



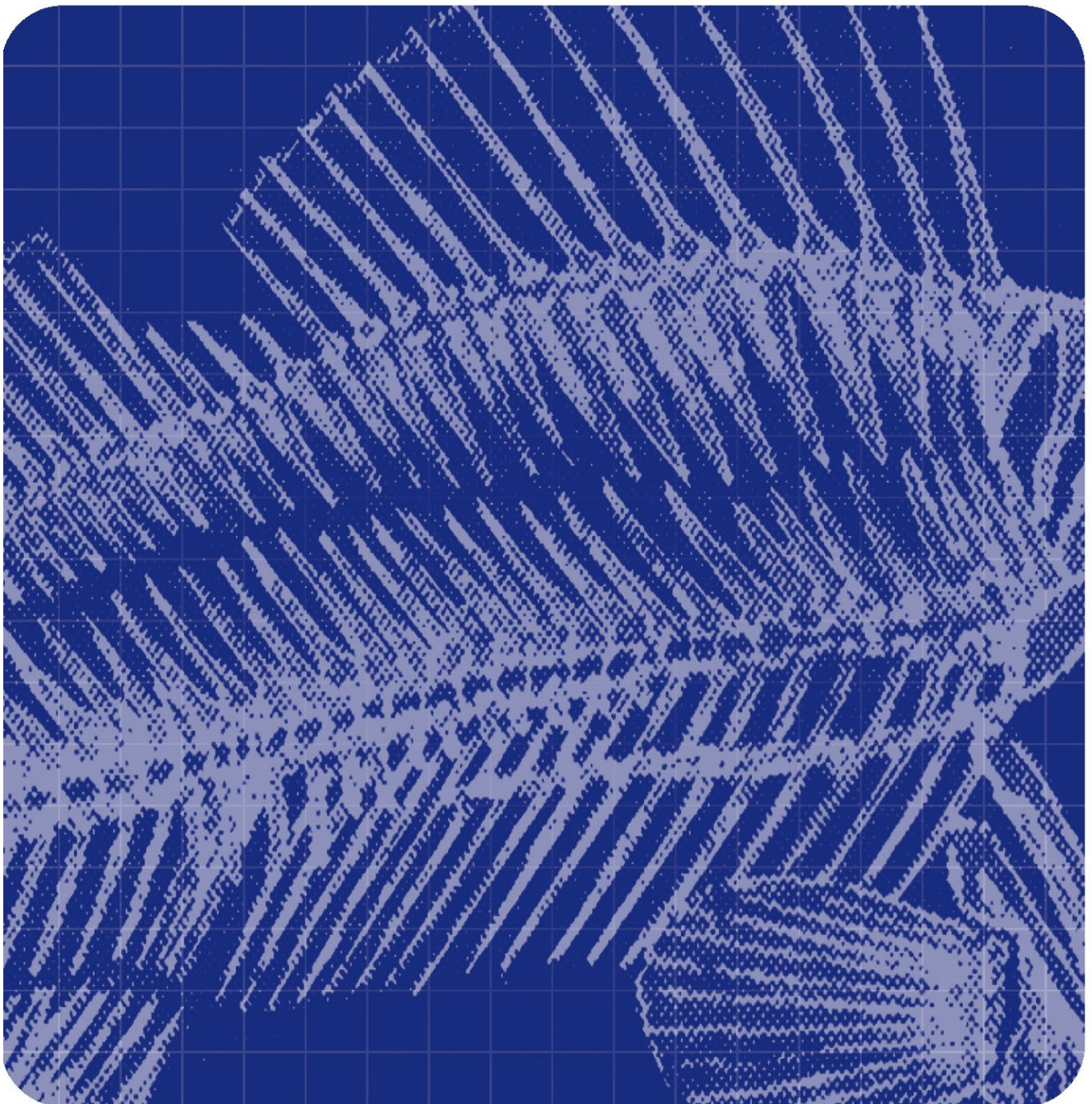
# Fiskeriforskning

RAPPORT 6/2002 • Utgitt februar 2002

## **Fosfater til fisk**

Klassifisering, regulering og funksjon

Margrethe Esaiassen og Sjúrdur Joensen





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen innen

- sjømat og industriell foredling
- marin bioteknologi og fiskehelse
- fôrutvikling og marin prosessering
- havbruk
- økonomi og marked

Fiskeriforskning har ca. 160 ansatte fordelt på Tromsø (110) og Bergen (50).

Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen.

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: [post@fiskeriforskning.no](mailto:post@fiskeriforskning.no)

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

# RAPPORT

	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Rapportnr:</i> 6/2002	<i>ISBN-nr:</i> 82-7251-488-5
<i>Tittel:</i> <b>Fosfater til fisk</b>	<i>Dato:</i> 15/2 2002		
<b>Klassifisering, regulering og funksjon</b>	<i>Antall sider og bilag:</i> 13		
<i>Forfatter(e):</i> Margrethe Esaiassen og Sjørður Joensen	<i>Forskningssjef:</i> Olaug Taran Skjerdal		
<i>Avdeling:</i> Sjømat og industriell foredling	<i>Prosjektnr.:</i> 8565		
<i>Oppdragsgiver:</i> Emballasjeforsk - Marinepack	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Thomas Eie, Matforsk		
<i>3 stikkord:</i> Funksjon, Fosfat, Fisk			
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> <p>I de siste årene har det vært en økning i tilsetning av ulike fosfater i næringsmidler for å bedre funksjonelle egenskaper i varen. Men hva er fosfater, hvordan påvirker de næringsmiddelet, og hvor og hvordan er de tillatt brukt?</p> <p>Betegnelsen "fosfat" rommer mange ulike forbindelser, med ulike egenskaper og effekter på næringsmiddelet. I denne rapporten er det gitt en oversikt over ulike fosfattyper, hva de er og hva de kan kalles. Det er videre presentert regelverk som regulerer tilsats av fosfat i næringsmidler. Til slutt er virkningsmåten og hvordan fosfat kan virke i næringsmidler beskrevet, før det sees på aktuelle bruksområder for fosfater både i kjøtt og i fisk. I de ulike tabellene er det gitt eksempler, ikke en fullstendig oversikt, på navn som er i bruk for de respektive fosfater.</p>			

# INNHold

1	INNLEDNING.....	1
2	KLASSIFISERING AV FOSFATER.....	2
	2.1 Ortofosfater .....	2
	2.2 Kondenserte fosfater.....	3
3	NATURLIG FOREKOMMENDE FOSFAT I FISK OG DYR.....	5
4	REGULERINGER FOR FOSFAT SOM TILSETNINGSSTOFF.....	6
	4.1 Reguleringer i Norge og EU.....	6
	4.2 Reguleringer i USA .....	9
5	FOSFATENES FUNKSJON I NÆRINGSMIDDELET .....	10
	5.1 Påvirkning av produktenes vannbindingsevne og surhetsgrad.....	10
	5.2 Inaktivering av metallioner .....	10
	5.3 Synergieffekter av salt, pH og fosfater.....	11
	5.4 Erfaringer ved bruk av fosfater i fiskeprodukter .....	12
6	REFERANSER OG GENERELL LITTERATUR.....	13

# 1 INNLEDNING

Denne rapporten er en delrapport for prosjektet Marinepack, som igjen er et større forskningsprosjekt med fokus på, optimal, trygg og kvalitetsbevarende emballering av sjømat og andre næringsmidler. Prosjektet er etablert av Emballasjeforsk (FoU-forum utgått fra Den norske Emballasjeforening) og gjennomføres i samarbeid med FHL Industri og Eksport (tidligere FNL, Fiskerinæringens Landsforening) og de store norske emballasjeverandørene. Prosjektet skal utvikle og formidle spisskompetanse på emballaseløsninger for sjømat og næringsmidler. Dette for at norske produsenter av sjømat og andre næringsmidler kan styrke sin konkurransevne ved å forbedre produktkvalitet, holdbarhet og matvaretrygghet samt oppfylle internasjonale krav til effektiv logistikk, økonomi, miljø, og sporbarhet /dokumentasjon. Prosjektet skal også bidra til å øke foredlingsgraden av sjømat i Norge.

I de siste årene har det vært en økning i tilsetning av ulike fosfater i næringsmidler for å bedre funksjonelle egenskaper i varen, og interessen for tilsetning av fosfater til sjømatprodukter er økende. **Men hva er fosfater?** Betegnelsen "fosfat" rommer mange ulike forbindelser, med ulike egenskaper og effekter på næringsmiddelet. Det er derfor grunn til å rope "Varsko" på utstrakt bruk av "sekkebenevnelsen" FOSFAT. Dersom man ikke holder styr på de ulike fosfater og skiller dem fra hverandre, kan man lett oppleve at man tar et eller annet fosfat i bruk og forventer effekter som et helt annet fosfat kan frambringe. Resultatet kan bli motsatt av det en ønsket å oppnå. Men, å skille de ulike fosfatene fra hverandre er nesten lettere sagt enn gjort. De mange forskjellige systemer for å navnsette ulike fosfater er en av hovedårsakene til dette.

De viktigste navnsettingssystemene er det generelle vitenskapelige, Food Chemicals Codex (FCC) systemet og Codex Alimentarius systemet. I tillegg har man ulike handelsnavn. Disse systemene bruker ulike regler for navnsettingen av stoffer, og på denne måten kan noen av de mest kjente fosfatene omtales under 3-4 ulike navn. Det er derfor viktig at man kjenner noe til klassifiserings- og navnsettingssystemer for fosfater slik at man kan sikre at man får det fosfatet man virkelig er ute etter.

I det følgende vil det derfor bli gitt en oversikt over ulike fosfattyper, hva de er og hva de kan kalles, før det gis en innføring mot regelverk som regulerer tilsats av fosfat i næringsmidler og hvordan fosfat kan virke i næringsmidler. Til slutt blir aktuelle bruksområder for fosfater både i kjøtt og i fisk tatt opp. I de ulike tabellene er det gitt eksempler, ikke en fullstendig oversikt, på navn som er i bruk for de respektive fosfater.

## 2 KLASSIFISERING AV FOSFATER

Fosfater kan deles inn i to generelle klasser, ortofosfater eller kondenserte fosfater:

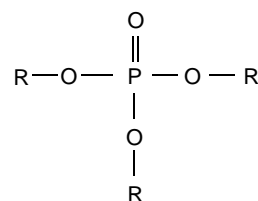
### 2.1 Ortofosfater

Ortofosfatene er monomere; består av én gruppe hvor vi har ett fosfor (P) atom. Til fosforatomet er det bundet 4 oksygenatomer. Tre av disse vil binde seg til ytterligere et atom hver, angitt med den generelle benevnelsen "R" i formelen. Disse R vil i hovedsak være enten hydrogen (H) eller et alkaliemettall som natrium (Na) eller kalium (K). Navnsettingen på fosfatet kan være etter hvor mange R som er henholdsvis hydrogen eller alkaliemettall ("basisk metall").

Monobasisk ortofosfat: et metallion og to hydrogenatomer utgjør R-gruppene.

Dibasisk ortofosfat: To metallioner og et hydrogenatom utgjør R-gruppene.

Tribasisk ortofosfat: Tre metallioner utgjør alle tre R-gruppene

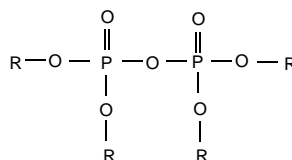


R-gruppe	Fosfatnavn	Generelt akseptert formel	pH i 1% løsning	Løselighet ved 25°C [g/100 g vann]	Funksjon
1 Na-ion 2 Hydrogen	Mononatrium fosfat Mononatrium ortofosfat Natrium bifosfat (monosodium phosphate; MSP)	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	4,6	87	Surhetsregulerende, metallbindende, emulsjonsdannende, teksturstabiliserende, vannbindende
2 Na-ioner 1 Hydrogen	Dinatrium fosfat Dinatrium ortofosfat (disodium phosphate; DSP)	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	9,2	12	
2 Na-ioner 1 Hydrogen	Dinatrium fosfat dihydrat (disodium phosphate dihydrate)	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	9,1	15	
3 Na-ioner	Trinatrium fosfat Trinatrium ortofosfat (trisodium phosphate; TSP)	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	11,8	14	
1 K-ion 2 Hydrogen	Monokalium fosfat Monokalium ortofosfat (monopotassium phosphate; MKP)	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	4,6	25	
2 K-ion 1 Hydrogen	Dikalium fosfat Dikalium ortofosfat (Dipotassium phosphate; DKP)	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	9,3	168	
3 K-ioner	Trikalium fosfat Trikalium ortofosfat (tripotassium phosphate; TKP)	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	11,9	107	

## 2.2 Kondenserte fosfater

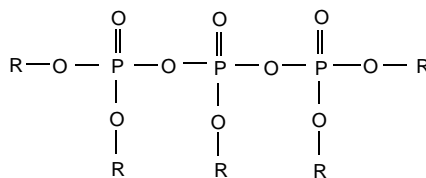
Kondenserte fosfater er som navnet angir, sammensatt av at to eller flere ortofosfater er smeltet/kondensert/lenket sammen. Dersom denne sammensmeltingen har gitt en rettlinjert forbindelse kalles disse polyfosfater, og dersom det er dannet en ringstruktur kalles disse metafosfater. Forgreinete kjeder eller ringer, samt blandinger av disse, kalles ultrafosfater. Det er i all hovedsak polyfosfater som er i bruk i næringsmiddelindustrien, og det er derfor bare denne type kondenserte fosfater som vil bli omtalt her.

- **Pyrofosfater (difosfater);**  
kjede med to fosfor  
Krystallinsk stoff



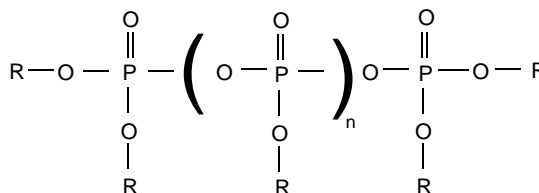
<i>R-gruppe</i>	<i>Fosfatnavn</i>	<i>Generelt akseptert formel</i>	<i>pH i 1% løsnng</i>	<i>Løselighet ved 25°C [g/100 g vann]</i>	<i>Funksjon</i>
2 Na-ioner 2 Hydrogen	Dinatrium difosfat Natrium sur pyrofosfat (Sodium acid pyrophosphate; SAPP)	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	4,3	15	Emulsjonsdanner, stabilisator, buffer (surhetsregulerende), metallbinder, vannbinder
3 Na-ioner 1 Hydrogen	Trinatrium difosfat Natrium sur pyrofosfat (Sodium acid pyrophosphate)				
4 Na-ioner	Tetranatrium difosfat Tetranatrium pyrofosfat (tetrasodium pyrophosphate; TSPP)	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	10,3	8	
2 K-ioner 2 Hydrogen	Dikalium difosfat Kalium sur pyrofosfat (potassium acid pyrophosphate)	$\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	4,3	15	
3 K-ioner 1 Hydrogen	Trikalium difosfat Natrium sur pyrofosfat (Sodium acid pyrophosphate)	$\text{K}_3\text{HP}_2\text{O}_7$			
4 K-ioner	Tetrakalium fosfat (tetrapotassium phosphate, tetrapotassium pyrophosphate; TKPP)	$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$	10,5	187	
1 Ca-ion 2 Hydrogen	Kalsium dihydrogen difosfat, monokalsiumfosfat	$\text{CaH}_2\text{P}_2\text{O}_7$			
2 Ca-ioner	Dikalsium difosfat Kalsium pyrofosfat (Calcium pyrophosphate; CPP)	$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$			
2 Mg-ioner	Dimagnesium difosfat	$\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$			

- **Tripolyfosfater;**  
kjede med tre fosfor  
Krystallinsk stoff



R-gruppe	Fosfatnavn	Generelt akseptert formel	pH i 1% løsning	Løselighet ved 25°C [g/100 g vann]	Funksjon
5 Na-ioner	Pentanatrium trifosfat Natrium tripolyfosfat (Sodium tripolyphosphate; STP)	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	9,9	15	Surhetsregulerende metallbindende, vannbindende, tekstur stabiliserende
5 K-ioner	Pentakalium trifosfat Kalium tripolyfosfat (Potassium tripolyphosphate)	K <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	9,6	193	

- **Langkjededede polyfosfater;**  
kjede med fire eller flere fosfor  
Amorft / glassliknende stoff



R-gruppe	Fosfatnavn	Generelt akseptert formel	pH i 1% løsning	Løselighet ved 25°C [g/100 g vann]	Funksjon
Na-ioner	Natrium polyfosfater (Sodium polyphosphates), Graham's salt, Natriumhexametrafosfat (Sodium Hexametaphosphates; SHMP) har en gjennomsnittlig kjedelengde på 13	(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ·Na <sub>2</sub> O	7,7	>40	Metallbinder, surhetsregulerende, emulsjonsdanner, vannbinder
		(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>13</sub> ·Na <sub>2</sub> O	6,9	>40	
		(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>21</sub> ·Na <sub>2</sub> O	6,3	>40	
K-ioner	Kalium polyfosfater	-			
Na-ioner Ca-ioner	Natrium kalsium polyfosfater	-			
Ca-ioner	Kalsium polyfosfater	-			
NH <sub>4</sub> -ioner	Ammonium polyfosfater	-			

Langkjededede polyfosfater er gjerne ikke en ren forbindelse, men en blanding av flere polyfosfater med ulik lengde. Kjedelengden (antall fosfatgrupper) blir derfor oppgitt som en gjennomsnittlig kjedelengde for blandingen.



### 3 NATURLIG FOREKOMMENDE FOSFAT I FISK OG DYR

Fosfater er naturlig forekommende i levende organismer, hvor de forefinnes i bestemte mengder, i bestemte forbindelser, og har bestemte funksjoner. Det er utenfor oppgaven til denne rapporten å gi en detaljert innføring i naturlig forekommende fosfat, men et par av hovedfunksjonene bør dog nevnes. Det er imidlertid viktig å understreke at det er ikke grunnlag for å ”friskmelde” enhver tilsetning av fosfat til næringsmidler med den begrunnelse av at ”fosfater er jo naturlig forekommende”

Væskesystemene i alle levende organismer har en karakteristisk og konstant pH (surhetsgrad). En av de viktigste faktorene for å opprettholde dette er buffersystemer, og blant disse er fosfatbufferne en av de mest utbredte. Bindingen mellom fosfatgruppene, eksempelvis innad i en trifosfatgrupper, er svært energirik. Dette er utnyttet i naturen ved at energi kan ”lagres” i kondenserte di- og trifosfater. Et av de viktigste energilagringsmolekylene i celler er ATP (adenosin trifosfat). I cellenes stoffskifte vil tilførsel av energi for eksempel medføre at fosfatgrupper blir koblet på AMP (adenosin monofosfat) til ADP (adenosin difosfat) og videre til ATP. Ved energiforbruk spaltes bindingene slik at ATP gir ADP + P + energi, og ADP gir AMP + P + energi. Det er også uorganiske polyfosfater tilstede i cellene, og i Kulaev *et al.* (1999) finnes en oversikt over de kjente funksjonene til disse.

## 4 REGULERINGER FOR FOSFAT SOM TILSETTINGSSTOFF

### 4.1 Reguleringer i Norge og EU

En fullstendig oversikt over tilsetningsstoff, utenom farge- og søtningsstoffer, som er tillatt brukt innenfor EU finnes på nettsidene med adresse:

[http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/flav11\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/flav11_en.pdf)

Men, de generelle kriteriene for å ta i bruk et tilsetningsstoff er satt ut fra at behovet må kunne begrunnes ut fra et teknologisk synspunkt, stoffet må ikke være helseskadelig, samt at konsumentene ikke skal "villedes", dvs at det må kunne dokumenteres at konsumentene har fordeler av et anvendt tilsetningsstoff. Eksempelvis at tilsetningsstoffet forhindrer forringelse av produktets ernæringsmessige kvalitet, tilfører nødvendige komponenter til personer med spesielle diettkrav, forbedrer holdbarhet og smaksmessige egenskaper uten å endre produktets natur, eller at tilsetningsstoffet er nødvendig hjelp for prosessering og/eller lagring og transport forutsatt at det ikke anvendes for å kamuflere dårlig råstoff.

Fosfater er ikke listet som generelt tillatte tilsetningsstoffer i alle slags matvarer. I det følgende vil det bli tatt utgangspunkt i den danske (representativ for EU da lovgivningen er harmonisert i alle EU's medlemsland) og den norske "positivlisten" for bruk av tilsetningsstoff. Denne såkalte "positivlisten" er en oversikt over hvilke tilsetningsstoffer som det er tillatt å tilsette i ulike matvarer. I november 1999 gav Statens Næringsmiddeltilsyn (SNT) ut en ny utgave av tilsetningsstoffforskriften, laget etter ny mal. SNT har i løpet av de siste årene godkjent en del tilsetningsstoffer i nye matvaregrupper. Etter de siste revideringene både på norsk og på dansk hold (Norge: 14.1.2002 nr 20; Danmark: april 2000), er anvendelsesområdene for fosfater, og tillatte mengder, i kjøtt og fisk lik i de to land. Disse listene oppdateres jevnlig, og oppdateringene kan finnes på internett:

N: <http://www.snt.no/rettsregler/forskrifter/positiv/>

DK: <http://www.fdir.dk/publikationer/publikationer/publikationer/positiv2000/index.html>

I skrivende stund er følgende fosfater, angitt både med E-nummer og navn, tillatt brukt i næringsmidler både i Norge og EU:

<b>E 338</b>	<b>E 339</b>	<b>E 340</b>	<b>E 341</b>	<b>E 343</b>
<b>fosforsyre</b>	<b>Na-ortofosfater:</b> mononatriumfosfat dinatriumfosfat trinatriumfosfat	<b>K-ortofosfater:</b> monokaliumfosfat dikaliumfosfat trikaliumfosfat	<b>Ca-ortofosfater:</b> monokalsiumfosfat dikalsiumfosfat trikalsiumfosfat	<b>Mg-ortofosfater:</b> Monomagnesiumfosfat dimagnesiumfosfat
<b>E 450</b>	<b>E 451</b>	<b>E 452</b>		
<b>Difosfater</b> dinatriumdifosfat trinatriumdifosfat tetranatriumdifosfat dikaliumdifosfat* tetrakaliumdifosfat monokalsiumdifosfat dikalsiumdifosfat	<b>Trifosfater</b> pentanatriumtrifosfat pentakaliumtrifosfat	<b>Polyfosfater</b> natriumpolyfosfater kaliumpolyfosfater kalsiumpolyfosfater natriumkalsium- polyfosfater		
*: ikke DK				

Når det gjelder hvilke næringsmidler man kan anvende fosfater i, og i hvilke mengder fosfater kan tilsettes, er dette angitt spesifikt for hver type næringsmidler. Både i Norge og i Danmark gjelder det at dersom det er tillatt å bruke fosfater, kan man tilsette av de ovennevnte, enten **alene eller i blanding**, inntil man når det **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**-innhold som er oppgitt. Grenseverdiene for maksimalt tillatte mengde er dermed gitt som antall gram P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg ferdig produkt. I vedlegg til den norske positivlisten er det gitt en tabell som viser P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-innholdet per gram i de tillatte fosfatene. Se <http://www.snt.no/rettsregler/forskrifter/positiv/vedlegg2kap2.pdf> I kommersielle fosfatblandinger oppgis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> innholdet i prosent, slik at det er enkelt å beregne hvor mye av blandingen som vil være tillatt brukt.

I det følgende vil det bli gitt en oversikt over hvilke kjøtt- og fiskeprodukter som det er tillatt å anvende fosfater i. For oversikt over de ulike næringsmiddelgruppene vises til positivlisten.

<b>NÆRINGSMIDDELGRUPPER HVOR DET ER TILLATT Å ANVENDE FOSFATER</b>		
<b>Gruppe nr</b>	<b>Næringsmiddel</b>	<b>Tillatt mengde fosfat gitt i g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ kg produkt</b>
<b>8.1</b>	<b>Fersk kjøtt, fjørfekjøtt, oppdrettsvilt, viltkjøtt og kaninkjøtt</b>	-
<b>8.2</b>	<b>Kjøttprodukter, hele eller oppskåret i biter</b>	
8.2.1	-ikke varmebehandlet	5
8.2.2	- varmebehandlet	5
<b>8.3</b>	<b>Kjøttfarseprodukter</b>	
8.3.1	-ikke varmebehandlet	5
8.3.2	- varmebehandlet	5
<b>9.1</b>	<b>Fersk fisk og fiskeprodukter</b>	Ikke tillatt
<b>9.2</b>	<b>Fryst fisk og fiskeprodukter o.l.</b>	
9.2.1	Fryst fisk og fiskeprodukter : kun tillatt i fiskefilet surimi	5 1
9.2.2	Fryste skalldyr og bløtdyr	5
<b>9.3</b>	<b>Kokt, stekt, røkt, tørket eller saltet fisk og fiskeprodukter:</b>	
9.3.1	Kokt fisk og fiskeprodukter o.l.	
9.3.1.1	Kokt fisk og fiskeprodukter kun tillatt i fiskepostei surimi	5 1
9.3.1.2	Kokte skalldyr o.l. kun tillatt i krepsdyrpostei	5
9.3.2	Stekt eller fritert fisk og fiskeprodukter	Ikke tillatt
9.3.3	Røkt, tørket og/eller saltet fisk og fiskeprodukter	Ikke tillatt
<b>9.4</b>	<b>Halvkonservert fisk og fiskeprodukter</b> kun tillatt i krepsdyr på boks surimi i gruppe 9.4.4	1 1

Av denne oversikten kommer det fram at fiskeprodukter for det første er inndelt i langt mer spesifikke produktkategorier enn kjøttprodukter. Dette medfører igjen at det er langt færre fiskeprodukter det er tillatt å bruke fosfater i enn kjøttprodukter. Dette kan virke som et paradoks, i og med at fisk gjerne har større problemer med bl.a. væskeslipp enn kjøttprodukter. Væskeslippen reduserer bl.a. saftigheten til produktene. Denne er igjen vesentlig for den sensoriske opplevelsen ved konsum, og en av de viktige positive effektene ved bruk av moderate mengder fosfater kan jo nettopp være å hindre væskeslipp.

## 4.2 Reguleringer i USA

The United States Food and Drug Administration (FDA) betrakter uorganiske fosfater som GRAS (Generally Recognized As Safe). Denne klassifiseringen betyr at bestemte fosfater kan benyttes som tilsetningsstoff for visse formål. Det amerikanske regelverket om tilsetningsstoffer er omfattende, og i denne rapporten det vil ikke bli gjennomgått i dybden. Det er imidlertid viktig å understreke seg at lovgivningen omtaler spesifikke fosfater anvendt til spesifikke formål. Eksempelvis er natrium polyfosfat (sodium hexametaphosphate) lov å tilsette matvarer etter "good manufacturing practice" for å binde metaller, ikke for andre formål.

I det følgende er anvendelsesområdene hvor fosfater er ansett som GRAS listet, samt at det er oppgitt hvilke spesifikke fosfater som kan anvendes. Mer utfyllende liste finnes på internettssidene til The United States Food and Drug Administration:

<http://www.cfsan.fda.gov/~dms/eafus.html>

### **Subpart B--Multiple Purpose GRAS Food Substances**

Sec. 182.1087 Sodium acid pyrophosphate.

Sec. 182.1217 Calcium phosphate

Sec. 182.1778 Sodium phosphate (mono-, di-, and tribasic).

Sec. 182.1810 Sodium tripolyphosphate.

### **Subpart G--Sequestrants (BINDER METALLER)**

Sec. 182.6085 Sodium acid phosphate

Sec. 182.6203 Calcium hexametaphosphate.

Sec. 182.6215 Monobasic calcium phosphate.

Sec. 182.6285 Dipotassium phosphate.

Sec. 182.6290 Disodium phosphate.

Sec. 182.6760 Sodium hexametaphosphate.

Sec. 182.6769 Sodium metaphosphate.

Sec. 182.6778 Sodium phosphate (mono-, di-, and tribasic).

Sec. 182.6787 Sodium pyrophosphate.

Sec. 182.6789 Tetra sodium pyrophosphate.

Sec. 182.6810 Sodium tripolyphosphate.

### **Subpart I--Nutrients**

Sec. 182.8217 Calcium phosphate (mono-, di-, and tribasic).

Sec. 182.8223 Calcium pyrophosphate.

Sec. 182.8778 Sodium phosphate (mono-, di-, and tribasic).

Når det gjelder anvendelser av fosfater i sjømatindustrien er det uttrykt bekymring innad i FDA på grunn av at natriumtripolyfosfat (Sodium tripolyphosphate – STP) synes å bli anvendt for å øke utbyttet / økonomisk resultat i stedet for at bruken kan rettferdiggjøres med en mer funksjonsargumentasjon. (Foulke, udatert). Eksempelvis synes det å være akseptert å anvende STP for å hindre vanntap i kamskjell (scallop), men **ikke** dersom fosfatbehandlingen medfører at vanninnholdet overstiger det normale, altså gir vektøkning på produktet.

## 5 FOSFATENES FUNKSJON I NÆRINGSMIDDELET

Fosfater av ulike typer er vanlige tilsetningsstoff i bakevarer og meieriprodukter, samt kjøtt-fjørfe- og sjømatprodukter. Anvendelse i bakevarer og meieriprodukter vil ikke bli omtalt her, men det vil bli gitt et innblikk i hvordan fosfater kan påvirke egenskaper i kjøtt- og fiskeprodukter.

### 5.1 Påvirkning av produktenes vannbindingsevne og surhetsgrad

Generelt sett kan det sies at bruk av fosfat i kjøtt, fjørfe- og fiskeprodukter kan forbedre tekstur, vannbinding, farge og smak, samt gi beskyttelse mot oksidasjon og mikrobiell forringelse. Imidlertid begrunnes anvendelsen av fosfater i kjøtt oftest ut fra evnen å redusere vanntap/drypp. Vanntapet gjør at produktet blir seigt, mindre saftig og gir økt mulighet for frostbrenning. Vanntapet kan reduseres ved å øke produktenes vannbindingsevne.

Vannbindingsevnen kan økes ved pH-justeringer, økt ionestyrke, samt ved å utnytte fosfatens polyelektrolyttiske egenskaper. De negativt ladde fosfater kan bindes til positive seter på proteinene og dermed øke proteinnettverkets evne til å holde på vann. Videre kan fosfater i nærvær av magnesiumioner forårsake spaltning av aktomyosin i muskelen, og således frigjøre aktin og myosin. Dette gir økt løselighet av myosin, som letter svelling og bedrer muskelens evne å binde vann. Dersom muskelen tromles, vil løst protein kunne danne kryssbindinger og dermed danne geler som vil binde vann og hindre vesketap (Øines *et al*, 1994; Ellinger, 1972). For å øke muskelens vannbindingsevne vil det i mange tilfeller være ønskelig å benytte en blanding av fosfater for å utnytte de ulike effektene av de ulike fosfatene. Dette kan eksempelvis være ved å blande fosfater som kan øke pH i muskelen med andre fosfater hvis elektrolyttiske egenskaper øker vannbindingen ytterligere. Sistnevnte effekt øker ved økt kjedelengde.

Kontroll av pH i produktet er viktig etter som effektene av fosfatene i stor grad påvirkes av pH, samt at vannbindingsevnen til produktene i seg selv også er nært forbundet med pH. I noen tilfeller vil det være ønskelig å ha stabil pH-verdi i produktet, altså et bufret produkt. De beste bufferegenskapene finner vi i ortofosfater som mono- og dinatrium fosfater, samt i pyrofosfater som trinatrium difosfat (natrium sur pyrofosfat). Langkjededede polyfosfater har generelt dårlige bufferegenskaper, og jo lengere kjede dess dårligere bufferegenskaper.

Fosfatene i seg selv kan også brukes til å justere pH, slik at de sammen med andre fosfater gir en optimal effekt. Sure fosfater som mononatrium fosfat, monoammonium fosfat og trinatrium difosfat er vanlig i bruk. Basiske fosfater så som di- og natrium fosfat, natrium-tripolyfosfat og tetranatrium-pyrofosfat er vanlig brukt der det ønskes basisk miljø (Dziezak, 1990).

### 5.2 Inaktivering av metallioner

Metalliske kationer som for eksempel kalsium, magnesium, jern og kopper kan initiere og delta i kjemiske reaksjoner som kan påvirke produktets kvalitet i negativ retning, eksempelvis harskning, avfarging og dannelse av uheldige luktforbindelser. Fosfater kan hemme slike reaksjoner ved å binde opp (kompleksbinde) eller felle ut slike metallioner.

Alkaliske jordmetaller som kalsium og magnesium bindes best av polyfosfater som natrium polyfosfater, og effektiviteten øker ved økende pH. Tungmetaller som jern og kopper bindes best av kortkjedede polyfosfater som natrium tripolyfosfat og natrium difosfat. I disse tilfellene vil effektiviteten reduseres ved økende pH. Ortofosfatene danner løselige komplekser med metallionene kun ved lave konsentrasjoner, mens høye konsentrasjoner av ortofosfater kan brukes til å felle ut metallioner som uløselige salter som igjen kan fjernes. (Dziezak, 1990).

Gjennom å binde opp metaller kan fosfater også hemme vekst av mikroorganismer (Zaika & Kim, 1993; Kim *et al.*, 1995; Velazques *et al.*, 2001). Virkningen er knyttet til fosfatenes evne til å binde opp kalsium-, magnesium- og jernioner, som gjerne er essensielle vekstfaktorer for mikroorganismer.

### **5.3 Synergieffekter av salt, pH og fosfater.**

Ettersom tilsetning av salt og fosfat samt justering av pH-verdi har flere av de samme funksjoner i næringsmidlene, og virker gjennom samme type mekanismer, er det en stor grad av samspills- og forsterkningseffekter (synergieffekter) mellom disse stoffene. Ved å kombinere pH-justeringer, saltinnhold og fosfatblanding vil en ved hjelp av synergieffektene kunne oppnå bedre resultat, samtidig som tilsetningene kan gjøres i lavere konsentrasjoner.

Samspillseffekter av ulike fosfater kan en eksempelvis se når det gjelder vannbinding i et produkt. Som tidligere nevnt er vannbinding vanligvis forbundet med økt pH i det alkaliske område. Noen fosfater kan øke pH i muskelen, mens andre som nevnte har elektrolyttiske egenskaper som gjør at de øker vannbindingen gjennom å binde seg til proteiner eller løser proteiner som igjen kan danne kryssbindinger og forme et nettverk (gel) som holder på vannet. Slike effekter kan også oppnås dels ved bruk av salt.

I den senere tid har fosfater vært anvendt mer og mer som delvis erstatning for store saltmengder i maten. Dette har ikke bare vært gjort for å få redusere saltkonsumet hos konsumentene, men også på grunn av at salt og fosfater i en blanding gir bedre effekt på vannbinding, saftighet og smak enn høye konsentrasjoner av salt eller fosfat alene.

En blanding av flere fosfater som påvirker ulike faktorer i kombinasjon med salt og pH-justeringer kan derfor være å foretrekke. Det er imidlertid viktig å merke seg at i og med at salt, fosfater og pH-justeringer har synergistiske effekter, må tilsetningene av hver enkelt komponent reduseres kraftig i forhold til mengden brukt av hver enkelt dersom de tilsettes i blanding. Uten denne reduksjonen vil en lett få en "overbehandling" av produktene med dertil hørende negative effekter.

Som eksempel på hvordan samspillseffektene mellom fosfater, salt og pH-justeringer kan være, vises det til et arbeid av Trout & Schmidt (1987). I dette arbeidet er det undersøkt hvordan ulike salt- og fosfattilsetninger, samt pH-justeringer påvirker koketapet av homogenisert kjøtt, varmet ved forskjellige temperaturer.

## 5.4 Erfaringer ved bruk av fosfater i fiskeprodukter

Fosfater brukt på fisk kan bidra til bedre farge, redusert drypptap etter tining, redusert koketap og en bedre tekstur. Det er en rekke publikasjoner på anvendelse av fosfat i sjømat, og kanskje spesielt mye fra 1960 og 1970-tallet. Disse arbeidene er hovedsakelig rettet mot effekt av fosfater alene. Da nyere arbeid har vist store samspillseffekter mellom eksempelvis salt og fosfat, vil denne eldre litteraturen ikke presenteres her i noen stor grad.

I sjømatprodukter er vanlig brukte fosfater trinatrium difosfat, natrium tripolyfosfat og natrium polyfosfater (Dziezak, 1990). Av spesifikke erfaringer kan det nevnes at behandling av torsk med fosfat før frysing har vist redusert tine- og koketap, samt bedre tekstur i forhold til ubehandlet torsk (Ellinger, 1972; Woyewoda & Bligh, 1986; Lampila, 1992). Det er også vist at dypping av flyndre i en løsning med fosfat og salt før frysing medførte at disse filetene hadde klart mindre tinetap sammenliknet med ubehandlet, samt at proteintapet også ble signifikant mindre i de behandlede filetene (Ellinger, 1972).

Det er også vist at tilsats av fosfat til laks konservert i boks kunne forhindre at løst protein felte ut i veskefasen og dannet et ”grumset” produkt (Wekell & Teeny, 1988). Av andre anvendelsesområder kan det nevnes bruk av fosfater for å hindre oksidasjon av fiskeprodukter (Høyem, 1996; Dziezak, 1990).

Det er imidlertid viktig å understreke at dersom en behandler fisk med for høye konsentrasjoner av salt/fosfat, eller gir fiskeproduktene for mye tilførsel av salt-fosfat-lake, eksempelvis med for lang oppholdstid, er det stor fare for negative effekter. Dette er bl.a. vist ved Fiskeriforskning i et arbeid som omhandlet lakebehandling av torskefileter. Høye konsentrasjoner i laken ble vist å gi høyt vektutbytte, men ga samtidig en filet som fikk et klart ”lutefiskliknende” utseende. De samme effektene ble også oppnådd dersom oppholdstiden i laken ble lang selv ved lave konsentrasjoner (ikke publisert). I et arbeid utført på Island er det vist at lakesalting av torskefileter i 42 timer i en lake av salt og fosfatblanding før videre tørrsalting ikke ga store vektøkninger sammenliknet med lakesalting uten fosfat, og at fosfatbehandlingen medførte betydelig nedklassing av produktene (Thorarinsdottir *et al.*, 2001). Effekten av fosfat var dermed klart negativ i dette tilfellet. Men her må det bemerkes at det både var anvendt høy fosfatkonsentrasjon og lang oppholdstid.



## 6 REFERANSER OG GENERELL LITTERATUR

- Dziezak JD (1990) Phosphates improves many foods. *Food Technology*, April 1990, pp 80 – 92.
- Ellinger RH (1972) Phosphates as Food Ingredients. CRC Press, Ohio.
- European Parliament and Council Directive No 95/2/EC: <http://europa.eu.int>
- Food and Drug Administration: <http://www.fda.gov>
- Foulke JE (udatert) Is Something Fishy Going On? Artikkel på internettsidene til The United States Food and Drug Organization (FDA) , februar 2002, <http://www.fda.gov/bbs/topics/CONSUMER/CON00251.html>.
- Høyem T (1996) Salting. Kjøtt og kjøtteknologi. Matforsk 1996 s 135-142.
- Kim CR, Hearnberger JO, Vickroy AP, White CH and Marshall DL (1995). Extending Shelf life of Refrigerated Catfish Fillets Using Sodium Acetate and Monopotassium Phosphate. *Journal of Food Protection*, **58** (6), 644-647.
- Kulaev I, Vagabov V, Kulakovskaya T (1999) New aspects of inorganic polyphosphate metabolism and function. *J. Bioscience Bioeng.*, **88** (2), 111-129.
- Lampila LE (1992) Functions and Uses of Phosphates in the Seafood Industry. *J. Aquatic Food Product Technology*, **1** (3/4), 29-41.
- Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri: DK: <http://www.fdir.dk>
- Shimp LA (1985). Food Phosphates in Seafood Processing. *Seafood Leader*, Spring 1985. 115-119.
- Statens Næringsmiddeltilsyn: <http://www.snt.no>
- Thorarinsdottir KA, Arason S, Bogason SG, Kristbergsson K (2001) Effects of phosphates on yield, quality and water-holding capacity in the processing of salted cod (*Gadus morhua*). *J Food Science*, **66** (6), 821-826.
- Trout GT & Schmidt GR (1983). Utilization of Phosphates in Meat Products. Reciprocal meat Conference Proceedings, **36**, 24-27
- Trout GT & Schmidt GR (1987) The Effect of Cooking Temperature on the Functional Properties of Beef Proteins: The Role of Ionic Strength, pH and Pyrophosphate. *Meat Science*, **20**, 129-147.
- Velazques LD, Escudero ME, de Guzman AM (2001) Antibacterial effects of different food-related phosphates using *Aeromonas hydrophila*. *J Food Protect.*, **64** (2), 195-200.
- Wekell JC, Teeny FM (1988) Canned salmon curd reduced by use of polyphosphates. *J. Food Science*, **53** (4), 1009-1013.
- Woyewoda AD & Bligh EG (1986) Effect of Phosphate Blends on Stability of Cod Fillets in Frozen Storage. *Journal of Food Science*, **51** (4), 932-935.
- Zaika LL, Kim AH (1993) Effect of polyphosphates on growth of *Listeria monocytogenes*. *J Food Protect.*, **56** (7), 577-580.
- Øines S. Øystad R og Husebø BW (1994). Tromling av fiskeråstoff.-Utvikling av metode og modellprodukter. Norconserv rapport nr 9 / 1994.



# Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: [post@fiskeriforskning.no](mailto:post@fiskeriforskning.no)

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

ISBN 82-7251-488-5

ISSN 0806-6221