

縮合磷酸塩의 正体와 特性

金 壹 煥 (西都化學 社長)

1. 磷酸鹽(縮合磷酸鹽, 正磷酸鹽)의 安定性

食生活의 向上으로 食品이 多樣化 함에 따라 食品添加物의 使用도 必要不可避하게 되었으며 그 種類와 使用量도 점차 늘고 있다.

이와 함께 이들이 人體에 미치는 영향도 커다란 문제가 되게 되었다.

따라서 食品添加物用 磷酸鹽의 毒性問題에 對해서도 간단히 다루고져 한다. (특히 인산염의 독성문제 로 회의를 가졌던 분들의 答이 되었으면 한다).

現在까지 食品첨가물로서의 인산염은 純度面에서 비소(As_2O_3)나 重金屬 기타 이물질 함량에 대해서는 철저히 규제되고 있으나 使用대상이나 사용량에 특별한 제한이 없으며 食品제조업계의 거의 모든 分野에 걸쳐 이용되게 되어 있다. 그러면 인산염은 전혀 人體에 해롭지 않은것인가?

이에 대한 研究結果가 많이 발표 되었으며 1963년에 개최된 FAO와 WHO의 食品첨가물 합동전문위원회 제 7차 회의 보고서에 인산염의 毒性문제가 발표 되었다.

이 Deta를 잘 검토 해보면 과연 여타한 無機鹽類 食品첨가물 보다 독성 및 부작용이 적은것을 알 수 있으며 비교적 安心이 되리라고 생각한다.

1. 급성독성

여러 실험결과 食鹽(NaCl)과 함께 正磷酸鹽 및 縮合磷酸鹽의 經口섭취에 의한 LD_{50} 및 대략적 치사량을 종합해 나타내면 다음 표 1과 같다.

〈표 1〉 動物의 인산염經口 急性毒性

인 산 염	시험동물	LD_{50} mg/kg	대략적치사량 mg/kg
NaH_2PO_4	마우스		> 100
NaH_2PO_4	물모트		> 2000
$Na_2H_2P_2O_7$	마우스	2650	
$Na_2H_2P_2O_7$	랫 트	> 4000	
$Na_4P_2O_7$	마우스	2980	
$Na_6P_3O_{10}$	마우스		> 100
$Na_6P_3O_{10}$	마우스	3210	
$Na_4P_3O_{10}$	랫 트	3920	
$(KPO_3)_n$ +피로인산염	랫 트	4000	
Hexa Meta 인산염	마우스		> 100
Hexa Meta 인산염	마우스	7250	
$(NaPO_3)_n$ 환상형	마우스	10300	
NaCl(식염)	마우스	5890	

※ 평균 鎖長(축합도)은 주어지지 않았음

이상 표 1에서 보는바와 같이 인산염은 경구투여 시 식염(NaCl) 보다는 다소 독성이 높은것을 알 수 있으며 인산염의 독성은 鎖長(축합도)이 길어짐(축합도가 높을수록)에 따라 독성은 낮아짐을 알 수 있다.

한편 인산염을 食品가공시에 응용하고 저 해도 비

<표 2>

나쁜 영향을 미치지 않는 정도의 인산염 섭취량

인 산 염	시험동물	시험기간	최대허용량	과잉 인산염의 영향
1. 正 인산염				
H ₃ PO ₄ (36.4%)	사 랑		17~26g/d	해가없음*
H ₃ PO ₃ (")	래 트	>12 mo	>0.75%	해가없음*
H ₃ PO ₄ (")	래 트	44d	<2.94%	신장에 해로움
Na 및 K 정인산염	래 트	44d	<3.93%	신장에 해로움
NaH ₂ PO ₄ (MSP)	사 랑		5-7g/d	해가 없음
NaH ₂ PO ₄ (MSP)	래 트	42d	>3.4g/kg/d	신장에 해로움
NaH ₂ PO ₄ (MSP)	물모트	200d	>2.2%, <4.0%	Ca 축적, 성장 지연
MSP+DSP(Na ₂ HPO ₄)	래 트	3 gen.	>0.5%, <1%	신장에 해로움
DSP(Na ₂ HPC ₄)	래 트	6 mo.	>1.8%, <3.0%	신장에 해로움
DKP(K ₂ HPO ₄)	래 트	150d.	>5.1%	해가없음
2. Pyrophosphates				
Tetra Sodium Pyrophosphate	래 트	6 mo.	>1.8%, <3.0%	신장에 해로움
SAPP+TSPP+(KPO ₃) _n	래 트	3 gen.	>0.5%, <1%	신장에 해로움
3. Tripolyphosphates				
STP	래 트	6 mo.	>1.8%, <3.0%	신장에 해로움
STP	래 트	2 yr.	>0.5%, <5%	신장에 해로움
STP	개	5 mo.	<4.0 g/kg/d	신장, 심장에 해로움
4. Polyphosphates				
SHMP	래 트	150d	>0.9%, <3.5%	약간 성장에 해로움
SHMP	래 트	3 gen.	>0.5%, <5%	신장에 해로움
(KPO ₃) _n +SAPP+TSPP	래 트	3 gen.	>0.5%, <1%	신장에 해로움
5. Metapolyphosphates				
(NaPO ₃) _n	래 트	2 yr.	>0.1%, <1%	숫컷의 성장저해
(NaPO ₃) _n	개	5 mo.	<4g/kg/d.	심장, 신장에 해로움
(NaPO ₃) _n	래 트	1 mo.	>2%, <10%	심장, 신장에 해로움
(NaPO ₃) _n	개	5 mo.	<4g/kg/d	심장, 신장에 해로움

* 해가없다는 것은 생리적 해가 나타나지 않았음을 나타낸다.
 d=일 yr=년 mo=월 gen=세대 %=食物中の 인(p) 백분율

특 그 양은 작다하더라도 계속적으로 섭취하게 되므로 만성독성면에서 인산염의 안정성을 다루는 것이 보다 중요하다고 할수 있다.

다음 표 2는 人間이나 動物에 經口투여시 만성독성에 대한 연구결과를 요약해서 종합해본 결과이다.

여기서는 인산염의 鑽長(축합도)에 따른 특성을 설명하기 위해 따로 나타내었다.

비록 인산염 음이온(-Ion)이 모든 生體에서의 대사에 필수불가결 이긴 하지만 이를 合成하는 生物은 없다고 한다. 따라서 食物로부터 섭취하여야 한다.

물론 축합인산염은 인체에 흡수되면 빨리 加水分解되고 체내의 磷酸分解酵素의 作用으로 완전히 正磷酸鹽의 형태까지 분해된다.

또한 인산염이 가지는 착화력(Sequestering power) 때문에 칼슘, 철, 마그네슘 등 및 기타 필수 이온의 이용 및 흡수 및 대사가 저해되리라 가정할 수 있으나 여러 인산염을 과잉 함유하는 食物을 섭취하는 경우에도 결코 저해되지 않는다고 하였다.

몇몇의 학자들은 축합인산염은 실제로 필수 미네랄 이온의 흡수 및 保持를 높인다고 하였다.

“FAO와 WHO의 식품첨가물 공동전문 위원회는 食物에서 인산염의 특성반응에 영향을 미치는 여러인자(因子), 즉 食物中の 總磷 含量, 칼슘과 기타 미네랄류의 존재, 축합인산염의 加水分解度등에 대하여 연구를 하였었다. 그러나 이들 因子의 存在 또는 不在를 추정하기가 불가능해서 이위원회는 조

건부 허용량 및 무조건 허용량으로 나누어 섭취허용량을 다음과 같이 정했다.

무조건 허용량 <30mg/kg(체중)

조건부 허용량 30~70 mg/kg(체중)

食物중의 총 P 량으로(P_2O_5 로서)

일반적으로 동물실험에 따르면 나쁜 생리적 영향을 미치지 않고 허용될 수 있는 인산염의 양은 0.5%로 볼 수 있다.

물론 기타 이온, 특히 칼슘, 마그네슘 및 칼륨이온의 적정 Balance가 유지된다면 이보다 높은 정도도 허용될 수 있다. 그러나 원하는 정도의 효과를 거두기 위해서 0.5% 이상 처리하는 예는 극히 드물다.

다만 水産加工에서 필렛(Fillet) 제품에서 축합인산염 용액에 처리하는 과정에서 3~5%의 인산염 용액에 3~10分間 침지하는 경우가 있으나 이는 표면 처리기 때문에 食物重量比로 환산해서 검출되는 인함량이 0.5%이하로 되고 있는 것이다.

실제로 인산염의 함량이 0.5% 보다 높을 경우는 特殊한 몇몇 食品을 제외하고는 나쁜 物理化學的 作用이나 불쾌한 냄새를 내기 쉽다.

상술한 바와 같이 인산염은 가장 안전하고 사용할 수 있는 무기염 첨가물이며 過多하게 사용하지 않는다면 오히려 영양원의 공급체로 볼 수 있다. 이는 戰後 독일에서 축합인산염을 식품첨가물로서가 아니라 일종의 영양원으로서 송환포로에 투여하여 좋은 결과를 얻었다는 歷史的 事實을 이분야의 학자들은 증명하고 있다.

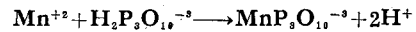
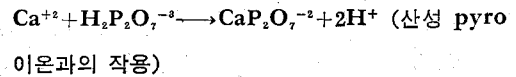
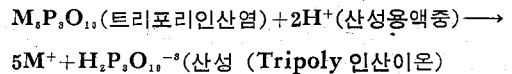
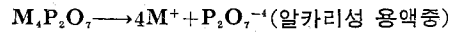
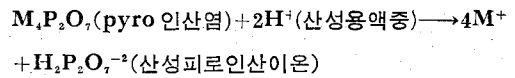
2. 縮合(重合) 磷酸鹽의 一般의 性質

1) 水溶液中的 分子 Ion의 性質

短鎖狀 poly 인산염에서는 酸性축합인산 Ion 이랑 축합인산 Ion 을 放出한다.

예를 들면 아래式과 같다.

(단쇄상 poly 인산염의 전리와 착이온형성의 예)



(산성 Tripoly 인산이온과의 작용)

※ M=陽 Ion의 금속염 Na, K, Ca 등

이상의 반응식에서 보는 바와같이 Ca^{+2} 과 Mn^{+2} 은 水中에 포함되어 있는 금속이온과 作用하여 可溶性 錯鹽을 형성한다. 이경우 축합인산염 이온이 금속이온 보다 많은 경우는 일반적으로 可溶性 착이온이 되고 금속이온의 作用(活性)을 봉쇄(不活性化)한다. 합성세계에 혼합시킨 축합인산염은 이원리에 의한 다.

식품첨가물에도 산성피로인산나트륨(SAPP) 이라던가 Poly, Meta, Tripoly, Ultra-인산염 및 pyro 인산염등이 사용되는 것도 이원리를 기본으로 하여 그 다음부터는 목적하는 소기의 효과를 보게되는 것 같다. 長鎖狀 poly 인산염은 水中에서는 비교적 고분자의 粒子로 된다. 이들은 水中의 금속이온과 결합하여 Chelate를 형성한다. 또 水中의 不溶性鹽類에 흡착되어 이표면의 성질을 현저하게 변화시킨다.

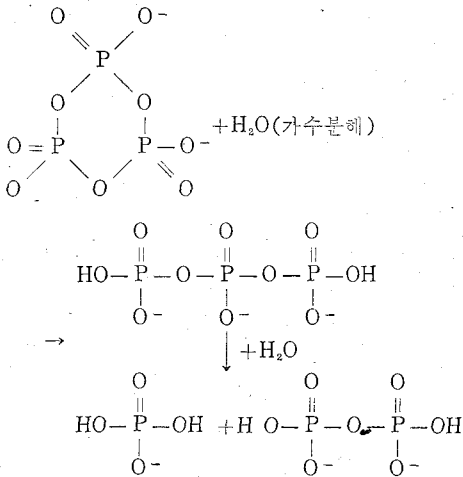
이상과 같이 水中의 금속이온의 作用을 잃게 하는 작용을 봉쇄(Masking)라 한다. 吸着등으로 금속화합물의 형성을 防止하는 것과 같은 작용을 Threshold effect라 한다.

보일러나 pipe line 중의 Scale 生成을 防止하는데에 Hexa meta 인산염이 이용되는 것은 이들의 원리에 의한다.

環狀縮合인산염 즉 Meta 인산염은 금속과 錯化作用이 거의 없다. 이것은 中心으로부터 等距離에 있는 各 電離基의 電離도가 크고 더욱이 等價이어서 금속과 錯이온을 형성하는 능력이 적기 때문이다. 그러나 다음 사실을 잊어서는 아니된다. “환상메타

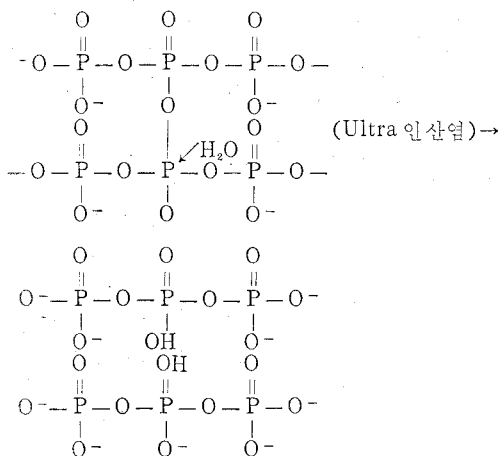
인산 이온이 가수분해 하면 다음식에서 나타내는 바와 같이 쇠상 폴리인산 이온이 된다. 즉 메타인산염 일지라도 폴리인산염의 작용을 나타내 준다는 말과 같다.

◇ Trimeta 인산 Ion의 가수분해 ◇



울트라인산염(Ultra) (分枝狀구조 및 網狀구조의 것)은 전술한(本誌 第35號) 바와같이 吸着力이 강하다. 이것은 有機高分子(食品等)에 강하게 흡착하여 그 表面의 상태를 변화시킨다.

또 Ultra 인산염은 물에 加水分解 되는 속도가 가장 빠르고, 쉽게 진행되어 活性化된 P-OH 基가 증가 하기 때문에 다른 물질과 결합한다고 생각된다.



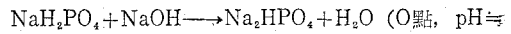
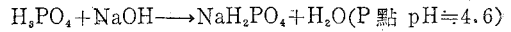
Ultra 인산염의 가수분해

2) 磷酸鹽의 緩衝作用

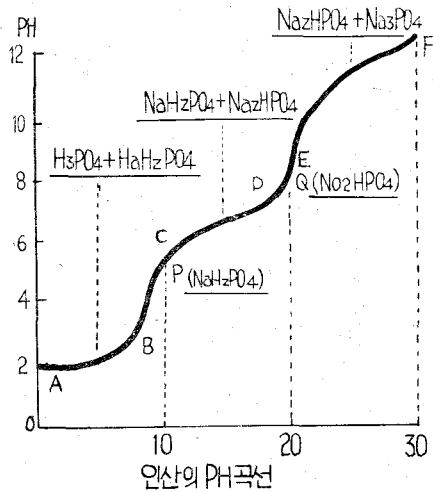
인산(H_3PO_4) IN ($\frac{1}{3}$ Mol 농도) 용액 30cc 에 IN

-NaOH 용액을 넣은후 pH를 측정하면 아래표와 같이 된다.

P點과 Q點은 제 1 및 제 2 인산나트륨의 中和點으로 다음과 같은 반응이 성립된다.



9.6)



이 P·Q 두부근은 NaOH를 적은량 첨가해도 pH가 급변한다. 그런데 A, B 사이 ($\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$), C D 사이 ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$) 및 E, F 사이 ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$)는 pH가 거의 변하지 않는다. 이와같이 알칼리를 가해도 PH가 변화하기 어려운 용액을 완충작용이 강한 용액 또는 완충액이라 한다. 반대로 $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ (pH ≈ 13)의 용액에 강한 酸을 넣으면 F부터 A방향의 곡선이 된다.

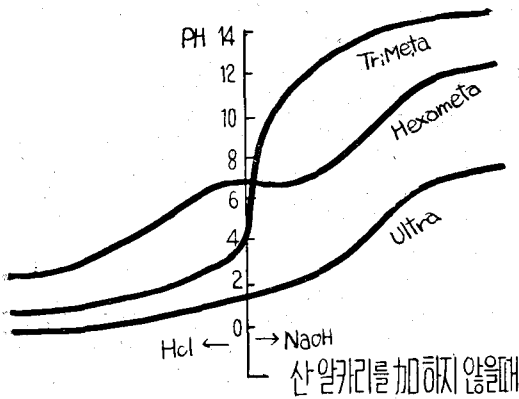
참고로 pH7 부근의 양호한 완충액을 조제하는 데는 보통 제 1 및 제 2 인산염 ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$ 가 이용된다)의 혼합용액이 사용되고 있다.

일반적으로 약한 산성을 나타내는 물질과 이鹽의 혼합물은 양호한 완충작용을 나타낸다.

축합인산염은 1분자중에 P-O-M⁺ (M⁺=금속 Ion K, Na 등)과 P-OH와 같은 基를 많이 所有하고 이들은 弱酸에 상당하는 부분과 이鹽에 상당하는 부분의 集合體로 生覺된다.

따라서 이의 수용액은 우수한 완충작용을 가지는 것이 많다.

다음 도표는 2~3개의 대표적인 축합인산염을 합성하고 (전부 Na 염) 이의 pH 적정 곡선을 구한 것이다.



(축합인산염의 pH 적정곡선)

쇄상의 Hexameta 인산염은 pH 4~5 및 9~11 부근에서 완충작용이 약하지만 다른 부분에서는 완충작용이 있다.

Ultra 인산염은 수용액은 산성으로 (pH ≈ 2.3) 있지만 낮은 pH 역(域) 및 6~9 부근에는 완충작용이 있다. 환상의 트리메타인산염은 전술한바와 같이 전부電離하여 얻는 基는 等價로 강산성적 성질을 가지고 전혀 완충작용이 인정되지 않고 있다.

모든 pH 영역에서 완전한 완충작용을 일으키는 것은 축합인산염에서는 얻기 힘들다. 따라서 특히 pH ≈ 4~5를 요할 때는 이 부분의 완충작용이 강한 타물질을, 예컨대 有機酸과 이의 鹽등을 併用하는 것이 바람직하다.

3. 水産加工에의 利用

水産物 단백질도 畜産加工에서와 같이 縮合磷酸鹽의 영향을 크게 받고 있다.

低濃度の 식염 (NaCl)은 魚肉의 myosin 용해도를 감소시키므로 축합인산염은 이런鹽에 의해 일어나는 어육단백질의 變性を 억제한다. 이러한 축합인산염의 단백질 변성 억제작용은 다음 두 가지 mechanism 중의 하나일 것이라는說이 지배적이다.

그 하나는 인산염이 단백질에 의해 직접 결합되어

단백질중의 極性 Group의 數를 증가 시켜준다는 것으로 이는 actomyosin에 의해 인산염이 결합되며 따라서 이의 용해도를 증가시켜 준다는 점으로 인정할 수 있고, 둘째는 인산염이 칼슘(Ca), 아연(Zn) 이온과 錯化合物을 이루면서 다시 極性 Group을 放出한다는 것이다. 그러나 後者は EDTA가 칼슘이나, 아연 이온과 強하게 결합하지만 식염에 의한 myosin의 변성을 억제하는 때는 아무효과가 없다는 사실로 보아 本紙面에서는 除外하려고 한다.

魚肉에 對한 축합인산염의 침투율은 인산염침투액의 농도에 정비례하게 되며, 어육煉製食品에서 어육단백질의 변성과 결합력 증가 사이에는 相關관계가 있다.

冷凍 및 解凍은 冷凍貯藏時間에 正比例하여 어육단백질의 변성을 증가시킨다. Fillets을 축합인산염으로 처리하면 鹽의 存在, 不存在下에서도 변성을 완전 저해시키지는 못하지만 어육의 脫水를 막아서 Fillets조직표면에서 단백질용 가용화하여 결합력을 부여한다. 다음에 이들 단백질은 Gel化하고 표면을 차단시켜 더 이상 肉汁의 손실을 막는다.

또한 酸素가 어육조직으로 확산되는 것을 막게 되는데 산소는 어육의 脂肪에 대하여 酸敗를 일으켜 어육단백질의 변성을 촉진시킨다.

축합인산염은 어육단백질의 변성을 방지하며 양질의 냉동 혹은 마쇄어육(Slimy)을 효과적으로 보존하고 水産加工食品에서 다음과 같은 효과를 나타내 준다고 보고 되고 있다.

1) 色の 保全効果(Preserving Color)

축합인산염은 원료어육이나 燒蒸한 어육의 色을 改良한다는 說은 여러사람에 의하여 研究확인되었다. Meyer氏에 의하면 어취후 가공하지 않고 보존된 청어의 소금물액에 축합인산염을 첨가하면 어육의 色이 크게 개량되는 것을 발견하였다고 한다. 또 Yamaga氏와 그의 공동연구팀에 의하면 어육에 각종 인산염, 구연산나트륨, 및 檸檬산나트륨을 주사했을 때 어육본래의 色이 -20°C에서 57일까지 유지되었다고 한다.

Sen 과 Lahiry 씨는 고등어에 MSP(제인산나트륨) 용액과 각종 보존제를 건조전에 처리하고 天日 건조시켰을때 어육이 퇴색 되는것을 감소시킬수 있었다고 하였다. 또 45% 水分까지 건조시킨 인산염 처리 어육에서는 어육표면의 곰팡이 증식도 방지되었으며 非處理 대조구는 같은 水分농도에서 많은 곰팡이가 증식되었다고 보고하였다. 蒸煮어육의 色 또한 비처리 대조구에 비해 훨씬 우수하였다고 한다.

2) 結着性 및 유연성 증대효과(Increasing Binding & Tenderness)

수산 연계식품, 예를들면 어육썰세지, 튀김, 등을 만드는 데는 축합인산염의 효과를 절대 도의시 할수 없다. 수산 연계식품에는 전분(Starch)이 이용되고 있지만 이는 증량제, 보강제로서 사용되는 부재료이며 연계식품의 탄력은 어육의 단백질에 의해 형성된다. 어육을 식염과 마쇄하면 즉과 같이되는 것은 어육의 주요 구성분인 myosin 계 단백질이 농후한 단백질용액을 만들기 때문이다.

이를 가열하면 Gel化하는 것은 섬유狀을 한 myosin 계의 단백질이 3차원적인 網目구조를 만들기 때문으로 이망목구조가 연계식품의 탄력 즉 「찰기」의 본체라고 한다.

이 탄력을 강하게 하는것 즉 연계식품의 탄력강화제에는 肉과 직접작용하는 탄력증강제와 간접으로 작용하는 탄력보강제로 분류되고 있다.

岡田氏は 탄력강화제를 다음과 같이 분류하고 있다.

- | | | |
|------------|---|---|
| 탄 력
증강제 | } | A) 어육단백질의 용해촉진제
알카리類 : NaOH, Na ₂ CO ₃ ,
NaHCO ₃ , 인산나트륨類
축합인산염類 : 피로인산나트륨,
트리폴리인산나트륨,
폴리인산나트륨, 메타인산
나트륨, 칼륨, 울트라인산
염, 헥사메타염. |
| | | B) 스펀지 구조강화제
염화칼슘, 브롬산칼륨(KBrO ₃)
증점제 : 진분, 식물성단백질
탄산칼슘, |
| 탄 력
강화제 | | 탄 력
보강제 |

위에서 보는 바와같이 축합인산염계는 연계식품의

결착력 증대 및 보수력이 우수하다는 결과는 이미 보고된지 오래며 축합인산염과 Mg 이온의 혼합제제는 단독으로 사용할때보다 튀김(가마보꼬)의 Jelly (제리) 강도를 높였으며 Ca 이온은 Jelly 강도를 저하시킨다는 것이 밝혀졌다고 한다.

장기간 냉동한 물고기는 좀처럼 좋은 마쇄어육(Slimy)이 될수 없다. 이는 물고기의 단백질이 변질하여 소금을 넣어도 용해하기 어렵게 되기 때문이다. 용해하기 어렵게되는 원인은 어육중에 유산균(乳酸菌)이 많아져서 pH를 低下시키기 때문으로 육단백질은 pH 5.5 부근에 있어서 용해하기 어렵고 pH 6.5~7.0에서 가장 잘 용해하며 또 pH 7.3이상이 되면 다시 용해하기 어렵게 된다.

즉 산성의 원료를 중성으로 돌이키는 것에 의하여 육단백질은 잘용해하고 찰기(점도)가 강한 연계식품이 될수 있다. 이를 위한 알카리약제로서 적당한 것은 제 3인산나트륨(TSP)이다.

그리고 탄력을 증가 시키는데는 鹽溶性단백질의 용해도를 증강하는 것으로 이 작용이 있는 축합인산염의 효과가 크다고 한다. 축합인산염은 鹽溶性단백질의 용해도를 증가시키고 그결과 어육연제품(가마보꼬)의 탄력을 증강하지만 효과 증대를 위한 약제의 사용량은 특히 주의할 필요가 있다. 헛되이 첨가량을 많이하면 연계식품에 있어서는 燒蒸하는 동안 해이성을 나타내어 제품의 가치를 손상한다. 인산염 사용량은 적은 쪽이 좋고 0.5%에서 효과는 거의 피크에 달한다고 한다.

연제품의 해이방지에는 축합인산염의 배합비를 변화한다던가 염화칼슘등을 첨가하는 등의 방법이 고려되고 있다.

또 축합인산염은 Glucose의 병용에 의한 舍糖연제품의 “Neto”(ネト) 현상을 방지하고 어육썰세지의 연화를 방지하는 등의 효과가 있다

3) 保水力 증대효과(Increasing Moisture Retention)

어육내부액(fluids)의 保持는 제품의 外觀 및 경제적 손실방지에 있어 아주 중요한 문제이다. 어육切

斷面, 예를들면 fillets 와 steak 의 표면은 끈끈한液 (Slimy liquid)을 방출하는데 특히 어육의 냉동시 혹은 해동시에 더욱 심하다. 냉동시키기전에 축합인산염을 처리하면 냉동어육의 해동시 또는 어육을 蒸 煮시에 일어나는 drip loss 를 크게 억제시키며 저장 중 外觀 및 組織에 큰 효과가 있다. 이러한 축합인산염의 drip loss 감소효과는 어디에 기인하는가? 이에대한 學者들간에는 서로 다른 說이 발표되었다.

즉 축합인산염이 표면단백질을 可溶化하여 Gel 을 형성하고 이 Gel 에 의해 효과적으로 fillet 내부의 fluid 의 이동을 차단하기 때문이라는 說과 축합인산염이 fillets 의 표면세포를 팽윤시켜 fluid 의 移動路를 차단하므로써 효과적으로 fluid 의 移動을 차단한다는 說이 있다. 하어간 축합인산염이 어육에 대한 保水力 증강효과로 인하여 Drip Loss 를 줄일수 있다는 사실에 대하여는 더이상 거론할 필요가 없다.

Effects of Salt and Sodium Tripolyphosphate on Thawing Drip of Haddock Fillets Frozen at 0°F for 43 Days

No.	Dip Solution No. 1	Dip Solution No. 2	Dip Time, minutes	Dip Uptake, %	Fish, pH	Thawing Drip, %	Added Phosphate, %	TBA
1	Water	—	4	2.4	6.6	5.3	—	0.27
2	Water	—	2	2.5	6.5	6.3	—	0.21
3	Water	—	1	1.6	6.6	5.1	—	0.26
4	4% NaCl	—	4	5.5	6.5	10.3	—	0.18
5	4% NaCl	—	2	5.2	6.5	8.7	—	0.26
6	4% NaCl	—	1	3.5	6.6	7.3	—	0.32
7	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	—	4	5.3	6.8	2.3	0.59	0.19
8	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	—	2	1.9	6.7	2.7	0.30	0.14
9	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	—	1	2.1	6.7	5.1	0.12	0.11
10	Water	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	2+2	4.8	6.8	1.8	0.44	0.24
11	Water	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	1+2	5.5	6.8	4.1	0.37	0.12
12	Water	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	1/2+2	6.2	6.9	2.6	0.33	0.18
13	4% NaCl	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	2+2	3.2	6.7	2.2	0.25	0.35
14	4% NaCl	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	1+2	6.0	6.7	2.9	0.45	0.19
15	4% NaCl	12.5% Na ₃ P ₃ O ₁₀	1/2+2	6.1	6.7	2.6	0.41	0.11

Source : Mahon, J.H. (Hagan Chemicals and Controls, Inc., now Calgon Corporation, a subsidiary of Merck & Co., Inc.), U.S. Patent 3,036,923. 1962; with permission.

明太 Fillet Block Drip Loss 방지제 비교 시험결과

製品別	區分	浸漬時間	磷含量 (p)%	溶解度	增量率 %	Drip 率 %	表面色澤	臭 氣	凍結中 減量 %	備考
Pescoplus-10 (독일제품)	5분	0.24	양호	12.21	0.71	양호	異臭없음	0.61	축합인산염의 합제	
	10분	0.26								
Hicaline(일본제품)	5분	0.24	양호	11.40	0.79	양호	異臭없음	0.63	상 등	
	10분	0.26								
Poly Gel SDC-K2 (국산제품 : 서도화학)	5분	0.24	양호	11.43	0.75	양호	異臭없음	0.62	상 등	
	10분	0.26								

참고 : ○ 칩지용액은 축합인산염 5%+소금 1%를 혼합한 용액임

○ 切水時間은 共히 20分으로 했음

○ 磷含量 % 即 磷價는 P(분자량 31)로 환산한 것임

○ FAO/WHO에서의 水産物中の 磷含量을 0.5% 以下를 要求하는 磷%는 P₂O₅가 아니고 純 P 를 말함

○ 本 Deta는 國産製品の 品質을 外製와 比較하기 爲한 국내유명회사의 各社作業場條件에서 行한 結果를 綜合한 平均値임을 밝히는다.

다음 Data 와 圖表는 축합인산염의 효과를 나타낸 것으로 위에서 설명한 내용을 확인할수 있는 資料들이다. 특히 明太 Fillet Block Drip Loss의 비교시험결과는 西獨製 Pescuplus-10과 日本製 Hicaline 및 國產製品(西都化學) poly 인산염 SDC-K-2를 국내 4개 전문 수산가공업체 실험의 종합평균 수치이다.

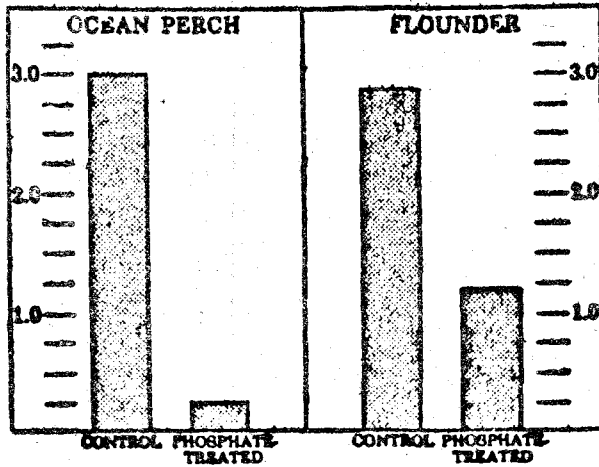


Fig. 1. Thawing weight loss of frozen fish fillets after 6 Months of Storage. (Source : Food Eng. 34(9) : 104. 1962.)

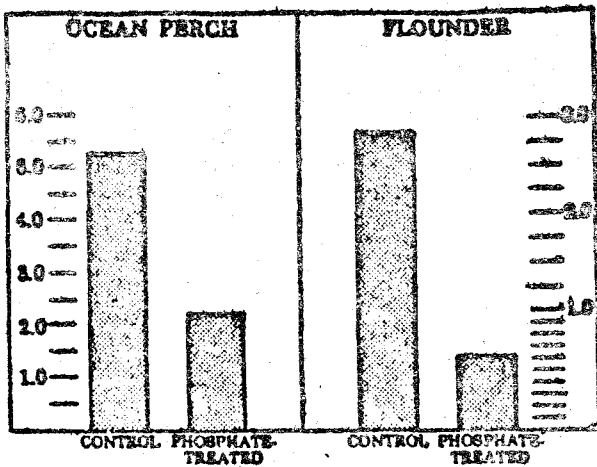


Fig. 2. Protein loss from frozen fish fillets on thawing after 6 Months of storage. (Source : Food Eng. 34(9) : 106, 1962.)

이상의 資料에서와 같이 어육의 증량효과는 결코 간과 할수없는 많은 경제성을 지니고 있다. 특히 수

산물의 원료비 비중이 70~80%를 차지하는 수산식품에서의 증량율이 10% 이상을 누릴수 있다는 것은 재론을 얹아도 독자여러분의 판단에 맡겨두고자 한다.

또 한가지 주지하고자하는 점은 "본자료 중에서 사용한 축합인산염은 단일제품을 표기하고 있다. 그러나 결코 단일제품으로는 소기의 목적을 달하기 어렵다는 사실이다. 국내제품과 비교 실험한 Pescuplus-10, Hicaline, Poly Gel SDC-K-2등은 모두 축합인산염의 복잡한 혼합제제를 잊어서는 아니된다".

Drip Loss 방지 효과는 pH에 기인하는 것이 아니라는 점과, 魚種에 따른 축합인산염 침지液의 濃도가 다르다는점, 아울러 결코 低質의 어육을 보다 좋게 하는것이 아니라는 점을 밝혀두고 싶다. 축합인산염은 또한 어육뿐만 아니라 기타 해산물에 있어서도 fluid 보지력을 증대시킨다는 점을 강조하고 싶다. 예를들어 일건(日乾)한 오징어는 건조전에 축합인산염용액에 침지하면 再水和時 본래의 外觀과 組織으로 복원되며 Table 32에서 보는바와 같이 병동가자미나 참새우에서는 Drip Loss 를 효과적으로 감소시킨다.

또한 게나 굴 類도 irradiation 전에 처리하면 역시 drip loss 를 감소시키며 가열전에 처리하면 계를 저장하는 동안 일어나는 탈수작용에 의한 固化를 감소 또는 지지할 수 있다. 알라스카產 투구게 통조림에서는 0.2-0.3%의 축합인산염 처리로 보수력을 증강시켜 결국 수율을 2% 이상 올릴수 있다고 한다.

Effect of Sodium Tripolyphosphate on Reduction of Thawing Drip of Various Seafoods

Fish Used	Controls, %	Tripolyphosphate-treated, %
Cod	3.2	0.1
Flounder	4.6	0.3
Haddock	4.0	0.1
Perch	7.0	0.7
Pollack	5.0	1.3
Scallops	5.0	0.8
Average	4.8	0.55

Source : Mahon, J.H., and Schneider, C.G., 1934, Food Technol. 18 : 117 : used with permission.

Effects of Different Polyphosphates on Drip Loss, Cooked Yield, and TBA Values of Poultry Meat

Chicken No.	No. 1 Dip Solution, 22hr	Dipped Weight, %	No. 2 Dip Solution	Dipped Weight %	Thawing Drip, %	Thawed Weight, %	Cooked Weight, %	TBA Value Cooked Ground Meat, 7days at 40°F	TBA Value Intact Cooked Breast, 14 days at 0°F
1A	Water	105.9	—	—	3.1	102.8	76.8	15.0	9.0
1B	6% hexameta ^a	105.3	—	—	1.0	101.3	76.1	8.4	0.4
2A	Water	105.9	—	—	4.1	102.3	77.0	14.0	8.1
2B	6% tripoly ^b	104.8	—	—	0.9	103.9	81.8	1.0	0.2
3A	Water	109.6	—	—	4.9	104.7	77.5	13.0	7.4
3B	3% N pyro ^c	106.4	—	—	2.0	104.4	81.1	2.6	0.3
4A	Water	106.0	—	—	3.9	102.1	68.8	15.0	7.5
4B	6% 50/50 N/A pyro ^d	105.5	—	—	1.5	104.0	75.0	1.5	0.2
5A	Water	107.5	Water(1/4hr)	107.5	5.9	101.6	71.8	13.0	6.6
5B	Water	106.0	15% tripoly (1/4hr)	105.4	1.5	103.9	78.0	4.2	0.3
6A	Water	109.0	Water(1hr)	109.9	6.3	103.6	73.5	13.0	6.3
6B	Water	107.0	15% tripoly (1hr)	106.3	1.6	104.7	77.7	1.5	0.2

Source : Mahon, J.H. (Calgon Corporation), U.S. Patent 3,104,170,1963, reprinted with permission.

^a(NaPO₃)₆

^bNa₃P₃O₁₀

^cNa₄P₂O₇, practical saturation at 40°F

^d3%Na₄P₂O₇, 3% Na₂H₂P₂O₇

4) 풍미개량효과(Improving Flavor)

해산물(海産物)의 풍미 또한 축합인산염처리로 개량시킬수 있다. 5'-nucleotide를加水分解하는酵素는 축합인산염에 의해 크게 저해되며 따라서 효과적인 풍미증강제인 5'-nucleotides를 분해하는 효소를 이축합인산염이 不活性化 시켜풍미를 개량시킬수가 있다고 한다.

또한 어육중의 脂肪의 酸敗로 인한 酸敗냄새 또한 축합인산염에 의해 방지할 수 있다. 생선, 소고기, 돼지고기, 닭고기 등의 산패냄새 감지한도는 TBA 값으로 0.5-1.0이다(TBA=Thio Barbituric Acid) 다음 Table 28에서 보는 바와같이 축합인산염 처리로 TBA 값이 저하되는 것을 알수 있다.

蒸蒸日上어육에서의 脂肪은 蒸蒸日上後 즉시 산화하기 시작한다. 물론 어육에 산소공급을 제한하고 병동시켜 산패를 지연시킬 수는 있지만 가장 효과적인 방법은 축합인산염의 처리에 의한 산소공급의 차단이다.

5) 미생물에 의한 부패방지 효과

(Preventing Microbiological Spoilage)

미생물에 의한 부패를 방지하는 것 또한 어육가공에서 중요한 문제이다. 예로부터 소금에 절여 장기간 보존을 도모하는 방법이 있었으며 근래는 항생제를 포함한 보존제에 의해 부패를 방지하게 되었다. 그러나 소금에 강한 耐鹽性 微生物의 부패문제가 있으며 보존제의 사용 또한 그 기준이 엄격하여 이에 대한 연구는 급후에도 커다란 과제이며 연구 또한 활발하다.

대체로 축합인산염의 효과는 다음 두가지면에서 방부효과를 볼수 있다.

첫째로 미생물의 성장을 저해한다는 점과 둘째는 항생제를 포함한 기타 보존제와의 병용에 의하여 상승효과를 가져온다는 점이다.

後者の 경우 항생제가 Fe 나 Ca 등 금속이온에 의해 크게 不活性化되는데 이를 축합인산염이 효과적

으로 제거하고 금속이온단을 不活性化할 수 있기 때문으로 생각된다고 보고되고 있다.

6) 스트라바이트의 방지(Preventing Struvite Crystals)

게, 새우, 오징어, 연어, 고등어, 다랑어 등의 수산통조림에는 자주 Struvite라 칭하는 Glass狀(유리狀)의 結晶이 生成된다. 이는 어육중에 함유되어 있는 Mg, P 그리고 Protein의 열분해에 의해 생기는 NH₃(암모니아) 등의 성분으로부터 생성된 인산암모니움마그네슘(MgNH₄PO₄ · 6H₂O)의 結晶이라고 한다. 이것은 人體에는 無害하지만 통조림내에 生成되면 감촉이 나쁘며 상품가치를 떨어뜨려 경제성이 문제된다. 이 Struvite문제에서도 절술한 바와같이 Mg⁺⁺이온을 불활성화하여 착염형성을 억제하는 作用이 바로 축합인산염의 특성인 것이다.

이상이 축합인산염의 水産加工에의 利用면을 간략

하게 써보았다. 끝맺음에 앞서 부언하고자 함은 수산물통조림에서도 Fillets와 동일한 증량효과와 관취등을 없애주는 작용이 있으며 변색방지등 6개항에 달하는 효과를 가지고 있음을 주지해 두고자 한다.

한편 “축합인산염이라 칭한 인산염은 水産제품의 種類 原料배합비율, 魚種등을 고려하여 각종 축합인산염類를 이상적으로 혼합 내지는 이차 반응을 통한 적성에 맞는 인산염이라는 점을 깊이 기억해 두기 바란다.

항간에 축합인산염이라하면 모든 제품이 同一視하는 경향이 있는데 이는 결코 바람직 하지 못한 일이며 제품이 저장되고 유통과정에서 문제점이 발생할 것이 틀림없으리라 생각된다.

제한된 지면이라 보다 많은 자료를 제공하지 못하였음을 송구스럽게 여기면서 차호에는 농산, 기타 식품일반에 관한 내용을 발표하고자 하는 바이다.

(다음호 계속)



○ 글루시드 : 사카린의 別名이다.

○ 글리시린 : 콩속의 단백질 · 글로불린에 속하며 식물성 단백질중 가장

우수한 영양가를 가지고 있다.

○ 나이아시틴 : 비타민B의 일종인 니코틴산은 어떤 식품속에서도 나이아시틴(一部結合型)으로 존재한다. 나이아시틴은 가수분해 되지않고는 인체 및 박테리아에 이용되지 않는다.

○ 蛋白乳 : 일부 크림을 건

저낸 유산밀크에 Milk Curd를 가입하였기 때문에 보통우유보다 지방 함량이 적고 단백질량이 많은 식품이다.

소하가 용이하기때문에 소화 불량일 경우에 도섭취를 허용할 수 있다.

○ 라디시메이션 : 증식할 수 있는 芽胞非形成菌의 수를 검출량 이하로 감소시키는데 충분한 線量으로 照射하는 식품의 처리를 말한다.

○ 로날락 : 나트륨을 함유치 않은 밀크 제품의 상품명이다.

○ 마그마 : 蔗糖의 精製중에 생기는 蔗糖의 結晶과 시럽의 혼합물이다.

○ 粉糖 : 분말이된 蔗糖을

말한다.

○ 셀룰로우스 : 식물의 支持 조직이 세포를 형성하는 多糖類다.

동물에는 존재하지 않으며 글루코오스 單位가 長鎖를 이루고 있다. 사람이나 單胃동물에서는 소화되지 않지만腸이 작용하는데 알맞는 부피를 제공한다.

○ 소오테 : 갈색화되지 않도록 뜨거운 지방속에서 가법제 튀긴것을 말한다.

○ 스키퍼노그 : 머스커딘인 Musadine 종의 포도로 가장 널리 제베되고 있는 품종의 명칭이다.

후식용보다는 포도주용으로 사용된다.