

Notat

Helhetsvurdering for bruk av kaliumklorid som salterstatter i matvarer

SAKSBEHANDLER / FORFATTER

SaltNett – Nettverk for saltreduksjon ved Kirsti Greiff (SINTEF), Ida Synnøve Grini (NOFIMA), Ellen-Margrethe Hovland (Animalia), Marianne Sundt Sødning (Animalia), Linn Anne Brunborg (Orkla Foods Norge), Gunn Harriet Knutsen (Sjømat Norge)

	BEHANDLING	UTTALELSE	ORIENTERING	ETTER AVTALE
GÅR TIL				
Helsedirektoratet ved Anniken Owren Aarum				X
PROSJEKTNR / SAK NR	DATO	GRADERING		
302002642/HA2 Salterstattere	2018-04-18	Åpen		

Norsk matindustri representert i SaltNett, ønsker en tydeligere anbefaling av mulighetsrommet for bruk av kalium som salterstatter i mat, for ytterligere saltreduksjon i sine matvarer.

SaltNett¹ ber Helsedirektoratet å initiere bestilling av en oppdatert nytte- og risikovurdering av bruk av kaliumklorid som salterstatter i mat, basert på ny kunnskap og realistiske nivåer av kaliumklorid. SaltNett ønsker en total vurdering av bruk av kalium som salterstatter, hvor positive helseeffekter av å redusere natriuminnholdet veies opp mot potensielle negative effekter av økt kaliuminnhold i kostholdet (beregnet på realistiske nivåer: 10, 20 og 30 % på vektbasis). Subsidiert ønskes en oppdatering av VKM-rapporten "Vurdering av nytte og risiko ved å bruke kaliumklorid som salterstatter i produksjon av matvarer" hvor det gjennomføres nye beregninger med 10, 20 og 30 % erstatning på vektbasis, som vil være realistiske nivåer.

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	2
2	Vurdering av nytte og risiko ved bruk av kaliumklorid i regi av vitenskapskomiteen for mattrygghet	2
3	Strategier for saltreduksjon	3
3.1	Kaliumklorid (KCl) som salterstatter	3
4	Kalium, natrium og bedre helse	3
5	Oppsummering.....	4
6	Vedlegg.....	5

¹ SaltNett har som hovedmål å stimulere til samarbeid for å redusere innholdet av salt i matvarer og servert mat. Nettverket består av matvarebransjen, Helsedirektoratet, FoU og andre bransje- og interesseorganisasjoner.

1 Bakgrunn

Norske myndigheter har målsatt å redusere inntaket av salt i den norske befolkningen med 15 % innen 2018 og 30 % innen 2025, målt mot inntaket i 2014. Et for høyt inntak av salt (natriumklorid, NaCl) er satt i sammenheng med høyt blodtrykk og økt risiko for hjerte- og karsykdommer. World Health Organisation (WHO) har estimert at det å redusere saltinntaket til mindre enn 5 gram salt per dag for voksne kan spare opp til 2,5 millioner liv årlig på verdensbasis. Beregninger fra Storbritannia viser at 6000 for tidlige dødsfall siden 2003 er blitt forhindret og at de har spart 1,5 milliarder pund. Tilsvarende indikerer danske beregninger at en reduksjon på 3 gram salt om dagen kan gi en besparelse på rundt 330 millioner kroner årlig, og på sikt 1,3 milliarder årlig (Cerqueira et al, 2012). Siden det er estimert at industrifremstilt mat står for opp mot 75 % av saltinntaket i den norske befolkningen (Helsedirektoratet, 2011), er det viktig at mat- og serveringsbransjen samlet jobber med å redusere innholdet av salt i matvarene med stegvise reduksjoner slik at målsettingen til myndighetene kan oppnås.

Næringsmiddelindustrien i SaltNett jobber med ernærings spørsmål og hvordan lage trygge produkter med ønsket kvalitet, smak og holdbarhet. Partnerne i nettverket, via sine forpliktelser i Saltpartnerskapet, jobber systematisk for å redusere salt i sine produkter. En delvis erstatning av NaCl med kaliumklorid (KCl) har vist seg å være et godt alternativ ved natriumreduksjon, både med hensyn til produktenes smak, holdbarhet og teknologiske egenskaper som vannbinding. Det er derfor viktig å vurdere helseeffektene av salt-erstattere, særlig kaliumklorid/kalium, opp mot gevinsten av redusert natriuminntak i befolkningen.

2 Vurdering av nytte og risiko ved bruk av kaliumklorid i regi av vitenskapskomiteen for mattrygghet

Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) publiserte i 2014 rapporten "*Vurdering av nytte og risiko ved å bruke kaliumklorid som salterstatte i produksjon av matvarer*" (Vitenskapskomiteen for mattrygghet, 2014). Helsemessige gevinster ved redusert inntak av natrium (Na) er hovedgrunnen for at myndigheter, matvare- og serveringsbransjen jobber målrettet for å redusere innholdet av NaCl i matvarer. Imidlertid ble ikke helseeffekter av redusert inntak av NaCl som et resultat av erstatning av NaCl med KCl vurdert i rapporten, da det ikke var en del av bestillingen til VKM. For å kunne veie helsefordelene av å redusere NaCl opp mot eventuelle helserisikoer ved å øke innholdet av KCl, er det viktig å bruke realistiske nivåer av KCl i beregningene slik at det blir mulig å gjøre en helhetlig helsemessig vurdering og anbefaling for bruk av KCl i matvareproduksjon.

I rapporten fra 2014 sier VKM at mengden KCl i matvarer vil bli naturlig begrenset på grunn av bitter og metallisk smak ved for høye nivåer. Internasjonale studier og bedriftsinterne forsøk har vist at erstatning av NaCl med KCl opp mot 20 – 30 % oftest er maksimal grense med tanke på smak. Inntaksberegninger foretatt i VKM-rapporten med grunnlag i kostholdsdata fra Norkost 3, viser at voksne kvinner først ved et 95 persentil-inntak overskrider daglig anbefalt mengde kalium ved 50:50 og 70:30 scenario, mens voksne menn med et 95 persentil-inntak overskrider anbefalt dagsinntak ved alle scenarioer. Disse beregningene tar utgangspunkt i 30, 50 eller 70 % erstatning av natrium med kalium i alle matvarer som bidrar med salt, hvor beregningene er utført på vektbasis. I enkelte matvarer er KCl ikke en aktuell salterstatte siden det ikke fungerer teknologisk eller smaksmessig. Det betyr at kalium som kan benyttes i matvarer vil ligge langt under nivåene beregnet i rapporten fra 2014. Det er viktig å merke seg at i noen produkter kan det være realistisk å erstatte mer enn 30% natrium med kalium. En beregning av effekten av å erstatte Na med K på gjennomsnittsnivå i befolkningens kosthold må derfor ikke legge begrensninger på tillatt maksimalt erstatningsnivå av Na med K i det enkelte produkt.

Scientific Advisory Committee on Nutrition (SACN) har i samarbeid med Committee on Toxicity (COT) på oppdrag fra det britiske helsedepartementet, utført en "risk-benefit" analyse for å vurdere effekten av å erstatte 15-25 % natrium i matvarer med kalium (beregnet på molbasis²). Rapporten ble publisert i 2017,

² Molbasis versus vektbasis. Ved utskifting av NaCl med KCl på vektbasis erstattes et gitt antall gram NaCl med et like stort antall gram KCl. Ved utskifting av NaCl med KCl på molbasis erstattes et gitt antall NaCl molekyler med et like stort antall KCl molekyler. Det er ikke rett fram å sammenligne disse to utskiftingsstrategiene, men grovt sett tilsvarer 25 % erstatning på molbasis 30 % utskifting på vektbasis. For en mer detaljert forklaring og beregnings-eksempler, se Vedlegg 2.

og konkluderer med at gevinstene ved bruk av kaliumbaserte salterstatter for å redusere natrium i matvarer overstiger de potensielle farene på populasjonsbasis.

For at matvarebransjen i Norge skal kunne bruke KCl som salterstatter i relevante matvarer er det viktig at det foreligger en grundig gjennomgang og klar anbefaling fra myndighetene om at det er trygt fra et mattrygghetsperspektiv, og helsemessig trygt for befolkningen.

3 Strategier for saltreduksjon

Det er viktig at næringsmiddelindustrien jobber systematisk og med felles målsetning for å redusere saltnivået i sine matvarer. Det viktigste tiltaket for på sikt å redusere inntaket av salt i befolkningen til maksimalt 5 gram NaCl per person per dag, er målrettede reduksjoner i hverdagsmat (matvarer som blir spist hver dag i store mengder av et tverrsnitt av befolkningen). Da kan små nedjusteringer av saltinnhold, som er langt lavere enn 15 %, bidra til at den ønskede reduksjonen i inntaket satt av norske myndigheter, blir nådd.

3.1 Kaliumklorid (KCl) som salterstatter

Bedriftsinterne forsøk med saltreduksjon i egne produkter og vitenskapelige publikasjoner har begge vist at etter hvert som saltinnholdet reduseres i matvarene, kan det være nødvendig å ta i bruk salterstatter for å komme videre ned i natriuminnhold. En delvis erstatning av NaCl med KCl har vist seg å være et godt alternativ som salterstatter ved natriumreduksjon, både med hensyn til produktets smak, holdbarhet og teknologiske egenskaper som vannbinding. KCl er det saltet som likner mest på NaCl mht fysiske og kjemiske egenskaper. Begge er monovalente og godt vannløselige, og gir dermed lik ionestyrke når de erstattes på molbasis. Vedlegg 1 gir en oversikt over litteratur som omtaler bruk av salterstatter i mat.

Når det gjelder grenseverdier med hensyn på bitterhet og metallisk smak er dette avhengig av produktmatriks. Salt gir foruten saltsmak, økt totalsmak og redusert bitterhet. En kombinasjon av flere tilnæringer vil være nødvendig for at forbruker skal føle at smaken er ivaretatt (Liem et al, 2011). Dette kan for eksempel gjøres ved en skjult trinnvis reduksjon, bruk av salterstatter eller smaksforsterkere. Samspillet mellom tekstur og salt må ivaretas og her kommer både størrelse og form på saltkrystallene inn, samt frigjøring av natrium i munnen ved å endre tekstur (Busch et al, 2013).

KCl har tilsynelatende samme inhiberende effekt på overlevelse, vekst og toksinproduksjon hos patogene bakterier som NaCl. Det vil først og fremst være aktuelt å tilsette kalium i matvarer hvor natriumreduksjon fører til utfordringer med hensyn til funksjonelle egenskaper og konserverende effekter.

Både for næringsmidler med tradisjonelt høyt innhold av salt og for produkter som bidrar til høyt inntak av NaCl i befolkningen, er det behov for alternative metoder for saltreduksjon. Mange produkter har høyt innhold av NaCl på grunn av produksjonsprosessen og det er derfor viktig å implementere strategier for å redusere og erstatte innholdet av NaCl. På grunn av de gunstige egenskapene NaCl har både med hensyn på egenskaper i produktene og til industriell prosessering, er det imidlertid mange utfordringer knyttet til reduksjon og erstatning av NaCl i disse produktene. Som nevnt over, er KCl det saltet som er nærmest NaCl mht fysiske og kjemiske egenskaper, og kan fungere godt som delvis erstatning for natrium. Det er derfor viktig å ha mulighet til å benytte KCl som erstatning for NaCl, for å bidra til ytterligere reduksjon av saltinntaket i befolkningen.

4 Kalium, natrium og bedre helse

VKM-rapporten konkluderer bl.a. med at et inntak av minst 3,5 g kalium per dag for voksne mest sannsynlig vil føre til redusert risiko for hjerneslag, og ha en gunstig virkning på blodtrykket hos personer med høyt blodtrykk. Inntaksberegningene viste at i underkant av halvparten av den voksne befolkningen hadde et inntak som lå lavere enn 3,5 g kalium per dag. Økt inntak av kalium kan ha helsemessige fordeler ved at kalium kan bidra til å dempe de uheldige effektene av natrium på blodtrykket. Andre mulige fordeler ved inntak av kalium inkluderer redusert risiko for utvikling av nyrestein og redusert bentetthet (Dietary Guidelines of Americans, 2010).

5 Oppsummering

SaltNett mener at scenarioene som er skissert i VKM rapporten hvor henholdsvis 30, 50 og 70 % av natriuminnholdet tilsatt som salt (NaCl) erstattes med kalium, hvor over 30 % ikke er relevant i praktisk bruk. Etter at VKM-rapporten kom ut i 2014 har industrien vært avventende til beslutning om bruk av kalium som salterstatter. Industrien ønsker i utgangspunktet å redusere salt uten å bruke andre tilsetninger, men som nevnt vil dette skape store utfordringer for enkelte produkter.

SaltNett ber derfor Helsedirektoratet å ta dette notatet med i vurdering om det vil være hensiktsmessig å bestille en ny rapport fra VKM med en total vurdering av bruk av kalium som salterstatter, hvor positive helseeffekter av å redusere natriuminnholdet veies opp mot mulige negative effekter av økt kaliuminnhold i kostholdet (beregnet på realistiske nivåer: 10, 20 og 30 % på vektbasis). Subsidiert ønskes en gjennomgang av VKM-rapporten "*Vurdering av nytte og risiko ved å bruke kaliumklorid som salterstatter i produksjon av matvarer*" hvor det gjennomføres nye beregninger med 10, 20 og 30 % erstatning av Na med K på vektbasis - en erstatning som vil være på realistiske nivåer.

SaltNett ber om å få anledning til å gi innspill i den videre prosessen ved utforming av endelig bestilling.

Kontaktpersoner:

Prosjektleder Saltnett: Ida Synnøve Grini (ida.synnove.grini@nofima.no)

Arbeidspakkeleder HA 2: Kirsti Greiff (kirsti.greiff@sintef.no)

Referanser:

Helsedirektoratet. (2011), *Strategi for reduksjon av saltinntaket i befolkningen*. Anbefaling fra Nasjonalt råd for ernæring, IS-0339

Cerqueira, J., T., Andreassen, A.H., Siganos, G., Toft, T. (2012). Konsekvensberegninger for reduksjon af danskernes saltindtag. Copenhagen: Fødevarestyrelsen af Forskningscenter for Forebyggelse og Sundhed (FCFS).

Vitenskapskomiteen for mattrygghet. (2014). *Benefit and risk assessment of increasing potassium by replacement of sodium chloride with potassium chloride in industrial food production.*, 24.04.14, ISBN 978-82-8259-094-5

Public Health England and Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Product and the Environment, part of SACN: report and position statements, (2017). Potassium-based sodium replacers: assessment of the health benefits and risks of using potassium-based sodium replacer in foods in the UK., 22.11.17

Helsedirektoratet. (2014). *Tiltaksplan salt 2014-2018*. Reduksjon av saltinntak i befolkningen. Rapport, IS-2193

Liem, D. G., Miremadi, F. & Keast, R. (2011). Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor. *Nutrients*, 3(6), 694.

Busch, J. L. H. C., Yong, F.Y.S., Goh, S.M. (2013). Sodium reduction: Optimizing product composition and structure towards increasing saltiness perception. *Trends in Food Science & Technology*, 29(1), 21-34.

Report of the Dietary Guidelines Advisory Committee on the Dietary Guidelines for Americans, 2010.

6 Vedlegg

Vedlegg 1

Tabell 1. Oversikt over studier gjennomført med fokus på saltreduksjon og effekter av saltreduksjon på fysiokjemiske egenskaper og smak i fiskeprodukter med lavt saltinnhold i utgangspunktet.

Fiskeprodukter med lavt saltinnhold				
Product	Salt reduction/replacement	Whole muscle/ mince	Physicochemical properties/shelf-life/taste	Ref
Low-salt food	Low sodium mixtures	Fish, meat, food	Patents aimed to develop mixtures with low sodium content	Review by Tolrá & Barat (2012)
Cod, ready-to-eat	Desalting water with NaCl/KCl	Whole muscle	Physicochemical properties/Shelf life/taste	Aliño et al. (2011)
Smoked sea bass	Salting 100% NaCl, 50% NaCl-50% KCl, packaging. 926-1279 mg Na/100g in salted and smoked fish	Sea bass fillets	Chemical, microbial and sensory attributes	Fuentes et al. (2011); Fuentes et al.,(2012)
Fish gel	NaCl (0-1%), KCl (0-1%), CaCl ₂ (0-1%), iota-carrageenan, kappa-carrageenan, sodium alginate.	Blue whiting muscle gel	Texture, color, WHC	Montero & Pérez-Mateos (2002)
Surimi	NaCl (0, 1, 2, 3 g/100g), equal molar concentrations of KCl	Alaska pollock surimi	Protein endothermic transitions, rheological properties, texture	Tahergorabi et al. (2012)
Cod	Fresh and frozen, fillet injection (0, 50, 150 and 250 g NaCl/L), additional 25 g sodium bicarbonate/L (NaHCO ₃)	Whole muscle, fillet	Yield, liquid retention during storage, flavor, texture	Åsli & Mørkøre (2012)
Cod	Brine salting in NaCl (10 – 50 g/L) or KCl (13 – 64 g/L) solution	Whole muscle, fillet	Water uptake, drip loss and retention of low molecular components	Larsen & Elvevoll (2008)
Low-salt foods	Slow and gradual reduction, replacement of Na ⁺ with K ⁺ , ammonium, calcium, and lithium and by anion such as phosphate and glutamates.		Taste, sensory profile	Morley (2012)
Smoked salmon	NaCl or NaCl + KCl in a 2:1 ratio. Dry salting or by injection	Whole muscle	Sensory quantitative descriptive analysis. Consumer test	Almli & Hersleth, (2013)

Tabell 2. Oversikt over studier gjennomført med fokus på saltreduksjon og effekter av saltreduksjon på fysiokjemiske egenskaper og smak i kjøttprodukter med lavt saltinnhold i utgangspunktet.

Kjøttprodukter med lavt saltinnhold				
Product	Salt reduction/replacement	Whole muscle/ mince	Physicochemical properties/shelf-life/taste	Ref
Frankfurters sausage	Replacement of flake salt with naturally brewed soy sauce, natural flavor enhancer, and KCl.	Emulsion of beef and pork	Consumer sensory and quality impact, color, pH, emulsion stability, yield	McGough et al., (2012a); McGough et al. (2012b)
Frankfurter sausage	Gradually reduction of NaCl (1.6-1.1% NaCl), modified tapioca starch, wheat bran, sodium citrate, fat	Emulsion of beef and pork	Physical properties and sensory attributes	Ruusunen et al. (2003b)
Frankfurter sausage	Gradually reduction of salt (2.5, 2.0, 1.5% NaCl), preblended, non preblended meat	Emulsion of beef and pork	Emulsion stability, color, Kramer shear and palatability	Hand et al. (1987)
Frankfurter sausage	Salt (1.5-2.5% NaCl), sodium triphosphate, kappa-carrageenan, isolated soya protein	Emulsion of beef and pork	Physiochemical properties, sensory attributes, texture	He & Sebranek (1996)
Bologna sausage	Tree levels of salt, Sodium citrate, carboxymethyl cellulose, carrageenan, fat	Lean pork and pork back fat	Chemical and physical composition, sensory attributes	Ruusunen et al. (2003a)
Cooked sausage	Post-rigor pH, phosphate, salt (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5% NaCl)	Beef and pork	WHC, firmness, sensory attributes	Puolanne et al. (2001)
Cooked ham	Salt replacer (Ocean`s Flavor – OF45, OF60) and flavor enhancer (Fonterra™)	Restructured ham of pork	Functional and sensory properties	Pietrasik and Gaudette (2014)
Cooked ham	Tumble salting with NaCl brine (0, 11.2, 16.5 or 22.0% NaCl)	Cubes of pork (<i>semimembranosus</i>)	Salt contents effect on the adhesion between pieces	Bombrun et al. (2014)
Cooked ham	Gradually reduced NaCl content (1.1, 1.4, 1.7, 2.0, 2.3 and 2.6% NaCl)	Coarsely ground lean ham	Sensory saltiness	Ruusunen et al. (2001)
Cooked ham	KCl, tumbling time, tumbling speed	Coarsely ground lean pork	Color, shrinkage, yield, WHC, sensory attributes	Lin et al. (1991)
Cooked ham	Gradually reduced NaCl content (1.30, 0.74, 0.18% NaCl)	Coarsely ground pork	Chemical- and microbial properties, sensory attributes	Aaslyng et al. (2014)
Meat patties	Gradually reduced NaCl content (300, 450 and 600 mg Na/100g), phosphate and meat content	Coarsely ground beef and pork meat	Sensory attributes, cooking loss, firmness	Ruusunen et al. (2005)
Meat batter	NaCl, 0.05% CaCl ₂ , MgCl ₂ or ZnCl ₂ , with or without 0.4% sodium tripolyphosphate, fat	Beef	pH, yield, texture, gel ultrastructure	Nayak et al. (1998)

Tabell 3. Oversikt over studier gjennomført med fokus på saltreduksjon og effekter av saltreduksjon på fysiokjemiske egenskaper og smak i brød og kjeks.

Brød			
Product	Salt reduction/ replacement	Physicochemical properties/shelf-life/taste	Ref
White bread	Varying percentage of substitution of NaCl with potassium salts (ranging from 25% to 75% from control)	Taste and consumer acceptability, bioavailability of potassium	Braschi et al (2009)
Pizza crust	Reduction of sodium (7%, 10%, 16%, and 23% from control) replacement of 30% NaCl by KCl; use of Soda-Lo; coarse- and medium grained salt; sprayed aqueous salt solution	Taste and consumer acceptability	Mueller et al (2016)
Sandwich bread	Reduction of sodium by 10%, 20% and 30% from control	Taste and consumer acceptability, purchase intent	Croix et al (2014)
White and wholemeal bread	Reduction of sodium by 12.5% and 25% from control	Taste and consumer acceptability	Mcmahon et al (2016)
Brown bread	Gradual reduction of sodium (by 31%, 52% and 67% from control), with or without salt flavor compensators (KCl or Maxarite Delite). Bread tested with or without ham.	Taste and consumer acceptability	Bolhuis et al (2011)
Cheese crackers	Salt reduction via salt particle size reduction. Comparing crackers with 3 different salt grain sizes (regular salt, microsized salt, and nano spray-dried salt) and 3 different salt concentrations (1%, 1.5% and 2%).	Microbiological characteristics (yeast and mold count) and sensory characteristics (color, aroma, saltiness, crunchiness, overall liking, acceptability and purchase intent)	Moncada et al (2016)

Tabell 4. Oversikt over studier gjennomført med fokus på saltreduksjon og effekter av saltreduksjon på fysiokjemiske egenskaper og smak i ost.

Ost			
Product	Salt reduction/ replacement	Physicochemical properties/shelf-life/taste	Ref
Cheddar-style cheese	Reduction of sodium (by 42% from control) in combination with KCl. Addition of various flavor enhancers.	Taste and consumer acceptability, water activity, pH, moisture content, water-soluble nitrogen, lactic acid bacteria enumeration	Grummer et al (2013)
Cheddar-style cheese	Reduction of sodium (by 42%), or use of naturally reduced-sodium sea salt, in combination with salt replacers KCl, modified KCl, MgCl ₂ , CaCl ₂	Taste and consumer acceptability, water activity, pH, hardness	Grummer et al (2012)
Halloumi cheese	Salt reduction with partial KCl replacement (70% NaCl and 30% KCl; 50% NaCl and 50% KCl)	Descriptive sensory analysis, acceptability, chemical analysis (fat, protein, moisture, lactic acid, cheese pH, sodium and potassium), texture analysis (adhesiveness, chewiness, cohesiveness, hardness and springiness), microbial analysis (Counts of total bacteria, lactic acid bacteria, total coliforms, psychrophilic bacteria and yeasts and molds)	Kamleh et al (2012)
Akkawi cheese	Salt reduction with partial KCl replacement (70% NaCl and 30% KCl; 50% NaCl and 50% KCl)	Taste and consumer acceptability, chemical analysis (fat, protein, moisture, lactic acid, cheese pH, sodium and potassium), texture analysis (adhesiveness, chewiness, cohesiveness, hardness and springiness), microbial analysis (Counts of total bacteria, lactic acid bacteria, total coliforms, psychrophilic bacteria and yeasts and molds)	Kamleh et al (2015)
Cheddar and Mozzarella	Salt reduction by 25%, 33%, 50% and 60% from control	Flavor and consumer acceptability, texture profile analysis (adhesiveness, chewiness, cohesiveness, hardness, resilience and springiness), stretch test, melt test	Ganesan et al (2014)

Tabell 5. Oversikt over studier gjennomført med fokus på saltreduksjon og effekter av saltreduksjon på fysiokjemiske egenskaper og smak i supper og buljong.

Supper			
Product	Salt reduction/ replacement	Physicochemical properties/shelf-life/taste	Ref
Salty soup and salt for use in home-cooked foods (From the China Salt Substitute Study)	Salt substitute containing 65% NaCl, 25% KCl and 10% MgSO ₄ .	Saltiness, flavour and acceptability of salt/soup	Li et al (2009)
Beef soup	Salt reduction with NaCl concentrations of 0.50% (control), 0.45% or 0.40%. NaCl concentrations of 0.25% and 0.35% paired with varying concentrations of KCl (0.10% - 0.40%, with or without salty-congruent odor (soy-sauce odor).	Taste, sensory characteristics and consumer acceptability	Lee et al (2015)
Vegetable soup	Sodium reduction from 0.37% (control) to 0.18%; reduced sodium soups with rosemary, lactoferrin hydrolysate, or a spice blend containing rosemary, sage and oregano.	Taste and consumer acceptability, purchase intent	Mitchell et al (2013)
Tomato soup	Sodium reduction: Eight different sodium concentrations (0,06%, 0,1%, 0,15%, 0,23%, 0,36%, 0,56%, 0,87% and 1,35%); soup served as a first- or second course.	Taste and consumer acceptability; hedonic (initial pleasantness and desire-to-eat) and intensity (saltiness) ratings of low-salt (LS), ideal-salt (IS) and high-salt (HS) soups and initial pleasantness and desire-to-eat.	Bolhuis et al (2012)
Chicken broth / coconut curry / tomato soup	Salt reduction and salt substitution using a combination of 75% fish sauce and 25% salt solution.	Sensory attributes (deliciousness, taste intensity, and perceived saltiness)	Huynh et al (2016)
Chicken rice /Mee soto broth	Sodium reduction (40%, 31% and 22% reduction in NaCl) and addition of flavour enhancers (Monosodium glutamate (MSG) or Ajiplus (a blend of MSG and nucleotides))	Taste and sensory perception	Leong et al (2016)
Shoestring potatoes	Salt reduction (0.5%, 1.0%, 2.0%, 3.0%, and 4.5% NaCl solutions) in combination with a salt substitute (KCl) or a flavor enhancer (MSG).	Taste and sensory acceptance, overall liking, saltiness	Pereira et al (2015)

Tabell 6. Oversikt over studier gjennomført med fokus på saltreduksjon og effekter av saltreduksjon på fysiokjemiske egenskaper, smak i fisk- og kjøttprodukter med høyt saltinnhold i utgangspunktet.

Product	Salt reduction/replacement	Whole muscle/ mince	Physicochemical properties/ shelf-life/taste	Ref
Heavy salted fish				
Cod	Brine salting, pH (6.5 and 8.5), NaCl, KCl, CaCl ₂ and/or MgCl ₂	Whole muscle, fillet	WHC, protein extractability, dry matter, ion content and hardness.	Martínez-Alvarez et al. (2005)
Cod	Brine salting, pH, NaCl, KCl, CaCl ₂ and/or MgCl ₂	Whole muscle, fillet	Water loss, salt uptake, entry of chloride, WHC, water extractable protein (WEP) and hardness	Martínez-Alvarez and Gómez-Guillén (2013)
Heavy salted meat				
Dry-cured products	Partial replacement of sodium chloride with KCl, CaCl ₂ , MgCl ₂ ,	Pork loin, pork ham, fermented sausage	Sensory effect and other	A review by Barat et al. (2012)
Dry-cured ham	KCl and potassium lactate instead of NaCl	Whole muscle, ham	Food-borne pathogens; <i>Listeria monocytogenes</i> and <i>Salmonella</i>	Stollewerk et al. (2012)
Dry-cured ham	Reduction of NaCl (5.5-4% NaCl as per cent edible meat)	Italian style dry-cured ham	Sensory properties, proteolysis	Benedini et al. (2012)
Dry-cured bacon	Partial substitution of NaCl with KCl	Pork	Proteolysis and sensory properties	Wu et al. (2014)
Beef stock	Varying levels of NaCl (6 different concentrations from 0.4% to 0.65%, with an increase of 0.05% per concentration), in combination with GSH-xylose Maillard reaction product (GX) and/or monosodium glutamate (MSG) flavor enhancers.	Beef stock	Sensory characteristics of flavor enhancers, consumer acceptability and perceived intensity	Hong et al (2012)

Referanser til Vedlegg 1

- Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., & Koch, A. G. (2014). The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, 96(1), 47-55. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.004>
- Aliño, M., Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., & Barat, J. M. (2011). Development of a low-sodium ready-to-eat desalted cod. *J. Food Eng.* 107(3-4), 304-310. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.07.012
- Almli, V., & Hersleth, M. (2013). Salt replacement and injection salting in smoked salmon evaluated from descriptive and hedonic sensory perspectives. *Aquaculture International*, 21(5), 1091-1108. doi: 10.1007/s10499-012-9615-4
- Barat, J. M., Pérez-Esteve, E., Aritoy, M.-C., & Toldra, F. (2012). Partial replacement of sodium in meat and fish products by using magnesium salts. A review. *Plant Soil*. doi: 10.1007/s11104-012-1461-7
- Benedini, R., Parolari, G., Toscani, T., & Virgili, R. (2012). Sensory and texture properties of Italian typical dry-cured hams as related to maturation time and salt content. *Meat Science*, 90(2), 431-437. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.09.001
- Bolhuis DP, Temme EHM, Koeman FT, Noort MWJ, Kremer S, Janssen AM. (2011). A Salt Reduction of 50% in Bread Does Not Decrease Bread Consumption or Increase Sodium Intake by the Choice of Sandwich Fillings. *J Nutr.* 141 (12): 2249-2255
- Bolhuis DP, Lakemond CMM, de Wijk RA, Luning PA, de Graaf C. (2012). Effect of salt intensity in soup on ad libitum intake and on subsequent food choice. *Appetite*. 58(1): 48-55
- Bombrun, L., Gatellier, P., Carlier, M., & Kondjoyan, A. (2014). The effects of low salt concentrations on the mechanism of adhesion between two pieces of pork semimembranosus muscle following tumbling and cooking. *Meat Science*, 96(1), 5-13. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.029>
- Braschi A., Gill L. Naismith D. (2009). Partial substitution of sodium with potassium in white bread: Feasibility and bioavailability. *Int. J Food Sci. Nutr.* 60(6):507-21

- Croix K, Fiala S, Colonna A, Durham C, Morrissey M, Drum D, Kohn M. (2014). Consumer detection and acceptability of reduced-sodium bread. *Public Health Nutr.* 18 (8): 1412-1418
- Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Barat, J. M., & Serra, J. A. (2011). Influence of sodium replacement and packaging on quality and shelf life of smoked sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *LWT - Food Sci. Technol.* 44(4), 917-923. doi: 10.1016/j.lwt.2010.11.030
- Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Serra, J. A., & Barat, J. M. (2012). Effect of partial sodium replacement on physicochemical parameters of smoked sea bass during storage. *Food Sci. Technol. Internat.* 18(3), 207-217. doi: 10.1177/1082013211415156
- Ganesan B, Brown K, Irish DA, Brotherson C, McMahon DJ. (2014). Manufacture and sensory analysis of reduced- and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. *J. Dairy Sci.* 97 :1970–1982
- Grummer J, Karalus M, Zhang K, Vickers Z, Schoenfuss T. (2012). Manufacture of reduced-sodium Cheddar-style cheese with mineral salt replacers. *J. Dairy Sci.* 95(6) :2830–2839
- Grummer J, Bobowski N, Karalus M, Vickers Z, Schoenfuss T. (2013). Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 96(3) :1401–1418
- Hand, L. W., Hollingsworth, C. A., Calkins, C. R., & Mandigo, R. W. (1987). Effects of Preblending, Reduced Fat and Salt Levels on Frankfurter Characteristics. *J. Food Sci.* 52(5), 1149-1151. doi: 10.1111/j.1365-2621.1987.tb14030.x
- He, Y., & Sebranek, J. G. (1996). Frankfurters with Lean Finely Textured Tissue as Affected by Ingredients. *J. Food Sci.* 61(6), 1275-1280. doi: 10.1111/j.1365-2621.1996.tb10978.x
- Hong, J. H., Kwon, K. Y., & Kim, K. O. (2012). Sensory characteristics and consumer acceptability of beef stock containing the glutathione-xylose Maillard reaction product and/or monosodium glutamate. *J Food Sci.* 77(6), S233-239.
- Kamleh R, Olabi A, Toufeili I, Najm NEO, Younis T, Ajib R. (2012). The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of Halloumi cheese. *J. Dairy Sci.* 95(3) :1140–1151
- Kamleh R, Olabi A, Toufeili I, Daroub H, Younis T, Ajib R. (2015). The effect of partial substitution of NaCl with KCl on the physicochemical, microbiological and sensory properties of Akkawi cheese. *Sci. Food Agric.* 95(9): 1940–1948
- Larsen, R., & Elvevoll, E. O. (2008). Water uptake, drip losses and retention of free amino acids and minerals in cod (*Gadus morhua*) fillet immersed in NaCl or KCl. *Food Chem.* 107(1), 369-376. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.031>
- Lee CL, Lee SM, Kim K. (2015). Use of Consumer Acceptability as a Tool to Determine the Level of Sodium Reduction: A Case Study on Beef Soup Substituted with Potassium Chloride and Soy-Sauce Odor. *J. Food Sci.* 80 (11): S2570-77
- Leong J, Kasamatsu C, Ong E, Hoi JT, Loong MN. (2016). A study on sensory properties of sodium reduction and replacement in Asian food using difference-from - control test. *Food Sci & Nutr.* 4(3): 469-78
- Li N, Prescott J, Wu Y, Barzi F, Yu X, Zhao L, Neal B (for the China Salt Substitute Study Collaborative Group). (2009). The effects of a reduced-sodium, high-potassium salt substitute on food taste and acceptability in rural northern China. *Brit. J. Nutr.* 101 (7): 1088-93
- Lin, G. C., Mittal, G. S., & Barbut, S. (1991). Optimization of tumbling and KCl substitution in low sodium restructured hams. *J. Muscle Foods*, 2(2), 71-91. doi: 10.1111/j.1745-4573.1991.tb00444.x
- Martínez-Alvarez, O., & Gómez-Guillén, M. C. (2005). The effect of brine composition and pH on the yield and nature of water-soluble proteins extractable from brined muscle of cod (*Gadus morhua*). *Food Chem.* 92(1), 71-77. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.04.049
- Martínez-Alvarez, O., & Gómez-Guillén, M. C. (2013). Influence of mono- and divalent salts on water loss and properties of dry salted cod fillets. *LWT - Food Sci. Technol.* 53(2), 387-394. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.013>
- McGough, M. M., Sato, T., Rankin, S. A., & Sindelar, J. J. (2012a). Reducing sodium levels in frankfurters using a natural flavor enhancer. *Meat Science*, 91(2), 185-194. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.01.018
- McGough, M. M., Sato, T., Rankin, S. A., & Sindelar, J. J. (2012b). Reducing sodium levels in frankfurters using naturally brewed soy sauce. *Meat Science*, 91(1), 69-78. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.12.008
- McMahon E, Clarke R, Jaenke R, Brimblecombe J. (2016). Detection of 12.5% and 25% Salt Reduction in Bread in a Remote Indigenous Australian Community. *Nutrients.* 8(169): 1-11
- Mitchell M, Brunton NP, Wilkinson MG. (2013). The influence of salt taste threshold on acceptability and purchase intent of reformulated reduced sodium vegetable soups. *Food Qual. Prefer.* 28:356-360
- Moncada M, Astete C, Sabliov C, Olson D, Boeneke C, Aryana KJ. (2015). Nano spray-dried sodium chloride and its effects on the microbiological and sensory characteristics of surface-salted cheese crackers. *J. Dairy Sci.* 98(9):5946–5954.
- Montero, P. & Pérez-Mateos, M. (2002). Effects of Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ on gels formed from fish mince containing a carrageenan or alginate. *Food Hydrocolloids*, 16(4), 375-385. doi: 10.1016/s0268-005x(01)00110-2
- Mueller E., Koehler P., Scherf KA. (2016). Applicability of salt reduction strategies in pizza crust. *Food Chem.* 192, 1116–1123.

- Morley, W. (2012). Novel strategies for reducing sodium. *Food Technology*, 66(1), 53-62.
- Nayak, R., Kenney, P. B., Slider, S., Head, M. K., & Killefer, J. (1998). Cook Yield, Texture and Gel Ultrastructure of Model Beef Batters as Affected by Low Levels of Calcium, Magnesium and Zinc Chloride. *J. Food Sci.* 63(6), 945-950. doi: 10.1111/j.1365-2621.1998.tb15829.x
- Pereira HC, de Souza VR, Azevedo NC, Rodrigues DM, Nunes CA, Pinheiro ACM. (2015). Optimization of Low Sodium Salts Mix for Shoestring Potatoes. *J Food Sci.* 80(6): S1399-403
- Pietrasik, Z. & Gaudette, N. J. (2014). The impact of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of restructured cooked hams. *Meat Science*, 96(3), 1165-1170. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.11.005>
- Puolanne, E., Ruusunen, M. H., & Vainionpää, J. I. (2001). Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*, 58(1), 1-7.
- Ruusunen, M., Särkkä-Tirkkonen, M., & Puolanne, E. (2001). Saltiness of coarsely ground cooked ham with reduced salt content. *Agricultural and food science in Finland*, 10, 27-31.
- Ruusunen, M., Vainionpää, J., Lyly, M., Lähteenmäki, L., Niemistö, M., Ahvenainen, R., & Puolanne, E. (2005). Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Science*, 69(1), 53-60.
- Ruusunen, M., Vainionpää, J., Puolanne, E., Lyly, M., Lähteenmäki, L., Niemistö, M., & Ahvenainen, R. (2003a). Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. *Meat Science*, 64(4), 371-381.
- Ruusunen, M., Vainionpää, J., Puolanne, E., Lyly, M., Lähteenmäki, L., Niemistö, M., & Ahvenainen, R. (2003b). Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. *Meat Science*, 63(1), 9-16.
- Stollewerk, K., Jofré, A., Comaposada, J., Arnau, J., & Garriga, M. (2012). The effect of NaCl-free processing and high pressure on the fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* on sliced smoked dry-cured ham. *Meat Science*, 90(2), 472-477. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.09.009
- Tahergorabi, R., Beamer, S. K., Matak, K. E., & Jaczynski, J. (2012). Salt substitution in surimi seafood and its effects on instrumental quality attributes. *LWT - Food Sci. Technol.* 48(2), 175-181. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.004>
- Toldrá, F., & Barat, J. M. (2012). Strategies for salt reduction in foods. *Recent Patents on Food, Nutrition and Agriculture*, 4(1), 19-25.
- Wu, H., Zhang, Y., Long, M., Tang, J., Yu, X., Wang, J., & Zhang, J. (2014). Proteolysis and sensory properties of dry-cured bacon as affected by the partial substitution of sodium chloride with potassium chloride. *Meat Science*, 96(3), 1325-1331. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.037>
- Åsli, M., & Mørkøre, T. (2012). Brines added sodium bicarbonate improve liquid retention and sensory attributes of lightly salted Atlantic cod. *LWT - Food Sci. Technol.* 46(1), 196-202. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.007>

Vedlegg 2 Erstatning av NaCl med KCl på vektbasis versus molbasis

FORFATTER: Kjell Domaas Josefsen (SINTEF)

Fra et kjemisk synspunkt er det best å skifte ut NaCl med KCl på molbasis. Dette vil sikre at det nye Na-reduerte produktet blir mest mulig likt det gamle med hensyn på holdbarhet (mattrygghet) og funksjonelle egenskaper som vannbinding. For ikke-kjemikere er vektbasis ofte lettere å forstå. Det er like fullt viktig å vite at det ikke er helt rett fram å regne om fra det ene til det andre utskiftingsprinsippet og at en sammenligning av tall blir litt omtrentlig.

I Storbritannia har man "risk-benefit" vurdert 15-25 % utskifting av Na med K på molbasis. Hvis vi, for ikke å komplisere bildet ytterligere, holder oss til NaCl og KCl, så tilsvarer 15-25 % utskifting av NaCl med KCl på molbasis grovt sett en utskifting av 19-30 % NaCl med KCl på vektbasis. En detaljert forklaring og eksempel på utregning er vist under.

Et mol er et definert antall molekyler ($6,022 \cdot 10^{23}$). Et mol NaCl veier 58.6 g, mens et mol KCl veier 76.4 g. Et mol KCl veier litt mer enn et mol NaCl fordi K er et litt større og tyngre atom enn Na og dermed blir KCl-molekylene litt tyngre enn NaCl-molekylene. Når antallet molekyler som veies er det samme må da vekten av et mol KCl bli litt høyere.

Når NaCl i et produkt erstattes med KCl på *vektbasis* er det en *gitt mengde* (gram) NaCl som erstattes med samme mengde (gram) KCl.

Eksempel 1: Et produkt inneholder 10 g NaCl per kg. Ønsker å erstatte 30 % av NaCl med KCl på *vektbasis*. Nytt produkt inneholder 7.0 g NaCl og 3.0 g KCl per kg.

Når NaCl i et produkt erstattes på *molbasis* er det et *gitt antall* NaCl molekyler som erstattes med samme antall KCl molekyler.

Eksempel 2: Produktet inneholder fortsatt 10 g NaCl/kg, men ønsker å erstatte 30 % av NaCl med KCl på *molbasis*. 10 g NaCl tilsvarer 0.171 mol NaCl. Fjerner 30 % av 0.171 mol, dvs. 0.051 mol NaCl. Disse molekylene erstattes med et like stort antall KCl molekyler, dvs. 0.051 mol KCl som veier $0.051 \times 76.4 \text{ g} = 3.9 \text{ g}$ KCl. Nytt produkt inneholder 7.0 g NaCl og 3.9 g KCl per kg.

I begge eksempler er mengden NaCl (7.0 g/kg) den samme etter utskifting, men mengden KCl er forskjellig.

Ved utskifting på *vektbasis* erstattes de fjernede NaCl molekylene (0.051 mol) med et litt mindre antall KCl molekyler (0.040 mol) fordi KCl molekylene er litt større enn NaCl molekylene, og vi har låst totalvekten av salter (NaCl + KCl) til 10 g/kg. Totalt antall saltmolekyler i produktet reduseres derfor fra 0.171 mol (bare NaCl) til 0.160 mol (NaCl + KCl). Antallet KCl molekyler (0.040 mol) utgjør 25 % av totalt antall saltmolekyler i det nye produktet. Således kan man forenklet hevde at 30 % utskifting av NaCl med KCl på vektbasis tilsvarer 25 % utskifting på molbasis, men helt rett er dette ikke fordi vi har endret totalt antall mol saltmolekyler i produktet

Ved utskifting på *molbasis* holdes antallet saltmolekyler (NaCl + KCl) konstant (0.171 mol) og da vil totalvekten av salter øke fra 10.0 g til 10.9 g per kg. Her utgjør KCl 36 % av totalvekten av saltene. Således kan man forenklet hevde at 30 % utskifting av NaCl med KCl på molbasis tilsvarer 36 % utskifting på vektbasis, men helt rett er dette ikke fordi vi har endret totalvekten av salter i produktet.