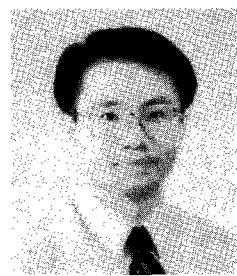


계란의 1차 가공기술과 문제점(VI)



유 익 종

한국식품개발연구원 농학박사

라. 액란의 살균

(1) 가열살균

할란되어 스트레이너로 여과된 액란은 살균하기 위하여, 대량처리의 경우에는 가열, 냉각 자켓이 달린 탱크에 의한 뱃치식 살균이 행해진다.

살균방법은 저온살균법이고 난백액은 55~57°C, 전란액, 난황액, 10% 가염난황 등에서는 60~67°C의 온도로 연속 살균으로 3~5분간, 뱃치식 살균으로 15~30분간 행한다. 이것은 계란 단백질이 변성을 일으키지 않을 정도로 온도와 시간을 들여, 속에 함유되는 미생물의 수를 감소시키는 것이지만 저온살균이라 함은 미생물을 완전히 사멸시키는 것은 아니고 일반 생균수를 규격이하로 하여 식중독의 원인이 되는 살모넬라균 및 대장균균을 음성(0.1g 당)으로 만드는 것이다.

살모넬라균의 살균조건에 관해서는 추후 서

표3. 각국의 액란 살균조건

국 명	난 황	전 란	난 백
루 마 니 아	67°C 3분	67°C 3분	-
풀 렌 드	60. 5°C 3분	64°C 3분	56°C 3분
네덜란드	60~66°C 3분	64°C 4분	54°C 60분*
독 일	58°C 3.5분	65.5°C 5분	56°C 8분
프 랑 스	62.5°C 4분	58°C 4분	55.5°C 3.5분
스 웨 덴	62~63°C 4분	58°C 4분	55~56°C 3.5분
덴 마 크	68°C 4.5분	68°C 4.5분	61°C 3분**
영 국	62.8°C 2.5분	64.4°C 2.5분	57.2°C 2.5분
호 주	60.6°C 3.5분	64.4°C 2.5분	55.6°C 10분
남아프리카	60°C 2.5분	60°C 2.5분	56.6°C 3분
벨 기 에	64°C 3분	66°C 3분	-
미 국	60°C 3.5분	60°C 3.5분	60°C 3.5분***

*뱃치식 **인산염첨가법 ***금속염첨가법

술하기로 하고 우선 각종액란의 가열살균조건에 관해서 기술하기로 한다. 표3은 각국에 있어서의 액란의 저온살균조건을, 표4는 미국에서 실시되고 있는 미농무성의 계란 살균조건을 명시하였다. 유지시간이라는 것은 프레이트 또는 굽어 떼내는 특수 실린더로 가열된 액란이

표4. 미국농무성 규격에 의한 액란의 살균조건

액란의 종류	살균온도 (°C)	유지시간 (분)
난황액	61.1	3.5
난황액 함유한 전란액(고형분 33%)		
10% 가당전란	60.0	6.2
10% 가당난황	63.3	3.5
10% 가염난황		
10% 가염전란	62.2	6.2
혼합전란(고형분 27~35%)	61.1	3.5
혼합전란(고형분 27% 미만)		
혼합전란(1% 미만의 설탕 또는 식염 넣은 것)	60.0	3.5

냉각공정으로 옮길 때까지의 도중의 배관(홀딩튜브)을 지나고 있는 시간 즉, 그 온도가 유지되고 있는 시간을 말한다.

난백액은 난황액, 전란액에 비교해서 열옹고온도가 낮다. 예를 들어 pH9의 난백액을 가열하면 57°C에서 점도가 상승하고 약 60°C에서 백탁화하므로 살균온도로서는 55~57°C의 가열이 한계이다. 그러나 미국에 있어서는 유기산에 의하여 난백액의 pH를 7로 조정하여 황산알루미늄을 넣어 60°C, 3.5분간이라는 가열살균을 행하고 있는 경우도 있다.

이 방법에 의하면 난백액의 열변성은 거의 없다고 한다. 즉, pH를 저하시킴으로써 난백단백질인 오보알부민, 오보뮤코이드, 라이소자임이 안정화되며, 황산알루미늄을 첨가함으로써 콘알부민의 열변성이 방지되기 때문에 통상보다 높은 온도로 가열살균되어도 난백의 기능특성의 하나인 기포성이 손상되지 않는다. 따라서 이와 같이 처리된 난백액은 제과용 원료로서 이용되지만 일본의 경우에 있어서는 이러한 첨가물이 허용 되고 있지 않으므로 이와 같은 살

균방법으로의 제조는 하고 있지 않다.

또 pH를 조정하지 않은 난백액을 52~53°C의 저온에서 1.5분간 가열하여 카타라제(H_2O_2 분해효소)를 불활성화 시킨 후, 10% 과산화수소(H_2O_2)액을 난백액에 대하여 0.075~0.10%가 되도록 가하여 2분간 52~53°C로 살균 냉각후, 카타라제를 첨가하여 잔존하는 H_2O_2 를 분해시키는 가열살균에 H_2O_2 를 병용하여 저온으로 난백액을 살균, 난백단백질의 열변성을 막는 방법이 미국의 특허에서 볼 수 있다.

전란액, 난황액의 경우 열옹고온도가 조금 높아지기 때문에 60~67°C까지 가열온도를 올릴 수가 있다. 또 동결보존이나 건조시의 변성을 막기 위하여 전란액, 난황액에 설탕 혹은 식염을 가하는 수가 있는데, 이러한 것을 가하므로서 단백질의 열옹고온도가 상승하지만 미생물 자신의 보호작용도 생기기 때문에 통상보다 2~3°C 살균온도를 높이지 않으면 안된다.

액란을 가열살균함으로써 어느 정도 균수가 감소하는가 실제의 실험결과에 의거 설명하기로 한다.

표5. 전란액, 난황액, 난백액의 대장균에 미치는 저온살균의 영향

종류	잔존대장균수					
	비살균	살균온도(°C)				
		54	56	58	60	62
전란액	2.7×10^6	...	4.4×10^4	2.7×10^2	<10	<10
난황액	2.9×10^6	...	8.2×10^4	3.8×10^2	<10	<10
난백액	2.8×10^6	1.3×10^4	<10	<10	<10	...

주 : 살균시간은 모두 3.5분

표5은 전란액, 난황액, 난백액 내의 대장균에 대한 저온살균의 결과에 관해서 조사한 것인

표6. 액란증의 일반생균수에 미치는 저온살균의 효과

종류	일반생균수		살균조건	
	살균전	살균후		
난황액	8,500/g	10/g	61°C	3.5분
	12,000	20	61°C	3.5분
난백액	6,600	120	55.5°C	3.5분
	54,000,000	600,000	56.5°C	3.5분
	54,000,000	11,000	58.5°C	3.5분
	54,000,000	10,000	60.5°C	3.5분

데, 초기 균수가 10^6 이었던 것이 전란, 난황에서는 $60\sim62^\circ\text{C}$ 의 살균온도로 10이하가 되고 난백에 있어서는 $56\sim60^\circ\text{C}$ 에서 10이하가 되어 비교적 저온에서 쉽게 사멸한다는 것을 알았다. 또 표6은 저온살균에 의한 일반 생균수의 변화를 가리킨 것인데, 이것에 의하면 전란, 난황의 경우에는 61°C , 3.5분의 살균조건에서 $10^3\sim10^4$ 이던 균수가 10^1 의 수준으로까지 감소한다.

한편 난백에 있어서도 55.5°C , 3.5분의 살균조건에서 10^3 에서 10^2 로 균수는 감소하지만 초기균수가 대단히 많은 경우에는 살균조건을 엄격하게 하지 않으면 효과는 기대할 수 없다. 그러나 표에 명시된 바와 같은 균수는 일반적으로는 볼 수 있는 것이 아니고 설사 있었다 하더라도 이취 등에 의하여 발견되어 제품이 되기 전에 제거된다. 그러나 이 사실은 가열살균을 한다 해서 완전히 살균된 것은 아니라는 것을 가리키고 있어서 초기의 균수를 억제하는 것이 중요하다는 것을 시사하는 것이다.

가염전란, 가염난황에 있어서는 열장살균(Hot process, Hot room storage treatment)라고 불리워지는 살균방법이 있다. 이 방법은 1971년, 코터릴 등에 의해서 개발된

것으로 전란 또는 고형분 45%의 난황에 식염을 10% 가하여 52°C 로 예비 가열한 후 내염성의 용기에 밀봉하여, 가염전란은 2일간, 가염난황은 3일간, 52°C 로 살균한다는 것이다.

이 열장살균법은 난백분말의 살균방법으로서 널리 사용되고 있다.

(2) 살모넬라균의 가열살균

액란의 살균은 병원성균, 특히 살모넬라균의 살균을 목적으로 하는 것이다. 살모넬라균은 pH 5~9 사이에서 증식한다. 특히 pH 6.5~7.5가 가장 증식하기 쉬운 pH이기 때문에 난백액(pH 8~9.5)내에서의 증식은 느리지만 전란액(pH 7~7.5), 난황액(pH 6~6.5)내에서의 증식은 빠르다. 증식의 적온은 $10\sim45^\circ\text{C}$ 이고, 또 표7에 나타내고 있는 바와같이 살모넬라균의 증식속도는 대장균의 그것보다 빠르기 때문에 액란을 보존하는 경우에는 5°C 이하의 조건이 아니면 안전하다고는 말할 수 없다.

표7. 살모넬라균과 대장균의 증식속도

온도($^\circ\text{C}$)	균수가 두배로 되는 시간(분)	
	살모넬라	대장균
7.2	—	60
10.0	8	20
12.7	—	8
15.5	2	5.5
21.1	0.9	2
26.6	0.5	0.8

살모넬라균은 그람음성의 장내세균이고 내열성은 별로 없지만 가열살균시의 pH의 영향은 상당히 크다. 표8 및 표9는 난백액, 전란액내의 살모넬라균의 내열성을 나타낸 것인데, 살모넬라균은 pH 5~6에서 내열성이 가장 크므로 전란액의 pH를 통상보다 알카리쪽으로, 즉

표8. 난백액의 살모넬라균 살균에 미치는 pH의 영향

난백액의 pH	살균소요온도(°C)*
7.0	60.0
8.5	58.6
8.6	58.2
8.7	57.8
8.8	57.6
8.9	57.4
9.0	56.6
9.1	56.2
9.2	55.8
9.3	55.4
9.4	55.0

* 3.75분의 온도를 유지하여 접종한 살모넬라균을 99.9% 사멸시키기 위하여 필요한 살균온도

표9. 전란액 중에 있어서 S.senftenberg, 775W의 내열성에 미치는 pH의 영향

전란액의 pH	60°C에서의 사멸시간(분)
5.4~5.5	83.6
6.1~6.2	85.8
6.6~6.7	62.9
7.35	48.0
8.0	11.0
8.5~8.55	3.1

pH 8.0~8.5로 하면 살균이 용이하게 되는 것을 알 수 있다. 또, 난백액의 경우에서도 전란액 만큼은 아니지만 pH가 높을수록 살균온도를 약간 낮게 할 수가 있다.

(3) 기타의 살균방법

현재의 액란제품의 살균은 거의가 가열살균이라해도 좋지만 실험적인 살균방법으로서는 자외선, 방사선에 의한 살균방법이 있으므로 간단히 소개해 두고자 한다.

자외선에 의해 살모넬라균은 사멸하지만(표 10) 살균후 이취가 생긴다. 이 이취는 다른 식

표10. 자외선 조사에 의한 전란액 중의 S.typhimurium에 대한 살균효과와 관능검사

전란액의 살모넬라균 조사결과	조사전의 균수/ml		조사후의 균수/ml
	2.3×10^4	(0.01)	
스크램블 에그 제조	2.5×10^5	(0.01)	
	2.0×10^6	3.3	
	2.4×10^7	8.8	
레이어케익 제조	이취없음 또는 이취약함	7인	0인
	이취강함	0인	7인
	이취없음 또는 이취약함	6인	1인
	이취강함	1인	6인
	케익용적(ml)	1263	11281

품에 가공한 경우에도 없어지지 않으므로 자외선은 이취발생 때문에 액란의 살균뿐만 아니라 식품에는 사용할 수 없는 것으로 되어 있다.

똑같은 방사선에 의한 살균에 있어서도 음극선(전자선)조사로 내열성이 강한 한 종류의 살모넬라균을 용이하게 살균할 수 있지만 이 경우 다른 살모넬라균을 모두 살균하기 위해서는 다시 더 대량의 조사를 행할 필요가 있으므로 이와 같이 조사한 전란으로 스크램블드에그를 만들면 이취가 인지될 수 있다고 보고 되어 있다. 이러한 방사선에 의한 살균은 계란이 동결상태라도 살균이 가능하고 기능적인 특성의 저하는 적다고 밀하고 있고 살균방법으로서는 양호한 것이지만 안전성, 품미 등의 점에서는 향후 더욱 연구를 하지 않으면 안된다.

기타 에틸렌 옥사이드, 프로필렌 옥사이드 등의 살균제에 의한 방법도 시험되고 있지만 식품용으로서는 사용할 수 없는 것으로 알려져 있다.