

냉 동 란



유 익 종

농어촌개발공사 식품연구소
축산식품연구실 연구원

성수기와 비수기에 따라 소비의 물량차가 많아 불안정한 우리의 소비패턴에서 년중 가격안정과 수급의 균형으로 소비자와 생산자를 서로 보호할 수 있는 공업적인 냉동란의 저장방법이 필요하다.

1. 머 릿 말

계란은 우유와 함께 인간에게 필요한 영양가를 가장 완전하게 지닌 식품중의 하나로 알려져 있다. 우리나라의 계란생산량은 1980년 현재 4,543(100만)개로 매년 그 양이 증가하고 있으며, 일인당 연간 평균소비량도 100개 이상으로 되었으나 200~300개를 소비하고 있는 구미 여러나라에 비하면 우리나라의 계란소비수준은 상당히 낮은 편이다. 계란은 필수아미노산을 골고루 함유하고 있으며, 특히 메티오닌(methionine), 시스틴(Cysteine)등의 황황아미노

산이 많이 들어있는 양질의 단백질 공급원이다. 지방은 대부분 난황에 존재하며 난황고형분의 60% 이상을 차지하여 단백질과 결합된 상태이다. 무기성분으로는 철과 인의 공급원이 되며 비타민은 지용성인 A, D, E, K가 많이 들어 있다.

그러나 닭의 산란율은 4계절을 통하여 연중 고르게 분포하는 것이 아니라 일반적으로 봄에는 산란이 많고 가을부터 겨울에 걸쳐 산란이 감소하는 것이 보통이다. 이에 더불어 계란은 계절별로 그 수요변동 폭 또한 커서 계란의 가격은 년간 평균 100원 이상의 큰 변동을 보이고 있다(그림 1). 특히 여름철인 6~8월과 겨울철인 12~1월에는 매년 그 가격이 떨어지며 우리나라 소비자의 소비패턴에 따라 성수기(盛需期)를 이루는 봄철과 가을철에는 높은 가격이 형성되고 있다. 그러므로 연중 계란가격을 안정시키고 수급을 원활히 하는 것은 소비자의 보호는 물론 양계농가의 생산의욕을 고취시키고 계란을 이용한 식품산업의 발전을 위해 시급한 문제가 아닐 수 없다. 따라서 계란의 성수기와 비성수기의 가격

과 수급의 균형을 이루기 위해서는 계란의 저장기술이 무엇보다도 중요하다. 계란의 저장법에는 건조, 냉장, 도포법, 침지법 등 여러가지가 있으나 여기서는 품질의 변화를 최소로 하며 장기간 저장할 수 있는 저장방법인 냉동란에 관해 기술코자 한다.

2. 냉동란 산업의 역사

우리나라는 계란을 전문적으로 가공하는 난가공공장이 현재 없으며 따라서 건조란과 더불어 냉동란 및 기타 난가공제품이 전혀 생산되고

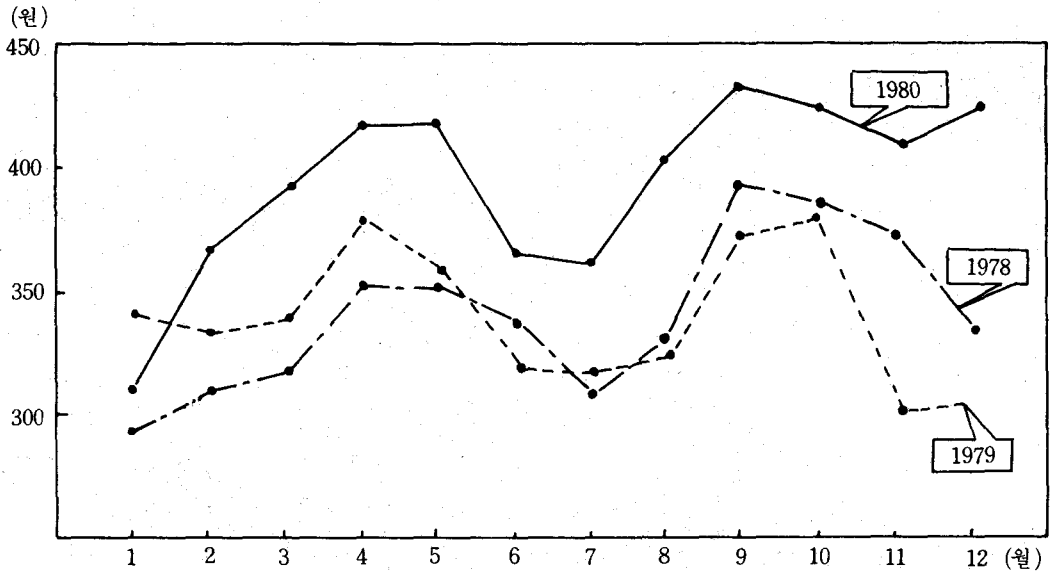


그림1. 계란의 월별 소비자가격 동향 (단위:10개)

(자료; 축산물가격 및 수급자료 (1981))

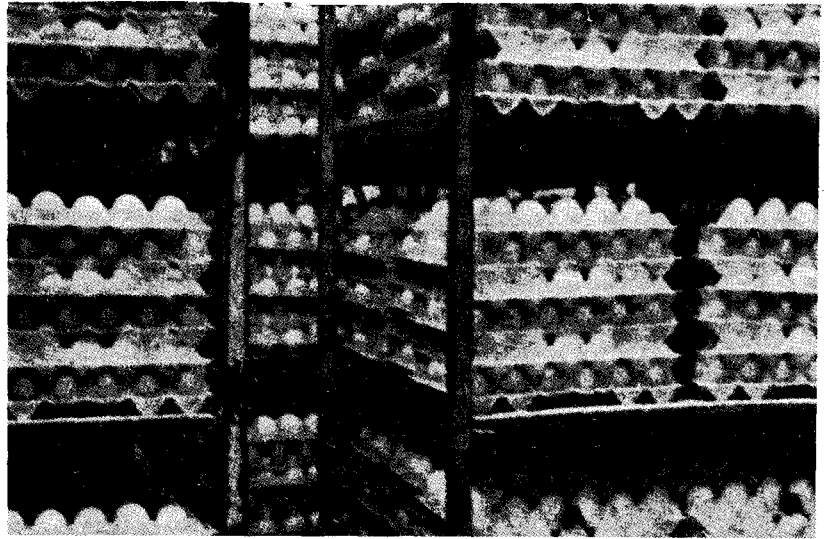
있지 않다. 그러나 가까운 일본을 비롯하여 구미 각국에서는 냉동란을 비롯한 각종 난가공품이 오래 전부터 생산되어 오고 있다. 미국은 전체 계란 생산량의 약 43%가 냉동란으로 저장 유통되며 건조란이 약 8.5% 생산되며 통계란으로 직접 소비자에게 공급되거나 난가공업체에서 이용되는 것은 약 48.5%로서 절반이 되지 않는다. 냉동란산업은 건조란등과는 달리 미국에서 가장 먼저 발달하기 시작하였다. 즉 냉장고의 발명 이후 급속히 진전되기 시작했다. 1880년대 후반에 H. J. Keith 에 의해 처음으로 시도되었다. 당시 그는 난황과 난백을 혼합하지 않고 냉동전란을 포장하여 생산하였으나 난황의 동결시 교질화(gelation)가 일어나서 해동한 뒤 유통성이 없어서 바람직하지 못한 외형을 가지게 되었다. 그리하여 그는 난황과 난백을 완전히 혼합하여 조금 개선된 제품을 생산하게 되었다. 그 후 1900년대 초 드디어 냉동란의 교질화를 방지하는 수단으로 소금과 설탕을 첨가하는 방법이 개발되었다. 이 방법은 현재도 냉동란의 제조시 많이 응용되는 교질화의 방지법이기도 하

다. 또한 1912년 Harry A. Derry 에 의하여 수동식 난황 분리기가 발명되므로써 할란 공정의 능률화가 이루어지게 되었다. 이러한 냉동란산업은 1920년대와 1930년대에 계속 확장되어 갔으나 괄목할만한 기술상의 진전은 나타나지 않았다. 그러던 중 1930년대 후반 냉동란등 난제품의 식품에의 이용시 위생적인 문제가 거론되었으며 따라서 1938년 Henningsen Bros에 의해 최초로 상업적 살균이 이루어 졌으며, 1940년대와 1950년대에는 냉동란의 일부가 살균공정을 거쳐 생산되었다. 그러나 1950년대초 난가공업체는 살균공정에 따른 제비용으로 인하여 살균처리를 기피하게 되었다. 이리하여 미국농무성과 FDA에서는 Samonella에 의한 위험성을 배제하기 위하여 실제로 살균공정을 의무화시키는 법규를 제정하여 실시하게 되었다.

3. 냉동란의 제조공정

계란은 껍질채 동결시키면 난각이 파괴되므로 일단 할란하여 내용물을 적절한 용기에 담아

▷ 품질의 변화가 없는 범위내에서 냉동란의 활용은 가격 안정을 위해 생산자, 소비자 모두를 보호할 수 있는 방법이다.



서 동결시킨다. 냉동란제품에는 냉동전란 (frozen Whole egg), 냉동난백 (frozen egg albumen or white) 및 냉동난황 (frozen egg yolk) 등이 있다.

1) 검란 및 세척

할란작업에 들어가기전에 검란기로 식용이 불가능한 부패란, 심한 혈반점이 있는 난 등 이상란을 가려내어 폐기하거나, 과다하게 오물이나 이물이 묻어있는 계란을 세척하여야 한다. 세척수는 30% 이상이거나 계란온도 보다 11℃ 이상 높아야 하며 청정제로 비누나 소다분을 사용하며 세척후 100~200ppm의 식용 염소 용액으로 살균을 한다. 살균이 끝난 계란은 망사통에 담아 건조후 바로 할란작업에 들어간다. 그러나 오물에 의해 과다하게 오염되지 않은 계란은 세척과정중 오히려 이차오염의 가능성이 있으므로 세척을 피하는 것이 좋다.

2) 할란

할란은 주로 할란기에 의하여 이루어지며 전란액뿐만아니라 난황난백으로 분리가 가능하며 시간당 5,000 개 이상의 계란을 처리하게 된다. 이 작업과정중 점란에 의하여 식별, 폐기치 못한 부패란, 혈란 등을 폐기하고 난황과 난백을 분리하여 충분히 교반하여야 하며, 난황막 및 알끈을 여과시켜 제거하여야 한다.

3) 살균

계란은 난각외부의 큐티클층, 난각, 난각막 및 난백의 라이조자임 (lysozyme)의 항균력 등에 의해 쉽게 오염되지는 않으나 운반저장중이나, 할란작업중 또는 할란후 취급 부주의로 이차오염이 일어나게 된다. 오염된 세균은 표 1 과같이 살균과 동결에 의해 대부분 사멸되나 *Bacillus*, *Alcaligenes*, *Proteus* 등은 냉동저장 후에도 살아 있는 경우가 있다. 따라서 이러한 세균들이 부패의 원인이 되는 수도 있으나, 그보다 더욱 중요한 병원균은 *Salmonellae*이며 혐기적 및 호기적 조건하에서 특히 난황중에서 급속히 성장한다. 난백의 PH가 9 혹은 그 이상일 경우 *Samonellae*는 그 성장에 저해를 받으나 PH가 6~8 정도에서는 잘 자란다. *Staphylococci* 역시 가열난황에서 위험 가능성을 가지고 있다. 즉 *Staphylococci*는 수분활성도 ($LW \leq 0.90$)가 낮은 식품에서 쉽게 자랄 수 있기 때문이다.

그림 2는 난백내의 *Salmonellae* 열 안정도에 의해 산출한 적정살균온도와 수소이온농도와외의 관계이다. 여기서 우리는 난백의 PH가 낮을수록 높은 온도에서 살균을 실시해야 되는 것을 알 수 있다. 그러나 난백의 온도가 57℃ 이상을 라가게 되면 난백의 가공적성 특히 기포성이 감

표 1. 계란에 존재하는 주요세균의 종류 및 살균, 동결에 의한 영향

종 류	살 균 전		살 균 후	
	동 결 전	동 결 후	동 결 전	동 결 후
Achromobacter	0.0 %	1.5%	-	-
Enterobacter	3.0	0.0	-	-
Alcaligenes	25.1	20.0	4.0%	8.3 %
Bacillus	7.4	2.0	83.0	83.5
Chromobacterium	1.6	1.6	-	-
Escherichia	5.7	6.8	2.5	0.0
Flavobacterium	29.0	26.9	4.0	0.0
Gram + Cocci	5.3	3.5	2.5	0.0
Proteus	15.6	18.1	4.0	8.3
Pseudomonas	7.4	16.0	-	-
Salmonella	2.0	0.0	-	-
Streptothrix	0.0	2.3	-	-

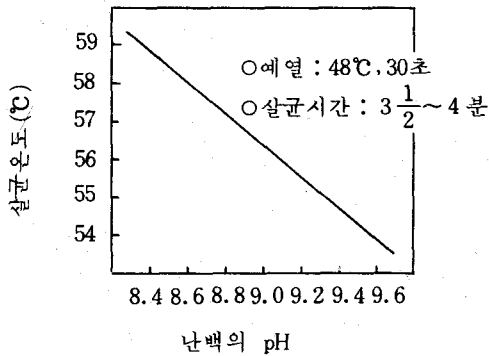


그림2. 수소이온농도에 따른 난백의 적정살균온도 (Cotterill, 1968)

소하게 되고 점도가 증가하게 된다. 따라서 난백의 낮은 열안정도를 높이기 위하여 여러가지 시도가 이루어졌다. 즉 금속이온과 결합된 Conalbumin은 유리단백질보다 열안정도가 높아지는 원리를 이용하여 25% 유산용액에 6.25% aluminum sulfate를 녹인 후 계란에 0.65%를 섞어 난백의 열안정도를 높여 60°C~61.7°C에서 3 1/2~4분간 살균하여도 가공적성에 악영향을 끼치지 않는 방법을 개발하였다. 그외에도 H₂O₂

사용법 및 다인산염 (polyphosphate)을 사용하여 박테리아 세포벽의 Ca이나 mg과 결합시켜 박테리아의 열안정도를 낮추는 방법 등이 있으나 PH의 조절에 의한 방법이 많이 쓰이고 있다. 난백의 살균시 PH는 6.6~7.0사이로 조절되는 것이 좋다.

난황은 난백보다 PH가 낮고 고형물량이 많기 때문에 난황내 Salmonella의 열안정도가 난백에서보다 높다. 따라서 난황은 높은 열로 처리되어야 한다. 특히 난황에 설탕이나 식염을 첨가하게 되면 미생물의 열안정도가 높아지게 되며 식염을 첨가했을 때 더욱 크게 나타난다. 그러나 난황의 가공적성 즉 유화력이나 점도는 열처리에 의해 크게 영향을 받지 않으며 전란의 경우도 이와 같다. 표 2는 미국농무성에서 권장하는 최저 살균온도 및 시간이다.

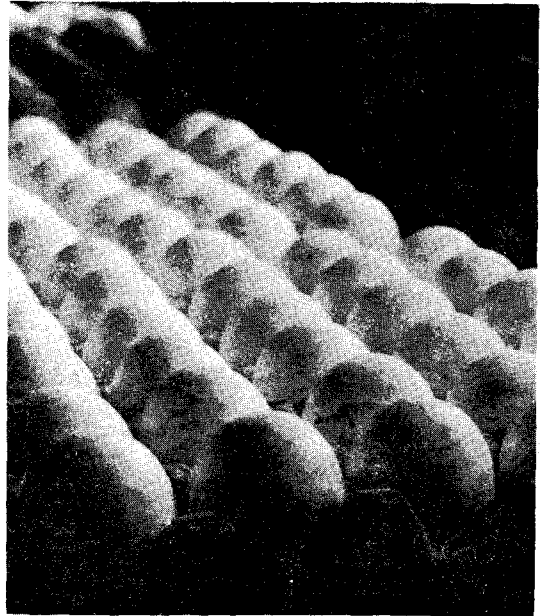
4) 동 결

살균이 끝난 계란은 2~4°C로 예비냉각하여 미리 살균된 냉동판에서 급속동결을 실시한다. -30°C 이하의 동결실에서 2파운드 소형 캔의 경우 품온이 -16°C까지 되는데 약 1시간 걸리며, 30파운드 대형 캔의 경우에는 약 20시간 걸린다. 이것을 해동할 때에는 급속해동을 실

표 2. 액상난제품의 살균조건 (USDA)

제 품 종 류	최저살균온도(℃)	최저살균시간(분)
난 백	56.7	3.5
전 란	60	3.5
전란혼합물(첨가물 2%이하)	61.1	3.5
가염전란(2%혹은 그이상)	63.3	3.5
가당전란(2~12%)	61.1	3.5
난 황	61.1	3.5
가당난황(2% 혹은 그이상)	63.3	3.5
가염난황(2~12%)	63.3	3.5

시하거나 Chopper로 박편 혹은 작은입자로 분쇄하여 해동시키며 난황은 해동후 교질화가 일어나므로 이의 방지를 위해 여러가지 방법이 쓰여진다. 일반적인 첨가물은 10% 정도의 Sucrose 와 Sodium Chloride이며, 그 외에도 glycerin, syrups, gums, sodium meta-phosphate가 있다. 냉동란 제조시 수분함량과 고형물량에 따라 제품의 열특성은 매우 다양하며 일반적으로 계란 동결시 필요한 비열과 잠열은 다음식에 의해 계산될 수 있으며 표 3은 동결란 제조시 필요한 열요구량이다.



○비열 = $\frac{\%H_2O + 0.5 \times \%고형물}{100}$

○잠열 (Btu/lb) = $\left(\frac{\%H_2O}{100}\right) (144 - 0.5(32 - 동결점))$

표 3. 냉동란제조시 필요한 열요구량

항 목	고형물(%)	동결점(F)	비 열		잠열(Btu/lb)
			동결점 위	동결점아래	
물	0	32	1.00	0.5	144
전 란	25	31	0.88	0.5	108
난 백	12	31	0.94	0.5	127
난 황	44	31	0.78	0.5	81
가 당 난 황	50	25	0.75	0.5	72
가 염 난 황	50	1	0.75	0.5	64

4. 동결에 의한 품질변화

1) 냉동난백

동결에 의한 난백의 품질 변화는 심하지 않으며 단지 농후난백의 수양화가 약간 일어나는 경우가 있으나 동결이 주요 원인인지는 아직 확실치 않다. 난백수양화 기작에 대한 최근 연구 보고에 따르면 28일간 계란을 냉동저장중 난백 단백질 사이의 disulfide bond(S-S bond)가 해리환원되어 Sulfhydryl(S-H bond) groups을 형성하여 이것이 난백 수양화의 주요 원인이라는 설과 ovomucin에서 S-S bond의 해리가 ovomucin-lysozyme 결합체의 분리를 일으키고 이것이 난백의 수양화를 일으킬 것이라는 보고 등이 있으나 그 정확한 기작은 모르고 있다. 한편 동결에 의해서는 난백의 주요 가공적성인 기포성에 큰 영향이 없는 것으로 알려져 있다.

2) 냉동난황

난황이 -6°C 이하에서 동결해동 될때, 난황은 유동성을 상실하게 되며 이러한 현상을 교질화(gelatin) 이라고 한다. 일반적으로 저밀도지단백질(Low-density lipoprotein)이 난황의 교질화와 관련이 있는 것으로 알려져 있으며 동결해동후 저밀도지단백질 용액의 점도가 증가하고 용해성이 떨어지는 것은 이들의 응집현상 때문이라고 추정된다. 한편 최근 한 연구 결과에 따르면 난황의 교질화는 peptide 혹은 인지질 간의 cross-linking 현상에 의한 평범한 응집현상이라고 한다. 그외에도 난황 plasma의 관련설을 비롯한 여러가지 가정이 있으나 그 확실한 기작은 아직 밝혀지지 않고 있다. 이러한 교질화 현상은 난황의 동결점인 -0.65°C 보다 낮은 온도에서 일어나기 시작하며 냉동저장기간 중에 일정기간 계속 일어난다. 이렇게 변화를 일으킨 난황은 높은 점도와 유동성의 상실로 가공시 다른 성분과 혼합이 어렵고 따라서 가공이용시 그 이용가치가 떨어지게 된다. 최근까지 이러한 교질화현상은 전적으로 전환시킬 수 없는 것으로 간주되어 왔으나, 여러가지 연구 결과 몇

몇 효과있는 방법들이 개발되었으며 아직도 계속 연구가 진행되고 있다. 최초로 응용된 교질화방지제는 설탕이었으며 NaCl과 Sucrose가 가장 보편적으로 사용되는 첨가물이다. 그러나 이러한 방법의 한가지 단점은 추후 사용시 특정한 식품에 국한하여 이용할 수 밖에 없다는 것이다.

최근 교질화 방지법을 연구한 결과 $45\sim 55^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 동안 가열해동함으로써 부분적으로 이러한 현상을 전환시켰으며 30°C 의 mercury에서 해동시 정상적인 유동성을 가질 수 있었다고 한다. 또한 Syrup은 주로 전란 및 난황의 혼합물에 사용되며 적은 양을 소금과 함께 사용하기도 한다. 그 밖에 흥미있는 새로운 방법으로서는 단백질분해효소의 사용이다.

단백분해효소인 trypsin, papain, rhozyme, bromelain 등으로 난황을 처리함으로써 교질화에 관련되는 성분을 분해하여 교질화를 방지하는 것이다. 또한 동결전 혹은 후에 crotoxin(li-cithinaseA)으로 난황을 처리하여 반응시키므로써 교질화를 방지할 수 있다고 한다. 그밖에 homogenizing, colloid-milling 혹은 심한 mixing과 같은 물리적인 처리도 역시 냉동난황의 점도를 감소시킬 수가 있다. 동결온도와 동결속도의 조절에 의한 교질화 방지법으로서는 급속동결과 급속해동이 이용된다. 동결속도가 동결온도보다 더욱 중요하기 때문에 최근에는 급속동결기가 많이 이용된다. 난황의 가공성은 냉동에 큰 영향을 받지 않으며 NaCl의 첨가는 해동된 난황의 유효력을 오히려 증가시키며 fructose는 유효력을 감소시킨다.

3) 냉동전란

액상전란 역시 동결 해동시 교질화를 거치게 된다. 그 정도는 난백의 희석작용에 의해 난황에 비하여 심하지 않으나 동결해동된 전란은 엉키어 높은 점도 때문에 덩어리가 되고 오렌지색의 용액이 응고물로부터 분리된다. 전란의 교질화 방지를 위한 첨가물이나 방지책은 난황의 경우와 비슷하다. 전란의 가공적성중 대부분은 동결에 의해 심한 영향을 받지 않으나 일부 보

고에 의하면 장기동결저항은 전란의 제빵적성을 감소시켰다고 한다. 즉 3개월 저장시까지 증가하다가 그후 감소하였으며 점도와 제빵적성간에는 아무런 상관관계가 없었다고 한다.

그러나 마요네즈 제조시 냉동란은 비동결란에 비해 오히려 안정했고 커스타드 제조시 냉동전란은 아무런 영향을 주지 않았다. 또한 전란의 동결은 스펀지케익 제조시 부피와 기포성에 아무런 역효과를 나타내지 않았다.

5. 맺는말

냉동란의 제조에 관한 일반적인 사항들만을 기술했으며 이상에서 언급한 것 외에도 제반문

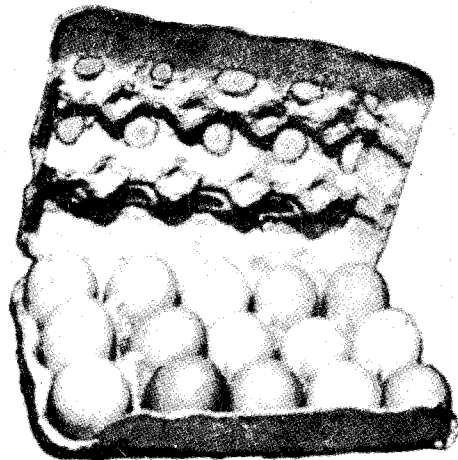
제점들이 많이 있으며 이들의 해결을 위한 계속적인 연구가 국내에서도 이루어져야 되리라 믿는다. 우리나라의 계란 소비형태가 신선란의 사용에 치중하고 계란을 이용한 난가공산업이 아직 시작되지는 않았으나 계란의 가격안정과 원활한 수급을 위한 비축목적 뿐만 아니라 식품산업의 발전을 위한 중간제품의 공급이라는 의미에서도 난가공산업은 대단히 중요한 분야임에 틀림이 없다. 따라서 금후 냉동란 등 가공란 생산이 이루어질 것으로 예견되는 이때 이에 관한 새로운 기술개발 및 기초연구가 실시되어야 할 것이다. 미국의 동결란 규격은 표 4와 같다.

표 4. 미국의 동결란 규격

항목	난제품		
	전	란	난 백
고형분	24.7%		12.0%
지방	11.0		0.03%이하
단백질	12.0		10.5
회분	1.0		0.7
환원당	0.7		0.8
총균수	25,000/gm이하		25,000/gm이하
대장균	10/gm이하		10/gm이하
살모넬라	음성		음성
			난 황
			43.0%
			27.2
			13.5
			1.6
			0.7
			25,000/gm이하
			10/gm이하
			음성

위생적인 종이난좌를 사용합시다

- 10개들이 난좌 } 가정용
- 20개들이 난좌 } 가정용
- 30개들이 왕란, 종란용 난좌
- 30개들이 보통난좌



규격 종이난좌는

1. 신선도 유지
2. 부화율 향상
3. 질병 예방
4. 파란 방지

80년대는 과학적인 경영시대

한국성형제지공업사

경기도 성남시 고등동 98-1 (전화) 고등우체국 77번