktorer i næringsmidler

De indre faktorene i et ferdig produsert næringsmiddel endres i løpet av lagringstiden som følge av, blant annet, uttørking og nedbrytningsprosesser. Disse prosessene har en gitt hastighet og kan ikke påvirkes i særlig grad når produktet er ferdig prosessert og pakket med mindre det er produksjonsavvik i prosessen.

Ved lagring av næringsmidler, vil mikrobene vanligvis først benytte karbohydrater som substrat for vekst. Bakterienes metabolisme fører i mange tilfeller, spesielt i kjøtt og fisk, til at det dannes overskudd av syre slik at pH faller. En lavere pH-verdi vil kunne hemme veksten av *L.m.* helt eller delvis. Når metabolismen etter hvert går over på aminosyrer og nukleotider som substrater, vil det frigjøres ammoniakk, og pH stiger igjen (Gram & Huss, 1996). Dette vil kunne stimulere veksten av *L.m.* Etter hvert som bakteriemengden øker, vil konsentrasjonen av oksygen og karbondioksid endres. Dette påvirker også hvor raskt de enkelte mikrobene vokser. Lite oksygen stimulerer melkesyrebakterier, og selv om *L.m.* kan vokse i fravær av oksygen, vil den etter hvert hemmes av syredannelse, konkurranse om næringsstoffer og/eller bakteriociner fra melkesyrebakteriene (Francoise, 2010). I slike produkter blir ikke konsentrasjonen av *L.m.* så høy som den ville ha blitt dersom den konkurrerende mikrofloraen ikke var til stede (Mellefont, McMeekin, & Ross, 2008).

Vannaktivitet og pH er nøkkelparametere som tilsier om en mikrobe kan vokse eller ikke (Ross, Dalgaard, & Tienungoon, 2000). Næringsmidler er imidlertid ikke alltid homogene. En ferdigsalat kan ofte bestå av flere ingredienser med forskjellige pH-verdier og vannaktiviteter, og ofte en dressing med lav pH eller store mengder melkesyrebakterier. I slike tilfeller kan veksthastigheten av *L.m.* i de ulike elementene være svært forskjellig (De Cesare et al., 2018). Effekten av mikromiljøer med ulike vekstforhold ble illustrert i et stort utbrudd i USA forårsaket av epler med karamelltrekk. Lav pH i eplet og lav vannaktivitet i karamellen skulle i prinsippet være tilstrekkelig for å hemme vekst av *L.m.* Når væske fra eplet kom i kontakt med karamellen, ble imidlertid både pH og vannaktivitet endret slik at vekst ble mulig (Glass, Golden, Wanless, Bedale, & Czuprynski, 2015).

Et annet eksempel på effekt av heterogenitet er ulik konsentrasjon av konserveringsstoffer i ulike deler av næringsmiddelet. Slike variasjoner forekommer, og *L.m.* vil kunne vokse i områdene der konsentrasjonen av konserveringsmidler er lavest.

4.4.2.2 Ytre faktorer i næringsmidler

Avsnittene over beskriver hvordan veksten av *L.m.* påvirkes av indre faktorer i næringsmiddelet. Veksten påvirkes i minst like stor grad av ytre parametere som lagringstemperatur og pakkeatmosfære. Ubrutt kjølekjede er meget viktig for å begrense vekst av *L.m.*, da veksten øker når temperaturen øker. Et unntak her er dersom det er

inhiberende melkesyrebakterier i næringsmiddelet. Disse vokser også raskere ved høyere temperatur, og dermed blir den hemmende effekten relativt større ved brudd i kjølekjeden, slik at skadevirkningene blir mindre enn man ellers kan forvente (Ole Mejlholm, Bøknæs, & Dalgaard, 2015; O. Mejlholm et al., 2010).

Pakking i vakuum og CO_2 som en del av MA er også et viktig virkemiddel for å dempe veksten av *L.m.* Konsentrasjonen i gassfasen etter at CO_2 er absorbert i produktet er viktig for hvor stor den hemmende effekt er. Dersom pakningen med MA brytes, selv med bare en liten lekkasje i forseglingen, øker veksthastigheten til *L.m.* betydelig (De Cesare et al., 2018).

Ytre faktorer, dvs. temperatur og atmosfære, kan styres, men det kan oppstå svikt, så som brutt forpakning og brudd i kjølekjeden. Slik svikt påvirker vekstforholdene for *L.m.* i meget stor grad. Ettersom dosen *av L.m.* er viktig for hvorvidt forbrukeren utvikler listeriose eller ikke, er det meget viktig å forhindre svikt, dvs. bortfall av vekstdempende tiltak.

4.4.3 Betydning av prosessering og lagring for risikovurdering

All prosessering og matlaging, enten den skjer hos produsent, på restaurant, storkjøkken eller hjemme hos forbruker, har som hovedformål å lage mat som skal spises. Prosessering og håndtering av råvarer og mat påvirker både prevalens og vekst av *L.m.* i matvarer. Virkemåten til hver enkelt prosess er i prinsippet enkel, men i noen tilfeller uteblir effekten. Ved risikovurdering må det tas hensyn til dette. Noen eksempler:

4.4.3.1 Varmebehandling

Noen av ingrediensene i sushi (ris, scampi, kamskjell osv.) varmebehandles før bruk. Varmebehandling dreper *L.m.*, men bare dersom temperaturen er tilstrekkelig høy over lang nok tid. Bakterien kan overleve i deler av produktet dersom oppvarmingen er ujevn eller områder av produktet har mindre fritt vann slik at effekten av varmebelastningen blir mindre. Dersom man spiser maten kort tid etter varmebehandling, vil konsentrasjonen av *L.m.* være så lav at man ikke blir syk, selv om *L.m.* var tilstede i råvarene. Dersom man derimot lagrer maten en tid etter varmebehandlingen, kan noen få overlevende bakterier ha vokst til høy konsentrasjon, spesielt dersom temperaturen har vært høy og konkurrerende bakterier er fjernet i varmebehandlingen. *L.m.* kan også tilføres maten fra personer, produksjonsutstyr og omgivelser *etter* varmebehandlingen, for eksempel via nedkjølingsutstyr, produksjonsmiljø og ingredienser som tilsettes etter at varmebehandlingen er fullført. Bakterier som på denne måten rekontaminerer de ferdig varmebehandlede produktene, vil kunne vokse like raskt eller raskere i matvaren enn bakteriene som har overlevd varmebehandling. Studier med kjøttprodukter har vist at det er i denne typen produkter veksten av *L.m.* er raskest, i noen tilfeller nesten like rask som vekst i optimalt dyrkingsmedium (T. Skjerdal et al., 2010).

4.4.3.2 Temperering

Det anbefales ofte å temperere sushi og sashimi en tid (0,5-6 timer) for å få en bedre smaksopplevelse. Romtemperatur i seks timer er tilstrekkelig for en 5-10-dobling av *L.m.* konsentrasjonen i rå fisk, dvs. i sashimi. For sushi er veksten mindre pga. syren i risen (se nedenfor), men konsentrasjonen kan øke opp mot 4-5 ganger (Taran Skjerdal et al., 2014).

4.4.3.3 Konserveringsmidler

Konserveringsmidler tilsettes for å hindre vekst av uønskede bakterier. Slike midler har den ønskede virkningen i mange produkter, men dersom de er ujevnt fordelt i matvaren, for eksempel dersom matvaren bare er dyppet i en lake og deretter skåret opp, er det bare noen områder som har tilstrekkelig høy konsentrasjon av tilsetningsstoffer til å hindre vekst. Konserveringsmidler kan i slike tilfeller gi en falsk trygghet. Risen i sushi syremarineres med eddik. Dette er i seg selv et konserveringsmiddel. Det er funnet at veksthastigheten til *L.m.* er betydelig raskere i sushi dersom *L.m.* tilføres på fiskesiden som ligger fra risen enn om den tilføres på siden som ligger mot risen (Skjerdal et al 2014).

4.4.3.4 Høytrykksbehandling

Nye konserveringsmetoder, slik som høytrykksbehandling med trykk på 400-600 MPa, har vist seg svært effektive for å redusere konsentrasjonen av *L.m.* i mat, men også her mister man effekten så snart trykkbehandlingen er over (Bover-Cid, Belletti, Garriga, & Aymerich, 2011; Guðbjörnsdóttir, Jónsson, Hafsteinsson, & Heinz, 2010). De få bakteriene som har overlevd, kan begynne å vokse igjen etter en lagfase. Det skal nevnes at høytrykksbehandling reduserer antallet *L.m.* så mye at det vil ta tid før bakterien kommer opp i samme antall som det var i matvaren før trykkbehandlingen, men siden høytrykksbehandling ofte kombineres med en betydelig lenger lagringstid etter behandlingen, kan man ikke utelukke at bakterien kan vokse til høy konsentrasjon også i slike tilfeller. Basert på studier av Stratakos et al (2016) er det er foreslått at høytrykksbehandling er egnet til behandling av mat til spesielt utsatte forbrukere, og lett kan installeres på et sykehuskjøkken. I slike tilfeller kan maten trykkbehandles som et dekontamineringstrinn, uten etterfølgende lagringstid, og dermed gjøre mat som ellers er forbundet med høy risiko for listeriose trygg også for utsatte forbrukere.

4.4.3.5 Lagring i beskyttende atmosfære

Pakking i beskyttende atmosfære, også omtalt som modifisert atmosfære, reduserer veksthastigheten til *L.m.* Virkningen er avhengig av at det er tilstrekkelig CO_2 etter at gassen er absorbert i produktet, noe som avhenger av konsentrasjonen i tilført gass og gass:produkt-forholdet. Det er også her observert i praktiske forsøk at luften i enkelte tilfeller bare delvis erstattes med beskyttende atmosfære, og at mat eller annet materiale i sveisen av emballasjen fører til tap av den beskyttende atmosfæren, slik at luft kommer til. Etter

åpning av pakningen er det heller ingen virkning igjen av CO_2 atmosfæren. Dette gjør at virkingen av MA blir borte, og veksten av *L.m.* blir som om produktet var pakket i luft.

4.4.3.6 Fryselagring og fullsalting

Alle marine fiskeslag unntatt laks og ørret fra oppdrett, skal fryses før de brukes til sushi, for å drepe parasitter. Fryselagring har liten eller ingen drepende effekt på *L.m., men L.m.* vokser heller ikke ved fryselagring. Eventuell fryselagringstid kan derfor regnes som prosesseringstrinn der *L.m.*-konsentrasjonen holdes konstant, uansett hvor lang fryselagringstiden er. Bakterien overlever slike betingelser, og kan begynne å vokse igjen etter tining og utvanning eller blanding med mindre salte matvarer. Det trengs vanligvis en lagfase før bakterien begynner å vokse i slike tilfeller, men dersom matvaren lagres tilstrekkelig lenge, kan konsentrasjonen bli høy.

4.4.3.7 Konklusjon på betydning av prosessering og lagring for L. m.

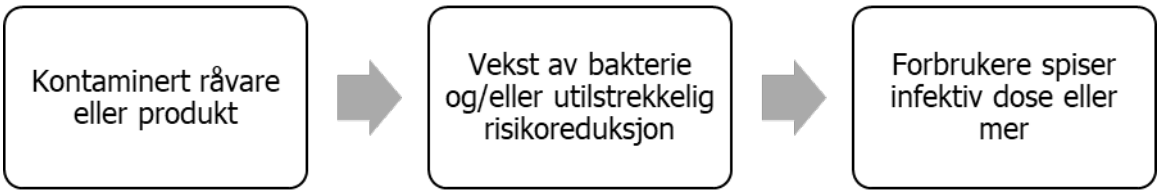
Kjernen i eksemplene over er at noen prosesseringstrinn kan være nyttige med hensyn til å kontrollere *L.m.*, men man kan ikke ta det for gitt at bakterien fjernes fullstendig ved prosessering. Gode internkontrollsystemer hos produsenten er nødvendig for å sikre at man får så god effekt som mulig av de ulike prosesseringstrinnene, og godt renhold, spesielt i sonene etter ev. listeriareduserende prosesstrinn, er viktig for å hindre rekontaminering av matvaren. For fisk til sushi og sashimi er det få listeriareduserende prosesseringstrinn, og hygieniske forhold samt god kjølekjede er ekstra viktig for mattryggheten.

Lagringstemperaturen er, som nevnt i tidligere kapitler, meget viktig for hvor raskt *L.m.* vokser i matvarer. I retningslinjene for spiseferdige matvarer er det krav om at man som grunnlag for risikovurderingen skal anvende realistiske tid-temperaturforhold i produksjon, distribusjon og hos forbruker. Det er kjent at kjøleskaptemperatur ofte er høyere enn 4° C, og at eldre og andre utsatte forbrukere ofte lagrer mat og matrester lenge både i kjøleskap og utenfor kjøleskap (Kapperud, 2000). Andre forbrukere kan bevisst velge å temperere maten noen timer for å få en bedre smaksopplevelse. Uansett hva årsaken måtte være til at mat lagres ved høy temperatur, er virkningen i mange tilfeller at *L.m.* kan vokse, og sannsynligheten for sykdom blir derfor større.

Erfaring fra risikovurdering og utbruddsoppklaring tilsier at høy konsentrasjon av *L.m.* forekommer når det er *svikt* i prosessering og håndtering, når prosesseringen bare virker på en del av næringsmiddelet, når maten rekontamineres, og matvaren etter prosesseringen i tillegg lagres ved tid-temperaturforhold som gir overlevende og tilførte *L.m.* anledning til å vokse til høy konsentrasjon. Dette er årsaken til at spiseferdig mat, som kjennetegnes nettopp ved at den lagres en tid etter prosessering, er så sterkt vektlagt i lovverket.

4.4.4 Forhold som har ført til sykdomsutbrudd, karakteriske trekk

De fleste listeriosetilfeller skjer når flere uheldige hendelser skjer samtidig (Buchanan et al., 2017). Risikovurdering av matbåren sykdom innebærer derfor å se på alle trinn i kjeden fra produksjon, prosessering, oppbevaring til tilberedning og konsum for å finne mulige årsaker til at konsentrasjonen av bakterien blir så høy at forbrukeren kan utvikle sykdom. En forenklet oversikt over disse er vist i Figur 4-4.



Figur 4-4. Forhold som har ført til sykdomsutbrudd.

En matvare som ikke i utgangspunktet er kontaminert med *L.m.*, kan ikke gi listeriose. Dersom en matvare er kontaminert, prosessering ikke dreper bakterien, råvarer og produkter har mellomlagringsperioder der *L.m.* vokser, og en utsatt forbruker spiser en tilstrekkelig stor porsjon, er det et sammenfall av uheldige hendelser som fører til sykdom. Selv om slike hendelser kan skje, er det ikke så ofte slike hendelser sammenfaller. Tilsvarende, dersom en matvare er kontaminert med et lavt antall *L.m.*, og lagres ved optimale kjølebetingelser i kort tid (avhengig av næringsmiddel), vil den totale dosen bare øke litt i forhold til mengden som var i matvaren i utgangspunktet. En forbruker vil da ikke få i seg noen stor dose. Dersom forbrukeren i tillegg er voksen og frisk, skal det vanligvis en betydelig eller gjentagende dose til før vedkommende utvikler sykdom. Sannsynligheten er da liten for at forbrukeren skal bli syk.

4.4.5 Betydning av tidspunkt for kontaminering

Sjømat som skal produseres til sushi og sashimi kan kontamineres på flere steder i kjeden:

- Ved fangst av villfanget fisk og slakting av oppdrettsfisk og levende lagret fisk
- Ved primærprosessering før pakking og utsending fra fabrikken
- Ved krysskontaminering av kjølt fisk i butikk
- Ved tilberedning av sushi og sashimi hos forbruker eller profesjonell aktør
- Ved kryssforurensning mellom sushi og sashimibiter på ferdige sushibrett. Sannsynligheten for dette øker jo mer væske det er i ingrediensene (Lunestad & Skjerdal, 2008)

Generelt, vil *L.m.* som tilføres tidlig i prosesseringskjeden kunne vokse til høyere konsentrasjoner enn *L.m.* som tilføres sent. Dette gjelder spesielt dersom sjømaten lagres uten tilstrekkelig kjøling, og i særdeleshet dersom den lagres en tid som fersk før den

prosesseres til sushi. Tiden fra kontaminering til nedkjøling er også vesentlig. Fisk som villfanges, og lagres uten kjøling fram til levering på et anlegg for prosessering, vil kunne få høye konsentrasjoner av *L.m.* allerede i dette trinnet. Det er uklart hvor mye fisk som brukes til sushi som kommer fra fangst med utilstrekkelig kjøling, men man kan ikke utelukke det. For sjømat med ukjent opprinnelse, eller produsert under dårlige prosesshygieniske forhold, og/eller dårlige kjølemuligheter, legges det i denne vurderingen til grunn at lagringen kan ha skjedd ved forhold som kan ha gitt betydelig vekst av *L.m,* eller kontaminering med høyt antall *L.m.*

For sjømat som kontamineres ved eller etter tilberedning til sushi, vil *L.m*. ha dårligere vekstforhold, og fisken ha kort holdbarhetstid. Kontaminering på dette trinnet anses derfor som mindre risikofylt. Et viktig unntak er imidlertid sashimi, og brett der sashimi og sushi settes sammen. Her vil det kunne skje vekst i sashimibitene, som kan smitte over på sushibitene. I studiet av sushibrett gjort av Lunestad og Skjerdal (2008), ble det i tre tilfeller funnet *Listeria* spp. i flere biter fra ulike fiskeslag på samme sushibrett. Det var svært lav forekomst av *L.m.* i brettene som ble undersøkt, og det virker derfor mest sannsynlig at det har skjedd en krysskontaminering mellom bitene enten ved tilberedning eller ved overføring mellom bitene i brettet ved at væskeslippet fra en kontaminert bit har blitt overført til nye biter ved lagring og transport. Sashimi slipper mer væske ved lagring enn sushi, da det ikke er ris som tar opp væskefraksjonen som frigis fra fiskebitene.

4.5 Akseptabelt nivå i mat

Lovgivningen for mat vektlegger at det er produsentenes ansvar å sikre trygg mat. Det innebærer at de skal gjøre risikovurdering av egne produkter der slik vurdering er nødvendig. I tråd med dette gis det svært få grenseverdier for patogener i lovverket. For *L.m.* i spiseferdige produkter er det imidlertid gitt spesifikke kriterier, noe som gjenspeiler at det er stor oppmerksomhet rettet mot dette området. EUs mikrobiologiske kriterier, som Norge har implementert i sitt regelverk (EC, 2005) for *L.m.,* er:

- I spiseklare næringsmidler som er laget for småbarn (infants) eller for spesielle medisinske formål (special medical purposes), skal *L.m.* ikke kunne påvises i 10 x 25 g prøvemateriale uansett vekstbetingelser i næringsmiddelet.
- For spiseklare næringsmidler beregnet for andre grupper, varierer kriteriene avhengig av om produktet har egenskaper som tillater vekst av bakterien:
    - For spiseklare næringsmidler der bakterien ikke kan vokse, skal nivået være mindre enn 2 log cfu/g gjennom hele holdbarhetstiden for produktet.
    - For spiseklare produkter som understøtter vekst av *L.m.*, skal bakterien ikke kunne påvises i 5 x 25 g prøvemateriale på det tidspunkt varen forlater produksjonsanlegget med mindre produsenten på en tilfredsstillende måte kan

dokumentere at nivået uansett ikke vil overskride 2 log cfu/g i løpet av holdbarhetstiden.

Grenseverdien på 2 log cfu/g er satt på grunnlag av grundig risikovurdering. Denne grenseverdien betyr at 100 cfu/g er konsentrasjon av *L.m.* som gjør at antall sykdomstilfeller vil holde seg under det man som samfunn aksepterer, kalt "acceptable level of protection – ALOP" (Gorris, 2005) dersom dette kriteriet følges.

I den industrialiserte del av verden blir det utført et omfattende arbeid av næringsmiddelvirksomheter og tilsynsmyndigheter for å unngå omsetning av matvarer kontaminert med *L.m.* I Norge og i mange andre land blir det gitt helseråd til grupper i befolkningen som er spesielt utsatt for listeriose.

Konsumentene kan beskytte seg ved å følge instruksjonene om oppbevaring og respektere holdbarhetstiden, siden *L.m.* er i stand til å formere seg ved kjølelagring. Utsatte grupper i befolkningen blir rådet til å unngå en del næringsmidler fullstendig (FHI, 2019a). En undersøkelse fra Storbritannia viste at holdbarhetstiden ble ignorert i enkelte befolkningsgrupper som er utsatt for listeriose (Milne, 2011).

5 Eksponering

I denne vurderingen har vi hatt som mål å undersøke risiko for utvikling av listeriose hos gravide og andre utsatte grupper ved konsum av sushi. Dose-responsmodeller, basert på omfattende modellering og risikovurdering, tilsier at antall sykdomstilfeller øker hos de mest utsatte forbrukerne når konsentrasjonen av *L.m.* overstiger 3 log/g i produktet som spises (Figur 4-1), forutsatt at porsjonsstørrelsen er 50-100 g. For personer uten underliggende sykdommer i aldersgruppen 10-65 år er tilsvarende konsentrasjon 5 log/g (Buchanan et al., 2017; De Cesare et al., 2018; Lindqvist & Westoo, 2000; Pouillot et al., 2016). *Listeria* kan være svært ulikt fordelt i en produksjonsbatch. Det er derfor fullt mulig at en batch oppfyller kriteriet om maksimum 2 log cfu/g målt i fem prøver (se over), samtidig som en liten del av partiet har mer enn 3 log cfu/g eller sågar 5 log cfu/g. I denne vurderingen har vi lagt til grunn at sushi av sjømat, med realistiske konsentrasjoner av *L.m.* ved kontaminering og realistiske lagringshold ikke skal overstige 3 log cfu/g når sushien spises. Dersom den spiste porsjonsstørrelsen er 100 gram sushi, vil terskelverdien for økt sannsynlighet for listeriose hos utsatte forbrukere ikke overskrides (se 4.2.3).

Data om forbruk og realistiske lagringsforhold på alle trinn i kjeden osv. er mangelfulle. Derfor vurderer vi ikke risiko for sykdom, men har i tråd med gjeldende metodikk som beskrevet i Codex Alimentarius (FAO & WHO, 2014) og annen litteratur (Hamouda et al., 2016; Nauta, 2002; Reij & van Schothorst, 2000), satt opp realistiske scenarier som gir minst, middels og best forhold for vekst av *L.m.* Konsentrasjonen av *L.m.* i sushi som spises er estimert for hvert av scenariene. Sjømat som har potensiale til å overskride terskelverdien for økt sannsynlighet for infeksjon hos gravide og andre utsatte grupper innenfor

holdbarhetstiden, er satt på listen over risikoråvarer og produkter. Denne framgangsmåten er valgt for å vise hvilke kombinasjoner av forskjellige faktorer som kan føre til overskridelsen av en dose som anses som tilstrekkelig for å forårsake sykdom hos utsatte grupper. Det er også mange andre faktorer som påvirker sannsynlighet for utvikling av sykdom, slik at det ansees ikke mulig å vurdere denne risikoen. Det varierer noe fra råvare til råvare hva som påvirker beste og verste scenarium. Der det finnes data for hvordan temperatur påvirker veksthastigheten til *L.m*, er temperatur tatt med i scenariene i tillegg til variasjon i tid og veksthastighet (slike data finnes for laks). For andre råvarer, der korrelasjon mellom temperatur og veksthastighet ikke er like godt kjent, er det valgt å bruke faste temperaturer og lagringstider, og bare lagt inn variasjon i veksthastighet. For importerte varer, der det ikke er kjent hvordan disse har vært lagret fram til mottak i Norge, er det satt opp en «samlepott» av alle trinnene med en gitt temperatur. Usikkerhet som følge av datamangler og antagelser er beskrevet for hver scenario og i kapittel 7.

Ved beregning av totaldose i mat er det nødvendig å ta hensyn til vekst og reduksjon av *L.m.* i matvaren på alle trinn fra maten blir kontaminert med *L.m.* til den spises. Realistiske tid-temperatur-forhold bør legges til grunn for alle trinn i kjeden, dvs. ved prosessering, distribusjon, i butikk og hos forbruker eller annen frambyder av mat, herunder kiosker, restauranter og helseinstitusjoner som serverer spiseferdig mat.

Parametere for matvarer og prosesser inkludert i denne vurderingen, er godt definerte og egner seg til bruk av deterministiske modeller som bruker punktestimater for vurdering av beste-, verste- og mest sannsynlige scenarioer.

5.1 Prosessen for framstilling av sushi

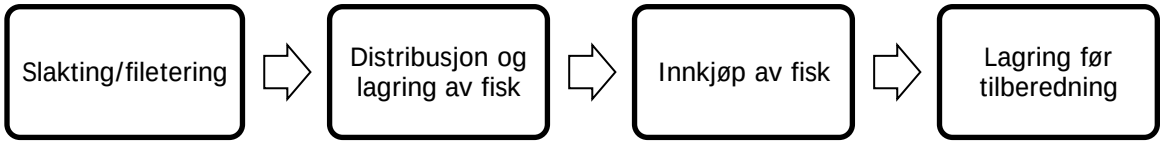
5.1.1 Råvarer

Råvarene er i hovedsak fisk eller annen sjømat som kuttes opp i skiver eller biter, ris som syremarineres, og andre ingredienser som tangblader, wasabi og ingefær. Hver av ingrediensene behandles ulikt.

Mye av råvarene som benyttes i sushirestaurantene hentes fra norskekysten enten direkte eller via grossist. En stor del importeres fra utlandet, tunfisk fra Australia og Sri Lanka, kingfish/hamachi fra Danmark, Australia og New Zealand, scampi fra Thailand og kamskjell fra Canada (Ryeng, 2011).

I flytskjemaet nedenfor (Figur 5-1) er det lagt vekt på hvordan fisken behandles. Fisk kan kontamineres med *L.m.* fra sjøvann, ved slakting eller videreforedling. Hvor stor andel av fiskepartiene som er kontaminert (prevalens), og hvor stor konsentrasjon, avhenger av prosesseringsmåte og hygieniske forhold. Det antas at villfanget og oppdrettet fisk har ulikt kontamineringspress fram til filetering. Importert fisk fra varmere farvann og fisk fra norske farvann kan ha ulik konsentrasjon av *L.m.*, men dette er lite kjent. Fangstmetode og lagringstemperatur fram til filetering er varierende for ulike arter og i ulike land;

lagringstemperaturen avhenger av kjølefasiliteter, avstand fra fangststed til prosesseringsanlegg, osv. Med mindre fisken er fryst, vil *L.m.* kunne vokse i fisken i distribusjonstiden. Konsentrasjonen i fisken frem til den tilberedes til sushi, avhenger av hvor raskt *L.m.* vokser i det aktuelle fiskeslaget, hvor lenge den lagres, og ved hvilken temperatur den lagres (O. Mejlholm & Dalgaard, 2007a).



Figur 5-1. Flytskjema for behandling av fisk til sushi

5.1.1.1 Råvarer - ris og øvrige ingredienser

Ris dyrkes, høstes og tørkes. Selv om *L.m.* vil kunne tilføres i denne prosessen, kokes risen før den tilberedes til sushi. Kontaminering og vekst av ukokt ris er derfor ikke tatt med. Noriblader inneholder tang, som kan ha vært kontaminert. De er imidlertid tørre før de brukes i sushi, og det vil derfor ikke skje noen vekst av *L.m.* som måtte være kommet til under produksjonen av bladene.

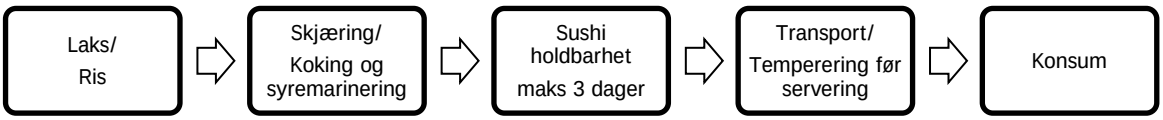
Wasabi er en grønn pasta som serveres i eller ved siden av sushi og sashimi bitene. Wasabi er en plante som tilhører *Brassicaceae* (korsblomst) familien som også inneholder raps, kål og pepperrot. Roten fra wasabi-planten har en ekstremt sterk smak og brukes som krydder i sushi. Ettersom wasabi er veldig vanskelig å dyrke og derfor ekstremt dyr, blir ofte etterligninger av krydderet brukt til sushi, selv på sushirestauranter. Wasabi som kjøpes ferdig på tube er oftest ikke lagd på wasabi-rot men av en blanding av pepperrot, sennep og grønt fargestoff. Wasabirot inneholder isothiocyanater som har en antimikrobiell effekt men ettersom ulike etterligninger ofte blir brukt kan man ikke regne med at man har den effekten i sushi (Dufour, Stahl, & Baysse, 2015).

Ingefær (gari) som er syltet i en løsning av eddik og sukker er et fast følge til sushi. Ingefær kan ha en viss antimikrobiell effekt men serveres ved siden av sushibitene og dreper derved ikke eventuelle patogene bakterier som finnes i fisken eller risen (Gupta & Ravishankar, 2005).

5.1.1.2 Tilberedning av sushi

Tilberedning av sushi består i å kutte fisk eller annen sjømat, koke, avkjøle og syremarinere ris, og sammensetning med andre råvarer (Figur 5-2). Dette innebærer betydelig håndtering,

og *L.m.* vil kunne tilføres.



Figur 5-2. Flytskjema for produksjon av sushi

Sushi kan tilberedes hjemme hos forbruker, på restaurant, i bedrift, eller i cateringvirksomheter. I de to første tilfellene spises gjerne sushien kort tid etter den er tilberedt, mens sushi i de to siste tilfellene vil legges på brett og lagres en tid før den spises.

For fiskeslag som brukes som sashimi, antas det at fisken kan kontamineres fra andre ingredienser på brettet, og vokse raskere i sashimien enn i sushibiten.

5.1.2 Fremgangsmåte i modellering

Modellen for estimering av *L.m.* konsentrasjon i sushi er delt i tre trinn. Disse beregnes hver for seg. Det er nødvendig å gjøre noen antagelser og forenklinger for å begrense omfanget av vurderingen og gjøre sammenligninger av sjømatingredienser mulig. Antagelser og data innhentet fra litteraturen er blitt brukt til å lage tre scenarier for mulig vekst av *L.m.* uten at det er gjort vurdering av sannsynlighet for forekomst av slike scenarier:

- Scenario “raskest vekst”: gir raskest vekst av *L.m.* og som for det meste representerer overskridelse av krav i regelverket
- Scenario “middels vekst”: overholder minstekrav i regelverket (høyest tillatt temperatur, lengst tillatt lagringstid osv.)
- Scenario “lavest vekst”: gir lavest påviselig vekst av *L.m.* og overholder krav i regelverket

Hvert trinn og tilhørende antagelser beskrives kort her, og i noe mer detalj for hver av råvarene.

Det første trinnet i modellen er **fangst eller slakting** (Figur 5-1). Temperaturforhold, hygienisk standard og forekomst av *L.m.* i miljøet påvirker sannsynlig startkonsentrasjon av *L.m.* i dette trinnet. Følgende kriterier er valgt for fastsetting av startkonsentrasjoner i denne vurderingen:

1. Dersom fisken slaktes i et anlegg med høy hygienisk standard, og det ikke er funnet *L.m.* i miljøprøver, legges det til grunn at startkonsentrasjonen er 0,04 cfu/g, dvs deteksjonsgrensen for kvalitativ påvisning med referansemetodene gitt av ISO og NMKL.
2. Dersom det er finnes *L.m.* i anlegget fra tid til annen, settes en startkonsentrasjon på 1 cfu/g, da studier av naturlig kontaminerte prøver fra anlegg med god hygiene har startkonsentrasjoner i denne størrelsesorden, se avsnitt 5.4.1 (Skjerdal et al. 2014). Dette scenariet er brukt med mindre annet er oppgitt.

3. Dersom fisken slaktes eller fanges i områder med *L.m.* i miljøet, uten god kjøling, og/eller det er mistanke om dårlige hygieneforhold, og/eller det er mistanke om juks eller lang lagringstid før fisken fryses eller eksporteres, settes startkonsentrasjonen til 10 cfu/g som er deteksjonsgrensen i referansemetoden (Mattilsynet, 2017; Warner, Timme, Lowell, & Hirshfield, 2013).

Det er ikke tatt hensyn til prevalens av *L.m.* i råvarer og sushi. Vurdering av hvor ofte utsatte forbrukere spiser sushi med høyere konsentrasjon enn terskelverdien for økt sannsynlighet for listeriose, kan derfor ikke gjøres. Men, vurdering av om et scenario med sannsynlig startkonsentrasjon og vekst ved gitte tid-temperaturforhold vil resultere i konsentrasjoner over terskelverdi, kan gjøres. EFSAs retningslinjer tilsier at dersom man oppnår klare resultater med deterministisk modellering basert på mest sannsynlige, beste og verste tilfeller, anses det ifølge EFSA (2018) som tilstrekkelig for å trekke konklusjoner. Data om prevalens er imidlertid tatt med i omtalen av hvert fiskeslag, og tatt hensyn til i vurderingen av hvert fiskeslag i svar på oppdrag.

Det neste trinnet er **lagring av råvaren** (fisk eller skalldyr) (Figur 5-1) fram til den tilberedes til sushi. *L.m.* kan vokse i denne perioden. I modellen er det antatt at veksten er eksponentiell allerede fra start, og at veksthastigheten for hvert enkelt fiskeslag bare varierer med lagringstemperatur. Det vil si at lag fasen ikke er inkludert i modelleringen. Veksthastigheten for hvert enkelt fiskeslag er funnet fra litteratur, eller ved å benytte FSSP (Food safety and spoilage predictor) ved å legge inn fiskens eller skalldyrets pH, vannaktivitet, eventuelle tilsetningsstoffer, pakkeatmosfære og lagringstemperatur. Disse benyttes som input-data i beregningsmodellen. Det tas ikke hensyn til hvor fisken lagres (f.eks. hos grossist eller i butikk), men til temperaturen fisken lagres ved i trinnene fra fangst/slakting fram til forbruker eller kommersiell tilbyder av sushi. I internasjonale retningslinjer for risikovurdering av spiseferdige produkter er temperaturregimet for lagring i slike kjeder satt med standardtemperaturer som skal brukes med mindre et land eller en virksomhet kan dokumentere bedre, dvs. kaldere, forhold. Fra 2019 er standardtemperaturene satt til 8 °C hos produsent og distribusjon, 7 °C i butikk og 12 °C hos forbruker (Beaufort et al.). Dette er basert på Europeiske overvåkningsprogrammer. Retningslinjen åpner for at hvert land kan tilpasse disse til egne forhold, gitt at det finnes dokumentasjon og at 95 % av målingene er på samme nivå eller kaldere enn grenseverdien som settes. I Norge er det tidligere valgt å sette temperaturen hos produsent, distributør og butikk til 4 °C, og hos forbruker til 8 °C (Taran Skjerdal et al., 2014; VKM et al., 2018) Det er gjort undersøkelser av temperaturer i kjøleskap i 46 husholdninger i Norge som viser gjennomsnittstemperaturer om natten fra 1,3 til 9,9 °C, med 5,6 °C som gjennomsnitt (Rossvoll et al., 2014). I en oversiktsartikkel over målinger av kjøleskapstemperatur internasjonalt, ble det for 5888 kjøleskap beregnet en gjennomsnittstemperatur på 6,1 °C, der temperaturen varierte mellom –1,5 °C og 16,1 °C (James, Onarinde, & James, 2017). En temperatur hos forbruker på 5-6 °C ville gitt mindre vekst av *L.m.* enn 8 °C. Det er likevel valgt å bruke 8 °C, siden en god del kjøleskap vil ha temperatur i dette området.

Det er samlet inn data som gir scenarier for laveste vekstforhold, middels og raskeste vekstforhold for *L.m*. Scenariene er satt opp ut fra hvilke data som finnes tilgjengelig for hver art. For laks og ørret er det tatt med scenarier ved andre temperaturer, da det finnes validerte modeller for omregning av veksthastighet ved ulike lagringstemperaturer. Omregningsmodellene er ikke like godt testet for andre fiskeslag, og data om hvilke temperaturer de er lagret på ved de ulike trinn fram til butikk, er ikke så godt kjent som for laks og ørret. Vurderingen for disse artene er derfor bare gjort ved 4 og 8°C.

Den laveste, middels og raskeste veksthastigheten er beregnet slik: For arter der pH kan variere, f.eks. fra 6,0-6,3, vil pH 6,0 gi lavest vekst, pH 6,3 gi høyest vekst og 6,15 middels vekst. For fiskeslag der pH varierer lite, eller variasjonen er ukjent, er det lagt inn variasjon i veksthastigheten på +/- 10 prosent i forhold til den mest sannsynlige veksten.

Lagringstiden på hvert trinn med variasjoner i tid-temperatur-forhold er tatt med der det er sekundærmodeller for sammenhenger mellom veksthastighet og temperatur.

I tilfeller der det brukes ulike pakkemetoder, er veksthastigheten for MA-pakket sjømat, gitt 50 % CO_2 i pakkegassen, lagt inn som scenarium for minst vekst, og luftpakket som middels vekst. Måten denne differensieringen er gjort på varierer noe fra fiskeslag til fiskeslag og fra modell til modell. I alle tilfellene har hensikten vært å bygge inn så realistiske scenarioer som mulig, for slik å fange opp råvarer som gir sushi med større risiko for listeriose enn andre.

Følgende forhold er ikke tatt med i vurderingen: Fryselagring gir ikke vekst, men dreper heller ikke *L.m.* Fryselagringsperioder er derfor ikke tatt med i tidsrekken. Krysskontaminering er ikke tatt med i råvareleddet, da kontaminering ved slakting, filetering, slicing etc. dekkes opp av startkonsentrasjonen, og fordi fordeling av kontaminasjon mellom biter innenfor det samme måltidet, etter slik prosessering, bare er en transport av *L.m.*, ikke en netto økning av antallet. Det er ellers lagt til grunn at råvarene til sushi lagres separat, slik at det ikke skjer noen krysskontaminering mellom ulike råvarer før tilberedning av sushi. Endringer i pH i fisk og skalldyr i løpet av lagringen er ikke tatt hensyn til. Dette skyldes dels at det er kontamineringen tidlig i kjeden som vil få lengst tid og best forhold til å vokse, og dels at det ville kreve betydelig mer omfattende modellering å ta hensyn til pH endringer underveis for hvert enkelt fiskeslag.

Det tredje trinnet i modellen er fra **tilberedning av sushi til konsum** (Figur 5-2). Fisk og skalldyr settes her sammen med syremarinert ris, slik at fisk og skalldyr får lavere pH. Dette reduserer veksthastigheten, og forskjeller i vekst mellom ulike råvarer blir mindre, som vist for sushi av laks og kveite av (Lorentzen et al., 2012) og Skjerdal et al. (2014). Det er derfor antatt at veksthastigheten til *L.m.* i sushi er lik for alle fisk- og skalldyrarter, slik at det er lagringstid og temperatur som varierer. Imidlertid er det kjent at *L.m.* vokser ulikt raskt om den er mellom fisken og risen, eller på fiskesiden som ikke er i kontakt med risen. Det er derfor lagt inn variasjon av veksthastigheten i modellen for å ta høyde for dette inkludert tempereringstid.

Ferdige sushibrett og sushi som tilberedes rett før bruk er vurdert hver for seg. I ferdige sushibrett er det gjort en kvalitativ vurdering av krysskontaminering. Dersom det er sashimi på brettet, kan det være vekst i denne selv om veksten i sushibitene er beskjeden. *L.m.* kan overføres mellom bitene via væskeslipp, slik at kontaminert sashimi kan kontaminere sushibitene, selv om de i utgangspunktet ikke var kontaminert. Dette er tatt med i sluttvurderingen, men ikke i selve modellen.

Det tredje trinnet i modellen er fra **tilberedning av sushi til konsum** (Figur 5-2). Fisk og skalldyr settes her sammen med syremarinert ris, slik at fisk og skalldyr får lavere pH. Dette reduserer veksthastigheten, og forskjeller i vekst mellom ulike råvarer blir mindre, som vist for sushi av laks og kveite (Lorentzen et al., 2012). Det er derfor antatt at veksthastigheten til *L.m.* i sushi er lik for alle fisk- og skalldyrarter, slik at det er lagringstid og temperatur som varierer. Imidlertid er det kjent at *L.m.* vokser med ulik hastighet om den er mellom fisken og risen, eller på fiskesiden som ikke er i kontakt med risen. Det er derfor lagt inn variasjon av veksthastigheten i modellen for å ta høyde for dette inkludert tempereringstid.

Ferdige sushibrett og sushi som tilberedes rett før bruk, er vurdert hver for seg. I ferdige sushibrett er det gjort en kvalitativ vurdering av krysskontaminering. Dersom det er sashimi på brettet, kan det være vekst i denne selv om veksten i sushibitene på samme brett er beskjeden. *L.m.* kan overføres mellom bitene via væskeslipp, slik at kontaminert sashimi kan kontaminere sushibitene, selv om de i utgangspunktet ikke var kontaminert. Dette er tatt med i sluttvurderingen, men ikke i selve modellen.

Tolking av predikerte data: Dersom modellen viser sannsynlighet for at produktet kan inneholde konsentrasjoner over 3 log cfu/g, gitt porsjonsstørrelse på 100 g, anses produktet som et risikoprodukt for utsatte grupper, i tråd med gjeldende dose-respons-modeller (Buchanan et al., 2017; Pouillot et al., 2015). Denne grenseverdien er angitt i figurene. For produkter som anses som risikoprodukter, vurderes det, ved bruk av modellen, om tiltak som å oppbevare ved kjøleskaptemperatur <4 °C hos forbruker, å kun spise små mengder av matvaren eller å velge type sushi-produkter med mindre potensiale for kontaminering reduserer sannsynlighet for listeriose.

5.2 Forekomst av *L.m.*

5.2.1 Forhold som påvirker forekomst og konsentrasjon

Bakteriefloraen på sjømat varierer med leveområde; saltvann, ferskvann, om fisken lever pelagisk eller ved bunnen. Det påvirkes også av indre faktorer slik som vannaktivitet, pH, lufttilgang og næringsstoff samt ytre faktorer som fangstmetode, behandling/håndtering av fangst, temperatur, biologiske strukturer og forpakning (gass for eksempel). Hvis fisken stresses før slakt, så får man redusert glykogennivå, og *rigor mortis* inntrer svært tidlig og fører til en høyere *post mortem* pH. Hvis derimot fisken ikke stresses og energinivået er høyt på slaktetidspunktet, så inntrer ikke *rigor mortis* før 20-30 timer etter slakting, og dette vil øke kvaliteten på fisken og forlenge holdbarhetstiden. *Post mortem* pH-forandringer påvirkes

av glykogenlageret i muskelen ved slakting. Fisk har generelt et lavt nivå av glykogen i musklene sammenlignet med kjøtt. Økning i pH ved lagring har sammenheng med bakterievekst og frigjøring av basiske aminer. pH er generelt lavere for oppdrettsfisk enn for villfanget fisk og vil også variere med sesong for oppdrettsfisk (ikke funnet for villfanget fisk). Endelig pH er ikke bare avhengig av laktatnivået, men også av pH-bufferkapasiteten av muskelvevet. Pelagisk fisk, for eksempel tunfisk, har en veldig høy pH-bufferkapasitet og har også høye nivåer av histidin (Hansen & Eie, 2003).

Litteraturgjennomgangen ga bare begrenset informasjon om forekomst av *L.m.* i sushi og i flere av fiskeslagene som brukes til sushi. Veksthastigheten til *L.m.* i ferdig sushi er noe mer undersøkt enn veksten i fiskefilet uten tilsetninger, dvs. at usikkerheten i vurderingen til en stor del henger sammen med hvordan de ulike fiskeslagene produseres, prosesseres og lagres før de tilberedes til sushi.

Startkonsentrasjon av *L.m.* på fisk vil påvirke senere konsentrasjon. Hygienenivå i bedrift ved prosessering kan påvirke risiko for krysskontaminering og også nivåer som overføres til produkt. Særlig slicing øker sannsynlighet for kontaminering. Dersom slicing er tidlig i prosessen etterfulgt av lagringstrinn, vil dette kunne gi vekst og høyere konsentrasjon av *L.m.*, enn om slicing utføres rett før konsum (4.4.5).

All tid mellom fangst/slakting og konsum der fisk ikke er fryst kan gi vekst og økt konsentrasjon av *L.m.* Temperatur, pH og forekomst av organiske syrer kan påvirke vekst av *L.m.*

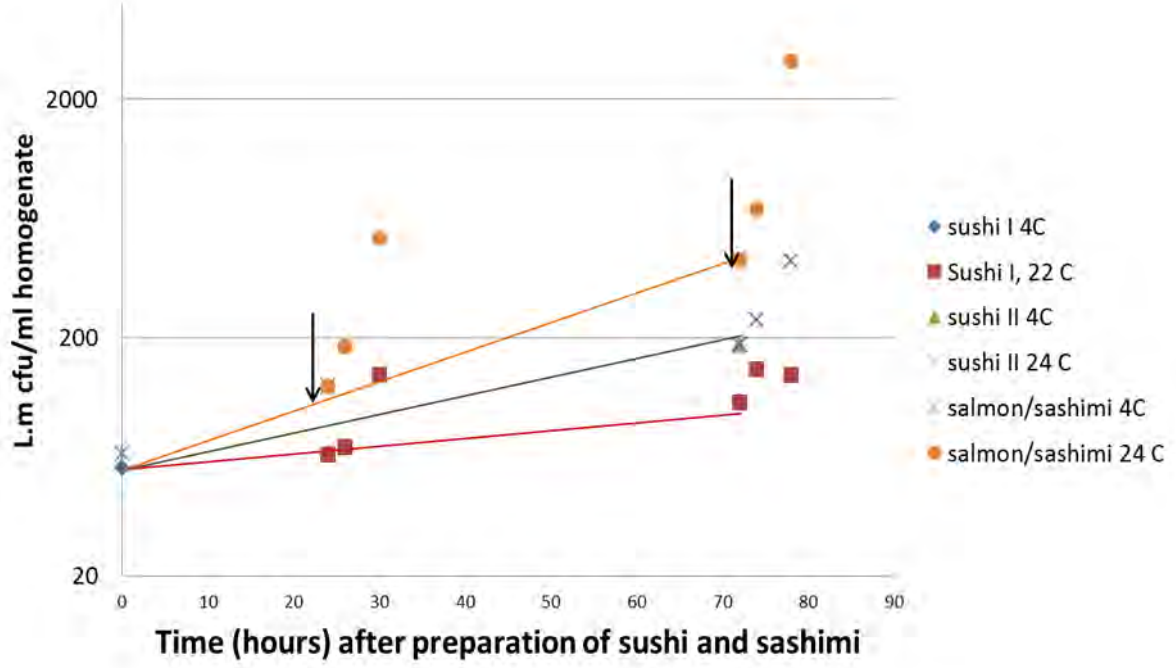
Ifølge Baseline-undersøkelsen hadde andre fiskeslag lavere prevalens for *L.m.* enn laks. Når det gjaldt forekomst >100/g, var det ikke forskjell mellom fiskeslag (EFSA, 2013a).

5.3 Modellering

5.3.1 Laks

Laks brukes både som sashimi og i ulike former for sushi. Laks som brukes, er oppdrettslaks fra Norge. Laks slaktes og fileteres og loin/filet brukes til sashimi eller sushi. I motsetning til andre typer fisk som brukes til sushi, er det ikke krav til frysing av oppdrettet laks og ørret. Det er begrenset med data på kvantitativ forekomst av *L.m.* i rå laks sammenlignet med røyket og gravet laks som anses som risikoprodukter og er knyttet til flere utbrudd av listeriose. I en studie av naturlig kontaminert rå laks var konsentrasjonen av alle 8 batcher <10 cfu/g på produksjonsdagen. Lagring ved 4 °C førte til opptil 3000 cfu/g etter 14 dager i enkelte batcher. Ved lagring ved 10 °C var det opptil 50 000 cfu/g etter 7 dagers lagring (Taran Skjerdal et al., 2014). Startkonsentrasjonen av *L.m.* i lakseprøvene ble estimert i denne studien ved å ekstrapolere konsentrasjonen tilbake til prosesseringsdag fra tidspunktet det var kvantifiserbar konsentrasjon av *L.m.* Det ble funnet konsentrasjoner i området 0,003-10 cfu/g, med 75 av prøvene mellom 0,1-1 cfu/g. Doblingstiden ved 4 °C ble estimert til 38-42 timer, og ved 10 °C til 25 timer. Dette er noe langsommere vekst enn

predikert med FSSP, der doblingstiden for 4 og 10 °C var hhv. 33 og 10 timer. Veksthastigheten til *L.m.* i sushi ved kjølelagring og temperering ble også beregnet i denne studien. Figur 5-3 nedenfor viser at veksten var betydelig raskere ved temperering enn ved kjølelagring, at veksten er raskere i sashimi enn i sushi, og at veksten i sushi er raskere om *L.m.* tilføres i grenseflaten mellom risen og fisken, eller på fisken som snur bort fra risen.



Figur 5-3. Vekst av *L.m.* i sushi og sashimi laget av fersk laks (Taran Skjerdal et al., 2014). Sushi I er sushi der *L.m.* ble tilført mellom laksen og den syremarinerte risen, Sushi II er sushi der *L.m.* ble tilført oppå laksebiten, bort fra risen.

Data fra alle undersøkelsene i studien ble satt sammen, og «performance objectives» ut fra tiltenkt bruk av fisken ble beregnet, dvs. hvilken startkonsentrasjon man kan ha uten at grenseverdien i lovverket på 100 cfu/g i sluttproduktet overskrides. Om lagringstiden før tilberedning til sushi begrenses til en uke, og temperaturen er maksimum 4 °C, vil sluttkonsentrasjonen i sushi, ifølge denne studien, ikke overstige 100 cfu/g dersom startkonsentrasjonen er 2 cfu/g eller lavere. For fisk som skal brukes til sashimi etter en ukes lagring ved 4 °C, er startkonsentrasjon på 0,5 cfu/g nødvendig. Dersom lagringstiden ved 4 °C før tilberedning av sushi eller sashimi er opp mot to uker, er fravær i 25 gram nødvendig for å unngå konsentrasjoner over 100 cfu/g, ifølge vurderingene i Skjerdal et al. (2014).

I en annen undersøkelse hvor *L.m.* ble tilsatt sløyd atlantisk laks, var tiden for at *L.m.* skulle øke 2 $\log_{10}$ cfu/g: 802 timer (33 døgn), 261 timer (11 døgn), 94 timer (4 døgn) og 25 timer (1 døgn), ved henholdsvis 0, 5, 10 and 15 °C (Churchill, Fernandez-Piquer, Powell, & Tamplin, 2016).

5.3.1.1 Input-data

Veksthastighetene i laks som råvare og laks i sushi (Skjerdal et al. (2014)) er brukt som input parametere i modellen. For å ta høyde for heterogenitet i laks og sushi er det lagt inn variabilitet i veksthastighetene på +/- 10 %. For omregning av veksthastighet fra en temperatur til en annen er modellen angitt av Beaufort et al.

$Rate_{max} = Rate_{max\text{-}ref} * (T-T_{min})^2 * (T_{ref}-T_{min})^2$

- $Rate_{max\text{-}ref}$: growth at reference temperature
- $Rate_{max}$: growth rate at temperature
- T_{min}: minimal gorwht temp for L. m (-1.5 °C):

Valgte lagringsregimer for minst, mest sannsynlig og mest vekst er gitt i tabell 5-1. Flere kombinasjoner av tid og temperatur kan undersøkes ved hjelp av «Listeriakalkulatoren», som bygger på de samme data som i denne vurderingen http://apps.vetinst.no/listeriakalkulator/

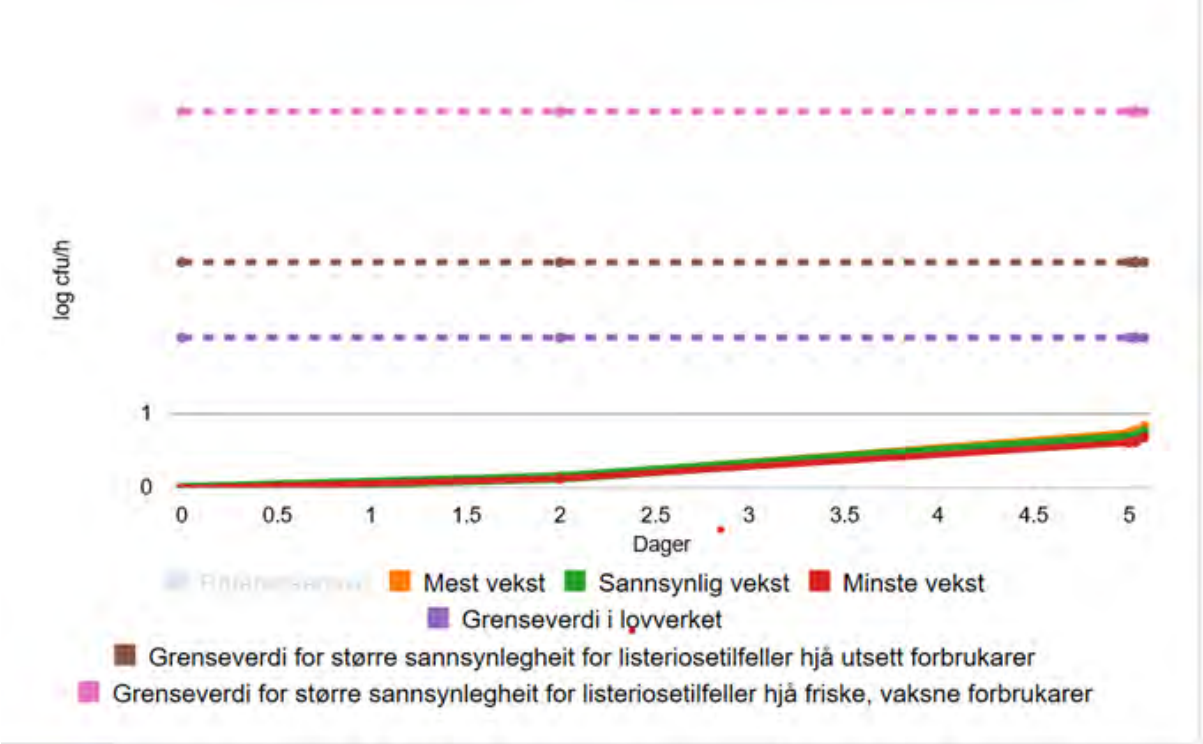
Tabell 5-1. Innput data for modellering av sushi tilberedt av laks

Trinn		Tid	°C
Råvare			
Fangst og nedkjøling		<3 t	4
Lagring og distribusjon fra filletering til butikk		2/2/4 dager	2/4/6
Lagring i butikken/storkjøkken		3/7/9 dager	4/4/6
Tilberedning av sushi hjemme			
Salg i butikken			
Transport hjem		1/3/5 timer	7/10/15
Lagring hjemme før tilberedning		0/5/72 t	8
	Tilberedning av sushi brett		
	Transport til butikk	2t	4
Lagring av ferdig sushi	**Lagring av ferdig sushi**	0/24/72 t	4/8/8
Temperering før konsum	**Temperering før konsum**	0/2/6 timer	22

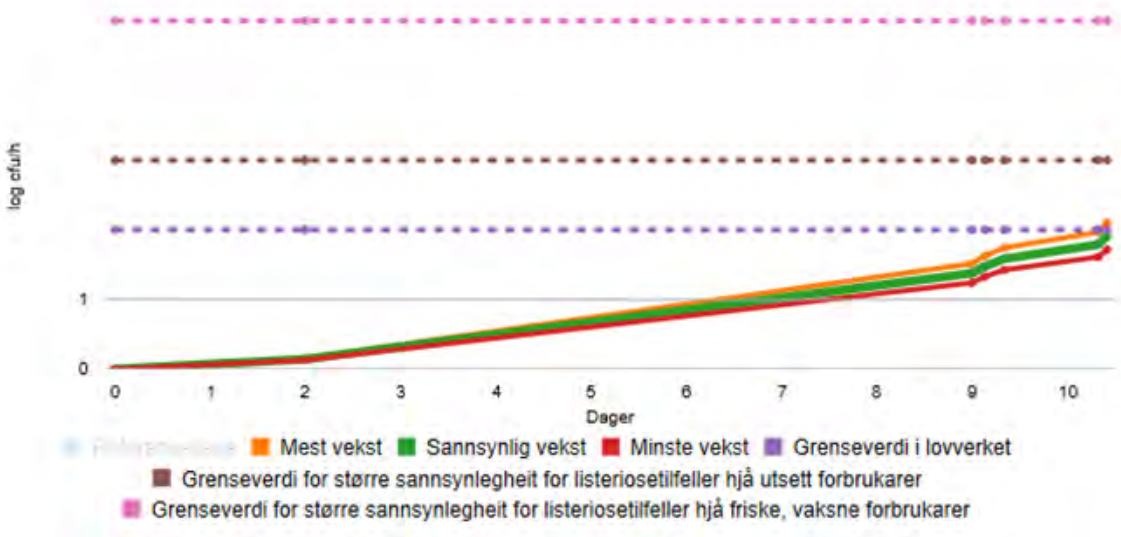
Modellen for laks og ørret er noe mer omfattende enn for øvrige fiskeslag, da det finnes tilgjengelige måledata for veksthastighet og en validert modell for omregning av vekst fra en temperatur til annen (Beaufort et al.). Effekten av avvikende temperatur i de ulike trinnene har derfor blitt bygget inn i modellen.

5.3.1.2 Resultater av modellering

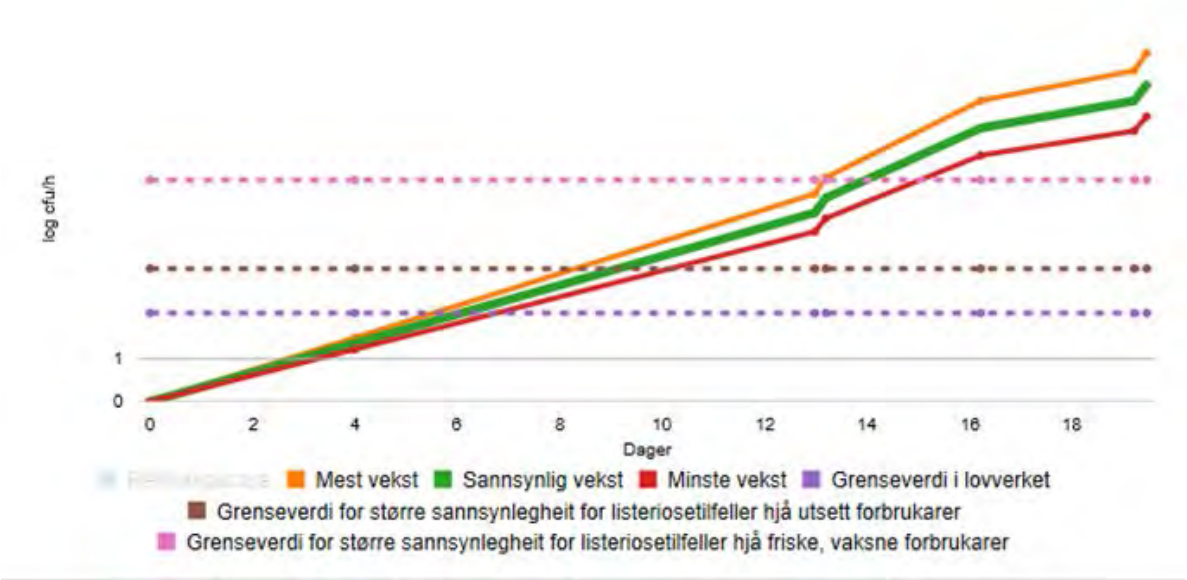
Estimerte konsentrasjoner for de tre lagringsscenariene er gitt nedenfor:



Figur 5-4. Estimert konsentrasjon ved forhold som gir lavest vekst av *L.m.* i laks og sushi av laks. Antatt kontamineringssted er i ved prosessering av rå fisk og startkonsentrasjon er 1 cfu/g. Bildet er output figuren fra http://apps.vetinst.no/listeriakalkulator/



Figur 5-5. Estimert konsentrasjon ved forhold som gir middels vekst av *L.m.* i laks og sushi av laks



Figur 5-6. Estimert konsentrasjon ved forhold som gir raskest vekst av *L.m.* i laks og sushi av laks

Lagringsscenariene med lavest og middels vekst (Figur 5-4 og Figur 5-5), det vil si god temperaturkontroll og lagringstider godt innenfor marginen til holdbarhetsdato, overskrider ikke terskelverdi for økt sannsynlighet for infeksjon hos utsatte forbrukere. I det siste scenariet er det lagt inn maksimum lagringstider og noe for høy lagringstemperatur i alle ledd. Dette scenariet gir betydelig vekst av *L.m.,* og terskelverdien for økt sannsynlighet for listeriose overskrides (Figur 5-6).

I disse scenariene er det er ikke skilt mellom profesjonelle tilbydere av sushi og sushi som tilberedes hjemme. Imidlertid har profesjonelle aktører bedre mulighet og plikt til å ha temperaturkontroll og sporbarhet på råvarene. Gitt at de overholder dette, anses de to første scenariene representative for profesjonelle tilbydere av sushi.

5.3.2 Røkt laks

I den store Baseline-undersøkelsen utført av EU, der det av fiskeprodukter i hovedsak ble sett på røkte og gravede produkter, var det statistisk sett høyere prevalens av *L.m.* i laks enn i andre fiskeslag. Når man så på prøver med et innhold av *L.m.* >100 /g, var det ikke forskjell mellom fiskeslag. I en metastudie av Mejlholm (2007) ble det funnet at 18,6% (n=2272) av kaldrøkt laks var kontaminert med *L.m.* I en undersøkelse fra Japan ble *L.m.* isolert fra 5,4% av røkt laks, og i alle positive prøvene var konsentrasjonen <10/g (Inoue et al., 2000). Den høyere prevalensen i røkt fisk enn i fersk fisk kan skyldes økt grad av bearbeiding og kontaminering med eventuelle husstammer i røykeriet, og/eller at det har vært flere undersøkelser av forekomst av *L.m.* i røkt fisk enn i fersk fisk.

Det har de senere år blitt oppdaget utbrudd av listeriose knyttet til røkt fisk. Et multinasjonalt utbrudd i 2015 ble sporet tilbake til et røkeri i Polen, der det var brukt laks fra flere land, inkludert Norge, som råstoff (EFSA & ECDC, 2018). Sammenhengen mellom

sykdomstilfellene og røykeriet ble funnet ved hjelp av helgenomsekvernsering. Man kan ikke utelukke at flere utbrudd og sporadiske tilfeller av listeriose knyttes til røkt fisk etter hvert som helgenomsekvensering blir mer implementert i epidemiologisk overvåking.

I vår vurdering av *L.m.* i spiseklare produkter fra 2018 (VKM et al., 2018), kom røkt fisk ut som et produkt med økende risiko for listeriose utover i lagringstiden. Konsentrasjonsøkningen av *L.m.* var imidlertid mindre enn 2 log enheter i løpet av de to første ukene etter røking av fisken, gitt at temperaturen var 4 °C eller kaldere. Veksten av *L.m.* etter tilberedning til sushi anses å være nokså lik for alle typer fisk- og sjømatarter. Ut fra scenariene over, dvs. maksimum 3 dagers lagringstid av sushi på kjøletemperatur og temperering begrenset til noen få timer, vil økningen fra tilberedning til sushi til konsum være innenfor 1 log enhet. På bakgrunn av dette anses det som lite sannsynlig at konsentrasjonen av *L.m.* i sushi med røkt laks vil overstige 3 log cfu/g dersom det benyttes røkt fisk som har vært lagret mindre enn to uker med god kjøling, forutsatt god produksjonshygiene.

5.3.3 Ørret

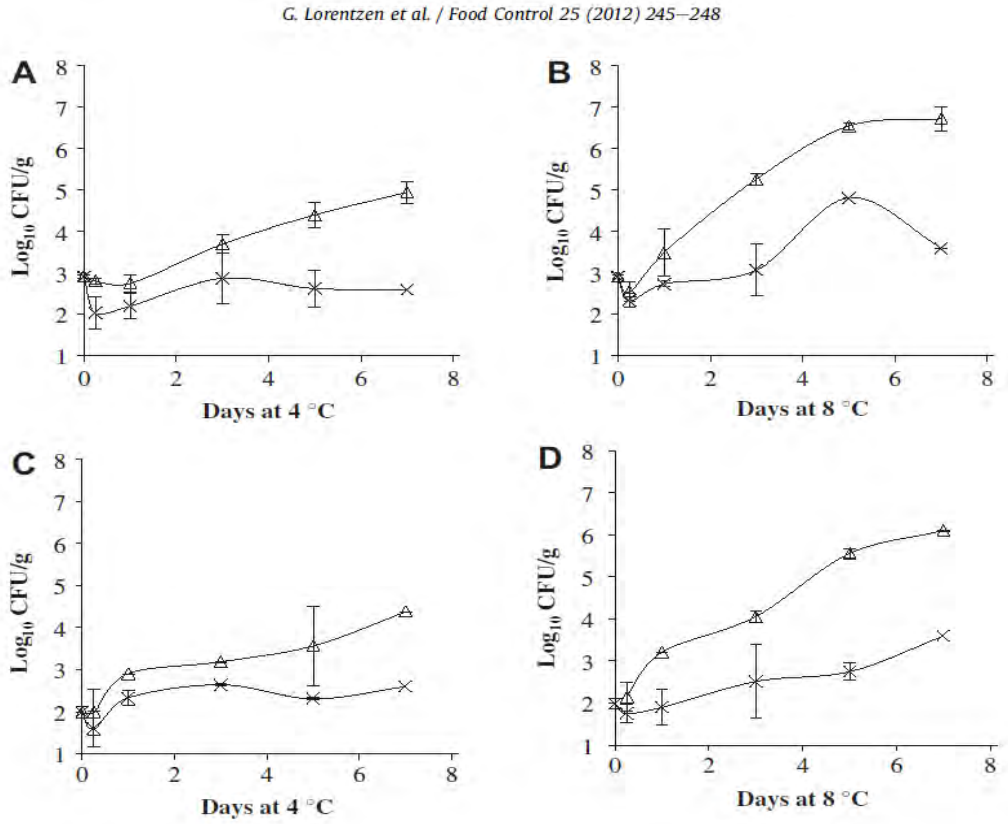
Ørret er en laksefisk, og produksjonsform, prosessering og bruksområde ligner laksens. Som for laks er det ikke krav til frysing av oppdrettet ørret som brukes til sushi/sashimi. Vi har ikke funnet data om forekomst av *L.m.* i rå ørret. I en metastudie av Mejlholm (O. Mejlholm & Dalgaard, 2007b) ble det funnet at 16,4% (n=104) av kaldrøkt ørret var kontaminert med *L.m.*

Ørret har noe lavere pH verdi enn laks (6.2 mot 6.4) (Jammal, Abboud, & B. Jammal, 2018), noe som tilsier lavere vekst.

5.3.4 Kveite

Kveite serveres ofte som sashimi eller som topping på nigri sushi med eddiksmarinert ris. Generelt har kveitemuskulatur (etter avliving) noe lavere pH enn muskulaturen til mange andre fiskeslag; i litteraturen angis pH for villfanget og oppdrettskveite å ligge mellom 5,7 – 6,8 (O. Mejlholm et al., 2010; Roth, Foss, & Imsland, 2009). For kaldrøkt kveite pakket i modifisert atmosfære ligger laktatinnholdet på mellom 0,10 og 0,15 % (v/v) men informasjon om laktatinnhold i uprosessert kveite er ikke funnet i litteraturen. I en studie av Lorentzen et al. (2012) ble vekst og overlevelse av *L.m.* i nigri sushi laget av laks (*Salmo salar*) eller kveite (*Hippoglossus hippoglossus*) undersøkt og sammenlignet med kontrollprøver som bare inneholdt rå fisk. Fiskekomponentene i prøvene ble først inokulert med fire ulike *L.m.* stammer, og deretter ble sushien og fiskeprøvene lagret ved 4 eller 8 °C. Resultatet fra studien viste at i rå kveite var det ingen økning av *L. m.*-nivået innen ett døgn men en 10-ganger-økning av *L.m.* nivået over 3 dager ved lagring ved 4 °C. I laks ble det observert en 10-ganger-økning på ett døgn. Lagring over tid mellom 3 og 8 døgn viste sammenlignbar vekst i kveite og laks. Den eddikmarinerte risen i sushibitene ga en signifikant reduksjon i overlevelse og vekst av *L.m.* sammenlignet med prøvene som kun inneholdt kveite eller laks. Overlevelsen av *L.m.* var signifikant høyere ved 8 °C

sammenlignet ved 4 °C, men allerede etter 1 times lagring ved begge temperaturene hadde *L.m.*-nivåene i nigribitene blitt redusert sammenlignet med prøvene som kun inneholdt fisk. Reduksjonen i overlevelse og vekst var antatt å være avhengig av lav pH i risen. Før fisken ble lagt på risen ble pH verdien i risen målt til 4,23 hvilket antas å føre til en pH senkning i fiskekjøttet i sushibitene. Etter en dags lagring økte nivåene av *L.m.* i nigri sushien. Tilpasning av *L.m.* til det sure miljøet kan forklare den økte veksten. Studien konkluderte at lagringstid og temperatur er av stor betydning for å minimere risikoen for matbåren sykdom knyttet til konsum av nigri sushi. Resultatene indikerte også at nigri sushi basert på laks eller kveite som konsumeres innen seks timer etter produksjon, er sikrere enn sushi som er lagret én dag eller mer. I en annen studie ble spiseferdige sushimåltider fra 3 ulike matbutikker i Midt-Norge undersøkt for forekomst av *L.m.* før og etter lagring i 72 timer ved 3,5 °C ± 0,9, 8,0 °C ± 0,4, 12,1 °C ± 0,4, 15.9 °C ± 0,2 eller 20,0 °C ± 0,06 (gjennomsnitt ± 1 standardavvik). Sushimåltidene hadde angitte holdbarhetstider på mellom 2 til 3 dager. Sushien i disse prøvene var av typene maki og nigri og basert på atlantisk oppdrettslaks, kveite og scampi. I tillegg inneholdt de eddiksmarinert ris, syltet ingefær, wasabi, tørket sjøgresspapir og vårløk. Resultatene viste ingen funn av *L.m.* men høy forekomst nivåer av mesofile *Aeromonas*-arter (Hoel, Mehli, Bruheim, Vadstein, & Jakobsen, 2015). I en studie (Kim et al., 2017) av 206 prøver av rå "ready-to-eat» sjømat av ulike arter, deriblant kveite, var ingen av prøvene positive for *L.m.*



Figur 5-7. Vekst av *L.m.* i nigri sushi (x) og sashimi (Δ) av kveite ved 4 °C (A) og 8 °C (B) og av laks ved 4 °C (C) og 8 °C (D). Antall *L.m.* er angitt i $\log_{10}$ cfu/g. Diagrammene viser at det er ganske lik vekst av *L.m.* i laks og kveite (Lorentzen et al., 2012).

Tabell 5-2. Innsamlede og anslåtte data for lagringsregimer for modellering av sushi tilberedt av kveite

Trinn		Tid (timer)*	°C
Fangst og nedkjøling		24	24
Lagring og distribusjon av fisk til importør		24	-20/3,9
Lagring av fisk hos importør		24	-20/3,9
Distribusjon av fisk til butikk/storkjøkken		<12	-20-3,9
Lagring av fisk i butikken/storkjøkken		24	-20/3,9
Salg av fisk i butikken		96-408	-20/6
Transport hjem		1	<0/10
Lagring hjemme før tilberedning	**Tilberedning av sushi-brett**	24	6
	Transport til butikk	<24	3,9
	Salg i butikken	48	6
	Transport hjem	1	10
Lagring av ferdig sushi	**Lagring av ferdig sushi**	24	6
Temperering før konsum	**Temperering før konsum**	1	22

Det er stor usikkerhet i dataene i Tabell 5-2, så stor at vi har valgt å sette opp scenarier ut fra retningslinjer for lagringsstudier (Beaufort et al.) i stedet for anslåtte data. Disse retningslinjene angir "reasonable foreseeable conditions" med hensyn til hvordan lagringstiden skal fordeles mellom trinnene prosessering, distribusjon og hos forbruker. Det er konsensus om hvilke temperaturer som skal brukes for hvert av trinnene i Norge. Vi har brukt typisk scenario for tilberedning til sushi, men på grunn av mindre kjennskap til reelle lagringsregimer, er det brukt mer stiliserte scenarier og mindre variasjoner i scenariene enn for laks. Den samme framgangsmåten ble også brukt i VKMs vurdering av *Listeria* i spiseferdige produkter (VKM et al., 2018). Valgte scenarier er gitt i Tabell 5-3.

Tabell 5-3. Antatte tider (dager) på hvert trinn i prosessen

Betingelser	Rå fisk fram til eksport	Rå fisk eksport-import	Innkjøp rå fisk i butikk i Norge	Lagring rå fisk hos forbruker	Lagring av sushi hos forbruker	Temperering av sushi
På is	0					
Luft 4 °C	3	3	11			
Luft 8 °C	0			1	3	
Temperering 22 °C	0					0,3

Data for veksthastighet for de tre scenarier er presentert i Tabell 5-4 og Tabell 5-5.

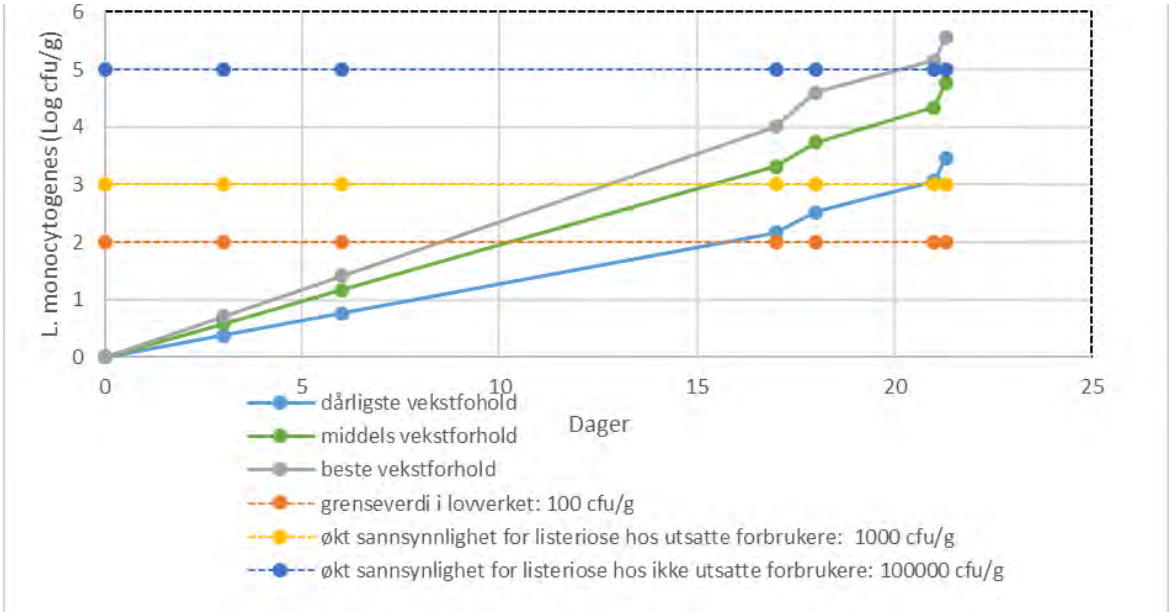
Tabell 5-4. Tid i dager for 100-dobling (økning på 2 log cfu/g) av *L.m.* i rå kveite før tilberedning av sushi, funnet ved hjelp av FSSP basert på tilgjengelige data.

Betingelser	Scenario		
	Laveste vekst (MAP)	**Middels vekst i luftpakket kveite**	**Raskeste vekst (basert på kveite med høy pH)**
På is	Ikke påviselig vekst	Ikke påviselig vekst	Ikke påviselig vekst
4 °C	15,71	10,26	8,48
8 °C	5,64	4,8	3,37
Forutsetninger		pH 5,7	pH 6,2

Tabell 5-5. Tid i dager for 100-dobling (økning på 2 log cfu/g) av *L.m.* i sushi med kveite. Tallene er basert på beregninger for sushi med laks.

Betingelser	Scenario		
	Laveste vekst (+10 % feilmargin)	**Middels vekst**	**Raskeste vekst (10 % lavere vekst)**
Luft 4°C	32,04	29,13	26,28
Luft 8° C	10,74	9,767	8,79
Temperering 22 °C	1,53	1,39	1,25

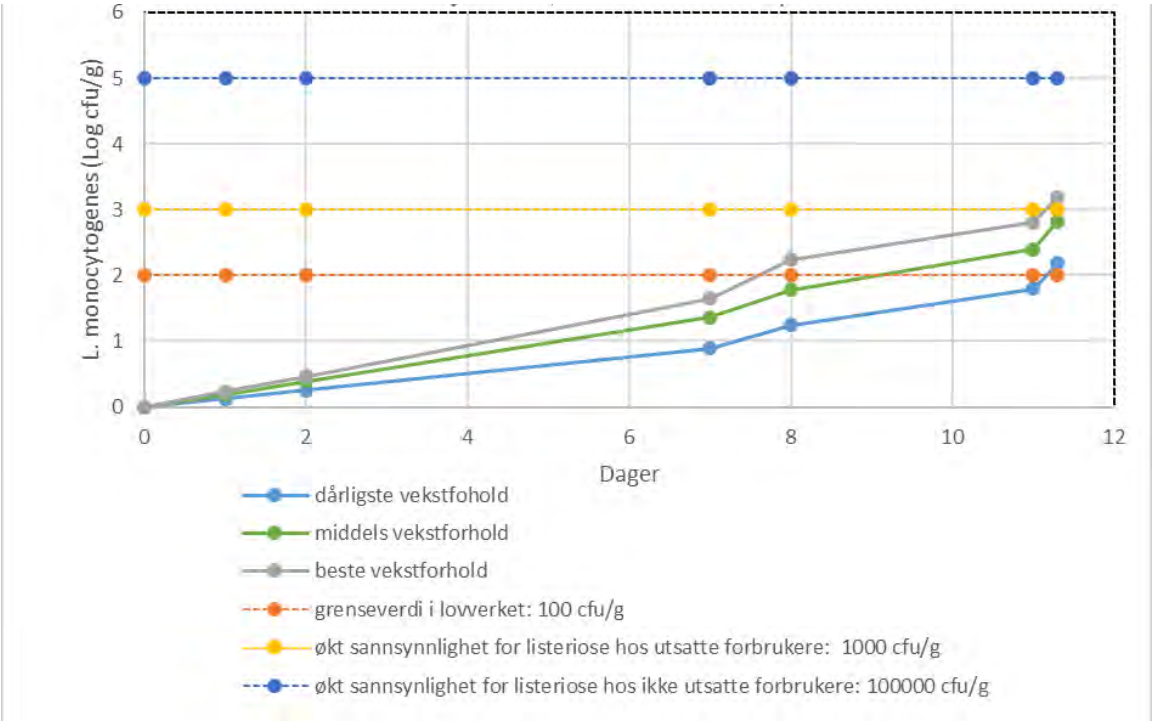
5.3.4.1 Resultater av modellering



Figur 5-8. Vekst av *L.m.* i kveite fra prosessering til spiseferdig sushi hos forbruker som funksjon av startkonsentrasjon og lagringsforhold.

Det er lagt til grunn at kveite lagres på 4 °C på alle trinn fram til forbrukeren kjøper fisken, og at fisken tilberedes til sushi innen 1 døgn etter kjøp. Etter dette er det mindre enn 1 log økning i sushien, selv om lagringstiden er 3 dager og tempereringstiden er over 6 timer. Det

er perioden fram til dag 17, dvs. siste salgsdag for kveite i butikk som gir størst utslag på vekst (Figur 5-8). Reduksjon av tiden fram til salg av sushi til ca. 7 dager, og/eller at lagring under denne perioden skjer på is, fryst eller i MA, vil senke sluttkonsentrasjonen av *L.m.* i sushi av kveite. Dette gjelder både om sushien tilberedes av forbruker eller som ferdige sushibrett. Vekst, med disse betingelsene er vist i Figur 5-9.



Figur 5-9. Vekst av *L.m.* i fisk fra prosessering til spiseferdig sushi hos forbruker som funksjon av startkonsentrasjon, lagringsforhold, 7 dager som kjølevare, resten av tiden fryst.

Dersom fisken lagres fryst i deler av holdbarhetstiden, kan veksten settes til null i disse periodene. Lagring ved høyere temperatur enn 4 °C vil øke veksthastigheten.

5.3.5 Kingfish

Begrepet kingfish refererer til mange arter av fisk, inkludert gigantiske kingfish, barcheek kingfish, og hvite croakers. Disse fiskene kan variere veldig i utseende og kommer fra helt forskjellige slekter, men de kalles likevel kingfish med et fellesbegrep. Kingfish er også kalt yellowtail kingfish, kongemakrell og hamachi (*Seriola quinqueradiata*). De kan bli funnet i farvannet hvor som helst fra Japan til Australia og veier fra 4,5 til 90 kg. I Danmark har de nå startet med landbasert oppdrett av yellowtail kingfish, og denne fiskearten øker nå sin popularitet i Europa og blir mye brukt i sashimi og sushi. Under *post mortem*-glycolysen (når laktaten akkumuleres) er det oppgitt at pH senkes fra 5,8 til 6,0 (FAO, 2019). Når det gjelder laktatnivå ved fangst så er dette oppgitt å ligge mellom 0,9 og 2,7 mmol/mL (Moran, M G Wells, & J Pether, 2008).

5.3.5.1 Resultater av vurdering

Det oppgis svært varierende tall for vannaktivitet i litteraturen, i noen tilfeller lavere enn teoretisk minimum for mat, som åpenbart må være feil. Dette gjør grunnlaget for predikering av vekst vanskelig. Gitt at kingfish ofte assosieres med feilmerking, er grunnlaget ytterligere svekket. Med mindre fangst- og lagringsforholdene før import av kingfish er kjent, må det antas at konsentrasjonen kan være høy allerede i dette trinnet. Med mindre fisken lagres fryst fram til den skal tilberedes til sushi, vil konsentrasjonen stige ytterligere fram til fisken kjøpes i butikk. Med så stor usikkerhet, og mange muligheter for ikke-optimale forhold, anses det ikke nødvendig eller tilrådelig å predikere konsentrasjonen av *L.m.* i kingfish, men anse som konsentrasjonen som potensielt høy og uforutsigbar. Unntaket er kingfish som har kjent forhistorie og er produsert under gode hygieniske forhold. I dette tilfellet antas det at veksthastigheten i kingfish er i samme størrelsesorden som for laks og kveite.

5.3.6 Scampi

Scampi brukes på norsk først og fremst om tigerreker, men har også blitt brukt om små sjøkreps. I sushi brukes scampi kokt, panert eller frityrstekt (tempura scampi). Scampi selges rå eller kokte, og fryste i løsvekt eller i poser i frysedisken på butikkene. Scampi kan også kjøpes som ferdig panerte fryste produkter. Scampi har en pH-verdi som ligger rundt 7,4 og en vannaktivitet på rundt 0,84 (Pongsetkul, Benjakul, Vongkamjan, Sumpavapol, & Osako, 2017). Ved en lagringstemperatur på 3 °C blir holdbarhetstiden ca. 6-7 dager (Dabade et al., 2015). Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) er den mest brukte parameteren mht. å avdekke mikrobiologisk kvalitet av sjømat (Chan et al., 2006; Pacquit et al., 2007). Flere studier fant en TVB-N på rundt 30 mg/100 g for scampi (Dabade et al., 2015; Zeng, Thorarinsdottir, & Olafsdottir, 2005). Tidligere studier har påvist *Acinetobacter* spp., *Moraxella* spp., *Vibrio* spp., *Shewanella putrefaciens* og *Pseudomonas fragi* som mest prevalente patogener i scampi (Dabade et al., 2015). Studier på forekomst av *L.m.* avdekker stor spredning, i.e. fra 6,7 % i India (Moharem, Raj, & Janardhana, 2007), Brasil 17,4-18 % (Destro, Leitao, & Farber, 1996), Costa Rica 33-50 % (Ellner, Utzinger & Garcia, 1991, rapportert i (Destro, 2000)) og Malaysia 44 % (Arumugaswamy, Ali, & Abd Hamid, 1994).

5.3.6.1 Resultater av vurdering

Scampi lagres fryst i en stor del av lagringstiden, i de fleste tilfeller helt fram til de tines og tilberedes til sushi. Det er ikke vekst av *L.m.* i denne perioden, men *L.m.* som finnes i produktet før frysing vil overleve. Det er derfor startkonsentrasjon og vekst fram til frysing og i løpet av tiningen som avgjør konsentrasjonen ved tilberedning av sushi. Ettersom kjølt scampi forringes raskt, på en slik måte at lukten blir ubehagelig, er det liten sannsynligheten for at produktet skal være lagret lenge eller ved for høy temperatur før innfrysing. I tillegg varmebehandles rå scampi i mange tilfeller etter tining, slik at *L.m.* drepes før scampien brukes til sushi. Dersom scampien kontamineres ved tilberedning av sushi, vil veksten være om lag like rask i sushi av scampi som i sushi av andre råvarer, dvs. maksimum 1-1,5 log-

enheter per gram (se scenariene for sushi av kveite). Alle disse forholdene indikerer at det er lite sannsynlig at sushi med scampi vil få konsentrasjon over 3 log cfu/g når sushi spises.

5.3.7 Kamskjell/scallops

Tynne skiver av rå lukkemuskel fra kamskjell brukes ofte som en komponent i nigri sushi. De importeres oftest i fryst tilstand, stort sett fra Russland og Canada. Norske kamskjell er et eksklusivt produkt og brukes derfor sjelden i sushi. For skjell er mikrobiologisk forurensing av vannet de vokser i en meget viktig risikofaktor for kontaminasjon med humanpatogene mikrober. De filtrerer næringsstoffer fra vannet og kan derved akkumulere bakterier som *L.m.* fra et forurenset vannmiljø. Ettersom man kun bruker lukkemuskelen fra kamskjell ved produksjon av sushi, unngår man risikoen det innebærer å spise hele dyret slik man gjør når man for eksempel spiser østers. Det er gjort en studie av sammensetningen av ulike kamskjellprodukter på det tyske markedet. Lukkemuskelen fra nyåpnede kamskjell av arten *Pecten maximus* (King scallops) hadde en pH-verdi på mellom 6 - 6,2 (Manthey-Karl, Lehmann, Ostermeyer, Rehbein, & Schroder, 2015). Lignende verdier vært funnet i en annen studie som undersøkte sammensetningen av nyåpnede kamskjell av arten *Nodipecten subnodosus.* Den studien rapporterte også at pH-verdien forble relativt konstant over en lagringstid på fire dager. I studien av kamskjell fra det tyske markedet fant man at fryste kamskjell av typene King Scallops og Atlantic Sea Scallops (*Placopecten magellanicus*) hadde pH-verdier på mellom 6,0 – 7,8. Fryste Atlantic Sea Scallops med tilsatt citrat hadde pH-verdier på mellom 7,6 - 7,8, og med tilsatt fosfat en pH-verdi på 7,5. NaCl-konsentrasjonen i nyåpnede Atlantic Sea Scallops var mellom 0,34 – 0,48 % (våtvektprosent), mens den lå på mellom 0,11 - 0,63 % i fryste Atlantic Sea scallops (Massa, Paredi, & Crupkin, 2003). Det ble også gjort DNA-studier av kamskjell fra det tyske markedet der det vært funnet at noen produkter var merket med feil artsnavn. Kamskjellmuskel inneholder ingen eller nesten ingen laktatdehydrogenase. Isteden finnes enzymet octopindehydrogenase som katalyserer dannelsen av octopin via en reaksjon mellom aminosyren arginin og pyruvat. Octopin fungerer som en laktatanalog og har en pH-senkende effekt i muskulaturen (Eggington, Taylor, & Raven, 1999).

5.3.7.1 Resultater av vurdering

På samme måte som scampi, blir kamskjell lagret fryst fram til den brukes til sushi. Vurderingen av kamskjell blir dermed den samme som for scampi, at det der lite sannsynlig at konsentrasjonen av *L.m.* går over log 3 cfu/g når sushi spises.

5.3.8 Rogn/ikura

Ikura er saltmarinert lakserogn (*Oncorhynchus keta*) som ofte brukes som en topping i sushi. Produktet lages ved å sikte egg fra salmonider på en rist av rustfritt stål. Eggene legges i saltlake under omrøring til ønsket saltnivå er oppnådd (3,5 % eller høyere) (Shin & Rasco, 2007). Ikura lagres på glass eller i plastforpakninger. I en amerikansk studie ble det vist at ikura har en saltkonsentrasjon på 2 % i vannfasen har en vannaktivitet på 0,971±0,002, og

ved en saltkonsentrasjon på 4 % var vannaktiviteten 0,960 ± 0,001. Etter 60 dagers lagring hadde produktet en vannaktivitet på mellom 0,903 og 0,910 avhengig av forpakning. I den samme studien ble det angitt at nyprodusert ikura har en pH-verdi på rundt 5,5 – 5,7. Det har blitt undersøkt hvordan saltnivået i vannfasen, som i kommersielle ikura-produkter varierer mellom fra 2,39 % til 4,36 %, og lagringstemperatur på 3 og 7 °C, påvirker overlevelsen og veksten av *L.m.* og den naturlige floraen i løpet av 1 måneds lagring. Ingen vekst av *L.m.* ble observert under lagring ved 3 °C for alle saltkonsentrasjoner som ble testet (0,22 %, 2,39 % ± 0,18 %, 3,50 % ± 0,19 % og 4,36 % ± 0,36 %). Lagring av ikura-prøver med de samme saltkonsentrasjonene ved 7 °C førte derimot til vekst av *L.m.* opp til 5 - 6 log CFU/g (Shin & Rasco, 2007). Det var liten forskjell i vekst mellom de ulike saltkonsentrasjonene under lagring ved 7 °C. Behandling av *L.m.* med enten væske innefra rognkornene eller fra laken rundt rognkornene, resulterte i hemming av vekst. Ingen vekstinhibisjon ble derimot observert ved dyrking av *L.m.* i et vekstmedium som inneholdt 8 % salt under de samme temperaturforholdene. Dette resultatet tyder på at lakserogn inneholder endogene eller eksogene substanser (fra f.eks. andre bakterier) som har en veksthemmende effekt på *L.m.* I en studie av effekten av salt (NaCl) på veksten av *L.m.* i ikura ble det vist at bakterien hadde en 40 % lengre lag-fase før den gikk inn i eksponentiell fase i ikura-prøver som inneholdt 3 % salt kontra usaltede prøver (Li, Huang, Hwang, & Chen, 2016). Tilsetningen av salt påvirket imidlertid ikke veksthastigheten for *L.m.* i ikura.

5.3.8.1 Resultater av vurdering

Rogn/ikura har en helt annen framstillingsprosess enn fiskemuskel og skalldyr. Det er et sterkt foredlet produkt med lang lagringstid. Produktene er underlagt regelverket for spiseklare produkter, noe som betyr at grenseverdien på 100 cfu/g ikke skal overskrides i løpet av lagringstiden. Produktet har høyt vanninnhold med stor mobilitet av bakterier, og er ofte tilsatt konserveringsmidler. Dersom grensen på 100 cfu/g (2 log cfu/g) i lagringstiden overholdes fram til tilberedning av sushi, vil etterfølgende vekst etter tilberedning av sushi være på maksimum 1 log cfu/g (se betingelser for lagring og temperering under kveite). Det anses ut fra dette som lite sannsynlig at konsentrasjonen av *L.m.* i sushi med rogn/ikura vil bli høyere enn log 3 cfu/g.

5.3.9 Krabbe

Krabbekjøtt har en pH som varierer fra 5,6 – 6,20 (Nortvedt et al., 2019) og en studie oppgir pH i uprosessert krabbekjøtt til å være 7,7 – 8,3 ved lagring ved 4 °C. Vannaktiviteten (a_w) er oppgitt å ligge mellom 0,96 og 0,99 (McDermott, Whyte, Brunton, Lyng, & Bolton, 2018), og måling av laktatnivå fra et forsøk viser at dette ligger <0,4 µmol/L. Når det gjelder forekomst av *L.m.* så fant Rawles *et al.* (1995), at 13 av 126 nylig kokte krabber (blue crab) var positive for *L.m.* med lavere nivå enn 100 per gram. Andre studier viser til funn på samme lave nivå (Baird-Parker, 2000; Rawles et al., 1995). En stor studie på forekomst av *L.m.* i spiseferdige produkter fra butikker ble gjennomført i USA; den viste at av totalt 27389 prøver var 4,7 % av krabbekjøtt- eller sushi-prøvene positive for *L.m.* (Luchansky et al., 2017).

5.3.9.1 Resultater av vurdering

Krabbe kokes ved fangst, og det blir dermed etterfølgende kontaminering og vekst som får betydning for *L.m.*-konsentrasjonen i krabbekjøtt når det tilberedes til sushi. Krabbekjøtt har om lag samme pH og vannaktivitet som kveite, som tilsier at veksthastigheten for *L.m.* i krabbe er omtrent som i kveite ved tilsvarende temperatur. Holdbarhetstiden for krabbe som kjølevare er imidlertid kortere enn for kveite, og det anses derfor som lite sannsynlig at konsentrasjonen av *L.m.* overskrider 3 log cfu/g i sushi. Dersom krabbe lagres lenger enn en uke, kan imidlertid *L.m.* konsentrasjonen overskride 3 log cfu/g.

5.3.10 Tunfisk

Tunfisk brukes både som sashimi og i ulike former av sushi. Tunfiskkjøtt har en pH på mellom 5,4 og 5,7 (Orban, Di Lena, Ferrante, & Cataudella, 2008). Endelig pH etter slakting avhenger ikke bare av laktatnivå (som igjen indirekte er avhengig av glykogennivå) men også av pH-bufferkapasiteten i tunfiskkjøttet. Tunfiskkjøtt har høyere nivå av glykogen sammenlignet med andre fiskeslag, og nivået er tilsvarende det for rødt kjøtt. I pelagisk fisk og spesielt i tunfisk er pH-bufferkapasiteten svært høy, og det akkumuleres også høye konsentrasjoner av histidin (Nortvedt et al., 2019). Når det gjelder laktatnivå så ligger dette svært lavt i forhold til andre fiskearter (112 µmol/kg) siden tunfisken regenererer veldig raskt og effektivt kvitter seg med laktat (10-100 ganger raskere enn i andre fiskearter) (Dewar & Korsmeyer, 2001). Dette medfører at endelig pH etter slakting er på rundt 5.4-5.6. Når det gjelder holdbarhet ved kjølelagring så har en studie vist at den sensoriske kvaliteten endret seg fra “god” til «tilfredsstillende» etter 9 dager (Jääskeläinen et al., 2019).

Det er vist at *L.m.* kan vokse under kjølelagring av rå tunfisk (Yellowfin tuna, Thunnus albacares). Tre *L.m.*-stammer ble undersøkt for vekst i rå tunfisk, og man påviste mellom 3,3 til 4 log cfu/g økning i antallet *L.m.*-bakterier under lagring ved 5-7 °C i 12 dager (Liu, Mou, & Su, 2016). Det er derfor viktig at tunfiskkjøtt som skal spises rå, håndteres riktig fra den blir fisket frem til konsum for å unngå matbåren sykdom forårsaket av *L.m.* Det ble også i denne studien konkludert at tunfisk ikke kunne lagres mer enn 5 dager ved 5-7 °C av kvalitetsmessige årsaker (holdbarheten er på mindre enn 6 dager). To studier fra Japan av kvernet ferskt tunfiskkjøtt viste en forekomst av *L.m.* på hhv. 14,3 % og 5,7 % (Handa et al., 2005; Miya, Takahashi, Ishikawa, Fujii, & Kimura, 2010). En studie uført i Portugal (Migueis, Moura, Saraiva, & Esteves, 2016), hvor 44 prøver ble tatt av ferdig sushi (laks, tunfisk og 39 andre arter; art ikke spesifisert i resultatene) fra 23 restauranter, viste en forekomst av *L.m.* i 20 % av prøvene.

Tabell 5-6. Input-parametere for modellering av sushi laget av tunfisk.

Trinn	Tid (timer)	°C
Fangst og nedkjøling	0	0-1
Lagring og distribusjon til importør	24	-20/3,9?
Lagring hos importør	24	-20/3,9?
Distribusjon til butikk/storkjøkken	24	-20/3,9?

Trinn		Tid (timer)	°C
Lagring i butikken/storkjøkken		24	-20/3,9
Salg i butikken		96-408	-20/6
Transport hjem		1	<0/10
Lagring hjemme før tilberedning	**Tilberedning av sushi-brett**	24	6
	Transport til butikk	<12	3,9
	Salg i butikken	48	6
	Transport hjem	1	10
Lagring av ferdig sushi	**Lagring av ferdig sushi**	24	6
Temperering før konsum	**Temperering før konsum**	1	22

Det er knyttet stor usikkerhet til dataene i Tabell 5-6, så usikre at vi har valgt å sette opp **scenarier** ut fra retningslinjer for lagringsstudier (Beaufort et al 2014) i stedet for anslåtte data. Framgangsmåten er den samme som for kveite, bortsett fra at det er antatt en startkonsentrasjon på 10 cfu/g (se begrunnelse under "framgangsmåte for modellering").

Tabell 5-7. Lagringsforhold på ulike trinn i kjeden i dager.

Betingelser	Rå fisk fram til eksport	Rå fisk eksport-import	Innkjøp rå fisk i butikk i Norge	Lagring rå fisk hos forbruker	Lagring av sushi	Temperering av sushi
På is	0					
4 °C	0	1	16			
8 °C	0			1	3	
Temperering 22 °C	0					0,3

Tunfisk har lav pH og følgelig er veksthastigheten til *L.m.* lavere enn for andre fiskeslag. Tiden for en 100-dobling er i størrelsesorden 1,5 ganger lenger for *L.m.* ved import av fisken. Imidlertid er det rapportert betydelig vekst i tunfisk (Liu et al., 2016).

Tunfisk fanges og lagres ved svært varierende forhold. Det er en allmenn oppfatning at det forekommer feilmerking og farging av fisken for å gi et ferskere inntrykk. Slike forhold er vanskelige kontrollere eller etterprøve, men for å ta høyde for usikkerheten er predikeringen av konsentrasjon gjort med utgangspunkt i importleddet, og at konsentrasjonen her er minst 10 cfu/g.

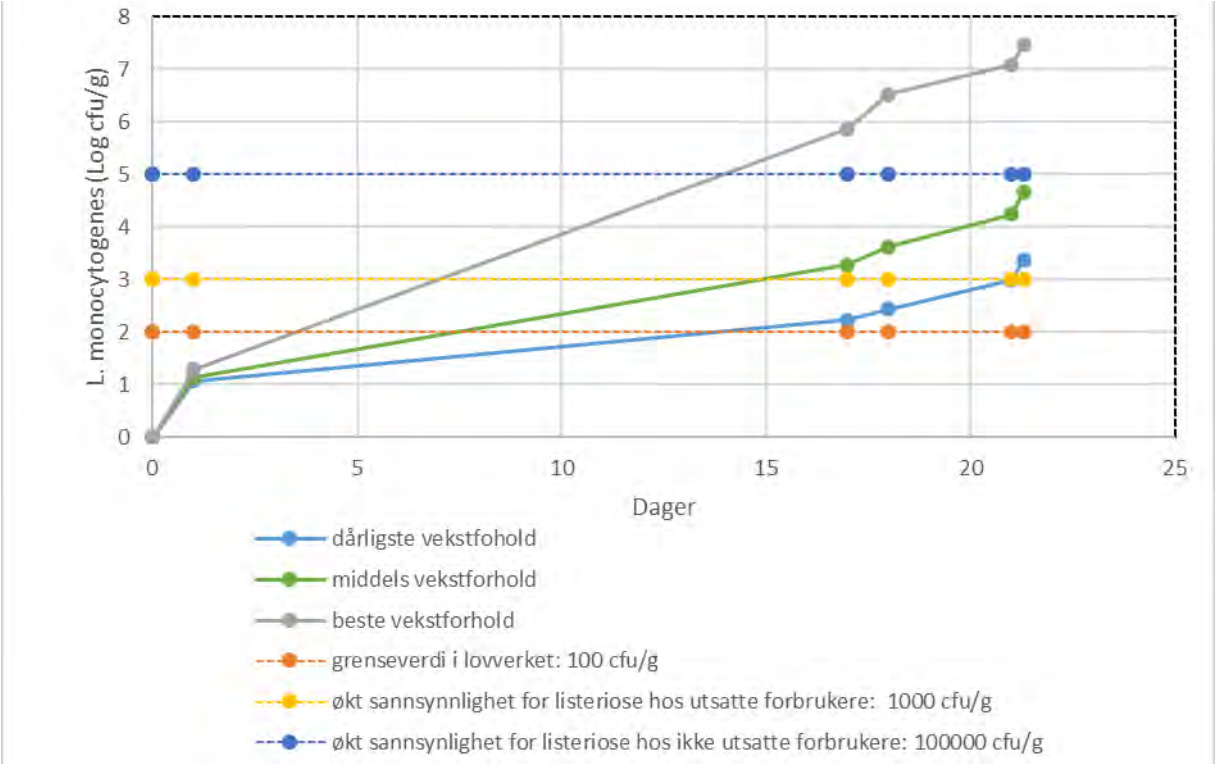
Tabell 5-8. Antall dager til 100-dobling av *L.m.* i rå tunfisk, beregnet ved hjelp av FSSP.

Betingelser	Scenario		
	Lavest vekst (MAP)	**Middels vekst**	**Raskest vekst**
På is	Ikke påviselig vekst	Ikke påviselig vekst	Ikke påviselig vekst
Luft 4 °C	27,6	14,9	7
Luft 8 °C	9,9	5,9	3

Tabell 5-9. Antall dager til 100-dobling av *L.m.* i sushi laget av rå tunfisk. Tallene er basert på beregninger fra sushi med laks.

Betingelser	Scenario		
	Lavest vekst (med 10 % feilmargin)	Middels vekst	Raskest vekst (MAP)
Luft 4 °C	32,04	29,13	26,22
Luft 8 °C	10,75	9,77	8,79
Temperering 22 ºC	1,52	1,39	1,25

5.3.10.1 Resultater av modellering



Figur 5-10. Vekst av *L.m.* i tunfisk fra import til spiseferdig sushi hos forbruker

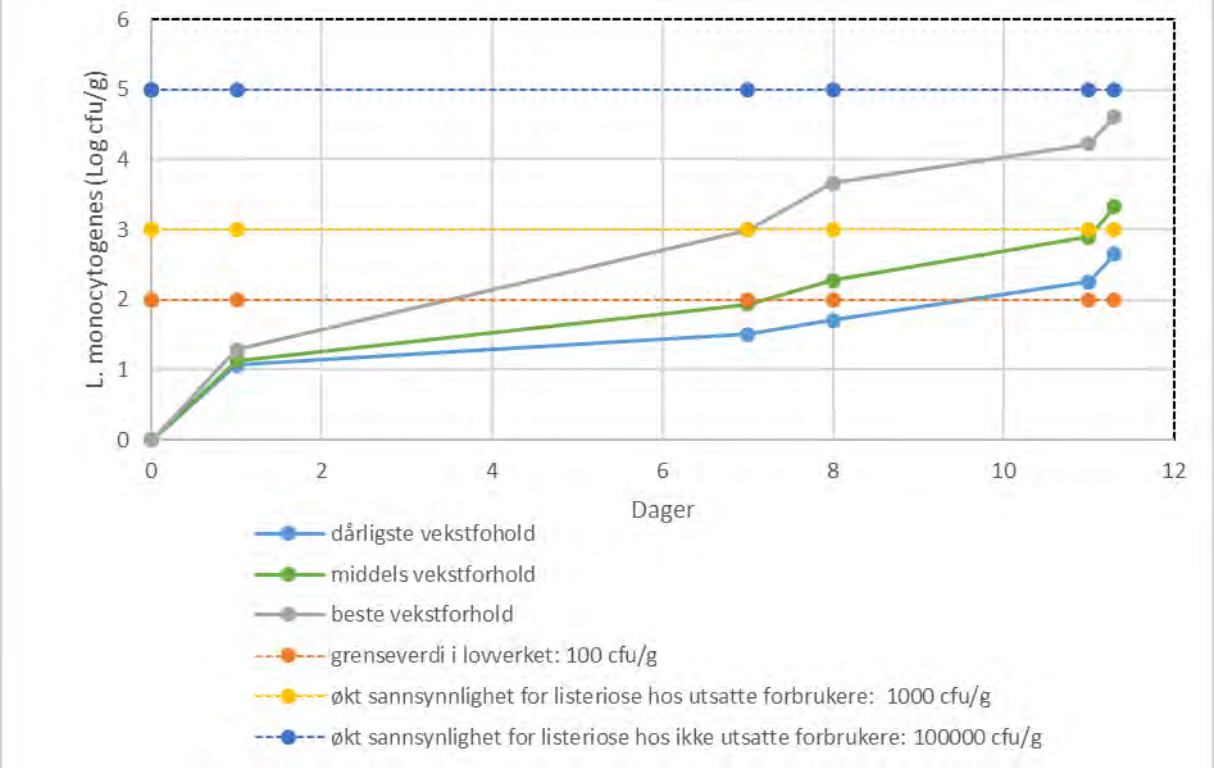
Modellen indikerer at konsentrasjonen av *L.m.* i sushi med tunfisk kan bli svært høy. Dette skyldes dels at det satt høy startkonsentrasjon og dels at lagringstiden som kjølt fisk før tilberedning til sushi er høy (Tabell 5-7). Konsentrasjonen vil bli lavere dersom lagringstiden fra import til tilberedning av sushi begrenses til ca. 7 dager, eller lagringen skjer på is eller i fryst tilstand. Om dette gjøres, vil konsentrasjonen i sushi være lavere. Det er imidlertid stor usikkerhet med dette. Ettersom veksten i kjølt tunfisk er såpass rask, vil konsentrasjonen i sashimi kunne bli svært høy.

Alternative scenarier

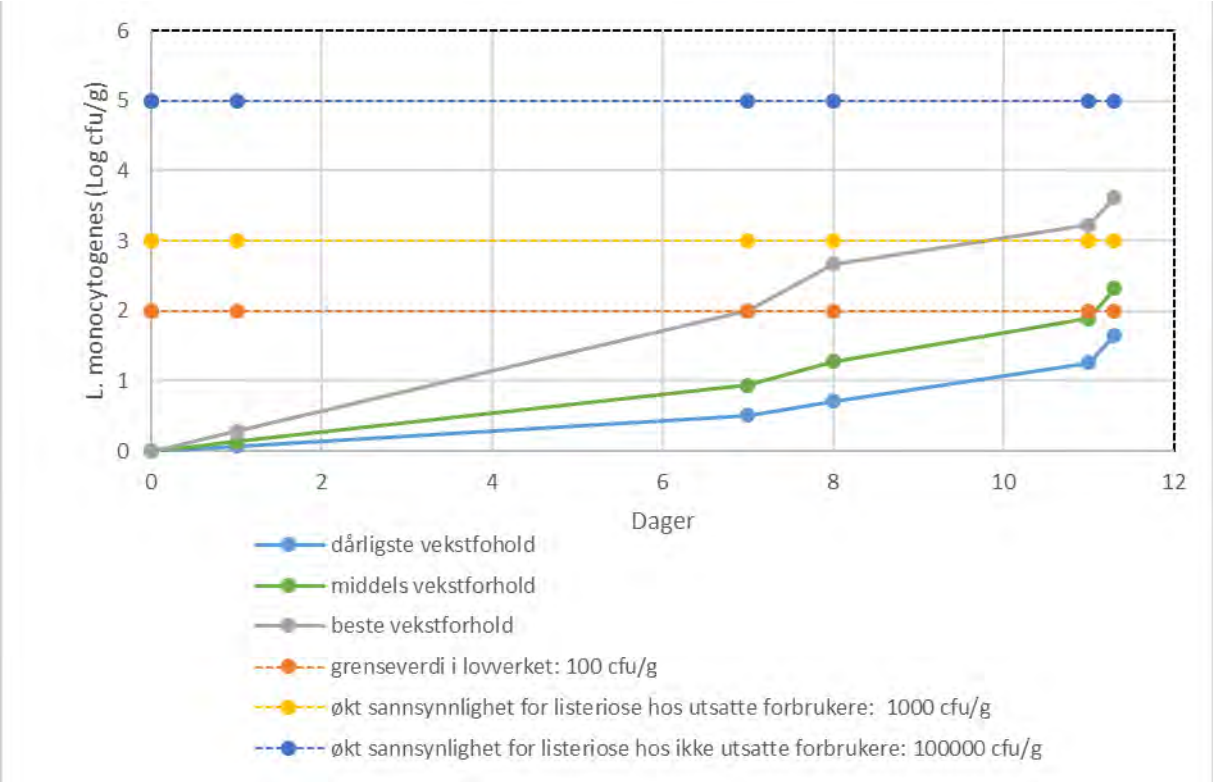
Lagringsregimet over gir høyere konsentrasjoner av *L.m.* enn grenseverdien som er satt for økt sannsynlighet for listeriose. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til hvordan tunfisk lagres. Det er også et krav at tunfisk skal lagres fryst før den tilberedes til sushi. Vi har derfor laget to alternative scenarier:

- Ett der lagringstiden av tunfisk som kjølevare er maksimum 7 dager. Det er ikke vekst av *L.m.* ved fryselagring, og denne perioden er derfor ikke regnet med.
- Ett der startkonsentrasjonen er satt til 1 cfu/g, og perioden som kjølevare er max 7 dager. Dette scenariet er satt opp for virksomheter med god kontroll på temperatur fra fangst til prosessering, kort tid mellom fangst og prosessering, og god, dokumentert produksjonshygiene.

Resultatet av beregningen er gitt i Figur 5-11 og Figur 5-12.



Figur 5-11. Vekst av *L.m.* i tunfisk fra import til spiseferdig sushi hos forbruker, 7 dager av lagringstiden som kjølevare, resten av lagringstiden fryst



Figur 5-12. Vekst av *L.m.* i tunfisk fra import til spiseferdig sushi hos forbruker, 7 dager av lagringstiden som kjølevare, resten av lagringstiden fryst. Startkonsentrasjon 1 cfu/g

Konsentrasjonene av *L.m.* i ferdig sushi med tunfisk blir lavere enn i referansescenariet når lagringstiden forkortes og startkonsentrasjonen reduseres, men modellen viser at de vil bli høye også i disse tilfellene, spesielt når den raskeste veksthastigheten legges til grunn. Inputdata for dette scenariet bygger på Liu et al (2016).

Veksten av *L.m.* etter innkjøp av sushi, lagring en dag i forbrukerkjøleskap og deretter tilberedt til sushi gir en vekst på 1-1,5 log cfu/g. Dette betyr, at konsentrasjonen av *L.m.* i ferdig temperert sushi vil gå over 3 log cfu/g dersom konsentrasjonen i tunfisk ved innkjøp er over ca 30 cfu/g.

5.3.11 Surimi / crab sticks / krabbepinner / LobNobs

I motsetning til hva navnene “crab sticks” og «krabbepinner» sier, er surimi, crab sticks, krabbepinner og LobNobs navn på fiskeprodukter som består av vasket farse av renskåret hvit fiskefilet (ofte Alaska pollock) som har blitt formet, tilsatt mel, smaktilsatser og farge for å minne om hvitkjøttet fra krabbe. Disse produktene brukes ofte sammen med sjøgresspapir, agurk og avocado i maki-sushi og er kokte, spiseferdige produkter som ikke trenger ytterligere varmebehandling før konsum. Ettersom de er varmebehandlet, er de i utgangspunktet fri fra *L.m.* men kan rekontamineres etter prosessering. Produktene selges ferske i plastbokser eller plastforpakninger, men også fryst. I følge Matvaretabellen.no inneholder fryste krabbepinner/crab sticks 2,9 % mono- og disakkarider, 2,8% tilsatt sukker

og 1,6 % salt. Et annet lignende produkt med navnet surimi/LobNobs har en konsentrasjon av mono- og disakkarider på 4,2 % og en saltkonsentrasjon på 2 %.

Surimi har vært knyttet til et listerioseutbrudd i Ontario (Canada) som omfattet to tidligere friske, voksne individer. *L.m.* av serotype 1 / 2b ble isolert fra pasientene og fra åpne og uåpnede forpakninger av surimi. Molekylær typing med RAPD- og PFGE-teknikker kunne ikke skille mellom *L.m.*-isolater fra surimi-produktet og fra listeriosepasientene. Belastningsstudier viste at det imiterte krabbekjøttet støttet vekst av *L.m.* (Farber, Daley, MacKie, & Limerick, 2000). I en spansk studie av forekomst av *L.m.* i spiseferdig sjømat fant man et lavt nivå av *L.m.* i surimi-produkter (Gonzalez, Vitas, Diez-Leturia, & Garcia-Jalon, 2013).

5.3.11.1 Resultater av vurdering

I likhet med rogn, er surimi et sterkt prosessert produkt. Varmebehandling inngår ofte som en del av framstillingen, og dette dreper *L.m.* Surimi til sushi er ofte fryselagret, og dette vil også hindre vekst. Ved bruk av fryst surimi fram til tilberedning av sushi, vil imidlertid ikke dette produktet føre til større vekst av *L.m.* enn annen sushi, dvs. en økning på ca. 1 log cfu/g selv om surimien kontamineres ved oppkutting.

5.3.12 Restauranter og take-away

En sammenligning mellom frossen sushi fra supermarkeder og fersk sushi fra sushibarer viste en forskjell i antall aerobe mesofile bakterier for sushi fra disse to kildene, med 2,7 log cfu/g for frossen sushi og 6,3 log cfu/g for fersk sushi. Prevalensen av *Escherichia coli* og *Staphylococcus aureus* var høyere i de ferske prøvene. *Salmonella* ble funnet i fire (1,6%) av sushiprøvene, og *L.m.* ble funnet i tre (1,2%) av prøvene. Disse resultatene indikerer at den mikrobiologiske kvaliteten på industrielt tilberedt sushi er høyere enn for ferskt laget sushi fra sushibarer. Kvaliteten på ferskt tilberedt sushi er sterkt avhengig av ferdighetene og vanene til kokkene, noe som kan variere (Atanassova, Reich, & Klein, 2008).

Ved produksjon av ferdige sushibrett, som utføres av profesjonelle aktører, forventes kortere lagringstid fra fangst/slakting til tilberedning, fordi slike aktører ofte får råvarer fra grossist i stedet for fra butikker hvilket innebærer kortere lagringstid og mer kontrollerte temperaturforhold (5.3.1). Dette tilsier at konsentrasjonen av *L.m.* i råvarer fram til de tilberedes til sushi vanligvis blir lavere enn for fisk som tilberedes hjemme. Det må imidlertid bemerkes at konsentrasjonen av *L.m.* i sushi fra tilbydere som baserer seg på råvarer som har vært lagret opp mot utgått dato, vil ha tilsvarende konsentrasjoner som i sushi tilberedt hjemme.

6 Konklusjoner

I denne rapporten vurderer vi ikke risiko for sykdom, men potensialet for at konsentrasjonen av *L.m.* overstiger 3 log/g i produktet som spises innenfor holdbarhetstiden, forutsatt at

porsjonsstørrelsen er 50-100 g. Dette ville øke sannsynligheten for sykdomstilfeller hos de mest utsatte forbrukerne (se avsnitt 4.2.3). Det er lagt til grunn at krav til hygiene, holdbarhetstider og oppbevaringsmetoder blir overholdt i dagens produksjonsprosesser. Modellen har ikke tatt hensyn til sannsynlighet for at råvarene er kontaminert. Det er tatt for gitt at de er kontaminert, og konsentrasjonsutviklingen er vurdert.

Sushi laget av råvarer som er prosessert under gode hygieniske forhold, er raskt kjølt ned og lagret ved 4 °C eller kaldere i inntil en uke før tillaging og konsum, vil ikke få konsentrasjoner av *L.m.* over 3 log cfu/g gitt forutsetningene som er satt i denne vurderingen.

For fisk og skalldyr som er kontaminert med *L.m.* allerede ved fangst eller slakting, er det startkonsentrasjonen av *L.m,* samt lagringstid i tint tilstand og temperatur før tilberedning av sushi, som i størst grad påvirker konsentrasjonen av *L.m.* i ferdig sushi. Fiskeslag som kan lagres lenge ved kjøletemperatur, slik som kveite og tunfisk, kan derfor få høyere konsentrasjon av *L.m.* enn fiskeslag som lagres i kort tid, gitt at de er kontaminerte med *L.m.*

For alle fiskeslag vil brudd i kjølekjeden gi betydelig raskere vekst, og kan gi konsentrasjoner av *L.m.* i sushi som overstiger grenseverdien for økt sannsynlighet for listeriose hos gravide og andre utsatte grupper, selv om lagringstiden er relativt kort.

Veksthastigheten av *L.m.* etter tilberedning av sushi er lavere enn i uprosessert fisk. Sushi har kort holdbarhetstid. Veksten av *L.m.* ved tilberedning til sushi er, ifølge vår modell, derfor begrenset til ca. 1,5 log cfu/g, som tilsvarer 31 ganger høyere konsentrasjon i ferdig temperert sushi enn ve*d tilberedningstidspunktet, selv om sushien lagres i tre dager og tempereres i flere timer før den spises. Om råvarene kontamineres med *L.m.* først ved tilberedning av sushi, er det derfor lite sannsynlig at konsentrasjonen av *L.m.* i sushien er over 3 log cfu/g når den spises.

Vi har basert våre vurderinger på lagringsforhold, ikke om sushien er tilberedt av forbrukerne selv eller av profesjonelle. Profesjonelle produsenter av sushi har imidlertid generelt bedre muligheter til å ha oversikt over lagringsforholdene for råvarene og til å velge egnede råvarer, enn forbrukere har når de kjøper råvarer i butikk basert på merkingen på etiketten. Ettersom veksten av *L.m.* er raskere i kjølelagret fisk enn i sushi ved samme temperatur, anses det sannsynlig at konsentrasjonen av *L.m.* i sushi som kjøpes i ferdige brett, er lavere enn i sushi tilberedt hjemme.

Sashimi skiller seg fra sushi ved at den ikke har syremarinert ris. Veksten av *L.m.* er derfor raskere i sashimi enn i sushi, like rask som i kjølt fisk. Sannsynligheten for at *L.m.* konsentrasjonen er høyere enn 3 log cfu/g er derfor betydelig større for sashimi enn for sushi dersom begge har vært kjølelagret ett døgn eller blitt temperert noen timer. Dersom sashimi plasseres sammen med sushi på ferdige brett som lagres, vil veksten være raskere i sashimien enn i sushien. Sashimi vil også slippe mer væske, som gjør at *L.m.* kan smitte over til sushibitene.

7 Usikkerhet og kunnskapshull

Usikkerhetspunktene som ble nevnt i VKM-vurderingen fra 2006, er ennå gyldige.

Vi har måttet gjøre mange antagelser i vurderingen. Noen av dem er disse:

Dose-respons-modeller er beskrevet i litteraturen, men det er usikkerhet knyttet til disse mht.:

- I hvor stor grad de dekker diversitet blant stammer av *L.m.*
- Om syre- eller annen adaptering av *L.m.* i sushi kan gi bedre overlevelse av *L.m.* gjennom magesyre
- Om og eventuelt hvor mye gjentatt eksponering, immunstatus og medikamentbruk påvirker sannsynligheten for sykdom

Manglende informasjon om realistiske lagringsforhold og kontamineringspress: Vi antar at det finnes mye kunnskap om slike forhold i bransjen, men det er lite rapportert i litteraturen og har i liten grad vært tilgjengelig for denne vurderingen. Forhold som hvor lang tid det tar fra villfanget fisk blir kjølt ned og prosessert, antas å variere med fangstform, værforhold, avstand fra fangst til anlegg, osv. Det er også manglende informasjon om i hvor stor del av kjeden fisken oppbevares i fryst tilstand. For importerte, spesielt eksotiske arter, er det lite tilgjengelig informasjon. Dette har vi løst med å anta et verste scenario, og kanskje gjort en for streng vurdering. Det samme gjelder arter der litteraturen indikerer at juks er utbredt (se avsnitt 5.3.10). I disse tilfellene har vi brukt et verste fall scenario. Imidlertid er det mulig å beregne kriterier på en annen måte: Vår modell tilsier at veksten i sushi er 1,0-1,5 log cfu/g. Antallet i råvaren må derfor være mindre enn log 1,0-1,5 cfu/g for at terskelverdien på log 3 cfu/g ikke skal overstiges i sushi når den spises. Dette kan sikres ved analyse av råvarer som brukes til sushi.

Vurderingen er basert på at profesjonelle tilbydere av sushi benytter egnet råstoff som er ferskere og har vært lagret kaldere enn råvarer som er kjøpt i butikk og lagret i kjøleskap hos forbruker. Selv om vi anser dette som sannsynlig, kan vi ikke utelukke at det finnes profesjonelle tilbydere som benytter råvarer som har vært lagret like lenge og uten tilstrekkelig kjøling. I slike tilfeller er de estimerte konsentrasjonene i denne vurderingen for lave.

Det er manglende data angående forhold i forbrukerleddet om tillaging av egen sushi/sashimi. Det mangler data på hvilke produkttyper og fiskeslag forbrukere anvender til sushi/sashimi, samt hvilke vurderinger forbrukere gjør når de velger råvarer, om de for eksempel velger spesielt ferske produkter eller fryst vare når de selv tilbereder sushi eller sashimi. Det mangler også kunnskap om lagringstid av sushi i forbrukerleddet.

Usikkerhet angående realistisk startkonsentrasjon av *L.m.* ved kontaminering: Det finnes mange data om forekomst i miljøprøver, men bare noen få studier om konsentrasjon i

produktprøver. Grunnene til at det prøvetas lite, er at det i EU kun finnes grenseverdier for *L.m.* i spiseferdige produkter, altså ikke i råvarer. Mattilsynet prioriterer å ta prøver der det finnes grenseverdier (Mattilsynet, 2019).

Ufullstendige opplysninger om prevalens av *L.m.* i uprosessert fisk og filet: Det er få rapporterte studier av dette sammenlignet med røkt og gravet fisk. Vi har derfor begrenset vurderingen til å beregne hva konsentrasjonen ved konsum av sushi ville vært dersom råvarene var kontaminert. Et fiskeslag som praktisk talt aldri er kontaminert, vil gi færre sykdomstilfeller enn et fiskeslag som har høyere prevalens, selv om begge kan oppnå *L.m.*-konsentrasjoner over nivået som øker sannsynlighet for sykdom. Dette kommer ikke fram i vår vurdering.

Veksthastigheten i råvarer og sushi kan beregnes med modeller, men målte tall (data) er funnet bare for noen arter. Det er sett bort fra lagfase, og veksten kan derfor være overestimert.

8 Svar på spørsmål

8.1 Sannsynligheten for utvikling av listeriose hos gravide og utsatte grupper ved konsum av sushi/sashimi

1) På grunn av stor usikkerhet og mange muligheter for ikke-optimale forhold var det ikke mulig å modellere sushi laget av kingfish, konsentrasjonen anses dog som potensielt høy og uforutsigbar.

2) Estimering av veksten av *L.m.* i produkter beregnet ut fra **raskest vekst scenario** viste at 3 log cfu/g overskrides for alle produkter laget av ubearbeidede råvarer dersom lagringstiden av råvaren ved 4 °C er lang, eller med perioder ved høyere temperatur. Sannsynligheten for slike scenarier er ikke estimert, men det framgår av modelleringsfigurene hvor lange lagringstider som kan gi konsentrasjoner over grenseverdien. Lagringstid ved 4 °C eller kaldere i en uke før tilberedning til sushi medfører i de fleste tilfeller lavere konsentrasjon enn 3 log cfu/g i ferdig temperert sushi, gitt at startkonsentrasjonen ved prosessering etter fangst eller ved slakting er 1 cfu/g.

3) Estimering av veksten av *L.m.* i produkter med holdbarhetstider og oppbevaringsmetoder det er rimelig å forvente (**middels vekst scenario**), viste at 3 log cfu/g kunne overstiges i flere produkter:
   a) Sushi tilberedt av laks om fisken har vært lagret mer enn 8 dager ved 4 °C før tilberedning av sushi.

b) Sushi av kveite om fisken har vært lagret mer enn 7 dager ved 4 °C før tilberedning av sushi
c) Sushi av tunfisk om fisken har vært lagret mer enn 5 dager ved 4 °C før tilberedning av sushi
d) Sushi tilberedt hjemme kommer dårligere ut enn sushi produsert av profesjonelle aktører fordi temperaturen i kjøleskap hos forbrukere er høyere enn hos profesjonelle, og fordi profesjonelle aktører har bedre mulighet til å kontrollere lagringsregimet for fisken de bruker. Dersom forbrukere kjøper råvarene kort tid etter slaktedato (5-7 dager), og bruker dem til sushi uten å lagre dem, vil veksten av *L.m.* ifølge vår modell være lik for hjemmelaget sushi og i ferdigbrett.

4) Estimering av veksten av *L.m.* i produkter beregnet ut ifra **lavest vekst scenario** viste at 3 log cfu/g overskrides for:
   a) Sushi av laks dersom fisken har vært lagret mer enn 10 dager ved 4 °C før tilberedning av sushi.
   b) Sushi av kveite om fisken har vært lagret 15 dager ved 4 °C før tilberedning av sushi.
   c) Sushi av tunfisk om fisken har vært lagret mer enn 5 dager ved 4 °C før tilberedning av sushi

5) Estimering av veksten av *L.m.* i produkter viste at det er liten sannsynlighet for at 3 log cfu/g overskrides for:
   a) Sushi av laks/ørret kjøpt som ferdig brett, gitt at kjølelagringstiden av laks og ørret er 8 dager eller mindre.
   b) Sushi av scampi tilberedt hjemme eller kjøpt som ferdig brett
   c) Sushi av kamskjell tilberedt hjemme eller kjøpt som ferdig brett
   d) Sushi av rogn/ikura tilberedt hjemme eller kjøpt som ferdig brett
   e) Sushi av surimi tilberedt hjemme eller kjøpt som ferdig brett

6) Sushi konsumert i restauranter eller kjøpt som take-away kommer, som nevnt over, bedre ut i vurderingen enn sushi tilberedt hjemme, forutsatt at den profesjonelle aktøren har valgt egnede råvarer. Et viktig unntak er brett der sashimi inngår. Dersom sashimien er kontaminert, blir konsentrasjonen av *L.m.* høyere i sashimi enn i sushi, fordi den syremarinerte risen demper veksten i sushi, men ikke i sashimi. I tillegg vil sashimi ha større væskeslipp i løpet av lagringen enn sushi har, noe som fører til at *L.m.* fra sashimi kan smitte over på sushibiter i brettet.

8.2 Effekten av risikoreduserende tiltak

Modellering har også gitt grunnlag for å vurdere effekten av lavere temperatur og kortere lagringstid som risikoreduserende tiltak (se avsnittene 5.3.2.1, 5.3.7.1, 5.3.8.1, 5.3.9.1, 5.3.10.1, 5.3.11.1).

a) å oppbevare ved kjøleskaptemperatur <4 °C hos forbruker

Sushi laget av råvarer som er prosessert under gode hygieniske forhold, er raskt kjølt ned og lagret ved 4 °C eller kaldere i inntil en uke før konsum, vil ikke få konsentrasjoner av *L.m.* over 3 log cfu/g gitt forutsetningene som er satt i denne vurderingen. Lav temperatur demper veksten av *L.m;* generasjonstiden er i størrelsesorden dobbelt så lang ved 4 °C som ved 8 °C.

Veksten av *L.m.* er betydelig mindre i sushi enn i kjølt fisk og i sashimi. Effekten av å spise sushi ferskest mulig er begrenset, men kortere tempereringstid har noe effekt. Effekten av å bruke ferskest mulige råvarer for tilberedning av sushi er betydelig.

b) å kun spise små mengder av matvare

En stor porsjon gir større dose av *L.m.* enn en mindre porsjon, men effekten er begrenset da *L.m.* vil vært ujevnt fordelt i produktet og gjør at effekten av å spise en mindre porsjon ikke er så stor.

c) å velge type sushi-produkter med mindre potensiale for kontaminering, hvis aktuelt.

Sannsynlighet for kontaminering er vurdert kvalitativt.

Det er større sannsynlighet for kontaminering av *L.m.* i røkt fisk enn i rå filet. Veksten av *L.m.* er imidlertid langsommere i røkt fisk, slik at høy prevalens ikke nødvendigvis fører til høy konsentrasjon, spesielt dersom røkt fisk brukes tidlig i lagringstiden.

For fisk og andre råvarer som har lav prevalens av *L.m.*, vil bare en liten andel av sushi laget av slike råvarer få høy konsentrasjon av *L.m.* Fisk som ikke er kontaminert kan ikke gi sykdom, og fisk som sjelden er kontaminert vil derfor gi få sykdomstilfeller sammenlignet med fiskeslag som ofte er kontaminert. Dette er ikke tatt hensyn til i denne vurderingen. Imidlertid er det like stor vekst i fiskeslag som sjelden er kontaminert som fiskeslag som ofte er kontaminert, og lagringstid temperatur er derfor viktig å ta hensyn til for all sjømat som brukes til sushi og sashimi.

For sushi er estimert vekst etter tilberedning 1,0-1,5 log cfu/g, gitt tre dagers lagringstid av ferdig sushi og opp til seks timer temperering. I sahimi er konsentrasjonsøkningen av *L.m.* etter tilberedning betydelig større enn for sushi om de lagres like lenge. Krysskontaminering mellom sushi og sashimi kan unngås ved å holde dem adskilt ved lagring og temperering.

Sushi tillaget av forbruker fra tint fryst fisk som ble fryst inn kort tid etter slakting/filetering, antas å ha lave nivåer av *L.m.*

9 Referanser

Arumugaswamy, R. K., Ali, G. R., & Abd Hamid, S. N. (1994). Prevalence of Listeria monocytogenes in foods in Malaysia. *Int J Food Microbiol, 23*(1), 117-121.

Atanassova, V., Reich, F., & Klein, G. (2008). Microbiological quality of sushi from sushi bars and retailers. *J Food Prot, 71*(4), 860-864.

Baird-Parker, A. C. (2000). Microbiological Ecology of Different Types of Food; Fresh and Processed Fish and Shellfish. *Microbiological Safety and Quality of Food.*

EURL Lm technical guidance document for conducting shelf-life studies on Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods, version 3 – 6 June 2014 ANSES, Maisons-Alfort, France, pp.46. Implemented in EU food legislation.

Berg, T. (2018). [Personal communication].

Bo Andersen, J., Roldgaard, B. B., Christensen, B. B., & Licht, T. R. (2007). Oxygen restriction increases the infective potential of Listeria monocytogenes in vitro in Caco-2 cells and in vivo in guinea pigs. *BMC Microbiol, 7*, 55. doi:10.1186/1471-2180-7-55

Bover-Cid, S., Belletti, N., Garriga, M., & Aymerich, T. (2011). Model for Listeria monocytogenes inactivation on dry-cured ham by high hydrostatic pressure processing. *Food Microbiol, 28*(4), 804-809. doi:10.1016/j.fm.2010.05.005

Brandal, L. T., Whittaker, R., Skjerdal, T., Nordlund, S. J., Øverby, H., Jernberg, C., . . . Lange, H. (2019). *Outbreak of Listeria monocytogenes caused by consumption of raw fermented trout, Norway, 2018 to 2019. Poster at the conference Foodborne pathogenes & whole genome sequencing (WGS), 26.-28. Mars 2019.*

Buchanan, R. L., Gorris, L. G. M., Hayman, M. M., Jackson, T. C., & Whiting, R. C. (2017). A review of Listeria monocytogenes: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control, 75*, 1-13. doi:10.1016/j.foodcont.2016.12.016

CDC. (2017). Listeria outbreaks – selected multistate outbreaks. Available online: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/index.html (Accessed 1 September 2017). .

Chan, S. T., Yao, M. W. Y., Wong, Y. C., Wong, T., Mok, C. S., & Sin, D. W. M. (2006). Evaluation of chemical indicators for monitoring freshness of food and determination of volatile amines in fish by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. *European Food Research and Technology, 224*(1), 67. doi:10.1007/s00217-006-0290-4

Chen, Y. I., Burall, L. S., Macarisin, D., Pouillot, R., Strain, E., AJ, D. E. J., . . . Datta, A. R. (2016). Prevalence and Level of Listeria monocytogenes in Ice Cream Linked to a Listeriosis Outbreak in the United States. *J Food Prot, 79*(11), 1828-1832. doi:10.4315/0362-028X.JFP-16-208

Churchill, O. J., Fernandez-Piquer, J., Powell, S. M., & Tamplin, M. L. (2016). Microbial and sensorial models for head-on and gutted (HOG) Atlantic Salmon (Salmo salar) stored from 0 to 15 °C. *Food Microbiology, 57*, 144-150. doi:https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.02.006

Cole, M. B., Jones, M. V., & Holyoak, C. (1990). The effect of pH, salt concentration and temperature on the survival and growth of Listeria monocytogenes. *J Appl Bacteriol, 69*(1), 63-72.

Dabade, D. S., den Besten, H. M., Azokpota, P., Nout, M. J., Hounhouigan, D. J., & Zwietering, M. H. (2015). Spoilage evaluation, shelf-life prediction, and potential spoilage organisms of tropical brackish water shrimp (Penaeus notialis) at different storage temperatures. *Food Microbiol, 48*, 8-16. doi:10.1016/j.fm.2014.11.005

De Cesare, A., Vitali, S., Tessema, G. T., Trevisani, M., Fagereng, T. M., Beaufort, A., . . . Skjerdal, T. (2018). Modelling the growth kinetics of Listeria monocytogenes in pasta salads at different storage temperatures and packaging conditions. *Food Microbiology, 76*, 154-163. doi:https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.04.013

Destro, M. T. (2000). Incidence and significance of Listeria in fish and fish products from Latin America. *Int J Food Microbiol, 62*(3), 191-196.

Destro, M. T., Leitao, M. F., & Farber, J. M. (1996). Use of molecular typing methods to trace the dissemination of Listeria monocytogenes in a shrimp processing plant. *Appl Environ Microbiol, 62*(2), 705-711.

Dewar, H., & Korsmeyer, K. E. (2001). Tuna metabolism and energetics. In B. A. Block & E. D. Stevens (Eds.), *Tuna: physiology, ecology and evolution.* (pp. 36-71): Academic Press.

Doganay, M. (2003). Listeriosis: clinical presentation. *FEMS Immunol Med Microbiol, 35*(3), 173-175.

Dufour, V., Stahl, M., & Baysse, C. (2015). The antibacterial properties of isothiocyanates. *Microbiology, 161*(Pt 2), 229-243. doi:10.1099/mic.0.082362-0

EC. (2005). Commission Regulation (EC) No. 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. Off J European Union, L338.

EFSA. (2013a). Analysis of the baseline survey on the prevalence of Listeria monocytogenes in certain ready-to-eat (RTE) foods in the EU, 2010-2011 Part A: Listeria monocytogenes prevalence

estimates. EFSA Journal 2013;11(6):3241, 75 pp. doi:10.2903/j.efsa.2013.3241.

EFSA. (2013b). Scientific report of EFSA: Analysis of the baseline survey on the prevalence of Listeria monocytogenes in certain ready-to-eat foods in the EU, 2010-2011 Part A: Listeria monocytogenes prevalence estimates. The EFSA Journal 11 (6), 3241.

EFSA. (2017). Draft scientific opinion: Listeria monocytogenes contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU. Endorsed for public consultation July 2017.

EFSA, & ECDC. (2017). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. *EFSA Journal, 15*(12), e05077. doi:doi:10.2903/j.efsa.2017.5077

EFSA, & ECDC. (2018). *Multi-country outbreak ofListeria monocytogenessequencetype 8 infections linked to consumption of salmon products. EFSA supporting publication 2018:EN-1496. 16pp. doi:10.2903/sp.efsa.2018.EN-1496*. Retrieved from

EFSA, Jeger, M., Bragard, C., Caffier, D., Candresse, T., Chatzivassiliou, E., . . . Gilioli, G. (2018). Guidance on quantitative pest risk assessment. *EFSA Journal, 16*(8), e05350. doi:10.2903/j.efsa.2018.5350

EFSA, Ricci, A., Allende, A., Bolton, D. J., Chemaly, M., Davies, R., . . . Lindqvist, R. (2018). Listeria monocytogenes contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU. *EFSA Journal, 16*(1), e05134. doi:10.2903/j.efsa.2018.5134

Eggington, S., Taylor, E. W., & Raven, J. A. (1999). Octopine pH musles. *Regulation of Tissue pH in Plants and Animal*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

FAO. (2019). Autolytic changes. http://www.fao.org/3/v7180e/V7180E0a.htm.

FAO, & WHO. (2014). Codex Alimentarius. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. http://www.fao.org/3/y1579e/y1579e05.htm.

Farber, J. M., Daley, E. M., MacKie, M. T., & Limerick, B. (2000). A small outbreak of listeriosis potentially linked to the consumption of imitation crab meat. *Lett Appl Microbiol, 31*(2), 100-104.

FHI. (2016). Forebygging av matbåren smitte i helseinstitusjoner og ved graviditet. https://www.fhi.no/sv/smittsomme-sykdommer/smitte-fra-mat-vann-dyr/flere-artikler/forebygging-av-matbaren-smitte-i-helseinstitusjoner/

FHI. (2019a). Forebygging av matbåren smitte i helseinstitusjoner og ved graviditet. https://www.fhi.no/sv/smittsomme-sykdommer/smitte-fra-mat-vann-dyr/topp-tre/forebygging-av-matbaren-smitte-i-helseinstitusjoner/.

FHI. (2019b). Meldingskriterier for sykdommer i MSIS. https://www.fhi.no/publ/2017/meldingskriterier-for-sykdommer-i-msis/.

Francoise, L. (2010). Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products. *Food Microbiol, 27*(6), 698-709. doi:10.1016/j.fm.2010.05.016

Freitag, N. E., Port, G. C., & Miner, M. D. (2009). Listeria monocytogenes - from saprophyte to intracellular pathogen. *Nat Rev Microbiol, 7*(9), 623-628. doi:10.1038/nrmicro2171

Glass, K. A., Golden, M. C., Wanless, B. J., Bedale, W., & Czuprynski, C. (2015). Growth of Listeria monocytogenes within a caramel-coated apple microenvironment. *MBio, 6*(5), e01232-01215. doi:10.1128/mBio.01232-15

Gonzalez, D., Vitas, A. I., Diez-Leturia, M., & Garcia-Jalon, I. (2013). Listeria monocytogenes and ready-to-eat seafood in Spain: study of prevalence and temperatures at retail. *Food Microbiol, 36*(2), 374-378. doi:10.1016/j.fm.2013.06.023

Gorris, L. G. M. (2005). Food safety objective: an integral part of food chain management. *Food Control, 16*(9), 801-809.

Goulet, V., Hebert, M., Hedberg, C., Laurent, E., Vaillant, V., De Valk, H., & Desenclos, J. C. (2012). Incidence of listeriosis and related mortality among groups at risk of acquiring listeriosis. *Clin Infect Dis, 54*(5), 652-660. doi:10.1093/cid/cir902

Goulet, V., King, L. A., Vaillant, V., & de Valk, H. (2013). What is the incubation period for listeriosis? *BMC Infect Dis, 13*, 11. doi:10.1186/1471-2334-13-11

Gram, L., & Huss, H. H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int J Food Microbiol, 33*(1), 121-137.

Guðbjörnsdóttir, B., Jónsson, Á., Hafsteinsson, H., & Heinz, V. (2010). *Effect of high-pressure processing on Listeria spp. and on the textural and microstructural properties of cold smoked salmon* (Vol. 43).

Gupta, S., & Ravishankar, S. (2005). A comparison of the antimicrobial activity of garlic, ginger, carrot, and turmeric pastes against Escherichia coli O157:H7 in laboratory buffer and ground beef. *Foodborne Pathog Dis, 2*(4), 330-340. doi:10.1089/fpd.2005.2.330

Hamouda, M., Anderson, W., Van Dyke, M., P. Douglas, I., D. McFadyen, S., & Huck, P. (2016). *Scenario-based quantitative microbial risk assessment to evaluate the robustness of a drinking water treatment plant* (Vol. 51).

Handa, S., Kimura, B., Takahashi, H., Koda, T., Hisa, K., & Fujii, T. (2005). *Incidence of Listeria monocytogenes in Raw Seafood Products in Japanese Retail Stores* (Vol. 68).

Hansen, A. Å., & Eie, T. (2003). *Post mortem* endringer i fisk. Marine-Pack - FoU program for sjømatemballasje. http://www.sto-projects.com/marinepack/%7B5645342399872%7D/Marinepack_Post_Mortem_Pres_Hvaler_120603_TEI.pdf.

Harris, J. (2008). Listeria monocytogenes--which of your patients is not at risk? *Aust Nurs J, 16*(1), 26-28.

Harris, J., Paul, O., Park, S. H., White, S. J., Budachetri, K., McClung, D. M., . . . Donaldson, J. R. (2019). Oxygen deprivation influences the survival of Listeria monocytogenes in gerbils. *Transl Anim Sci, 3*(1), 102-112. doi:10.1093/tas/txy110

Hoel, S., Mehli, L., Bruheim, T., Vadstein, O., & Jakobsen, A. N. (2015). Assessment of microbiological quality of retail fresh sushi from selected sources in Norway. *J Food Prot, 78*(5), 977-982. doi:10.4315/0362-028x.jfp-14-480

Hove, H. T., Roiha, I. S., Sanden, M., Wiech, M., & Lunestad, B.-T. (2018). *Monitoring programme for veterinary control on seafood products imported to Norway from third countries.* Retrieved from https://www.hi.no/filarkiv/2018/09/monitoring_programme_for_veterinary_control_rapport_fra_havforskningen_nr._31-2018_.pdf/nb-no

Inoue, S., Nakama, A., Arai, Y., Kokubo, Y., Maruyama, T., Saito, A., . . . Kumagai, S. (2000). Prevalence and contamination levels of Listeria monocytogenes in retail foods in Japan. *Int J Food Microbiol, 59*(1-2), 73-77.

James, C., Onarinde, B. A., & James, S. J. (2017). The Use and Performance of Household Refrigerators: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16*(1), 160-179. doi:10.1111/1541-4337.12242

Jammal, B., Abboud, M. A. A. E. M. S. Y., & B. Jammal, J. (2018). *J Applied sciences Research 9(11) 5746-5755-2013 pH, Rigor Mortis and Physical Properties of Fillet in Fresh Water Fish: The Case of Rainbow Trout {Oncorynchus mykiss} R. El Rammouz, J. Abboud, M. Abbond, A. El Mur, S. Yammine and B. Jammal*.

Jääskeläinen, E., Jakobsen, L. M. A., Hultman, J., Eggers, N., Bertram, H. C., & Björkroth, J. (2019). Metabolomics and bacterial diversity of packaged yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and salmon (*Salmo salar*) show fish species-specific spoilage development during chilled storage. *International Journal of Food Microbiology, 293*, 44-52. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.12.021

Kapperud, G. (2000). *Kasus-kontroll-undersøkelse av Listeria-infeksjon.* Retrieved from https://books.google.no/books?id=RgjAoT19Ud0C&pg=PT5&lpg=PT5&dq=TemaNord+2000:502&source=bl&ots=naK83v1tzF&sig=ACfU3U2icoxwu6rAGrXwatDqluO9gOH5gg&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwj4x9r0r4TiAhURmIsKHYNDDtcQ6AEwCXoECAgQAQ#v=onepage&q=TemaNord%202000%3A502&f=false

Kim, H. W., Hong, Y. J., Jo, J. I., Ha, S. D., Kim, S. H., Lee, H. J., & Rhee, M. S. (2017). Raw ready-to-eat seafood safety: microbiological quality of the various seafood species available in fishery, hyper and online markets. *Lett Appl Microbiol, 64*(1), 27-34. doi:10.1111/lam.12688

Kornacki, J. L., & Gurtler, J. B. (2007). Incidence and control of Listeria in food processing facilities. In: Listeria, listeriosis and food safety, 3rd edition. Eds.: Ryser ET and Marth EH. CRC Press, Boca Raton, 681-766.

Lado, B., & Yousef, A. E. (2007). Charcteristics of Listeria monocytogene important to food processors. In: RyserET, Marth EH (eds): Listeria, listeriosis and food dafety. 3rd ed. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, p.157-213. .

Li, C., Huang, L., Hwang, C.-A., & Chen, J. (2016). Growth of *Listeria monocytogenes* in salmon roe – A kinetic analysis. *Food Control, 59*, 538-545. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.06.016

Lianou, A., & Koutsoumanis, K. P. (2013). Strain variability of the behavior of foodborne bacterial pathogens: a review. *Int J Food Microbiol, 167*(3), 310-321. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.09.016

Lindqvist, R., & Westoo, A. (2000). Quantitative risk assessment for Listeria monocytogenes in smoked or gravad salmon and rainbow trout in Sweden. *Int J Food Microbiol, 58*(3), 181-196.

Liu, C., Mou, J., & Su, Y.-C. (2016). Behavior of *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in Raw Yellowfin Tuna during Cold Storage. *Foods (Basel, Switzerland), 5*(1), 16. doi:10.3390/foods5010016

Lorentzen, G., Wesmajervi Breiland, M. S., Cooper, M., & Herland, H. (2012). Viability of Listeria monocytogenes in an experimental model of nigiri sushi of halibut (Hippoglossus hippoglossus) and salmon (Salmo salar). *Food Control, 25*(1), 245-248. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.10.038

Luchansky, J. B., Chen, Y., Porto-Fett, A. C. S., Pouillot, R., Shoyer, B. A., Johnson-DeRycke, R., . . . Dennis, S. (2017). Survey for Listeria monocytogenes in and on Ready-to-Eat Foods from Retail Establishments in the United States (2010 through 2013): Assessing Potential Changes of Pathogen Prevalence and Levels in a Decade. *J Food Prot, 80*(6), 903-921. doi:10.4315/0362-028x.jfp-16-420

Lunestad, B.-T., & Skjerdal, T. (2008). *Listeria i sushi - sluttrspport fra prosjekt gjennomført av Veterinærinstituttet (Oslo) og Nasjonalt Institutt for ernærings- og sjømatforskning (Bergen). https://nifes.hi.no/wp-content/uploads/2014/05/Rapport-Sushi-VI-og-NIFES-2008.pdf.* Retrieved from

Madjunkov, M., Chaudhry, S., & Ito, S. (2017). Listeriosis during pregnancy. *Arch Gynecol Obstet, 296*(2), 143-152. doi:10.1007/s00404-017-4401-1

Manthey-Karl, M., Lehmann, I., Ostermeyer, U., Rehbein, H., & Schroder, U. (2015). Meat Composition and Quality Assessment of King Scallops (Pecten maximus) and Frozen Atlantic Sea Scallops (Placopecten magellanicus) on a Retail Level. *Foods, 4*(4), 524-546. doi:10.3390/foods4040524

Massa, A. E., Paredi, M. E., & Crupkin, M. (2003). A chemical assessment of freshness in stored adductor muscle from scallops. *Brazilian Journal of Chemical Engineering, 20*, 147-152.

Mattilsynet. (2017). *OK rapport 2017. Tilsyn og analyse av hvitfisk med formål å avdekke bruk av escolar som smørfisk i sushi. https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/matservering/restaurant_kafe_hotell/rapport_tilsyn_og_analyse_av_hvitfisk_for_aa_avdekke_escolar_som_smorfisk_i_sushi.29588/binary/Rapport:%20Tilsyn%20og%20analyse%20av%20hvitfisk%20for%20%C3%A5%20avdekke%20escolar%20som%20sm%C3%B8rfisk%20i%20sushi.* Retrieved from

Mattilsynet (2019). [Personlig meddelelse.].

McDermott, A., Whyte, P., Brunton, N., Lyng, J., & Bolton, D. J. (2018). Increasing the Yield of Irish Brown Crab (Cancer pagurus) during Processing without Adversely Affecting Shelf-Life. *Foods (Basel, Switzerland), 7*(7), 99. doi:10.3390/foods7070099

Mejlholm, O. (2007). *Microbial changes and safety of lightly preserved seafood. DIFRES, DTU. http://orbit.dtu.dk/files/4904282/Final_Ph.D-thesis.pdf.*

Mejlholm, O., Bøknæs, N., & Dalgaard, P. (2015). Development and validation of a stochastic model for potential growth of Listeria monocytogenes in naturally contaminated lightly preserved seafood. *Food Microbiology, 45*, 276-289. doi:https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.06.006

Mejlholm, O., & Dalgaard, P. (2007a). Modeling and predicting the growth boundary of Listeria monocytogenes in lightly preserved seafood. *J Food Prot, 70*(1), 70-84.

Mejlholm, O., & Dalgaard, P. (2007b). *Modeling and Predicting the Growth of Lactic Acid Bacteria in Lightly Preserved Seafood and Their Inhibiting Effect on Listeria monocytogenes* (Vol. 70).

Mejlholm, O., Gunvig, A., Borggaard, C., Blom-Hanssen, J., Mellefont, L., Ross, T., . . . Dalgaard, P. (2010). Predicting growth rates and growth boundary of Listeria monocytogenes - An international validation study with focus on processed and ready-to-eat meat and seafood. *Int J Food Microbiol, 141*(3), 137-150. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.026

Mellefont, L. A., McMeekin, T. A., & Ross, T. (2008). Effect of relative inoculum concentration on Listeria monocytogenes growth in co-culture. *Int J Food Microbiol, 121*(2), 157-168. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.10.010

Migueis, S., Moura, A. T., Saraiva, C., & Esteves, A. (2016). Influence of season and type of restaurants on sashimi microbiota. *Eur J Public Health, 26*(5), 877-881. doi:10.1093/eurpub/ckw009

Milne, R. (2011). A focus group study of food safety practices in relation to listeriosis among the over-60s. *Critical Public Health, 21*(4), 485-495. doi:10.1080/09581596.2011.616879

Miya, S., Takahashi, H., Ishikawa, T., Fujii, T., & Kimura, B. (2010). Risk of *Listeria monocytogenes* Contamination of Raw Ready-To-Eat Seafood Products Available at Retail Outlets in Japan. *Applied and Environmental Microbiology, 76*(10), 3383-3386. doi:10.1128/aem.01456-09

Moharem, A. S., Raj, A. P. C., & Janardhana, G. R. (2007). Incidence of Listeria species in seafood products of Mysore, India. *Journal of Food Safety, 27*(4), 362-372. doi:10.1111/j.1745-4565.2007.00085.x

Moran, D., M G Wells, R., & J Pether, S. (2008). *Low stress response exhibited by juvenile yellowtail kingfish (Seriola lalandi Valenciennes) exposed to hypercapnic conditions associated with transportation* (Vol. 39).

MSIS. (2019). Norwegian Surveillance System for Communicable Diseases (MSIS).

Murray, P. R. (2013). Medical Microbiology, 7.ed., Elsevier Saunders, 2013, s. 217.

Nauta, M. J. (2002). Modelling bacterial growth in quantitative microbiological risk assessment: is it possible? *International Journal of Food Microbiology, 73*(2-3), 297-304. doi:Pii S0168-1605(01)00664-X

Doi 10.1016/S0168-1605(01)00664-X

NIFES. (2019). Overvåkning av sjømat. https://www.hi.no/hi/temasider/sjomat/overvakning-av-sjomat.

Nortvedt, R., Espe, M., Gribbestad, I. S., Jørgensen, L., Karlsen, Ø., Otterå, H., . . . Sørensen, N. K. (2019). *Quality, slaughter, transport. High quality seafood products based on ethical and sustainable production. From cage to table.* Retrieved from

Orban, E., Di Lena, G., Ferrante, I., & Cataudella, S. (2008). *Farming quality of Tuna (Thunnus thynnus) 2008 World Aquaculture Magazine 32, 2, 52-54, 57-58* (Vol. 32).

Orsi, R. H., & Wiedmann, M. (2016). Characteristics and distribution of Listeria spp., including Listeria species newly described since 2009. *Appl Microbiol Biotechnol, 100*(12), 5273-5287. doi:10.1007/s00253-016-7552-2

Pacquit, A., Frisby, J., Diamond, D., Lau, K., Farrell, A., Quilty, B., & Diamond, D. (2007). *Development of a smart packaging for the monitoring of fish spoilage* (Vol. 102).

Pongsetkul, J., Benjakul, S., Vongkamjan, K., Sumpavapol, P., & Osako, K. (2017). Microbiological and chemical changes of shrimp Acetes vulgaris during Kapi production. *Journal of food science and technology, 54*(11), 3473-3482. doi:10.1007/s13197-017-2804-4

Pouillot, R., Hoelzer, K., Chen, Y., & Dennis, S. B. (2015). Listeria monocytogenes dose response revisited--incorporating adjustments for variability in strain virulence and host susceptibility. *Risk Anal, 35*(1), 90-108. doi:10.1111/risa.12235

Pouillot, R., Hoelzer, K., Jackson, K. A., Henao, O. L., & Silk, B. J. (2012). Relative risk of listeriosis in Foodborne Diseases Active Surveillance Network (FoodNet) sites according to age, pregnancy, and ethnicity. *Clin Infect Dis, 54 Suppl 5*, S405-410. doi:10.1093/cid/cis269

Pouillot, R., Klontz, K. C., Chen, Y., Burall, L. S., Macarisin, D., Doyle, M., . . . Van Doren, J. M. (2016). Infectious Dose of Listeria monocytogenes in Outbreak Linked to Ice Cream, United States, 2015. *Emerg Infect Dis, 22*(12), 2113-2119. doi:10.3201/eid2212.160165

Rawles, D., Flick, G., Pierson, M., Diallo, A., Wittman, R., & Croonenberghs, R. (1995). Listeria monocytogenes Occurrence and Growth at Refrigeration Temperatures in Fresh Blue Crab (Callinectes sapidus) Meat. *J Food Prot, 58*(11), 1219-1221. doi:10.4315/0362-028x-58.11.1219

Reij, M. W., & van Schothorst, M. (2000). Critical notes on microbiological risk assessment of food. *Brazilian Journal of Microbiology, 31*, 01-08.

Ross, T., Dalgaard, P., & Tienungoon, S. (2000). Predictive modelling of the growth and survival of Listeria in fishery products. *Int J Food Microbiol, 62*(3), 231-245.

Rossvoll, E., Ronning, H. T., Granum, P. E., Moretro, T., Hjerpekjon, M. R., & Langsrud, S. (2014). Toxin production and growth of pathogens subjected to temperature fluctuations simulating consumer handling of cold cuts. *Int J Food Microbiol, 185*, 82-92. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2014.05.020

Roth, B., Foss, A., & Imsland, A. K. (2009). Relationship between muscle pH and flesh color of Atlantic halibut. *J Food Sci, 74*(3), S123-125. doi:10.1111/j.1750-3841.2009.01089.x

Ryeng, A. (2011). *Markedsforskning: Sushi og Sashimi. Rapport 26/2011. https://www.nofima.no/filearchive/Rapport%2026-2011.pdf.* Retrieved from

Sewell, D., Allen, S., & Phillips, C. A. (2015). Oxygen limitation induces acid tolerance and impacts simulated gastro-intestinal transit in Listeria monocytogenes J0161. *Gut Pathog, 7*, 11. doi:10.1186/s13099-015-0058-0

Shin, J. H., & Rasco, B. A. (2007). Effect of water phase salt content and storage temperature on Listeria monocytogenes survival in chum salmon (Oncorhynchus keta) roe and caviar (ikura). *J Food Sci, 72*(5), M160-165. doi:10.1111/j.1750-3841.2007.00385.x

Skjerdal, T., Fagereng, T. M., Brandal, L. T., Whittaker, R., Nordlund, S. J., Øverby, H., . . . Lange, H. (2019). *Listeriosis outbreak with «rakfisk», a traditional fermented product of fresh water trout, in Norway 2018-2019. Oral presentation at the Annual meeting for reference laboratories for Listeria monocytogenes in foods, ANSES, Maison Alfort, France, 10-12th of April, 2019*.

Skjerdal, T., Reitehaug, E., Cudjoe, K., Næss, T., Folgerø, B., & Framstad, K. (2010). *Listeria shelf life of ready-to-(h)eat red and white meat products. Poster, Food Micro 2010, September, Copenhagen, Denmark.*

Skjerdal, T., Reitehaug, E., & Eckner, K. (2014). Development of performance objectives for Listeria monocytogenes contaminated salmon (Salmo salar) intended used as sushi and sashimi based on analyses of naturally contaminated samples. *International Journal of Food Microbiology, 184*, 8-13. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.03.031

Stratakos, A., Linton, M., Tessema, G. T., Skjerdal, T., Patterson, M., & Koidis, T. (2016). Effect of high pressure processing in combination with *Weissella viridescens* as a protective culture against *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat salads of different pH. Food Control, 61, 6-12

VKM, Skjerdal, T., Eckner, K., Kapperud, G., Lassen, J., Grahek-Ogden, D., . . . Wasteson, Y. (2018). *Listeria monocytogenes - vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper. Uttalelse fra Faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø. VKM rapport 2018:13, ISBN: 978-82-8259-310-6, ISSN: 2535-4019. Vitenskapskomite for mat og miljø (VKM), Oslo, Norway.* Retrieved from

Warner, K., Timme, W., Lowell, B., & Hirshfield, M. (2013). *Oceana Study Reveals Seafood Fraud Nationwide . https://oceana.org/sites/default/files/reports/National_Seafood_Fraud_Testing_Results_FINAL.pdf*. Retrieved from

Zeng, Q. Z., Thorarinsdottir, K. A., & Olafsdottir, G. (2005). Quality Changes of Shrimp (Pandalus borealis) Stored under Different Cooling Conditions. *Journal of Food Science, 70*(7), s459-s466. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.tb11493.x