

Optimal saltreduksjon i røkt laks (Optisalm)

Faglig sluttrapport

Even Heir, Mari Øvrum Gaarder og Askild L. Holck





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 390 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1431 ÅS

Stavanger:

Måltidets hus, Richard Johnsgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunnalsøra:

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 77 62 90 00

E-post: post@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA



Creative commons gjelder når ikke annet er oppgitt

Rapport

<i>Tittel:</i> Optimal saltreduksjon i røkt laks (OptiSalm) – Faglig sluttrapport	ISBN 978-82-8296-689-4 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Optimal salt reduction in smoked salmon (OptiSalm) – Final report	<i>Rapportnr.:</i> 26/2021
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Even Heir (prosjektleder), Mari Øvrum Gaarder og Askild L. Holck	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Avdeling:</i> Trygg og holdbar mat	<i>Dato:</i> 30. juni 2021
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 26
<i>Stikkord:</i> Røkt laks, salt, salterstattere, <i>Listeria</i> , sensorikk	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901583
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Det er et mål om å redusere innholdet av salt (NaCl) i en rekke matvarer inkludert røkte fiskeprodukter. Målet med prosjektet har vært å gi næringen et kunnskapsbasert grunnlag og dokumentasjon for å kunne anvende salterstattere for produksjon av røkte lakseprodukter med lavere saltnivåer (NaCl) enn i dag og som ivaretar krav til smak, kvalitet, holdbarhet og mattrygghet. Det ble utarbeidet en kunnskapsstatus på bruk av salterstattere og såkalte <i>Listeria</i> hemmesalter (salter av organiske syrer) i røkt laks. Det ble deretter gjennomført prøveproduksjoner av røkt laks med utvalgte salterstattere og hemmesalter. Sensoriske, mikrobiologiske og fysiokjemiske analyser ga grunnlag for å gjennomføre en industriproduksjon av røkt laks med utvalgte salterstattere og hemmesalter. Resultatene fra prosjektet viser at salterstatterne og hemmesaltene som ble testet i liten grad påvirker smaksprofilen til røkt laks som inneholder disse. Delvis erstatning av NaCl med 30 % KCl gir ikke endret bakterievekst (inkludert <i>Listeria</i>) i laksen. Bruk av hemmesalter kan bidra til økt mikrobiologisk kvalitet og hemme vekst av <i>Listeria</i> .	<i>Prosjektnr.:</i> 12912
<i>English summary/recommendation:</i> It is a goal to reduce the salt (NaCl) content of a variety of foods including smoked fish products. The aim of this project has been to provide the industry with knowledge and documentation for their use of salt substitutes in the production of smoked salmon which meet requirements for taste, quality, shelf life and food safety. A knowledge status was developed on the use of salt substitutes and bacterial growth inhibiting organic acid salts in smoked salmon. Trial productions of smoked salmon were then carried out with selected salt substitutes and organic acid salts. Sensory, microbiological and physicochemical analyzes provided a basis for carrying out an industrial production of smoked salmon with selected salts. The results from the project show that tested salts have minor effect on the sensory profile of smoked salmon and do not alter bacterial growth (including <i>Listeria</i>) in salmon. Partly replacing NaCl with 30 % KCl does not alter bacterial growth (including <i>Listeria</i>) in salmon. The use of salts with bacterial inhibitory properties can contribute to increased microbiological quality and safety.	

Innhold

1	Sammendrag (både på norsk og engelsk)	2
2	Innledning	3
3	Problemstilling og formål	4
4	Prosjektgjennomføring	5
5	Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon	8
5.1	Oversikt over relevante salterstattere til røykte lakseprodukter (AP1).....	8
5.2	Prøveproduksjoner: Egnethet av salterstattere i røkt laks (AP2).....	9
5.2.1	Prøveproduksjon 1 - screening:.....	9
5.2.2	Prøveproduksjon 2: Utvalgte salterstattere/hemmesalter - effekt på mikrobiologisk kvalitet og fysiokjemiske egenskaper.....	13
5.3	Pilotproduksjon: Røkt laks med salterstattere produsert i prosessanlegg (AP3).....	16
5.3.1	Hvordan påvirkes sensoriske egenskaper ved bruk av salterstattere og hemmesalter i røkt laks produsert i prosessanlegg?.....	18
5.3.2	Hvordan påvirkes mikrobiologiske egenskaper ved bruk av salterstattere og hemmesalter i røkt laks produsert i prosessanlegg?.....	19
5.3.3	Fysiokjemiske egenskaper til røkt laks med salterstattere	22
6	Hovedfunn	25
7	Leveranser	26

1 Sammendrag (både på norsk og engelsk)

Sammendrag: Det er et mål om å redusere innholdet av salt (NaCl) i en rekke matvarer inkludert røykte fiskeprodukter. Redusert innhold av NaCl kan oppnås ved å benytte mindre salt eller ved bruk av salterstattere. For røykte lakseprodukter kan dette gi endringer som påvirker smak, tekstur, mikrobiell holdbarhet og mattrygghet i tillegg til prosess teknologiske egenskaper. Målet med prosjektet har vært å gi næringen et kunnskapsbasert grunnlag og dokumentasjon for å kunne anvende salterstattere ved produksjon av røykte lakseprodukter med lavere saltnivåer (NaCl) enn i dag og som ivaretar krav til smak, kvalitet, holdbarhet og mattrygghet. Det ble utarbeidet en kunnskapsstatus på bruk av salterstattere og såkalte *Listeria* hemmesalter (salter av organiske syrer) i røkt laks. Det ble deretter gjennomført prøveproduksjoner av røkt laks med utvalgte salterstattere og hemmesalter. Sensoriske, mikrobiologiske og fysiokjemiske analyser ga grunnlag for å gjennomføre en industriproduksjon av røkt laks med utvalgte salterstattere og hemmesalter. Resultatene fra prosjektet viser at salterstatterne og hemmesaltene som ble testet i liten grad påvirker smaksprofilen til røkt laks som inneholder disse. Delvis erstatning av NaCl med 30 % KCl gir ikke endret bakterievekst (inkludert *Listeria*) i laksen. Bruk av hemmesalter kan bidra til økt mikrobiologisk kvalitet og hemme vekst av *Listeria*.

English summary: It is a goal to reduce the salt (NaCl) content of a variety of foods including smoked fish products. Reduced NaCl content can be achieved by using less salt or by using salt substitutes. For smoked salmon products, this can cause changes that affect taste, texture, microbial shelf life and food safety in addition to process technology properties. The aim of this project has been to provide the industry with relevant knowledge and documentation for their use of salt substitutes in the production of smoked salmon products with reduced levels of NaCl and which meet requirements for taste, quality, shelf life and food safety. A knowledge status was developed on the use of salt substitutes and bacterial growth inhibiting organic acid salts in smoked salmon. Trial productions of smoked salmon were then carried out with selected salt substitutes and organic acid salts. Sensory, microbiological and physicochemical analyzes provided a basis for carrying out an industrial production of smoked salmon with selected salts. The results from the project show that the salts that were tested have minor effect on the sensory profile of smoked salmon. Partly replacing NaCl with 30 % KCl does not alter bacterial growth (including *Listeria*) in salmon. The use of salts with bacterial growth inhibitory properties can contribute to increased microbiological quality and inhibit the growth of *Listeria*.

2 Innledning

Et for høyt inntak av natriumklorid («salt») gjennom maten utgjør en betydelig helserisiko. Norge har derfor sluttet seg til WHO's mål om å redusere gjennomsnittlig saltinntak med 30 % innen 2025. Bearbejdede matvarer som er tilsatt salt eller andre natriumholdige komponenter under produksjonen i industrien utgjør 70-80 % av det daglige inntaket av natrium (Na⁺) hos forbrukerne. Sju prosent av saltet i kosten er estimert å komme fra fisk og sjømat.

Røkt fisk er en av ca. 100 matvarekategorier hvor det er utarbeidet veiledende saltmål. For å oppfylle mål og krav om saltreduksjon, har norsk laksenæring jobbet systematisk med å redusere saltinnholdet i produktene. I perioden 2019-2021 er saltmålet for kaldrøkt fisk 3,0 g salt/100 g og for varmrøkt fisk 2,0 g salt/100 g (Helsedirektoratet, Saltpartnerskapet). Det vil være mål om ytterligere saltreduksjon i framtida både ut fra helsemessige aspekter og merkekrav knyttet til produkter med natrium. Næringsaktører har derfor uttrykt et behov for mer kunnskap og forskning for å kunne produsere røkte lakseprodukter med lavere saltinnhold, men uten å gå på akkord med mattrygghet, holdbarhet, smak og kvalitet.

Prosjektet har inkludert: 1) Utarbeide en oversikt over kommersielt tilgjengelige salterstatter som kan være egnet for bruk i norsk røkelaksproduksjon og parametere som har relevans for bruk av disse ved industriell produksjon av røkt laks 2) Prøveproduksjon med et utvalg av salterstatter of *Listeria* hemmesalter for å avklare betydning av salterstatter på viktige parametere: sensoriske egenskaper, mikrobiologisk kvalitet, *Listeria*-vekst under kjølelagring 3) Prøveproduksjon i anlegg med utvalgte salterstatter og hemmesalter, basert på resultater fra pkt. 2, og sammenligning med konvensjonelt produsert laks. Sensorisk beskrivende test, mikrobiologiske analyser, *Listeria*-vekstforsøk og kjemiske analyser ble utført.

Prosjektet har hatt en styringsgruppe med deltagere fra produsenter av røkt laks, Sjømat Norge, FHF og Nofima. Styringsgruppen har bidratt med verdifulle innspill rundt erfaringer og regelverk rundt bruk av salterstatter i røkt laks. Næringen har vederlagsfritt bidratt med råvare laks til bruk i prosjektet og gjennomført prøveproduksjon av røkt laks med salterstatter i eget anlegg. Nofima har hatt prosjektledelsen og vært ansvarlig for planlegging, oppsett, analyser og gjennomføring av prosjektet. Prosjektdeltagere fra Nofima har vært Mari Øvrum Gaarder, Merete Rusås Jensen, Askild Holck, Tom Chr. Johannessen, Lars Erik Solberg, Kristine S. Myhrer, Maria Jacobsen (masterstudent) og Even Heir (prosjektleder).

3 Problemstilling og formål

Salt (NaCl) er en helt vesentlig ingrediens for å oppnå røkt laks med ønsket kvalitet og holdbarhet. For høyt inntak av natriumioner (Na⁺) har uønskede helseeffekter. For produsenter av røkt laks er det derfor vesentlig å tilby røkt laks med lavere innhold av salt generelt og Na⁺spesielt. Dette kan oppnås ved å redusere nivået av tilsatt salt i produktene og/eller ved å erstatte deler av saltet med såkalte salterstattere. For at næringen skal ha et godt grunnlag for å redusere Na-innholdet i røkt laks, har næringen behov for økt kunnskap om salterstattere og hvordan bruk av disse vil påvirke sensoriske egenskaper, mattrygghet og øvrig produktkvalitet. Prosjektet har hatt hovedfokus på salterstattere basert på mineralsalter, hovedsakelig basert på kaliumklorid (KCl), da KCl har egenskaper som ligner på nødvendige funksjonelle og teknologiske egenskaper som NaCl gir. I prosjektet har vi studert effekter av å erstatte 20-50 % av Na med K-baserte salterstattere da dette er i tråd med internasjonale mål om saltreduksjon i denne type produkter. Videre har bruk av såkalte hemmesalter, salter av organiske syrer som hemmer vekst av *Listeria*, blitt evaluert som del av en strategi for å oppnå røkt laks med redusert innhold av natrium, men som opprettholder eller forbedrer produktenes sensoriske egenskaper og mattrygghet. Prosjektet har hatt som mål å fylle kunnskapshull og gi næringen økt grunnlag for å produsere røkt laks som ivaretar eller forbedrer produktenes sensoriske egenskaper, kvalitet og mattrygghet.

Med dette som bakgrunn har prosjektet vært delt inn i arbeidspakker med tilhørende delmål:

Arbeidspakke 1: Kunnskapsstatus og kartlegging av relevante salterstattere for bruk i røkt laks.

Delmål: Rapport med kunnskapsstatus om saltreduksjon i røkt laks (strategier for saltreduksjon, informasjon om egenskaper og kriterier for valg av salterstattere), samt oversikt over kommersielt tilgjengelige salterstattere. Grunnlag for valg av salterstattere til bruk i Arbeidspakke 2.

Arbeidspakke 2: Avklare viktige parametere for egnethet og optimal bruk av salterstattere i røkt laks.

Delmål: Undersøke betydning av parametere i råvare, salterstattere og prosess for egenskaper (sensorisk, kvalitet) til ferdig røkt produkt.

Arbeidspakke 3: Industriell testproduksjon: Sensoriske egenskaper, produktkvalitet og vekst av *Listeria* i røkt laks produsert med og uten bruk av salterstattere og hemmesalter

Delmål: Evaluere egenskaper (sensorikk, mattrygghet, kvalitet) til røkt laks produsert i industrielt produksjonsanlegg med og uten bruk av utvalgte salterstattere og hemmesalter.

4 Prosjektgjennomføring

Prosjektet er blitt gjennomført i tre arbeidspakker (AP1-3) hvor resultatene fra foregående arbeidspakke har hatt betydning for valg, prioriteringer og gjennomføring av aktiviteter i påfølgende arbeidspakke. Videre har innspill fra næringen rundt status, erfaringer og utfordringer med saltreduksjon i røkt laks gitt grunnlag for nødvendig prioritering av aktiviteter i prosjektet.

Prosjektet har anvendt ulike metoder og analyser for å kartlegge effekter av salterstattere og hemmesalter i røkt laks. Dette inkluderer:

- 1) Litteratursøk for kunnskapsstatus på bruk av salterstattere i røkt laks
- 2) Prøveproduksjoner av røkt laks:

Fersk laksefilet ble mottatt fra slakteri og fileter ble delt i henhold til norsk (NQS) og skotsk (SQS) kvalitetssnitt. Salt ble tilsatt i henhold til vekt av rå laksefilet og tørrsaltet eller injisert. Ved injisering ble 20% løsninger av salt benyttet. Etter saltutjevning ble laksen tørket (fjerning av overskuddsvæske) og røkt ved bruk av mild røykeprosess (3 runder med røyksirkulering). Røkt laks ble vakuumpakket og lagret ved 4 °C for sensoriske analyser. Laks til *Listeria* smitteforsøk og kjemiske analyser ble lagret ved -20 °C.
- 3) Sensoriske analyser ved bruk av Nofimas sensoriske panel
 - a) *Sensorisk brainstorming på salterstattere*

For at det sensoriske panelet skulle få kjennskap til de ulike salterstatterne i seg selv, ble det gjennomført en brainstorming på utvalgte salterstattere. Dette gav også innsikt til det videre sensoriske arbeidet. Salterstatterne ble tilsatt i havregrøt da det er utfordrende å smake på rene salterstattere.
 - b) *Screening av røkt laks ved bruk av «Projective mapping»*

Projective mapping ble benyttet til å vurdere røkt laks med salterstattere fra AP2. Metoden baserer seg på å finne likheter og ulikheter mellom prøvene på de ulike sensoriske modalitetene. I dette tilfellet var det modalitetene smak, lukt og tekstur som ble evaluert. Prøvene kodes med tresifrede koder og serveres romtemperert. Hver sensorisk dommer bedømmer prøvene i tilfeldig rekkefølge og i egen hastighet. Prøvene plasseres i et todimensjonalt kart der prøver som er ulike plasseres langt fra hverandre, mens prøver som er likere plasseres nære hverandre. Deretter beskrives de ulike prøvene med sensoriske egenskaper som dommerne mener er karakteristiske for prøven. Dataene registreres i dataprogrammet EyeQuestion, og analysene er gjennomført i XLstat med Multiple Factor Analyse (MFA).
 - c) *Full sensorisk beskrivende analyse av røkt laks*

Totalt 6 produkter av røkt laks ble vurdert ved en full beskrivende sensorisk analyse i henhold til ISO 13299:2016 *General Guidance for establishing a sensory profile*. Den beskrivende analysen ble gjennomført av Nofima sitt sensorisk panel bestående av trente dommere. Det sensoriske panelet evaluerte samtlige prøver på 23 ulike sensoriske egenskaper (luke, smak og tekstur) på en ustrukturert skala fra 1 til 9 der 1 er ingen intensitet, mens 9 er tydelig intensitet av den gitte egenskapen (Delrapport 2). I tillegg hadde dommerne mulighet til å legge til kommentarer etter utseende, lukt, smak og teksturegenskapene. Prøver til sensorisk analyse er tatt ut fra NQS og SQC. Kun ryggdel uten mørk muskel ble benyttet til analysen. Hver dommer fikk to skiver på ca. 3mm tykkelse. Lukt ble bedømt ved å løfte skivene opp på

gaffel, og videre ble en skrive benyttet til smak og en til tekstur. Hver dommer fikk servert prøve fra samme parti på fisken gjennom hele forsøket. For beskrivende test, ble seks varianter i seks gjentak (seks fisk) bedømt i randomisert rekkefølge. Prøve **Kommersielt produsert Lerøy-laks (kontroll 2)** ble servert helt til slutt (alle seks gjentak). Totalt 36 prøver i ni serveringsomganger. Serveringstemperatur på prøven var 18 +/- 2°C. Dommerne nøytraliserte munnen med nøytrale kjeks og varmt og kaldt vann mellom prøvene. Det ble benyttet variansanalyse (ANOVA) for å kartlegge om det er signifikante forskjeller mellom gruppene for hver av de sensoriske egenskapene. I denne rapporten betyr signifikant forskjell at det er signifikant forskjell på 5 % nivå ($p=0,05$). For de egenskapene hvor det er signifikante forskjeller, utføres i tillegg Tukey's multiple sammenligningstest for å avgjøre hvilke prøver som er forskjellige. Principal component analyse (PCA) med cluster-analyse ble også gjennomført i EyeOpenR.

4) Mikrobiologiske analyser

- a) Bestemmelse av bakterienivå og bakteriesammensetning på røkt laks
- b) Smitte- og belastningsforsøk på *Listeria monocytogenes* i røkt laks

Bakterienivåer i laks ble bestemt ved bestemmelse av totalkim etter utplating på næringsagar. Bakteriesammensetning på utvalgte prøver ble bestemt ved plukking av kolonier og identifisering ved bruk av MALDI-TOF MS

I alle forsøk med *Listeria* ble smitte av laksen, håndtering, emballering og lagring gjennomført i patogen prosesshall ved Nofima. Laksen ble slicet og deretter smittet med kjente nivåer av *L. monocytogenes*. En miks av 10 *Listeria*-stammer ble benyttet. Smittet laks ble vakuumpakket og lagret ved 4C og 8C og analyser for bestemmelse av *Listeria*-nivå i prøvene ble gjennomført i lagringsperioden med siste uttak inntil Dag 34 etter smitte. Nivåer av *Listeria* ble gjennomført ved utplating på selektive medier (Rapid L'mono)

5) Fysio-kjemiske analyser:

- a) Fettmålinger av filet
- b) Diverse analyser (vektsvinn, pH, nivå av fenol, K^+ og Na^+ i røkt laks)

Fettmålinger av filet ble gjort ved bruk av NIR spektroskopi. Øvrige fysio-kjemiske analyser av laksen ble gjennomført på Nofima eller eksternt laboratorium.

Kort oversikt over prosjektgjennomføringen er gitt nedenfor.

I AP1 ble det gitt en kunnskapsstatus på bruk av salterstattere i røkt laks, betydning av prosessparametere samt en oversikt over kommersielt tilgjengelige, relevante salterstattere og *Listeria* hemmesalter. Informasjon ble hentet inn fra vitenskapelig litteratur og rapporter, ved kontakt med produsenter/leverandører av salterstattere samt etter innspill fra næringspartnere i prosjektet. Resultatene fra rapporten ga grunnlag for å prioritere valg av salterstattere, hemmesalter og prosessparametere for videre uttesting i prosjektet.

I AP2 ble det produsert laks med utvalgte salterstattere og hemmesalter ved bruk av prosessparametere basert på resultater fra Arbeidspakke 1. Valgte salterstattere (totalt 7 stk) var kommersielt tilgjengelige salterstattere med 20-50 vektprosent innhold av KCl. Blant disse var også enkelte salterstattere som i tillegg inneholdt mindre nivåer av andre salter ($MgCl_2$, $MgCO_3$, $MgSO_4$, NH_4Cl). Hemmesaltene inkludert var Provian K (inneholder en blanding av kaliumacetat/-diacetat) og Provian NDV (fermentat fremstilt ved fermentering av sukkerarter hvor aktiv bestanddel i hovedsak er

kaliumacetat). I tillegg ble konvensjonell laks med NaCl, men uten tilsatt salterstattere eller hemmesalter samt laks tilsatt en blanding av NaCl og KCl (30 vektprosent KCl) produsert som kontroller.

Inkluderte parametere i produksjonene var: Salttyper (NaCl + kommersielle salterstattere og hemmesalter), nivåer av tilsatt salt/salterstattere, type salteprosess (tørresalting og injisering), fettnivå i råvare laks. Røkt laks ble produsert i Nofimas prosesshall. På røkt produkt ble det gjennomført analyser (sensorisk screening, mikrobiologiske analyser, *Listeria* vekstforsøk) som grunnlag for å velge salter og parametere for bruk i Arbeidspakke 3.

I AP3 ble salterstatter, hemmesalt og øvrige parametere (saltnivåer, salteprosess) valgt på bakgrunn av resultater i AP2. Det ble gjennomført en produksjon i et kommersielt anlegg med valgte salter og parametere inkludert konvensjonelt produsert laks som kontroll. Det ble gjennomført full sensorisk beskrivende sensoriske analyser av produsert, kaldrøkt laks av det sensoriske panelet ved Nofima. I tillegg ble betydning av salttype (NaCl eller salterstatter) og hemmesalt på *Listeria*-vekst og mikrobiologisk kvalitet under kjølelagring verifisert.

5 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

5.1 Oversikt over relevante salterstattere til røykte lakseprodukter (AP1)

Hensikt: Avklare kunnskapsstatus og kartlegging av salterstattere for bruk i produksjon av røkt laks.

Det finnes svært mange kommersielle salterstattere på markedet. De fleste av disse er imidlertid lite relevante for bruk i røkt laks da de ikke ivaretar prosess teknologiske kriterier som er vesentlige for bruk av slike ingredienser i røykte lakseprodukter. Hovedfokus ble derfor lagt på å utarbeide en kunnskapsstatus og gjennomføre en kartlegging av salterstattere av mineralsalter (oftest kaliumklorid alene eller i blanding med andre mineralsalter) og salter/fermentater (hemmesalter) som kan hindre vekst av *Listeria* i røkt laks.

Resultatene ble sammenfattet i en separat rapport ([Nofima-rapport 14/2020](#)). Kartleggingen ga grunnlag for å velge salterstattere til videre bruk i AP2.

Rapporten gir kunnskapsstatus på saltreduksjon i røkt laks og gir en oversikt over:

- Hensikt og bakgrunn for produksjon av røykte lakseprodukter med redusert saltinnhold.
- Betydning av og utfordringer ved bruk av salt i produksjon av røkt laks.
- Strategier for produksjon av røkt laks med redusert saltinnhold.
- Kriterier for valg av salterstattere til røkt laks.
- Tabell med informasjon om kommersielle salterstattere som har blitt vurdert å kunne oppfylle viktige kriterier for bruk i røykte lakseprodukter.

Konklusjoner

- Det er gode muligheter for å produsere røykte lakseprodukter med KCl-baserte salterstattere som kan ivareta saltets funksjonelle og teknologiske egenskaper i røkt laks.
- Mineralbaserte salterstattere (inkludert KCl-baserte) kan gi uønskede endringer i sensoriske egenskaper. Røykte lakseprodukter anses imidlertid ikke spesielt følsomme for slike endringer ved moderat erstatning av NaCl med KCl (f.eks. 1/3 av NaCl erstattet med KCl).
- KCl har i stor grad tilsvarende antimikrobielle egenskaper som NaCl. Delvis erstatning av NaCl med KCl i røkt laks gir derfor små eller ingen endringer i vekst av mikroorganismer, inkludert *L. monocytogenes*.
- Salter av organiske syrer (fermentater) har antimikrobielle egenskaper som kan gjøre disse relevante som ingrediens i røkt laks. Studier indikerer at de også kan bidra til økt saltsmak, hindre uønsket bittersmak og bidra til positive sensoriske egenskaper i produkter med KCl-baserte salter. Det er i liten grad gjort systematiske studier på røkelaks på disse tilnærmingene.
- Ulike myndighetskrav og merkekrav i forskjellige markeder samt konklusjoner fra ulike risikovurderinger om kost-nytte effekten av KCl-baserte salterstattere som oppfattes som tvetydige, utgjør andre utfordringer for økt bruk av salterstattere og dermed redusert Na-innhold i røykte lakseprodukter.

5.2 Prøveproduksjoner: Egnethet av salterstattere i røkt laks (AP2)

Hensikt: Avdekke viktige parametere for egnethet ved bruk av KCl-baserte salterstattere i røkt laks

Egnethet for bruk av salterstattere i røkt laks ble undersøkt ved gjennomføring av prøveproduksjoner av røkt laks med bruk av salterstattere. Forsøkene ga grunnlag for systematisk uttesting av hvordan viktige faktorer (salttype, nivå, råvare, prosess) påvirker smak, holdbarhet og mattrygghet i røkt laks produsert med KCl-baserte salterstattere. Det ble i tillegg inkludert to hemmesalter mot *Listeria* for å avdekke effekt på hemming av *L. monocytogenes* og hvordan saltene påvirket sensoriske egenskaper i laks med og uten KCl-baserte salterstattere. Prøveproduksjon 1 ble gjennomført som en screening ved uttesting av flere salterstattere. Resultater fra screeningen ga grunnlag for videre uttesting av et utvalg av salter og betingelser i Prøveproduksjon 2. Resultatene fra AP2 ga grunnlag for valg av salterstattere og gjennomføring av prøveproduksjon i industrielt prosessanlegg i AP3.

Konklusjoner

- Sensorisk screening (Prøveproduksjon 1) påviste med få unntak små forskjeller i sensoriske egenskaper til laks med produsert med ulike KCl-baserte salterstattere.
- Salteprosess (injisering vs. tørrsalting) hadde større effekt enn salttype på sensoriske egenskaper (Prøveproduksjon 1).
- Det var små forskjeller i sensoriske egenskaper på røkt laks produsert med tørrsalting. Den største forskjellen gjorde utslag i teksturegenskaper som kan komme av kvalitetsforskjeller i de enkelte fiskene og ikke av de ulike salterstatterne i seg selv. Med unntak av SOLO-lite som skilte seg ut med negative egenskaper.
- Det var gjennomgående små forskjeller i fysiokjemiske produkttegenskaper (pH, vannaktivitet, fenol (mål på røykinnhold)) for kontroll-laks (NaCl) og laks produsert med salterstatter og hemmesalt (Prøveproduksjon 2).
- Delvis erstatning av NaCl med KCl-baserte salterstattere (20-30 vektprosent erstatning) ga ikke endringer i vekst av mikroorganismer, inkludert *L. monocytogenes* (Prøveproduksjon 2).
- Salter av organiske syrer ga betydelig veksthemming av *L. monocytogenes* i lagringstiden. Effekten var avhengig av dose og lagringstemperatur (Prøveproduksjon 2).

5.2.1 Prøveproduksjon 1 - screening:

Råvare filet med skinn ble mottatt 5 dager etter slakt og filetering. Fettnivå i filetene ble bestemt før salting, røyking, emballering og lagring av laksen for videre analyser (sensorikk og mikrobiologi) ble utført.

Utvalg av fileter til forsøk basert på fettprosent i råvare filet

For å unngå at variasjoner i fettinnhold i laksen skulle påvirke videre analyser og tolkningen av disse, ble filetene sortert i fire kategorier (lav: medium-lav; medium-høy; høy) basert på målt fettprosent. Målt fettprosent i rå laksefilet varierte fra 15-23 %. Laks i kategoriene lav og høy fettprosent ble utelatt fra forsøket. Fileter som ble inkludert i forsøket hadde fettprosent i området 17-21 % (medium-lav 17-18%, middelvei 17,2 %; kategori medium-høy 19-21 %, middelvei 19,7 %). Som replikater i forsøket (oftest 4 stk) ble det valgt like mange fileter innenfor hver av disse kategoriene slik at vi hadde et spenn i fettprosent innen de brukte kategoriene.

Røkt laks med salterstattere – produserte varianter

Oppsettet inkluderte sju kommersielle KCl-baserte salterstattere, to hemmesalter samt kontroller (NaCl). Disse ble tilsatt laksen i ulike nivåer ved tørrsalting og injeksjonssalting av rå laksefilet. Totalt ble det produsert 19 ulike typer røkt laks (Tabell 1).

Tabell 1 Oversikt over salttyper og nivåer benyttet i Prøveproduksjon 1 av røkt laks med salterstattere og hemmesalter

		Tilsatt mengde (vekt%)									
Prøve	Type salt*	NaCl (%)	KCl (%)	MgCl ₂	MgCO ₃	MgSO ₄	NH ₄ Cl	Hemme-salt	Total salt	Saltemetode	Kommentar
1	NaCl	3,0	0						3,0	Tørrsaltet	Kontroll, tørrsalting
2	NaCl + KCl	2,4	0,6						3,0	Tørrsaltet	20 % KCl
3	NuTek 78300	2,1	0,9						3,0	Tørrsaltet	30 % KCl
4	Cargill FS KCL	1,5	1,5						3,0	Tørrsaltet	50 % KCl
5	Lomasalt RS 50	1,5	0,84		0,66				3,0	Tørrsaltet	30 % KCl
6	NuTek 15000	2,1	0,9						3,0	Tørrsaltet	30 % KCl, med bitterdemper
7	SALTWELL Reg 271200	1,95	0,9						2,9	Tørrsaltet	32 % KCl
8	Smartsalt 40	1,8	0,63	0,45			0,09		3,0	Tørrsaltet	21 % KCl, med 15 % MgSO ₄
9	SOLO-lite	2,1	0,87			0,03			3,0	Tørrsaltet	30 % KCl, 1 % MgSO ₄
10	NaCl	3,0	0						3,0	Injisering	Kontroll, injeksjonssalting
11	NaCl + KCl	2,4	0,6						3,0	Injisering	20 % KCl
12	NuTek 78300	2,1	0,9						3,0	Injisering	30 % KCl
13	Smartsalt 40	1,8	0,63	0,45			0,09		3,0	Injisering	21 % KCl, med 15 % MgSO ₄
14	NaCl + P-K	3,0	0					0,9	3,9	Tørrsaltet	Hemmesalt
15	NaCl + P-NDV	3,0	0					0,9	3,9	Tørrsaltet	Hemmesalt
16	NaCl+KCl+P-K	2,0	0,5					0,5	3,0	Tørrsaltet	Hemmesalt
17	NaCl+KCl+P-NDV	2,0	0,5					0,5	3,0	Tørrsaltet	Hemmesalt
18	NaCl+KCl+P-K	2,0	0,5					0,9	3,4	Tørrsaltet	Hemmesalt
19	NaCl+P-NDV	2,0	0,5					0,9	3,4	Tørrsaltet	Hemmesalt

*P-K: Provian K hemmesalt, P-NDV: Provian NDV hemmesalt

Gir bruk av salterstattere og hemmesalter viktige endringer i sensoriske egenskaper til røkt laks? Resultater fra brainstorming og Projective mapping

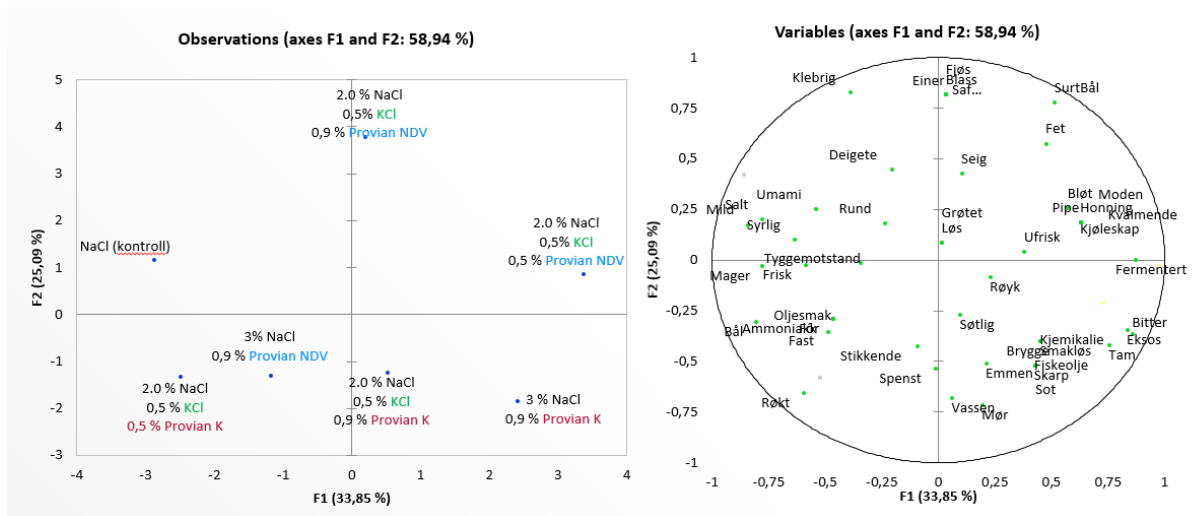
For å få kjennskap til egensmaken til de ulike saltene, ble en brainstorming gjennomført før screeningen på røykelaks fra prøveproduksjonen i AP2. De ulike saltene ble tilsatt i havregrøt og det viste seg at de skilte seg lite fra hverandre. Noen små nyanser er likevel verdt å nevne. Provian NDV fremstår som mye mindre salt og beskrives som smakløs, emmen, bitter og søt. SOLO-lite skiller seg også noe og beskrives som mer søt og syrlig enn de andre saltene. Det ble ikke avdekket uventede sensoriske egenskaper som gjorde at noen av saltene ble eliminert allerede i dette innledende trinnet.

Sensorisk screening ble gjennomført på laks fra Prøveproduksjon 1 etter 16-17 dagers lagring (4 °C, vakuumpakket). Prøver med hemmesalter, produsert med injisering eller tørrsalting ble kjørt i hver sine forsøk da vi vet fra tidligere forsøk at salteprosess kan ha større betydning for den sensoriske profilen enn type salt. Både smak og tekstur ble bedømt for samtlige prøver. Det viste seg i midlertidig at det var utfordringer knyttet til tekstur som påvirket resultatene i større grad enn forutsett. Prøver produsert ved tørrsalting ble derfor evaluert på nytt kun basert på den sensoriske modalitet smak.

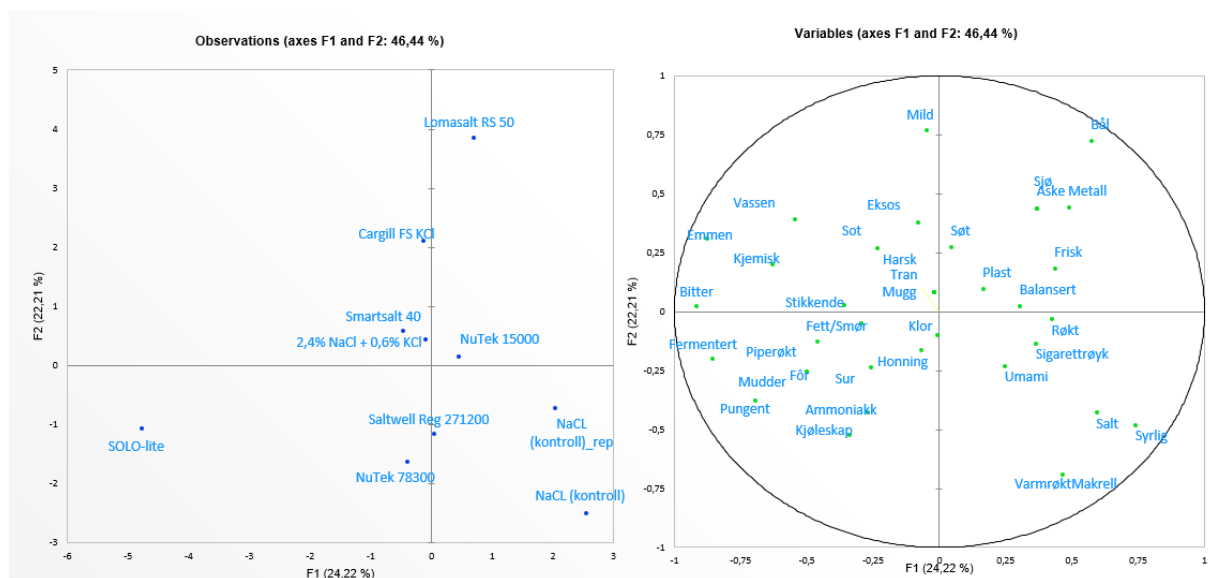
Resultatene for hemmesaltene (Figur 1) viste at Kontroll (NaCl) er den prøven som beskrives med flest positive egenskaper (Salt, mild, syrlig og frisk). 3% NaCl + 0,9 % Provian NDV er den av prøvene som oppfattes som på samme saltnivå som kontrollen. Denne prøven omtales i liten grad med negative egenskaper.

Resultene for prøver produsert med injisering viste at det var knyttet en del utfordringer til prøvematerialet og produksjonen som gjorde det utfordrende å trekke konklusjoner knyttet til sensoriske egenskaper. Dette ble spesielt tydelig da de to kontroll-prøvene ble bedømt helt ulikt. Resultatene fra dette forsøket er derfor ikke presentert her.

Prøver produsert med tørrsalting viste og så å ha utfordringer knyttet til prosessen. Dette forsøket ble derfor gjentatt og smak var den eneste sensoriske modaliteten som ble bedømt. Dette ble gjort for å eliminere forskjeller i tekstur som ikke var knyttet til tørrsaltene. Resultatene fra dette forsøket (Figur 2) viste at det var SOLO-lite som skilte seg fra de andre prøvene. SOLO-lite ble beskrevet med negativt assosierte egenskaper som bitter, piperøkt, mudder, emmen og pungent. De andre prøvene skiller seg ellers lite fra hverandre, men prøvene som ligger nærmest kontrollene er NuTek 78300, Saltwell reg 271200 og NuTek 15000. De beskrives alle med egenskaper som salt, syrlig, umami, varmrøkt makrell og røkt.



Figur 1 Observasjonsplott over de ulike prøvene (til venstre) og variabel-plott med sensoriske egenskaper (til høyre) for røykelaks produsert med ulike hemmesalter.



Figur 2 Observasjonsplott over de ulike prøvene (til venstre) og variabel-plott med sensoriske egenskaper (til høyre) for røykelaks produsert med tørrsalting.

Hvilken betydning har salterstatter på bakterievekst i røkt laks?

Laks fra Prøveproduksjon 1 ble brukt for å avdekke om bruk av KCl-baserte salterstatter kunne endre vekstbetingelsene for bakterier i laksen sammenlignet med laks produsert med NaCl som salt. Av spesiell interesse er å avklare om sykdomsfremkallende bakterier av typen *L. monocytogenes* får endret evne til vekst dersom deler av NaCl erstattes med KCl i form av salterstatter og hvordan hemmesalter påvirker *Listeria*-vekst. Det er også relevant å avklare om nivå (totalkim) og sammensetning av andre bakterier som naturlig er til stede i den røkte laksen endres ved bruk av salterstatter og hemmesalter.

Gjennomførte smitte- og lagringsforsøk med *L. monocytogenes* på røkt laks fra Prøveproduksjon 1 viste ingen eller svært begrenset vekst av *Listeria* i løpet av 29 dagers lagring ved 4 °C. Dette var uventet og

uønsket, da dette ikke ga informasjon om bruk av KCl-baserte salterstattere ga endrede vekstegenskaper for *Listeria* sammenlignet med konvensjonell røkt laks med NaCl. Årsaker til manglende vekst kan være: 1) Nivå og typer av bakterier i den røkte laksen: Analyser viste at den røkte laksen inneholdt variable, men til dels høye bakterienivåer (total kim 100 000/g). Høye bakterienivåer og enkelte typer bakterier kan bidra til å hemme vekst av *Listeria*. Årsak til høye bakterienivåer kan ha vært noe lang tid mellom slakt og røyking samt at håndtering (under fettanalyser, salting, røyking) av laksen kan ha bidratt med å tilføre bakterier 2) Graden av røyking: Røyk inneholder komponenter som hemmer bakterievekst. Røykegraden kan være vanskelig å kontrollere og kan ha bidratt til at laksen ble eksponert for mer røyk enn ønskelig. Andre årsaker kan ikke utelukkes. Det ble besluttet å gjennomføre nytt *Listeria* vekstforsøk på laks produsert i Prøveproduksjon 2.

5.2.2 Prøveproduksjon 2: Utvalgte salterstattere/hemmesalter - effekt på mikrobiologisk kvalitet og fysiokjemiske egenskaper

På bakgrunn av resultater fra sensorisk screening fra Prøveproduksjon 1 og med behov for å avklare om salterstattere og hemmesalter gir røkt laks med endrede egenskaper knyttet til mikrobiologisk kvalitet og mattrygghet (*Listeria*-vekst), ble det gjennomført en Prøveproduksjon 2. Oppsettet inkluderte 2 kommersielle salterstattere samt kontroller (NaCl og NaCl/KCl-blanding) som ble produsert ved både tørrsalting og injeksjonssalting. I tillegg ble 2 kommersielle hemmesalter i 2 nivåer testet ut. Totalt ble 20 ulike varianter av røkt laks produsert. Fullstendig oppsett og oversikt over målte produktparametere er gitt i Tabell 2.

Tabell 2 Oversikt over varianter av røkt laks (20 stk) med salterstattere og hemmesalter produsert i Prøveproduksjon 2. Tilsatt salt og målte verdier for innhold av NaCl, pH, vannaktivitet (a_w) og fenol (røykkomponent) i de røkte produktene er angitt

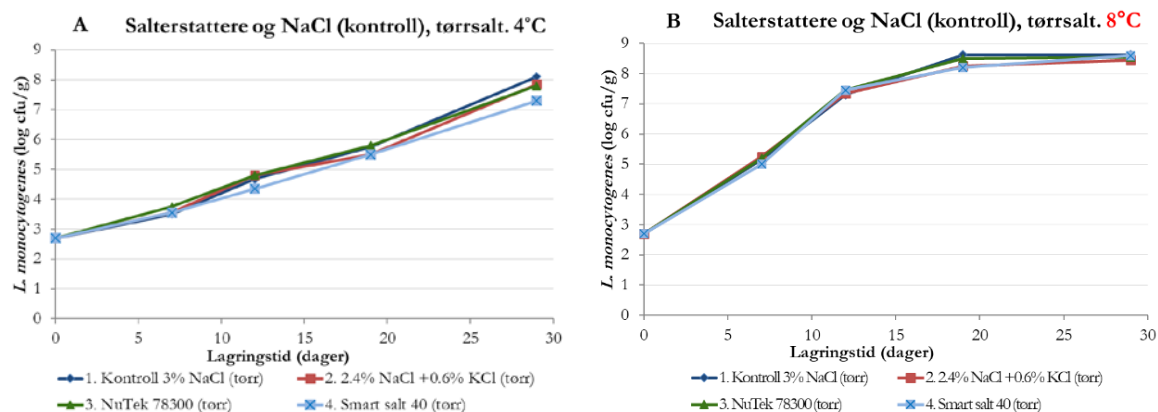
Prøvenr	Metode*	Type salt**	Tilsatt (%)			Målte verdier		
			NaCl	KCl	NaCl (%)	pH	a_w	Fenol (ppm)
1	Tørr	3,0% NaCl (kontroll)	3,0	0	2,16	6,27	0,973	3,66
2	Tørr	2,4% NaCl + 0,6% KCl	2,4	0,6	2,39	6,28	0,969	
3	Tørr	3,0% NuTek 78300	2,1	0,9	2,74	6,28	0,968	
4	Tørr	3,0% Smartsalt 40	1,8	0,63	2,40	6,21	0,970	
5	Inj.	3,0% NaCl (kontroll)	3,0	0	1,20	6,31	0,984	
6	Inj.	2,4% NaCl + 0,6% KCl	2,4	0,6	1,69	6,29	0,977	
7	Inj.	3,0% NuTek 78300	2,1	0,9	1,31	6,26	0,982	
8	Inj.	3,0% Smartsalt 40	1,8	0,63	1,83	6,26	0,980	3,36
9	Tørr	3,0% NaCl + 0,5% P-K	3,0	0	2,12	6,25	0,970	
10	Tørr	3,0% NaCl + 0,9% P-K	3,0	0	2,04	6,22	0,968	
11	Tørr	2,4% NaCl + 0,6% KCl + 0,5% P-K	2,4	0,6	2,51	6,20	0,964	
12	Tørr	2,4% NaCl + 0,6% KCl + 0,9% P-K	2,4	0,6	2,44	6,20	0,966	
13	Tørr	2,0% NaCl + 0,5% KCl + 0,5% P-K	2,0	0,5	2,18	6,22	0,970	
14	Tørr	2,0% NaCl + 0,5% KCl + 0,9% P-K	2,0	0,5	1,94	6,24	0,972	
15	Tørr	3,0% NaCl + 0,5% P-NDV	3,0	0	2,55	6,24	0,966	4,78
16	Tørr	3,0% NaCl + 0,9% P-NDV	3,0	0	2,70	6,29	0,965	
17	Tørr	2,4% NaCl + 0,6% KCl + 0,5% P-NDV	2,4	0,6	2,87	6,30	0,963	
18	Tørr	2,4% NaCl + 0,6% KCl + 0,9% P-NDV	2,4	0,6	2,58	6,31	0,968	
19	Tørr	2,0% NaCl + 0,5% KCl + 0,5% P-NDV	2,0	0,5	3,07	6,33	0,960	
20	Tørr	2,0% NaCl + 0,5% KCl + 0,9% P-NDV	2,0	0,5	2,08	6,32	0,970	4,19

*Tørr: Tørrsalting, Inj: lakesprøytet. **P-K: Provian K hemmesalt, P-NDV: Provian NDV hemmesalt

Listeria-vekst i røkt laks med salterstattere og hemmesalter

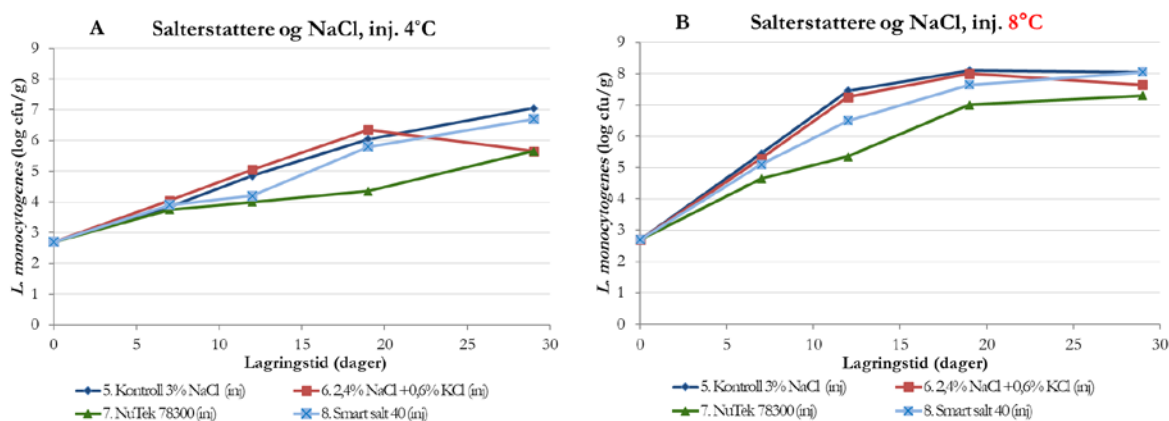
Effekt av salterstattere

Tørrsaltet laks: Det var svært lik vekst av *L. monocytogenes* i røkt laks med salterstattere og i kontrollprøver produsert med NaCl. Bakterieveksten var temperaturavhengig med betydelig bedre vekst ved 8 °C enn ved 4 °C. Ingen forskjell i vekst mellom laks med salterstattere og kontroll-laks (NaCl) ble observert ved noen av temperaturene (Figur 3).



Figur 3 Vekst av en blanding av 10 stammer av *L. monocytogenes* i tørrsaltet røkt laks med og uten (kontroll) bruk av KCl-baserte salterstatter lagret ved 4°C (A) and 8°C (B).

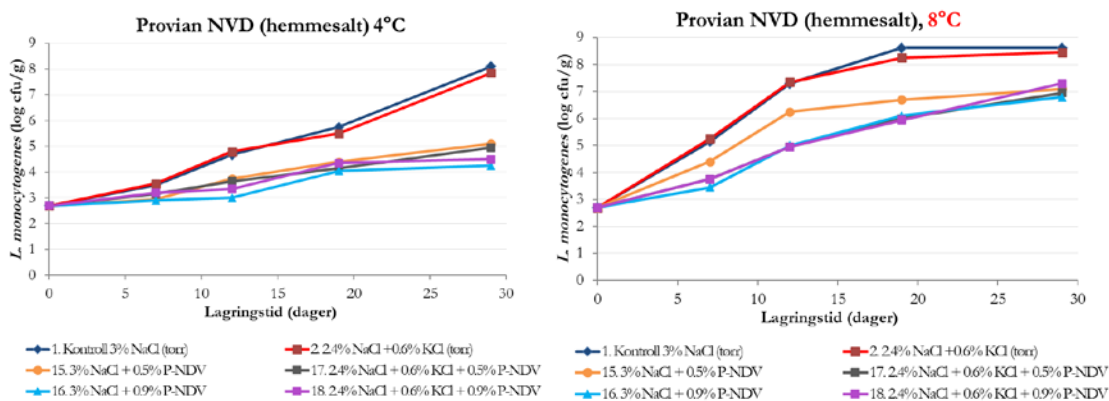
Injisert laks: Vekst av *L. monocytogenes* i injisert laks viste lavere vekst ($p=0.04$) i laks med salterstatter NuTek 78300 enn i øvrige typer inkludert kontroll med NaCl (Figur 4). Lavt og ujevnt opptak av salt som følge av injiseringsmetoden som ble benyttet, kan være en mulig årsak til dette.



Figur 4 Vekst av *L. monocytogenes* i injeksjonssaltet, røkt laks med bruk av KCl-baserte salterstatter og med NaCl (kontroll) lagret ved 4°C (A) and 8°C (B).

Effekt av Provian NDV (hemmesalt) i laks med og uten salterstatter

Bruk av hemmesaltet Provian NDV viste en tydelig veksthemmende effekt på *L. monocytogenes* i lagringsperioden. Effekten var konsentrasjonsavhengig med større effekt ved bruk av høy dose (0,9%) enn lav dose (0,5%). Det var ingen forskjell i effekt i laks med KCl-basert salterstatter og i kontroll-laks med NaCl. Veksthemmingen var temperaturavhengig og ved 4 °C lagring var det mulig å oppnå tilnærmet total veksthemming i hele lagringsperioden på 29 dager (Figur 5). Provian NDV hadde samme gode hemmeeffekt dersom totalnivå av NaCl + KCl ble redusert fra 3 % til 2,5 % (data ikke vist).



Figur 5 Vekst av *L. monocytogenes* i natriumredusert og kontroll røkt laks tilsatt hemmesalt Provian NDV (0,5 % og 0,9 %). Laksen ble lagret ved 4°C (A) and 8°C (B).

Fysiokjemiske egenskaper

Det var gjennomgående små forskjeller i sammenlignbare fysiokjemiske egenskaper for kontroll-laks (NaCl) og laks produsert med salterstattere. Dette gjaldt både pH (6,20-6,33), vannaktivitet (0,960-0,984) og nivå av fenol (røykkomponent; gjennomsnitt 4 ppm). Salterstattere eller bruk av Provian NDV hemmesalt ga derfor ikke opphav til vesentlige endringer i pH eller vannaktivitet i laksen. Det ble som forventet målt noe høyere vannaktivitet i saltinjisert laks enn i tørrsaltet laks.

Totalt sett indikerte de relativt høye verdiene for pH og vannaktivitet og lave verdier for fenol at laksen fra denne prøveproduksjon potensial for god vekst av bakterier, inkludert *Listeria* og kan representere en slags «worst case» modellprodukt med tanke på mikrobiell holdbarhet og mattrygghet. Kommersielt produsert laks vil derfor kunne ha lavere risiko for *Listeria*-vekst enn laksen produsert i denne prøveproduksjonen under samme lagringsforhold.

Saltopptak

Forholdet mellom målte og tilsatte nivåer av NaCl i laksen indikerte at en del av saltet som ble tilsatt ikke ble tatt opp i laksen og at det var forskjeller i saltopptak avhengig av salteprosess. I disse prøveproduksjonene ble salt tilsatt i henhold til vekten av hver enkelt filet. Dette ble gjort for å ha best mulig kontroll på tilsatt mengde salt. I industriell produksjon blir et overskudd salt tilsatt ved tørrsalting, mens injeksjonssalting gjøres ved en annen prosess enn den benyttet i prøveproduksjonene i dette prosjektet. Det anses viktig å ha rimelig kontroll på hvor stor andel av tilsatt salt som tas opp i laksen. Dette kan ha vesentlig betydning for både produktkvalitet og mattrygghet både ved bruk av NaCl som salt og ved bruk av salterstattere og hemmesalter. Provian-saltene så ikke ut til å påvirke det totale saltopptaket vesentlig.

5.3 Pilotproduksjon: Røkt laks med salterstattere produsert i prosessanlegg (AP3)

Hensikt: Undersøke egnethet (sensorisk, mikrobiologi) av salterstattere og hemmesalter under industriproduksjon av røkt laks i pilotskala.

Basert på resultater fra AP2 og i samråd med referansegruppen i prosjektet ble et utvalg av saltene evaluert for egnethet som salterstattere og hemmesalter ved en pilotproduksjon i et prosesseringsanlegg for røkt laks. Totalt ble seks typer røkt laks med ulike salterstattere og hemmesalter inkludert i studien. Dette inkluderte to kontroller produsert med NaCl uten

salterstattere/hemmesalter samt en konvensjonelt produsert laks med NaCl. Typer laks og anvendte saltblandinger er gitt i Tabell 3.

Konklusjoner

- Full sensorisk profilering viste små forskjeller mellom alle de seks ulike produktene.
- Salterstatterne som ble testet kan benyttes til produksjon av saltreduert røkt laks uten at det vil endre smaksprofilen i nevneverdig grad
- Det er ikke indikasjoner på at delvis erstatning av NaCl med KCl (til 30 %) ved bruk av salterstattere gir økt bakterievekst eller påvirker bakteriesammensetningen i røkt laks
- Hemmesalter basert på acetat bidrar til redusert bakterievekst (totalkim og *L. monocytogenes*). Også andre prosessforhold (røyking) ser ut til å bidra til veksthemming av bakterier inkludert *L. monocytogenes* på røkt laks.



Bilde fra Pilotproduksjonen av røkt laks med salterstattere. Plukking av fileter, salting og merking (Foto: Kristian Rolland).

Tabell 3 Oversikt over typer røkt laks som ble produsert i pilotproduksjon og analyser gjennomført (x)

Prøvenr	Metode	Ønsket sluttkons. og type salt	Analyser					
			Sensorikk (FDA)	Listeria-vekst	Totalkim	Mikrobiota	Kalium/Natrium	Acetat
1	Tørr	3,0% NaCl (kontroll) ^{a)}	x	x	x	x	x	x
2	Tørr	2,1% NaCl + 0,9% KCl ^{a)}	x		x		x	
3	Tørr	3,0% NuTek 78300 ^{a)}	x	x	x	x	x	
4	Tørr	3,0% NaCl + 0,9% Provian NDV ^{b)}	x		x	x	x	x
5	Tørr	3,0% NuTek + 0,9% Provian NDV ^{b)}	x	x	x		x	x
6	Tørr	3,0% NaCl (kontroll 2) ^{c)}	x		x	x	x	

^{a)} Benyttede saltblandinger bestod av 75 % salt (NaCl/KCl) og 25 % sukrose (vektprosent) for prøvenr 1, 2 og 3. Disse ble tilsatt i nivå 5.5 vektprosent (55 g/kg filet). Dette gir ønsket sluttnivå på ca 3% salt.

^{b)} Benyttede saltblandinger bestod av 61 % salt, 20 % sukrose og 18,4 % hemmesalt (vektprosent) for prøvenr 4 og 5. Disse ble tilsatt i nivå 6,74 vektprosent (67,4 g/kg filet). Dette gir ønsket sluttnivå på ca 3 % salt (NaCl/KCl) og 0,9 % Provian NDV.

^{c)} Røkt laks fra kommersielt produsert laks ved anlegget ble benyttet. Ønsket saltnivå i sluttprodukt ca 3 % NaCl.

5.3.1 Hvordan påvirkes sensoriske egenskaper ved bruk av salterstattere og hemmesalter i røkt laks produsert i prosessanlegg?

Innledende sensoriske tester i arbeidspakke 2 (AP2) i dette prosjektet har vært med på å danne grunnlaget for valg av salterstattere og hvilke sensoriske egenskaper som ble vurdert i den sensoriske profileringen i AP3. De ferdigproduserte røykelaksprøvene ble mottatt 23. mars 2021 på det sensoriske laboratoriet, Nofima Ås. Analysene med sensorisk panel ble gjennomført 24. og 25. mars 2021. Totalt 6 produkter av røkt laks (Tabell 4) ble vurdert ved en full beskrivende sensorisk analyse ([Nofima-rapport 21/2021](#)). Den beskrivende analysen ble av Nofima sitt sensorisk panel bestående av trente dommere.

Tabell 4 Totalt 6 produkter av røkt laks hvorav fire var produsert med ulike salterstattere ble vurdert sensorisk. Produkt 1 og 6 fungerte som kontroller i forsøket

Produkt	Beskrivelse av produkt
P1	3 % NaCl (kontroll 1)
P2	2,1 % NaCl + 0,9 % KCl
P3	3 % NuTek 78300 (Nutek78300 inneholder 70 % NaCl + 30 % KCl)
P4	3 % NaCl + 0,9 % Provian NDV («Label friendly” Listeria hemmesalt)
P5	3 % NuTek + 0,9 % Provian NDV («Label friendly” Listeria hemmesalt)
P6	Kommersielt produsert Lerøy-laks (kontroll 2)

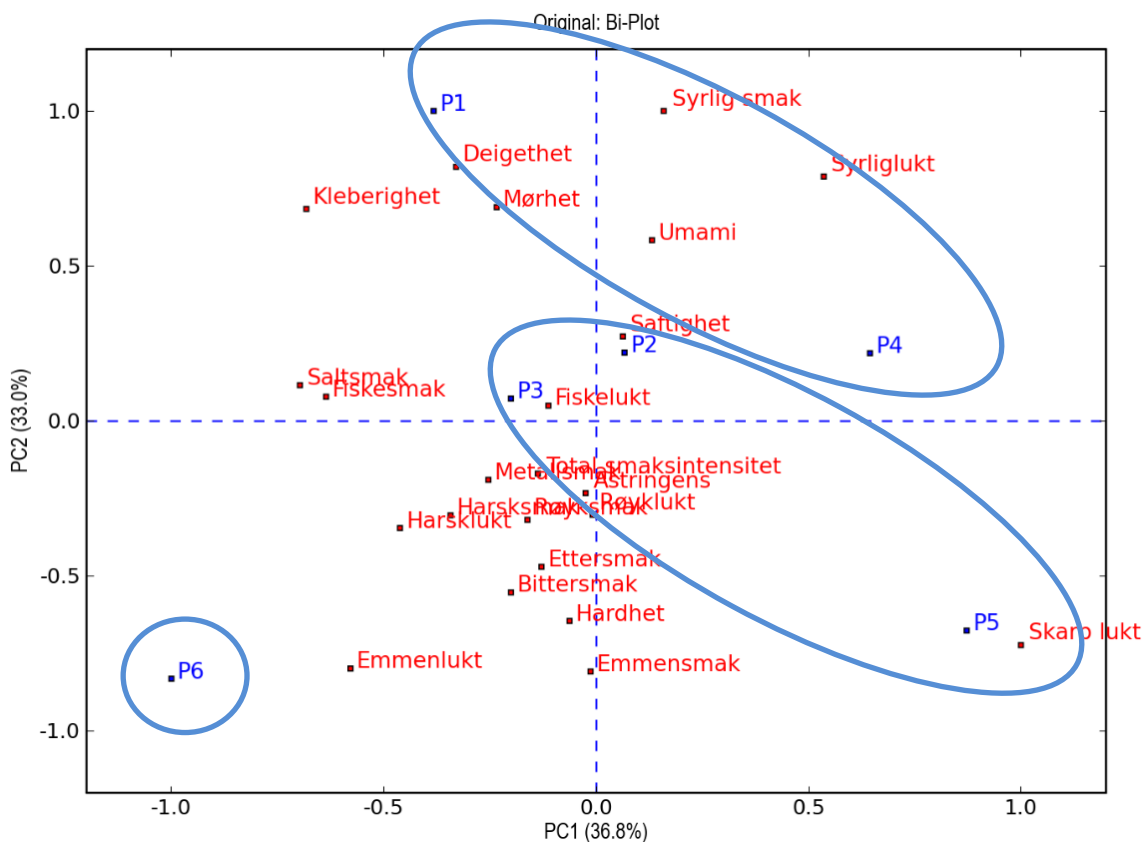
Prøvene ble servert i randomisert rekkefølge. Dommerne hadde tilgang på vann og nøytral kjeks for å fjerne smak fra foregående prøve. Det sensoriske panelet evaluerte samtlige prøver på 23 ulike sensoriske egenskaper (lukt, smak og tekstur) på en ustrukturert skala fra 1 til 9 der 1 er ingen intensitet, mens 9 er tydelig intensitet av den gitte egenskapen. I tillegg hadde dommerne mulighet til å legge til kommentarer etter utseende, lukt, smak og teksturegenskapene.

Saltredusert røkt laks (P2-5) ble sammenlignet med både kommersiell produsert røkt laks (P6) og kontroll produsert for dette forsøket (P1). Resultatene fra ANOVA og Tukey's mutiple test viste at det var lite som skilte de 6 prøvene fra hverandre (Tabell 5). Det var kun signifikante forskjeller for 9 av de 23 sensoriske egenskapene. Egenskapen *sandete overflate* var ikke med i listen over egenskaper som ble vurdert, men denne egenskapen har fått kommentarer fra dommerne. Begge prøvene med NuTek (P3 og P6) har fått kommentarer på at de hadde en sandete overflate. Dette var også merkbart ved tilberedning av prøvene. Når det gjelder saltsmak, ble den kommersielle kontrollen (P6) bedømt til høyest intensitet, men den var likevel kun signifikant høyere enn P5 (3 % NaCl+0,9 % Provian NDV). De andre prøvene skilte seg ikke på saltsmak. For egenskapene fiskesmak og røyksmak var det også her den kommersielle prøven (P6) som hadde høyest intensitet. For teksturegenskapene var det noe større forskjeller mellom prøvene, men en kan likevel stille spørsmål om en forbruker ville kjent denne forskjellen.

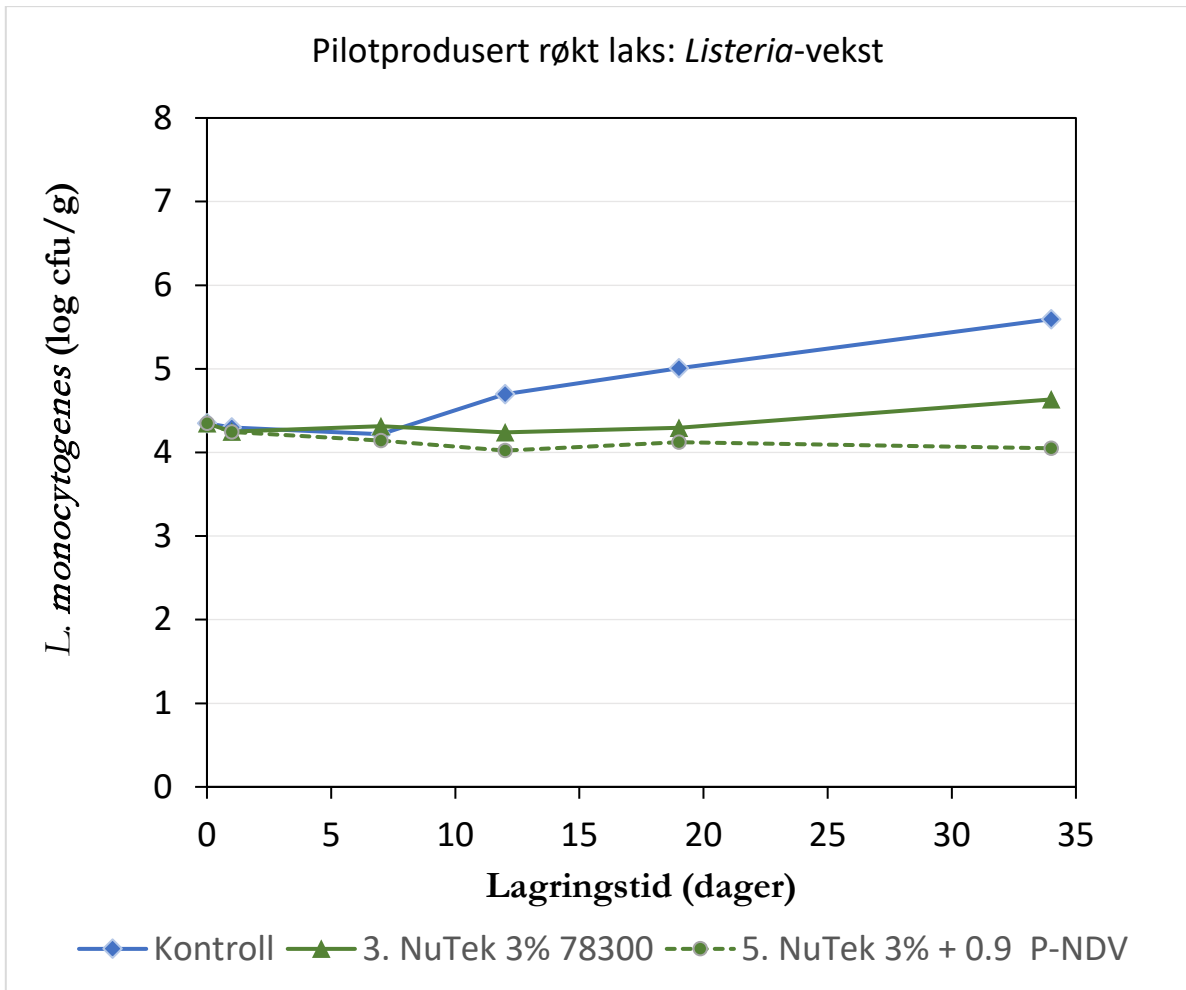
Tabell 5 ANOVA med Tuckey's test for de 6 ulike produktene vurdert på 23 sensoriske egenskaper. Kun signifikante egenskaper er vist i tabellen. P-verdi < 0,05 angir signifikant forskjell i sensorisk egenskap mellom produkter. Hvilke produkter som er signifikant forskjellig er angitt med ulik bokstav etter middelveien

Egenskap	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P-verdi
Skarp lukt	1,27 A	1,23 A	1,31 A	2,06 A	1,97 A	1,48 A	0,012
Syrlig smak	4,02 A	3,66 AB	3,82 A	3,93 A	3,60 AB	3,26 B	0,016
Saltsmak	5,03 AB	4,70 AB	4,60 AB	4,89 AB	4,51 B	5,15 A	0,024
Fiskesmak	3,95 B	3,94 B	4,08 AB	3,91 B	3,60 B	4,53 A	0,036
Røyksmak	5,06 AB	5,15 AB	4,84 B	5,34 A	5,16 AB	5,41 A	0,016
Hardhet	3,78 B	4,04 AB	4,18 A	3,95 AB	4,14 A	4,24 A	0,010
Mørhet	5,71 A	5,48 ABC	5,20 BC	5,63 AB	5,19 C	5,45 ABC	0,003
Deigethet	4,23 A	3,74 B	3,90 AB	3,76 B	3,63 B	3,88 AB	0,004
Klebrighet	4,35 A	3,97 AB	4,14 AB	3,71 B	3,74 B	4,23 AB	0,008

Principal component analyse (PCA) viste at det var den kommersielle prøven som var mest ulik de andre prøvene etter en cluster-analyse hadde blitt gjennomført og ble liggende i en egen gruppering (Figur 6). Totalt ble det tre grupperinger, der gruppering to bestod av P1 (kontroll) og P4 (3 % NaCl + 0,9 % Provian NDV) som ligger nærest hverandre og beskrives med egenskaper som syrlig lukt og smak, og umami. Den tredje grupperingen bestod av P2, P3 og P5.



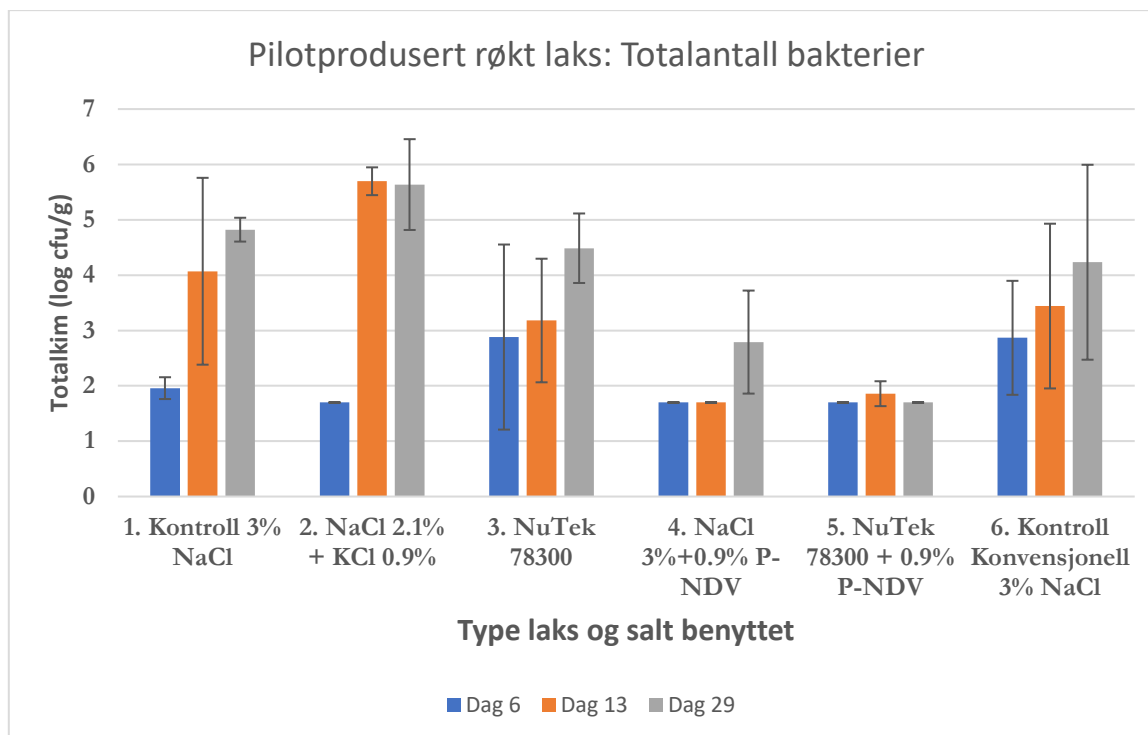
Figur 6 Bi-plot med de 6 ulike produktene og tilhørende sensoriske egenskaper. Sirkelnde indikerer tre ulike grupperinger.



Figur 7 Vekst av *L. monocytogenes* i tre typer røkt laks i løpet av 34 dagers lagring ved 4 °C: Type 1, 3 % NaCl (kontroll); Type 3, 3 % NuTek 78300; Type 5, 3 % NuTek + 0,9 % Provian NDV.

Totalkim etter lagring: Analyser for totalkim ble gjennomført for å avdekke om bruk av salterstatter og hemmesalt ga endret vekst av naturlig tilstedeværende bakterier på laksen sammenlignet med kontroll-laks. To typer kontroll-laks med NaCl ble inkludert (1. og 6.) hvor 1. er laks som ble produsert i samme oppsett som laks med salterstatter (2.-5.) og 6. er konvensjonelt produsert laks som har vært gjennom standard produksjonsprosess hos produsenten. Uttak ble gjort dagen etter mottaksdag for laksen ved Nofima (Dag 6) og med ytterligere 2 uttak i lagringsperioden på 29 dager ved 4°C.

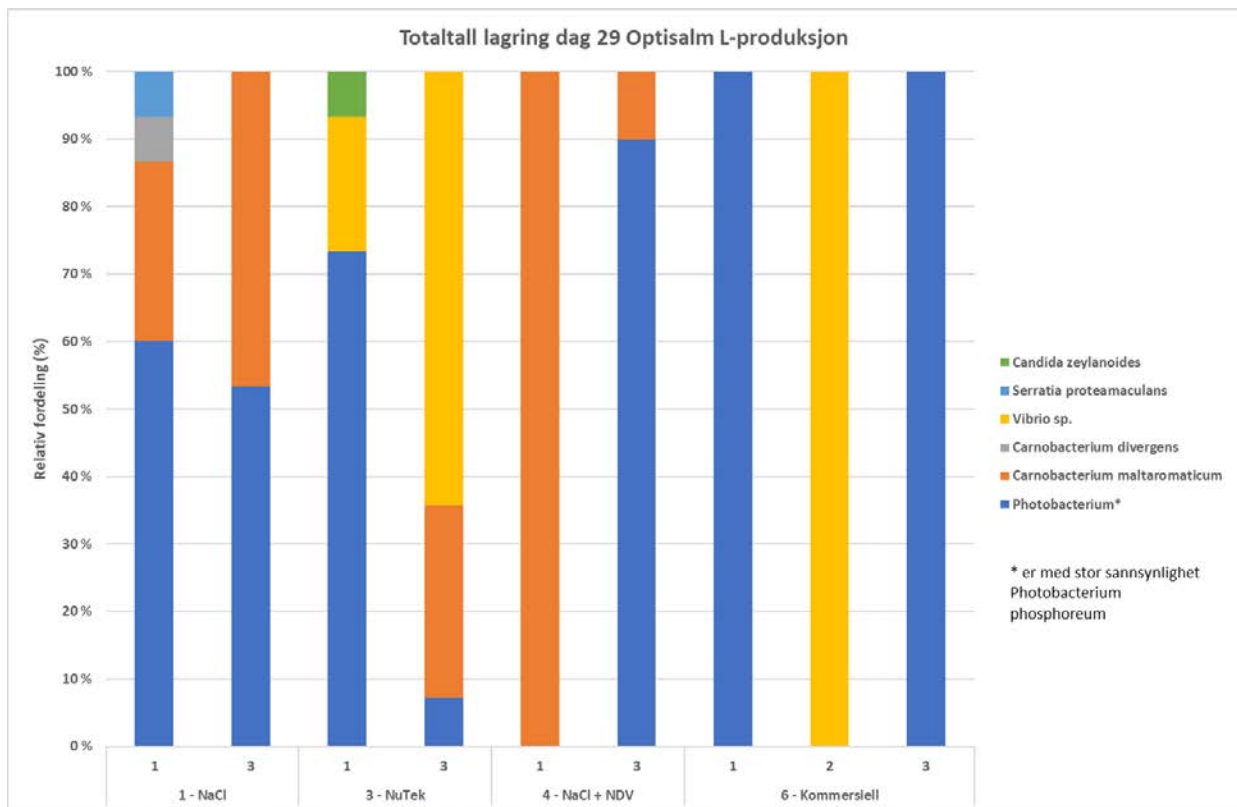
Det var gjennomgående lave kimtall tidlig i lagringsperioden (<log 1,7 cfu/g (deteksjonsgrensen) - log 2,9 cfu/g; Figur 8). Bakterienivået økte i løpet av lagringsperioden, men i alle typer var nivået (snitt) under log 6 cfu/g i hele lagringsperioden. I laks tilsatt hemmesaltet Provian NDV var bakterieveksten svært begrenset. Resultatene indikerer at kimtallsbestemmelse i produkter av typen røkt laks kan gi en del variasjon mellom parallelle prøver. Dette kan skyldes at bakteriene ikke er jevnt fordelt på laksen, ulik håndtering av laksen og dermed ulike nivåer, og også at laksen ikke inneholder de samme bakterietypene. Det kan også være mindre forskjeller i de fysiokjemiske egenskapene til laksen (f. eks. saltinnhold) som påvirker bakterievekst og dermed kimtallsbestemmelsene. Resultatene indikerer at hemmesaltene bidrar til lavere totalkim på laksen, mens det ikke er grunnlag for å si at delvis erstatning av NaCl med KCl-baserte salterstatter gir endret bakterievekst i den røkte laksen.



Figur 8 Totaltall på seks varianter av røkt laks lagret vakkumpakket ved 4 °C. Uttak for bestemmelse av kimtall (blodagar, 15 °C inkubering 7 dager) ble gjort ved Dag 6, 13 og 29 etter røyking og pakking. Gjennomsnitt av 3 paralleller av hver produkttype ved hver uttaksdag er gitt.

Mikrobiota: Det ble gjennomført analyse av utvalgte typer røkt laks for å avdekke hvilke bakterier som dominerte i laksen etter endt lagring (Dag 29) og om type salt benyttet hadde betydning for hvilke bakterier som var til stede (Figur 9). Analysene ble gjennomført ved bruk av Maldi-Tof på kolonier isolert fra agarskåler og gir derfor et begrenset bilde av hvilke mikroorganismer som totalt var til stede i laksen. Bruk av 16S rRNA genanalyser som kunne gitt bedre totaloversikt kunne ikke benyttes på grunn av at bakterienivåene i flere av prøvene var under grensen for bruk av denne metoden.

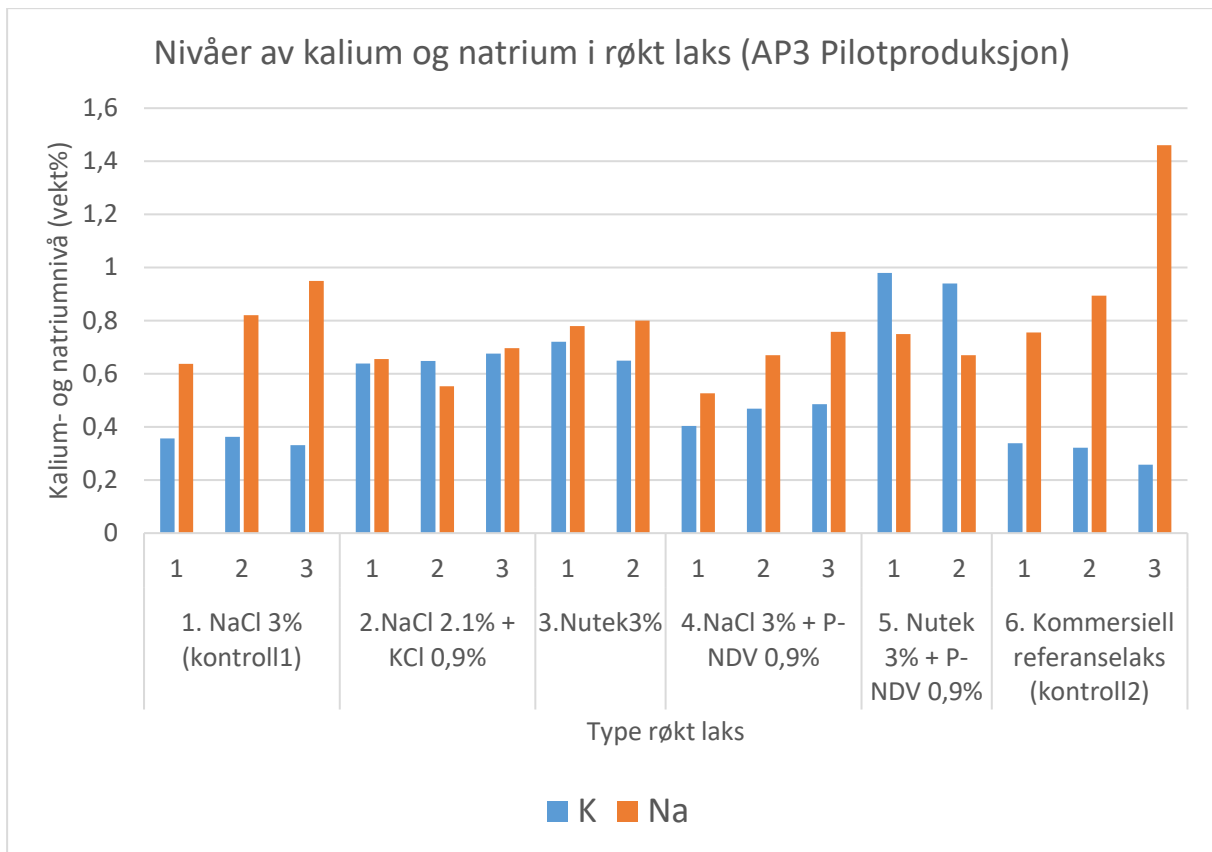
Resultatene ga ikke grunnlag for å si at ulike salter selekterte for vekst av ulike typer bakterier. Begrenset mikrobiell vekst i laksen i lagringsperioden i prøvene som inneholdt hemmesalt indikerer at påviste bakterier/gjær reflekterer de typene som var til stede på laksen ved produksjonsstart og overlever produksjonsprosessen og ikke nødvendigvis de som vokser i produktet under lagring.



Figur 9 Relativ fordeling av påviste bakterier/gjær i røkt laks med ulike salter.

5.3.3 Fysiokjemiske egenskaper til røkt laks med salterstattere

Innhold av Kalium og Natrium i laksen. Nivåer av kalium og natrium ble målt i de seks variantene som ble produsert (Figur 10). Hensikten var å avklare hvordan de anvendte salt-/sukker-blandingene med og uten salterstattere og hemmesalt (virkestoff kaliumacetat) påvirket nivået av kalium, natrium og acetat i ferdig, røkt produkt.



Figur 10 Målte nivåer (%) av Kalium (K^+) og Natrium (Na^+) i seks typer av røkt laks, 2-3 paralleller per type.

Resultatene viste at laks med KCl-baserte salterstattere gjennomgående inneholdt lavere nivåer av natrium og høyere nivåer av kalium enn konvensjonell laks produsert med NaCl. Analysene indikerte også at hemmesaltet Provian NDV bidro til noe økte kaliumnivåer i laks hvor denne ble benyttet. Analysene bekreftet også at laks har et visst naturlig innhold av kalium, ca. 0,35%. Tilsvarende nivå av natrium er ca 0,06%.

Målingene av natrium og kalium ga også grunnlag for å estimere hvor stor andel av tilsatt salt som ble tatt opp i laksen (Tabell 6). Estimaten viste at 25-64 % av tilsatte mengder av salt (NaCl, KCl og K-acetat) ble tatt opp i laksen. De målte K^+ verdiene ga liten variasjon mellom parallellene av fisk med samme saltblanding. Dette indikerer at det er lite variasjon i inntrenging av salt og at variasjoner i Na^+ mellom paralleller av samme type fisk delvis skyldes usikkerhet i Na^+ målingene. Noen av Na^+ analysene ble utført 2 ganger ved forskjellige analyselaboratorier og ga til dels relativt store avvik. Dette kan også tyde på en del usikkerheter i Na^+ målingene, som igjen vil gi usikkerhet i beregning av saltreduksjon i fisk med salterstattere.

Tabell 6 Oversikt over tilsatte nivåer av NaCl og KCl i laks, målte nivåer i røkt laks og prosentandel av tilsatt salt som ble påvist ved saltmålinger av ferdig produkt. Målte verdier er gjennomsnittsverdier for 2 eller 3 paralleller per type laks

Type laks	Tilsatt (%)					Tatt opp, målte verdier (%)			Tatt opp (% av tilsatt)		
	Tilsatt (g/kg)	NaCl	KCl	Sukker	K-acetat	NaCl	KCl	K-acetat	NaCl	KCl	K-acetat
1 NaCl (kontroll)	55,0	4,13		1,38		1,89			46		
2 NaCl+KCl	55,0	2,89	1,24	1,38		1,46	0,62		51	50	
3 Nutek	55,0	2,89	1,24	1,38		1,86	0,68		64	55	
4 NaCl+P-NDV	67,4	4,13		1,38	1,24	1,51		0,31	37		25
5 Nutek+P-NDV	67,4	2,89	1,24	1,38	1,24	1,65	0,68	0,69	57	55	56
6 Kontroll (kommers) ^{a)}	?	?	0	?	0	2,48					

^{a)} Kommersielt produsert laks. Eksakte nivåer av tilsatte mengder av salt-/sukkerblanding er ikke fullt ut kjent og er indikert med ?

6 Hovedfunn

- Salterstatterne og hemmesaltene som ble testet påvirker i liten grad smaksprofilen og tekstur hos røkt laks som inneholder disse.
- De små forskjellene som ble funnet sensorisk, vil mest sannsynlig ikke bli lagt merke til av forbrukere.
- Hemmesalter (acetat som virkestoff) kan bidra til økt mikrobiologisk kvalitet og hemme vekst av *Listeria*.
- Salterstatterne som ble testet kan gi redusert inntak av Na⁺ ved spising av røkelaks.

7 Leveranser

Formidling fra prosjektet har rettet seg mot laksenæringen, øvrig matindustri og helsedirektoratet. Prosjektet ble omtalt på Nofimas hjemmeside ved prosjektstart. I løpet av prosjektperioden har det blitt utarbeidet to delrapporter (Nofima-rapporter) som også er publisert på FHF sine hjemmesider. Resultater fra prosjektet har blitt presentert i to inviterte foredrag for næringen og for andre interessenter fra helsevesenet og matnæringen. Det har blitt gjennomført en mastergrad hvor enkelte problemstillinger og resultater fra prosjektet inngår. Ytterligere formidling av prosjektresultater i bransjeblad, fagmøte eller tilsvarende samt vitenskapelig publisering er aktuelt etter prosjektslutt.

Rapporter

- «Salterstattere i røkt laks», [Nofima-rapport 14/2020](#). Utgitt mars 2020.
- «Prosessoptimalisering og mulig bruk av salterstattere med tanke på saltreduksjon i røkte lakseprodukter (OptiSalm). Delrapport for sensorisk profilering av røkt laks med salterstattere», [Nofima-rapport 21/2021](#). Utgitt juni 2021.

Faglige foredrag

- E. Heir; «Salterstattere og saltreduksjon i røkte lakseprodukter: utfordringer og muligheter». Webinar, Helsedirektoratet, 4. februar 2021.
- E. Heir; «Kan salterstattere brukes for økt Listeria-kontroll?» Hygienedagen, 10. mars 2021.

Annen formidling i prosjektet

- Presentasjon av prosjektet på Nofimas hjemmesider.
- Minimum 2 årlige møter i referanse-/prosjektgruppen og med ad hoc møter ved behov.
- Kvartalsvise statusrapporter.
- Sluttrapport innen 30. juni 2021.

