

특집 : 두부류의 생산·유통체계 현황 및 발전방향

# 우리나라 두부류의 관리체계

한 상 배

식품의약품안전청 식품규격과

## Management System of Tofu in Korea

Sang Bae Han

Division of Food Standard, Korea Food and Drug Administration, Seoul 122-704, Korea

### 서 론

두부는 우리나라를 비롯 동양 여러 나라에서 널리 애용된 식물성 단백질식품으로서 지금으로부터 약 2000년전 한나라 회남왕 유안이 처음 만든 것으로 전해지고 있으며 우리나라에는 고려말에 전래되었다고 한다. 근래에 와서 식물성 단백질의 공급원으로서는 물론 건강식품으로서 세계인들이 모두 관심을 갖는 식품으로까지 부상하고 있는 실정이다.

두부란 대두를 자비하여 가용성분을 추출하고 이에 Ca, Mg, Al 등의 염화물 또는 황산염을 첨가하여 그 중의 단백질 성분을 침전·응고시킨 후 성형한 것이라 할 수 있으며 최근에는 glucono-delta-lacton(GDL)이 새로이 응고제로서 개발되어 사용되어지고 있다.

대두에는 glycinine, albumin 및 proteus 등의 단백질성분과 비단백질 질소화합물이 함유되어 있는데 이중 glycinine이 전체 단백질함량의 80~90%를 차지하고 있고, 이 단백질성분들은 물에는 녹지 않고 중성염용액에만 녹게 되는데 대두를 물과 함께 마쇄할 때 이 glycinine은 대두에 함유되어 있는 각종 염류와 함께 마쇄액에 녹아 들어가 음이온의 교질현탁액 즉 대두유를 만들게 된다. 여기에 응고제를 첨가하여 이상의 음이온을 중화하면 교질상태로 현탁되었던 단백질이 적출되는데 이와 같이 침전 응고된 gel 즉 두부에는 동물성단백질과 비교할 만한 각종의 필수아미노산이 골고루 함유되어 있어서 매우 영양가 높은 합리적인 영양식품이라 할 수 있다. 그러나 이처럼 좋은 두부제품에 있어서 제조방법은 어떠한가?

두부제조법에 대한 자세한 문헌은 오늘날 거의 찾아볼 수 없으며 1960년대에 들어서면서 약간의 연구논문이 나왔고 1970년대에는 두부제조에 관한 몇 건의 특허출원도 있었으나 아직까지도 두부에 관련된 연구개발은 미흡한

편이라 할 수 있겠다.

가까운 일본의 경우 25,000여개의 공장에서 460,000 ton의 대두로 년 4,000억엔 정도의 시장을 형성, 인구측면에서 보아도 식탁에서 차지하는 두부의 비중이 우리보다는 매우 크다 할 수 있어 그에 대한 원인이 무엇인지와 모든 것이 국제화 추세에 따라 발전됨에 따라 두부업계 발전도 대단할 것으로 전망되어져 현재 두부류가 처해 있는 당면 문제와 해결 방안을 생각해 보기로 한다.

### 두부의 제법과 응고제의 종류

현재 우리나라에서 유통되어지고 있는 두부는 일반두부, 연두부, 순두부, 유부 등의 품목으로 나뉘어질 수 있지만 제품 중의 수분함량에 따른 차이 및 두유의 농도, 유탕 처리의 유무 등으로 인한 구별일 뿐 대별하면 3종류에 지나지 않으며 일본의 경우는 2차 가공식품까지 약 40여종의 제품이 유통되어지고 있다고 한다.

일반적으로 두부류 제품에 대하여 좀더 자세히 제조방법을 설명하면 다음과 같다.

### 제조 공정

#### 선별과 세척

대두에 포함된 이물질(돌, 다른 곡물)과 상한 콩, 썩은 콩 등을 골라낸다. 두부제조에 쓰는 콩은 반드시 깨끗하게 세척하여야 두부가 쉽게 상하지 않게 된다. 또한 이물질, 특히 돌을 골라내지 않으면 맷돌이 상해 작업에 지장을 주게 된다. 대두의 세척 방법은 처음 세척 3회 이상 세척한 후 콩이 불어 외피가 완전히 퍼졌을 때 다시 3회 이상 물을 완전히 갈아 가면서 세척해야 한다. 그 이유는 대두에 붙어있는 먼지, 흙 등을 제거할 뿐만 아니라 대두에 붙어있

는 내열성 세균을 씻어내기 위함이다. 상한 콩이나 썩은 콩을 귀찮다고 또는 아깝다고 그대로 두부제조에 이용하게 되면 당연히 두부의 맛은 저하되며 쉽게 변질된다.

### 불림

세척한 콩은 마쇄 시 두유가 잘 추출되도록 불려야 하는데 너무 많이 불리면 물 속에 이용 가능한 단백질이 용출되어 버릴 뿐만 아니라 섬유질이 과도하게 불어 여과망을 막아 비지로 두유가 빠져나가게 되며, 덜 불리면 마쇄시 멧돌과 모터가 상할 우려가 있을 뿐만 아니라 덜 갈아진 탓에 두유의 생산량이 적어진다. 콩불림의 시간은 수온과 상관관계가 있어 계절별로 다르며 또한 밤낮에 따라 다르므로 통상 여름철 7~8시간 겨울철 24시간이라 하지만 그것이 정확한 것이라고는 할 수 없다. 다만 콩을 불려서 쪄개어 보았을 때 가운데에 진한 부분이 사라지고 양끝을 손끝으로 잡고 쪄낼 때 딱 소리나는 느낌이 들 때인 것이다. 이것을 기준으로 각 업소마다 불림 시간을 조절하여야 한다. 콩은 마른 콩 용량의 2.2~2.5배로 불어나므로 불림 통은 여유가 있어야 하며 물이 충분하여야 한다. 콩은 너무 많이 불릴 경우 발아준비를 하게 되어 콩의 성분이 변화하고 여름철에는 상하여 거품이 물 위에 뜨게 된다. 이 경우 콩물을 끓일 때 미리 엉겨버려 두부를 만드는데 실패하게 된다. 불린 콩이 없을 때는 급히 콩을 더운물에 불려 사용할 수밖에 없는데 이 때는 좋은 두부생산은 기대할 수 없게 된다.

### 마쇄여과

중전의 방법은 콩을 멧돌 또는 그라인더 마쇄기로 갈아 끓인 후 이를 베자루에 담아 여럿이 막대기를 이용하여 콩물과 비지를 분리하고 이를 다시 끓여 간수를 치는 방법과 갈아낸 콩죽을 베자루에 담아 잔 후 끓여서 간수를 치는 방법을 주로 썼었는데, 이는 번거롭기 짝이 없고 두유의 생산량도 10% 이상 떨어진다. 요즘은 기계장치를 이용하여 불린 대두를 깔때기에 붓고 물을 틀어 스위치를 올리면 저절로 갈면서 여과하여 한편으로는 두유가 나오고 다른 한 편으로는 비지가 나오게 된다. 이 때에 공급수의 양은 대두용량의 7~8배를 공급한다. 그러나 이보다 두유의 농도를 진하게 하고자 할 때는 물의 공급량을 줄이면 진한 두유가 되어 두부의 맛이 향상된다. 그러나 두유의 농도를 진하게 한다는 것에도 다음의 조건(끓일 때 콩물이 탈 우려가 있음; 간수의 균질한 혼합이 어려움)이 있으므로 브릭스농도 7~8도가 적당하다. 그러나 수작업 시의 농도를 보면 4~5도 정도가 나오는데, 이는 소위 손두부들이 단단하게 되는 것과 상관관계가 있다. 두유농도가 낮으면 간수의 양이 많이 들어가게 되며 두부의 경도가 높아지는 것이다.

### 끓임

비지가 분리된 두유는 끓여야 응고하게 되며 이때 끓인다는 의미는 혼입된 균들을 사멸시키고 콩 속에 들어있는 소화 장애 효소들(이들은 열에 대단히 약하다)을 무력화시키는 의미이다. 두부는 스팀에 의한 가열이 편리하기는 하나 아무래도 맛은 직화법에 의한 가열이 좋다. 이는 스팀으로 찜밥과 가마솥에 지은 밥의 맛의 차이로 해석하면 될 것이다. 여기서는 직화법을 설명한다. 두유를 끓일 때는 가급적 빠른 시간에 섭씨 60도 이상으로 온도를 상승시켜야 두부가 맛이 있으며 보존성도 좋다. 이때 콩물을 붓기 전에 밀 물을 잡아 처음부터 밀이 놓는 것을 방지해야 하며 콩물을 나누어 넣거나 한 번에 넣고 주걱으로 계속하여 밀을 긁어 주어야 한다. 이 때에 거품(이 거품은 주로 사포닌에 의해 생긴다)이 생기는 것을 방지하기 위하여 옛날에는 들기름을 넣거나 채종유 등을 뿌리거나 찬물을 뿌려가면서 끓였으나 최근에는 두부공장에서 사용하는 소포제(실리콘수지와 글리세린지방산에스테르, 물이 혼합된 것)를 사용하기도 한다. 그러나 두부에는 가급적 콩과 물 그리고 정제된 응고제만을 사용하는 것을 권장한다. 콩물은 섭씨 100도의 온도에서 2~3분간 끓이는 것이 바람직하며, 끓은 후 바로 거품을 걷어내지 말고 콩물이 섭씨 80~85도가 되도록 기다린 후 얇게 남은 거품을 걷어내고 간수를 치는 것이 좋다. 그 이유는 바로 거품을 걷어낼 경우 우선 거품의 양이 많아 거품의 주성분으로 몸에 좋은 사포닌을 손실하게 되고, 다음으로는 콩물이 식는 동안 두유 위에 생기는 노란 막을 걷어내어야 하는 번거로움과 영양성분의 소실이 생기기 때문이다. 이 때의 노란 막은 유바라 하여 중국과 일본에서는 이를 걷어내어 말려 고급요리로써 사용하는데 유바만을 생산하는 공장들도 많이 있다. 아직 우리나라에는 이를 두부 만드는데 거추장스러운 불순물처럼 생각하기 쉬우나 두부 만드는 이가 매일 이를 건져 식용한다면 대단히 건강에 도움이 될 것이다.

### 소포제

대두 중에는 사포닌(saponin) 등 발포성물질이 존재하기 때문에 대두유를 끓이는 도중 거품이 필수적으로 일어나게 되므로 소포효과를 낼 수 있는 소포제를 반드시 사용하여야만 하는데 옛날에는 냉수 또는 식용유를 뿌려 소포효과를 노렸지만 현재는 소포제의 발달로 실리콘(silicon)수지, 모노글리세리드(monoglyceride) 등을 사용하고 있다.

특히 모노글리세리드 계통은 소포효과도 있을 뿐 아니라 증량효과, 품질개량효과 등이 있어 공장에서 제일 많이 사용되어지고 있으나, 최근 일본의 경우 두부의 텍스처어(texture)에 영향을 미친다하여 소포제의 사용을 점차 멀리하고 있는 실정이다.

### 응고

콩물의 적정 응고온도와 사용량은 간수(응고제)의 종류에 따라 다르나, 두부의 부원료로서 가장 중요한 역할을 하는 첨가물로 황산칼슘(calcium sulfate:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 염화칼슘(calcium chloride:  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 염화마그네슘(magnesium chloride:  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), 글루코노 델타 락톤(glucono-delta-lactone:  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$ ) 등의 단일응고제와 이것들을 몇 종씩 섞어 사용하는 복합응고제로 나뉘어지며, 응고제의 성질에 따라 단백질의 응고상태 및 색상, 조직, 맛 등에 상당한 차이가 있다. 대개 첨가되어지는 양은 대두중량의 1.5~2%정도이며 순도 등의 차이로 인하여 증감될 수 있으며 응고제의 종류 및 그에 대한 성질은 아래와 같다.

현재 두부류 제조업소에서 가장 많이 사용하고 있는 응고제는 황산칼슘인데 제품자체의 보수력 즉 흡수율이 높아 수율이 좋고, 다른 응고제를 사용한 것보다 조직 및 색택도 좋으나 맛에 있어서는 상당히 뒤떨어지고 있다. 가까운 일본의 경우 단일 응고제보다 여러 가지를 비율을 달리하여 섞은 복합응고제를 사용 수율, 조직, 맛 등에 있어서 최대의 성과를 낼 수 있는 제품을 만들어 두부 제조업소에 공급하고 있어 우리나라도 제품의 수율만을 생각하여 응고제를 선택할 것이 아니라 복합응고제를 각 업체의 경험에 살려 사용하였으면 하는 생각이다.

**황산칼슘(Calcium sulfate,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ):** 이는 백색의 가루로써 30여 년 전 석회두부사건을 일으킨 것이며 그때의 석회두부사건은 식품첨가물로 허용된 황산칼슘이 아닌 공업용 황산칼슘(경석고)의 사용 때문이었던 것이다. 공업용은 순도가 식품첨가물용보다 떨어지나 값이 싼 이유로 일부 무분별한 업자가 이를 사용하다가 적발되어 국민에게 두부의 인식을 오래도록 나쁘게 만들어 버린 것이었다. 황산칼슘은 칼슘 보조제로써 사용하는 것으로 미국이나 일본 등지에서도 두부뿐만 아니라 식품·의약품에 사용하는 것이다. 사용기준(사용량, 충분한 수침 등)만 준수한다면 칼슘보강효과도 있으므로 염려할 것이 없는 것이다. 다만 두부제조업자 스스로 그때의 사건으로 인하여 겁을 먹고 황산칼슘을 떳떳하게 사용하지 못하는 경향이 있다. 황산칼슘의 특징은 이용 시 두부가 부드럽고 생산 수율이 높으나 맛이 좀 떨어진다는 점이다. 이를 사용할 때 물에 거의 녹지 않으므로 끓고루 혼탁시켜 부여하여야 하며 콩물을 아래에서 위로 슬슬 떠올리면서 끓고루 뿌려주어야 한다. 응고시간은 다른 응고제보다 오래 걸리며 투입 적정온도는 섭씨 85도 내외이고 사용량은 대두 중량의 2% 내외이다.

**염화마그네슘(Magnesium chloride,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ):** 바닷물 속에도 함유되어 있어, 식염을 만들 때 생기는

부산물로써 간수 속에 약 2% 함유되어 있다. 무색 결정으로, 비중이 1.56이다. 조해성이 있으며, 물에 잘 녹는다( $0^\circ\text{C}$ 의 물 100 g에 대하여 52.8 g). 일본에서는 바닷물에서 추출하여 천연 니가리라고 하여 생산판매하고 있다. 응고속도가 빠르고 두부가 단단해지기 쉬우나 두부의 맛은 좋다. 우리나라에서는 천연응고제로써 간수의 사용을 금지하며 바닷물의 경우 환경정책기본법에서 기준하는 I급수에 해당되는 바닷물이라면 사용을 용인하고 있다. 염화마그네슘의 투입적정온도는 섭씨 75도 내외이며 사용량은 대두 중량의 2%이다.

**염화칼슘(Calcium chloride,  $\text{CaCl}_2$ ):** 염화칼슘은 염화마그네슘과 마찬가지로 물에 잘 녹으며 조해성이 있다. 보관 시 공기와의 접촉을 피해야하며 응고속도가 빠르다. 투입적정온도는 75도이며 사용량 또한 같다. 염화칼슘으로 만든 두부는 주로 유부를 만드는 데 쓰이는 생지(얇은 두부), 포두부를 만들 때 응고제로 쓰이며 맛은 염화마그네슘보다 덜하나 두부의 경도가 높아 단단한 제품을 만들 때 사용한다.

**글루코노델타락톤(Gluconodeltalactone):** 글루코노델타락톤의 약어로 통상 지디엘(G.D.L)이라고 부른다. 이 응고제는 포도당을 발효시켜 만든 것으로서 식품에 산미료, 향미료, 완충제, 보존료 등의 목적으로 사용되어왔다. 글루코노델타락톤이 물에 녹으면서 글루콘산으로 변화하는 과정에서 두유를 응고시키게 되는 점을 이용하여 연두부나 순두부 또는 보다 부드러운 두부를 만들 때에 사용하는데 사용량을 초과하면 신맛이 나게 된다. 수율도 좋고 부드러우나 두부 고유의 맛은 덜하며 가격은 비싼 편이다. 투입량은 생대두 중량에 1.8% 정도를 사용하고 투입적정온도는 섭씨 90도 이상이다. 두부공장에서는 수율과 부드러움 그리고 맛의 향상을 위해 지디엘, 황산칼슘, 염화마그네슘을 혼합하여 사용하기도 한다.

\* 간수 - 염전에서 바닷물의 수분을 증발시키고 나면 하얗게 소금이 남게 되는데 바닷물에 있던 소량의 무기물은 고농도로 남아 노란 액체를 형성하게 된다. 소금을 건어내게 되면 이 모액은 따로 보관하여 남아있는 무기물을 석출하여 관련 공업에 사용하게 된다. 옛날부터 사용하던 간수는 이를 떠다 쓰거나 소금막에서 단단히 굳힌 암갈색의 돌간수를 녹여 쓰거나 막소금자루를 쌓아 녹은 곳에서 흘러나온 간수를 사용하였다. 그러나 현재 해양은 오염되었고 따라서 소금조차도 재처리하지 않고는 식품에 조리용으로 직접 사용이 금지되어 있는 상태이다. 간수 속에는 염화마그네슘, 황산마그네슘 등의 응고력을 가진 무기물과 염화칼륨, 염화나트륨 등 조미성분도 있으나 해양오염의 결과로 생긴 각종 중금속과 세균들이 혼재해 있으므로 사용해서는 안된다.

\* 이 외에도 글루콘산칼슘, 황산마그네슘 등이 있다.

### 압착성형

옹고가 끝난 구름처럼 영긴 상태를 순두부라 하며 순두부를 상품으로 할 경우 깨어지지 않도록 조심스럽게 떠내어 사용하면 되고 두부를 만들 경우 성형 틀에 면포를 펴서 순두부를 떠담아 싸서 압착을 하게 된다. 두부공장에서는 유압 프레스로 압착하나 가정이나 식당에서는 누름판을 덮고 물통이나 무거운 물체를 올려놓으면 된다. 누르는 시간은 순두부의 상태, 누르는 물체의 무게, 원하는 정도에 따라 다르므로 한 시간 정도 누른 후 면포를 펴 보아 판단하는 것이 좋다. 두부공장의 경우 성형이 끝난 두부는 찬물에 담가 두는데 그 이유는 세균의 번식 최적온도대(섭씨 30~60도)대를 가급적 빨리 벗어나 보존성을 높이고 여분의 옹고제를 빼기 위함이다. 가정이나 두부전문점에 서도 이 방법을 사용하여 물에 담가 냉장고에 보관하는데 영양성분도 함께 침출되어 맛은 덜해지게 된다.

## 두부에 관한 현행기준 및 규격

식품위생법 제7조 1항에 의거한 식품의 기준 및 규격은 다음과 같다.

### 정의

두부류라 함은 두류를 주원료로 하여 얻은 두유액을 응고시켜 제조·가공한 두부, 전두부, 유바, 가공두부를 말한다.

### 원료 등의 구비요건

- (1) 두부류의 원료로 과쇄분을 사용할 경우에는 선도가 양호하고 부패·변질되었거나 이물 등에 오염되지 아니한 것을 사용하여야 한다.
- (2) 두부는 가능한 한 찬물에 담그어 냉장 보관하여야 한다.

### 제조·가공기준

- (1) 두부제조시 사용하는 물은 먹는물관리법에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 포장하지 아니한 두부에 있어서는 개개두부의 보기 쉬운 곳에 제조업소의 상호나 상표를 표시하여 타사 제품과 구분될 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 제품은 가능한 한 포장함을 권장한다.
- (4) 유바 제조에 사용되는 두유는 반드시 가열처리하거나 이와 동등 이상의 효력을 갖는 방법으로 처리한 것을 사용하여야 한다.
- (5) 전두부 제조시에는 원료 대두를 충분히 수세하고, 탈피, 조분쇄, 유동상건조, 미분쇄 등의 공정을 거쳐 입

도를 초미분화하여야 한다.

- (6) 두부류 제조시에는 환경정책기본법시행령 별표1중 3, 라, (1) 및 (2)에서 정하고 있는 등급 I의 수질기준에 적합한 해수에 한하여 사용할 수 있다.

### 규격

- (1) 성상: 고유의 색택을 가지고 이미, 이취가 없어야 한다.
- (2) 고형분(%): 12이상(두부 또는 전두부에 한한다), (단, 포장된 두부는 10이상, 연두부, 순두부는 6이상, 경두부는 22이상)
- (3) 수분(%): 10.0이상(동결 건조두부에 한한다)
- (4) 조단백질(%): ① 두부: 40이상(건조물로서) ② 전두부: 36이상(건조물로서)
- (5) 조지방(%): 17이상(건조물로서, 전두부에 한한다)
- (6) 산가: 3.0이하(튀긴두부 또는 유바건조품에 한하며, 조미유부는 제외한다)
- (7) 과산화물가: 30.0이하(튀긴두부 또는 유바건조품에 한하며, 조미유부는 제외한다)
- (8) 중금속(mg/kg): 3.0이하

### 보존 및 유통기준

- (1) 가공두부는 10°C이하에서 보관하여야 한다.
- (2) 두부, 전두부는 냉장하거나 먹는물 수질기준에 적합한 물로서 가능한 한 환수하면서 보존해야 한다.

### 표시기준

- (1) 두부류 중 튀긴 제품은 "튀긴두부(또는 유부)"로 표시하여야 한다.
- (2) 가공두부는 제조방법에 따라 구운두부, 튀긴두부(또는 유부), 냉동두부, 건조두부 등으로 구분 표시할 수 있다.

## 문제점 및 향후 대책

우리나라에서 사용하는 대두의 총소비량은 2003년을 기준으로 약 150만톤이고 이 중 국내생산량은 약 10만톤, 수입량은 약 139만톤으로 국내의 대두 자급율은 약 6.8%에 지나지 않는다. 즉 90% 이상이 수입에 의존하고 있으므로 두부 제조시 사용되는 대부분의 대두도 수입에 의존하고 있는 실정이다. 현재 수입되고 있는 대두는 지방질이 많은 반면 탄수화물과 단백질이 적은 착유용 대두로 두부 제조에 있어서 수율이 낮고 국산콩에 비하여 맛이 떨어지고 있다는 문제점이 제기되고 있어 두부의 용도에 맞는 콩을 찾아야 한다는 과제가 남아 있으며, 유통상의 문제점을 지적해보면 대부분의 제품이 생산된 즉시 비포장(65%

이상) 상태로 운반상자에 담겨져 판두부 형태로 유통되고 있어 미생물 등의 위생상 문제점과 원산지 표시에 대한 알권리 미 충족, 순도가 떨어지는 응고제 사용 등의 문제로 전통식품 중의 하나인 두부가 소비자들로부터 외면당할 수 있는 처지에 있다는 것이다. 따라서 식품의약품안전청에서는 두부의 위생향상을 위해서 두부업체의 우수 모델 견학프로그램을 실시하여 자발적으로 개선할 수 있도록 유도함과 동시에 두부의 포장화, 보존 및 유통기준, 응

고제 사용에 대한 기준과 규격뿐만 아니라 미생물 규격도 강화하여 국민소비자에게 한층 위생적이고 안전한 두부가 제공될 수 있도록 할 예정이다. 끝으로 두부를 제조하고 유통하는 업계에서도 두부가 국민으로부터 외면당하는 식품이 되지 않도록 하기 위해서는 위생적이고 안전한 제품의 생산을 위한 자발적이고 적극적인 노력이 있어야 할 것으로 사료된다(한다는 점을 강조하는 바이다).