

두부제조의 이론과 실제

姜 鎬 閔

(太陽食品化學 代表)

1. 서 론

고기로부터 단백질을 섭취해온 외국인들과는 달리 한국인의 주된 단백질 공급원은 된장, 두부 등 콩제품이었습니다.

어느 영양가나 인체내에 중요치 않은 것이 없지만 생명체의 근원인 단백질의 가치는 최근 더욱 높히 평가되고 있고 특히 식물성 단백질의 가치는 새로운 관심을 모으고 있습니다.

그런데 우리의 친근한 반찬이던 두부가 우리들 식탁에서 멀어져 가고 있는 이유는 무엇

일가요? 메스컴이 불량식품의 대명사처럼 석회두부를 들먹이지만 과연 석회두부란 무엇이며 석회두부가 있을수 있으며 과연 있다면 인체에 유해한지 무해한지를 우리제조자들은 한번 조사하고 연구해 보신적이 있는지요.

내 손으로 만든 두부를 사랑스런 내가족과 자녀들에게 자신있게 권할 수 있는 신뢰받는 두부를 만들며 국민보건 향상에 기여하고 있다는 자부과 긍지를 갖는 제조자가 되기 위해서 겸허한 자세로 두부 제조기술에 대한 재검토와 이론을 뒷받침한 확실한 기술교육을 목적으로 쓰여진 것입니다.

Table (I)

普通豆腐의 一般成分表

(100g中) (日本食品標準成分表)

카로리 Cal	水分 (g)	蛋白質 (g)	脂質 (g)	炭水化合物		灰分 (g)	Ca (mg)	P (mg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)
				糖質	纖維					
58	88.0	6.0	3.5	1.9	0	0.6	120	86	0.02	0.02

Table (II)

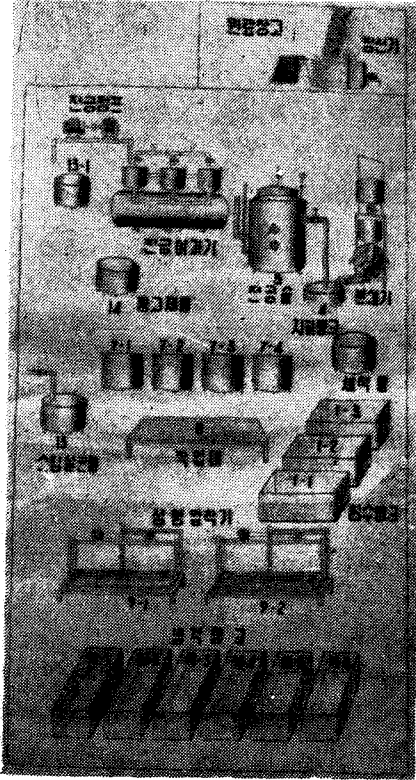
두부의 規格 및 基準

(한국 보사부 기준)

성	상	수 분 (%)	회 분 (%)	조단백질 (%)	중금속 (ppm)
고유의 외형과 색깔을 가지고 이미 이취가 없어야 하며 단면은 균질하여야 한다		85.0이하	0.9이하	7.0이상	3이하

2. 제조공정

지금부터 두부제조 의 이론과 실제에 대하여 편의상 두부제조 의 순서대로 설명을 드리겠습니다.



두부공장의 이상적인 배치도

(1) 콩세척과 침수방법

깨끗한 두부를 만들기 위하여는 반드시 콩을 깨끗이 씻는 것은 두부의 수득율과 질에도 깊은 관계가 있습니다.

콩에는 많은 일반균과 토양에서 옮겨진 내열성균이 있어 충분히 씻지 않으면 부패의 원인이 되기도 합니다. 또한 돌이나 이물질의 혼입은 누유의 응고시 영향을 미치므로 수득율이 저하됩니다.

세척은 불리기전에 씻는것이 물의 양도 적게 들뿐 아니라 수득율에도 효과가 있고 다 불린

후 분쇄전에 다시 한번 씻어주어야 합니다. 왜냐하면 마른콩이 불으면 주름이 퍼지면서 그속에 있던 균이나 먼지가 다시 나오기 때문입니다.

물을 넘기는것 보다는 완전히 부어내고 다시 새 물로 씻는 것이 적은 물로서 세척 효과가 크고 자동세척기로 쓰면 더욱 좋습니다.

콩의 침수 시간은 실내 온도와 물의 온도에 따라 다르기 때문에 일반적으로 이야기 할 수 없고 다만 분쇄에 들어가기 전 불린콩을 받으로 갈랐을때 갓 주름살이 다퍼진 상태가 적당합니다.

덜 불려진 콩을 갈면 추출율이 줄어 두부량이 줄고 불려진 상태로 너무 오래두면 그만큼 수량이 저하됩니다.

그러므로 특히 여름에는 반드시 시차제 침수를 해야 합니다. 예를들면 10가마니의 콩으로 두부를 만들려고 할때 생산능력이 시간당 2가마니이고 불리는 시간이 8시간 걸린다면 작업시간 8시간전에 2가마니를 담그고 다음 매시간마다 2가마니씩 담그는 것이 가장 이상적입니다.

통상 마른콩이 불으면 부피로 2~2.2배가되며 겨울철에 불린 시간을 단축하기 위하여 너무 더운물을 쓰는것은 좋지않고 불의 온도가 너무 낮거나 급히 작업을 해야 할 경우 더운 물을 부을 때도 물을 밖에서 적당한 온도로 혼합 하던지 콩을 찬물에 담근후 저으면서 더운 물을 부어야 수득율이 저하되지 않습니다.

(2) 분쇄방법

분쇄하는 이유는 콩속의 단백질이 물에 잘 녹아 나올수 있는 상태로 만들어 주기 위함입니다. 덜 불린콩을 갈았을때는 입자가 고운것 같지만 그 상태에서 더욱 불어지면 입자가 커지므로 추출율이 좋지 않습니다.

그러나 입자가 곱게 갈수록 좋기는 하지만

이때 반드시 지켜주어야 할 사항이 있습니다. 즉, 콩이 갈려질 때 열을 받아서는 안되겠습니다.

생콩즙의 경우 열에 의한 변화는 수득율에 상당한 영향을 미치므로 분쇄시 흘러주는 물의 양도 일정하게 조정해야 하고 갈아진 두즙은 가능하면 찬곳에 두었다가 오래 머물지 않고 솥 속으로 넣어야 하겠습니다.

곰게 분쇄하고 열을 받지 않게 하기 위해서는 분쇄기의 돌이 반달형으로 내부에서부터 가장자리로 차츰 알아지다가 끝부분 1cm정도만 평면으로 되면 거친 콩이 차츰 고와지다가 가장자리에서 거의 평면으로 갈려 열을 받지 않고 아주 곰게 갈 수 있을 것입니다.

(3) 콩물의 양(가수법)

콩에 물을 잡는 양은 수득율에 가장 큰 영향을 미칩니다. 물을 너무 적게 잡으면 연료비는 적게 들지 모르지만 비지에 진한 콩물이 묻어나가므로 큰판으로 한판이상 즉 5%정도의 양이 적게 나옵니다.

또한 콩물을 많이 잡으면 콩 즉 두즙에서 단백질을 거의 추출해낼 수 있고 비지에도 묽은 콩물이 묻어나므로 좋기는 하지만 끓일때 연료비가 많이 들고 또한 순두부에서 성형시 물빠지는 양이 많아 시간이 걸리며 순물이 나갈때 수용성 단백질 및 지방등이 함께 녹아. 나가는 양이 상대적으로 많아집니다.

그러므로 많은 실험 결과는 8~10배 가수법을 권장하고 있습니다. 즉 콩 한 가마니(73kg)는 100ℓ 이므로 한 가마니에 물800~1,000ℓ 즉 4드람~5드람을 잡아야 합니다. 제가 전국의 500여개 공장을 돌아본 결과 보통 물 잡는 양이 이 기준에 훨씬 모자라고 있음을 보았습니다.

콩의 양은 대개 일정하므로 즙통에 계산한 눈금을 그어두는 것이 좋습니다.

(4) 끓이는 방법

가수법이 양에 결정적 영향을 미친다면 끓이는 온도는 질에 큰 영향을 미칩니다.

콩물은 가능한한 짧은 시간내에 100°C까지 올려서 2~3분 가량 100°C로 유지하다가 뽑아내는 것이 이상적입니다. 빨리 끓여야 하는 이유는 생콩즙은 더운 상태에서 빨리 변질됨을 보아 오듯이 솥 내부에서 60°C까지 올라가는 과정에서는 세균이나 효소가 작용하기 가장 좋은 조건이므로 빨리 60°C까지를 넘겨야 합니다.

그러므로 솥에 콩즙을 빨아들인 후 금방 끓이지 않거나 증기 압력이 낮아 천천히 끓이는 것은 아주 좋지 않습니다. 또한 콩물이 100°C에 이르면 즉시 스팀밸브를 완전히 잠그고 가열을 중지해야 합니다. 대두 단백질은 100°C 이상으로 끓이면 두부가 될 수 없는 단백질로 열변성이 일어납니다. 그러므로 우선 질이 좋지 않고 자연 수득율도 떨어집니다.

두부는 질이 좋아야 수득율도 높아지는 이 유도 여기에 있습니다. 100°C에서 잠시 두는 까닭은 분쇄하고 끓이는 이유가 콩세포 내의 단백질을 추출하기 위함이므로 100°C에서 2~3분 두는 것이 추출에는 가장 효과적이기 때문입니다. 이렇듯 끓이는 온도가 중요하므로 온도계는 뽑아서 1주일에 한번정도 깨끗이 청소를 해 주어야 하겠습니다.

종종 우리는 97°C에서 끓이는 것이 제일 좋다는 등의 이야기를 듣는데 이때 온도계를 뽑아보면 반드시 뿔뿔(파이프)에 콩물이 달라붙어 내부가 100°C인데도 눌러붙어 있는 층을 뚫고 파이프까지 온도가 전달되어 계기에 온도가 나타나자면 3°C정도의 온도차가 있음을 발견할 수 있습니다. 또한 솥에서 압력으로 볼어낼 때도 너무 높은 압력을 넣으면 콩물의

온도가 100°C이상이므로 올라가므로 0.5kg/cm²를 넘지 않도록 주의를 해야합니다. 이런 점을 종합하면 끊이는 솔의 크기는 너무 큰것보다는 적당한 크기로 자주, 빨리 끊이는 것이 질과 수득율에는 훨씬 효과적임을 알 수 있습니다. 100°C이하로 끊이면 두부표면이 열은 분홍빛을 띄는수가 있고 가열에의해 무독성으로 변하는 유독 단백질이 그대로 남는수가 있습니다.

(5) 비지와 콩물의분리(여과법)

두부제조 과정중 가장 시간을 요하며 힘든 과정중의 하나로 아직까지 가장 이상적인 방법은 찾지 못하고 있습니다. 비지중에 수분량이 가장 적게 함유되면서 시간은 빨리 그리고 고운 비지까지도 제거해야 되기 때문입니다.

분리 방법으로는 압착법, 원심분리법, 진공

Table III 비지 분리법의 장단점 비교

비교		분리법	진공여과법	압착법	원심분리법
두유 온도 유지			85°C 이상	80°C 이하	80°C 이하
비지 상태	수분		85%	80%	87%
	단백질		4%	6%	6%
두유중의 비지량			3kg	10kg	10kg
작업 능력			· 예비 탱크 없이 1/2은 직접여과	· 지상 예비탱크 거쳐 · 초기 여과가 느림	· 연속작업가능
제품 질			면이 곱고 탄력있음	거칠고 탄력없음	거칠고 탄력없음
작업 인원			2명	2명	—
수득율			100 : 300	100 : 280	100 : 280

여과법 등이 있으나 모두 일장 일단이 있습니다. 그러므로 이 세가지의 장단점을 비교함으로써 현재 사용중인 기계를 가장 효과적으로 이용할 수 있는 방법을 찾아야 하겠습니다.

압착법은 옛날 막대기나 돌병이로 누르는 방법에서부터 많은 개선을 거쳐 오늘날의 유압 압착기에 이르기까지 가장 오래 그리고 가장 널리 사용되는 방법입니다.

장점으로는 비지의 콩물을 거의 제거할 수 있고 눈으로 확인하기 쉬우나, 단점으로는 초기상태에서 콩물이 많을때는 사용이 어려우므

로 웬만큼 콩물을 제거한 후 사용해야 하며 너무 세 힘으로 누르므로 고운비지가 빠지고 자루가 뚫어지는 점 등을 들 수 있습니다. 이런 단점때문에 물 잡는 양을 적게하는 것은 앞에서 지적한대로 수득율에 관계가 크다는 것을 염두에 두어야 하겠습니다.

원심분리법은 사람의 인력이 월등히 줄어들며 연속작업이 가능한 장점이 있으나 체가 막혀 청소가 어렵고 콩물이 너무 식으며 콩물이 부닥칠때 사포넌에 의한 거품이 많이 생겨 작업에 지장이 되는 단점이 있습니다.

Table N.

비지중 수분과 콩물 농도가 수득율에 미치는 영향

비지 70kg (콩 60kg)중의				수득율증가	확 인 법	결 론
수분 5%증가에 따른 감량	단백질 2%감소에 따른 증량	두부량차이				
두유량 $70\text{kg} \times \frac{5}{100} = 3.5\text{kg}$	—	—		14.38 ÷ 2.63 = 5.467%	· 비지 70kg에 물 100ㄷ씩을 각각 붓고 여과 · 여과된 두유를 85°C로 가열 · 응고제를 첨가하여 성형 · 두부량 평량	· 비지등의 수분5%는 절대 단백질함량 2%에 비하면 수득율면에서 극히 무시할 수 있음 · 비지 분리하는 수분함량 감소도 중요하나 재회석에 의한 진한 두유재가 더욱 중요
단백질 $3.5\text{kg} \times \frac{3}{100} = 0.105\text{kg}$ ※두유중 단백질 함량 : 3%	$70\text{kg} \times \frac{2}{100} = 1.4\text{kg}$	—				
두부량 $0.105\text{kg} \times \frac{100}{9} = 1.17\text{kg}$ ※두부중단백질 함량 : 9%	$1.4 \times \frac{100}{9} = 15.55\text{kg}$	$15.55 - 1.17 = 14.38\text{kg}$				

이런 장단점을 감안, 요즈음은 시설비가 조금 많이 들기는 하지만 진공여과법과 유압압착법 혹은 원심분리법과 유압압착법을 혼용하여 시간도 단축하고 비지의 수분도 최대한 제거하는 방법 등이 일부 실용화되고 있습니다.

흔히 재탕이라고 일컫는 재회석에 의한 비지중의 진한 콩물의 회석분리는 수득율에 큰 영향을 미치지만 8~10배 가수법을 지켰을 경우는 그리 큰 문제가 되지 않습니다.

(6) 두유의 응고(침전법)

지금부터 말씀 드리려는 것은 통상 두부 공장에서 기술이라고 일컬어온 간수넣는 문제 등으로 이는 전자와는 달리 근본적으로 단백질이 증가되어 수득율이 높아지는 것이 아니라 물리적 방법으로 부피가 커지도록 하는 것입니다.

예를들면 똑같은 양의 눈이라도 진눈개비나 싸라눈은 착 달라붙어 부피가 얼마되지 않지만 적당한 상태의 눈은 부피도 크고 뭉치면 잘 뭉쳐지듯 두유도 그 응고하는 방법에 따라 뭉게 구름같이 혹은 조개구름같이 영키게 하

므로 보수성이 좋게 한다거나 딱딱하게 하거나 작업 능률도 조절할 수 있는 것입니다.

이런 것들에 관계하는 요인들로는 콩물의 온도 및 농도와 응고제의 종류 및 응고제를 첨가할 때의 농도 및 저어주는 방법에 따라 차이가 있는 것입니다.

조목별로 구체적으로 설명을 드리면 두유의 농도는 너무 진한것 보다는 조금 묽은것이 좋습니다. 왜냐하면 너무 진할 경우 응고시 저어 줄때 일단 응고된 순두부가 깨어지기 때문입니다. 8배가수법이던 적당하다고 봅니다. 콩물의 온도는 응고제의 종류에 따라 조금씩 다르나 85~90°C정도가 좋고 75°C이하에서는 응고율이 급격히 저하됩니다.

응고제의 종류로는 염화마그네슘은 보통 우리가 말하는 간수로서 두유온도가 80~75°C가 적당하며 보수성이 좋고 맛도 좋으며 물에 잘 녹아 사용하기에 편리하긴 하나 작업이 느린 단점이 있고 근래는 비소 함유 문제로 사용치 않고 있습니다.

그다음으로 사용된 염화칼슘은 아직도 일부 사용되고 있으나 성형시 물이 잘 빠져 작업이

빠른점은 좋으나 딱딱해져서 보수성이 없으므로 수득율이 좋지않고 맛도 좀 덜한 편입니다. 두유의 온도는 염화마그네슘과같이 80~75°C가 적당합니다.

황산칼슘은 요즘 가장 많이 쓰고 있는 것으로 값이싸고 보수성도 좋아 수득율이 좋지만 물에 녹지않아 회분초과로 문제가 되는 등 문제점도 있습니다. 두유 온도는 85~80°C로 전술한 것들보다 조금 높은 것이 특징입니다. 통상 대두량의 2%분말을 2.5%용액으로 만들어 사용합니다.

구루코노 델타락톤은 상품명이 구루콘이라고 해서 일부 사용된 적이 있는데 값이 높은 단점은 있으나 질이 월등히 좋은 것은 사실입니다. 그러나 이 구루코노 델타락톤은 사용시 물에 녹여두면 급방 구루콘산으로 변하므로 잘못 사용할 경우 신맛이 날수도 있으며 두유의 온도가 90~85°C정도여야 하므로 사용에 전문적

지식이 필요합니다.

다만 인체에 무해하므로 분말 두부나 비닐순두부 등 특수용으로 많이 사용되고 있습니다. 이 외에도 두유를 응고시킬 수 있는 염류는 20~30종이 되지만 모두 일장 일단이 있어 본인이 권하고 싶은 가장 이상적인 응고제로는 구루콘산 칼슘을 소개드리고 싶습니다.

구루콘산 칼슘은 인체에 필요한 칼슘 강화제로 의약용으로 사용되고 있으므로 영양을 결한 응고제로서 효과도 있고 물에 용해성이 좋아 사용에 편리하고 구루코노 델타락톤과 동일한 효과가 있으면서도 안정성이 있어 사용에 전문적 기술이 필요 없으며 질이 월등히 좋고 수득율도 상당히 좋습니다.

가격이 황산칼슘보다 좀 높지만 수득율을 감안하면 도리어 싼편이므로 황산칼슘 사용으로 인한 회분초과의 염려는 안해도 되겠습니다.

Table v.

응고제 종류

종류	두 유 온 도	용 해 도	장 점	단 점	수 득 율	비 고
간 수 (MgCl ₂)	80~75°C	수 용	보수력이 있고 맛이 좋음	성형시 물이 잘 안빠짐	24판 / 60kg	비소문제로 사용금지
염 화 칼슘 (CaCl ₂)	80~75°C	수 용	물이 잘 빠져 능 률적	맛이 적다	23판 / 60kg	
황 산 칼슘 (CaSO ₄)	85~80°C	난 용	수율이 좋다	난용성이라 사용이 불편	24판 / 60kg	
구루코노델타 락톤	90~85°C	수 용	수율과 질이 좋다	가수분해되어 신맛을 냄	25판 / 60kg	주원료는 포도당
구루콘산칼슘	90~85°C	수 용	"	-	25판 / 60kg	"
황 산 칼슘 } 구루콘산칼슘 } 합	90~85°C	일부용해	"	-	251/2판 / 60kg	"

여기서 잠시 석회 두부란 과연 무엇을 말하는가에 대한 이해를 돕기 위해 현재 사용하고 있는 황산칼슘에 대해서 좀 더 자세히 설명해

드리자면, 황산 칼슘은 우리가 식품 첨가물로 사용하는 분자식이 CaSO₄·2H₂O입니다. 그런데 이것이 제조과정중 건조시 열을 100°C

상으로 올리면 결정수 즉 물분자가 떨어져 나가 나중에는 CaSO_4 의 이수물이 됩니다. 이것은 곧 석고입니다.

그러므로 황산칼슘은 값이 좀 비싸더라도 저온에서 잘 만든 좋은 제품을 써야만 되겠습니다. 일단 외관이 깨끗치 못하고 양이 너무 많이 들어가면 좋지 않은 것입니다. 이 황산칼슘이 석회두부 시비의 대상이 되는 것입니다.

보통 식품에는 자체의 회분이 있습니다. 이 회분의 정의는 식품을 $550\sim 600^\circ\text{C}$ 로 태워서 남은 회재를 말하는 것으로서 인체에 필요한 칼슘, 인, 철 등의 무기물이 여기에 속합니다. 그러므로 콩 자체의 회분은 인체에 필요한 것인데 두부중 약 0.6%의 회분은 콩 자체에서 온 것으로 이것은 인체에 필요한 것입니다.

그러므로 두부에는 식품 위생법상 0.9%이하로 회분을 규정하고 있으므로 응고제 사용으로 인한 회분의 증가가 0.3%정도여야 되겠으나 황산칼슘은 물에 거의 녹지 않으므로 거의 전량 0.4%가 회분으로 추가되어 문제가 되는 것이며, 황산칼슘이 나쁜 경우는 0.5~0.6%에 이르므로 더욱 문제가 되는 것입니다.

다시 응고 즉 침전의 조건으로 돌아가서 응고제의 농도와 교반에 대하여 설명하기로 하겠습니다. 응고제와 콩물의 양이 정확히 반응하는 점을 엔드포인트(end point)라 합니다. 우리말로 번역하면 종말점이라 할 수 있습니다. 응고제를 적게 넣으면 응고 상태가 나빠져 수득율이 월등히 줄어듭니다. 이 엔드포인트를 잘 찾는 사람이 보통 “간수재이”로 통하는 기술자로 대우를 받는 것입니다.

이 엔드포인트를 잘 찾기 위해서는 응고제의 농도는 너무 진한것 보다는 좀 묽게 타는 것이 좋습니다. 간수를 칠때 너무 진한 것을 한꺼번에 넣으면 급방 엉키게 되고 이것을 저으면 엉킨 순두부가 깨어지므로 묽은 것을 물

을 뿌리듯 넣으면서 저어 주어야 합니다.

그러나 너무 묽으면 두유의 온도가 낮아져는 것을 감안해야 합니다. 저어주는 방법으로 처음은 좀 세게 저어주어야 하며 응고제도 좀 많이 첨가하면서 노를 짓듯 저어주되 파도가 팔고루 일면서 너무세어서 통의 맞은편에 부딪쳐 되돌아오지 않을 정도이어야 되겠습니다.

차츰 응고제 첨가량과 짓는 양을 줄이고 맑은 물의 떠가 보이기 시작하면 동작을 중지하고 조금두면 윗 부분에 상등액이 맑게 나타나고 순두부는 한통 가득히 떠 있게 됩니다. 상등액이 탁하고 순두부가 가라 앉으면 좋은 상태가 아닙니다. 응고제의 첨가량은 대두의 2% 이내이어야 적당합니다.

(7) 두유의 응고이론과 혼합응고제의 효과

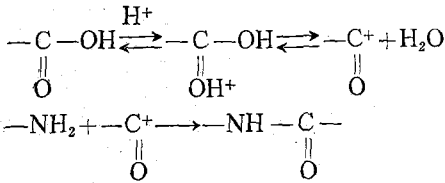
두부의 질과 맛을 높이고 수율을 증가 시키며 영양과 약효까지도 결합 수 있으면서도 제조상 조금도 지장을 주지않을 수 있는 새로운 응고제의 개발이 절실히 요청되고 있다.

이런 응고제의 개발을 위해서는 두유의 응고이론에 대한 연구가 필요하다. 단백질의 응고이론은 여러가지로 설명할 수 있겠으나 본인은 단백질의 carboxy기의 H가 Ca로 치환되고 Ca에 의한 Chelate의 형성 때문이라고 생각된다.

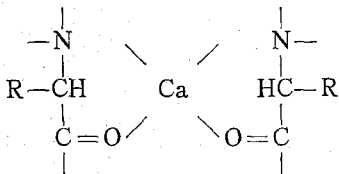
두유중의 단백질은 분자량이 15,000~600,000으로 amino기와 Carboxy기가 peptide결합을 이루면서 거대한 분자상태로 존재하며 분자의 말단에는 아미노기($-\text{NH}_2$)와 카르복실기($-\text{COOH}$)가 존재한다.

용액이 중성일 경우 분산된 peptide 분자는 colloid 상태로 있게 되며 여기에 Ca염의 첨가로 $-\text{COOH}$ 의 H가 Ca로 치환되면서 액성은

산성(pH 5.5)으로 되고 protone(H⁺)이 -NH₂와 -COOH간의 탈수반응을 촉진시켜 더욱 거대한 peptide 분자를 만들게 되어 침전된다고 생각된다.



또한 단백질 분자중에는 배위결합을 할 수 있는 -N- 와 >C=O가 존재하며 이들은 Ca⁺⁺에 Chelate 효과를 나타낸다.



이때 황산칼슘은 난용이므로 침전형성에 있

어 초기에는 pH가 빨리 내려가지 않다가 일단 침전이 생기기 시작하면 pH가 5.5정도로 내려가며 빨리 응고가 일어난다. 그러나 이때 거의 불용인 황산칼슘은 두부에 그대로 남아 0.4%이상의 회분증가 요인으로 작용하여 식품위생법상의 허용치를 초과시킨다.

그러나 여기에 구루콘산칼슘과 황산칼슘을 혼용했을 경우에는 구루콘산칼슘은 수용성이므로 초기상태에는 pH강하를 촉진시키고 또한 구루콘산칼슘 단독으로 사용했을 경우의 특성인 침전이 곱고 느린 작용이 황산칼슘의 특성과 완충작용을 일으켜 침전이 부드러우면서도 수율이 월등히 증가되며 회분함량도 줄어든다. 또한 인산염 첨가로 인한 효과는 킬레이트결합으로 설명될 수 있겠다.

혼합응고제의 효과는 아래표와 같다.

실시예	사용대두 (두 유)	사 용 응 고 제	침가온도	응고시간	수 율	비 고
1	60kg	CaSO ₄ ·2H ₂ O 1.6kg	80°C	6	24상자	맛과 질이 보통
2	60kg	(C ₆ H ₁₁ O ₇) ₂ CaH ₂ O 1.6kg	85°C	15	25상자	부드럽고 연함
3	60kg	황산칼슘 0.65kg 구루콘산칼슘 0.65kg	85°C	8	25 1/2상자	맛과 질이 좋다
4	60kg	황산칼슘 0.6kg 구루콘산칼슘 0.6kg 인산염 0.1kg	85°C	8	25 3/4 "	맛과 질이 월등히 좋다

※두유는 콩을 10배 가수법으로 물에 불려 갈아서 여과한 두유를 사용한다

※규격두부란 보사부두부성분규격 및 공업진흥청 성형상자규격을 말한다

이론적으로 구루콘산칼슘 사용으로 인한 회분증가요인은 0.032%로서 거의 무시될 수 있다.

$$\frac{0.65\text{kg} \times \frac{1}{11}}{60\text{kg} \times 3\text{배}} \times 100 = 0.032\%$$

0.65kg; 구루콘산칼슘 사용량

$$\frac{1}{11} \cdot \frac{\text{Ca}}{(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2\text{Ca}} = \frac{40}{430} \approx \frac{1}{11}$$

60kg;대두사용량

3배;대두에 대한 두부의 수득율비.

(8) 두부의 성형

성형은 상품의 얼굴을 만드는 작업입니다. 그러므로 외형이 깨끗하고 탄력이있는 탐스런 제품은 소비자의 구미를 돋구어 줄 것입니다 여기서 가장 중요한 것은 물이 골고루 서서히 빠지면서 성형이 되어야 되겠습니다. 그러기

위해서는 침전 즉 간수를 다친후 짓지말고 10~15분가량 정지시켜서 침전을 속성시켜야 순두부가 부드러우면서도 물이 잘 빠집니다.

또한 순두부를 성형틀에 부을 때 깨어지지 않도록 붓고 누르는 힘은 연속적으로 서서히 가해야 합니다. 침전통에서 성형틀로 순두부를 옮겨서 압착기로 누를때까지는 빨리해야 순두부가 식지않아 물도 잘 빠지며 압착시 순두부와 순두부의 입자가 결합되어 탄력있는 두부가 될수있고 누를때는 순간적으로 센 힘을 가할 것이 아니라 연속적인 힘을 가해야만 순두

부 내부의 물이 골고루 빠져 두부를 잘랐을때 기포 즉 물구멍이 없어집니다.

다 식은 순두부를 센 압력으로 눌러만든 두부는 수득율의 저하는 물론 딱딱하여 맛도 없고 그러면서도 끓이면 도리어 풀어집니다. 더운 순두부를 서서히 누르면 순두부와 순두부는 결합되므로 탄력이 있고 물은 일정한 구조 속에 골고루 함유되므로 부피는 커져서 수득율도 좋습니다. 스펀지의 구조를 잘 관찰하면 쉽게 이해가 될 것입니다.

Table V.

수득율 증가 요인

세 척	침 수	분 세	공 줍	가 열	여 과	침 전	성 형
0.5(%)	0.5	1.0	0.5	2.0	5.0	3.0	1.0
금속 이온 불순물제거	시차제	곱게잘고 저온유지	저온으로 단시간내 처리	60°C 빨리 100°C 정확 2~3분간정지	고온유지 재회석 고온비저제거	일정온도 정량반응	침전속성 서서히압착

(9) 제품의 저장및 보존

두부 제품의 가장 큰 문제점은 저장성입니다. 만든 두부를 못 팔아서 저장했다가 버리는것 보다는 싼 값이라도 팔아야겠다는 생각이 두부업체의 끊임없는 경쟁의 원인이 되며 저장 방법이 해결되지 못하므로 밤에 만들어서 새벽에 출하시키고 오전에 작업해서 오후에 팔아야 하는 생산상의 많은 어려움이 있습니다.

그러므로 여기서 두부는 왜 변질되며 어떻게 장기 보존이 가능할까하는 문제를 좀 자세히 설명 드리하고자 합니다.

변질원인

① 균이 있고 그 균이 작용할 수 있는 여건 즉 적당한 온도, 양분, 공기가 있으며 그 균이 변질 시킬수 있는 영양분이 있어야 변질이 일어납니다. 특히 단백질은 가장 잘 변질되는

물질이므로 문제가 있는 것입니다. 그러므로 우리가 변질을 방지하자면 우선 부패 원인인 균을 최대한 줄여야합니다. 세척과 가열로 대부분의 균은 제거되지만 아직도 내열성균이 남을 소지가 있고 용기류, 종업원의 손과 의복, 물, 실내 공기 중에는 많은 균이 있을수 있으므로 용기를 깨끗이 씻고 단정한 복장과 작업장내 외부인의 출입금지, 물탱크의 청소는 물론 씻지않은 두부운반상자를 그대로 물탱크속에 넣거나 실내 청소및 환기등에 신경을 써서 절대균의 수를 줄여야 합니다.

② 균이 좋아하는 온도를 가능한한 피해야 합니다. 금방 만든 두부를 미지근한 물에 담그어 두면 2~3시간이면 미끈미끈 하면서 변질이 일어납니다. 그러므로 금방만든 두부는 여분의 간수만 뺀후 어느정도 식힌후 다시 찬물의 탱크로 옮겨 보존하면 여름에도 12시간 이상 보존이 가능합니다.

두부 제조법

1. 콩침수및 세척	유의점	이유및방법
1. 침수전 세척		<ul style="list-style-type: none"> · 토양중의 내열성균 제거 · 먼지 등등 이물질 제거 · 썩은 콩 제거
2. 시차제 침수		<ul style="list-style-type: none"> · 탱크별로 작업능률에 맞게 시간차 침수 · 분쇄직전 콩을 1/2로 갈았을때 주름이 퍼진 상태 확인
3. 분쇄전 세척		<ul style="list-style-type: none"> · 세척조에서 주름이 퍼지면서 생긴 먼지및 균을 완전 제거
2. 콩분쇄법	1. 물량조정	<ul style="list-style-type: none"> · 분쇄기위 물탱크의 물흐르는 양을 일정량으로 흐르게하고
	2. 미분쇄	<ul style="list-style-type: none"> · 콩분쇄시 열을 받지 않도록 물량과 분쇄기들을 조정하여야 하며
	3. 즉시흡입	<ul style="list-style-type: none"> · 분쇄된 콩물은 지하탱크에서 머물지않고 즉시 진공술에 흡입한다
	4. 일정원료량	<ul style="list-style-type: none"> · 대두는 분쇄통에 눈금을 표시 일정량을 사용하여야하며 · 탈지 대두는 정량의 P.V.C. 그릇을 사용하는것이 좋다
3. 지하탱크가수법	1. 8배가수법	<ul style="list-style-type: none"> · 마른콩 부피의 8~10배가수하는것이 이상적 · 진공여과기 사용시는 8배가수로 10배 효과
	2. 완전흡입	<ul style="list-style-type: none"> · 1회분은 완전 흡입해야 변질방지
4. 콩물 가열법	1. 흡입후 즉시가열	<ul style="list-style-type: none"> · 솥에서 끓이지 않고 방치할은 변질요인
	2. 60°C까지급가열	<ul style="list-style-type: none"> · 30°C~55°C가 효소 및 세균작용의 최적온도
	3. 100°C정지	<ul style="list-style-type: none"> · 100° 이상에서 단백질은 열변성이 생김
	4. 온도계점검	<ul style="list-style-type: none"> · 온도는±1°C내로
	5. 배출압력	<ul style="list-style-type: none"> · 0.3Kg 이상으로 압력을 올리면 콩물온도가 높아진다
5. 비지여과법	1. 고온유지	<ul style="list-style-type: none"> · 솥에서 콩물을 직접여과기로 보내어 온도유지
	2. 비지제거	<ul style="list-style-type: none"> · 두유는 비지층을 거쳐

	거	고온 콩물만 여과
3. 재회석		<ul style="list-style-type: none"> · 진한 두유를 여과한후물을 뿌려 비지에 남은 콩물을 완전히 씻어준다
6. 두유응고 및 응고제 사용법	1. 두유량	<ul style="list-style-type: none"> · 8배 가수법
	2. 온도	<ul style="list-style-type: none"> · CaSO₄일 경우 80°C~85°C
	3. 응고제량	<ul style="list-style-type: none"> · 1회마다 2%해당 분말을 물 20에 풀어서 사용
	4. 초기첨가	<ul style="list-style-type: none"> · 초기2/3가량은 두유와과도가 세고 빠르게 응고제 투입
	5. 종말점	<ul style="list-style-type: none"> · 후기2/3가량은 느리고 서서히 맑은피가 보일때를 종말점으로 그친다
	6. 확인	<ul style="list-style-type: none"> · 응고후 순두부와 물층이 분리되지 않고 순물은 연한 투명액이어야한다
7. 순두부성형법	1. 10분속성	<ul style="list-style-type: none"> · 응고후 10분 이상 속성시킨다.
	2. 깨어지지않게	<ul style="list-style-type: none"> · 영킨 순두부는 깨어지지 않게 성형틀에 담는다 · 빨리 압착기로 옮겨 순물이 서서히 빠지면서 응고되도록 서서히 압착한다
8. 두부냉각 및 보존법	1. 여분의 응고제제거	<ul style="list-style-type: none"> · 성형된 두부는 즉각 찬물에 넣고 여분의 응고제가 제거되면서 단단해진다
	2. 즉시냉각	<ul style="list-style-type: none"> · 서서히 냉각되면 냉각과정에서 변질된다
	3. 변질요소제거	<ul style="list-style-type: none"> · 두부는 세균수가 적은 상태에서 급냉각 시키면 25°C에서 24시간 보존가능

3. 결 론

두부 제조는 조상 전래의 방법이므로 너무 소홀히 경험적으로만 생각해온 것이 사실이나 위에서 본 바와같이 이는 하나의 복잡한 화학 반응이요 전문적 지식들의 결정체인 종합기술이므로 그 기술의 향상과 개발의 여지는 얼마든지 있습니다. 예컨대 콩에서 두부와 유사한 7~8종의 상품을 만들 수 있으며 응고제도 영양을 겸한 월등한 효과의 새로운 것이 앞으로 얼마든지 나올 수 있습니다.