



Rapport

Optimeret brug af ingredienser i kødprodukter

5. december 2014
Proj.nr. 2001529
Version 1
AGLK/JUSS

Håndbog for brug af ingredienser i farsvarer

Anette Granly Koch, Jens Møller, Tomas Jacobsen, Hauke V. Hemmsen
og Jens P. Teilmann

Indholdsfortegnelse

Indledning	2
Kødråvarers funktionalitet.....	3
Salts funktionelle effekt i farsvarer.....	5
Stabilisatorers funktionelle egenskaber i farsvarer.....	10
Fosfater	10
Hydrocolloider	15
Fibres funktionelle egenskaber i farsvarer.....	19
Stivelsers funktionelle egenskaber i farsvarer.....	23
Modificerede stivelsers funktionelle egenskaber i farsvarer.....	27
Proteiners funktionelle egenskaber i farsvarer	30
Vegetabiliske proteiner	30
Animalske proteiner	32
Tilladte ingredienser til farsvarer	38
Bindeindex	39
Alternative ingredienser ved reduktion af natriumindholdet i kødprodukter	40
Opsamling saltreduktion	50
Referencer	52
Bilag 1	56

Indledning

Formål

I projektet skal der **udvikles et værktøj/guidelines**, som kan bruges af produktudviklere, produkttilpassere og nyansatte. Værktøjet/guidelines skal indeholde grundviden om ingrediensers funktionalitet og anvendelse i kødprodukter og fokus skal være på vand- og fedtbinding samt saltreduktion.

Kødrecepter ændres over tid og varierer mellem lande og verdensdele. Flere steder er kød dyrt og derfor er der behov for at erstatte det animalske protein med billigere ingredienser. Ved produktion til disse markeder vil receptoptimeringen primært have fokus på valg af ingredienser, som kan erstatte kødproteinet, da det er den del af kødet, som har funktionelle egenskaber. Udbuddet af råvarer, behov for fedtreduktion, saltreduktion og prisreduktion er andre årsager til brug af funktionelle ingredienser. Målet er at opnå god kvalitet, holdbarhed og fødevarer sikkerhed samtidigt med, at der fremstilles produkter til en konkurrencedygtig pris. Det er derfor vigtigt at kunne optimere kødråvarer samt ingredienser, så den rigtige kvalitet kan produceres til den rigtige pris.

Farsvarer er kendetegnet ved at indeholde: Kød, fedt og vand samt ingredienser som fx stabilisatorer, stivelser, vegetabiliske protein og/eller animalske proteiner og krydderier til at give smag. Den valgte kombination hakkes til en emulsion, fyldes i tarm og varmebehandles til fx 72 °C/2 minutter i centrum eller en anden kombination af temperatur og tid, som sikrer drab af vegetative bakterier. Farsvarer kan også fyldes på dåse og varmebehandles til højere temperaturer fx autoklavering ved 116-121 °C for derved at producere helkonservesprodukter, som kan distribueres ved stuetemperatur.

I det følgende er grundviden om kød og udvalgte ingrediensers funktionalitet samlet. Denne guideline er således en generel beskrivelse af grupper af ingredienser, og det skal bemærkes at ingrediensleverandørerne hele tiden udvikler nye modificerede ingredienser, som er tilpasset specifikke produkter og anvendelser. Derfor bør datablade for nye ingredienser altid studeres og der bør foreligge data fra afprøvninger i kødssystemer, hvor den reelle effekt kan dokumenteres. Ved at kende ingrediensernes betydning for udbytte og kvalitet er det lettere at træffe beslutning om hvilke ingredienser der skal anvendes.

Kødråvarers funktionalitet

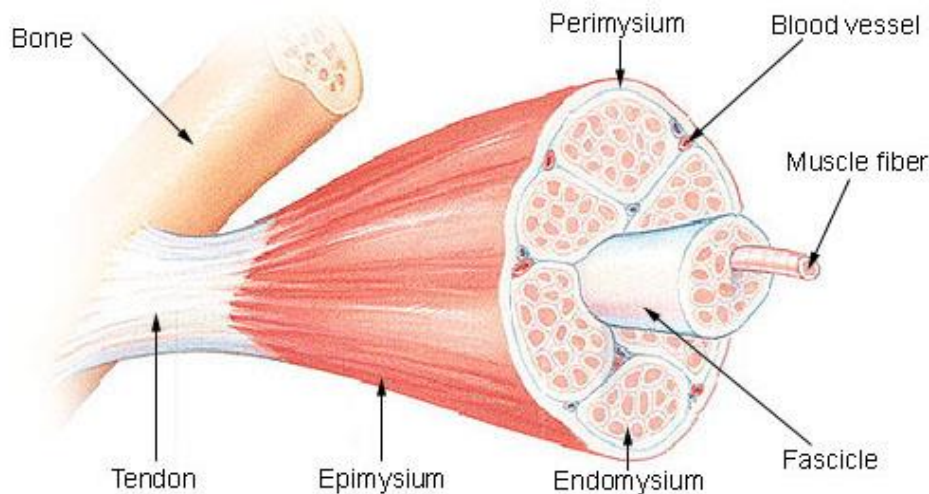
Funktionalitet i saltede kødprodukter baserer sig primært på mobilisering af bestanddele stammende fra råvarernes muskelvæv. I det følgende gives en kort introduktion til muskelvæv, og hvordan de funktionelle bestanddele aktiveres under saltning.

Musklen og dens opbygning

En muskel (figur 1) er opbygget af fiberbundter omgivet af bindevæv (*perimysium*, *epimysium*). De enkelte muskelfiber i et fiberbunt omgives af en cellemembran (*sarkolemna*).

Muskelfiber indeholder *myofibriller*. De består hver især af såkaldte *sarkomerer*, der er muskels mindste kontraherbare enhed og er opbygget af tynde og tykke filamenter. Sarkomeren, der har en længde på et par mm og en diameter på én mm, er omgivet af *sarkoplasma* indeholdende de såkaldte *sarkoplasmatiske proteiner*, der er vandopløselige (se nedenfor).

De tynde filamenter i sarkomeren er opbygget af proteinet *actin* og de tykke af proteinet *myosin*. Under rigor mortis knytter de to filamentproteiner sig sammen og danner komplekset *actomyosin*. Actin, myosin og actomyosin er såkaldt saltopløselige proteiner (se nedenfor).



Figur 1. Muskelstruktur

De vægtmæssigt største bestanddele i ferske muskler er vand (gns. 75 %), protein (gns. 20 %) og fedt (gns. 3 %). Proteindelen opdeles sædvanligvis i intracellulære og ekstracellulære proteiner. 90-95 % af vandet i en muskel findes mellem strukturproteinerne.

De intracellulære proteiner dominerer og underopdeles i sarkoplasmatiske (30-35 %, lavmolekylære, vandopløselige og lavviskøse) og myofibrillære (50-55 %; kontraktile, højmolekylære, saltopløselige og højviskøse).

De myofibrillære, som er de mest interessante i forarbejdningssammenhæng, opdeles baseret på deres fysiologiske funktion i de kontraktile (actin og myosin, se nedenfor) og de regulatoriske, som er uden praktisk betydning i forarbejdningssammenhæng.

De ekstracellulære proteiner (stroma) samles under betegnelsen bindevæv (collagen, elastin og reticulin). Mængden varierer fra nogle få % til 10 % af muskelvægten afhængigt af muskeltypen. De er uopløselige og praktisk talt upåvirkelige af salt, men kan gelatinere irreversibelt (koagulere) under eksempelvis varmepåvirkning og dermed binde vand.

Intracellulære proteiner

Som omtalt ovenfor er det de intracellulære proteiner (actomyosin og sarkoplasma protein), der udgør de salt- og vandopløselige proteiner og er de vigtigste aktører i mobiliseringen af vandbindings- og emulgeringsevne under forarbejdning. At bringe de nævnte proteiner i opløsning og ekstrahere dem er en grundlæggende operation i fremstillingen af forarbejdede kødprodukter, hvad enten det gælder helmuskel- eller emulsionsprodukter. Ekstraheret myosin og actomyosin (også kaldet eksudat) denaturerer under varmebehandling og danner en gel, der binder vand, fedt og andre ingredienser sammen i en stabil matrix. Sarkoplasmatiske proteiner kan bidrage til emulgering, men derimod ikke til geldannelse.

Emulgeringsevne

De forskellige proteinfraktioners emulgeringskapacitet i et system indeholdende 1,7 % NaCl er i faldende orden som følger:

Myosin>actomyosin>sarkoplasma protein>actin

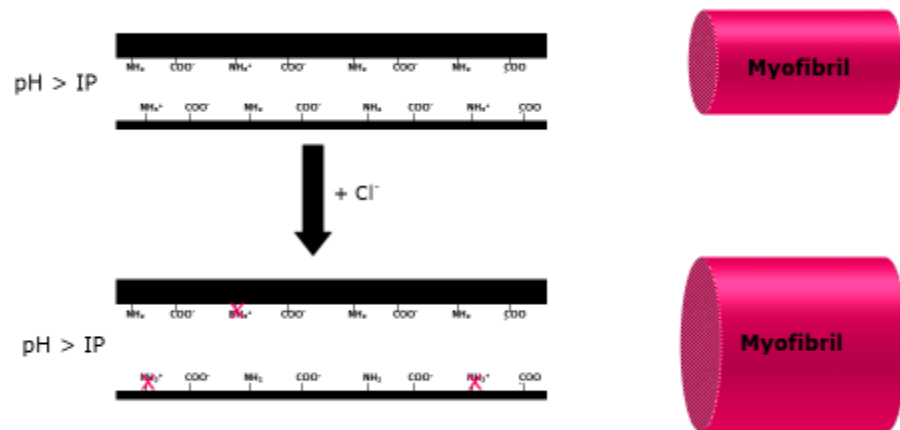
NaCl's funktion

Salt (NaCl) tilsættes under forarbejdningen med det formål at øge opløseligheden af de saltopløselige proteiner, der er centrale for emulgeringsevne og vandbinding. Kloridioner (Cl^-) hægter sig på myofibrillerne og får de i stigende negativt ladede proteinfilamenter til at frastøde hinanden og kvælde op under indtrængning af polære vandmolekyler i de opståede kapillarer. Denne beskrivelse passer på observationer ved forsøg, men de bagved liggende biokemiske reaktioner er langt mere komplicerede. For yderligere detaljer henvises til Puolanne & Halonen (2010)

De positivt ladede natriumioner (Na^+) danner en stabiliserende "ion sky" omkring de opkvældede negativt ladede filamenter. Det øger den elektriske feltstyrke og bindingen af polære vandmolekyler.

Derfor spiller såvel Cl^- som Na^+ en rolle for opløselighed og ekstraktion.

Jo større feltstyrken omkring proteinerne er, desto mere vand kan de binde. Små ioner er ifølge erfaringen mere effektive til at binde vand end store. Da Na^+ er mindre end f.eks. K^+ bidrager NaCl til en højere vandbinding end KCl.



Figur 2. Jo større volumen der er i myofibrillerne des bedre er vandbindingsevnen

Frysning

Flere forfattere har dokumenteret, at frysning og frostopbevaring virker denaturerende på myosin-indholdet i kødråvarer. Honkavaara (1995) fandt, at vandbindingsevnen i trimmings fra svinekød faldt med 3 % om måneden under frostopbevaring ved -20°C . Saffle (1968) fandt, at mængden af salt-ekstraherbart protein i frosset kød efter optøning var 9 % mindre end i tilsvarende fersk.

Fedt og vandbinding i farsvarer

I farsvarer med under 25 % fedt er brug af ingredienser til fedtbinding ikke nødvendige. Derimod er vandbinding vigtig i forhold til at undgå kogesvind/geléudskillelse samt for at opnå acceptable udbytter, god sliceability og konsistens i produkterne.

En tommelfingerregel for farsvarer er, at kødet kan binde ca. 0,3 gange sin egen vægt af vand. Når farsen tilsættes funktionelle ingredienser, er det for at have en vis sikkerhed for, at kødet under varmebehandlingen ikke taber det vand, der er bundet under farsfremstillingen eller for at binde mere vand end kødet alene kan binde.

Salts funktionelle effekt i farsvarer

Kemi

Salt har følgende formel: NaCl.

Protein ekstraktion

Ekstraktionen af vandopløselige proteiner og saltopløselige proteiner afhænger foruden råvaretypen også af saltkoncentration (ionstyrke),

pH og ikke mindst typen af salt. Erfaringen viser, at det optimale ekstraktionsniveau ved anvendelse af NaCl befinder sig et sted mellem 2,2-5,0 % NaCl (~ en ionstyrke på 0,6-1,4). Denne effekt af salte på protein benævnes også "salting-in", hvilket hentyder til at salt ioner øger opløseligheden af muskelproteinerne. Tilsættes NaCl i koncentrationerne over 5,8 % (hvilket kan forefindes lokalt under salttilsætningen) er effekten modsat og proteinet's opløselighed mindskes og myofibrillerne "skrumper", hvilket i sidste ende medfører udfældning af proteinet.

Tärnhuvud et al (1987) undersøgte graden af proteinekstraktion i 3 forskellige råvaretyper (okseyderlår, okseskank og svineskank) for afhængighed af NaCl-koncentration (1 og 2 % salt). Udført under de samme betingelser var ekstraktionen signifikant lavere i okseyderlår end i okse- og svineskank, der gav samme ekstraktionsudbytte. Den ekstraherede mængde protein var størst med 2 % NaCl.

Munasinghe et al (2004) sammenlignede effekten af NaCl, KCl og LiCl tilsat svinekød i ækvivalente (lige store) mængder. Resultaterne viste, at NaCl var suverænt bedst, idet 18 % mere protein opløses i forhold til KCl og 10 % mere end for LiCl. Derudover kunne NaCl relativt set ekstrahere mere myosin end de to andre klorid-salte. Bemærk at LiCl er giftigt og ikke er lovligt i levnedsmiddelsammenhæng. Se i øvrigt nedenfor.

Betydning af pH Med stigende pH øges proteinfilamenternes negative ladning. I pH området ca. 5,7 – 9,0 vil der i fersk svinekød derfor være en tendens til øget vandbinding (hvilket også er gældende i pH området 5,0 – 3,0, hvilket dog ikke er relevant for hovedparten af kødprodukter inkl. farsvarer i praksis, men kan forekomme under marinering). Når pH derimod bliver < 5,7 og nærmer sig det isoelektriske punkt, som for de væsentligste proteiner i muskler ligger på 5,0-5,5, (Lawrie, 1991), øges risikoen for fald i vandbindingsevne markant. Det betyder, at råvarer med lavt pH, fx svinekam (pH 5,4-5,5), har en dårligere vandbinding end råvarer med pH 6 fx bov.

Ved stigende pH reduceres binding af Cl⁻-ioner, men samtidig øges tilknytning af Na⁺-ioner. Derfor opretholdes kvældningsevnen, og Hamm (1972) har vist, at den maksimale vandbindingsevne i et normalt saltet svinekødsprodukt blev opnået omkring pH 6.

Både Na⁺ og Cl⁻ spiller en rolle for mobiliseringen af protein i saltede produkter. Hvem af dem, der får hovedrollen, afgøres af pH. I de fleste kødprodukter er pH dog af en sådan størrelsesorden, at Cl⁻ er vigtigere end Na⁺. Forsøg med forskellige salte af hhv. natrium og klorid har muliggjort en rangordning af de enkelte ioner efter deres relative ind-

virksomhed på vandbindingsevnen i hakket muskel, hvor ionstyrken er fastholdt på 0,4 M.

Tabel 1. Saltes indvirkning på køds vandbindingsevne

pH	Rangordning
	<u>Natrium salte af:</u>
6,4 og 5,5	$F^- < Cl^- < Br^- < CNS^-/I^-$
<u>Klorid salte af:</u>	
6,4	$Ca^{2+} < Ba^{2+} < Mg^{2+} < K^+ < Na^+ < Li^+$
5,5	$K^+ < Na^+ < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Li^+ < Ba^{2+}$

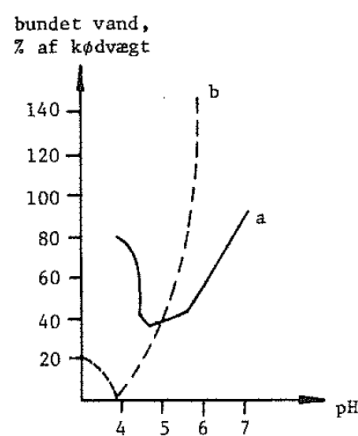


Fig. 8-8. Virkning af pH på vandbinding i fersk kød (a) og på kød saltet med 2% salt (b). (Efter Hamm).

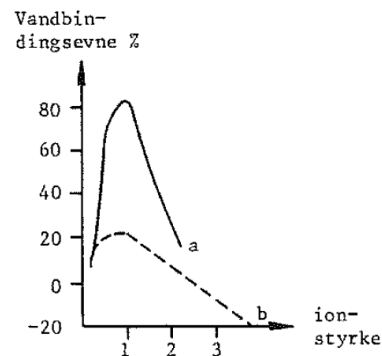


Fig. 8-9. Ændringerne i vandbindingsevne af hakket kød ved tilsætning af salt uden vandtilsætning (a) og med ca. 60% tilsat vand (b). (Efter Hamm).

Figur 3. Sammenhæng mellem pH, saltkoncentration, ionstyrke og vandbinding (Bøgh-Sørensen, 1981, kapitel 8.12).

Ved varmebehandling af fersk svinekød til 70-80°C stiger pH typisk ca. 0,4 enheder. pH i en kogt pølse afhænger af råvarenes og de øvrige ingrediensers pH og bufferkapacitet. I en pølsefars bidrager salt og fosfat til stigninger på 0-0,7 enheder afhængigt af råvare-pH, saltmængde og typen af fosfat. Varmebehandlingen bidrager med pH-stigninger på 0-0,2 enheder. Slut-pH i kogte pølseprodukter er erfaringsmæssigt 6,0-6,3 (Hamm, 1972, Poulanne et al., 2001).

Poulanne et al (2001) fandt, at den maksimale vandbindingsevne for en pølsefars blev opnået ved 2,5 % NaCl uafhængigt af råvare-pH og tilsat fosfat.

Hamm et al. (1972) fandt, at reduktion af NaCl øgede vandbindingsevnen pH afhængighed, men i begrænset omfang. Vandbindingsevnen i pølsefars uden fosfat steg næsten lineært indtil et NaCl-indhold på

4 %.

Tilsætning af et levnedsmiddelfosfat kan i mange tilfælde imødegå de uheldige virkninger af reduceret salttilsætning. Sofos (1986) beskriver, at NaCl tilsætning i størrelsesordenen 1,2-1,8 % kun leverer tilstrækkelig funktionalitet, såfremt pH i produktet er tilstrækkelig højt (>6). Det kan fosfattsætning bidrage til.

Effekt

NaCl er en vigtig og billig ingrediens i alle fødevarer sammenhænge og således også inden for forarbejdning af kød. Opsummeret er den teknologiske effekt:

- Det er musklens intracellulære proteiner (actomyosin og sarkoplasma protein), der udgør de salt- og vandopløselige proteiner og er de vigtigste aktører i mobiliseringen af teknologisk funktionalitet under forarbejdning
- Salt (NaCl) tilsættes med det formål at øge opløseligheden og dermed ekstrahérbarheden af de saltopløselige proteiner, der er centrale for emulgeringsevne og vandbinding.
- Jo mere salt, der tilsættes des lavere pH kræves for at kødet kan tabe vand (jf. figur 3)
- Ikke kun Cl⁻ men også Na⁺ spiller en rolle for opløselighed og ekstraktion. pH afgør, hvem af dem, der i en given situation, har hovedrollen (jf. Tabel 1)
- I de fleste kødprodukter er pH af en sådan størrelsesorden, at Cl⁻ er vigtigere end Na⁺
- Ekstraktionsgraden afhænger af råvaretypen, men øges generelt med stigende saltkoncentration og stigende pH. Den laveste ekstraktion ses omkring det isoelektriske punkt (pH 5,0-5,5)
- Proteinekstraktionen er tidsafhængig og i øvrigt mere påkrævet i oksekød end i svinekød
- Frysning og frostopbevaring reducerer tilgængeligheden af saltopløseligt protein med op til 10 %
- En tommelfingerregel er, at kødet kan binde 0,3 gange sin egen vægt af både vand og fedt når der er tilsat salt. Tilsættes yderligere fosfat kan der bindes 0,5 gange sin egen vægt af både fedt og vand

Dosering

Tilsætning af salt afhænger af flg. i) hvor salt en smag der ønskes, ii) om produktet skal nøglehulsmærkes, iii) hvor meget vand kødet skal binde og iv) krav til holdbarhed og fødevarer sikkerhed.

- Det naturlige Na-indhold i magert svinekød er typisk 70-80 mg pr. 100 g svarende til 0,07 % Na eller 0,18 % NaCl. Er målet maks. 0,5 % Na i et produkt, der eksempelvis indeholder 50 % magert kød, kan man derfor maksimalt tilsætte 1,2 % NaCl.
- Den maksimale vandbindingsevne for en pølsefars opnås ved ca. 2,5 % NaCl.
- 1,5 % NaCl leverer kun tilstrækkelig funktionalitet i farsprodukter,

såfremt $\text{pH} > 6$.

- I produkter med stærkt reduceret saltindhold (1,0-1,4 % NaCl), kan fosfater (pyrofosfater, også kaldet difosfater) bidrage til opretholdelse af god funktionalitet og vandbindingsevne.
- I finemulgerede farsprodukter er et tilsætningsniveau på 0,1 % fosfat tilstrækkeligt, i helmuskelprodukter er det optimale niveau 0,3 – 0,4 % fosfat.



Figur 4. Salts betydning for sammenhæng i middagspølser (Puollanne, 2006)

Anvendelse

Følgende forhold kan optimere effekten af det tilsatte salt:

- Ansaltning af råvarer (preblend) for præ-mobilisering af saltopløseligt protein inden anvendelse kan være en fordel og især ved produktion af saltreducerede farsprodukter
- Tilsætning af fosfat ved ansaltningen kan øge mobiliseringen.
- Kun få kloridholdige alternativer er godkendte for levnedsmiddeltilsætninger. KCl er et af dem. NaCl er vist at kunne opløse 18 % mere protein end KCl. KCl har en markant bitter smag og kan kun anvendes i små mængder
- Der findes en række kommercielle saltblandinger, der med en kombination af NaCl, KCl og MgSO_4 , kan levere funktionalitet men ofte begrænses af afvigende smag.
- Ekstraktion af saltopløselige proteiner i svinekød er størst ved lav temperatur (0-2°C).
- Optimering af stiksaltning, mekanisk mørning (tenderising) og tumbling er nødvendig ved reduktion af salt i helmuskelprodukter
- Den optimale temperatur for dannelse af stabil emulsion under farsfremstilling ligger mellem 12-16°C. I temperaturområdet 16-18°C risikerer man, at emulsionen brydes og fasen skiller, hvilket formentlig skyldes begyndende delvis smeltning af fedtfraktionen og desuden kan hænge sammen med overmixing af emulsionen (hvilket følsomheden øges overfor ved disse højere temperaturer)

Stabilisatorers funktionelle egenskaber i farsvarer

Stabilisatorer er kemiske forbindelser, alle med E-nummer, som kan forbedre stabiliteten af en fødevare fx en emulsion som mayonnaise, smørbart smør (Kærgården) eller farsvarer. I farsvarer er fosfater og carrageenaner eksempler på tilladte stabilisatorer om end deres acceptabilitet er til diskussion på forskellige markeder.

Fosfater

Anvendelse af fosfater har en lang tradition i danske forædlingsvirksomheder. Fosfater kan bl.a. bidrage til en øgning og stabilisering af pH i råvarerne og det skaber som salt mere plads mellem proteinerne, så der kan bindes mere vand, hvorved vandbindingsevnen forbedres. Sidstnævnte er især vigtig for udbyttet efter varmebehandling (røgning, tørring, kogning). Brug af fosfat er fortsat tilladt, men knapt så populært som tidligere grundet visse forbrugersegmenters aversion mod E-numre. Pt. pågår en EFSA undersøgelse, som skal kortlægge om der eventuelt er uheldige sundhedsmæssige følger ved brug af fosfater i forarbejdede fødevarer. Dataindsamling er baseret på en videnskabelig gennemgang af eksisterende data (EFSA, 2013), hvorfra det ikke var muligt at drage nogle konklusioner. EFSA har udbedt flere data, så der i 2018 kan foretages en fornyet vurdering.

Kemi

Levnedsmiddelfosfater er salte af fosforsyre og inddeles normalt i to grupper:

- Monofosfater
- Kondenserede fosfater (di-, tri- og polyfosfater)

Monofosfater, også kaldet orthofosfater, indeholder ét fosforatom og fremstilles ved hel eller delvis neutralisering af fosforsyre med alkalisaltesom natriumhydroxid (NaOH) eller kaliumhydroxid (KOH). De har ingen praktisk betydning i kødprodukter.

Kondenserede fosfater indeholder 2, 3 eller flere fosforatomer. Gruppen starter med pyrofosfaterne, også kaldet difosfater, idet de indeholder 2 fosforatomer. De efterfølges af tripolyfosfaterne indeholdende 3 fosforatomer. Dannes der endnu længere kæder med >3 fosforatomer, kaldes de polyfosfater (synonymt med hexametafosfater).

Fremstillingen starter med fosforsyre og alkalisaltes præcist som ved monofosfater. Under neutraliserings- og inddampningsprocessen styres temperaturen på en sådan måde, at der opnås en såkaldt kondensering hvorved 2, 3 eller flere fosfatmolekyler finder sammen – polymeriserer – under samtidig afgivelse af vand.

Det er de såkaldte kondenserede fosfater, der sædvanligvis indgår i

fosfatblandinger beregnet til forarbejdning af kød:

- Difosfater(DF) - E 450 (i: di-Na-DF, ii: tri-Na-DF, iii: tetra-Na-DF)
- Trifosfater(TF) – E 451 (i:: penta-Na-TF, ii: penta-K-DF)
- Polyfosfater(PF) – E 452 (i: Na-PF, ii: K-PF)

Et ældre studie (Hamm & Grau, 1958 - citeret i Lawrie, 1991) har observeret flg. rækkefølge af natrium salte af fosfater i relation til vandbindingsevne: monofosfat < cyclofosfat < difosfat < tetrafosfat < trifosfat

Opløseligheden stiger med stigende kædelængde samt ved udskiftning af natrium (Na) med kalium (K). Derudover er tørringsproceduren efter kondenseringen af stor betydning for fosfaternes opløselighed. De er typisk tromle- eller spraytørrede. Sidstnævnte giver den bedste opløselighed.

Opløseligheden er af betydning for det fulde udbytte af fosfaternes funktionalitet. Ikke mindst ved brug i lagesaltede produkter, hvor fosfatet nødvendigvis skal opløses i lagen. I fars spiller opløseligheden en mindre rolle.

Fosfaters effekt

Fosfater har fire vigtige funktioner i kød:

1. Dissociering af actomyosin komplekset (vandbindings- og emulgeringsevne)
2. Øgning af ionstyrken (myosinopløselighed og geldannelse)
3. Justering og stabilisering af pH (vandbindingsevne, myosinopløselighed og geldannelse)
4. Binding af bivalente kationer (antioxidant)

I nærværende notat fokuseres der primært på funktionerne 1-3.

Proteinopløselighed; dissociering af actomyosin

Muskelvæv i rødt kød, fjerkræ og fisk indeholder actomyosin. I forbindelse med forarbejdning med salt og fosfat bringes det i opløsning og spaltes til actin og myosin. Sidstnævnte er ansvarlig for geldannelse og emulsionsstabilisering. Myosindannelsen og -ekstraktionen favoriseres af lav temperatur; gerne 0-2°C.

I den levende muskel kontrollerer det naturlige fosfatindhold (ATP – adenosin-trifosfat) actomyosinets åbne struktur og optimerer dermed populært sagt dets vandbindingsevne. Efter slagtning opbruges ATP imidlertid af de biokemiske post mortem processer (Lawrie, 1991). Glycolyse fører til pH fald, og vandbindingsevnen reduceres, hvilket kommer til udtryk gennem øget dryptab.

Difosfater (også kaldet pyrofosfater) fungerer på linje med ATP/ADP og er derfor i stand til at "reparere" muskelvævs vandbindingsevne. De

mere opløselige trifosfater (også kaldet tripolyfosfater) har samme evne, idet de hurtigt nedbrydes til difosfater af kødets naturlige indhold af fosfatase-enzymmer.

Ionstyrke

Tilstedeværelse af salt er en nødvendig forudsætning for det fulde udbytte af en fosfattilsætning. Opløseligheden af det dissocierede myosin er afhængig af, at ionstyrken i vandfasen er tilstrækkelig høj. Tilsætning af salt og i mindre grad fosfat sørger for, at ionstyrken bliver tilstrækkelig høj til at bringe myosinet i opløsning. Denne viskøse og klæbrige proteinopløsning benævnes i daglig tale "exudatet". Myosingelen er vigtig, idet den er en god emulgator, som sørger for at binde den frie væske, udfylde porer og huller og i øvrigt binder de enkelte muskler og stykker sammen i forbindelse med tørring og ikke mindst varmebehandling.

En kombination af salt og fosfat øger vandbindingen mere end summen af de enkelte komponenter hver for sig. Salt og fosfat virker med andre ord synergistiske sammen.

Stabilisering af pH i produktet

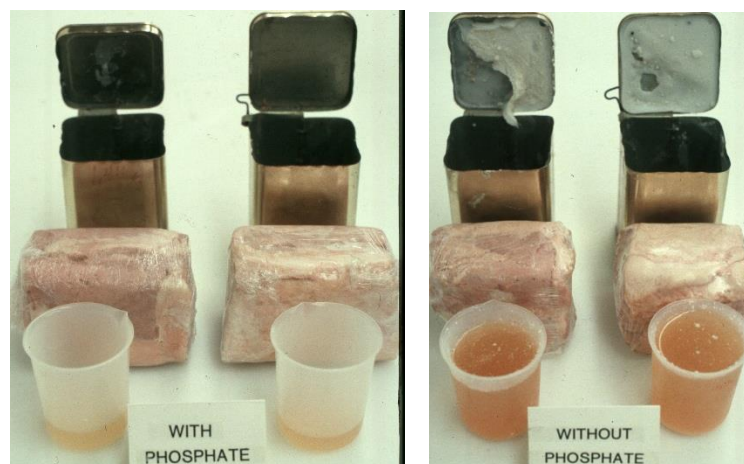
Fosfaterne udøver buffervirkning, der falder med stigende kædelængde. Generelt giver de kondenserede fosfater en moderat men betydningsfuld pH-stigning i de produkter, hvori de indgår. Fersk svinekød har sin laveste vandbindingsevne ved det isoelektriske punkt (pH 5,0 – 5,5). Polyfosfater kan hæve og stabilisere dette til 5,7-6,4. Det forbedrer i sig selv vandbindingsevnen, men bidrager også til at optimere fosfatvirkningen. Effekten af pH-justering alene er langt ringere end ved samtidig tilsætning af fosfat.

Sammenfattende har fosfater følgende overordnede egenskaber/fordele:

- Saltvirkning:
 - Bidrager til forøget saltsmag
 - Bidrager til forøget saltkoncentration (Na^+) og dermed øget vandbindingsevne
- Metalbindende effekt:
 - Hæmmer den oxidative harskning (binder Fe^{+++} og Cu^+)
- pH effekt:
 - Øger pH så kødproteinernes vandbindingsevne forøges og der opnås større effekt af NaCl 's vandbindingsevne.
- Emulgerende effekt:
 - Forbedrer kødets vandbindingsevne, ved at sikre en bedre fordeling af fedtet samt reparerer kødets vandbindingsevne. Dette medvirker til mindre geleudskillelse.

Ulemper ved brug af fosfater:

- Øget korrosion i dåser, øget bakterievækst pga. højere pH, binder kalk i blodet og i fødevarer (kun hvis anvendt i meget store mængder)
- Brug af fosfater angives af nogle forskningsgrupper at være skadeligt (Ritz *et. Al*, 2012). Det er især indtag af uorganiske fosfater, som vurderes at have negative sundhedseffekter. EFSA (2013) har vurderet, at der ikke kan konkluderes på de foreliggende data, og har derfor indkaldt yderligere data. Disse vurderes i 2018.



Figur 5. Fosfats betydning for vandbinding i farsvarer

Dosering og anvendelse

Valg af fosfat til lagesaltning og fars

Blandinger indeholdende fortrinsvis tri- og polyfosfater vælges typisk til fremstilling af lager til multistiksaltning, idet det kræver en god opløselighed af fosfaterne at kunne holde sig i opløsning samtidig med salt.

Ved lagesfremstilling opløses fosfatet normalt før saltet.

Husk: Hvis der anvendes sure fosfater, må der ikke tilsættes nitritsalt, da nitrit danner nitrose gasser, når de blandes med syre.

Farsprodukter fremstilles ved brug af mekaniske findelings- og emulgeringsprocesser, der reducerer behovet for opløselighed. Difosfater er derfor naturlige i fosfatblandinger til denne type produkter.

Forholdet mellem de individuelle fosfater afgør blandingens pH, der som oftest er målt i en 1 % vandig opløsning. I kommercielle blandinger til farsere og lager ligger pH typisk i området 7,5 – 9.

Dosering i kogte farsprodukter

Klettner's (2000) undersøgelser omkring fremstilling af "brühwurst" med og uden fosfat gav følgende resultater:

- 0,3 % penta-Na-trifosfat (også kaldet Na-tripolyfosfat; pH 9,5) gav det bedste udbytte (mindste svind). Forskellen ned til de øvrige testede fosfater (di-, tri-, og polyfosfater) var dog begrænset.
- Allerede ved 0,1 % tri-Na-difosfat (pH 7,3) eller penta-Na-trifosfat opnåedes signifikante reduktioner af kogesvindet. Yderligere tilsætning medførte kun begrænsede forbedringer.
- >0,1 % tri-Na-difosfat eller penta-Na-trifosfat førte til forringelse af farven og farvestabiliteten. Mest med penta-Na-trifosfat.
- Den maksimale brudstyrke blev opnået med 0,1 % tri-Na-difosfat, men forskellen til de øvrige var dog beskednen.

Jaud *et al* (1992) nåede til lignende konklusioner i et forsøg med brühwurst.

Möller *et al* (2001) fandt, at anvendelse af di- og trifosfater med høje pH værdier (8,8-9,5) resulterede i en bedre vandbindingsevne i brühwurst end difosfater med neutral pH (7,3). Farsviskositeten falder med fosfatsættning dog mindst ved brug af fosfater med højt pH.

Hammer (2001) fandt, at de færdige farsers elastiske egenskaber var stærkt påvirket af fosfatsættning. Virkningen kunne ses allerede ved 0,05 % trifosfat, og farsviskositeten fortsatte med at stige op til 0,4-0,5 % trifosfat. Viskositeten steg igen ved henstand natten over.

Anvendelse i kogte skinker

Müller *et al* (2000) fremstillede slicet vakuumpakket kogeskinke med en tilvækst på 20 %. Lagen indeholdt fosfat svarende til 0 – 0,5 % i færdigvaren (Curafos 700; blandingsfosfat fra BK Ladenburg). pH i råvaren var 5,5-5,6. Udbytte, skivesammenhæng, pibethed og væskeudskillelse blev alle bedre med stigende fosfatsættning og kulminerede ved 0,3 % tilsat fosfat.

Fosfat i standardiserede råvareblandinger?

Produktion af farsprodukter baseres ofte på forsaltede og fedtstandardiserede råvareblandinger. Eilert *et al* (1996) fandt, at mængden af opløseligt protein i et oksekøds-preblend tilsat 0,73 % (~0,5 % P₂O₅) af enten pyrofosfat, tripolyfosfat eller to typer af blandingsfosfater blev øget med 15-20 % efter to døgn opbevaring ved 1-2 °C.

Frye *et al* (1991) fandt, at brug af fosfat i forblandinger med svinekødsråvarer havde betydning for stabiliteten og udbyttet i grovhakkede pølser og langt mindre i de finhakkede.

Tilsætning af fosfat ved forblending (ansaltning) bidrager med andre ord til at mobilisere de opløselige proteiner allerede inden emulgering.

Lovgivning

EU-lovgivningen tillader 0,5 % fosfat (P_2O_5) i kødprodukter. P_2O_5 indholdet i kondenserede fosfater er typisk 0,6-0,7 % og højest i polyfosfat. For beregning af eksakt indhold af P_2O_5 henvises til "Beregningstabel for fosfater" i tabel 1.

I fint emulgerede farsprodukter synes et tilsætningsniveau på 0,1 % fosfat (di- og trifosfat) at være tilstrækkeligt, hvorimod det optimale niveau i kogte helmuskelprodukter er 0,3-0,4 % (tri- og polyfosfat); især hvis produkterne efterfølgende skal slices.

Hydrocolloider

Hydrocolloider er polysaccharider, som er ekstraheret fra planter og tang eller produceret ved mikrobiel syntese. Planteekstrakterne er forarbejdet på forskellig vis ved fx tilføjelse af funktionelle sidegrupper, ved hydrolyse, oprensning og standardisering.

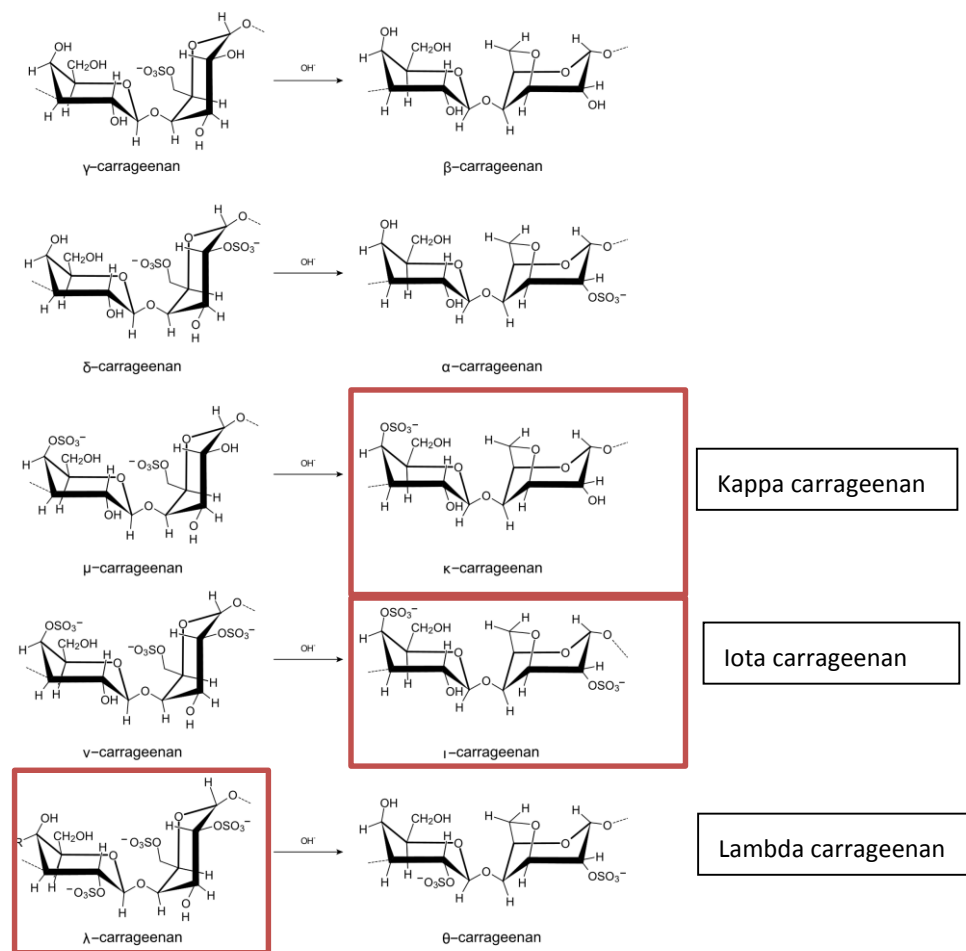
Hydrocolloider anvendes til fortykning, gel-dannelse, ændring af et produkts mundfornemmelse, forbedring af fryse-tø stabilitet, reduktion af krystaldannelse og forbedret stabilisering af emulsioner.

Der findes mange forskellige hydrocolloider med varierende egenskaber. Nogle hydrocolloiders funktionalitet påvirkes ikke af temperaturen fx guar gum, xanthan gum og carboxymethylcellulose (CMC). Andre smelter under varmebehandling fx gelatine, carrageenan og pektiner. Andre stoffer danner varmestabile geler fx alginater dvs. de ødelægges ikke ved varmebehandling og endelig findes hydrocolloider, som først danner gel under varmebehandling fx kendt fra kogning af æggehvite.

Carrageenan

Kemi

Carrageenan udvindes af alger og er et lineært vandopløseligt polysaccharid, som består af kæder af galactose og 3,6-anhydrogalactose enheder. Der findes 3 hovedgrupper af carrageenan: kappa, iota og lambda. Forskellen mellem de 3 grupper ligger i, hvor mange sulfatgrupper der findes per disaccharid. Kappa-carrageenan har en sulfatgruppe per disaccharid. Iota-carrageenan har to sulfater per disaccharid. Lambda carrageenan har tre sulfater per disaccharid (figur 6).



Figur 6. Forskellige typer carrageenan

Effekt

Kappa carrageenan danner stærke geler, iota er mindre stærk men til gengæld elastisk medens lambda ikke kan danne geler. Lambda carrageenan anvendes derfor primært til suspension af partikler i saucer og dressinger. I kødprodukter anvendes primært kappa- og iota carrageenan, da de kan binde vand og påvirke tekstur. Kappa carrageenan forbedrer udbyttet ved varmebehandling, reducerer vandtab ved varmebehandling og lagring (purge, synerese) og i nogle tilfælde giver det en stærkere/fastere tekstur. Iota carrageenan forbedrer også udbyttet og vandtabet, men giver en mere elastisk gel. Forskellene er dog små og afhænger i stor udstrækning af de anvendte recepter og procesforhold. Kappa giver bedre tekstur og sliceability end iota. Med en optimeret kombination af kappa- og iota carrageenan kan teksturforholdene i et produkt optimeres til det ønskede.

KCl påvirker, hvilke temperatur carrageenan kvælder ved. Det betyder, at tilsætning af KCl til kødprodukter kan reducere carrageenans vandbindingsevne. Dette har betydning i recepter, hvor der arbejdes med reduktion af Na ved at anvende K-salte af de forskellige additiver. Salt (NaCl) påvirker også temperaturen, hvorved kappa carrageenan be-

gynder at kvælde vand. I opløsninger med 0 % salt starter kvældning ved 28 °C men i 4,4 % salt starter kvældning først ved 67 °C (kød starter med at kvælde ved 52 °C).

Ved opvarmning til 68-72 °C vil alt carrageenan være opløst.

Salt reducerer carrageenans opløselighed i vand. Derfor vil carrageenan kun være dispergeret i en saltlage, hvor saltet hindrer at carrageenan kvælder vand. Derfor skal carrageenan altid tilsættes lagen, når saltet er tilsat. I farsvarer hvor carrageenan tilsættes som tørt pulver er dette ikke et problem.

Carrageenan binder vandet, men danner ikke noget netværk med kødets proteiner.

Anvendelse

Carrageenan er god til at binde vand og kan anvendes i kødprodukter, hvor man ønsker at reducere kogesvindet. Ved at tilsætte carrageenan hindres geleudskillelse under varmebehandling, idet carrageenan kvælder og binder det vand, som kødproteinerne ikke kan holde på. I saltlager, som er i brug over flere produktionsdage kan carrageenan danne uønskede aggregater, hvilket kan forhindres ved at have en mindre mængde xanthan gum i lagen.

Carrageenan har ingen effekt umiddelbart efter tilsætning til koldt kød. Når temperaturen stiger vil carrageenan begynde at kvælde og emulsionsens viskositets øges, hvorved vandet fastholdes i produktet. Ved 68-72 °C er carrageenan fuldstændig opløst. Under den efterfølgende nedkøling vil carrageenan ved en temperatur på 50-60 °C sætte sig som en fast sammenhængende gel. Kødprodukter tilsat carrageenan skal derfor køles hurtigt.

På verdensplan anvendes carrageenan især i skinke. Det anvendes også i kødprodukter med stivelse for at modvirke vandudskillelse (synerese, purge) samt for at forbedre sliceability.

I PSE kød kan carrageenan medvirke til at give en bedre vandbinding MEN samtidigt kan det også resultere i geleudskillelse (gellag) på produktets overflade.

Carrageenan kan holde på fugtigheden under længere tids varmholdelse (f.eks. produkter til Food service).

Carrageenan kan anvendes til surimi, hvor det giver fasthed, elasticitet og reducerer omkostningerne. I produkter hvor elasticitet og fryse/tø stabilitet er vigtigst er iota carrageenan at foretrække.

Dosering

Ved produktion af kødprodukter med 8-12 % stivelse kan der tilsættes 0,5-0,8 % carrageenan for at sikre mod vandudskillelse (synerese, purge) og for at give en god sliceability.

Undgå at tilsætte for meget, da det kan give en gelagtig konsistens og der kan komme spor af gelé i skinkerne. I USA er op til 1,5 % carrageenan tilladt i kødprodukter, hvilket ofte vil være en al for høj koncentration i forhold til den ønskede kvalitet.

En tommelfingerregel for brug af carrageenan er: 0,1 % carrageenan for hver 10 % lage tilsat. For at opnå ønsket tekstur og undgå vandudskillelse (synerese, purge) kan højere koncentrationer være nødvendige.

Fastheden af et kødprodukt er vigtig for sliceability. Carrageenan forbedrer sliceability af kødprodukter ved alle grader af fasthed. Fastheden af et kødprodukt er mere påvirket af mængden af tilsat vand end af tilsat carrageenan. Jo mere vand des mindre fasthed. Ved vand:protein (V:P) ratios under 5,5 vil tilsætning af carrageenan reducere fastheden pga. øget vandbinding. Ved V:P ratios på over 5,5 vil fastheden blive øget lidt ved tilsætning af carrageenan.

For høj dosering kan resultere i tigerstriber (gele af carrageenan bliver synlig mellem muskelfibre) og glasagtigt udseende.

Lovgivning

Carrageenan har E-nr. 407 og tilhører EU's gruppe 1 additiver (quantum satis additiver). Carrageenan må anvendes i forædlede kødprodukter i de nødvendige mængder.

Det har gennem tiden været diskuteret, om carrageenan er sundhedsskadeligt i forhold til udvikling af brystcancer, udvikling af tumor i tarmkanalen samt forårsage blødninger og kroniske sår i tyktarmen. I en EFSA opinion fra 2003 konkluderes det, at indtag af carrageenan ikke udgør en sundhedsrisiko, men at det skal sikres, at Food grade carrageenan indeholder mindre end 5 % nedbrydningsprodukter dvs. carrageenan-derivater (poligeenan) med en molekylvægt på under 50 kDa. Ligeledes konkluderes, at der ikke er data som understøtter, at carrageenan skulle forårsage brystkræft.

I USA må der max anvendes 1,5 % i færdigvaren jf. USDA.

Kort om andre hydrocolloider

Af andre hydrocolloider, som alle tilhører gruppe 1 additiver, hvilket betyder at quantum satis princippet er gældende, kan nævnes:

- Natrium alginat (E401)
 - Opløselig i koldt vand, behøver ikke varme for at danne gel, gelen er varmemestabil, behøver ikke salt og fosfat til at ekstrahere proteiner, bruger multivalente ioner fx Ca^{2+} for at danne gel. Hvis gelen dannes for hurtigt knækker den. Et styret brug af fx Ca^{2+} , alginat og GDL kan give geler med varierende tekstur. Alginat kan anvendes ved produktion af re-strukturerede kødprodukter.
- Konjac (E425)
 - Kvælder koldt, danner ikke gel i kødproduktet under varmebehandling.
 - Kan evt. anvendes som fedterstatte i kødprodukter ved at gelen dannes separat, skæres i passende størrelser og blandes i farsen. Kan give en tekstur/mundfornemmelse, som er sammenlignelig med fedt.
- Xanthan gum (E415)
 - Opløseligt i kold vand, kan reducere kogesvind
 - Reducerer gelstyrken i proteingeler og i frankfurter
 - Giver viskositet i marinader,
 - Er god til at holde partikler flydende i en suspension (dressing, sauce, lager)
- Johannesbrødkernemel (Locust bean gum) (E410)
 - Anvendes til fortykkelse og gel-dannelse.
 - Kan anvendes i konserverkødprodukter, da det først opløses ved 80 °C. Maksimal viskositet opnås ved 95 °C.
 - Øger saltningsudbytte. Godt at anvende sammen med carrageenan, da johannesbrødkernemel forbedrer saltningsudbyttet og carrageenan forbedrer kogeudbyttet.

Fibres funktionelle egenskaber i farsvarer

I mange fødevarer er indholdet af fibre noget, som anpriseres som særlig sundt og i flere anprisningsmærker indgår et defineret fiberindhold som et delkrav i ordningen. Det har traditionelt været inden for brød og morgenmadsprodukter, at anprisning af fibre har fundet stor anvendelse. Det er imidlertid nu også blevet muligt at anprise kødprodukter for fiberindhold. Kravet er her, at indholdet af fibre skal udgøre minimum 3 % af produktet. Eksempler på sunde kødprodukter med fibre er fiberpølsen og pork nuggets (DMRI projekt 2000690). Sidstnævnte kan dog ikke nøglehulsmærkes pt., da optaget af fedt ved tilberedning er for højt.

Der findes mange forskellige fibre fx cellulose-, havre-, hvede-, soja-, rug-, gulerod-, citrus-, kartoffel- og ærtfibre.

Kemi

Fibre er spiselige dele af planter, som er ufordøjelige og dermed ikke nedbrydes og absorberes i menneskers tarmkanal. Der findes vandopløselige og vanduopløselige fibre. Plantefibre består ofte af cellulose i kombination med lignin. I fødevarerindustrien omtales fibre også som ikke-stivelsesholdige polysaccharider. Cellulose, som er en glukosepolymer var det første kommercielt tilgængelige oprensede fiberprodukt. Cellulose er vidt udbredt i planteriget og til industriel brug udvindes det især fra træ, bomuld og bambus. Cellulose fibre varierer i længde fra $<20\mu\text{m}$ til $>500\mu\text{m}$. Ved yderligere raffinering kan cellulose modificeres til cellulose estre fx carboxymethyl cellulose (CMC) eller methylcellulose (MC).

Effekt

Fibre kan absorbere vand pga. deres kapillære struktur. Længden af fibre varierer fra ca. $30\mu\text{m}$ til $1000\mu\text{m}$. Lange fibre absorberer mere vand end korte fibre. Fibre kan binde vand uden opvarmning og de er gode til at binde vandet og holde på det. Det giver god farskonsistens, så den er let at håndtere ved fyldning mv. I naturen er fibre med til at give struktur samt binde og transportere vand. Desuden kan de binde fedt og deres funktionalitet minder om fedt.

Fibre har god synergi med hydrocolloider som carrageenan samt soja-protein og stivelser. Fibre kan med fordel tilsættes sammen med vandet, så dette bindes med det samme. Ligeledes er fibre fryse/tø stabile.

Eksempler på vanduopløselige fibre er: havre, hvede og soja og eksempler på vandopløselige fibre er: Methylcellulose, carboxymethylcellulose, inulin og hydrolyseret havre mel (β -Glucan).

Tabel 2. Oversigt over fibres egenskaber i kødprodukter.

FIBRE	Havre / Hvede	Kartofler	Ærter	Citrus	Inulin	Soja	Sukkerroe	Gulerod
Vandopløselige fibre	90 % uopl <5 % opl.	56 % uopl 6 % opl.	65 % uopl 5 % opl.	68 % uopl 20 % opl.	ja	89 % uopl <1 % opl.	48 % uopl 20 % opl.	65 % uopl 20 % opl.
WBC	1:11	1:15	1:3-1:12	1:20	1:4	1:3	1:4	1:18
Vandabsorbtion	350-800 %	1500 %	1100 %	2000 %		300-1000 %	500 %	1500 %
Fedt binding	1:8	-	1:3	Lav	-	Lav	Lav	1:4
Fedtabsorbtion	240-600 %	250 %	300 %	290 %		200-280 %	230 %	300 %
Fiber længde	>500 µm	-	-	<250µm	DP2-60	>80µm	-	15-160 µm
Partikel størrelse	-	>4 mm	70-300 µm	-	-	-	32µm-2mm	-
Sammen-sætning	Cellulose, hemicellulose, ligning	Cellulose, hemicellulose, pektin, stivelse, protein	Cellulose, hemicellulose, pektin, stivelse, protein	Cellulose, hemicellulose, pektin,	Oligo- og polysaccharider	Cellulose, hemicellulose, ligning	Hemicellulose, pektin, cellulose, ligning, protein, sukker	Cellulose, pektin, protein

WBC: water binding capacity

Anvendelse

I varmebehandlede kødprodukter kan anvendelse af vandopløselige fibre medvirke til at forbedre vandbindingen i produkterne, så der opnås et mindre kogesvind under varmebehandling.

I fersk tilberedt fx hakket kød kan tilsætning af vand-uopløselige fibre medvirke til mindre dryftab i bakkerne samt et mindre stegesvind under tilberedningen.

De uopløselige fibre vil også give en bedre fedtbinding, resultere i mindre vandudskillelse (synerese, purge) og øget stabilitet af emulsionen (farsvarer) samt give en mere fast konsistens og forbedret fryse-tø stabilitet.

Uopløselige fibre har også været nævnt som mulige fedtstattere, da

nogle af dem kan bidrage med den let cremede mundfornemmelse, der er sammenlignelig med det som fedt giver.

Sammenfattende kan fibre anvendes til: Fiberberigelse, fedtreduktion og vandbinding (fx i forbindelse med saltreduktion og fosfatreduktion). Men det kræver en fokuseret indsats ved produktudvikling i den enkelte virksomhed. Fibre kan anvendes i recepter, hvor der ønskes et reduceret brug af kød og ved anvendelse af kød med lavere kvalitet/funktionalitet.

Ulemperne ved fibre er, at de kan give en grynet eller sandet mundfornemmelse dersom de anvendes i for høje koncentrationer. Jo længere fibre er des større er denne risiko.

Nogle af de procesforhold, der skal tages højde for ved anvendelse af fibre er:

- Tilstrækkelig tid til hydrering af fibrene – bør tilsættes tidligt i farsfremstilling for at opnå god hydrering af fibrene. Anvendes store mængder fibre skal vandindholdet øges. Fiber dispersion i farsen (mixing skal sikre god fordeling, undgå klumper som nogle fibre let gør)
- Proteinopløselighed
- Farsens viskositet,
- Temperaturkontrol
- Emulsionens stabilitet (Fibre som binder meget vand kan ødelægge emulsionen, så den bliver kort (manglende elasticitet) og dermed ikke let håndterbar)
- Udbytter ved varmebehandling og røgning

Som udgangspunkt kan fibre tilsættes sammen med de øvrige tørre ingredienser og krydderier. Men mange muligheder for optimering i forhold til den enkelte proces foreligger.

Dosering

En tommelfingerregel er, at 1 g fiber kan binde op til 10 g vand eller 8 g fedt/olie. Jo længere fibre des mere fedt og vand kan bindes. Endvidere afhænger vand- og fedtbindingen af, hvor oprensede fibre er.

Det er ikke muligt at give klare anbefalinger til, hvor store mængder der skal anvendes eller hvordan de optimalt anvendes i fremstillingsprocessen. Da der er stor fokus på fedtreduktion og dermed behov for øget vandbinding samt at finde ingredienser, som kan kompensere for den manglede konsistens og mundfornemmelse, som fedtet normalt bidrager med, bliver et stigende antal fibre med varierende egenskaber kommercielt tilgængelig på markedet.

Men udfordringerne er at binde tilstrækkeligt vand uden at konsisten-

sen bliver for fast. Det er mest sandsynligt, at fibrene skal kombineres med andre fibre fx opløselige- og uopløselige fibre eller en kombination med andre ingredienser for at opnå de ønskede produktkarakteristika. Et eksempel er "den grønne slagter", hvor der anvendes en kombination af fibre, stivelse og carrageenan.

Udfordringen er at finde den rette kombination af kød, vegetabiliske proteiner, stivelser og fibre til fremstilling af produkter, som er konkurrencedygtige på pris og kvalitet.

Lovgivning

Naturlige fibre skal deklarereres i ingredienslisten, men har ikke noget E-nr. Brug af fibre i fødevarer er reguleret via EU direktiv 2008/100/EC og 90/496/EEC, som omhandler mærkning i relation til ernæring. Sundhedsanprisinger er reguleret af EC/1924/2006. Heraf fremgår, at produkter med et vist indhold af fibre kan anprises med "indeholder fibre". For at anvende den anprisning skal produktet indeholde mindst 3 g fibre/100g produkt eller mindst 1,5 g fibre/100 kcal. En anden mulig anprisning er "højt fiberindhold", her skal produktet indeholde mindst 6 g fibre/100 g produkt eller mindst 3 g fibre/100 kcal.

Derimod har de oprensede forbindelser E-numre. Cellulose har E-nr. 460 og de forskellige afledte forbindelser har følgende E-numre: E461: Methylcellulose; E462: Ethyl cellulose; E463: hydroxypropyl cellulose; E464: hydroxypropyl methyl cellulose; E465: Ethyl methyl cellulose og E466, E469: carboxy methyl cellulose
Alle stofferne tilhører gruppe 1, som må anvendes i nødvendige mængder (quantum satis)

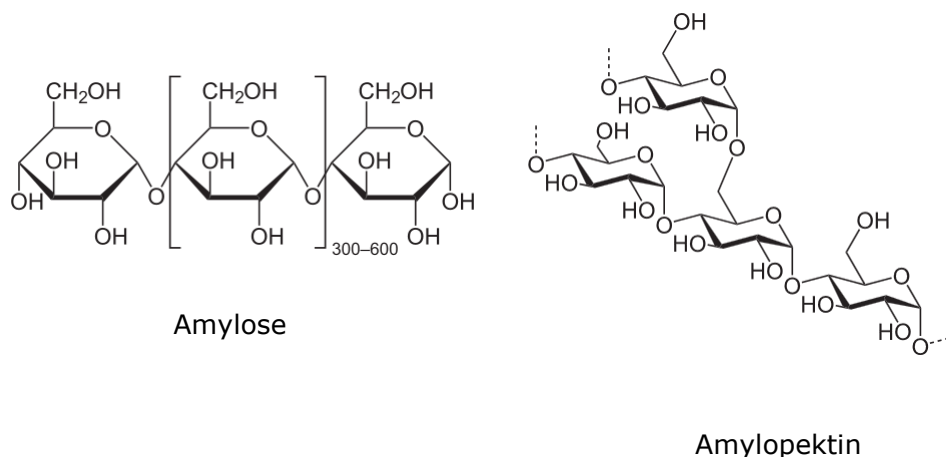
Stivelsers funktionelle egenskaber i farsvarer

Stivelser anvendes, fordi de har gode vandbindingsevner, og de kan derfor anvendes i arbejdet med at erstatte fedt og fosfater i kødprodukter. Der findes både naturlige, ikke-modificerede stivelser (kartoffel, majs, ris, hvede, tapioca) samt modificerede stivelser (forskellige kemiske modifikationer af naturlige stivelser). Modificeringen af stivelseskæderne med lipofile sidekæder forbedrer deres emulgerende egenskaber og øger vandbindingen betydeligt. Modificerede stivelser sælges under forskellige handelsnavne.

Kemi

Stivelse er et hvidt pulver, som består af over 80 % stivelseskorner samt rester af proteiner, lipider, mineraler og vand. Mængden af disse rester varierer i forhold til, hvad stivelsen er udvundet fra og hvordan og hvor meget, den er vasket/oprenset. Hvert stivelseskorn er sammensat af en ringstruktur af glukosekæderne: Amylose og amylopektin polymerer. Amylose og amylopektin er hjørnestenene i stivelsens funktionalitet.

Amylose er en lineær glukosekæde med α -(1,4)-glukosid bindinger. Amylopektin er en forgrenet glukosekæde med α -(1,4) og α -(1,6) bindinger. Disse bindinger binder vandet forskelligt. Derfor har indholdet af disse i stivelserne betydning for, hvor godt der dannes geler, og hvor stabilt vandet bindes under produktion og kølelagring.



Figur 7. Strukturtegnning af amylose og amylopektin

Effekt

Stivelse binder vand under varmebehandling. Det sker ved, at hvert enkelt stivelseskorn kvælder (optager/suger vand), når gelingstemperaturen er nået. Kornene bliver ved med at optage vand, indtil de brister. Det ses fx. i overkogte produkter, hvilket resulterer i øget kogesvind.

Det vigtigste ved valg af stivelse er, hvilken gelingstemperatur den har. Det skyldes, at den udelukkende skal binde det vand, der er tilsat, og som kødets proteiner ikke kan holde på under opvarmningen. Stivelsen reagerer ikke med kødets proteiner.

Sammenligning af funktionalitet af kartoffelstivelse og hvedestivelse i frankfurter har vist, at kartoffelstivelse giver mere konsistens og saftighed.

Tabel 3. Oversigt over stivelser

Kilde	Amylose / amylopektin konc. (%)	Geleerings temperatur (°C)	Bemærkninger
Majs	25/75	62-72	Ofte skal majsstivelse opvarmes til 95 °C for at opnå maksimal effekt.
Waxy majs	<1/>99	63-72	Mangler amylose og kan derfor ikke danne gel. Giver blød tekstur. Vil ikke tabe vand. Egnede til at holde på vand i lang tid. Fryse-tø stabile.
Tapioca	17/83	62-73	Dyrere end andre stivelser. Giver blød gel
Kartoffel	20/80	59-68	Højere vandbinding end andre stivelser Gelerer ved den temperatur hvor kødet begynder at tabe vand. Fuldt geleret ved 72-76 °C. Meget følsomme i produkter med høj salt.
Ris	19/81	68-78	Giver blød gel, mulig fedtstatter.
Hvede	20/80	58-64	

Anvendelse

Stivelser anvendes i kødindustrien, fordi de har gode vandbindingsevner. Stivelse har været masseproduceret siden 1950'erne, men den første anvendelse beskrevet er fra 1772. Stivelser kan kombineres med andre hydrokolloider og proteiner, så der opnås ønsket udbytte, konsistens og mundfornemmelse. I Europa er der tradition for anvendelse af kartoffelstivelse, mens Asien har haft tradition for at anvende tapioca (cassava) eller hvedestivelse. I Asien er der nu en tendens til at disse stivelser erstattes med forskellige modificerede stivelser, som har skræddersyede egenskaber for de enkelte applikationer. For kartoffelstivelse findes også en række modificerede stivelsespræparater. Anvendelse af modificerede stivelser skal dog mærkes, som angivet i positivlisten. Valg af stivelse afhænger af ønsker til færdigvaren og primært i relation til vandbinding. Håndtering af vand i kødprodukter er baseret på ønsker til udbytte og kogesvind, dryptab under lagring samt færdigvarens konsistens, flavour og farve.

Stivelse tilsættes via lagen (fx ved tumbling) eller direkte i hurtighakkeren. Herved fordeles stivelsen i kødmatricen og indlejres mellem kødets fibriller (injektion) eller mellem kødpartiklerne (farsvarer). Der er ikke nogen egentlig interaktion mellem kødets protein og stivelsen.

Stivelsen tilsættes mod slutningen af fremstillingen af bindefarsen, da det eneste formål er at sikre ensartet fordeling i farsen. Stivelse har sin berettigelse i produkter, hvor kødet ikke kan binde det tilsatte vand, fx kød af lavere kvalitet eller recepter med meget tilsat vand. Hvis stivelse tilsættes for tidligt fås en for fast emulsion og dermed en for hurtig temperaturudvikling, hvorved farsen bliver for varm og mister sin vandbindingsevne.

Da stivelse binder vand kan det anvendes i fosfatfrie recepter, så der opnås samme udbytte. Men teksturen i et produkt med stivelse er forskellig fra teksturen i et produkt tilsat fosfat.

Stivelse kan også anvendes ved produktion af fedtreducerede produkter, hvor det hjælper til med at opretholde en god tekstur, saftighed og mundfornemmelse. Det skyldes, at stivelsen kan binde vand. Hvis der anvendes meget magert kød bliver konsistens let tør. Risstivelse er et godt valg til at kompensere for dette, da de små stivelses korn minder om fedt med hensyn til rheologiske egenskaber. Ligeledes giver ris en blød gelstruktur og en cremet mundfornemmelse. Årsagen er sandsynligvis, at stivelses kornene er små (2-8µm).

Dosering

Stivelser er traditionelt anvendt i koncentrationer på 1-4 % ved pølseproduktion, men det er ikke ualmindeligt at anvende højere koncentrationer. En tommelfingerregel er, at stivelser kan binde vand i en mængde på ca. 1,5 gange sin vægt.

I ferske farsvarer vil tilsætning af 2-3 % stivelse hindre, at produkterne "krymper" under varmebehandling, da stivelsen vil optage det vand kødet afgiver, når myofibrillerne trækker sig sammen.

Lovgivning

Naturlige stivelser har ikke noget E-nummer. Reglerne for anvendelse i kød og kødprodukter kan variere fra land til land og fra produkt til produkt. Ifølge mærkningsreglerne skal de anvendte stivelser fremgå af ingredienslisten. For år tilbage har mængden af stivelser være reguleret af kødvarestandarderne, men disse er ikke længere gældende. Om de bliver aktuelle i fremtiden er svært at vide, men det kan ikke udelukkes, at myndighederne eventuelt vil begynde at kigge på de tidligere standarder, dersom det kommer til en vildlednings sag, hvor nogen f.eks. hævdede, at der var for lidt kød i et produkt.

Modificerede stivelsers funktionelle egenskaber i farsvarer

Kemi

Modificerede stivelser er fremstillet for at forbedre de naturlige stivelsers egenskaber. Naturlige stivelser har begrænsninger, hvad angår varme-, skære- og syremodstandsdygtighed samt stabilitet under kølelagring og fryse/tø forhold. Modificeret stivelse er naturlig stivelse, der er påvirket kemisk og regnes derfor for et tilsætningsstof. Påvirkningen (modificeringen) påføres, fordi man ønsker en stivelse, der fx kan opvarmes uden at miste bindeevnen, har en forbedret vandbinding i forhold til den naturlige stivelse. Flere virksomheder har specialiseret sig i at producere modificerede stivelser (fx KMC, Cargill, National Starch, Roquette m.fl.), og der kommer hele tiden nye varianter på markedet.

Under lagring eller fryse/tø belastning vil amylose kæder falde sammen. Herved udskilles vand fra den dannede gel (synerese), hvilket giver dryptab (purge). Amylopektin kan også retrogradere, men det sker langsommere og er mindre udtalt. Derfor giver stivelser med meget amylopektin en blødere gel. Retrogradering kan hindres ved kemiske modifikationer af stivelserne. Det sker ved at krydsbinde kæderne eller ved at sætte blokkere på.

Den mest almindelige metode til modificering af stivelser er krydsbinding. Ved krydsbindingen laves en kemisk binding mellem stivelseskæderne. Det giver følgende egenskaber i forhold til den naturlige stivelse: Kortere tekstur, øget stabilitet ved lavt pH, øget varmestabilitet samt skærestabilitet.

Af andre metoder til fremstilling af modificerede stivelser kan nævnes:

- Hydrolyse, (der opnås en nedbrydning af stivelse, men ingen stabilisering, giver en mere fast viskositet end de oxiderede stivelser)
- Oxidation, (der opnås en nedbrydning af stivelse samt en stabilisering som ved acetylering. Resultatet er en stivelse med meget lav viskositet under varmebehandling men meget fast kølet)
- Acetylering (giver små ændringer i viskositeten)

For at skræddersy ingredienser til forskellige applikationer kombineres de forskellige teknologier for modificering ofte.

Effekt

Den optimale modificerede stivelse har følgende egenskaber:

- Geleringstemperatur ved samme temperatur, hvor kødet denaturerer og vandtabet begynder (ca. 60 °C)
- Bedre vandbindingsevne end naturlige stivelser
- Bedre bevarelse af konsistens og saftighed (ingen synerese, øget stabilitet)
- Reducerer dryptab i pakkerne

- Bedre fryse/tø stabilitet
- Giver den "rigtige" tekstur

Et resume af de metoder, der anvendes til at modificere stivelser fremgår af følgende tabel.

Tabel 4. Metoder til modificering af stivelser

Modifikation	Formål	Funktion i kødprodukter
Stabilisering	Øget opløselighed	Reduceret geleringstemperatur Fryse-tø stabilitet Holdbarhed
Krydsbinding	Modificere kogekaraktéristika	Procestolerance (høj temperatur, lavt pH)
Syrefortynding	Reducere varm viskositet	God gelstyrke i kold form
Conversion	Unik rheologi	Lav viskositet Mundfornemmelse (fedterstatter)
Denitration	Lavmolekylære stivelser (dextriner)	Lav viskositet Opløselighed Filmdannelse (fedterstatning)
OSA (octenylsuccinater)	Har lipofile egenskaber	Emulsions stabilitet Reduceret fedtudskillelse

Dosering

Dosering afhænger af de ønskede egenskaber, recepten samt hvilken modificeret stivelse, der anvendes. Da funktionaliteten af de modificerede stivelser er højere end de naturlige stivelser skal der anvendes mindre mængder af de modificerede. Et eksempel er kartoffelstivelse, hvor 10 % kunne erstattes af 3 % modificeret stivelse (N-HANCE 59).

Anvendelse

Ved modificering af naturlige stivelser er det muligt at designe stivelser med lige de egenskaber, der efterspørges. Det være sig modificerede stivelser med høj vandbindingsevne, gode egenskaber i forhold til fedterstatning, konsistens eller saftighed.

Forskellige modificerede stivelser, fx modificeret kartoffelstivelse, er vist at kunne erstatte fedt i farsvarer, så sensoriske paneler ikke kan erkende forskellen på de fedtreducerede produkter og de traditionelle produkter.

Dextriner og maltodextriner kan også anvendes som fedterstattere, da de giver en fedtlignende tekstur og mundfornemmelse.

Modificeret stivelse kan med fordel anvendes sammen med vegetabil-ske proteiner, fx soja protein, animalske proteiner fx valleprotein eller stabilisatorer såsom carrageenan.

Carrageenan og modificeret stivelse finder anvendelse i produkter med høj tilvækst (>40 %), og herved fås både ønsket tekstur og vandbin-ding.

Lovgivning

I EU klassificeres modificerede stivelser som additiver og alle tilladte har et E-nummer og kan findes i positivlisten. Modificerede stivelser har E-nr. 1404 til 1451 (se liste nedenfor) og tilhører gruppe 1 additi-ver, som kan tilsættes i de teknisk nødvendige koncentrationer (quan-tum satis). Dog findes enkelte undtagelser i form af specifikke produk-ter, hvor modificerede stivelser ikke må anvendes. Der henvises til EU databasen over tilladte additiver.

https://webgate.ec.europa.eu/sanco_foods/main/?sector=FAD&auth=SANCAS

E1401	Acid-treated starch
E1402	Alkaline-treated starch
E1403	Bleached starch
E1404	Oxidized starch
E1405	Starches, enzyme-treated
E1410	Monostarch phosphate
E1411	Distarch glycerol
E1412	Distarch phosphate esterified with sodium trimetaphosphate
E1413	Phosphated distarch phosphate
E1414	Acetylated distarch phosphate
E1420	Starch acetate esterified with acetic anhydride
E1421	Starch acetate esterified with vinyl acetate
E1422	Acetylated distarch adipate
E1423	Acetylated distarch glycerol
E1440	Hydroxypropyl starch
E1442	Hydroxypropyl distarch phosphate
E1443	Hydroxypropyl distarch glycerol
E1450	Starch sodium octenyl succinate
E1451	Acetylated oxidized starch

Proteiners funktionelle egenskaber i farsvarer

Kemi

Protein er vigtige byggesten for kroppen og dermed en essentiel del af vores ernæring. Proteiner består af polypeptidkæder (*poly* betyder *mange*), der er opbygget af aminosyrer, som er kovalent forbundet via peptidbindinger. En polypeptidkæde er altså en kæde, der består af mange peptidbindinger. Proteiner er bygget ud fra ca. 20 naturligt forekommende aminosyrer.

Proteiner anvendes som ingrediens i kødprodukter, fordi de kan forbedre teksturen, konsistensen, udbytte og mundfornemmelse. Effekten varierer for hvert enkelt protein samt i forhold til, hvordan proteinet er fremstillet. Der kan vælges mellem vegetabiliske proteiner (fx soja, hvede, majs, kartoffel, ærte og ris) og animalske (fx collagen, blod plasma, gelatine, æg og mælk).

Proteiners funktionalitet afhænger af pH og ionstyrken i det medium de anvendes i. De denaturerer ved varmebehandling. Proteingelerne kan med varierende styrke holde på vand under opvarmning og lagring.

Vegetabiliske proteiner

Vegetabiliske proteiner udvindes fra planter som soja, hvede, kartofler og ærter. Sojaprotein fremstilles direkte fra sojabønner, medens hvede-, kartoffel- og ærteproteiner fremstilles af resterne fra stivelsesudvindingen.

Effekt

I det følgende vises, hvor store mængder fedt og vand forskellige vegetabiliske proteiner kan binde. Mængden af protein i produktet samt forarbejdningsgraden påvirker funktionaliteten.

Sojaproteiner finder anvendelse i form af sojamel (50 % protein), sojakoncentrater eller sojaisolater. Smagsneutralitet, opløselighed og funktionalitet øges med stigende proteinindhold; det samme gør prisen (Hoogenkamp, 1995). Isoleret sojaprotein (ISP) har gode geldannelses- og emulgeringsevner. De kan imidlertid variere meget afhængigt af fremstillingspraksis, der påvirker denatureringsgraden. Jo højere den er, desto ringere er ISP-produktets geldannelsesevne. ISP kan fås med varierende evne til viskositetsdannelse, hvilket kan være en vigtig parameter i forbindelse med emulsionsstabilitet i færdig fars. ISP er særligt velegnet som funktionelt protein i produkter med reduceret saltindhold, idet geldannelsesevnen og ikke mindst gelstyrken stiger med faldende saltindhold. Sojaproteins varmestabilitet er på linje med valleprotein. Den irreversible denaturering (koagulering) sker i området fra 80-100°C.

Tabel 5. Effekt og dosering af proteiner.

Protein	% protein	Emulgator (protein-vand-fedt)	Geldannelse (protein-vand)	Typisk dosering (%)	Primær anvendelse
Soja isolat	90	1-5-5 til 1-8-8	1-5	1-3	Emulgator, geldannelse
Soja koncentrat, ekstra	70	1-5-5 til 1-10-10	1-5	1-3	Emulgator, geldannelse
Sojakoncentrat, standard	65	1-3-3	1-3	1-3	Emulgator, geldannelse
Soja mel	50	1-2-2	1-2		tekstur
Hvide protein	75	-	-	1-3	Emulgator, geldannelse
Kartoffel protein	90	-	-	0,5-1,5	Emulgator, geldannelse
Ærte protein	20-80 ^{a)}	-	-	-	Emulgator, geldannelse

a) Afhænger af leverandør

Dosering Vegetabiliske proteiner anvendes typisk i koncentrationer på 1-4 %.

Anvendelse Vegetabiliske proteiner anvendes primært som erstatning for magert kød i recepterne. Udover at binde vand kan proteinerne også emulgere fedt i farsvarer. I helmuskelprodukter kan proteiner også tilsættes ved multistiksaltningen for at øge vandbindingsevne og sliceability.

For at opnå optimal effekt af proteiner er det vigtigt, at der sker en tilstrækkelig hydrering af pulveret (befugtning med eller optag af vand). Proteinerne skal teoretisk hydreres før der tilsættes salt, da tilstedeværelse af salt kan reducere funktionaliteten af vegetabiliske proteiner dvs. de bør tilsættes før salt i hurtighakkeren og til lagen før salt.

Ved fremstilling af lager er den generelle regel først at tilsætte fosfaterne, dernæst planteproteiner (hydrerer 10-15 minutter for at opløses) og sidst salt og de øvrige ingredienser.

Ved farsfremstilling er det vigtigste dog at have rigeligt frit vand til hydrering af planteproteinerne. Der findes flere praktiske muligheder

for det. En metode er at lave en pasta af planteproteiner og tilsætte det under farsfremstillingen. En anden metode er at tilsætte kød, vand og planteproteiner og derefter, når det er godt opløst at tilsætte salt og fosfat. Når gelen er god, tilsættes stivelse og krydderier og til sidst fedt. En tredje mulighed er at starte med kød, salt og fosfat og 1/3 af vandet. Dernæst tilsættes mere vand og planteproteinerne. Afsluttende med stivelse, krydderier og fedt.

Lovgivning

Vegetabiliske proteiner har ikke noget E-nummer. Reglerne for anvendelse i kød og kødprodukter kan variere fra land til land og fra produkt til produkt. Ifølge mærkningsreglerne skal de anvendte vegetabiliske proteiner fremgå af ingredienslisten. For år tilbage har mængden af tilsatte vegetabiliske proteiner være reguleret af kødvarestandarder, men disse er ikke længere gældende. Om de bliver aktuelle i fremtiden er svært at vide, men det kan ikke udelukkes, at myndighederne eventuelt vil begynde at kigge på de tidligere standarder, dersom det kommer til en vildledningssag, hvor nogen fx hævdede, at der var for lidt kød i et produkt.

Animalske proteiner

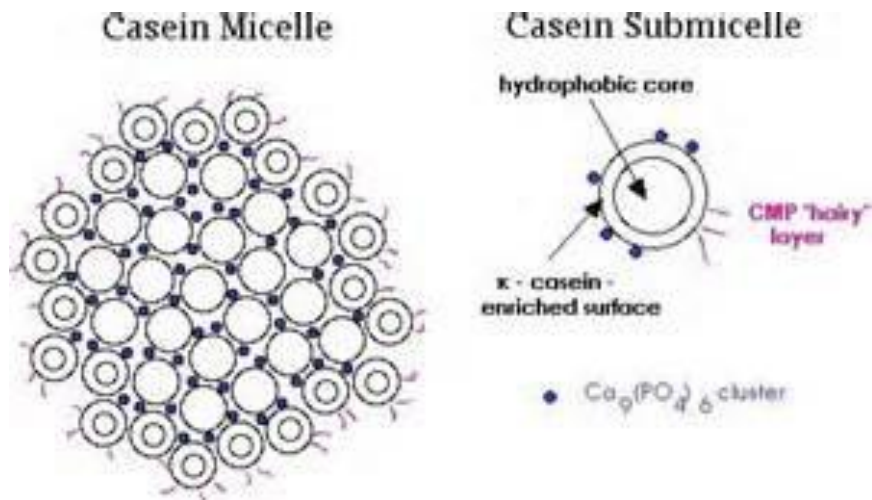
Animalske proteiner udvindes fra kød og mælk. Collagen, gelatine og forskellige blodprodukter er eksempler fra dyr. Protein fra mælk omfatter to grupper: Kasein henholdsvis valleprotein, hvis kemiske, fysiske og funktionelle egenskaber varierer. Endvidere findes æggeprotein, der dog har begrænset anvendelse i kødindustrien.

Kemi

Mælkeproteiner:

Mælk indeholder 4 kasein proteiner: α_{s1} -, α_{s2} -, β - og κ -kasein. Kaseiner er hydrofobe proteiner dvs. ikke så opløselige i vand. Kaseiner har fosforlyerede monoesters af serine, men graden af esterifikation varierer blandt kaseiner. α_{s1} -, α_{s2} -, β -kaseiner indeholder flere fosforgrupper, og de kan derfor danne komplekser med calcium, hvilket kan resultere i udfældninger. κ -kasein er også glykosyleret, hvilket gør det mere hydrofilt end de andre kaseiner.

Valleproteiner er meget hydrofile, dvs. let opløseligt i vand. Valleproteiner omfatter proteinerne: β -Lactoglobulin, α -lactalbumin, immunoglobuliner og serum albumin. Det er den høje vandopløselighed, som giver valleproteinerne deres gode gelerings- og vandbindingsevne. Udover gode geldannende egenskaber har valleprotein og ikke mindst de let hydrolyserede versioner også antioxidative evner (Pena-Ramos, 2003).

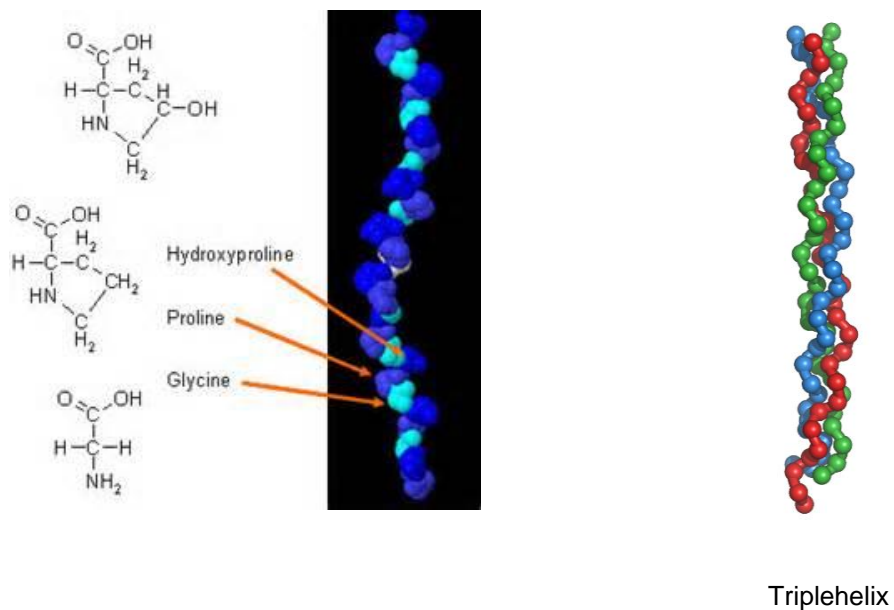


Figur 8. strukturtegning af casein

Kød-proteiner:

Kødproteiner udvindes som oftest fra animalske biprodukter. De hyppigste kilder er: Blod (blod, blodplasma, protein fra de røde blodceller, plasma transglutaminase), ben (gelatine, kollagen, fedt, fosfat), huder (gelatine, kollagen) og kollagenrige væv (kollagen).

Kollagen er uopløselige fibrøse proteiner. Kollagen består af 3 polypeptidkæder, som udgøres af aminosyrer som glycin, prolin og hydroxyprolin. Polypeptiderne bindes sammen af kovalente bindinger. Jo ældre et dyr bliver des stærkere bliver disse bindinger.



Figur 9. Strukturtegning af kollagen

Gelatine er den varme-denaturerede delvist hydrolyserede form af uopløseligt kollagen. Det er en opløselig blanding af 3 slags kæder: α monomer (100 kDa), β dimer (200kDa) og γ trimer (300 kDa). Gelatine fremstilles oftest ved kemisk hydrolyse og varmebehandling af hud og ben.

Blodplasma indeholder over 100 forskellige proteiner. Hovedgrupperne er albuminer og globuliner.

Effekt

I tabel 6 ses eksempler på, hvilken funktionalitet forskellige animalske proteiner har.

Tabel 6. Animalske proteiners funktionalitet

Protein	% protein	Emulgator (protein-vand-fedt)	Geldannelse (protein-vand)	Typisk dosering (%)	Primær anvendelse
Collagen	80	1-6-6	1-5	1	Emulgator, geldannelse
Hemoglobin	95	-	-	q.s.	farve
Plasma	75	1-10-10	1-10	0,5	Emulgator, geldannelse
Gelatine	84,90	1-4-4	1-20	1-6	Emulgator, geldannelse
Kasein	90	1-6-6	1-5	1-2	Emulgator, tekstur
Valle protein	<50	1:1:1 til 1:4:4	-	-	Emulgator, tekstur
Valle protein	>50	1:5.5 til 1:8:8	-	-	Emulgator, tekstur
Valle protein isolat	>90	1-4-4 til 1:9:9	1-10	0,5-1,0	Emulgator, geldannelse
Valle koncentrat	50-89	1-4-4 til 1:8:8	1-10	0,5-1,0	Emulgator, geldannelse

Dosering Animalske proteiner anvendes typisk i koncentrationen 0,5-2 %. De tilsættes via saltlagen ved stiksaltning eller ved farsfremstillingen. Ved farsfremstillingen tilsættes proteiner typisk sammen med rigeligt frit vand i starten af processen.

Anvendelsesniveauet for kaseinet og valleprotein er typisk fra 1-2 %.

Anvendelse Der findes en lang række forskellige proteinprodukter fremstillet ud fra mælk. I følgende tabel gives eksempler på nogle typer, og hvad de kan anvendes til. Mælkeproteinerne medvirker i varierende grad til at forbedre vandbindingen, fedtbinding, give tekstur/fasthed og bedre sliceabilitet. Generelt giver kaseiner en hård gel/fast tekstur, medens valleproteinerne har god vandbinding, men giver derimod en blød struktur. En blanding af de to typer proteiner kan derfor ofte være en løsningsmulighed i kødprodukter.

Kommercielle mælkeproteinprodukter omfatter typisk Na-kaseinat, valleprotein, modificeret valleprotein, skummetmælkspulver og helmælks-pulver. De bidrager alle til det samlede analytiske proteinindhold og derudover til geldannelse og vandbindingsevne. Koncentrater og især isolater indeholder mindre lactose end de simple pulverprodukter. De mest populære er Na-kaseinat og valleprotein. Sidstnævnte er sædvanligvis det billigste.

Na-kaseinat, der er et mælkeproteinisolat, har en god opløselighed. Det er ikke alene en god geldanner, men også en fortræffelig emulgator til halv- og helkonserverede farsprodukter. Derudover er kaseinat en god viskositetsregulator, hvilket kan have stor betydning for emulsionsstabiliteten i farser, der i moderne produktion ofte skal kunne holde til pumpetransport i rør over længere afstande.

Valleprotein fås som både koncentrat og isolat. Det består hovedsagelig af beta-lactoglobulin, der kan modificeres med henblik på øget geldannelse og vandbindingsevne. Det er knapt så varmestabilt og heller ikke så god en emulgator som kaseinat.

Tabel 7. Mælkeproteiners funktionalitet

Mælke-Protein	Funktionalitet	Applikation
Skummetmælks pulver (NFMS)	Tekstur, flavour, emulgator, neutral fyldstof, binder vand. Højt pH medvirker til bedre vandbinding.	Alle typer kødprodukter men højt indhold af laktose begrænser anvendelsen (mail-lard reaktioner (brunfarvning), smag)
Natrium kaseinat	Emulgator, tekstur, kvælder godt i farsen, god til at binde fedt, men øget svind ved varmebehandling.	Farsvarer fx pølser
Delvis hydrolyseret kaseinat	Emulgator, tekstur, vandbinding	Farsvarer fx pølser
WPC eller WPI	Vandbinding, gelere, hæmmer pink farve ^{a)} , kan erstatte fosfater, kan reducere fastheden/teksturen. Giver geletekstur	Stiksaltede produkter
Forvarmet WPC eller WPI	Gelerer, tekstur, danner gel sammen med kødets proteiner,	Farsvarer fx pølser
Texturized WPC eller WPI	Tekstur, emulgator	Farsvarer fx pølser
Delvis hydrolyseret WPI	Antioxidant ^{b)}	Alle typer kødprodukter

WPC: Valle Protein Concentrat; WPI: Valle Protein Isolat; NFMS: Non Fat Milk Solid;

a) Mælkeproteiner kan sandsynligvis binde heme ligander hvorved mindre nitrosylhemochrome og nicotinamide hemochrome dannes i kogte ikke nitraltede produkter fx kalkun.

b) I tillæg til tekstur og vandbinding har mælkeproteiner antioxidativ effekt. Mekanismen beror på, at radikaler fx hydroxyl og superoxid bindes (scavenging), prooxidative metal ioner fx kobber bindes (cheleres). Effekten er væsentligt mindre end det, der ses for vitamin E og rosmarin ekstrakt, BHA og BHT.

I følgende tabel gives en oversigt over de vigtigste kødproteiner og deres funktionalitet og anvendelse.

Tabel 8. Animalske proteiners funktionalitet.

Kød-Protein	Funktionalitet	Applikation
Kollagen ^{a)}	Reducerer dryptab, øger udbytte, Ved varmebehandling til 75-80 °C smelter collagen og bliver til gelatine.	Kan tilsættes farsvarer via råvarer med højt kollagenindhold (bindevævsrige muskler) fx kæbe- og bovsnitter m/svær eller i en koncentreret form hvor det er oprenset fra fx ben, hud
Gelatine	Smelter ved <35°C, geldannelse, stabilisering, film-dannelse (fugt og iltbarriere), tekstur, vandbinding	Kan anvendes i konserver fx skinker og pølser. Coating for at beskytte mod tab af farve og aroma.
Blod plasma protein (BPP)	Vandbinding, opvarmning til >70°C giver stærk gel (konc. 4-5 %). Geleringstemperaturen stiger med pH. Emulgator, høj opløselighed ved pH 5-8.	Anvendes i koncentrationer på 0,5-2 % i forædlede kødprodukter. Forskning i fraktionering og øget funktionalitet pågår.
Blod celler	Stort indhold af hemoglobin,	Anvendelse begrænses af den kraftige farve samt bi-smag/bilugt.

a) Kollagen kan efter ekstraktion modificeres ved varmebehandling eller enzymbehandling. Varmemodificering giver en ingrediens med bedre opløselighed, som derved påvirker farsens konsistens, giver en bedre geldannelse/interaktion med kødets proteiner men konsistens af færdigvaren kan blive mere blød. Enzymmodificering anvendes primært til fremstilling af hydrolysater, som virker som smagsforstærker.

Æggeprotein

Kommercielt æggepulver er et protein-isolat fremstillet af æggehvite. Det har gode geldannende såvel som vandbindende egenskaber, men er en ringe emulgator.

Proteinindholdet består overvejende af ovalbumin; et globulært og vandopløseligt protein, der koagulerer ved temperaturer under 100°C. Anvendelsesniveauet er 1-3 %, på linje med de øvrige ikke-kødproteiner. Æggeprotein finder så vidt vides kun begrænset anvendelse i kødindustrien. I øst Europa er det visse steder meget anvendt og betragtes som en kvalitetsparameter.

Lovgivning

Animalske proteiner har ikke noget E-nummer. Reglerne for anvendelse i kød og kødprodukter kan variere fra land til land og fra produkt til produkt. Ifølge mærkningsreglerne skal de anvendte animalske proteiner fremgå af ingredienslisten. For år tilbage har mængden af tilsatte animalske proteiner været reguleret af kødvarestandarder, men disse er ikke længere gældende. Om de bliver aktuelle i fremtiden er svært at vide, men det kan ikke udelukkes, at myndighederne eventuelt vil begynde at kigge på de tidligere standarder, dersom det kommer til en vildledningssag, hvor nogen f.eks. hævdede, at der var for lidt kød i et produkt.

Mælkeproteiner er allergener og skal håndteres som sådanne i produktionen.

I USA må der maksimalt tilsættes 3,5 % kollagen til at binde vand i kødprodukter.

Tilladte ingredienser til farsvarer

Ingredienser, som anvendes i kødprodukter, skal være godkendte i DK og EU. Fødevarestyrelsen har en oversigt over, hvordan virksomheder finder ud af hvilke tilsætningsstoffer der må anvendes og i hvor store mængder. Link til Fødevarestyrelsen hjemmeside:

<http://www.foedevarestyrelsen.dk/Leksikon/Sider/Fakta-om-tils%C3%A6tningsstoffer.aspx>

Reglerne for anvendelse af tilsætningsstoffer fremgår primært af Europa Parlamentet og Rådets forordning nr. 1333/2008 om fødevarertil-sætningsstoffer. Derudover er der regler for mærkning af tilsætningsstoffer i færdigpakkede fødevarer, specifikationer, nationale regler for nitrit samt regler for godkendelse af tilsætningsstoffer.

Der findes både danske regler og EU-regler om tilsætningsstoffer. EU-listen over tilsætningsstoffer erstattede pr. 1. juni 2013 den danske fortegnelse over tilsætningsstoffer, Positivlisten. EU-listen over tilsæt-

ningsstoffer findes som databasen Food Additives, og den bliver løbende opdateret. De tilladte ingredienser fremgår af EU's database Food Additives som findes via dette link:

https://webgate.ec.europa.eu/sanco_foods/main/?sector=FAD&auth=SANCAS

I databasen findes den samlede lovgivning, der ligger til grund for EU-listen.

Kød er behandlet i kategori 8 og med forarbejdede kødprodukter i kategori 8.3.

Bindeindex

Ved optimering af farsvarers sammensætning kan tommelfingerregler for ingrediensers binding af fedt og vand anvendes. I tabel 9 er det angivet, hvor meget vand og fedt en ingrediens generelt kan binde. Soja isolat kan fx binde 5 gange sin egen vægt af vand og fedt dvs. 1 g sojaisolat (høj DPI) kan binde 5 g vand og 5 g fedt.

Tabel 9. Tommelfingerregler for ingrediensers binding af vand og fedt

Ingrediens	Vand	Fedt
Magert kød (uden salt)	0,3	0,3
Svær	0,3	0
Soja isolat (høj DPI)	5	5
Affedtet sojamel	2	2
Sojakoncentrat (lav DPI)	2	0,5
Tørret blodplasma	5-10	Lille-5
Frosset blodplasma	0,1	Lille
Skummetmælkspulver	1,5	0
Kartoffelstivelse	1,5	0
Hvedemel	1	0
Rasp	2,5	0
Guarmel og carragenan	12	0
Johannesbrødkernemel	12	0
Kaseinat	4	5
Valleprotein (konc)	5	5

Værdierne i tabellen er omtrentlige og faktorer som varmebehandling og pH kan ændre tallene. Desuden vil der være variation mellem ingrediensleverandørernes oprensning/modificeringer og dermed effekten. Ligeledes er der ofte vekselvirkninger mellem ingredienser og kødprotein.

Alternative ingredienser ved reduktion af natriumindholdet i kødprodukter

NaCl er en central og billig ingrediens i alle fødevarer sammenhænge og således også inden for forarbejdning af kød. Dets teknologiske roller er mange. Derfor har der i reduktionssammenhæng naturligt været fokus på alternativer, der kan erstatte det funktionelt og samtidig stille sundhedspolitikere og forbrugere tilfredse. Flere reduktionsstrategier er blevet undersøgt og en del forskningsprojekter er gennemført nationalt og i EU-regi. Fokus har været produktkvalitet (tekstur), udbytte, smag, holdbarhed og fødevarer sikkerhed. De tiltag der har været arbejdet med i forhold til funktionalitet og produktkvalitet kan inddeles i 4 grupper:

1. Simpel reduktion af NaCl
2. Hel eller delvis erstatning med alternative kloridholdige forbindelser og blandinger
3. Tilsætning af ingredienser fx ikke-kød proteiner, stivelser og stabilisatorer
4. Recept- og metodejusteringer

Det seneste tiltag for reduktion af natrium i kødprodukter er forslag om, at der i nøglehulsmærkningen fremadrettet ikke kun skal indgå fedtprocent men også natriumindhold. Kravene til natriumindhold bygger på grænserne fastsat ved det frivillige saltpartnerskab men med justeringer i forhold til det nordiske samarbejde om nøglehulsmærket.

På baggrund af den megen debat om sundhed i relation til saltindhold er der også stigende fokus på saltreduktion hos kunderne.

Fødevarer sikkerhed

Der findes en lang række undersøgelser af, hvad saltreduktion betyder for holdbarhed og fødevarer sikkerhed.

I forhold til fødevarer sikkerhed er prædiktive modeller gode redskaber til at finde konserveringsprofiler, som giver samme sikkerhed mod vækst af sygdomsfremkaldende bakterier fx *Listeria monocytogenes* og *Clostridium botulinum*, som et givet saltindhold gør. I følgende tabel gives eksempler på, hvordan recepter med samme natriumindhold giver samme vækstforhold for de to bakterier. Der gives eksempler på produkter, som er stabiliserede mod vækst og eksempler på produkter, som er Natrium-reduceret og med uændret væksthæmning men ikke stabiliseret mod vækst.

Tabel 10. Konservering, der hindrer vækst af *C. botulinum* og *L. monocytogenes*. Konstante forhold: pH 6,3; vand: 67 %; 30 % CO₂ i pakkegassen (DMRIPredict).

	<i>L. monocytogenes</i>		<i>C. botulinum</i>	
	5 °C	5 °C	8 °C	8 °C
Temperatur	5 °C	5 °C	8 °C	8 °C
NaCl (%)	2,5	1,5	2,4	1,5
NaCl/vand ^{a)} (%)	3,7	2,2	3,6	2,2
Na-laktat (%)	2,6	2,9	0	2 ^{b)}
Na-acetat (%)	0,1	0,1	0	0
Tid til 0,5 log vækst	28 dage	30 dage	Ingen vækst	Ingen vækst
Na-indhold mg/100g ^{c)}	1554	1219	953	1006

a) volumenprocent

b) produktet kan også sikres ved tilsætning af 60 ppm nitrit, hvilket giver et mindre bidrag til natrium indholdet.

c) beregnet med DMRI natriumberegner version 7

I pålægsposer må der maksimalt være 992,3 mg natrium. Natriumkilderne er mange, fx salt, laktat, fosfat, nitrit, hydrolysater, krydderblandinger og kødet selv.

Et regneeksempel kan se således ud pr 100 g produkt:

Kød:	56 mg Na
1 % nitritsalt (60 ppm nitrit):	395 mg Na
0,2 % fosfat:	63 mg Na
1 % vakuumsalt:	397 mg Na
I alt:	911 mg Na

Det betyder, at til konservering med organiske syrer er der kun plads til anvendelse af ca. 81 mg Na svarende til fx 0,4 % Na-laktat. Det er langt fra tilstrækkeligt til at opnå en konservering, som stabiliserer produktet mod vækst af *Listeria monocytogenes* under 30 dages opbevaring ved 5 °C (jf. tabel 10). Derimod vil det være tilstrækkeligt til at hindre vækst af *C. botulinum*.

For at kunne stabilisere pålægsprodukterne mod vækst af *Listeria monocytogenes* er det derfor nødvendigt at anvende andre ikke-natriumholdige konserveringsmidler, distribution ved temperaturer væsentligt under 5 °C eller produktion af produkter, som ikke er sikret mod vækst af *L. monocytogenes*. Sidst nævnte kræver dog meget stor fokus på produktionshygiejnen for derigennem at hindre, at *Listeria* tilføres produkterne, samt kontrol, der sikrer, at produkterne hjemkaldes, hvis de ved uheld forurenes med *Listeria*.

Hvis der skal konserveres med organiske syrer uden Na kan der vælges

mellem K-salte, Ca-salte og for acetat fx diacetat.

I det følgende gives eksempler på kombinationer af ikke-natriumholdige organiske syrer som sammen med noget NaCl kan hindre vækst af *L. monocytogenes* i 30 dage ved 5 °C.

Tabel 11. Prædikteret vækst af *L. monocytogenes* (DMRIPredict)

Ingredienser	% indhold	Na-bidrag	% indhold	Na-bidrag	% indhold	Na-bidrag
Kød	80	56 mg	80	56 mg	80	56 mg
NaCl	0,3	119 mg	0,3	119 mg	0,5	199 mg
Nitritsalt (0,6 %)	1	395 mg	1	395 mg	1	395 mg
Na-ascorbat	0,02	2 mg	0,02	2 mg	0,02	2 mg
Fosfat	0,2	63 mg	0,2	63 mg	0	0 mg
KCl	0,2	0 mg	0,2	0 mg	0,2	0 mg
K-laktat	0,5	0 mg	0,5	0 mg	0,5	0 mg
Na-laktat	1,5	205 mg	1,6	329 mg	1,6	329 mg
Na-di-acetat	0,1	17 mg	0,06	10 mg	0,06	10 mg
I alt	-	961 mg	-	975 mg	-	992 mg
Tid til 0,5 log vækst	32 dage ^{a)}	-	29 dage ^{b)}	-	29 dage ^{c)}	-

a) DMRIPredict parameter: pH 6,3+1,5 % NaCl+60 ppm+1,9 % Na-laktat+0,17 % Na-acetat+65 % vand +30 % CO₂+5°C, emulsionsprodukt.

b) DMRIPredict parameter: pH 6,3+1,5 % NaCl+60 ppm+2,0 % Na-laktat+0,1 % Na-acetat+65 % vand+ 30 % CO₂+5°C, emulsionsprodukt.

c) DMRIPredict parameter: pH 6,3+1,7 % NaCl+60 ppm+2,0 % Na-laktat+0,1 % Na-acetat+65 % vand+ 30 % CO₂+5°C, emulsionsprodukt.

Holdbarhed

I forhold til holdbarhed er der begrænset viden. Ved en opsamling af resultater fra DMRI og litteratur (Koch, 2013) blev det konkluderet, at det ikke er muligt at give et entydigt svar på, hvad saltreduktion betyder for holdbarheden af kødprodukter. Reduktion af salt betyder alt andet lige, at væksten af bakterier bliver hurtigere, hvilket vil afkorte holdbarheden. Men samtidigt kan det også bevirke, at sammensætningen af den dominerende bakterieflora i produktet ændres dvs., at andre bakterier får bedre vækstbetingelser end de, der i dag dominerer produktet.

I litteraturen er der kun et begrænset antal artikler, som beskriver, hvad saltreduktion betyder for holdbarhed af kødprodukter. Ligeledes er der kun gennemført få forsøg på DMRI. Ud fra de få undersøgelser

der foreligger, er det svært at kvantificere betydningen i relation til holdbarhed/fordærv.

Et groft estimat er at saltreduktion fra omkring 3 % til 2 % salt/vand reducerer kødprodukters holdbarhed med 0-20 % (Koch, 2013).

Simpel reduktion Ved simpel reduktions forstås at NaCl blot fjernes fra recepterne. Det kræver forsøg, der analyserer, hvad dette betyder for udbytte, sliceability, konsistens, holdbarhed og fødevarer sikkerhed. På DMRI er der i projektet "Udvikling af danske, saltreducerede kødprodukter" afprøvet hvor lave saltkoncentrationer, der kan anvendes i wienerpølser, bacon, skinke og spegepølser. Udvalgte resultater er samlet i tabel 12 og viser, at i forhold til udbytte og forbrugeraccept er det muligt med de anvendte recepter og procesforhold at reducere saltindholdet med 22-25 % uden at anvende andre ingredienser til kompensation. De sensoriske egenskaber, der blev mest påvirket var: Salt smag, saftighed og konsistens. Reduktion af saltindholdet til 1,7 % i hotdog hhv. 1,3 % i skinke påvirkede ikke den sensoriske bedømmelse i forhold til referencen. Derimod var de sensoriske egenskaber i bacon og salami kraftigt påvirket allerede ved reduktion til 2,1 % hhv. 3,1 % NaCl (Aaslyng, et al, 2014).

Tabel 12. Saltindhold, udbytte og sensorisk accept (Aaslyng, et al, 2014)

Pro- dukt	Salt %	Salt/ vand % ^{a)}	Relativ udbyt- te ^{b)}	Dage til produktet er uaccep- tabel hos x % af forbrugerne		
				25 %	50 %	95 %
Hot- dog ^{c)}	2,2	3,6	100	20 dg	42 dg	135 dg
	1,7	2,8	99	20 dg	42 dg	145 dg
	1,2	2,0	92	10 dg	18 dg	55 dg
Ba- con ^{d)}	2,8	4,6	100	50 dg	70 dg	130 dg
	2,1	3,4	102	50 dg	70 dg	130 dg
	1,4	2,3	98	40 dg	60 dg	110 dg
Skin- ke ^{e)}	2,3	3,1	100	15 dg	21 dg	40 dg
	1,8	2,4	99	12 dg	17 dg	32 dg
	1,3	1,7	94	12 dg	17 dg	32 dg
Sala- mi ^{f)}	4,1	11,6	100	40 dg	70 dg	80 dg
	3,1	9,8	94	40 dg	50 dg	75 dg
	2,2	6,3	103	55 dg	55 dg	100 dg

a) g salt/g vand %

b) Produktet med højest saltkoncentration er tildelt værdien 100. De øvrige udbytter (kogesvind, sliceudbytte, mv.) relateret hertil. Hotdogs er dog ikke slicet

c) Farsen til hotdogs er tilsat 27 % vand og ingen stivelser eller proteiner

d) Tilvækst bacon: 14 %

e) Skinkerecepten er tilsat ca. 10 % vand og intet fosfat eller stivelse

f) 25 % tørresvind på 20 dage for alle tre recepter

Smagen af sandwichskinke med a) 2,8 % NaCl; b) 1,8 % NaCl+0,23 % KCl samt c) 1,8 % NaCl+reduceret tilvækst, blev testet ved en forbrugerundersøgelse. Resultaterne viste, at der overordnet ikke var signifikant forskel på, hvor godt forbrugerne kunne lide de 3 skinker. Men ved segmentering af data så det ud til, at forbrugernes liking af produkterne fordelte sig ved, at 20 % lige godt kunne lide alle 3 produkter, 29 % kunne bedst lide kontrollen, mens 51 % bedst kunne lide det produkt med mindst tilvækst og lavest saltindhold – som også er væsentligt dyrere at fremstille end de 2 andre. Under et forløb på 3 uger blev det undersøgt, om forbrugerne ændrede præference, når de over perioden blev vænnet til de nye saltniveauer. Resultaterne viste, at forbrugerne efter de tre ugers tilvænnning bedømte de saltreducerede skinker mere positivt end kontrolskinken, uanset hvordan skinken var saltreduceret. Yderligere viste en segmentering af forbrugerne, at det største segment på 67 % foretrak skinken med 10 % tilvækst (lavest saltindhold), skinken med KCl blev kun vurderet en smule dårligere, mens kontrolskinken blev vurderet markant dårligere (Aaslyng, 2011).

Ved litteraturstudium er der også fundet en del undersøgelser, der beskriver konsekvenserne ved simpel saltreduktion i kødprodukter. Nogle udvalgte refereres i det følgende.

Whiting (1984) fandt, at når NaCl indholdet i en frankfurter reduceres fra de sædvanlige 2,5 % til 1,5 %, var en forringelse af vandbindingsevnen det første synlige tegn på reduceret funktionalitet. Fedtudskillelse som følge af reduceret emulgeringskapacitet, var den mindst berørte funktionalitetsparameter.

Poullanne et al (1983b) fandt, at min. 1,5 % NaCl var nødvendig for at opnå acceptable udbytter og struktur i selv et fosfatholdigt pølseprodukt (brühwurst).

Thiel et al (1986) undersøgte de kvantitative og kvalitative konsekvenser af reduceret NaCl tilsætning til et kogt skinkeprodukt baseret på skrottede skinkemusklervæv og en tilvækst på 15 %. NaCl indholdet varieredes fra 0-2 %. Produkterne var desuden tilsat fosfat (0,05 %!). Reduktion af NaCl førte til lavere udbytter og forringet sensorik. Udbytteforringelsen var dog mest udtalt i produkter med 0-1 % NaCl (77-89 %) og mindre i området 1-2 % NaCl (89-95 %).

Ruusunen et al (2001) undersøgte ligeledes betydningen af reduceret NaCl tilsætning i kogt skinke. Skinkerne indeholdt NaCl varierende fra 1,1 - 2,6 % foruden 0,5 % af en kommerciel fosfatblanding. Udbytterne var ens for alle koncentrationer af salt på nær 1,1 %, der gav et lidt lavere udbytte end de øvrige. Skinker med 1,1 % og 1,4 % NaCl blev vurderet som værende mindre salte end de øvrige. Der var ikke forskel i saltsmag mellem 1,7 %, 2,0 % og 2,3 % NaCl. Skinke med 1,7 % NaCl blev foretrukket sensorisk frem for skinker med 1,1 % og 1,4 % NaCl.

Salterstattere

Der findes ikke en ingrediens som kan bidrage med den samme komplekse funktionalitet som salt i kødprodukter. Der har gennem årene været mange undersøgelser af hvordan fosfat, andre salte, modificerede stivelser, hydrolysater, proteiner mv. kan anvendes alene eller i kombinationer. I det følgende gives nogle eksempler.

DMRI har testet effekten af at bruge enzymerne phospholipase, transglutaminase, lactase og kiwienzym til at forbedre ekstraktionen af de saltopløselige proteiner. Resultaterne viste i flere tilfælde øget geleudskillelse. Men phospholipase og transglutaminase havde en positiv effekt på konsistensen og kan være lovende ingredienser at anvende ved produktudvikling af saltreducerede kødprodukter. Applikation kræver dog stadig nogen produktudvikling samt markedsundersøgelse i forhold til forbrugeraccept (kødklister) (Frøstrup og Vestergård, 2010). DMRI har ligeledes testet en række proteiner, fibre og stivelser, som alle kan reducere geleudskillelsen i farsvarer tilsat 1,2 % NaCl, men de anvendte koncentrationer var ikke lige så effektive som anvendelse af

2,2 % NaCl. Ved undersøgelserne viste tilsætning af fosfat at være den bedste salterstatte (Vestergård, 2011a, 2011b, Vestergård et al., 2011)

På DMRI er effekten af forskellige cloridsalte også blevet testet. Jacobsen (2013) viste, at $MgCl_2$ og $CaCl_2$ med hensyn til kogesvind og sliceability delvist kan erstatte funktionaliteten af NaCl i et kogt skinkeprodukt. Med hensyn til mikrobiel vækst var $MgCl_2$ og specielt $CaCl_2$ mindst lige så effektive til at hæmme væksten af *Brochotrix* og *Carnobacterium* i produktet. Årsagen til $CaCl_2$'s væksthæmmende effekt kan være, at pH i produkterne med $CaCl_2$ tilsat var lavere end i de øvrige produkter. Lignende resultater blev fundet af Samapundo et al. (2010) som viste, at $CaCl_2$ som delvis erstatning af NaCl i et kogt skinkeprodukt kunne hæmme væksten af *Lactobacillus sake* mere end NaCl ved samme molaritet. Jacobsen (2013) undersøgte endvidere den sensoriske kvalitet af skinkeprodukterne med og uden delvis erstatning af NaCl med de divalente ioner. Bedømmelsen viste, at produkterne tilsat $CaCl_2$ eller $MgCl_2$ havde en signifikant lavere score for skinkesmag, og en meget højere score for bitter- og metallisk-smag. Produkterne med de divalente ioner var sensorisk uacceptable. Til sammenligning har Zanardi et al. (2010) afprøvet delvis erstatning af NaCl med $CaCl_2$ og $MgCl_2$ i et traditionelt salamiproduct og ved dette forsøg blev der kun fundet mindre sensoriske ændringer. De fundne forskelle i sensorisk effekt af $CaCl_2$ og $MgCl_2$ kan skyldes, at smagsændringerne bliver kraftigere i et varmebehandlet produkt.

Jacobsen (2013) konkluderede, at de divalente ioner $CaCl_2$ og $MgCl_2$ har gode egenskaber i forhold til hæmning af mikrobiel vækst, og også har nogen funktionel effekt, hvorfor det kunne være af interesse at afprøve dem i lavere koncentrationer, hvor den negative effekt på de sensoriske egenskaber måske kan undgås. Det kunne være interessant fx at afprøve en blanding af $MgCl_2$ og $CaCl_2$ i en lavere koncentration i et saltreduceret produkt, evt. i et produkt med en kraftigere egen-smag end skinke.

Terrell (1983) sammenlignede den vandbindende effekt af KCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$ og et monocalciumfosfat tilsat et hakket mellemskært oksekødsprodukt i mængder svarende til samme ionstyrke som ved 2,5 % NaCl. KCl, $CaCl_2$ og monocalciumfosfat førte til øget kogesvind, medens $MgCl_2$ øgede udbyttet med 10 %.

Bright et al (1983) fandt lignende resultater i en undersøgelse af $CaCl_2$ som erstatning for NaCl i en italiensk Bologna-pølse.

Der findes en række kommercielle saltblandinger med mindre indhold af NaCl til Na-reducerede produkter. Wettasinghe et al (1997) undersøgte effekten af en sådan **kommerciel blanding Pan®** (57 % NaCl,

28 % KCl, 12 % MgSO₄, 3 % lysin hydroklorid) på udbytte, tekstur og den oxidative stabilitet i et kogt produkt bestående af hakket svinekød. Ved 2-3 % tilsætning opnåede man samme udbytte og konsistens for blandingssaltet og NaCl. Ved lavere tilsætning (ca. 1 %) gav NaCl bedre resultater end blandingssaltet. Der var ikke forskel på de prooxidative egenskaber. Blandingssaltet forringede heller ikke farven af det kogte produkt.

Poulanne et al (1988) viste at de sensoriske egenskaber i kogte pølseprodukter med Pan® ikke afveg fra tilsvarende fremstillet med NaCl. Samtidig konkluderede forfatterne, at tilsat Na⁺ kunne reduceres betydeligt (30 %) uden at give køb på vandbindingsevnen, når Pan® blev indsat som erstatning.

Reuterswärd et al (1988) undersøgte de sensoriske konsekvenser af brugen af **Seltin®** (54 % NaCl, 28 % KCl, 12 % MgSO₄) i farsvarer og fandt, at selvom 2,3 % Seltin® gav samme farve, konsistens og holdbarhed som 2 % NaCl, førte det til forringet sensorik i form af bl.a. bismag. Sammensætningen af Seltin® er næsten identisk med Pan®. Forskellen er lysin-indholdet i sidstnævnte.

Klinge Company lancerede for år tilbage **LoSalt®**; - et blandingsprodukt indeholdende NaCl og KCl i varierende forhold og tilsat 0,4-0,6 % MgCO₃. Sidstnævnte har formodentlig ingen saltvirkning men fungerer som antiklumpningsmiddel.

I et review om saltreduktion konkluderer Terrell (1983), at KCl ser ud til at være det bedste alternativ til NaCl, da det er GRAS – "generally recognized as safe" – og derudover det klorid-substitut, der kommer nærmest på NaCl i såvel funktionalitet som økonomi. Kun smagen halter bagud. Dette forsøges løst og et relativt stort antal salterstatte baseret på KCl og andre salte lanceres løbende.

Koch (2012) konkluderer i et litteraturstudium, at bitter smag som følge af anvendelse af KCl i kødprodukter og supper kan registreres ved tilsætning af over 0,4-0,5 % K⁺ i kødprodukter svarende til 0,8-1,0 % KCl. I nogle kødprodukter er 0,5 % K⁺ eller derover dog stadig acceptabelt. Dette kan hænge sammen med mængden af krydderi og andre kraftige smage i produkterne.

En række af de kloridholdige alternativer til NaCl bidrager ikke alene med saltsmag, men desværre også med en bitterhed, der ofte kræver maskering. Den bitre og dermed forringede smag kan maskeres med bl.a. sukkerarter. Lahtinen (1986) fandt, at 1-2 % lactose suppleret med 1,5-2,5 % sucrose, glucose eller galactose kunne maskere den bitre smag af KCl i et mayonnaiseprodukt indeholdende 1-1,5 % NaCl

og KCl i forholdet 1:1.

Alkalisalte af mælkesyre, eddikesyre og citronsyre kan erfaringsmæssigt bidrage til at fremhæve saltsmag og kan derfor være aktuelle i produkter med reduceret NaCl indhold.

HVP (hydrolyseret vegetabilsk protein), gærekstrakter og gærhydrolysater kan udrette noget lignende for såvel saltsmag som maskering. Det samme kan kollagenhydrolysater (Hofmann et al; 1989).

Ungerer Ltd. har for nyligt lanceret et maskeringsprodukt kaldet **UnSal®**, der er en kompleks blanding af naturlige aromaer, der angiveligt både kan fungere som smagsforstærker og maskere KCl. Givaudan har lanceret en produktlinje med lignende egenskaber kaldet TasteEssentials™.

Searby (2006) beretter om maskeringsprodukter og deres fortræffeligheder. Han understreger, at det ikke er omkostningsfrit at substituere og maskere, da de fleste af erstatningsprodukterne er relativt kostbare i forhold til NaCl. Searby foreslår, at produktudviklere i fødevarerindustrien måske skulle opgive duplikering af saltsmag til fordel for udviklingen af nye smagsretninger, der er ligeså eller måske endnu mere velsmagende end den traditionelle saltsmag. Forsøget af Aaslyng (2013) understøtter dette idet størstedelen af forbrugerne i en undersøgelse af sandwichskinke foretrak det saltreducerede produkt (1,8 % NaCl).

I billigere kødprodukter med tilsat vand og reduceret saltindhold er det som oftest nødvendigt at supplere vandbindingsevnen med et fremmedprotein samt andre funktionelle ingredienser som f. eks. stivelser, hydrokolloider og fibre med det formål at sikre stabilitet og udbytte.

En række proteiner af ikke-kød oprindelse kan fungere som supplement under fremstillingen af saltreducerede produkter. De mest populære er mælkeproteiner, sojaprotein og æggehvide. Hertil er på det seneste kommet proteinkoncentrater og – isolater af kartofler, lupin og ærter. ISP er velegnet som funktionelt protein i produkter med reduceret saltindhold, idet geldannelsesevnen og ikke mindst gelstyrken stiger med faldende saltindhold. Generelt reducerer proteinerne kogesvindet i farsvarer. For yderligere detaljer henvises til afsnittet om funktionalitet af vegetabiliske og animalske proteiner.

Kaseinat er en anden mulig salterstatte. Hvis dette skal anvendes, er det vigtigt at have fokus på, at Na-indholdet bliver erstattet af K ved alternativ neutralisering med KOH i stedet for NaOH.

Procesjusteringer **Forsaltning** af råvarer gør det muligt at mobilisere de ekstraherbare proteiner, hvilket skulle betyde en forbedret emulgeringsevne ved fremstilling af farsvarer. Erfaringerne er dog modstridende og afhænger af mange parametre såsom råvarealder og -type, produktkategori, procesmetode m.fl. Ching-Cheng et al (1993) undersøgte betydningen af forsaltning og fandt således en forbedring i emulsionsstabilitet og tekstur i pølserecepter med 0,5 % NaCl, men ingen fordele ved 1,5 % NaCl.

Forsaltningseffekten synes også at være afhængig af råvarernes pH. Er det lavt, forsvinder effekten.

Det er velkendt, at **pre-rigor kød** har en højere vandbindingsevne end kød i post-rigor stadiet, hvor pH er tættere på det isoelektriske punkt. Samtidig er de saltopløselige proteiner i højere grad ekstraherbare pre-rigor, end når rigor mortis først er indtrådt. Teoretisk set skulle anvendelsen pre-rigor råvarer derfor kunne bidrage til opretholdelse af god procesfunktionalitet ved fremstillingen af saltreducerede kødprodukter.

Poulanne et al. (1983a) undersøgte betydningen af **forsaltning på slagtevarmt (pre-rigor) kød** med hhv. 0, 1, 2, 3 eller 4 % NaCl. De ansaltede blandinger blev brugt til fremstilling af kogte pølser med et NaCl-indhold på 1 og 2 % i det færdige produkt. Resultaterne viste en tendens til mindre svind (øget vandbinding) og mindre fedtudskillelse (øget emulgeringsevne) i takt med øget salt- % i forblandingerne.

I en supplerende undersøgelse sammenlignede Poulanne et al. (1983b) effekten af at forsalte med 2 % og 4 % NaCl for såvel pre-rigor som post-rigor svinekød. De fandt, at rigor-stadiet ikke havde nogen signifikant indflydelse på slutfunktionaliteten i de frankfurterpølseprodukter fremstillet med forblandingerne. De fandt samtidig, at saltindholdet kunne reduceres fra 2,5 til 1,5 % i slutproduktet uden signifikante konsekvenser. Samtidig tilsætning af fosfat (0,375 % Na-tripolyfosfat) til forblandingerne øgede pølsernes fasthed.

Massering og tumbling kombineret med mekanisk mørning (med nåle eller valse) er vidt anerkendt som mekaniske hjælpemidler til accelerering af saltfordeling og optimeret ekstraktion af saltopløseligt myosin under fremstilling af helmuskelprodukter.

De procesfunktionelle forringelser ved reduceret NaCl tilsætning kan i nogen udstrækning imødegås ved en optimeret justering af tumblingstider og -metoder. Som oftest vil der være behov for at øge den mekaniske bearbejdning.

Temperaturen spiller en central rolle for proteinekstraktion og emulgering. Mange undersøgelser peger således på lav temperatur (0°C), som værende vigtig for ekstraktionen af myosin fra svineråvarer. Nedkøling med flydende N₂ (Steinmann et al; 1993) og CO₂ er blevet anvendt til formålet.

I en undersøgelse af kvantitativ proteinekstraktion i svineskank ved 4°C og 12°C og med 2 % tilsat NaCl opnåede Tärnhuvud et al. (1987) den største ekstraktionsgrad ved 4°C.

En **god emulgering** i en fars kræver hakning og ikke mindst mekanisk energi. Den udføres som oftest ved hjælp af hurtighakker eller kolloidmølle.

Temperaturstigning under farsfremstilling er sammen med en effektiv proteinekstraktion afgørende for opnåelse af effektiv emulgering og emulsionsstabilitet. Afhængigt af råvarer og receptindhold i øvrigt er opnåelse af 12-16°C under hakning og emulgering sædvanligvis et godt mål. Fra 16-22°C risikerer man, at den omkring fedtperlerne opbyggede proteinfilm brister. Den bliver for tyk og uelastisk og gelnetværket risikerer at miste vandbindingsevne (Jones et al. 1982). De nævnte forhold gør sig generelt gældende i fars, og dermed også i dem med reduceret NaCl-indhold.

Opsamling saltreduktion

- Det naturlige Na-indhold i magert svinekød er typisk 70-80 mg pr. 100 g svarende til 0,07 % Na eller 0,18 % NaCl. Er målet maks. 0,5 % Na i et produkt, der eksempelvis indeholder 50 % magert kød, kan man derfor maks. tilsætte 1,2 % NaCl.
- Den maksimale vandbindingsevne for en pøsefars opnås ved ca. 2,5 % NaCl.
- 1,5 % NaCl giver tilstrækkelig funktionalitet i farsprodukter, såfremt pH > 6.
- I produkter med stærkt reduceret saltindhold (1,0-1,4 % NaCl), kan fosfater (pyrofosfater, også kaldet difosfater) bidrage til opretholdelse af god funktionalitet og vandbindingsevne.
- I finemulgerede farsprodukter er tilsætning af 0,1 % fosfat tilstrækkeligt - i helmuskelprodukter er det optimale niveau 0,3 - 0,4 % fosfat.
- Na-fosfater, der indeholder ca. 30 % Na, kan uden funktionelle forbehold erstattes med K-fosfater

- Ansaltning af råvarer (preblend) for præ-mobilisering af saltopløseligt protein inden anvendelse kan være en fordel og især ved produktion af salt-reducerede farsprodukter
- Tilsætning af fosfat ved ansaltningen kan øge mobiliseringen
- Kun få kloridholdige alternativer er godkendte som levnedsmiddeltilsætninger. KCl er et af dem. NaCl er vist at kunne opløse 18 % mere protein end KCl. Men KCl smager bittert, så pas på med at anvende for store koncentrationer
- Der findes en række kommercielle saltblandinger, der med en kombination af NaCl, KCl og MgSO₄, kan levere funktionalitet men må ofte fravælges på grund af afvigende smag
- Manglende og/eller afvigende saltsmag kan i et vist omfang kompenseres og maskeres med smagsforstærkere som eksempelvis gærekstrakt
- Ekstraktion af saltopløselige proteiner fra svinekød er størst ved lav temperatur (0-4°C)
- Optimering af stiksaltning, mekanisk mørning (tenderising) og tumbling er nødvendig ved reduktion af salt i helmuskel-produkter
- Den optimale temperatur for dannelse af en stabil emulsion under farsfremstilling ligger mellem 12-16°C. Ved temperaturer over 16°C risikerer man, at farsen skiller

Referencer

- Aaslyng, M.D.(2011) Forbrugerundersøgelse af saltreduceret skinke (DMRI rapport, projekt 2000251)
- Aaslyng, M., 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, 47–55.
- Bekendtgørelse om anvendelse af Nøglehulsmærket (U D K A S T)
- Bright, R.A.; Ashoor, S.H.; Seperich, G.J. (1983): "Substitution of CaCl_2 for NaCl in Bologna". Presented at 43rd Ann. Meet. of Inst. of Food Technologists, New Orleans, June, 19-22.
- Bøgh-Sørensen, J.H. Jensen & M. Jul (1981) *Konserveringsteknik 2*. DSR forlag, København)
- EC/1924/2006. REGULATION (EC) No 1924/2006 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods.
- EFSA (2013) Assessment of one published review on health risks associated with phosphate additives in food 1. European Food Safety Authority2, 3. Parma, Italy
- EFSA (2003) Opinion of the Scientific Committee on Food On Carrageenan (expressed on 5 March 2003).
- Eilert, S.J.; Mandigo, R.W. (1996) "Use of phosphate and salt to improve Lean Meat water retention in high- moisture preblends". *J. Muscle Foods*; 7, 1-16
- EU direktiv 2008/100/EC. COMMISSION DIRECTIVE 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labelling for foodstuffs as regards recommended daily allowances, energy conversion factors and definitions.
- EU direktiv 90/496/EEC. Rådets direktiv 90/496/EØF af 24. september 1990 om næringsdeklaration af levnedsmidler.
- EU databasen over tilladte additiver.
https://webgate.ec.europa.eu/sanco_foods/main/?sector=FAD&auth=SANCAS
- Europa-Parlamentet og Rådets forordning nr. 1333/2008 om fødevarer-tilsætningsstoffer. (Reglerne for anvendelse af tilsætningsstoffer)
- Frye, C.B.; Myers, K.L.; Knipe, C.L.; Sebranek, J.G. (1991) "Methods of sodium tripolyphosphate addition in preblended pork and its effects on fin-cut and coarse-ground pork sausage product characteristics". *J. of Muscle Foods*, 2, 37-48.
- Frøstrup, AB. & Vestergård, C. (2010) Brug af forskellige enzymer i forbindelse med saltreduktion i wienerfars. (DMRI Rapport, projekt 2000251)
- Fødevarestyrelsen, fakta om tilsætningsstoffer:
<http://www.foedevarestyrelsen.dk/Leksikon/Sider/Fakta-om-tils%C3%A6tningsstoffer.aspx>
- Gillett, T.A.; Meiburg, D.E.; Brown, C.L.; Simon, S.(1977): "Parameters affecting meat protein extraction and interpretation of model sys-

- tem data for meat emulsion formation". J. Food Science; 42 (6), 1606-10
- Hamm, R. & Grau, R. (1958). Z. lebensmitt. Untersuch, 108, 280. (citeret fra Lawrie, 1991)
- Hamm, R. (1972): "Kolloidchemie des Fleisches". Berlin; Paul Parey Co.
- Hammer, G.F. (2001) "Technologische Wirkung von Di- und Triphosphat in Brühwurstbrät". Mitteilungsblatt BAFF, 152, 113-119.
- Hofmann, K.; Marggrander, K. (1989): "Reducing common salt content of meat products by using collagen hydrolysates". Fleischwirtschaft, 69(7), 1135-38
- Honkavaara, M. (1995): "Effect of freezing time on fat and water holding capacity of pork." Proceedings of the 41st. Annual International Congress of Meat Science and Technology, San Antonio, USA; August, Vol. 2, 290-291.
- Jacobsen, T. (2013) Erstatning af NaCl med MgCl₂ og CaCl₂ i chopped ham
- Jaud, D.; Hermann, K. (1992) "Wie viel Phosphat muss sein?" Die Fleischerei, 4, 306-11.
- Jones, K.W.; Mandigo, R.W. (1982): "Effects of chopping temperature on the microstructure of meat emulsions". J. Food Sci.; 47, 1930 ff.
- Koch, A.G. (2012) Sammenhæng mellem bitter smag og brug af Kalium (projekt 2000251)
- Koch, A.G. (2013) Saltreduktion i kødprodukter – betydning for holdbarhed, litteraturstudium (projekt 2000251)
- Klettner, P.-G. (2000) "Wirkung unterschiedliche Phosphate in Brühwurst. Teil 1". Fleischwirtschaft, 4, 143-45.
- Klettner, P.-G. (2000) "Technologische Wirkungen von Trinatriumdiphosphat und Natriumtriphosphat in Brühwurst. Teil 2". Fleischwirtschaft, 5, 72-73.
- Knipe, C. L. (1992) "Phosphates as Meat Emulsion Stabilizers". Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition, Academic Press Ltd., London
- Lahtinen, S. (1986): "Masking the bitter taste of salt substitutes with lactose in food emulsions". J. of Food Quality, 9, 199-204.
- Lawrie, R.A. (1991) Meat Science, Pergamon Press, 1991.
- Müller, W-D.; Eber, M.; Przytulla, J. (2000) "Einfluss verschiedener Phosphatdosierungen auf technologische Parameter und sensorische Eigenschaften von Kochshinken"; Fleischwirtschaft, 1, 99-102.
- Möller, S.; Rahn, M.; Schneider, F. (2001) "Wirkung verschiedener Phosphatpräparate auf Konsistenz und Sensorik von Brühwurstsen". Fleischwirtschaft, 8, 101-03.
- Munasinghe, D.M.S.; Sakai, T. (2004): "Sodium chloride as a preferred protein extractant for pork lean meat". Meat Science, 67, 697-703
- Poulanne, E.J.; Terrell, R.N (1983a): "Effects of salt levels in pre-rigor

- blends and cooked sausages on water binding, released fat and pH"; *J. Food Science*, 1022-1024.
- Poulanne, E.J.; Ruusunen, M.H.(1983b): "Einfluss der salzzusatzes auf das wasserbindungsvermögen der verschiedenen fleischsortimente in Brühwurst". *Fleischwirtschaft*, 62, 238-39.
- Poulanne, E.J.; Saarela, E.; Ruusunen, M.H.(1988): "The effect of NaCl-KCl-MgSO₄ (Pan®) on the quality of cooked sausages"; *Proc. 34th. Int. Congr. Meat Sci. and Technol.*, s. 302-304, Brisbane, Australia.
- Poulanne, E.J.; Ruusunen, M.H.; Vainionpää, J.I. (2001): "Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without phosphate", *Meat Science*, 58, 1-7.
- Puollanne, 2006. Department of Food Technology, University of Helsinki, PO Box 27, Viikki E, 00014 Helsinki, Finland
- Poulanne, E. & Halonen, M. (2010) Theoretical aspects of water-holding in meat. *Meat science* 86, 151-165
- Ritz, E., Hahn, K., Ketteler, M., Kuhlmann, M.K. & Mann, J. (2012) Review article. Phosphate Additives in food – a health risk. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109(4)49-55.
- Reuterswärd, A.L.; Windfeldt, E. (1988): "Seltin i Falukorv"; Rapport U-86-8622, Köttforskningsinstitutet, Kävlinge.
- Ruusunen, M., Niemistö, M.; Poulanne, E. (2002): "Sodium reduction in cooked meat products by using commercial potassium phosphate mixtures"; *Agricultural & Food Sci. in Finland*, 11, 199-207
- Saffle, R.L. (1968): "Meat Emulsions"; *Adv. In Food Res.*, 16: 105-160.
- Schnee, R. (1994) "Phosphates for Food Processing"; reprint from *Food Tech Europe*, Jan/March. Sherman, P. (1961) *Food Tech.* 15,79 (citeret fra Lawrie, 1991)
- Samapundo, S., Ampofo-Asima, J., Anthierens, T., Xhaferi, R., Van Bree, I., Szczepaniak, S., Goemaere, O., Steen, L., Dhooge, M., Paelinck, H., Dewettinck, K., Devlieghere, F. (2010) Influence of NaCl reduction and replacement on growth of lactobacillus Sakei in brith, cooked ham and white sauce. *Int J. Food Microbiol.* 143: 9-16.
- Searby, L. (2006): "Pass the salt"; *Int. Food Ingredients*; 1, 6-8
- Sofos, J.N. (1986): "Use of phosphates in low-sodium meat products"; *Food Technology*, sept., 52-69.
- Strack; H. J. (1996) "Phosphates – key ingredients in meat products" *The Food Technologist*, 26 (3), 92-95
- Steinmann, R.; Fischer, A. (1993). "Frankfurter type sausage manufacture. Protein solubility and stability in frankfurter-type sausage mixture as a function of salt concentration, nitrogen cooling and diphosphate". *Fleischwirtschaft*, 73 (4), 435-38.
- Tarté, R. (2009) *Ingredients in meat products. Properties, functionality and applications.* Springer.
- Tärnhuvud, C.; Rehn, K. (1987): "Undersökning av proteinekstrakt-

- ionsgraden av tre köttråvarer under olika betingelser"; Examensarbete; Utfört vid Köttforskningsinstitutet i Kävlinge.
- Terrell, R.N.(1983): "Reducing sodium content of processed meats". J. Food Technology; July; 66-71.
- Thiel, L.F.; Bechtel, P.J.; Mckeith, F.K.; Brady, P. (1986): The influence of reduced salt on the yield, breaking force, and sensory characteristics of chunked formed ham". J. of Food Quality, 9, 355-364
- Vestergård, C. (2011a) Screening af kartoffelstivelse, ærteprotein og gulerodsfibres evne til at forbedre funktionaliteten i Chopped Ham med reduceret saltindhold. (DMRI Rapport, projekt 2000251)
- Vestergård, C. (2011b) Afprøvning af ingredienser i wienerfars. (DMRI Rapport, projekt 2000251)
- Vestergård, Aaslyng, M.D. & Koch, A.G. (2011) Effekt af fosfat, KCl substitution, kartoffelstivelse, kartoffelprotein, lav tilvækst og kold tumbling til forbedring af funktionalitet i sandwich skinke med reduceret saltindhold. (DMRI Rapport, projekt 2000251)
- Wettasinghe, M.; Shahidi, F.(1997): "Oxidative stability, cooking yield and texture of pork treated with a low sodium salt"; J. Muscle Foods 8, 373-382
- Whittinger (1984)
- Zanardi, E., Ghidini, S., Conter, M., Ianieri, A. (2010) Mineral composition of Italian salami and effect of NaCl partial replacement on composition, physico-chemical and sensory parameters. Meat Science 86: 742-747.

Beregningstabel for phosphater

nr.	Navn	Formel	Molekyl- vægt	1 g stof = g P ₂ O ₅	1 g P ₂ O ₅ = g stof
450 iii	Dicalciumphosphat	Ca ₂ H ₂ P ₂ O ₇ · 2H ₂ O	1004,07		
450 i	Dinatriumdiphosphat	Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	221,94	0,640	1,56
450 ii	Trinatriumdiphosphat	**)	**)	**)	**)
450 iii	Tetranatriumdiphosphat	Na ₄ P ₂ O ₇	265,90	0,534	1,87
"	"	Na ₄ P ₂ O ₇ · 10H ₂ O	446,05	0,318	3,14
450 iv	Dikaliumdiphosphat	**)	**)	**)	**)
450 v	Tetrakaliumdiphosphat	K ₄ P ₂ O ₇	330,34	0,430	2,33
"	"	K ₄ P ₂ O ₇ · 3H ₂ O	384,39	0,369	2,71
450 vi	Dicalciumdiphosphat	**)	**)	**)	**)
450 vii	Monocalciumdiphosphat	**)	**)	**)	**)
451 i	Pentanatriumtriphosphat	Na ₅ P ₃ O ₁₀	367,86	0,579	1,73
"	"	Na ₅ P ₃ O ₁₀ · 6H ₂ O	475,95	0,447	2,24
451 ii	Pentakaliumtriphosphat	K ₅ P ₃ O ₁₀	448,41	0,475*)	2,11*)
452 i	Natriumpolyphosphater	(NaPO ₃) _n (n>3)	101,97x n	0,696	1,44
452 ii	Kaliumpolyphosphater	(KPO ₃) _n	118,08x X	0,601	1,66
452 iii	Natriumcalciumpolyphosphater	**)	**)	**)	**)
452 iv	Calciumpolyphosphater	**)	**)	**)	**)

Kilde: Positivlisten- DK