

2001학년도

석사학위논문

제주전통두부 제조방법의 표준화

지도교수 : 나 정 기

경기대학교 대학원

외식조리관리학과

한 지 영

목 차

표목차	iii
도목차	iv
논문개요	v
 I. 서론	 1
II. 재료 및 방법	5
1. 제주전통두부 제조방법조사	5
2. 제주전통두부 제조공정의 표준화	6
(1) 실험재료	6
(2) 실험방법	6
3. 두부의 품질평가	7
(1) 일반성분, 지방산 조성, 아미노산 조성, 무기질	7
(2) 고형성 가용분 및 두유단백질의 -SH기 정량	7
(3) 두부의 기계적 물성측정	7
III. 결과 및 고찰	9
1. 제주전통두부 제조방법	9
2. 제주전통두부의 이용	14
3. 제주전통두부 제조공정의 표준화	16
(1) 원료대두의 표준화	16
(2) 마쇄조건의 표준화	18
(3) 두유 가열조건의 표준화	21

(4) 두유 응고공정의 표준화	22
(5) 성형과정의 표준화	23
4. 일반성분	24
5. 지방산 조성	25
6. 아미노산 조성	27
7. 무기질	29
8. 기계적물성 측정결과	31
9. 제주전통두부의 요리에 응용	33
 참고문헌	 37
Abstract	42

표 목 차

- 표 1. 조사지역 및 조사대상자 현황
- 표 2. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 원료 대두 전처리공정 비교
- 표 3. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 비지 제거공정 비교
- 표 4. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 가열공정 비교
- 표 5. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 응고공정 비교
- 표 6. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 성형공정 및 냉각공정 비교
- 표 7. 제주전통두부의 지역별 이용현황
- 표 8. 제주전통두부 국산 원료 대두의 품질기준
- 표 9. 두부 제조를 위한 원료 대두의 세척과 수침기준
- 표 10. 원료 대두의 마쇄를 위한 가수량 및 마쇄기준
- 표 11. 두유 가열조건 및 유의사항
- 표 12. 두유 응고공정 및 유의사항
- 표 13. 제주전통두부의 요리에 적용 및 전처리방법

Table 1. Operating conditions for rheometer analysis

Table 2. Proximate composition of soybean

Table 3. Proximate composition of tofu

Table 4. The fatty acid construct of tofu

Table 5. The amino acid contents of tofu

Table 6. Level of mineral components of tofu

Table 7. Effects of various coagulants on the textural properties of tofu

도 목 차

그림 1. 제주전통두부 제조공정

그림 2. 전형적인 TPA(texture profile analysis) 곡선

그림 3. 대두 침수 중 대두 속표면 비흡수 부위의 직경변화

그림 4. 대두 마쇄시 가수량에 따른 두유의 Brix 변화

그림 5. 대두 마쇄시 가수량에 따른 두유의 추출율 변화

그림 6. 두유 가열온도와 시간에 따른 단백질 표면의 -SH기 함량변화

그림 7. 마른두부 압착시간에 따른 두부의 고형분 변화

그림 8. 제주전통두부와 일반해수두부의 rehometer profile

논문개요

본 연구에서는 제주전통두부의 제조방법과 이용실태를 파악하기 위하여 현장조사를 실시하였고, 이를 바탕으로 제주전통두부의 품질특성을 연구하였으며, 고품질의 전통두부를 산업적으로 생산하기 위한 제조공정을 표준화하였고, 조리 분야에 응용가능성 정도를 적용실험을 통해 검토하였다.

1. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 원료대두의 전처리 공정은 ① 생 대두→수침→맷돌분쇄, ② 생 대두→맷돌분쇄→수침 그리고 ①과 ②를 병행한 방법이 있었다.
2. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 비지제거공정은 비지를 제거하는 지역과 비지를 제거하지 않는 지역(성읍)이 있었으며, 비지분리를 위한 첨가제로 돼지기름(내도) 또는 돼지기름과 쌀겨를 혼합(선희)한 경우가 있었으며, 비지분리 횟수는 지역에 따라 1~3회 정도의 차이가 있었다.
3. 제주전통두부 제조 시 지역별 가열공정 중 가열용기는 가마솥을 사용하였고, 누름 방지제로는 대부분의 지역에서 돼지기름을 사용하였고 일부 지역에서는 들기름을 사용하였다.
4. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 응고공정 중 응고제로 해안선 지역에서는 해수를 사용하였고, 중산간 지역에서는 소금물을 이용하였으며, 염전이 있는 지역에서는 간수를 사용하였다.
5. 제주전통두부 제조 시 지역별 성형시간은 60~720분이었으며, 냉각은 수냉이 아닌 방냉을 하였다.
6. 제주전통두부는 주로 잔치, 상례, 기제사, 명절 등 대소사에 사용하였으며 대부분 가열조리하지 않고 섭취하였다.
7. 제주전통두부의 표준화 공정은 원료대두의 표준화를 위해 국산 대두를 이용하였고, 수침시간은 동절기 13시간, 하절기 8시간으로 수침기준을 정하였다.
8. 마쇄 시 그 기준은 가수량과 고형분 함량 및 두유의 추출수율을 통해 가수량은 대두에 8~9배, 고형분 함량 8 Brix를 최적조건으로 하였다.

9. 가열조건과 시간은 -S-S- 결합력이 가장 좋은 95~100℃에서 2~3분을 최적조건으로 하였다.
10. 응고공정 중 제주전통두부의 맛을 최대한 살리기 위하여 해수와 6%의 소금물을 1:1로 제조한 응고제를 사용하였다.
11. 성형 및 냉각공정 중 압착시간은 60분 내외로 하였고, 냉각은 송풍기를 이용한 방냉을 선택하였다.
12. 제주전통두부는 생물기준(wet weight base)으로 고형분, 단백질, 지방, 탄수화물 및 조회분 등의 함량은 일반두부에 비해 높았으며, 지방산 조성 중 필수 지방산인 linoleic acid와 linolenic acid가 일반두부에 비해 높았다.
13. 기계적 물성측정 결과 경도, 부서짐성, 씹힘성이 일반두부에 비해 3배정도 높았으며, 응집성과 점탄성은 차이가 없었다.
14. 제주전통두부를 한국인 상용음식의 식품소재로 적용한 결과 다이스(dice) 상으로 절단하는 방법과 페이스트(paste) 상으로 혼합하여 사용할 수 있었다.

결론적으로 제주전통두부는 고형분 함량과 경도가 높아 수송 및 보관이 용이하며, 기계적 절단에 적합하므로 가공용 소재두부로서의 활용가치가 매우 높다고 판단되며, 차후 제주전통두부의 기능성 및 기호성을 부여한 두부 제조 및 조리응용에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

I. 서론

고고학적 유전학적으로 대두(Soybean, *Glycine max.* L.)의 원산지는 옛 고구려 땅인 만주와 한반도라는 것이 추정되며, 재배역사는 4천년 이상 되는 것으로 알려지고 있다(권 등, 2001). 야생 대두의 분포는 한국, 대만, 일본, 중국 양자강 연안 일대, 만주 그리고 시베리아 등지이며 야생 대두는 *Glycine* 속으로 가장 북쪽에 분포되어 있는 종이다. 우리 나라에서 야생대두의 분포는 제주도에서부터 평안북도에 이르며 산기슭 초지 혹은 덩굴이 우거진 곳에 자생하고 일반적으로 교목지대나 고산에서는 적게 발견된다. 현재의 재배종 대두는 야생종에서 발달한 것으로 추정하고 있으며, 야생종과 재배종의 중간형(Intermediate type)이 보고되고 있다(정, 1999).

대두는 쌀을 주식으로 하는 우리 민족에게 양질의 단백질 급원 식품으로써 장류, 두부, 콩죽, 콩나물, 콩가루 등으로 널리 이용되어 왔으며, 그 외에도 본초학에서는 두부나 대두즙을 여러 가지 인체 독을 해독하는데 약용으로 사용하는 등 대두를 이용하는 음식물은 상당히 다양하였다(장, 1993).

대두의 성분은 품종간 차이는 있으나 약 20%의 지질과 40% 단백질을 함유하고 있으며, 대두 단백질의 아미노산 조성은 쇠고기 및 우유 단백질들의 아미노산 조성과 비교하면 곡류에 부족한 lysine을 더 많이 함유하고 있다. 대두 지질의 95~97%는 triglyceride로 구성되어 있으며, 주 지방산은 linoleic acid와 oleic acid이다(윤 등, 1964). 그밖에 phosphatide 1.5~2.5%, 비검화성 물질(plant sterol, tocopherol, squalence 등)이 1.6%, free fatty acids가 0.3~0.7%의 범위로 함유되어 있다(양 등, 1979). 최근 식품의 생체 조절기능에 대한 연구가 활발히 진행되면서 대두의 생리활성물질의 효능이 보고되고 있다(권, 1989). 대두의 단백질은 혈중 콜레스테롤, 혈중 지질, 지방단백질(LDL) 등의 농도 감소 통한 동맥경화 및 심장병 예방 효과가 있으며, 대두 올리고당(stachyose, raffinose)은 장내 유익균의 번식을 촉진하고,식이섬유는 콜레스테롤 배설촉진, 장기능에 대한 생리효과, 식후 혈당 상승과 인슐린 분비억제 등의 효과가 있다. 또한 대두 인지질은 생체막 성분, 뇌기능 향상과 노인성 치매예방, 혈중 콜레스테롤 축적예방 효과를 가지고

있으며, 대두의 genistein을 비롯한 isoflavone는 항암(유방암, 대장암, 폐암 등)효과, 골다공증 억제, 항산화 작용을 하며, 대두 사포닌(saponin)은 생체 내 과산화지질 형성억제(노화예방), AIDS 바이러스 감염 저해작용, 항지혈, 항산화작용, 항암효과 등이 있고, 대두에 함유된 트립신 저해제는 항암작용 및 당뇨병 예방효과가 있으며 대두 피트산(phytic acid)은 철과 결합하여 지질산화를 억제하는 기능을 가지고 있다(권, 1972; 권, 1993; 김, 1996, 권 등, 2001).

두부는 예로부터 한국을 비롯하여 중국, 일본 등지에서 제조되어 왔으며, 두부가 문헌상으로 나타나기 시작한 것은 2세기경 한나라 회남왕 유안이 (B.C 178~122년) 저술한 「만필술」에 두부 만드는 법이 기록되어 있어 두부제조의 시조를 회남왕으로 보고 있다. 우리 나라에는 당대와의 물물교환이 활발하였던 불교 유입시기인 삼국시대 말에서 통일신라 초기 또는 고려말로 추측되고 있다(이, 1992; 장, 1993).

두부는 두유를 가열하여 가용성분을 추출하고 여기에 Ca, Mg, Al 등의 염화물 또는 황산염을 첨가하여 그 중의 단백질 성분을 침전, 응고시킨 후 탈수 성형한 것이다. 두부는 글리신 단백질이 2가 금속염 또는 산에 의해 침전 응고되고, 이들 망상구조 사이에 다량의 물을 보유하게 하여 gel을 형성한 것이다. Gel 형성에는 단백질 분자간 hydrogen bond, ion bond, disulfide bond, hydrophobic bond 등에 관여하고 응고제로 2가염을 사용했을 시는 금속 가교결합이 함께 작용하여 두부의 미세구조를 만든다(Lee 등, 1978). 두부의 품질은 대두 단백질의 양과 질, 두유 중 고형분의 양과 대두의 종류에 따라 달라지기는 하나(Johnson과 Wilson, 1984; Wang 등, 1983), 가열 온도와 시간 그리고 응고조건이 두부의 texture에 영향을 주어 품질을 좌우한다(Saio, 1983; Tsai 등, 1981).

두부의 물성은 원료와 제조조건들에 의해서 영향을 받는데, 대두의 단백질(Wang 등, 1983), 지방(山野 등, 1981; 윤과 손 1985), phytic acid 함량(박과 황, 1994), 수침조건(최, 1984), 수침시간(박 등, 1985), 대두의 탈피 유무(淺野 등, 1987), 가열조건(Escueta 등, 1986), 가열온도(Hashizume 등,

1978; 김 등, 1995), 가열시간(구와 김, 1994), 두유 추출조건(박 등, 1984), 응고제의 양 및 종류(이와 황, 1994; 김 등, 1988; Lu 등, 1980; Tasi 등, 1981; 難波과 長尺, 1986), 응고온도(고와 김 1992), 성형압력(이와 안, 1983), pH(Kroll, 1984; Honing 등, 1987) 등에 따라 달라진다.

두부 제조시 수율과 조직감에 가장 큰 영향을 미치는 단계는 응고단계이다. 응고제의 종류에 따라 두부의 중량, 수분함량, 총 고형분, 단백질 회수율이 달라지고, 염농도에 따라 Crud의 형성을 결정하게되며, Curd의 조직감 역시 사용된 응고제의 종류와 농도에 따라 영향을 받으며, 응고제의 농도가 증가함에 따라 Crud는 경도(hardness), 부서짐성(brittleness), 부착성(cohesiveness) 및 탄력성(elasticity)이 증가한다. calcium chloride와 magnesium chloride는 calcium sulfate나 magnesium sulfate로 만든 것보다 더 단단하며 깨지기 쉽다. 또한 두유의 응고 시 온도가 두부의 조직감에 영향을 주게 되는데, 온도가 증가하게 되면 중량과 수분함량이 감소하게 된다(이 등, 1990; deMan 등 1986; Wang와 Hesseltine, 1982; Hashizume, 1978).

대두의 수용성 단백질을 추출, 응고시킨 두부는 영양가와 소화율이 높고(Miller 등, 1952), 가격이 저렴한 고단백 식품이나(Albert, 1965), 비교적 pH가 높고(pH 5.8~6.2) 수분함량이 80~88%로 보존성이 극히 불량하다(Doston 등, 1977; Rehberger 등, 1984). 이러한 두부의 저장에 관한 연구로는 침지액의 pH를 acetic acid와 sorbic acid(Miskovsky와 Stone, 1987) 레몬주스(Pontecorvo와 Bourne, 1978) 등을 이용하여 조절하거나, 침지액에 Sorbic acid(白川, 1985), potassium sorbate(Miskovsky와 Stone, 1987), 수용성 키토산 분해물질(전 등, 1997)을 첨가하는 방법과 두부를 유기산으로 응고시키는 방법(이 등, 1990), 시판두부를 포장한 후 저온 살균하거나(Champagne 등, 1991), Ca염으로 응고시킨 두부를 microwave처리한 방법(Wu와 Slaunkhe, 1977)이 있다.

두부 제품의 품질 향상을 위해 인삼추출물을 첨가한 결과 탄력성과 대두비린내는 감소하였지만, 기호도도 역시 감소하였으며(김 등, 1996), Yamano

등(1981)은 대두와 분말로 된 palm oil을 함께 사용하여 두부를 제조하여 그 영향을 살펴보았는데 palm oil 첨가량이 증가함에 따라 견고성은 커지고 탄성은 감소하여 맛이 더 좋아졌다고 보고하였다. 윤과 손(1985)은 두부제조 시 지방의 첨가가 두부의 구조 및 질감 특성을 살펴 본 결과 지방함량이 많을수록 지방구가 잘게 분산되어, 수분을 포함하는 막이 얇고, 지방함량이 높을수록 두부의 견고성 및 점착성은 낮고, 탄성은 증가시켰다고 보고하였으며(김, 1982), 이와 같은 두부의 품질 증진을 위한 연구가 진행되고는 있으나 아직은 미약한 실정이다.

제주에는 논이 적고 밭이 많아 밭작물을 주식으로 삼아 왔었으며, 대두는 이들 가운데 가장 대표적인 작물 중의 하나이다. 제주에서 대두의 재배역사는 문헌상의 기록이 매우 한정적이어서 정확히 알 수 없으나 삼국시대 이전부터 재배되었던 것으로 추정된다. 제주 두부의 역사도 대두의 재배역사와 함께 하여 왔으며, 제주의 자연환경이 바다로 둘러싸여 있기 때문에 두부제조에 필수적인 응고제(해수)가 있어 두부제조에 매우 적합하며, 특히 제주의 해수는 영양염류 함량이 많아 두부 수율이 높을 뿐만 아니라 관능적인 품질도 우수한 것으로 인식되고 있다.

제주의 전통두부는 응고제로 해수를 사용하기 때문에 일반두부에 비해 매우 단단한 경두부에 속하며, 그 맛과 향에 있어서도 독특하다. 대두의 종류와 화학응고제를 달리하여 제조한 두부의 특성차이에 관한 연구는 많으나, 제주전통두부의 응고제인 해수의 역할 및 전통적 제조방법에 관한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 현장조사를 통해 제주전통두부의 제조방법과 이용실태를 파악하고, 이를 기초로 제주전통두부의 품질특성을 조리과학적으로 구명함으로써 고품질의 전통두부를 산업적으로 생산하기 위한 제조공정을 표준화하며, 조리 분야에 응용가능성 정도를 예비 적용실험을 통해 검토하여, 외식조리 및 식품산업분야에서 이용범위를 확대 적용하는데 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 제주전통두부 제조방법 조사

본 연구조사는 제주전통두부의 제조법 및 관련 생활민속을 파악하고자 면담조사를 실시하였다. 조사기간은 2001년 7월 9일부터 8월 31까지이었으며, 1960년대 전후 시점을 기준으로 접근하여 4개 권역 8개 지역으로 나누어 조사하였다(표 1). 조사대상자는 제주도에서 나고 자란 65세 이상인 자로서 예비조사를 통해 각 지역 노인회관을 방문하여 전통적인 방법으로 두부를 제조하였던 분들을 면담대상자로 선정하였고, 부족한 부분에 대해서는 추후 보완조사를 실시하였다. 조사내용은 전통두부의 제조과정별 방법 및 특징을 비롯하여 관련 금기어, 전설, 속담 그리고 용도 등이며, 조사원이 현장을 방문하여 구체적으로 면담내용을 녹음하여 채록하도록 하였다.

표 1. 조사지역 및 조사대상자 현황

권역	지역명		조사대상자
	광역	지역	
계	4	8	24명
제주목(1)	제주시	내도	이애숙(여, 67세), 김병숙(여, 76세), 김화자(여, 81세), 강귀재(여, 65세), 이창애(여, 70세), 최봉려(여, 68세), 김춘혜(여, 77세), 이옥숙(여, 71세)
제주목(2)	북제주군 (애월읍, 조천읍)	수산, 선흘	강창현(여, 77세), 김홍(여, 61세) 김기숙(여, 93세)
대정현	서귀포시, 대정읍	예래, 상모, 고산	오항식(남, 69세), 오대림(남, 83세) 허향순(여, 75세), 정순향(여, 85세), 고유생(여, 81세), 정신옥(여, 81세), 김정팔(여, 71세), 김영호(여, 82세)
정의현	남제주군 (표선면)	표선, 성읍	고영수(여, 77세), 손대선(여, 81세), 김창희(여, 68세), 강인옥(여, 80세),

2. 제주전통두부 제조공정의 표준화

(1) 실험재료

두부제조에 사용된 대두품종은 제주산 백천으로 북제주군 애월읍 생산자 단체에서 구입하였으며, 응고제로서 해수는 제주시 도두 해안에서 직접 채취하여 사용하였다.

(2) 실험방법

1) 제주전통두부의 제조

예비실험을 통하여 다음과 같이 두부 제조 방법을 표준화하였다(그림 1).



그림 1. 제주전통두부 제조공정

3. 두부의 품질평가

(1) 일반성분, 지방산 조성, 아미노산 조성, 무기질

두부제조 후 수분을 상압가열건조법, 조단백질은 micro kjeldahl법(질소계수 : 5.71), 조지방은 Soxhlet 지방추출법, 탄수화물은 Somogyi변법, 회분은 직접회화법으로 분석하였으며, 지방산 조성은 Gas Chromatography를 사용하여 지방산 조성을 측정하였고, 아미노산 조성은 HPLC(AccQ-Tag)를 이용하여 아미노산 조성을 측정하였으며, 무기질은 ICP-AES법을 이용하여 무기질을 분석하였다.(주 등, 1991).

(2) 고형성 가용분 및 두유단백질의 -SH기 정량

고형성 가용분(Brix)은 Abb굴절계를 이용하여 측정하였으며, 두유 단백질의 -SH기 정량은 일정량의 DTNB(5,5'-DITHIO-bis-nitrobenzoic acid)(Sigma Chem) 용액을 가한다음, 상온에서 20분간 발색시켜 410nm (Shimadzu Spectrophotometer, UV-1201)에서 흡광도를 측정하여 정량하였다. (Ellman, 1959)

(3) 두부의 기계적 물성측정

두부의 물성측정은 두부를 원통형 시료채취기를 이용하여 원통상태(2×2 cm)로 일정하게 절단한 다음, Rheometer(Fudoh Co., D-5, Japan)를 사용하여 다음 Table 1과 같은 조건으로 측정하였으며 8회 반복 압착하였을 때 얻어진 힘-거리곡선은 그림에서 질감의 특성치인 hardness(경도), cohesiveness(응집성), elasticity(탄성), brittleness(부서짐성) 및 chewiness(저작성)을 구하였다.

Table 1. Operating conditions for rheometer analysis

Test type	Chewing
Sample size	
width	20mm
depth	20mm
height	20mm
diameter	20mm
Probeadapter	20mm
Load Head	5kg
Table speed	5cm/min

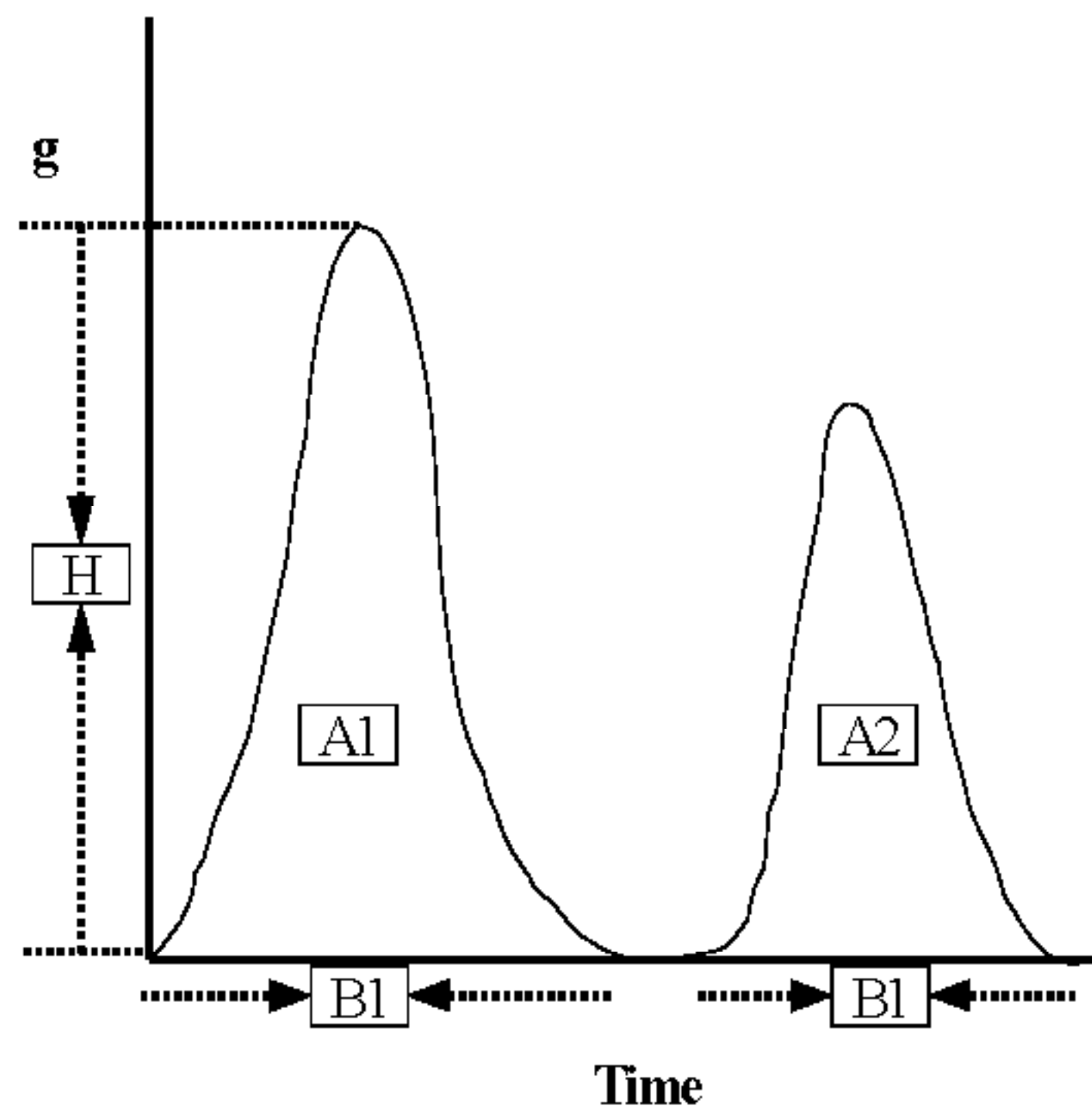


그림 2. 전형적인 TPA(texture profile analysis) 곡선

Hardness(경도) H (g), Cohesiveness $A2/A1$, Elasticity(탄력성) $B2/B1$

Chewness(저작성) $H \times (A2/A1) \times (B2/B1)(g)$, Gumness(점성) $H \times (A2/A1)(g)$

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 제주전통두부 제조방법

예비조사결과 구좌읍, 성산읍, 구서귀포 지역에서는 경조사 등 대소사에 두부를 사용하는 경우가 드물어 조사대상에서 제외되었으며, 대두경작을 많이 하는 지역에서 두부를 경조사에 필수음식으로 이용하고 있었다.

제주전통두부를 제조함에 있어 대두의 전처리 방법을 살펴보면, 생 대두를 충분히 수침(하절기-반나절, 동절기-한나절)시켜 맷돌에 분쇄하는 방법과, 생 대두를 그대로 맷돌에 갈아 분말을 만든 후 이를 물과 함께 혼합하여 수화시키는 방법 등이 있었다(표 2). 수산과 선흘 마을의 경우 후자의 방법을 주로 사용하였는데, 이는 인근에 음용수가 충분치 않아 원거리에서 물을 길어 오는데 많은 노동력을 요했기 때문이었다. 대정현과 정의현에서는 전자의 방법만을 사용하였으며, 제주시 내도와 선흘 마을에서는 두 가지 방법을 병행하여 대두를 전처리 하였음을 알 수 있었다.

표 2. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 원료 대두의 전처리과정 비교

조사지역			대두 전처리		
			I	II	III
제주목(1)	제주시	내도			○
제주목(2)	애월읍	수산		○	
	조천읍	선흘			○
	서귀포시	예래	○		
대정현	대정읍	상모	○		
	한경면	고산	○		
정의현	표선면	표선	○		
		성읍	○		

I : 생 대두→수침→맷돌분쇄

II : 생 대두→맷돌분쇄→수화

III : I 또는 II를 병행사용

제주전통두부 제조에 따른 지역별 비지 제거공정을 비교하면 표 3과 같으며, 비지를 제거하는 경우와 비지를 제거하지 않고 그대로 사용하는 방법이 있었다. 대부분의 경우 비지를 제거하여 두유를 제조하고 있었으나 정의현 성읍마을의 경우 비지를 제거하지 않고 그대로 두부 제조에 사용하고 있었다. 또한 비지제거를 위한 여과포로 무명주머니와 삼베주머니를 주로 사용하였으며, 대두 분쇄액을 주머니에 넣고 손으로 압착하여 두유를 압출하였으나, 이 공정은 노동력이 많이 요하는 관계로 일부지역에서는 비지분리를 용이하게 하고 소포작용을 위하여 돼지기름 또는 돼지기름과 쌀겨를 혼합 첨가하여 사용함을 알 수 있었다. 한편 두유의 추출수율을 높이기 위한 방법으로 여러 지역에서는 한 번 짜낸 비지에 다시 물을 첨가하여 비지를 제거하는데 2~3회 반복하였다.

표 3. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 비지 제거공정 비교

조사지역			비지제거 방법		
			비지제거 유무		비 고
			유	무	
제주목(1)	제주시	내도	○		돼지기름 1회
제주목(2)	애월읍	수산	○		2회 반복
	조천읍	선흘	○		돼지기름+쌀겨 3회 반복
	서귀포시	예래	○		2회 반복
대정현	대정읍	상모	○		1회
	한경면	고산	○		3회 반복
정의현	표선면	표선	○		3회 반복
		성읍		○	

제주전통두부 제조에 따른 지역별 가열공정은 표 4와 같으며, 가열용기는 모든 지역에서 가마솥을 사용하였는데 이는 경조사에 대량으로 두부를 제조하기 위한 큰 용기가 필요했기 때문이나, 가내에서 소량으로 제조할 경우에는 취반형 솥을 사용하였다. 솥에 눌음을 방지하기 위하여 끓이기 전 달궂힌 가마솥에 대부분의 지역에서 돼지기름을 사용하였으나, 성읍 마을에서는 돼지기름 대신 들기름을 사용하였는데 그 이유는 지역에서 쉽게 얻을 수 있었고 솥의 열전도효율을 높이기 위함이었다. 또한 수산마을을 제외한 대부분의 지역에서는 두유가열 중 교반함으로써 눌음을 방지하였다. 가열공정 중 지방질을 사용하는 것은 제주전통두부의 독특하고 고소한 향미를 부여하고 조직의 탄력성을 증진시키는 역할을 하는 것으로 사료되며 제주전통두부의 관능적인 특징을 결정짓는 중요한 요소 중 하나이다. 윤과 손(1985)의 연구보고에 의하면 가열공정 시 지방을 첨가하여 지방함량을 높이면 두부의 견고성 및 점착성은 낮고 탄성은 증가된다고 하였다.

표 4. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 가열공정 비교

조사지역			가열공정		
			가열용기 (가마솥)	눌음방지제	교반 유무 유 무
제주목(1)	제주시	내도	○	돼지기름	○
	애월읍	수산	○	돼지기름	○
제주목(2)	조천읍	선흘	○	돼지기름	○
	서귀포시	예래	○	돼지기름	○
대정현	대정읍	상모	○	돼지기름	○
	한경면	고산	○	돼지기름	○
정의현	표선면	표선	○	돼지기름	○
		성읍	○	들기름	○

제주전통두부 제조에 따른 지역별 응고공정은 표 5와 같으며, 응고제의 사용은 지역여건에 따라 달리 나타났다. 해안가에 위치한 내도, 예래, 고산 마을 등에서는 해수를 그대로 사용하였고 해수를 구하기 힘든 중산간 지역인 선흘과 성읍 마을에서는 소금을 물에 용해하여 사용하였으며 해안가와 중산간 지역 사이에 위치한 수산마을에서는 해수를 운반하는데 다소 많은 노동력을 요했으므로 해수와 소금을 혼합하여 사용하였으며, 인근에 염전이 있는 상모, 표선 마을에서는 소금을 제조 후 부산물인 간수를 이용한 것으로 판단된다. 응고제는 대부분 처음 끓기 시작한 시점에서 투입하여 두유를 응고시켰으며 예래 마을에서는 두 번에 나누어 투입하였다. 이러한 방법은 현재 두부제조업체에서 두유를 끓인 후 80~85℃으로 냉각하여 응고제를 투입하는 방법과 달리 제주전통두부인 경우 100℃에 가까운 고온에서 응고제를 투입함으로써 응고조건이 비교된다. 일반적으로 두유의 응고온도가 높을수록 경도가 증가하며(김 등, 1995), 이러한 특징은 제주전통두부의 전형적인 조직강도를 결정하는 중요한 요인의 하나로 생각할 수 있다.

표 5. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 응고공정 비교

조사지역			응고공정		투입시기
			해수	소금물 간수 혼합액*	
제주목(1)	제주시	내도	○		1차끓임→뚝들이기**
제주목(2)	애월읍	수산		○	1차 끓임→뚝들이기
	조천읍	선흘		○	1차 끓임→뚝들이기
대정현	서귀포시	예래	○		1차 끓임(해수투입)→ 2차 끓임(재투입)
	대정읍	상모		○	1차 끓임
	한정면	고산	○		1차 끓임
정의현	표선면	표선		○	1차 끓임
		성읍		○	1차 끓임

*혼합액 : 해수 + 소금물

**뚝들이기 : 15~20분

제주전통두부 제조에 따른 지역별 성형공정 및 냉각공정은 표 6과 같으며, 경조사에 적극 이용하여 마을 판매를 해왔던 내도와 수산 마을에서는 성형시 두부틀을 사용하였고, 경조사 시 가내에서 직접 제조하였던 그 외의 지역에서는 삼베 혹은 광목(목면직물) 등으로 만든 성형주머니를 사용하였다. 두부의 견고성에 영향을 주는 성형시간은 지역별로 차이가 있었으며 대부분의 마을에서는 1~2시간 정도이었으나, 상모와 성읍 마을은 12시간으로 성형을 오랜 시간 하였음을 알 수 있었다. 이와 같이 타지방과는 달리 성형시간을 길게 하여 수분함량을 줄여 두부의 조직을 단단히 만들었으며, 이는 경조사 시 두부를 조리하지 않고 생식용으로 사용하기 위함이었다. 냉각공정에서는 수침을 통해 냉각시키는 타지방의 방법과는 달리 제주전통두부는 자연 방냉함으로써 고유의 풍미를 유지시켰다.

표 6. 제주전통두부 제조에 따른 지역별 성형공정 및 냉각공정 비교

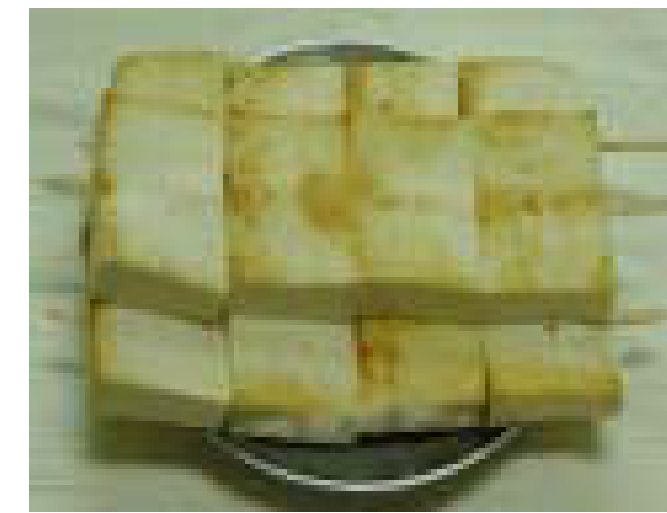
조사지역			성형공정			냉각공정	
			성형틀	성형주머니	성형시간	수침	방냉
제주목(1)	제주시	내도	○		60분		○
	애월읍	수산	○		60분		○
제주목(2)	조천읍	선흘		○	120분		○
	서귀포시	예래		○	120분		○
대정현	대정읍	상모		○	720분		○
	한경면	고산		○	60분		○
정의현	표선면	표선		○	120분		○
		성읍		○	720분		○

2. 제주전통두부의 이용

제주전통두부의 지역별 이용현황은 표 7과 같으며, 주로 의례용 음식으로 활용하였다. 결혼잔치에서는 하객에게 접대하는 필수음식으로 쟁반에 돼지수육 3점과 순대 1점 그리고 두부(생 것) 1점을 담아 내놓았다. 상례 시에는 돼지수육 3점과 두부 1점을 대꼬치에 꿰어 밥그릇 위에 꽂아서 조문객들에게 대접하였다. 제사 시에는 두부를 대꼬치에 꿰어 참기름을 발라 화롯불에 구워 두부적으로 사용하였고 정월명절에는 두부를 썰어 떡국과 함께 끓여 먹었다. 모든 마을에서 잔치에 사용하였으며, 수산, 고산, 표선, 선홍, 내도 마을에서는 제사음식으로 이용하였고, 상례 시 수산, 선홍, 내도 마을에서는 접대용 음식으로 사용하였으며, 명절에는 수산, 고산, 내도 마을에서 이용하였고, 특히 내도, 수산, 성읍 마을에서는 평상시 일상식으로도 사용하였다.

표 7. 제주전통두부 지역별 이용현황

조사지역			의례별 이용현황				
			잔치	상례	기제사	명절	일상식
제주목(1)	제주시	내도	○	○	○	○	○
제주목(2)	애월읍	수산	○	○	○	○	○
	조천읍	선홍	○	○	○		
	서귀포시	예래	○		○	○	
대정현	대정읍	상모	○				
	한경면	고산	○		○	○	
정의현	표선면	표선	○		○		
		성읍	○				○



3. 제주전통두부 제조공정의 표준화

(1) 원료 대두의 표준화

1) 대두의 선별조건 : 두부의 품질은 원료에 따라 크게 달라질 수 있어, 그 원료 대두의 선별조건이 매우 중요하다. 따라서 대두의 단백질과 지방질 함량에 따라 두부의 수율에 영향을 주고 수분함량이 적을수록 견고성이 증가한다. 또한 대두의 저장조건 인 온도, 습도, 저장기간, 포장여부가 두부의 응고력, 응집성에 영향을 주며 국산 대두가 수입산 대두에 비해 두부의 수율, 색, 조직감, 맛이 좋다. 다음 국산 대두와 미국, 중국, 일본산 대두의 일반성분함량은 다음 Table 2에 나타내었다. 이러한 점들을 고려하여 국산 대두만을 사용하며 1년이 넘지 않은 대두를 사용한다.

Table 2. Proximate composition of soybean

Sample	Moisture (%)	Crude protein(%)	Crude lipid(%)	Carbohydrate (%)	Ash (%)
Domestic	11.3	40.7	17.2	15.3	6.8
U.S.A	11.7	33.0	21.7	24.6	4.8
China	12.5	32.8	19.5	26.2	4.4
Japan	12.5	35.3	19.0	23.7	5.0

표 8. 제주전통두부 국산 원료 대두의 품질기준

- 고유의 색택을 가지며, 크기가 일정한 것
- 껍질의 두께가 일정하며 낱알이 고르고 충실한 것
- 1ℓ 중량이 2,250~3,300g이고, 낱알이 단단하고 부드러운 것
- 품종 특유의 낱알 모양이며, 피해립과 이물이 없을 것
- 수분함량은 14%이하일 것
- 장기보관용 (1년) 대두는 수분함량을 11%이하로 할 것
- 저장 중 통풍을 1일 30분씩 시킬 것
- 하절기에는 내부 온도가 25℃이하를 유지 할 것

2) 수침온도 및 시간

국산 원료 대두의 수침시간에 따른 대두의 불림 상태를 조사한 결과 동절기 온도인 10~12℃에서 13시간, 하절기 온도인 15~18℃에서 8시간정도 불리면 원료 대두 부피의 약 2배정도 되며, 위생적인 두부를 만들기 위해서는 반드시 대두를 깨끗이 세척하여야 하며 이는 두부의 수율에도 영향을 미친다. 또한 덜 불려진 대두는 수용성 단백질의 추출율이 감소하여 두부 수율이 줄게되고 너무 지나치게 불릴 경우에는 수율이 감소한다.

표 9. 두부 제조를 위한 원료 대두의 세척과 수침기준

- 침수전 2회, 침수요구시간 1/2 경과 1회, 원료분쇄 전 1회 세척
내열성균의 오염을 최소화 및 썩은 것, 덜 익은 것, 해충피해 입은 것 제거
- 자동 세척조를 사용하여 먼지 돌 등 이물질의 제거
- 원료 대두 불림 시간: 동절기 12~16시간, 하절기 8~10시간
분쇄직전 대두를 1/2로 쪼개었을 때 중심부에 좁쌀 크기의 반점 또는 주름이 완전히 퍼진 상태
- 수침수의 온도가 20℃이하를 유지하고 산소공급을 충분히 할 것
미생물의 번식과 원료 대두의 부패가 진행됨
침수 중인 대두 중심부에 손을 집어넣었을 때 열발생이 감지되어서는 안됨
침수조 하부에 산소주입장치를 설치하여 불림에 필요한 산소공급을 충분히 해줄 것 (산소가 부족하면 기포가 많이 발생함)

(2) 마쇄조건의 표준화

1) 가수량에 의한 두유농도 조절

불려진 대두에 물을 8~9배 양으로 맞추고 분쇄된 두유 농도의 간이측정 방법으로 Abbe 굴절계를 이용하여 두유의 가용성 고형분(Brix)의 변화를 측정하며, 두유 농도는 8 Brix가 되도록 한다. 물을 너무 작은 양을 가수하면 진한 두유가 비지와 함께 손실되었다.

반면 가수량이 너무 많으면, ① 연료비와 노동력이 많이 들며, ② 대두 무게에 대한 가수량의 비율이 너무 커서 단백질이 회석되어 응고제의 활성이 저하되고, ③ 성형시 수용성 성분들이 많이 유출되었다. 따라서 가수량은 원료 대두량의 8~9배가 적합하며 이때의 두유농도는 8 Brix정도이다.

2) 마쇄정도의 판별

마쇄정도에 따라 대두 단백질의 추출수율이 달라지므로 덜 불린 대두는 입자상태는 고우나 수분 흡수량이 커지면서 부피가 증가하여 추출율이 감소한다. 또한 충분히 불려진 대두라도 덜 마쇄되면 비지와 두유가 함께 제거되므로 수율이 떨어진다. 따라서 마쇄정도를 육안으로 알아볼 수 있는 간이판별법이 중요한데, 맷돌에서 마쇄되어 나오는 분쇄물을 손으로 잡은 다음 일정용기에 넣고 물 300ml를 가해 흔들어 바닥에 부으면 덜 갈린 것을 바로 확인할 수 있었다.

표 10. 원료 대두의 마쇄를 위한 가수량 및 마쇄기준

• 마쇄용 가수량을 조절하여 두유가 흘러내리는데 덩어리지지 않을 정도로 맞춤 • 입자는 곱게 마쇄기는 발열이 일어나지 않게 할 것 마쇄정도 간이판별법으로 확인하여 마쇄기의 틈을 조정할 것 • 총 가수량은 원료 대두량의 8~9배로 할 것 두유 농도는 Abbe굴절계를 사용하여 8 brix로 맞춤 것 • 두유는 가능한 한 신속히 원심여과할 것. 실온에서 15분 이상 방치는 두유의 층 분리현상을 초래하여 두부의 품질에 영향을 미침 • 여과 두유의 거품제거는 소포제로 할 것 소포제를 제조: LS 303 실리콘소포제 (한국다우코닝사) : 대두유 + 물 1 : 1 : 10 소포제 첨가: 거품이 제거되면 바로 밸브를 잠글 것 (과량은 두부의 품질에 영향을 미침)
--

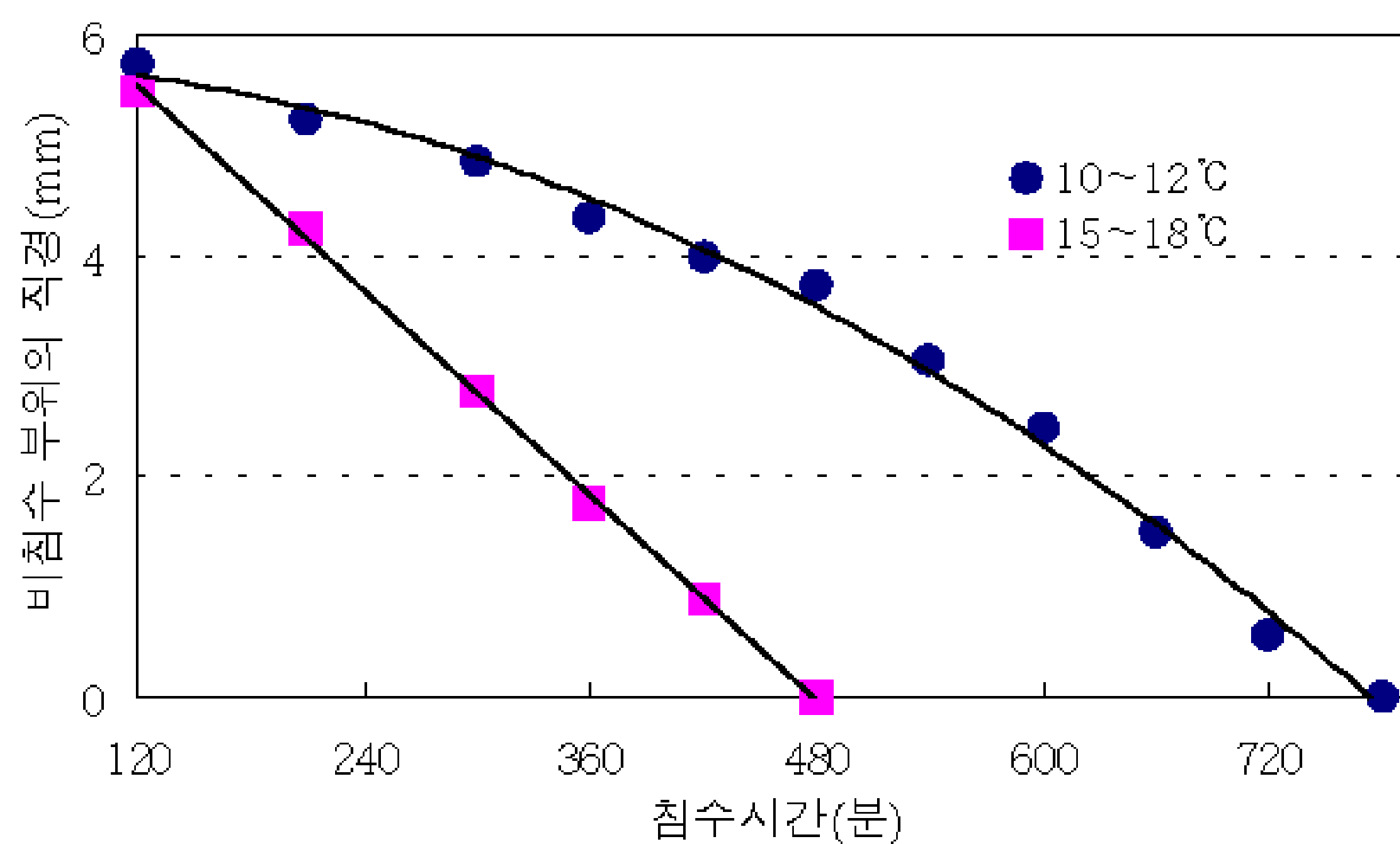


그림 3. 대두 침수 중 대두 속표면 비흡수 부위의 직경변화

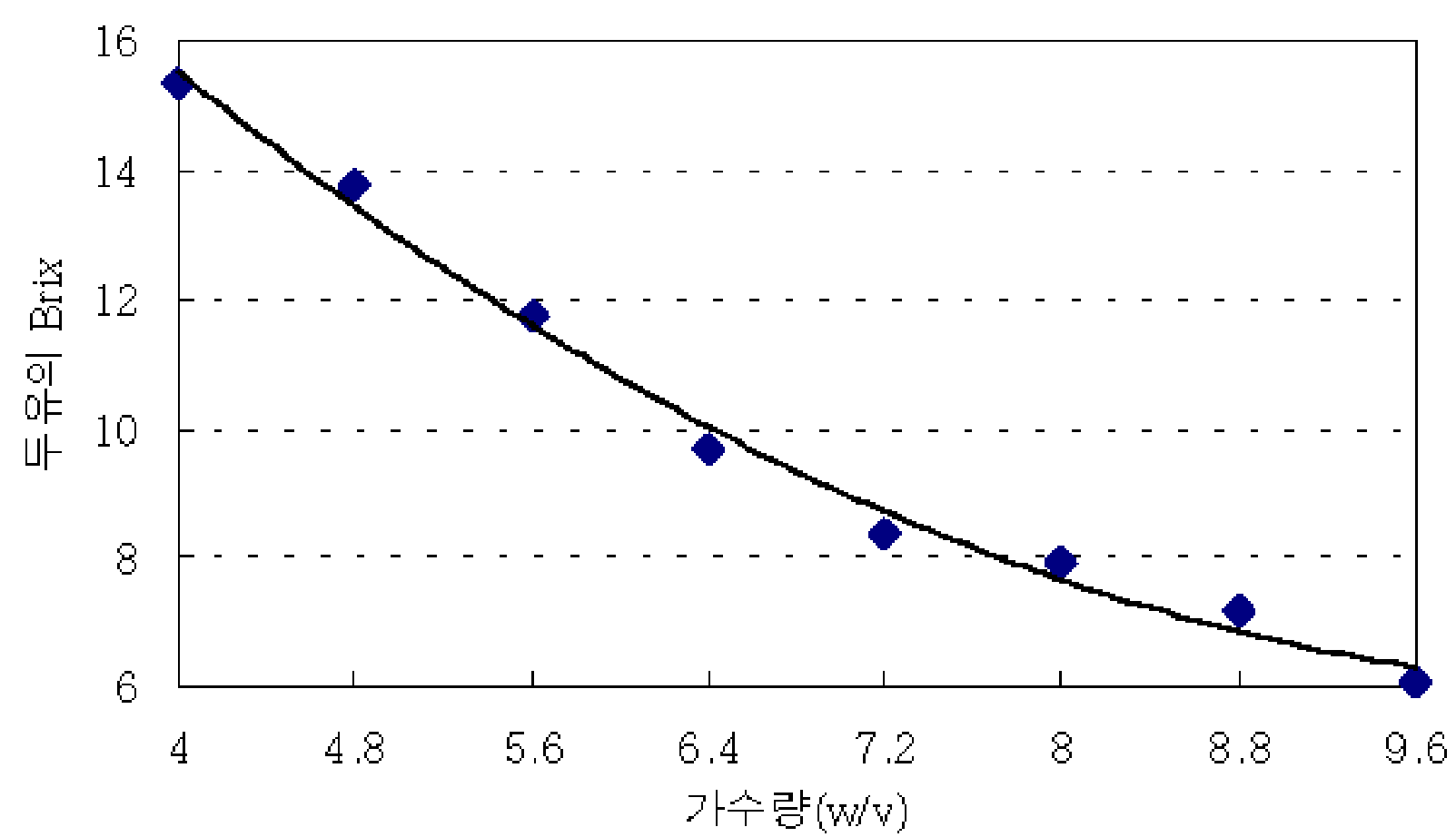


그림 4. 대두 마쇄시 가수량에 따른 두유의 Brix 변화

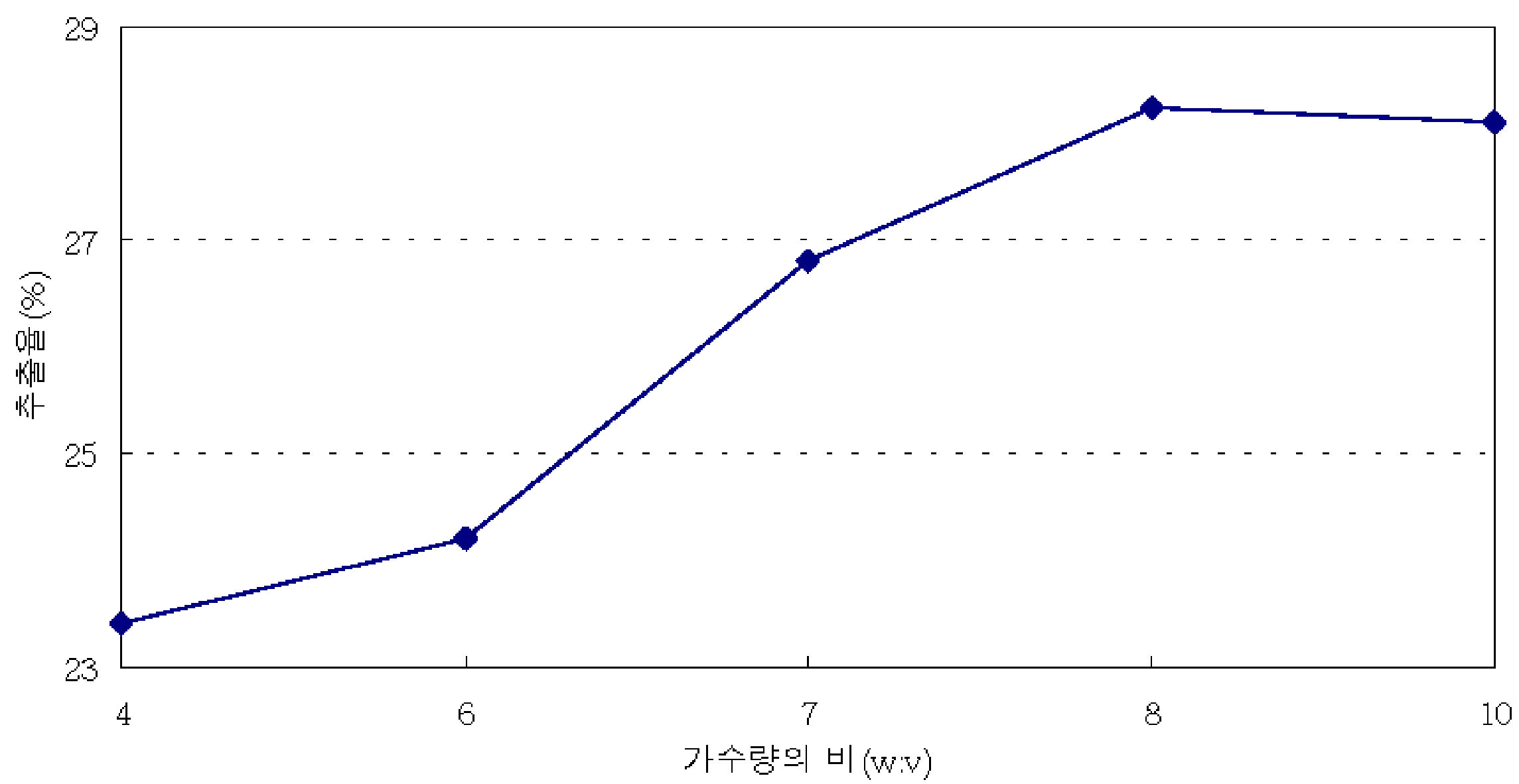


그림 5. 대두 마쇄시 가수량에 따른 두유의 추출율 변화

(3) 두유 가열조건의 표준화

1) 가열온도 및 시간 설정

가열처리가 단백질의 열변성을 도와 용출이 용이하게 하지만 지나친 가열은 단백질의 과도한 변성을 초래함으로써 수율과 맛의 저하를 가져오게 한다. 따라서 두유를 최적의 열처리 조건에 도달시킴으로써 두부의 수율과 맛을 높일 수 있다고 본다. 특히 두부의 조직형성에 영향을 주는 -SH기는 가열 후 증가하여 최대에 도달함으로 최적의 가열온도는 -SH기가 최대 범위일 때가 적당한 가열온도이며, 지나친 가열은 -SH기의 산화를 초래함으로 바람직하지 못하다. 그림 6과 같이 -SH기가 100℃에서 2~3분 정도 가열 시 최대의 양을 나타내기 때문에 100℃에서 2~3분 정도 가열하는 것이 단백질의 소수성 부분에 존재하는 -SH기의 외부 지향을 최대화함으로 두부 품질에 좋은 영향을 미치리라 사료된다.

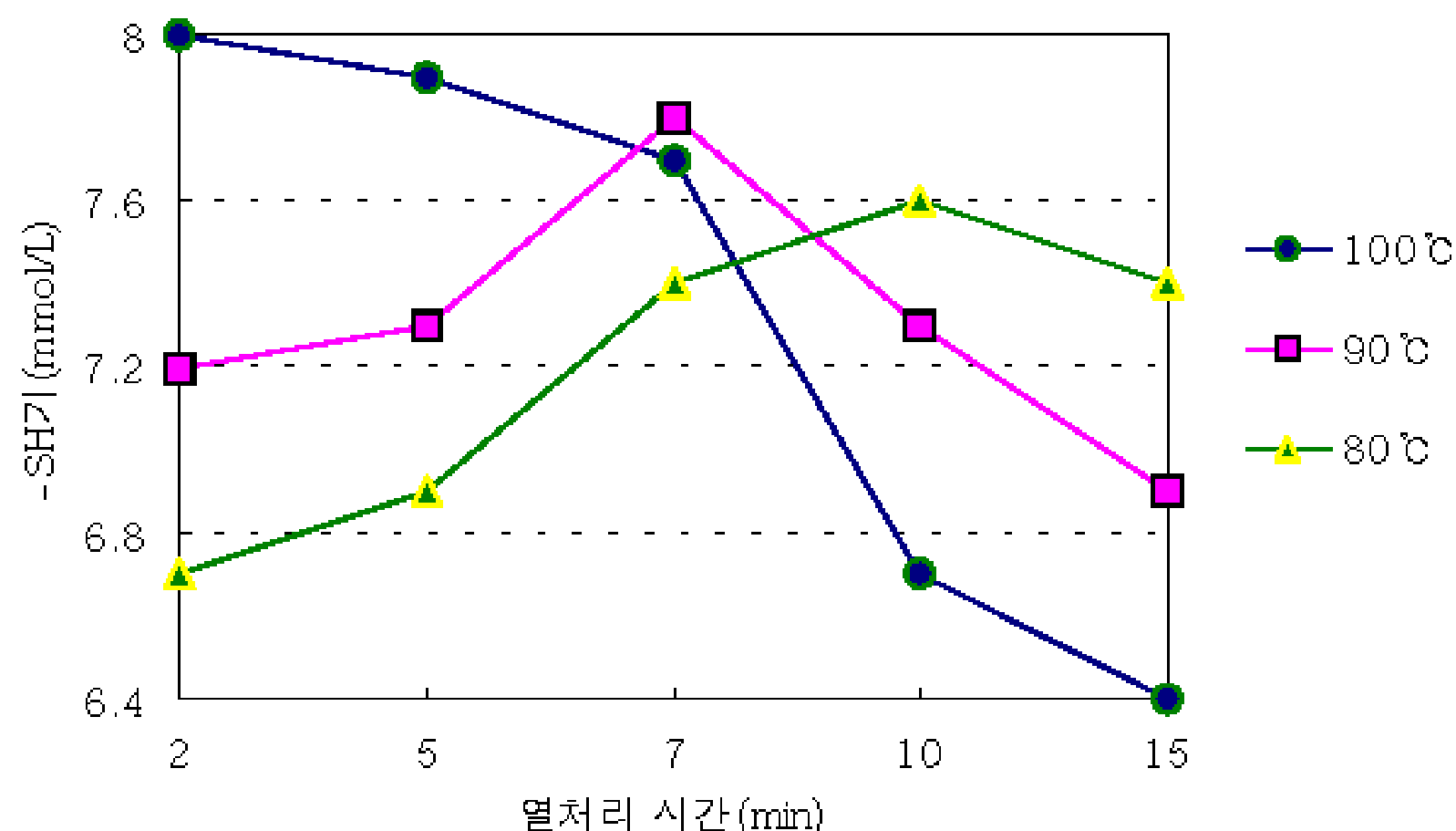


그림 6. 두유 가열온도와 시간에 따른 단백질 표면의 -SH기 함량변화

2) 가열용기

가열솥은 소규모 두부공장에 부적합하며, 압력감지기의 기능문제 등으로 압력과 온도가 고르지 못할 뿐만 아니라 그 조절도 어렵다.

그 결과, ① 생 두유가 위로 올라오는 경우, ② 갑작스런 고온으로 두유가 산화되어 응고가 잘 안 일어난 경우, ③ 두유의 가열처리 부족으로 두부 표면이 열은 분홍색을 띄게 되는 경우, ④ 특히 처음 작업분과 최종 작업분이 두유 온도가 달라 응고온도의 차이로 품질관리가 다소 어렵다.

표 11. 두유 가열조건 및 유의사항

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 가열솥에 들어가는 두유 1회분의 양은 약 35ℓ (가열솥의 3/4)• 98℃에서 가열중지• 2~3분 뜸을 들일 것 |
|---|

(4) 두유 응고공정의 표준화

1) 두유의 응고공정

두유 응고통에 두유의 2%에 상응하는 돼지기름을 넣고 두유를 두유통에 옮겨 90℃의 온도를 유지시키고, 해수와 6%의 소금물을 1:1 비율로 혼합한 응고제를 두유액 ℓ 당 약 50ml의 비율로 투입하면서 서서히 교반한다. 교반 속도는 일반 판두부 제조할 때 교반속도의 2배정도 증가시켜 응고시킨다.

표 12. 두유 응고공정 및 유의사항

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 응고온도는 90℃를 유지할 것• 응고액은 스팀으로 가온하여 60℃로 맞출 것• 처음 응고제를 빠른 속도로 투입하고, 이후 응고제를 맑은 순물이 관찰될 때까지 서서히 투입하여 종말점을 잡을 것• 응고 후 완전히 침전된 상태로 유지시킬 것• 응고 후 비닐을 덮고 25분 정도 정치시킬 것 |
|--|

(5) 성형과정의 표준화

1) 성형공정

일반 판두부와는 달리 마른두부의 성형은 숙성시킨 순두부를 깬 다음 배보자기를 깬 성형틀에 담아야 하며, 그렇지 않을 경우 물빠짐이 나빠 단단한 두부가 만들어지지 않는다. 또한 압착시간도 60분 이상 길게 잡아주어야 한다.

2) 냉각공정

일반 판두부와는 달리 마른두부의 냉각은 수침이 아닌 방냉 방식에 의한 다. 그러나 저장성을 위해서는 방냉보다는 인위적인 바람에 의한 송풍식 냉각이 효율적이라고 판단된다. 이를 위해서는 생산량이 적합한 송풍기의 제작이 요구되며, 실제적으로 실온에서 마른두부의 품온을 50℃에서 25℃로 낮추는데 5시간 요했으나 송풍기를 사용할 경우 3시간 경과하였다.

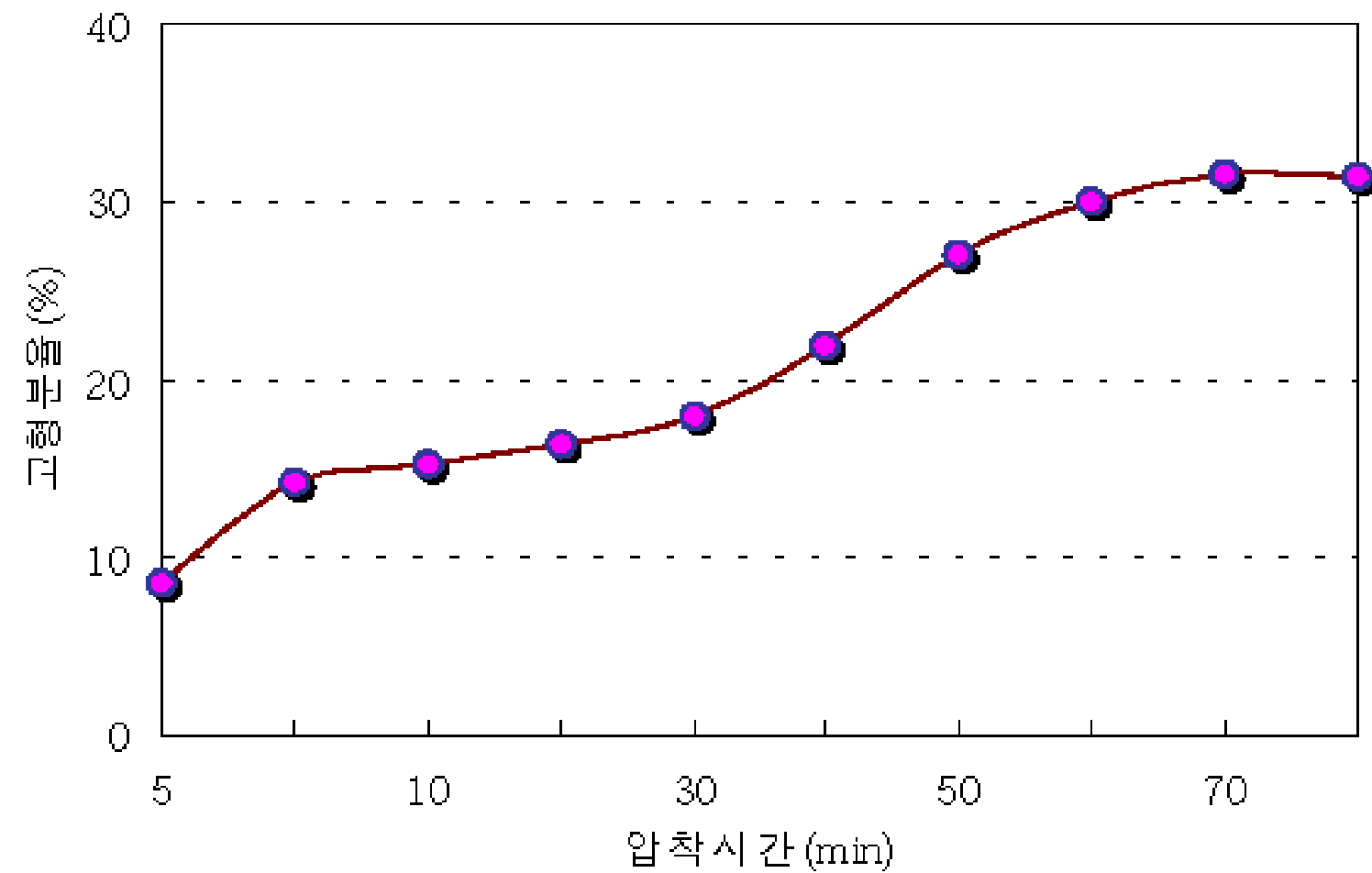


그림 7. 마른두부 압착시간에 따른 두부의 고형분 변화

4. 일반성분

수분함량의 경우 일반 시중에서 판매되는 판두부(Tofu)의 수분함량은 83.6%, 해수를 응고제로 사용하는 일반 해수두부(Market tofu)의 수분함량은 81.2%, 전통방식으로 만든 제주전통두부(Jeju traditional tofu)는 77.3%로 가장 낮은 수분함량을 보였으며, 조단백질은 제주전통두부가 11.4%, 일반 해수두부 10.4%로 판두부 8.5%에 비해 훨씬 높았으며 특히 제주전통두부가 11.4%로 가장 높았으며, 조지방은 제주전통두부 제조과정 중 가마솥에 돼지기름을 바르기 때문에 제주전통두부가 5.5%로 높게 나왔으며, 일반 해수두부는 2.6%로 일반 판두부보다 낮은 조지방 함량을 보였으며, 탄수화물은 3~4%내외로 제주전통두부가 함량이 가장 높고, 조회분은 0.9~1.7%이었다.

Table 3. Proximate composition of tofu

Sample	Moisture (%)	Crude protein(%)	Crude lipid(%)	Carbohydrate (%)	Ash (%)
Tofu	83.6	8.5	3.1	2.9	0.9
Market tofu	81.2	10.4	2.6	3.4	1.4
Jeju traditional tofu	77.3	11.4	5.5	4.0	1.7

5. 지방산 조성

전통방식에 의해 제조된 제주전통두부(Jeju traditional tofu)와 해수를 응고제로 사용한 일반 해수두부(Market tofu)에 대한 지방산 조성은 다음 Table 4와 같다.

지방산 조성 중 포화지방산인 myristic acid 0.1%, palmitic acid 제주전통두부가 11.8%, 일반 해수두부 12.4%, stearic acid 제주전통두부 4.4%, 일반 해수두부 4.0%, arachidic acid 0.4%, behenic acid 0.5%이며, 식품성분표(농촌진흥청 농촌생활연구소, 1996)의 일반두부와 비교해서 myristic acid는 0.1%정도 낮으며, palmitic acid는 일반 해수두부가 다소 높은 반면, 전통방법에 의해 제조된 제주전통두부는 낮은 조성을 보였으며, arachidic acid는 둘 다 일반두부에 비해 약간 조성이 낮았고, behenic acid는 일반두부와 조성이 비슷하였다. 불포화 지방산 중 이중결합이 1개인 palmitoleic acid 0.1%, oleic acid 제주전통두부 23.7%, 일반 해수두부 21.5%, eicosenoic acid 0.2%, erucic acid 제주전통두부 0.1%, 일반 해수두부 0.2%였으며 식품성분표(농촌진흥청 농촌생활연구소, 1996)에 나온 일반두부와 비교하여 그 조성이 대부분 비슷하였으나, oleic acid는 일반해수두부가 일반두부에 비해 조성이 낮았지만, 제주전통두부는 그 조성이 높았다. 불포화 지방산 중 이중결합이 2개인 linoleic acid가 일반두부가 49.8%에 비해 그 조성이 높게 나왔으며, 특히 일반 해수두부가 52.9%로 그 조성이 가장 높게 나왔으며, 이중결합이 3개인 linolenic acid도 일반두부가 6.9%에 비해 조성이 높았으며, 일반 해수두부가 7.7%로 높게 나왔다.

제주전통두부와 일반 해수두부를 비교하면 포화지방산이나 불포화 지방산 중 이중결합이 1개인 지방산에서는 제주전통두부가 조성이 높은 반면, 불포화도가 높을수록 제조 시 돼지기름을 사용하지 않은 일반 해수두부가 그 조성이 높게 나왔다.

Table 4. The fatty acid construct of tofu

Chemical formula	Fatty acid	Rate of composition(%)	
		Jeju traditional tofu	Market tofu
C14:0	Myristic acid	0.1	0.1
C16:0	Palmitic acid	11.8	12.4
C16:1	Palmitoleic acid	0.1	0.1
C18:0	Stearic acid	4.4	4.0
C18:1	Oleic acid	23.7	21.5
C18:2	Linoleic acid	51.3	52.9
C18:3	Linolenic acid	7.4	7.7
C20:0	Arachidic acid	0.4	0.4
C20:1	Eicosenoic acid	0.2	0.2
C22:0	Behenic acid	0.5	0.5
C22:1	Erucic acid	0.1	0.2
Total		100.0	100.0

6. 아미노산 함량

전통적인 방법에 의해 제조된 제주전통두부와 일반 해수두부의 아미노산 함량은 다음 Table 5와 같다.

필수아미노산 함량은 전통방법에 의해 제조된 제주전통두부와 일반 해수두부 각각 histidine은 343.1mg/100g, 246.5mg/100g, isoleucine 732.0mg/100g, 510.1mg/100g, leucine 1021.4mg/100g, 828.1mg/100g, lysine 845mg/100g, 590.9mg/100g, methionine 177.8mg/100g, 107.2mg/100g, phenylalanine 691.8mg/100g, 516.9mg/100g, threonine 441.8mg/100g, 319.9mg/100g, valine 754mg/100g, 558.3mg/100g으로 식품성분표에 나온 일반두부에 비해 대체적으로 조단백질 함량이 높고 고형분 함량이 높은 제주전통두부나 일반 해수두부가 필수아미노산 함량이 높게 나타났으며, 이 중 조단백질 함량이 가장 높고 고형분 함량이 높은 전통적인 방법에 의해 제조된 제주전통두부가 일반 해수두부에 비해 필수아미노산 함량이 높게 나타났다. 그리고 고형분 함량이나 조단백질 함량이 제주전통두부에 비해 상대적으로 낮은 일반 해수두부에는 aspartic acid가 제주전통두부에 비해 높은 함량을 보였으며, glycine, proline은 그 함량이 제주전통두부와 비슷하였다.

Table 5. The amino acid contents of tofu

Amino acid	Contents(mg/100g wet weight)	
	Jeju traditional tofu	Market tofu
Aspartic acid	1140.7	1195.9
Serine	489.1	332.8
Glutamic acid	2386.2	1843.3
Glycine	575.5	436.9
Histidine	343.1	246.5
Threonine	441.8	319.9
Alanine	610.2	451.1
Proline	723.3	537.8
Cystein	150.4	146.9
Tyrosine	369.0	253.3
Valine	754.6	558.3
Methionine	177.8	107.2
Lysine	845.8	590.9
Isoleucine	732.0	510.1
Leucine	1021.4	828.1
Phenylalanine	691.8	516.9

7. 무기질

전통방식에 의해 제조된 제주전통두부와 일반 해수두부의 무기질 함량을 Table 6에 나타내었다.

식품성분표(농촌진흥청 농촌생활연구소, 1996)에 따른 일반두부의 무기질 함량을 보면 칼슘이 159mg/100g, 인 90mg/100g, 철 2.6mg/100g, 나트륨 9mg/100g, 칼륨 1mg/100g이지만 응고제로 화학응고제를 사용하지 않고 해수만을 사용하여 제조한 제주전통두부와 일반 해수두부는 칼슘이 각각 82.1mg/100g, 52.5mg/100g, 마그네슘 87.8mg/100g, 61.0mg/100g, 철 3.2mg/100g, 1.9mg/100g, 나트륨 155.1mg/100g, 142.5mg/100g, 칼륨 110.4mg/100g, 94.4mg/100g로 칼슘함량이 일반두부에 비해 낮고 이에 비해 나트륨이나 칼륨이 상대적으로 매우 높게 나타나는 것은 일반두부의 제조 시 화학응고제로 황산칼슘 혹은 염화칼슘을 사용하기 때문에 칼슘함량이 제주전통두부와 일반 해수두부에 비해 높게 나타났지만, 그에 반하여 나트륨과 칼륨이 제주전통두부와 일반 해수두부가 높은 것은 응고제로 해수를 사용하기 때문에 이와 같은 결과가 나온 것으로 사료된다.

김(1978)이 화학 응고제를 사용시 무기질 함량을 조사한 결과를 보아도 황산칼슘이나 염화칼슘을 응고제로 사용할 경우 두부의 칼슘 함량은 황산칼슘을 응고제로 사용하였을 경우 672.63mg/100g, 염화칼슘일 경우 477.63mg/100g으로 보통 칼슘염을 사용하지 않은 두부에 비해 2.6~3.7배나 높은 함량을 보인다고 하였으며, Chang과 Murray(1949)는 칼슘염을 사용한 두부가 해수나 칼슘염이 첨가되지 않은 두부보다 칼슘염 함량은 3배 높고 해수를 사용하였을 경우 나트륨과 칼륨함량이 높다고 보고하였다.

그리고 같은 해수를 사용한 제주전통두부와 일반 해수두부의 무기질 함량의 차이는 해수를 이용하는 방법이 전통적인 방법에서는 해수를 그대로 사용하는 경우도 있겠지만 두유와 해수를 같이 넣고 끓이면서 순두부를 제

조하기 때문에 그 사용량이 많으며, 해수를 끓여 한번 여과하여 끓여진 두유에 응고제 형태로 사용하는 일반 해수두부에 비해 그만큼 무기질 함량이 높다고 사료된다.

Table 6. Level of mineral components of tofu

Mineral	Contents(mg/100g wet weight)	
	Jeju traditional tofu	Market tofu
Ca	82.1	52.5
Mg	87.8	61.0
Fe	3.2	1.9
Na	155.1	142.5
K	110.4	94.4

8. 기계적물성 측정결과

제주전통두부와 해수를 사용한 시판두부에 대한 rehometer에 나타난 곡선은 그림 8과 같으며 이를 계산한 결과는 Table 7과 같다.

제주전통두부는 해수를 사용한 시판두부에 비해 경도(hardness), 부서짐성(brittleness), 씹힘성(chewiness)이 3배정도 높으며 응집성(cohesiveness)과 점탄성(elasticity)은 차이가 없었다. 이러한 결과는 제주전통두부의 물성이 시판두부와 크게 차이가 있음을 나타낸다.

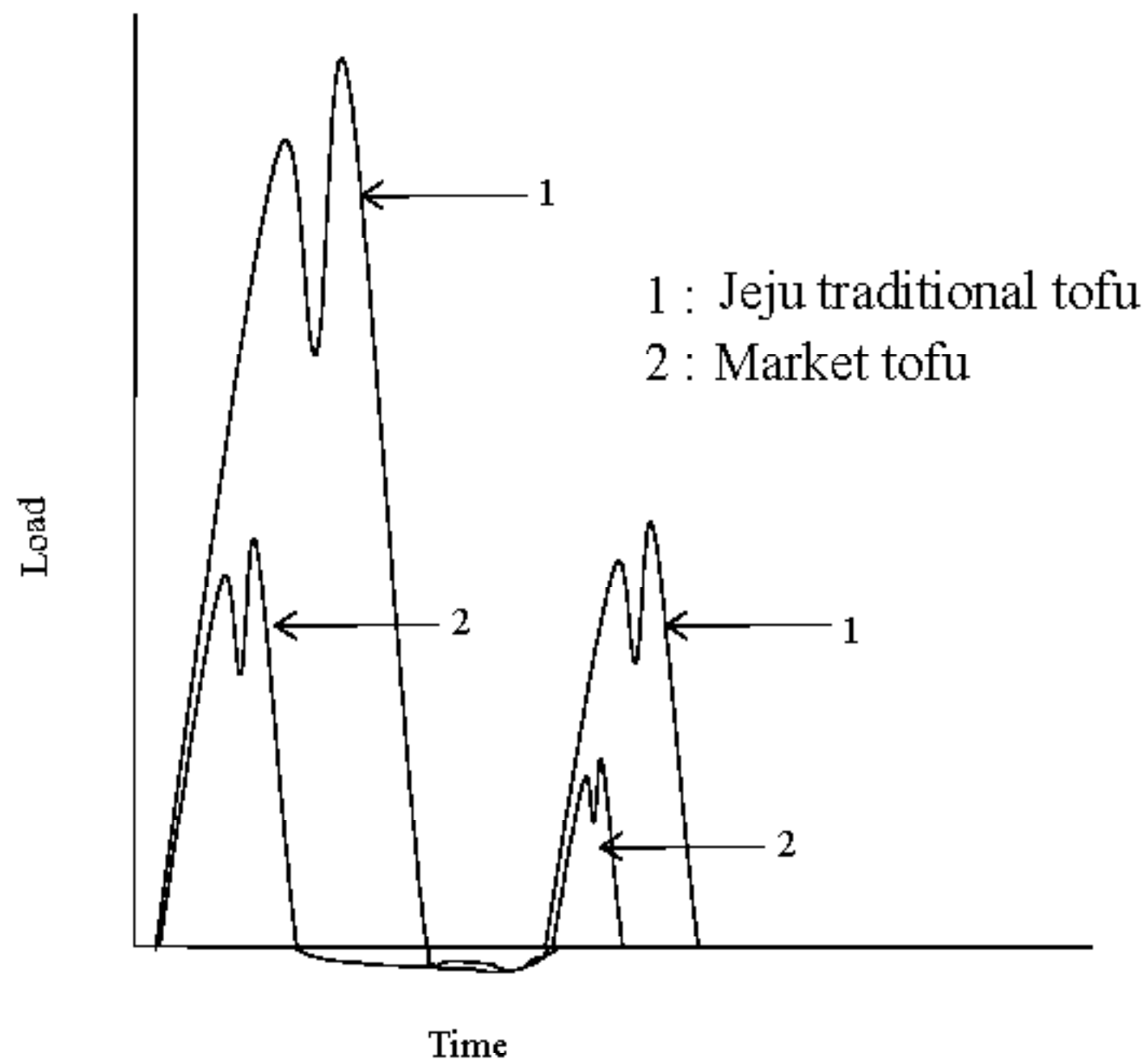


그림 8. 제주전통두부와 일반해수두부의 rehometer profile

Table 7. Effects of various coagulants on the textural properties of tofu

	Jeju traditional tofu	Market tofu
Hardness (g)	1223.76±142.11	415.65±12.19
Cohesiveness (erg)	2.50±0.21	2.74±0.09
Elasticity (sec)	3.71±0.22	4.11±0.13
Brittleness (g)	18.31±1.41	6.10±1.41
Chewiness	11237±872	4601±236

9. 제주전통두부의 요리에 응용

한국인 상용 음식인 만두, 김밥, 전, 순대, 장아찌, 찜장, 떡 등과 양식 요리로 스파게티소스, 햄버거, 크로켓, 소시지 등에 제주전통두부를 적용한 결과, 다이스(dicer)를 이용하여 다이스(dice) 상으로 절단하여 배합하는 방법과 페이스트(paste) 상으로 혼합하여 사용할 경우 식품소재로 활용이 가능하였으며 풍미와 조직감도 우수하였다(표13-1, 13-2, 13-3). 한편 시판되는 대부분의 일반 두부는 화학응고제(황산칼슘 등)를 사용함으로써 두부의 쓴맛과 떼은맛의 원인이 되고, 고형분율은 10-13%로 수분이 과다하며 쉽게 부서지고, 기계장치에 의한 절단성이 결여되어 가공시 취급이 난해하고, 충격에 약하여 수송 및 보관시 형태가 변하여 불량률이 높은 관계로 2차 식품소재로 부적합하다. 그러나 제주전통두부는 물리적인 특성을 고려할 때 수분함량이 낮아 고형분 함량이 높을 뿐만 아니라 파단 강도가 높아 수송 및 보관 등 취급이 용이하며 식품기계 장치에 의한 절단조작에 대응할 수 있으므로 식품조리 및 가공용 소재로 활용이 가능하다.

향후 제주전통두부가 새로운 가공기능을 부여한 소재두부의 제품화를 위해서, 유통기간 연장을 위한 연구와 소재두부의 응용 범위를 확대하기 위한 조리 및 식품가공 분야의 용도개발 등을 중점적으로 연구하여야 할 것이다.

표 13 1. 제주전통두부의 요리에 적용 및 전처리방법

요리	재료	두부의 전처리
 두부만두	두부, 밀가루, 쇠고기, 돼지고기, 숙주, 부추, 다진 마늘, 다진 생강, 참기름, 깨소금, 후춧가루	두부 으깨기 → 부재료와 혼합
 두부김밥	쌀, 김, 두부, 오이, 단무지, 맛살, 달걀, 소금, 참기름, 두부 조림장(다시마국물, 간장, 설탕, 청주)	두부를 막대모양으로 길게 썰기 → 식용유에 튀기기 → 간장에 두부 조리기 → 부재료와 함께 김밥말이로 사용
 두부해물전	두부, 오징어, 새우, 달걀, 다진 마늘, 다진 생강, 참기름, 깨소금, 소금, 후춧가루, 밀가루	두부 으깨기 → 부재료와 혼합 → 식용유에 지짐
 두부김치전	두부, 김치, 돼지고기, 달걀, 밀가루, 실파, 다진 마늘, 참기름, 깨소금, 소금, 후춧가루	두부 으깨기 → 부재료와 혼합 → 식용유에 지짐
 두부꼬치	두부, 닭, 청피망, 홍피망, 조림장(다시마국물, 간장, 설탕, 청주, 양파, 대파, 마늘)	두부 깍둑썰기 → 꼬치에 부재료와 함께 꿰기 → 애벌 굽기 → 조림장 바르면서 굽기

표 13 2

요리	재료	두부의 전처리
 두부오징어순대	오징어, 두부, 찹쌀, 풋고추, 홍고추, 다진 마늘, 참기름, 깨소금, 소금, 밀가루	두부 으깨기 → 부재료와 혼합 → 오징어에 채우기 → 찌기
 두부장아찌	두부, 간장, 식초, 통후추, 생강, 마른고추	두부 절단 → 기름에 지지기 → 양념 간장에 침지
 두부쌈장	두부, 풋고추, 홍고추, 된장, 고추장, 고춧가루, 다진 파, 다진 마늘, 참기름, 깨소금, 설탕, 멸치가루	두부 으깨기 → 부재료와 혼합 → 조리기
 두부경단	찹쌀가루, 두부, 소금, 시럽	두부 으깨기 → 찹쌀가루와 두부 혼합 익반죽 → 정단 만들기

표 13 3

요리	재료	두부의 전처리
 두부과자	밀가루, 두부, 달걀, 설탕, 흑임자, 베이킹파우더, 소금	두부 으깨기 → 부재료와 혼합 반죽 → 절단 → 식용유에 튀김
 두부스파게티	스파게티, 두부, 양파, 셀러리, 마늘, 토마토, 토마토 페이스트, 옥수, 월계수잎, 타임, 파슬리, 소금, 후추	두부 으깨기 → 부재료와 혼합 → 소스만들기
 두부햄버거	두부, 양파, 빵가루, 달걀, 흑임자, 소금, 후춧가루, 토마토, 양상추, 햄버거빵, 소스	두부 으깨기 → 부재료와 혼합 → 모양만들기
 두부크로켓	두부, 양파, 모짜렐라 치즈, 당근, 소금, 후춧가루, 밀가루, 달걀, 빵가루	두부 으깨기 → 부재료와 혼합 → 모양 내기 → 식용유에 튀김

참고 문헌

1. Albert, J. C., 1965. Economic aspects; Protein-rich food from oil seeds. *Food Technol.*, 9, pp 929~934.
2. Champagene, C. P., Aurouze, B. and Goulet, G., 1991. Inhibition of undesirable gas production in tofu. *J. Food Sci.*, 56, pp 1600~1602.
3. Chang, I.C.L. and H.C. Murray, Biological value of protein and the mineral, vitamin and amino acid content of Soymilk and cure. *Cereal Chem.* 26, pp 297~332.
4. deMan, J. M., deMan, L. and Gupta, S., 1986. Texture and microstructure of soybean curd as affected by different coagulants, *Food Microstructure.* 5, pp 83~85.
5. Doston, C. R., Frank, H. A. and Cavaletto, C. G., 1977. Indirect methods as criteria of spoilage in Tofu(soybean curd). *J. Food Sci.*, 42, pp 275~276.
6. Ellman G. L., 1959. Tissue sulfhydryl groups. *Arch of Biochem and Biophysics*, 92, p. 70.
7. Escueta, E. E., Bourne M. C. and Hood, L. F., 1986. Effect of boiling treatment of soymilk on the composition, yield, texture and sensory properties of Tofu. *Can Inst. Food Sci. Technol. J.*, 19, pp 53~54.
8. Hashizume, K., Maeda, M. and Watanabe, T., 1978. Relationship of heating and cooling condition to hardness of tofu. *Nippon shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 25, pp 387~391.
9. Hashizume, K., Maeda, M. and Watanabe, T., 1978. Relationship of heating and cooling conditions to hardness of Tofu. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 27(7), pp 387~392.
10. Honing, D. H., Rackis, J. J. and Wolf, W. J., 1987. Effects of pH and salt on yield, trypsin inhibitor content, and mineral levels of soybean protein isolate and wheys. *J. Agric. Food Chem.*, 35, pp 967~970.

11. Japan Association of Training Colleges for Cooks, 1996. 最新標準成分表(第8次改訂). 調理營養教育公私, pp 87~90.
12. Johnson, L. D. and Wilson, L. A., 1984. Influence of soybean variety and the method of processing in tofu manufacturing. *J. Food Sci.*, 49, pp 202~203.
13. Kroll, R. D., 1984. Effect of pH on the binding of calcium ions by soybean proteins. *Cereal Chem.*, 61, pp 490~498.
14. Lee, C. H. and Rha, C. K., 1978. Microstructure of soybean protein aggregates and its relation to the physical and textural properties of the curd, *J. Food Sci.*, 43, pp 79~91.
15. Lu, J. Y., Carter, E. and Chung, A., 1980. Use of calcium salts for soybean curd preparation. *J. Food Sci.*, 45, pp 32~34.
16. Miller, C. D., Denning, H. and Bauer, A., 1952. Relation of nutrients in commercially prepared soybean curd, *Food Res.*, 17, pp 261~265.
17. Miskovsky, A. and Stone, M. B., 1987. Effect of chemical preservatives on storage and nutrient composition of soybean curd. *J. Food Sci.*, 52, pp 1535~1536.
18. National Rural Living Science Institute, R.D.A, 1996. Food Composition Table(Fifth Revision). *National Rural Living Science Institute, R.D.A.*, pp. 64~68.
19. Pontecorvo, A. J. and Bourne, M. C., 1978. Simple methods for extending the shelf life of soy curd (tofu) in tropical areas, *J. Food Sci.*, 43, pp 969~972.
20. Rehberger, T. G., Wilson, L. A. and Glatz, B. A., 1984. Microbiological quality of commercial Tofu. *J. Food Sci.*, 48, pp 273~276.
21. Saio, K., 1983. Tofu-relationships between texture and fine structure, *Cereal Foods Worlds*, 24, p. 342.
22. Tsai, S. J., Lan, C. Y. and Chen, S. C., 1981. Studies on the yields

- and quality characteristics of tofu, *J. Food Sci.*, 46, pp 1734~1735.
23. Wang, H. L. and Hesseltine, C. W., 1982. Coagulation condition in Tofu processing, *Process Biochem.*, 17(1), pp 7~10.
 24. Wang, H. L., Swain, E. W. and Kwolek, W. F., 1983. Effect of soybean variety on the yield and quality of tofu. *Cereal Chem.*, 60, pp 245~251.
 25. Wu, M. T. and Slaunkhe, D. K., 1977. Extending shelf-life of fresh soybean curds by in-package microwave treatments. *J. Food Sci.*, 42, pp 1448~1450.
 26. Yamano, Y., E. Miki and Y. Fukui, 1981. Effect on palm oil on the texture of soybean protein gel. *Nippon shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 28, pp 131~135.
 27. 고순남, 김우정, 1992. 분리대두단백 두부의 물리적 특성에 미치는 응고 온도 및 응고제의 영향. *한국식품과학회지*, 24, pp 154~156.
 28. 구경형, 김우정, 1994. 분리대두단백 두부의 제조를 위한 가열시간 및 혼합응고제의 영향. *한국식품과학회지*, 26, pp 27~28.
 29. 권신한, 1972. 대두의 기원과 단백질 및 지방원으로서의 가치, *한국식품과학회지*, 4, pp 158~164.
 30. 권태완, 1989. 콩이 지니는 기능성에 대하여. *한국콩연구지*, 10(1), pp 36~38.
 31. 권태완, 1993. 대두와 현대인의 건강. *현대인의 건강을 위한 대두 단백질의 영양과 이용(국제심포지엄 발표논문집)*, pp 3~91.
 32. 권태완, 권신한, 이철호, 홍은희, 2001. 국제규모의 콩박물관 건립에 관한 타당성 조사연구. *한국콩연구회지* 18(1), pp 1~25.
 33. 김경탁, 임지순, 김성수, 1996. 인삼첨가 두부의 물리적 관능적 특성에 미치는 인삼 첨가량, 첨가방법 및 응고제의 영향연구, *한국식품과학회지*, 28(5), pp 965~969.
 34. 김길환, 1982. 콩, 두부와 콩나물의 과학, *한국과학기술원*, pp 9~120.

35. 김영희, 1978. 응고제에 따른 두부의 Texture 특성과 무기성분 검토. 연세대학교 대학원 석사학위논문, pp 31~33.
36. 김정상, 1996. 콩의 생리활성에 관한 최근 연구동향. 한국콩연구회지, 13(2), pp 17~24.
37. 김중만, 백승화, 황호선, 1988. 난각으로부터 두부 응고제 제조와 그 이용에 관하여, 한국영양식량학회지, 17, pp 25~31.
38. 김학정, 김병용, 김명환, 1995. 제조조건에 따른 두부의 물성 연구. 한국식품과학회지, 27, pp 325~327.
39. 難波 和美, 長尺 太郎, 1986. 豆乳の膠狀的 安全性に及ぼす Ca^{2+} 添加の影響について. 日本食品工業學會誌, 33, pp 745~749.
40. 농촌진흥청 농촌생활연구소, 1996. 식품성분표(제5개정판). 상록사, pp 66~67, 338~539.
41. 문수재, 손경희, 김영희, 1979. 각종 응고제에 따른 두부의 Texture 특성에 관한 연구. 대한가정학회지, 17, pp 11~15.
42. 박미란, 안용복, 이현주, 최명숙, 1984. 두부제조시 추출용매 및 응고제가 품질에 미치는 영향, 중앙대학교 가정대논문집. 2, pp 156~158.
43. 박용곤, 박부덕, 최광수, 1985. 대두의 수침시간에 따른 조직의 미세구조, 단백질 특성 및 두부 수율의 변화. 한국영양식량학회지, 14, pp 381~394.
44. 박찬경, 황인경, 1994. 응고제 양 및 phytic acid 첨가가 두부의 칼슘, 인 함량과 물성에 미치는 효과. 한국식품과학회지, 26, pp 355~360.
45. 白川 武志, 1985. 豆腐の粘性變敗について. 日本食品工業學會誌, 32, pp 1~7.
46. 山野 善正, 三木 英三, 福井 義明, 1981. 大豆 タンパク質 -油- 水系ゲルのテクエチャーとゲル形成. 日本食品工業學會誌, 28, pp 131~132.
47. 양민석, 조무제, 정태영, 1979. 대두 품종별 Triglyceride 및 Phospholipid의 지방산 조성에 관하여, 경상대논문집(자연), 18. pp 147~152.

48. 윤영미, 손경희, 1985. 두부의 구조 및 질감 특성에 미치는 지방의 영향. 한국조리과학회지, 1, pp 57~64.
49. 윤영미, 손경희, 1985. 두부의 생산량 및 수용력에 미치는 지방의 영향. 한국식품과학회지, 17, pp 245~251.
50. 윤장식, 최춘진, 장건형, 1964. 두부에 관한 연구 제 1보, 두부 수득을 증가를 위한 최적 제조 조건선정에 관하여, 기술연구보고, 3, pp 1~7.
51. 이명환, 안혜숙, 1983. 두부제조시 응고제 및 성형압력이 미치는 영향. 서울여자대학 논문집 12호, pp 345~347.
52. 이부용, 김동만, 김길환, 1990. 한국산 콩품종의 두부가공적성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, pp 362~364.
53. 이성우, 1992. 동아시아속의 고대 한국 식생활사 연구, 향문사.
54. 이현주, 황인경, 1994. 응고제를 달리하여 제조한 두부의 질감과 구조 특성. 한국조리과학회지, 10, pp 284~288.
55. 장지현, 1993. 한국전래 대두이용 음식의 조리·가공사적연구, 수학사.
56. 전기환, 김병용, 손태일, 함영태, 1997. 수용성 키토산분해물질을 침지액으로 이용한 두부의 저장성 증대. 한국식품과학회지. 29(3), pp 476~481.
57. 정동효, 1999. 콩의 과학. 대과서림, pp 2~91.
58. 주현규, 조황연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조, 1991. 식품분석법. 유림문화사, pp 151~285.
59. 淺野 三夫, 大久 保一郎, 王十 嵐倫, 山内 文男, 1987. 豆腐の品質におよぼす脱皮。脱胚軸および生しぼりの影響. 日本食品工業學會誌, 34, pp 298~300.
60. 최광주, 1984. 대두의 수침시간에 따른 조직의 미세구조, 단백질특성 및 두부수율의 변화, 영남대학교 대학원 석사학위논문, pp 10~15.

Abstract

The present study was carried out in order to get the basic information needed for the standardization of Jeju traditional tofu's(*Marun Doo-Bu*) preparing method. A survey on the processing method and practical use of *Marun Doo-Bu* in Jeju province was conducted. On the basis of these informations first was evaluated the effect of preparing method on the quality of *Marun Doo-Bu*, and then examined a applicable possibility as a basic material tofu for food processing and cooking.

The results obtained were summarized as follows:

1. Preparing process of soybean for soy milk is different; ① soybean→soaking→grinding, ② soybean→grinding→soaking
2. The soybean curd is removed by addition of lad or a mixture of lard and rice bran.
3. In the heating process they use a cauldron as a heating container and lard or perilla oil in order to prevent it from scorch.
4. With regard to coagulation process they use sea water in the coastal region, salt water in middle of mountain region and bitter salt water(*gansu*) in the region which has the sea salt beach.
5. In pressing and forming condition, it takes 60 to 720 minutes to form under heavy stone according to regions and natural air cooling is used instead of cooling in the cold water.

6. *Marun Doo-Bu* was used in a wedding feast, sacrificial rites, and a national holiday etc. Mostly it was eaten without heat cooking.
7. In standardization of *Marun Doo-Bu* locally sourced soybean is used and the soaking time is 13 hours in wintertime and 8 hours in summer time.
8. According to heating condition and time it takes 2~2 minutes at 95~100℃ that amount of sulfhydryl groups of soybean meal protein was high.
9. In result of property measurement hardness, brittleness, chewiness is 3 times higher than that of market tofu and there is no difference in cohesiveness, elasticity.
10. When *Marun Doo-Bu* can be applied as Korean's common food both method that is cut in dice phase or paste phase can be used.

Marun Doo-Bu is easily transported and stored due to hardness and solidity and has a commercial value as commercial tofu as it is suitable for mechanical cutting. Therefore it is required to study for processing method and application of *Marun Doo-Bu* that has high sensory value and functionality.