

# 食品添加物에 관한 研究. 縮合인산鹽이 食品保存料의 作用에 미치는 影響

文 範 洙

國立保健研究院

(Received November 20, 1976)

Beum Soo Moon (*National Institute of Health, Seoul*): Studies on the Food Additives. Effects of Condensates of Phosphates on the Preservative Activity of the Food Preservatives

**Abstract**—The effect of condensates of phosphates on the preservative activity of the food additives, using eight microorganisms, has been studied by the agar dilution method.

It was found that condensates of phosphates increased the food preserving action of almost all of preservatives and they acted as a synergist for the action of almost all of preservatives. Disodium dihydrogen propphosphate acted as the strongest synergist in the experiment. But sodium pyrophosphate anhydrous, sodium polyphosphate, sodium tripolyphosphate and sodium hexametaphosphate acted as a inhibitor for action of some preservatives on some organisms. The preservatives were sodium dehydroacetate (DHA), potassium sorbate and  $\text{NaNO}_2$  etc. The action of sodium metaphosphate on the preservatives produced a mean difference by their origins. It was supposed that such a difference was produced by the difference of amount of impurities that were contained in sodium metaphosphate. It was also supposed that the dose of the preservatives could be reduced by addition of condensates of phosphates, acting as a synergist for the action of almost all of the preservatives.

縮合인산鹽은 食品의 製造過程에 있어서 結着劑로서 許可되어 있는 食品添加物이며 一名 重縮合인산鹽이라고도 한다. 食品衛生法上 許可되어 있는 品目으로는 피로인산의 소듐鹽 및 포타슘鹽, 酸性피로인산소듐鹽, 폴리인산의 소듐鹽 및 포타슘鹽, 메타인산의 소듐鹽 및 포타슘鹽 등이 있다<sup>1)</sup>.

縮合인산鹽은 金屬이온封鎖, 分散, 緩衝, 結晶生成防止, 防蝕浸透 등의 作用이 있는 것으로

알려져 있으며, 細菌의 發育에 對해서도 影響을 미친다고 한다.

細菌의 發育에 미치는 影響에 對하여 McCarthy<sup>2)</sup>는 縮合인산鹽이 天然水의 細菌繁殖을 促進한다고 報告하였고, Hyatt<sup>3)</sup>는 *B. megatesium* QMB의 發育에  $Mn^{2+}$ 와 縮合인산鹽이 必要함을 認定하였고, 堂本<sup>4)</sup> 등은 縮合인산鹽이 된장의 熟成을 促進함을 報告하여 縮合인산鹽이 細菌의 發育을 促進함을 밝혔으며 反對로 金礦<sup>5)</sup>은 縮合인산鹽의 1種인 피로인산鹽이 魚肉소오세이지 軟化細菌의 發育을 抑制한다고 報告하였고 幸保<sup>6)</sup>은 폴리인산鹽이 *E. coli*에 對한 呼吸抑制를, 梅田等<sup>7)</sup>은 縮合인산鹽(칼콘)의 酵母發育抑制를 各各 報告하여 縮合인산鹽에 發育抑制作用이 있음을 밝힌바 있다. 한편 宇野等<sup>8)</sup>은 魚肉의 鮮度維持에 對한 chlortetracycline의 防腐力을 縮合인산鹽이 增強함을 報告하였고 小澤等<sup>9,10)</sup>은 oxine系化合物이 피로인산鹽과 共存下에 그 抗菌力이 增加함을 認定하였으며 또 各種 抗菌劑에 對한 피로인산鹽 및 縮合인산鹽 混合劑의 作用이 抗菌劑의 種類에 따라 增強效果가 없거나 或은 作用이 低下되는 것도 있으나 大部分은 增強效果를 갖는 것을 濾紙平板法에 依한 細菌發育阻止圓測定과 *in vitro*의 細菌發育阻止最小濃度測定法에 依해서 밝힌 바 있다.

縮合인산鹽은 化學的으로 ortho 磷酸鹽의 脫水縮合型으로서 그 種類에 따라서 構造가 다르며<sup>11)</sup> 同一한 種類라도 그 重合度에 若干의 差異가 있어서 大概是 重合度가 조금씩 다른 것들의 混合物인 것이 普通이며<sup>12)</sup> 이러한 것들이 그 作用에 影響을 미칠 것으로 생각된다.

著者는 이러한 點에 着眼하는 한편 最近 食品添加物 特히 保存料에 對한 毒性的의 再檢討 또는 低毒性化合物의 開發이 要望되고 있는 實情에 비추어서 現在 使用되고 있는 食品保存料의 使用量을 減少하는 方法을 模索하고자 縮合인산鹽의 重合度의 差異에 따른 保存料 등의 作用에 미치는 影響을 檢討하여 若干의 知見을 얻었기에 報告한다.

## 實 驗

實驗材料—供用菌株는 國立保健研究院에서 抗生物質, 消毒劑 및 保存料 등의 試驗에 使用하는 安定性있는 菌株를 各各 다음과 같은 濃度로 調製하여 使用하였고 培地는 Difco製 antibiotic medium No. 2를 使用하였다.

*Salmonella paratyphi* A:  $1.0 \times 10^9$ /ml, *S. paratyphi* B:  $1.0 \times 10^9$ /ml,  
*Escherichia coli*. NIH J:  $1.0 \times 10^9$ /ml, *Bacillus subtilis*, ATCC 6633:  $1.2 \times 10^9$ /ml,  
*B. cereus*, ATCC 11778:  $1.2 \times 10^9$ /ml, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-P:  
 $2.7 \times 10^9$ /ml, *Sarcina lutea*, ATCC 9341:  $5.8 \times 10^9$ /ml, *Saccharomyces cerevisiae*,  
 ATCC 9763:  $3.2 \times 10^9$ /ml.

供用縮合인산鹽으로는 sodium pyrophosphate anhydrous:  $Na_4P_2O_7$ , disodium dihydrogen pyrophosphate:  $Na_2H_2P_2O_7$ , sodium hexametaphosphate:  $(NaPO_3)_n \cdot H_2O$  ( $n=3 \sim 50$ ) 및 sodium metaphosphate B:  $(NaPO_3)_n$ ,  $P_2O_5$  함량 68.6%는 試藥特級을 各各 使用하였고 sodium metaphosphate A:  $P_2O_5$  함량 65.4%, sodium tripolyphosphate:  $Na_5P_3O_{10}$  및 sodium polyphosphate:  $Na_{n+2}P_nO_{3n+1}$ 는 食品添加物 公典規格品을 各各 使用하였다.

供用保存料는 benzoic acid, butyl-*p*-hydroxybenzoate, sodium dehydroacetate, potassium sorbate 및 sodium nitrite 은 E. Merck製 試藥特級을 使用하였고 AF<sub>2</sub>: 2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl) acrylamide 는 日本 上野製藥製品인 食品添加物 公典規格品을 使用하였다.

實驗溶液의 調製—培地에 混合하는 縮合인산鹽溶液의 調製에는 滅菌蒸溜水를 使用하였고 保

存料溶液의 調製에는 potassium sorbate, sodium dehydroacetate 및 sodium nitrite 는 滅菌蒸溜水를 使用하였으며, benzoic acid, butyl *p*-hydroxybenzoate 및 AF<sub>2</sub> 는 99.5% ethanol 을 使用하였다.

操 作—本 實驗은 Agar dilution method<sup>13)</sup>에 依하였다. Antibiotic medium No. 2, 25.5 g 을 滅菌蒸溜水 1000 ml에 溶解하여 pH 7.0으로 調整하고 高壓滅菌(121° 20分間)한 다음 約 48°로 된 培地에 所定濃度가 되게 縮合인산鹽 또는 保存料를 混合하고 無菌의으로 petri dish에 18~20 ml씩 分注하여 寒天平板을 만들고 各 供用菌株液을 3 mm 白金耳로 接種하여 35~37°의 孵卵品內에서 18~24時間 培養한 다음, 菌의 集落 有無를 觀察하여 判定하였다.

### 結果 및 考察

縮合인산鹽의 有效濃度 決定—縮合인산鹽의 添加濃度를 決定하기 위하여 各 縮合인산鹽의 濃度를 1000 mg%부터 0.5 mg%까지의 8段階에 對하여 檢討한 結果 다음 Table I과 같았다. 여기서 보는 바와 같이 細菌發育阻止의 最小濃度(MIC)는 縮合인산鹽에 있어서는 大體의으로 500 mg%~1000 mg%이었다. 이러한 成績에 따라서 以後의 實驗에서는 縮合인산鹽의 添加濃度를 1000 mg%에서 100 mg%까지의 4段階로 選擇하였다.

保存料의 有效濃度 決定—各 保存料의 供用菌株에 對한 有效濃度를 測定하여 實驗에서의 添加物을 決定하기 위해서 各 保存料의 使用基準 및 有效量等を 參酌하여<sup>14)</sup> benzoic acid와 butyl *p*-hydroxybenzoate 는 各各 50 mg%부터 0.005 mg%까지, sodium dehydroacetate(sodium DHA)와 sodium nitrite(NaNO<sub>2</sub>)는 各各 500 mg%부터 0.05 mg%까지, potassium sorbate 는 1000 mg%부터 0.1 mg%까지, AF<sub>2</sub> 는 500 γ%부터 0.05 γ%까지의 8段階에 對하여 各各 檢討한 結果는 다음 Table II와 같았다.

여기서 보는 바와 같이 細菌發育阻止의 最小濃度를 나타내는 各保存料의 濃度는 benzoic acid 는 25 mg%, butyl *p*-hydroxybenzoate 는 10 mg%, sodium DHA 와 NaNO<sub>2</sub> 는 各各 500 mg%, potassium sorbate 는 1000 mg%, AF<sub>2</sub> 는 100 γ%로서 NaNO<sub>2</sub> 가 potassium sorbate에 比하여 오히려 作用이 強하게 나타났다. 이와같은 成績에 따라서 以後의 實驗에서는 各 保存料의 添加濃度를 benzoic acid 는 50 mg%부터 5 mg%까지, butyl *p*-hydroxybenzoate 는 10 mg%부터 0.5

Table I—Minimum inhibitory concentration of condensates of phosphates (mg%)

Strain	C.P.	Sod. pyrophos. anhydro.	Disod. dihydro. pyrophosphate	Sod. hexame. taphosphate	Sod. meta-phosphate A	Sod. meta-phosphate B	Sod. tripoly phosate	Sod. poly-phosphate
<i>S. paratyphi A</i>		500	1000	500	500	1000<	500	500
<i>S. paratyphi B</i>		500	1000	500	1000	1000	500	500
<i>E. coli.</i>		1000	1000	1000<	1000<	1000<	500	500
<i>B. subtilis</i>		500	500	500	500	500	500	1000
<i>B. cereus</i>		1000	1000	500	1000	500	1000	1000
<i>Staphy. aureus</i>		500	500	500	1000	500	900	500
<i>Sarcina lutea</i>		500	500	500	500	500	500	500
<i>Sacchar. cerevisiae</i>		1000	1000	500	500	500	500	500

Table II—Minimum inhibitory concentration of chemical preservatives(mg%)

Preservative Strain	Benzoic acid	Butyl p-hydroxy benzoate	Sod. DHA	Pot. sorbate	Sod. nitrite	AF <sub>2</sub> (%)
<i>S. paratyphi A</i>	25	10	250	1000	500	100
<i>S. paratyphi B</i>	25	25	500	200	500	100
<i>E. coli</i>	25	25	500	1000	500	100
<i>B. subtilis</i>	25	10	500<	1000	500	100
<i>B. cereus</i>	25	10	500<	1000	500<	250
<i>Staphy. aureus.</i>	25	10	250	1000	500	100
<i>Sarcina lutea</i>	25	10	250	1000<	500<	100
<i>Sacchar. cerevisiae</i>	25	10	250	1000	500	100

mg%까지, sodium DHA 와 NaNO<sub>2</sub>는 各各 500 mg%부터 50 mg%까지, potassium sorbate는 1000 mg%부터 100 mg%까지, AF<sub>2</sub>는 100 r%부터 5 r%까지의 各各 4段階를 選擇하였다.

**縮合인산鹽이 保存料의 作用에 미치는 影響—Benzoic acid:** Table I 및 II의 實驗成績에 따라서 決定한 benzoic acid의 各 段階別 濃도에 各 縮合인산鹽을 段階濃度別로 添加하여 上記 實驗方法에 따라서 benzoic acid의 細菌發育 抑制作用에 미치는 影響에 對하여 檢討한 結果 Table III과 같은 成績을 얻었다.

benzoic acid의 MIC는 25 mg%인데 縮合인산鹽을 添加하면 10 mg%에서도 細菌의 發育抑制作用을 나타냄으로서 相乘作用을 보였다. 即 benzoic acid의 濃도가 10 mg%일 때 縮合인산鹽의 500 mg% 以上の 添加에 依해서 sodium metaphosphate B와 sodium tripolyphosphate를 除外한 모든 縮合인산鹽이 全供用菌株의 發育을 抑制하였고 sodium metaphosphate B는 500 mg%에서 *Staph. aureus*와 *Sacchar. cerevisiae*를 除外한 다른 모든 菌株의 發育을 抑制하였으며, sodium tripolyphosphate는 100 mg%에서 *B. cereus*를 除外한 모든 菌株을, 500 mg%에서는 *B. subtilis* 및 *Sacchar. cerevisiae*의 發育을 抑制하였다. 200 mg%의 添加에 依해서는 sodium pyrophosphate anhydrous, disodium dihydrogen pyrophosphate 및 sodium hexametaphosphate의 3種이 全供用菌株의 發育을 抑制하였고, sodium metaphosphate A는 *E. coli* 및 *Sacchar. cerevisiae*를 除外한 다른 供用菌株의 發育을 모두 抑制하였으며, sodium metaphosphate B는 *B. subtilis* 및 *B. cereus*에 對해서만 發育을 抑制하였고 sodium tripolyphosphate 및 sodium polyphosphate는 各各 *B. subtilis*의 發育만을 抑制하였을 뿐 그 나머지 菌株의 發育은 抑制하지 않았다.

benzoic acid의 濃도가 5 mg%일 때에는 縮合인산鹽의 500 mg% 以上の 添加에 依해서 sodium pyrophosphate anhydrous, disodium dihydrogen pyrophosphate, sodium hexametaphosphate 및 sodium metaphosphate A는 全供用菌株에 對해서 發育을 抑制하였고 sodium polyphosphate는 *B. subtilis*를 除外한 나머지 7種의 供用菌株의 發育을 抑制하였으며 sodium metaphosphate B는 *Staph. aureus* 및 *Sacchar. cerevisiae*를 除外한 6種의 供用菌株에 對하여, sodium tripolyphosphate는 *B. subtilis*를 除外한 7種의 供用菌株에 對하여 各各 發育을 抑制하였다.

또 縮合인산鹽의 200 mg%의 添加에 依해서는 benzoic acid의 濃도가 10 mg%인 경우에 比

Table III-Effect of condensates of phosphates on preservative activity of benzoic acid

C.P.*		Sod. pyrophosphate anhydrous							Disod. dihydro. pyrophosphate							Sod. hexameta-phosphate							Sod. meta-phosphate A										
B.A.	strain	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
	C.P.																																
10	mg% 1000																																
	500																																
	200																																
	100		+		+	+		+			+			+				+	+			+		+		+	+			+		+	
5	1000																																
	500																																
	200	+	+					+	+	+	+			+			+					+			+					+		+	
	100	+	+	+				+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Sod. meta-phosphate B							Sod. tripoly-phosphate							Sod. poly-phosphate																	
B.A.	strain	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8								
	C.P.																																
10	1000																																
	500																																
	200	+	+	+				+	+	+	+	+			+	+	+	+			+	+	+	+									
	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
5	1000																																
	500																																
	200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										

Strain; 1. *S. paratyphi A*                      2. *S. paratyphi B*                      \* C.P.: Condensate of phosphate  
 3. *E. coli*    4. *B. subtilis*  
 5. *B. cereus*    6. *Staph. aureus*  
 7. *Sarcina lutea*                                    8. *Saccharomyces cerevisiae*

하여 大體的으로 發育抑制作用이 低下되었으나 全供用菌株의 發育을 抑制하는 縮合인산鹽은 하나도 없었다.

sodium pyrophosphate 및 sodium hexametaphosphate는 各各 5種의 供用菌株을 抑制하였고 sodium metaphosphate A 및 disodium dihydrogen pyrophosphate는 各各 4種의 供用菌株을 抑制할 수 있었으나 sodium metaphosphate B 및 sodium tripolyphosphate는 各各 *B. subtilis* 만을 抑制하였고 sodium polyphosphate는 全供用菌株의 發育을 抑制하지 못하였다.

또 縮合인산鹽의 添加濃度가 100 mg% 인 경우에는 benzoic acid의 濃度가 10 mg% 이거나 5 mg% 이거나 다찬가지로 大部分의 縮合인산鹽이 benzoic acid의 作用에 影響을 미치지 못하였다.

이러한 實驗結果를 Table I의 成績에 의해서 얻은 縮合인산鹽의 各 供用菌株에 對한 有效濃度를 考慮에 넣고 살펴볼 때에는 sodium tripolyphosphate가 *B. subtilis*와 *Saccharomyces cerevisiae*를 除外한 다른 供用菌株에 對한 benzoic acid의 作用을 低下시켰고 sodium metaphosphate B가 *Staph. aureus*와 *Sacchar. cerevisiae*에 對한 Benzoic acid의 作用을 低下시킨 것 같으나

Table IV—Effect of condensates of phosphates on preservative activity of butyl *p*-hydroxybenzoate

B.P. O.B.	C.P.		Sod. pyrophosph. anhydrous	Disod. dihydro. pyrophosphate	Sod. hexameta-phosphate	Sod. meta-phosphate A	Sod. meta-phosphate B	Sod. tripoly-phosphate	Sod. poly-phosphate
	mg%	Strain c.p.							
10	mg%	1000							
		500							
		200							
		100							
5	mg%	1000							
		500	+						
		200	++	++					
		100	+++	+++	+				
2.5	mg%	1000							
		500	+						
		200	++	++					
		100	+++	+++	+				
0.5	mg%	1000							
		500	+						
		200	++	++					
		100	+++	+++	+				

Strain: 1. *S. paratyphi* A      2. *S. paratyphi* B      3. *E. coli*      4. *B. subtilis*  
 5. *B. cereus*                      6. *Staph. aureus*                      7. *Sarcina lutea*      8. *Sacchar. cerevisiae*

綜合的으로 보아서 縮合인산鹽은 benzoic acid의 細菌發育抑制作用을 大體的으로 增強시켰으며 sodinm tripolyphosphate와 sodium metaphosphate B를 除外하고는 500 mg%의 添加에 依해서 benzoic acid의 使用濃度를 5 mg%까지 低下시킬 수 있고 sodium pyrophosphate anhydrous, disodium dihydrogen pyrophosphate 및 sodium hexametaphosphate는 各各 200 mg%의 添加로 benzoic acid의 使用濃度를 10 mg%까지 低下시킬 수 있음을 나타냈다.

**Butyl p-hydroxybenzoate:** Table I 및 II의 實驗成績에 따라서 決定한 butyl p-hydroxybenzoate의 各 段階別濃度에 各 縮合인산鹽을 段階濃度別로 添加하여 butyl p-hydroxybenzoate의 細菌發育抑制作用에 미치는 縮合인산鹽의 影響에 對해서 檢討한 結果는 Table IV와 같다.

Table II에서 보는 바와 같이 縮合인산鹽을 添加하지 않을 경우에는 butyl p-hydroxybenzoate의 作用은 菌株에 따라서 差異가 있어서 *E. coli*와 *S. paratyphi* B는 butyl p-hydroxybenzoate의 濃도가 10 mg%인 때에도 發育되나 그 以外의 供用菌株은 5 mg% 以下에서만 發育하고 10 mg%에서는 發育이 抑制되었다.

그러나 butyl p-hydroxybenzoate에 縮合인산鹽을 添加할 경우에는 Table IV에서 보는 바와 같이 butyl p-hydroxybenzoate의 濃도가 10 mg%이면 縮合인산鹽은 그 有效濃度인 500 mg%보다 낮은 濃度에서도 全供用菌株의 發育을 抑制하며 特히 butyl p-hydroxybenzoate의 *S. paratyphi* B와 *E. coli*에 對한 發育抑制作用을 增強시켰다.

butyl p-hydroxybenzoate의 濃도가 5 mg%인 때에는 縮合인산鹽은 어느 것이나 100 mg%에서 全供用菌株의 發育을 抑制하였고, 500 mg%에서 sodium pyrophosphate와 disodium dihydrogen pyrophosphate를 除外한 5種의 縮合인산鹽이 全供用菌株의 發育을 抑制하였으며 sodium pyrophosphate anhydrous는 *B. cereus*를 除外한 7種의 供用菌株에 對해서, disodium dihydrogen pyrophosphate는 *S. paratyphi* B 및 *E. coli*를 除外한 6種의 供用菌株에 對해서 發育을 抑制하여서 butyl p-hydroxybenzoate의 濃도가 5 mg%인 때에는 500 mg%의 縮合인산鹽의 添加에 依해서 細菌의 發育이 抑制되는 效果를 나타냈다.

또 縮合인산鹽 200 mg%를 添加할 때에는 8種의 全供用菌株의 發育을 抑制하는 縮合인산鹽은 하나도 없었다. 即 sodium hexametaphosphate와 sodium metaphosphate B가 各各 2種, sodium tripolyphosphate가 3種, sodium metaphosphate A와 sodium polyphosphate가 各各 4種의 供用菌株의 發育을 抑制하지 못하였다. 또 100 mg%의 縮合인산鹽을 添加할 경우에는 butyl p-hydroxybenzoate의 發育抑制作用은 더욱 떨어져서 大概 2~3種의 菌株을 抑制하였으며 sodium pyrophosphate anhydrous는 *Sacchar. cerevisiae*만을 抑制할 뿐이었다.

butyl p-hydroxybenzoate의 濃도가 2.5 mg%인 때에는 大略 5 mg%의 경우와 비슷하여서 500 mg% 以上の 縮合인산鹽의 添加에 依하여 *E. coli*만 除外하고 大部分의 供用菌株의 發育이 抑制되었으며 縮合인산鹽의 添加濃도가 200 mg% 및 100 mg%인 경우에도 大略 butyl p-hydroxybenzoate의 濃도가 5 mg%일 때와 비슷한 傾向을 나타냈다. 그러나 發育抑制된 供用菌株의 數가 5 mg%인 때에 比하여 2.5 mg%인 때에는 더욱 더 減少하는 現象을 나타냈다.

butyl p-hydroxybenzoate의 濃도가 0.5 mg%인 때에도 5 mg%나 2.5 mg%인 때와 大略 비슷한 傾向을 보였으나 發育抑制되는 供用菌株의 數는 더욱 減少되어서 100 mg%의 縮合인산鹽의 添加에 依해서는 全供用菌株이 抑制되지 않았다.

이러한 結果를 綜合하여 볼 때 縮合인산鹽은 butyl p-hydroxybenzoate의 細菌發育抑制作用을 大體的으로 增強시켰으며 disodium dihydrogen pyrophosphate를 除外하고는 縮合인산鹽이 그 500 mg% 添加에 依하여 butyl p-hydroxybenzoate의 濃도를 2.5 mg%까지 減少시킬 수 있다.

disodium dihydrogen pyrophosphate는 1000 mg%의 濃度の 添加에 依하여 5 mg%의 butyl *p*-hydroxybenzoate의 全供用菌株에 對한 發育抑制를 可能하게 할 수 있어서 가장 影響이 적었다.

**Sodium dehydroacetate (Sodium DHA):** Table I 및 II의 實驗成績에 따라서 決定한 sodium DHA의 各段階別 濃도에 各 縮合인산鹽의 各段階別 濃度を 添加하여 sodium DHA의 細菌發育抑制作用에 미치는 縮合인산鹽의 影響에 對하여 檢討한 結果는 Table V와 같다.

Sodium DHA는 縮合인산鹽을 添加하지 않을 경우 *B. subtilis*와 *B. cereus*에 對해서는 500 mg%의 濃度에서 發育을 抑制하지 않았고, *S. paratyphi* B와 *E. coli*에 對해서는 250 mg%에서 發育을 抑制하지 않았으며 *S. paratyphi* A, *Staphy. aureus* 및 *Sacchar. cerevisiae*에 對해서는 100 mg%에서 또 *Sarcina lutea*에 對해서는 50 mg%에서 發育을 抑制하지 않아서 菌株에 따른 作用의 差異가 比較的 甚하였다.

또 縮合인산鹽을 添加할 경우는 Table V에서 보는 바와 같이 縮合인산鹽을 添加하지 않을 때에 比하여 sodium DHA의 作用을 오히려 低下시키는 경우가 比較的 많았다. 即 sodium DHA의 濃도가 500 mg%인때 *S. paratyphi* B와 *E. coli*는 縮合인산鹽의 添加없이 發育이 抑制되던 것이 sodium pyrophosphate anhydrous 및 sodium polyphosphate를 各各 100 mg% 및 200 mg% 添加할 때는 오히려 發育이 抑制되지 않았고 250 mg%인 때 *S. paratyphi* A 및 *Sarcina lutea*는 縮合인산鹽을 添加하지 않으면 發育이 抑制되었으나 sodium pyrophosphate anhydrous 200 mg%를 添加하면 역시 發育이 抑制되지 않았다. 이와같은 예는 *S. paratyphi* A, *Staphy. aureus*, *Sarcina lutea* 및 *Sacchar. cerevisiae*에 對하여 sodium pyrophosphate anhydrous 100 mg%를 添加할 때 *Staphylococcus aureus*에 對하여 sodium tripolyphosphate 100 mg%를 添加할 때 *S. paratyphi* A, *Sarcina lutea* 및 *Sacchar. cerevisiae*에 對하여 sodium polyphosphate 100 mg%를 添加할 때에도 볼 수 있으며 또한 sodium DHA의 濃도가 100 mg%인 때 *Sarcina lutea*에 對하여 sodium pyrophosphate anhydrous 및 sodium polyphosphate를 各各 200 mg% 또는 100 mg% 添加할 때에도 볼 수 있다.

그러나 위에서 指摘한 것 以外에는 大部分의 縮合인산鹽이 sodium DHA의 作用을 增強하였으며 sodium DHA의 濃도가 500 mg%인때 disodium dihydrogen pyrophosphate, sodium hexametaphosphate, sodium metaphosphate A 및 B, sodium tripolyphosphate 등은 100mg%~1000 mg%의 添加濃度에서 全供用菌株의 發育을 抑制하였고 sodium DHA의 濃도가 250 mg%인 때 disodium dihydrogen pyrophosphate, sodium hexametaphosphate, sodium metaphosphate A 및 B 등은 200 mg%의 添加濃度에서 역시 全供用菌株의 發育을 모두 抑制하였으며, 100 mg의 添加濃度에서는 *E. coli*만을 除外한 7種의 供用菌株의 發育을 抑制하였다. 또 sodium DHA의 濃도가 100 mg%인 때 sodium pyrophosphate anhyd. 以外의 모든 縮合인산鹽은 500 mg%의 添加濃度에서 모든 供用菌株의 發育을 抑制하였고 200 mg%의 添加濃度에서는 disodium dihydrogen pyrophosphate와 sodium metaphosphate A 및 B가 全供用菌株의 發育을 抑制하였으며 100 mg%의 添加濃度에서는 disodium dihydrogen pyrophosphate가 全供用菌株의 發育을 抑制하였다.

sodium DHA의 濃도가 50 mg%인 때는 縮合인산鹽의 添加效果가 大體的으로 100 mg%인 때와 비슷하여 縮合인산鹽의 添加濃도가 500 mg%에서는 꼭 같았으나 200 mg%와 100 mg%의 添加濃度에서는 若干 效果가 低下되었다.

이러한 結果로 보아서 sodium pyrophosphate anhydrous를 除外한 다른 縮合인산鹽은 그 500 mg%를 添加하면 sodium DHA의 使用濃度를 50 mg%까지 減少시킬 수 있으며 특히 disodium



Table V—Effect of condensates of phosphates on preservative activity of sodium DHA

Sod. DHA mg%	C.P.		Sod. pyrophos. anhydrous								Disod. dihydro. pyrophosphate								Sod. hexameta-phosphate								Sod. meta-phosphate A								Sod. meta-phosphate B								Sod. tripoly-phosphate								Sod. poly-phosphate														
	Strain c.p.		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8															
500	mg%	1000																																																															
		500																																																															
		200	+	+	+	+																																																											
		100	+	+	+	+	+	+																																																									
250		1000																																																															
		500																																																															
		200	+	+	+	+	+	+																																																									
		100	+	+	+	+	+	+																																																									
100		1000																																																															
		500	+	+																																																													
		200	+	+	+	+	+	+																																																									
		100	+	+	+	+	+	+																																																									
50		1000																																																															
		500	+	+	+																																																												
		200	+	+	+	+	+	+																																																									
		100	+	+	+	+	+	+																																																									

Strain; 1. *S. paratyphi A* 2. *S. paratyphi B* 3. *E. coli* 4. *B. subtilis*  
 5. *B. cereus* 6. *Staph. aureus* 7. *Sarcina lutea* 8. *Sacchar. cerevisiae*

dihydrogen pyrophosphate는 縮合인산鹽中에서 sodium DHA의 細菌發育抑制作用을 가장 增強시켜서 그 100 mg%를 添加하면 sodium DHA의 使用濃度を 100 mg%로 減少하여도 全供用菌株의 發育을 모두 抑制시킬 수 있다. 한편 縮合인산鹽中에서 sodium DHA에 對해서 가장 增強 效果가 적은 것은 sodium pyrophosphate이며 그 다음은 sodium polyphosphate라고 할 수 있다.

sodium DHA의 경우에도 一般的으로 縮合인산鹽의 添加濃도가 낮을수록 保存料의 作用에 미치는 影響력이 적은 것은 다른 保存料의 경우와 비슷하였다.

**Potassium sorbate:** Table I 및 II의 實驗成績에 따라서 決定한 potassium sorbate의 各段階別濃도에 各縮合인산鹽의 各段階別濃度を 添加하여 potassium sorbate의 細菌發育抑制作用에 미치는 縮合인산鹽의 影響에 對하여 檢討한 結果는 Table VI과 같다.

potassium sorbate에 있어서도 Table II에서 보는 바와 같이 縮合인산鹽을 添加하지 않을 경우에는 各供用菌株에 對한 抑制作用에 若干의 差異를 보였다. 即 potassium sorbate는 100 mg%의 濃度에서 *S. paratyphi* B에 對하여 發育을 抑制하지 않았으나 200 mg% 이상의 濃度에서는 抑制하였고 *Sarcina lutea*에 對해서는 1000 mg%에서도 抑制하지 않았으며 그 外의 菌株는 500 mg%의 濃度에서는 抑制되지 않았으나 1000 mg%에서는 發育이 抑制되었다.

縮合인산鹽을 添加할 경우에는 Table VI에서 보는 바와 같이 添加하지 않을 때에 比하여 potassium sorbate의 作用을 低下시키는 例가 比較的 많았다. 即 potassium sorbate의 濃도가 1000 mg%인 때 縮合인산鹽의 添加없이 發育이 抑制되던 *S. paratyphi* A 및 B, *E. coli*, *B. subtilis*, *B. cereus* 및 *Sacchar. cerevisiae*는 sodium pyrophosphate anhydrous의 100 mg% 添加에 依해서 오히려 發育이 되었고 *B. subtilis*와 *B. cereus*는 역시 sodium hexametaphosphate의 100 mg% 添加에 依해서 發育이 되었다.

이 以外에도 sodium metaphosphate A, sodium metaphosphate B의 各 100 mg% 添加에 依해서 *B. subtilis*가, sodium tripolyphosphate의 100 mg% 添加에 依해서 *S. paratyphi* A, *E. coli*, *B. subtilis*, *B. cereus*와 *Sacchar. cerevisiae*가, sodium polyphosphate의 100 mg% 添加에 依해서 *S. paratyphi* A, *B. subtilis*, *B. cereus*와 *Saccharomyces cerevisiae*가 各各 發育이 되어서 potassium sorbate의 作用은 이들 縮合인산鹽의 添加로 오히려 低下됨을 나타냈다.

또 potassium sorbate의 濃도가 500 mg%와 200 mg%인 때 sodium pyrophosphate, sodium metaphosphate B, sodium tripolyphosphate 및 sodium polyphosphate는 各各 200 mg% 또는 100 mg%의 添加濃度에서 *S. paratyphi* B에 對한 pot. sorbate의 作用을 低下시켰다.

그러나 위에서 指摘한 例를 除外한 大部分의 경우에는 縮合인산鹽의 添加에 依하여 potassium sorbate의 作用은 增強되었으며 大體적으로 縮合인산鹽을 500 mg% 添加하면 potassium sorbate의 使用濃度を 100 mg%까지 低下시킬 수 있다고 생각된다.

縮合인산鹽中에서는 disodium dihydrogen pyrophosphate가 가장 pot. sorbate에 對하여 添加 效果가 좋았으며 potassium sorbate의 濃도가 200 mg% 이상일 때에는 disodium dihydrogen pyrophosphate를 200 mg%만 添加하면 모든 使用菌株의 發育을 抑制할 수 있다.

**Sodium nitrite:**  $\text{NaNO}_2$ 는 元來 發色劑로 分類되는 食品添加物이나 *Proteus* 같은 嫌氣性菌에 對해서는 防腐作用을 나타내는 것으로 알려져 있으며 II의 實驗結果에서도 500 mg%의 濃度에서 *B. cereus* 및 *Sarcina lutea*를 除外한 다른 供用菌株의 發育抑制에 效果가 있음이 나타났다. 따라서 Table I과 II의 實驗成績에 따라서 決定한  $\text{NaNO}_2$ 의 各段階別濃도에 各縮合인산鹽의 段階別濃度を 添加하여  $\text{NaNO}_2$ 의 細菌發育抑制作用에 미치는 縮合인산鹽의 影響을 檢討한 結果는 Table VII과 같다.



Table VII—Effect of condensates of phosphates on preservative activity of NaNO<sub>2</sub>

NaNO <sub>2</sub> mg%	C.P. c.p.	Strain	Sod. pyrophos. anhydrous		Disod. dihydro. pyrophosphate		Sod. hexameta- phosphate		Sod. meta- phosphate A		Sod. meta- phosphate B		Sod. tripoly- phosphate		Sod. poly- phosphate		
			1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8				
500		mg%															
		1000															
		500															
		200	+	+	+						+			+		+	+
250		1000															
		500															
		200	+	+	+	+					+			+		+	+
		100	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+
100		1000															
		500															
		200	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	+
		100	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+
50		1000															
		500															
		200	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	+
		100	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+

Strain; 1. *S. aratyphi* A2. *S. paratyphi* B3. *E. coli*4. *B. subtilis*5. *B. cereus*6. *Staph. cereus*7. *Sarcina lutea*8. *Sacchar. cerevisiae*

Table VII에서 보는 바와 같이  $\text{NaNO}_2$ 의 各供用菌株에 對한 發育抑制作用은 potassium sorbate 보다 오히려 若干 강한 것으로 나타났으며 *B. cereus*와 *Sarcina lutea*에 對해서는 500 mg%의 濃度에서 發育을 抑制하지 않았고, 그 外의 供用菌株에 對해서는 250 mg%의 濃度에서 發育을 抑制하지 않았으나 500 mg%에서는 抑制하였다.

$\text{NaNO}_2$ 의 濃度가 500 mg%인 때 縮合인산鹽의 添加效果는 *B. cereus*와 *Sarcina lutea*에 對해서는 大體적으로  $\text{NaNO}_2$ 의 作用을 增強하였으나 그 外의 供用菌株에 對해서는 縮合인산鹽의 種類에 따라 오히려  $\text{NaNO}_2$ 의 作用을 低下시키는 경우도 있었다. 即 sodium pyrophosphate anhydrous와 sodium polyphosphate 및 sodium tripolyphosphate는 200 mg% 또는 100 mg%의 添加濃度에서 *S. paratyphi* A 및 B, *E. coli*, *B. subtilis* 및 *Sacchar. cerevisiae*에 對한  $\text{NaNO}_2$ 의 作用을 低下시켰다.

그러나 sodium hexametaphosphate와 sodium metaphosphate A는  $\text{NaNO}_2$ 의 濃度가 500 mg%인 때 200 mg%를 添加하면 全供用菌株의 發育을 抑制하였고 disodium dihydrogen pyrophosphate는 100 mg%의 添加에 依해서 역시 全供用菌株의 發育을 抑制하였다.

그리고 縮合인산鹽은 어느 것이나 500 mg%를 添加하면 역시 全供用菌株의 發育을 抑制할 수 있었다.

이와같은 作用은  $\text{NaNO}_2$ 의 濃度가 250 mg% 또는 100 mg%인 경우에도 거의 비슷하였으며 따라서 縮合인산鹽을 500 mg% 添加하면  $\text{NaNO}_2$ 의 使用濃度を 100 mg%까지는 減少시킬 수 있을 것으로 생각한다.

또  $\text{NaNO}_2$ 의 경우에도 縮合인산鹽中에서 disodium dihydrogen pyrophosphate의 添加效果가 가장 뚜렷하였으며  $\text{NaNO}_2$ 의 濃度가 100 mg%인 때에는 disodium dihydrogen pyrophosphate의 100 mg%의 添加에 依해서 *B. subtilis*를 除外한 다른 供用菌株의 發育을 모두 抑制할 수 있었고  $\text{NaNO}_2$ 의 濃度가 50 mg%인 때에도 disodium dihydrogen pyrophosphate를 200 mg% 添加하면 역시 *B. subtilis*를 除外한 全供用菌株을 抑制할 수 있었다.

이러한 結果로 보아서  $\text{NaNO}_2$ 의 濃度가 250 mg% 以下인 때에는 모든 縮合인산鹽이  $\text{NaNO}_2$ 의 細菌發育抑制作用을 增強시킨다고 생각된다.

AF<sub>2</sub>: Table I 및 II의 實驗成績에 따라서 AF<sub>2</sub>의 100 r%, 50 r%, 25 r% 및 5 r%의 4段階濃度에 縮合인산鹽을 各各 1000 mg%, 500 mg%, 200 mg% 및 100 mg%의 4段階로 添加하여 AF<sub>2</sub>의 細菌發育抑制作用에 미치는 縮合인산鹽의 影響을 檢討한 結果는 Table VIII과 같다.

Table II에서 보는 바와 같이 AF<sub>2</sub>의 細菌發育抑制作用은 縮合인산鹽을 添加하지 않을 때에는 그 100 r%의 濃度에서 *B. cereus*에 對해서만 發育을 抑制하지 않았고 나머지 7種의 供用菌株에 對해서는 모두 發育을 抑制하였다. 그러나 50 r%의 濃度에서는 모든 菌株의 發育을 抑制하지 못하였다.

縮合인산鹽을 添加할 경우에는 Table VIII에서 보는 바와 같이 AF<sub>2</sub>의 濃度가 100 r%인 때 縮合인산鹽의 添加濃度에 關係없이 全供用菌株의 發育을 抑制하여서 *B. cereus*에 對한 AF<sub>2</sub>의 作用이 增強됨을 알 수 있었고, AF<sub>2</sub>의 濃度가 50 r%인 때에는 縮合인산鹽의 500 mg%의 添加에 依하여 거의 全供用菌株의 發育을 抑制하였다. AF<sub>2</sub>의 濃度가 25 r%인 때에는 disodium dihydrogen pyrophosphate를 除外한 縮合인산鹽의 500 mg%을 添加하면 역시 거의 全供用菌株의 發育을 抑制하였다. 그러나 disodium dihydrogen pyrophosphate, sodium hexametaphosphate, sodium metaphosphate A 및 B는 *E. coli*에 對해서 또 sodium pyrophosphate는 *B. cereus*에 對해서 各各 500 mg%에서 添加效果를 나타내지 못하였다.

**Table VIII**-Effect of condensates of phosphates on preservative activity of AF<sub>2</sub>

AF <sub>2</sub> mg%	C.P.	Sod. pyrophos. anhydrous								Disod. dihydro. pyrophosphate								Sod. hexameta-phosphate								Sod. meta-phosphate A								Sod. meta-phosphate B								Sod. tripoly-phosphate								Sod. poly phosphate							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
100	Strain																																																								
	c.p.																																																								
	gm% 1000																																																								
	500																																																								
50	1000																																																								
	500																																																								
	200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
25	1000																																																								
	500																																																								
	200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
5	1000																																																								
	500																																																								
	200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										

Strain; 1. *S. paratyphi A* 2. *S. paratyphi B* 3. *E. coli* 4. *B. subtilis*  
 5. *B. cereus* 6. *Staph. aureus* 7. *Sarcina lutea* 8. *Sacchar. cerevisiae*

또 縮合인산鹽의 添加濃度가 200 mg% 以下인 때에는  $AF_2$ 의 濃度가 100 r%인 경우를 除外하고는 50 r% 以下에서는 別로  $AF_2$ 의 作用에 影響을 미치지 못하였고 縮合인산鹽의 添加濃度가 500 mg%인 때에도 다른 保存料에 對한 影響에 比하면 大體的으로 그 效果가 적었다고 생각된다.

그러나 綜合的으로 볼 때 縮合인산鹽이 모두  $AF_2$ 의 細菌發育抑制作用을 增強시켰다고 볼 수 있다.

以上の 實驗結果를 綜合하여 보면 縮合인산鹽은 大部分의 경우 保存料의 細菌發育抑制作用에 對하여 增強作用을 나타냈으며 保存料의 使用濃度를 減少시킬 수 있음을 나타냈다.

縮合인산鹽別로 考察해 볼 때 disodium dihydrogen pyrophosphate가 다른 縮合인산鹽에 比하여 增強作用이 컸으며 benzoic acid, sodium DHA, potassium sorbate 및  $NaNO_2$  등에 對하여 特히 뚜렷하게 나타났다.

反對로 sodium pyrophosphate anhydrous는 benzoic acid를 除外한 다른 保存料에 對하여 가장 影響이 弱하였으며 sodium DHA, potassium sorbate 및  $NaNO_2$ 의 作用은 오히려 低下시켰고 그 다음은 sodium polyphosphate로서 역시 上記 3種의 保存料의 作用을 低下시켰으며 sodium tripolyphosphate도 거의 비슷하였다.

그러나 그 以外の 다른 縮合인산鹽은 大體로 뚜렷하게 低下시키는 現象을 指摘하기 어려웠다.

또한 sodium metaphosphate A와 B는 各 供用菌株에 對한 作用이나 各 保存料에 對한 添加效果에 있어서 若干의 差異를 나타냈는데 이는 sodium metaphosphate에 混在되어 있는 disodium dihydrogen pyrophosphate 및 sodium acid tetrametaphosphate의 混在率의 差異에 起因하는 것으로 推定된다.

## 結 論

1) 縮合인산鹽이 保存料의 作用에 미치는 影響을 8種의 菌株을 對象으로 agar dilution method에 依하여 調査하였다.

2) 縮合인산鹽은 大體的으로 保存料의 細菌發育抑制作用을 增強시켰으며 縮合인산鹽中에서 disodium dihydrogen pyrophosphate가 가장 여러가지 保存料에 對하여 影響을 주었다.

3) 縮合인산鹽中 sodium pyrophosphate anhydrous, sodium polyphosphate, sodium tripolyphosphate 및 sodium hexametaphosphate 등은 一部 菌株에 對한 sodium DHA, potassium sorbate,  $NaNO_2$  등의 作用을 低下시켰으며, 其中 sodium pyrophosphate anhydrous가 가장 影響이 컸다.

4) sodium metaphosphate는 製品에 따라 菌株나 保存料에 對한 作用에 若干의 差異가 있는데 이는 混在物의 影響인 것 같다.

5) 縮合인산鹽은 大體的으로 保存料의 作用을 增強하며 따라서 保存料의 使用濃度は 縮合인산鹽의 添加에 依하여 減少시킬 수 있다는 結論을 얻었다.

## 文 獻

1. 保健社會部, 食品添加物公典, 1973.
2. J.A. McCarthy, W.E. Cassidy, *J. New Engl. Water Work Assoc.*, 57, 287 (1943).
3. M.T. Hyatt, H.S. Levinson, *J. Bact.*, 77, 487 (1959).

4. 堂本康彦 等, 廣島食品工試, 6, 73 (1961).
5. 金磯純子, *New Food Ind.*, 1, No. 826 (1959).
6. 幸保文治, 日大醫, 20, 1411 (1961).
7. 梅田直男 等, *New Food Ind.*, 3, No. 21 (1961).
8. 宇野 勉 等, 北海道水研報, 20, 191 (1958).
9. 小澤樹夫, 長岡 達, 新垣正次, 食衛誌, 4, 283 (1963).
10. *Ibid.*, 4, 287 (1963).
11. 小林正光, 食品斗 科學, 9, 28 (1997).
12. 食品添加物公定書 解説書 編集委員會, 第3版, 日本食品添加物公定書解説書, 1973, 東京, 廣川書店.
13. H. M. Erisson, J. C. Sherris, *Acta Pathol. Microbiol. Scand. Sec. B*, 1971, Supplement No. 127.
15. 河端俊治, 管野三郎, 加工食品斗 食品衛生, 1970, 東京, 新思想社.