

## 加工치즈와

## Polyphosphate의 機能

李 富 雄  
(全北大 農科大學 畜産學科 教授)

### I. 序 論

加工 치즈란 熟成度가 多樣한 自然치즈(natural cheese)에 熔融鹽을 넣어 融解시킨 후 포장 냉각한 것을 말한다

硬質의 自然치즈에 溶융염과 乳脂肪을 加하고 熱에 의하여 녹인 치즈라고 하여 유럽에서는 번역상 우리말로 熔融치즈(fromage fondu佛: Schmelz käse獨)라고 불리우나 영어권에서는 여러 숙성치즈 공장에서 수집해온 치즈를 natural 한 치즈라고 볼때에 이것을 다시 加工하기 때문에 process cheese라고 부르며 우리 주변에서도 加工치즈(processed cheese)라고 불리우고 있다

첨가되는 염이 굳은 치즈를 용융 시킨다고 하여 용융염(melting salts)라고 부르기도 하고 단백질과 유지방을 녹여 균일한 分散을 이룬다고 乳化鹽(emulsifying salts)라고도 부른다.

일반적으로 숙성치즈는 맛과 향이 강렬하기 때문에 동양인의 기호에는 적합치 않으나 가공치즈는 가열에 의하여 맛이 개선되고 향이 휘발하여 溫和한 맛 때문에 우리 기호에 적합하다. 그러나 유럽에서는 일반적으로 가공치즈는 향이 적고 염이 첨가 되고 가공을 했다는 점에서 별로 인기가 없으나 미국에서 대량 생산되고 그밖에 개발 도상국에서 생산되어 전세계적으로 볼때 그 생산량은 해마다 증가하고 있다.

가공 치즈의 장점은 우선적으로 제조 공정상 감량 및 폐기량이 없어서 유리하고 안정한 gel을 형성하여 보존성이 증가된다. 그리고 자동화와 대량생산이 가능할 뿐만 아니라 제품의 형태와 특성을 다양하게 변화시킬 수 있다

이러한 경제적 관점의 유리한 장점이 결코 불량치즈나 변한 치즈를 원료로 이용할 수 있다는 뜻은 절대로 내포되지 않는다. 물론 등급이 낮아진 것이나 소매용으로 절단시 나온 margin들을 이용 하기는 하나 이들이 차지하는 비율은 상당히 낮다.

한 가공치즈 회사가 二等品の 원료 치즈만으로 가공 치즈를 제조할 수 없는 것은 그 맛으로

서는 타회사와 경쟁이 될 수 없기 때문이다. 양질의 가공 치즈는 양질의 원료 치즈에서만 가능하기 때문이다.

자연 치즈는 지역, 공장, 계절에 따라 맛이 다르고 먹는 사람에 따라 기호성이 다르지만 양질의 가공 치즈란 달과 해가 바뀌어도 같은 맛과 향, 조직을 나타내야 한다.

일반적으로 가공치즈 제조 기술은 단조롭고 간단하다고 생각할 수 있으나 원료 치즈의 조건이 항상 같지 않기 때문에 균일한 가공 치즈를 생산하는 것은 고도의 기술과 경험을 요한다.

## II. 歷 史

유럽에서는 1880년경부터 家內手工業 형태의 규모가 공업화 됨으로써 치즈가 과잉 생산되기 시작하여 치즈를 장기 저장하거나 수출하기 위하여 많은 연구들을 실시하였고, 다양한 특허들도 출원되었다.

이때 까지도 cold chain이 없고, 수송방법도 적당치 않았다. 지난 세기 동안에 가공 치즈가 생산되기까지의 역사적 과정의 추적은 가공 치즈를 이해하고 자연 치즈와의 차이점을 이해하는데 도움이 된다.

초기에는 autoclave에서 멸균하여 can속에 넣는 것이 특허로 출현하여 can속에 넣은 이 Camembert는 아직 까지도 생산되고 있다.

우리는 Camembert의 멸균이 왜 성공하였는가를 주시할 필요가 있다. 이 치즈는 제조 후 不溶性 Ca-paracaseinate가 숙성 중 대부분이 可溶性으로 전환되었기 때문에 즉, 조직을 형성할 수 있는 변하지 않는 Ca-paracaseinate(일명 intact casein)가 없기 때문에 가열에 의하여 응고, 변성되지 않는다.

Camembert는 높은 수분 활성도와 곰팡이가 구분비한 효소에 의하여 숙성 속도가 빠르나 경질 치즈들은 수분이 적고 숙성이 느리어 아직 분해되지 않은 Ca-paracaseinate가 많이 남아있어 용융 없이 가열하면 상층에 유지방, 중간층에 물 그리고 하층에 고무처럼 질긴 변성된 단백질이 생기게 된다.

이러한 이유 때문에 軟質치즈는 용융 없이 가열하여도 조직이 파괴되지 않으나 경질치즈에서는 용융 없이 가열은 조직을 완전히 파괴시키므로 가열이 불가능하다. 이런던중 1910년 Swiss의 Thun지방의 Gerber社가 Swiss fondu 에 착안하여 가공 치즈를 발명하게 된다.

Swiss fondu란 경질치즈를 갈아서 포도주와 함께 가열하면 불완전한 분산을 이루게 되는데 이것을 빵에 찍어 먹는 것으로 포도주의 酒石酸이 Ca-paracaseinate의 분산을 도운 것이다.

Gerber社의 기술자들은 이점으로 부터 주석산의 역할대신에 Na-citrate를 넣어 Ca-paracaseinate의 균일한 분산을 이루었던 것이다. 그들은 구연산을 Na-carbonate와 bicarbonate와 혼합하여 Na Citrate를 얻었다.

산과 염기를 혼합하여 용액으로 한다음 끓여서 탄산을 제거하는데 이것은 오늘날에도 Emmental을 이용한 가공치즈에서 부분적으로 사용되고 있다. Na Citrate를 기본배합으로 가공 치즈를 제조하려면 구연산을 同量의 trisodium citrate와 혼합하여 첨가하면 용액을 제조하는 과정이 생략된다.

1917년에도 미국의 Kraft社가 가공 치즈를 제조하였는데 미국이 가공 치즈를 생산하게 된것은 산업 spy에 의하여 Gerber社의 용융염 비밀을 터득한 것이다.

Kraft社가 주장하는 Na orthophosphate의 Ca이온 교환은 새로운 사실이 아니고 이염의 이온 교환능이 Na citrate보다 강한 것뿐이다. 그후 미국에서 가공치즈 공업은 급속도로 발전하였다. 독일에서는 1920년에 Wiedeman社가 Kraft社처럼 disodium orthophosphate와 Na citrate를 혼합하여 가공 치즈를 생산하였다. 1923년에는 노르웨이에 Kavli社가 Gouda에 disodium orthophosphate만을 넣어 가공 치즈를 제조하였는데 이회사는 아직 까지도 이 제품을 PRIMULA라는 상품명으로 시판하고 있다.

블란서에서는 비교적 늦게 Dôle지방에 Graf社가 Boegli라는 swiss기술자를 고용하여 가공 치즈를 생산하였다. 이 회사가 나중에 Bel이라는

큰 치즈회사가 되고 유명한 VACHE QUI RIT (웃는 소)를 생산하였다. 이 회사는 유럽과 세계 각국에 子會社를 설치하여 급속도로 성장하였다.

유럽에서는 1929년 까지는 주로 block이나 cuttable을 생산하였다. 이때 까지만 하여도 spreadable의 quality에 관하여 잘 몰랐기 때문에 생산이 불가능 하였으나 독일의 Joha Benckiser 社가 polyphosphate를 사용한 spreadable 제조의 특허를 출원하였다.

polyphosphate들은 orthophosphate에 비하여 분명히 강한 유화작용이 있고 citrate도 같은 작용을 가지고 있다. 가공 치즈 제조에 관하여 독일에서 처음으로 용융중의 粘度의 변화를 나타내는 creaming(kremierung)이라는 용어를 사용하였다. 왜냐 하면 非流動本에 cream을 첨가하여 液相으로 전환 시키었다면 이 작용은 creaming이라고 불려야 할 것이다.

한 언어권에서 발견한 새로운 용어는 다른 외국어에서도 마찬가지로 적용되는 것이 보통이다. 이러한 역사적 경로를 거쳐 1964년경까지 큰 변화 없이 가공 치즈 공업은 성장하여 왔다.

그동안 맛에서 뿐만 아니라 여러 방향으로 다양성이 나타나기도 했으나 젖소의 사양에서 ensilage의 급여 때문에 好熱性的 butyricum의 오염이 분해취를 나타내고 이에 의한 後期膨化(late blowing)는 원료 치즈와 가공치즈에서 문제가 되었다.

여러해 동안  $KBrO_3$  등의 산화제를 이용하여 포자의 증식을 억제하려고 하였다. 산화제의 첨가제는 산소의 함량이 높아져서 혐기성 桿菌의 출현을 억제하고 포자의 증식을 정지 시킨다. 그러나 1950년대 부터는 가공치즈를 필수적으로 거의 모두 멸균하게 됨으로  $KBrO_3$ 의 사용을 금지하게 되었다.

새로운 공법의 출현은 또다른 문제들을 야기시키나 현대적 공정에서 대부분이 해결 되었다.

### Ⅲ. 生産理論

#### 1. 가공치즈의 제조특성

가공치즈의 종류는 약 1000종이나 되기 때문에 이들 종류간에 제조이론이 차이를 비교 토론하는 것은 지면상 불가능하나 기본적으로 뚜렷한 구조적 특성을 지닌 5종으로 구분할 수 있다.

1) Block

2) Sliceable(再熔融性이 높은 것과 전형적 sliceable)

3) 잘라서 할 수 있는 가공치즈

4) Spreadable(creaming 시킨 것과 안시킨 것)

5) 耐熱性치즈

이들 중에서 가장 오래된 것은 말할 것도 없이 아직도 많이 생산되고 있는 block type으로 citrate 單用 혹은 citrate와 phosphate 혼합제로 제조하는 것이다. 건물량(dry matter, DM)과 건물량중 지방량(fat in dry matter, FDM)의 관계로 부터 건물량이 높을때 같은 elasticity를 가지면서 두배의 sliceability를 나타내는 단단한 가공치즈를 제조할 수 있다.

이것은 creaming의 要因이 끊임 없이 일어나고 있는 가공 치즈 제조중 creaming을 언제 완전히 정지시킬 수 있는가에 따라 성공할 수 있다. sliceable치즈도 block치즈와 같은 원리를 가지는데 왜냐 하면 이것도 FDM관계에서 건물량이 아주 높기 때문이다. 그러나 이치즈에서는 재용융성이 높은 것과 전형적인 형태가 있다는 것을 알아야 한다. 전자는 필연적으로 미국에서 cheese burger의 목적으로 사용되는 것이 보통이다.

이러한 sliceable을 성공시키기 위하여서는 여기에 적합한 용융염과 가열에 의하여 일정한 물성(物性)을 나타내야 하는데 중요한 것은 숙성도가 아주 낮은 원료치즈를 사용해야 한다는 것이다.

오늘날에는 재용융성이 높은 가공치즈를 낮은 건물량으로도 제조할 수 있다. 잘라서 파는 가공 치즈의 정도는 block나 spreadable와 비교할 수 없다. 그래서 이 치즈는 비교적 낮은 정도의 creaming과 block보다는 3~4%의 수분을 더 함유한다.

block type에서 elasticity가 꼭 필요한것은 아니다. 만일 block에서도 elasticity가 있어야 한다면 제조중 교반기에 의하여 품질이 나빠질 것이다. 왜냐하면 elasticity란 용융중 실(thread)의 형성을 말하기 때문이다. 한편 spreadable은 일반적으로 aluminium foil로 포장할 수 있는 정도의 약한 creamig을 한 粘稠度를 가져야 한다.

가공 치즈 공업에서 대부분 락카철을 한 aluminium foil을 많이 사용하고 있으나 elasticity가 강한 치즈에서는 Plastic foil도 사용할 수 있으나 점침등이 부정확할 것이다.

그밖에 다른 spreadable치즈는 약하게 혹은 creaming하지 않은 치즈의 점조도 때문에 유리 병등의 용기에 포장해야 한다. 이것은 소비자들이 꿀정도의 점조도를 요구하고 또 포장그릇에 달라 붙지 않아야 하기 때문에 aluminium foil에 포장되는 경우는 거의 없다.

creaming 정도에 의하여 같은 건물량과 FDM에서 만든 치즈가 하나는 butter와 같고 다른 하나가 꿀과 같은 점조도를 나타낼수 있다면 creaming의 중요성을 쉽게 이해 할 것이다.

耐熱性치즈는 일본에서 생선목속에 넣기 위하여 처음으로 유래되었으나 유럽이나 미국에서도 가공치즈내에 ham이나 향신료 등을 넣기 위하여 혹은 새로운 형태의 치즈를 개발하거나 맛을 변화시키기 위하여 많은 관심을 끌었다.

생선목의 가열온도에서도 견디고 자를 수도 있는 생선목 치즈가 일본에서 대량 소비 되는데 이 치즈는 심하게 creaming시켜 만든다.

이상에서 설명한 바와 같이 건물량 FDM, creaming등으로 점조도를 조절하여 각종 가공치즈를 제조한다.

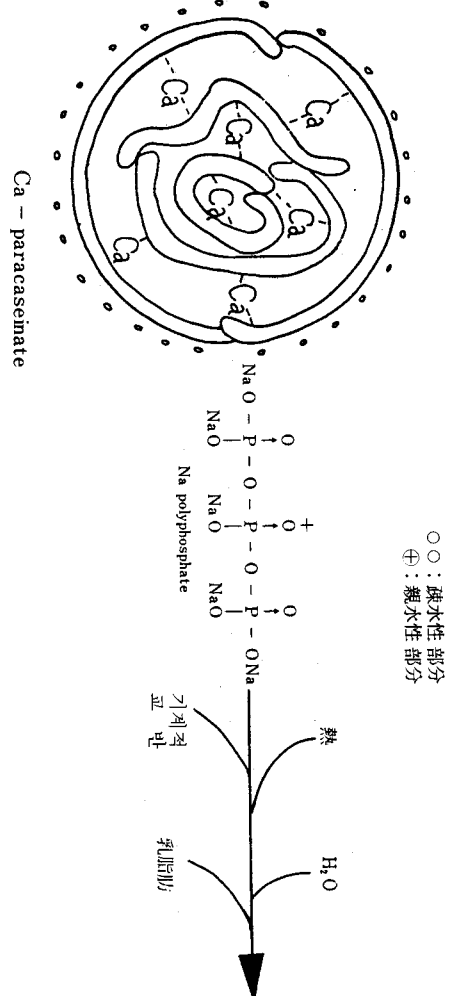
## 2. 용융현상

만일 잘 갈아진 경질 치즈를 가열하면 서론에서도 밝혔듯이 3개의 층으로 분리되나 swiss fondu에서 시지 않은 백포도주를 넣어서 거의 균일한 분산으로 하부에 약간의 단백질, 상부에 지방층을 얻게 되는데 이것이 가공치즈를 탄생케 한 착상이다.

넓은 개념으로 말한다면 swiss 사람들이 포도의 주석산으로, Gerber가 citrate로, Kraft가 orthophosphate로 끝으로 Benokiger가 polyphosphate 로 가공치즈를 제조하였다고 할 수 있을 것이다.

다음 그림1은 가공치즈의 제조 원리를 설명하는 것으로써 일반적으로 자연치즈 제조중 micell狀에 caseins에서 rennet에 의하여 얻은 Ca-paracaseimate 는 疎水性이 커서 물에 안녹고 요소용액이나 錯鹽濟용액에서 용해된다.

이러한 경질치즈의 Ca-paracaseinate에 유지방, 용융염, 열, 그리고 기계적 교반으로 polyphosphate 에 의하여 Ca이 Na으로 교환되면서 親水性期들이 노출되면서 疎水性 분자가 水和되고 解膠되어 냉각유화된 것이다.



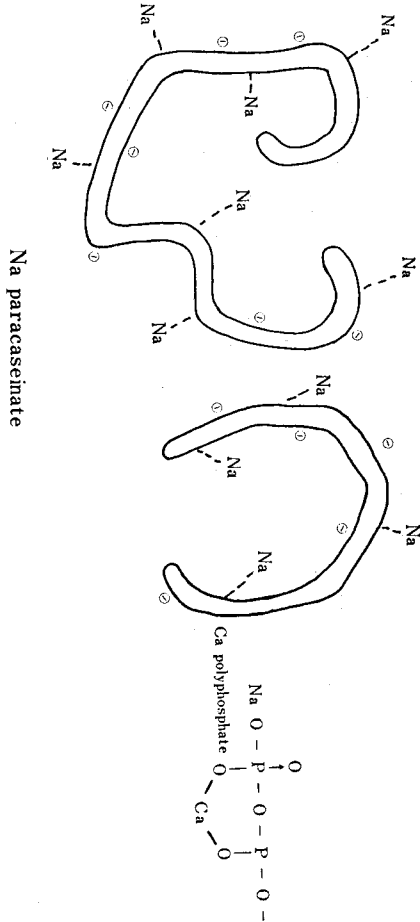


그림 1. 加工치즈의 製造原理(解膠, Peptization)

위의 그림에서 나타난 바와 같이 용융은 불용성 Ca-paracaseinate의 해교현상으로 아직 생화학적 분자 수준으로 밝혀 지지 않은 것들이 상당히 있다.

해교는 중성에 가까울수록 잘 일어나고 등전점에 접근하면 억제된다.

용융중 일어나는 변화중 가장 뚜렷한 것은 Na의 이온교환이고 이온교환능은 phosphate의 중합도에 따라 증가하고 pH에도 영향을 끼친다. 많은 증거들이 일단 이온이 교환된 후에 Ca이 가공치즈 조직에 중요한 영향을 끼치는 것으로 알려졌다.

그러나 polyphosphate 존재하에 100°C 부근에서 단백질분해를 일으키지는 않는다. 고분자의 단백질분해는 없으나 저분자 화합물로 부터 유리

아미노산을 증가시키고 해교로 인하여 용융전에 비하여 가공치즈 단백질의 소화율이 증가 되는 것으로 알려져 있다.

그리고 첨가된 phosphate는 해교된 단백질과 강한 완충능을 나타내어 제품의 pH를 안정 시킨다. 가열에 의하여 polyphosphate는 살균온도에서 일부분이 분해되고 일부분은 저장중 서서히 분해를 일으킨다.

polyphosphate들은 유지방을 유화시키기는 하나 유지방의 化學價들을 변화시키지 않는다.

냉각중에는 냉각속도에 따라 경도가 달라진다. 냉각속도가 완만하면 급속한 냉각보다 치즈의 경도가 연하여 진다.

용융된 치즈를 50~75기압으로 균질하면 경도도 증가하고 균일한 조직을 얻는다. 한편 영양학적 관점에서 소화율이 높아 幼兒食이나 병원식으로 적당하다.

polyphosphate는 위내의 pH에서 신속히 orthophosphate 로 분해되어 Ca과 함께 mineral 보급의 효과를 가져 온다.(一日磷要求量 1.7g)

### 3. 熔融鹽

가공치즈 출현 이후에 phosphate대체에 관한 많은 연구들이 있었으나 결점이 없이 완전히 가능한 방법은 아직 없다.

따라서 가공치즈의 제조에는 citrate와 polyphosphate 의 첨가는 필수적이다.

가공 실무자들에게 잘 알려진바와 같이 원료 치즈의 숙성도가 높을 수록 용융염의 양을 감소시켜야 한다. 그러므로 숙성이 과다하게 진행된 Camembert(수용성 질소량 50%)에서는 용융염을 첨가하지 않고 가열하여도 단백질이 응고 변성하지 않고 액상으로 남는다.

이 사실은 변하지 않은 Ca-paracaseinate만이 용융염 작용하에 해교가 일어나고 조직을 형성하여 가공치즈가 된다는 사실을 말한다. 그래서 가공치즈의 골격형성(조직=Ca 결합+Na-paracaseinate)을 위하여 항상 일정한 양의 단백질(20%)을 함유하고 분해된 casein들은 맛에 관여 하는것이다. 위에서 말한 바와 같이 Ca과 단백질에 분자수준에 상호관계에 관하여

잘 알려져 있지 않다.

용융염에서 가장 중요한 것을 크게 나누면 Na-citrate, Na orthophosphate, Na polyphosphate 이다. 분명히 해야 할 것 중에 주종 polyphosphate들이 같은 개념의 작용을 가지고 있지 않다는 것이다.

가공치즈 제조중 다양한 중합도의 polyphosphate들은 각기 다른 고유의 작용을 하고 creaming에도 중요한 영향을 끼친다.

그러므로 한 polyphosphate가 어떤 반응을 위하여 첨가되었는데 또 다른 어떤 polyphosphate 가 첨가됨으로써 작용이 상쇄되어 첨가 효과가 없어질 수도 있다.

다음 그림 2에서는 각종 citrate, polyphosphate의 구조, 제법 명명등을 나타 내었다.

(表 1) 용융염에 의한 가공치즈의 영향

영향	용 융 염		
	Citrate	Orthophosphate	Polyphosphate
이온교환능	X	X	XX
pH 변화	XX	XX	X
Creaming	0	0	XX
色	-X	0	0
맛	XX(citron)	-X	0
보 존 성	0	0	XX

XX: 강한 영향, X: 弱한 영향,

0: 영향 없음, -X: 나쁜 영향

3종의 대표적인 염들이 가공치즈에 미치는 6종의 영향에 관하여 토론하고자 한다.

가공 치즈에 미치는 제영향중 가장 중요한 것이 이온교환능(Complex, Sequestration)인데 Ca-paracaseinate에 이온교환이 없이는 가공치즈를 만들수 없다고 여러번 반복하였다. citrate와 orthophosphate에서는 弱이고 polyphosphate에서는 強이다.

중합도가 증가하면 할수록 교환능은 더욱 증가될 것이다.용융염이 기능에서 중요한 것은 pH이다. 가공치즈의 pH는 비교적 좁은 범위(5.3~6.3)내에서 제조해야 하나 보다 실질적인 pH는 5.5~5.8이다.

pH가 가공치즈 종류에 따라 중요하게(조직,

맛) 작용 함에도 불구하고 초심자들은 pH조정에 관심을 덜 나타낸다.

model system에서 순도가 높은 각종 중합도의 phosphate를 사용하여 pH완충효과를 측정하여 보면 pH가 강한 tetrasodium pyrophosphate를 50% 이상 혼합하여야 겨우 pH6.3까지 내릴 수 있다. 그러므로 일반적으로 구할수 있는 용융염을 조합여에서는 pH효과 면에서 시판 용융염을 모방할 수 없다. 이상의 pH치들은 전극에 의한 직접 측정이다.

pH측정 방법에서 중요한 것은 항상 직접측정에 의하여 서만이 실제 pH를 알수 있다는 것을 분명히 하고져 한다. 물에 갈아서 pH측정은 공장마다 물의 비율이 다르고 더욱이 경질에서는 오차가 크다. 뿐만 아니라 증류수에도 상당한 문제가 있다는 점을 알아야 한다.

가공치즈는 대부분 전극을 삽입하거나 접촉 전극을 사용하면 된다. 경질의 경우 접촉전극이 없으면 원료치즈를 강판같은 데에서 미세하게 갈아서 10ml정도의 beaker에 다져 놓은 다음(campact)전극을 삽입시켜 측정한다. 이때 1ml 정도의 3MKCl을 beaker에 부어 놓고 전극을 삽입시키면 더욱 좋다. 전극이 감응하지 않을 때에는 ether에 담그거나 10% pepsin을 0.2N HCl에 조제하여 담구었다가 사용하면 문제없이 전극의 수명까지 사용할 수 있다.

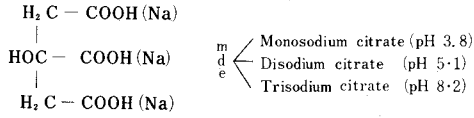
Na-citrate에서 Na의 수(mono, di, tri)에 따라서 pH의 차이가 크고 또 강한 완충능을 나타낸다.

orthophosphate에서도 마찬가지로 Na의 수가 mono일 때에는 산성이 강하고 di, tri로 늘어감에 따라 pH가 증가 한다. pyrophosphate에서도 마찬가지로 Na이 둘이면 pH4.2, 셋이면 7.0 넷이면 10으로 증가한다. 이에 반해서 polyphosphate에서는 pH변화가 완만하고 그 중합도가 증가 함에 따라 옛날에는 Na hexametaphosphate 라고 하던 오늘날의 Grahm염 까지 올라가면 pH 변화의 가능성은 더욱 적어진다.

creaming에 있어서 citrate와 orthophosphate에서는 영향이 없고 polyphosphate에서는 강력

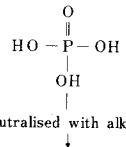
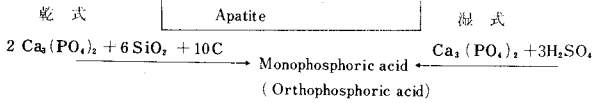
1. The Citrates

Citric acid (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>, tribasic oxyacid)



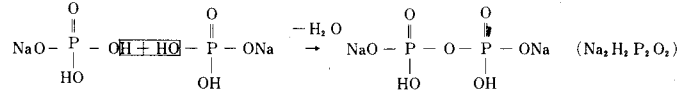
2. 磷酸鹽

원료 phosphate  
phosphorite(phosphate of lime)  
Apatite

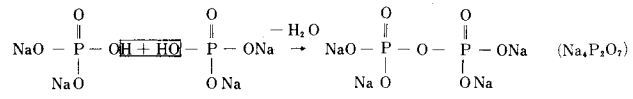


NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> = monosodium monophosphate (primary orthophosphate, pH 4.3)  
 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> = disodium monophosphate (secondary orthophosphate, pH 9.0)  
 Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> = trisodium monophosphate (tertiary orthophosphate, pH 11.5)

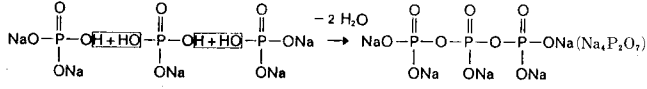
3. 縮合磷酸鹽의 形成



두 분자의 monosodium monophosphate (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)로부터 1 분자의 disodium dihydrogen diphosphate(acid pyrophosphate)가 생성된다 (pH 4.2)

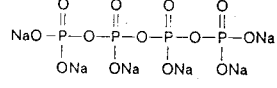


두 분자의 disodium monophosphate (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>)로부터 1 분자의 tetrasodium diphosphate(alkaline pyrophosphate)가 생성된다. (pH 10.8 trisodium diphosphate는 pH 7)



그밖에 다른 polyphosphates들도 비슷한 방법으로 2 분자의 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>와 1 분자의 NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>로부터 한 분자 pentasodium triphosphate (tripolyphosphate)을 생성한다.

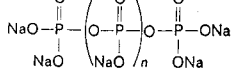
Tetraphosphate (Tetrapolyphosphate)



medium chain n = 9 - 50

long chain n = 51 - 2000

eg Graham, Kurrol, Maddrell



하다. polyphosphate가 강한 creaming 효과가 있다는 것은 spreadable에서는 이염을 첨가 해야만 제조가 가능하다는 것에서 알 수 있다.

앞서 말한 이온교환, pH 및 creaming도 가공 치즈에서 필수적인 중요한 요인이지만 색, 맛, 보존성도 중요하다. 색에 있어서 citrate는 나쁜 영향(-x, negative influence)을 끼치는데 반하여 orthophosphate나 polyphosphate는 영향이 없다.

citrate만으로 용융을 하면 균일한 paste를 얻을 수 없는데 왜냐 하면 citrate가 항상 대리석 모양의 무늬를 나타내기 때문이다. 그러나 이염의 소량이 용융염중에 혼합되면 이 무늬는 나타나지 않는다. 경험있는 전문가들에 의하면 citrate에 의한 용융은 polyphosphate와는 다른 방향의 용융작용이 있고 지방이 완전히 유화되지 않는다고 한다.

별로 맛이 없는 원료치즈를 시판 polyphosphate 용융염으로 가공치즈를 제조하였을 때 맛이 좋은 가공치즈가 되는 것은 polyphosphate에 의한 맛의 상승 효과이다.

citrate의 염은 약한 citron맛 때문에 신선미를 내는 치즈에 첨가 할 수 있다. 이염의 가장 좋은 장점은 과실을 첨가하는 가공치즈에서 과실의 종류가 달라 질때에 첨가 함으로써 소비자들이 항상 같은 제품의 인상을 줄 수 있는 것이다.

맛의 영향에 있어서 orthophosphate도 나쁜 영향을 나타내는데 용융에서 orthophosphate만 첨가하면 틀림없이 약한 腐飾性의 맛을 낸다. 그리고 이염은 좋은 이온교환능이 있으나 pH6.0이상에서만 유효하다.

pH6.0이상의 pH는 가공치즈에서 별 중요성이 없다. 그리고 알카리 pH에서 이염들은 약한 비누맛을 내기 때문에 부적절하다.

반대로 polyphosphate들이 맛에는 직접적으로는 영향을 끼치지 않는나 간접적으로는 맛을 상승 시킨다.

끝으로 보존성에 관한 것으로 polyphosphate는 실제로 방부제는 아니나 靜菌作用이 있어 보존성이 증가된다. 가령 citrate, orthophosphate, polyphosphate로 가공치즈를 제조하면

처리공정이 같고 같은 pH, DM이라면 당연히 polyphosphate로 제조한 치즈가 보존성이 우수하다.

또 polyphosphate는 starter에서 bacteriophage 억제에도 영향이 있다는 것은 잘 알려져 있다. 일부분의 연구자들이 이화학적으로 그 이유를 입증하려고 노력하였으나 아직 명확하게 밝혀지지 않았고 아마도 분자의 긴사슬과 강력한 이온교환능에 의한 각종 금속을 錯鹽시켜 불활성으로 만들기 때문인것으로 추측된다.

이상의 3종의 염의 결과를 종합하면 각개의 염들이 개별적으로 보면 장단점들이 있기 때문에 理想的인 용융염은 3종의 용융염을 여하히 조합하여 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

이러한 점에서부터 가공 치즈 제조 기술자들이 왜 polyphosphate사슬의 길이가 항상 일정한 염으로부터 공업적으로 조합된 시판 용융염을 이용한 가공치즈제조를 선호하는가를 알 수 있다.

tetrapolyphosphate이상의 중합도를 가진 polyphosphate는 소위 용해된 phosphate이므로 tetrapolyphosphate의 비율이 아주 높고 그안에 중합도가 다른 phosphate는 혼합되지 않는다.

일반적으로 염기성 phosphate들은  $P_2O_5$ 의 함량과 pH를 보증하여 판매하지만 pyrophosphate의 함량은  $\pm 10\%$  차이를 두어 판매한다. 이러한 차이는 가공 치즈 제조시 균일도가 높은 염을 사용해야만 극복될 수 있는 난점을 초래하여 문제가 된다.

용융염에서는 phosphate이던 citrate던 항상 Na 화합물 만을 사용한다. K 화합물들은 맛을 변화시키거나 결점을 초래하므로 사용하지 않는다.

#### 4. Creaming

Creaming이라는 용어는 아직까지 그개념이 이화학적으로 정립되지 않았으나 용융을 설명하는데에는 중요한 현상이므로 model을 통하여 설명하고자 한다.

가공치즈 제조 기술자들은 Kettle내에서 비유동체가 유동체를 전환되는 점조도의 변화를



보게 되는데 이변화가 일어나는 속도는 다양하게 달라지는데 그속도를 조절하기 위하여서는 많은 경험을 요한다.

유당은 creaming을 돕기는 하지만 지방이 전혀 없는 용융에서는 왜 creaming이 안 일어나는가 등들이 밝혀져야 한다. creaming을 설득력 있게 설명하기 위하여 butter의 제조를 예를 들 수 있다. 원유에서의 지방은 oil in water(o/w) 유화이어서 물에 녹을 수 있는상이지만 cream separator에서 지방량이 증가되어 churning과 working이 끝나면 相은 반대로 w/o로 되고 불용성이 된다.

이러한 相전환의 mole를 가공 치즈에 적용시켜보자.

원유에서 단백질만을 생각할 때 단백질도 casein은 分散質이고 물은 分散媒이다. 여기에 rennet를 가하면 치즈가 되는데 이것도 相의 전환이다. 이 불용성相에 용융염을 첨가하고 가열하면 가공치즈가 된다.

이와같이 creaming은 相의 전환으로 점조도의 증가라고 말할 수 있다.

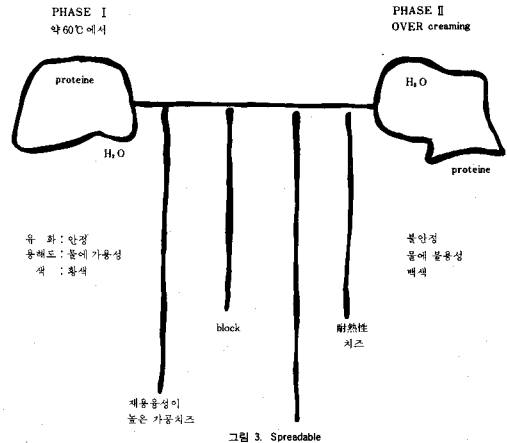
가공 치즈의 용융단계는 2단계로 나누어 생각할 수 있다. 첫단계는 Ca를 Na으로 이온을 교환한다. 이 과정은 실제로 강력한 기계적 교반으로써 60℃에서 끝이 나는데 Kettle內에서 더 이상의 진동이 없을 때 까지이다.

이때 시료를 떠 보면 paste는 황색을 띄우고 물에 가용성인 안정한 유화이다. 이 단계는 단백질이 물에 분산되어 단백질이 분산질이고 물은 분산매이다.(Phase I) 이것은 계속해서 가열하면 paste는 백색이 되고 단단하여 지고 더 이상 계속되면 over creaming이라는 단계에 도달한다.(Phase II)

이 두번째 단계에서는 반대로 물이 분산된 상에 있고 단백질이 분산매 역할을 한다. 두상의 차이에 관한 이화학적 개념은 이 연구되어서 정립되어야 할 것이다.

가공 치즈 종류로 볼때 creaming된 정도의 순서는 재용용성이 큰 가공치즈(sliceable), block type, 그리고 spreadable과 耐熱性치즈순이다.

가공치즈는 항상 두상의 중간에 위치하므로 항상 같은 점조도를 유지하는 치즈를 제조하기가 어렵다. 이것은 많은 용융 훈련으로 부터 얻어지는 경험적 요소이다.



멸균, 냉각 후에는 구조가 원래의 상태로 되돌아 갈 수가 없다. 양질의 멸균제품을 얻기 위하여서는 140℃의 가열에 의하여 液性이 강한 제품이 될 수 있다.

이것은 고열에서 over creaming 되었다고 하는데 다음 그림 4에서 설명되는것 처럼 가열전으로 되돌아 갈 수 있다. 즉, 완전히 over creaming 된 가공 치즈의 예를 들면 140℃까지 가열하였다가 즉시 냉각시키면 다시 황색을 띄우며 유동성인 제품이 되고 물에 녹을 수도 있는 안정한 유화를 형성한다.

물론 이때에 단백질은 분산질이고 물은 분산매이다. 이렇게 얻어진 제품은 foil에 심하게 달라 붙어 포장할 수 없다. 그러므로 냉각전에 creaming vat를 이용 즉, 기계적 교반작용을 계속 시키어 가열하기 이전의 경도를 나타날때 까지 creaming에 의하여 paste가 경화되도록 한다.

spreadable는 이두相 중간에 위치하는 것이고 멸균을 거친 제품이다. 이 현상에 관한 이화학적 설명은 잠정적으로 불가능하다.

PHASE III 계속적 교반 PHASE IV  
 고온에서 용융 creaming 고온에서 over creaming  
 vat에서

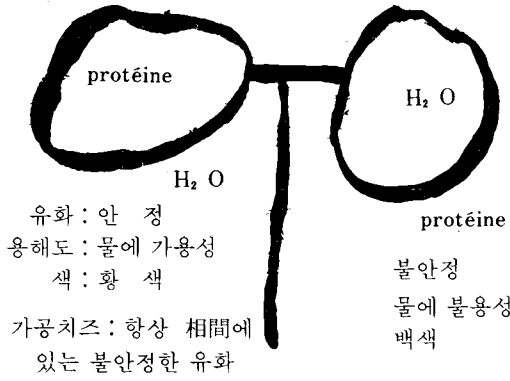


그림 4. 멸균후 Spreadable

### 5. 가공치즈 조직에 미치는 영향

#### 1) 건물량과 지방량

가공치즈의 조직은 우선적으로 단백질 함량에 따라 증가하고 건물량 중 지방량(Fat in dry matter, FDM)의 증가는 경도를 감소시킨다. 유당은 건물량은 증가시키나 경도에 영향을 주지 않으므로 일정한 경도에서 건물량 조절에 유당을 사용한다.

#### 2) pH

앞에서도 밝힌 바와 같이 용융의 본체인 해교가 casein의 등전점인 pH4.6에 가까우면 속도가 완만하고 중성부근으로 멀면 촉진되는 것과 마찬가지로 최종 제품의 pH가 산성이면 단단하고 중성에 접근하면 연하여 지다가 alkali로 가면 다시 단단하여 지고 비누맛을 낸다.

#### 3) Precook의 영향

precook란 분산을 촉진하기 위하여 혹은 속도가 낮은 치즈로 spreadable을 제조할 때에 점조도 조절 목적으로 사용하는 것이다. precook는 별도로 제조할 수도 있지만, 대개 전날에 용융중 기계에 붙었던 것들을 사용하면 좋다. 그 첨가량은 2~5%이고 10%를 넘으면 energy수율상 불리하다. 잘 분산된 precook는 다음 용융에서 새로운 분산을 촉진한다.

#### 4) 원료치즈의 숙성도

원료치즈의 숙성도는 분산에 영향을 끼치어

숙성도가 높을 수록 분산을 촉진하고 연한 치즈를 형성한다. 숙성도가 낮으면 조직형성 단백질이 많기 때문에 단단한 조직을 형성하게 된다.

그러나 맛이 중요하기 때문에 항상 숙성도가 다양한 치즈를 혼합해야 한다.

#### 5) 용융온도

용융온도가 90°C 이상이 되면 경도가 감소하고 용융시간이 길어져도 경도가 연하여 저서 block에서도 3~4분, spreadable에서는 8~15분 가열한다.

#### 6) 용융염의 첨가량과 중합도

용융염의 첨가량에 따라 경도가 증가할 뿐만 아니라 phosphate의 중합도가 높을 수록 경도도 증가한다.

#### 7) 냉각속도

가공치즈는 용융후에도 냉각 중 조직을 형성하기 때문에 냉각속도가 빠르면 연하여지고 느리면 단단해져 Spreadable 공정에서는 5~10°C의 냉각창치를 필요로 하거나 저장실을 이용한다. 빠르면 냉각된 것도 약 30일이 지나면 느리게 냉각된 것과 같은 경도를 가지게 된다.

#### 8) knife의 종류

Knife의 종류와 회전속도도 creaming과 연관을 지으면 된다. 전형적 Kettle은 회전속도가 느린 연질에 적합하고 cutter가 달린 stephan 등은 회전속도가 빨라서 creaming 일찍 시작하므로 단단한 치즈에 적합할 것이다.

## IV. 제조방법

제조공정은 일반적으로 간단하다고 할 수 있으나 각 공정조변수가 조직에 미치는 영향이 상당히 크고 복잡하다. 공정을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 원료저장(숙성실, 2-12°C)
- 2) 원료조성분 정량
- 3) 표면의 세척 및 rind 제거
- 4) 분쇄
- 5) 용융 1시간전 배합(creaming 때문에)
- 6) 용융(98°C)
- 7) 멸균(140°C)

8) 점조도 조절을 위한 교반(creaming vat)

9) 포장

10) 냉각

위와같은 공정을 거치나 원료치즈 선택시 그의 숙성도, pH, 지방량을 정량하고 최종제품에 적합성들이 고려 되어야 한다. 제품의 종류에 따라 용융염의 조성, creaming 정도가 결정되어야 한다.

용융염은 미국에서는 Na-orthophosphate를 많이 사용하고 유럽에서는 조합된 시판 polyphosphate 를 많이 사용한다. polyphosphate를 사용시 제조자가 주 polyphosphate 단일염을 구입하여 원료치즈 특성에 따라 조합하여 첨가할 수도 있으나 phosphate의 품질이 균일하지 않기 때문에 문제가 있다.

이런 이유들 때문에 대부분의 회사들이 시판 조합염들을 사용한다. 다량의 염을 사용하는 공장에서는 시판 조합염을 구입 사용하는 것이 경제적이다.

가공치즈용 phosphate를 판매하는 회사는 독일의 Benckiser-Knaspack(Joha), Guilmi(Solva) 및 블란서의 Rhône-Poulenc(Fonda-Gel) 등이 있다.

## V. 結論

가공치즈의 용융은 소수성이 강한 불용성의 Ca-paracaseinate의 해교현상으로 설명되므로 치즈 응고에서 얻은 Ca-paracaseinate의 생화학적 특성의 이해가 중요하고 해교의 필수적인 polyphosphate들이 화학적 이해도 중요하다.

해교와 이화학적으로 명확히 정립되지 않은 creaming 그리고 제조후 조직 형성등에 관한 변화들은 앞으로 더 연구 규명되어야 할 문제이다.

끊임없이 변화하는 원료치즈에 대하여 균일한 최종제품을 위하여서는 깊은 관찰력과 오랜 경험을 필요로 한다.

숙성치즈의 공정보다 간단하기는 하나 공정 조변수에 따라 최종제품의 특성이 예민하게 변화하므로 기술습득을 위하여서는 꾸준하고 체계적인 관찰방법이 필요하다.

이러한 점등이 충실한 수행은 제조나 저장중에 일어나는 결함(detect)을 스스로 해결할 수 있고 신제품에 개발도 가능하게 할 수 있다.

## VI. 참고 문헌

1. LEE Bou Oung(1979)  
Etat de l'etat des protéines dans le fromage affiné et le fromage fondu, Thèse, Docteur-Ingénieur, Université de Nancy-1, Nancy, France.
2. LEE Bou Oung(1981)  
Etude bichimique de la fonte des fromages, Thèse, Doctorat d'état ès Sciences, Université de Nancy-1, Nancy, in France.
3. Bergère W.H.(1988)  
La production de fromage fondu, Exposé aux étudiants de l'Ecoe Nationale Supérieure d'Agronomie de des Industries Alimentaires, Vandoeuvre-lès-Nancy, in France.
4. Meyer, A.(1973)  
Processed Cheese, Food Trade Press LTD, London, UK.
5. 이부용(1982)  
용융치즈제조중 일어나는 생화학적 변화  
한국유가공학회지 2(1) 17~22
6. 이부용, 박형기, 안효일, 신상주(1984)  
Model system에서 인산염의 완충효과  
한국축산학회지 26(2) 195~194
7. 이부용(1986)  
인산염의 특성 및 유제품에서의 이용  
식품공업, 81(10) 45~51과 82(12) 39~47, 90