

진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 단백분해효소처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 품질특성

최애진 · 이숙영
중앙대학교 식품영양학과

Quality characteristics of soybean cheese prepared with low lipoxidase soybean variety
and defatted soybean meal by fermenting after proteolytic enzyme hydrolysis

Ae Jin Choi and Sook Young Lee
Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Abstracts

The effects of α -chymotrypsin and trypsin treatments on the functional properties (degree of hydrolysis, solubility, and emulsifying capacity) of the soy protein isolate prepared from Jinpum soybean milk(JS milk) which has been developed as low lipoxidase-active soybean variety in Korea and extracted from commercially defatted soybean meal milk(DSM milk). The mixing ratios of JS milk to DSM milk were adjusted to 10:0, 7:3, and 5:5, respectively. The general quality attributes(yield, pH, titrable acidity, moisture contents, crude protein contents, color, textural properties, and sensory characteristics) of soybean cheese which has been prepared with the resulting soy protein hydrolysates were evaluated.

Jinpum SPI was better subjected to trypsin than α -chymotrypsin hydrolyses as indicated by better solubility and emulsifying capacity of the hydrolysates. The degree of hydrolysis and solubility of Jinpum SPI were higher than the soybean isolates from DSM milk. The increased ratios of DSM milk in the mixture resulted in the reduced yields and crude protein content along with the lowered titrable acidity while the pH values and moisture contents showed the opposite trends. In color characteristics, the increased amount of DSM milk brought about the significantly lower Hunter color reflectance values of lightness of the cheese products, along with the higher redness and total color difference value(ΔE). However, the enzyme treatment alone was not enough to cause any color differences. The increased ratios of DSM milk also caused the significantly lowered textural parameters such as hardness, adhesiveness and cohesiveness of the soybean cheese. Between the enzyme treatments, the α -chymotrypsin treated samples resulted in the higher hardness and cohesiveness values of the products than those from the trypsin-treated ones.

In organoleptic properties of the product, the better mouthfeel and overall quality scores were obtained from the trypsin treatments as compared with those from the α -chymotrypsin ones. The mixing ratios of 10:0 and 7:3 were more favored than that of 5:5 as far as mouth-feel, yellowness and overall quality of the products were concerned.

On the overall, the mixing ratio of 7:3(JS milk : DSM milk) and the trypsin treatment of the mixture was recommended for better manufacturing of high-quality soybean cheese.

Key word: Quality characteristics, soybean cheese, defatted soybean meal, enzyme treatment

1. 서 론

콩은 전분식품인 쌀을 주식으로 하는 우리에게 쌀
에 부족한 단백질과 지질을 보완 공급하는 역할을 담

당하고 있다. 콩은 식용 및 사료용 외에도 화장품, 가
식성 필름, 포장재 등 각종 공업원료로서의 광범위한
이용가치를 나타내고 있다. 더욱이 우리나라의 전통발
효식품의 원료로서 직접 식용은 물론 두부, 두유, 콩
나물 등 가공식품의 원료로서 용도가 다양할 뿐만 아
니라 식용유의 원료로서 그 수요는 증가하고 있다¹⁾.

콩은 최근 기능성 식품에 대한 관심이 세계적으로
증가하는 추세와 더불어 새로운 관심을 끄는 대표적
인 건강기능성 식품소재라 할 수 있으며, 영양학적 측

Corresponding author: Sook Young Lee, Chung-Ang University,
Dan 40-1, Naeri, Daeduk-myun, Ansong-si, Kyonggi-do,
456-756, Korea
Tel: 031-670-3274
Fax: 031-676-8741
E-mail: syklee46@hanmail.net

면뿐만 아니라 항암, 항동맥경화효과, 혈당강하, 항균 효과 등 다양한 건강기능성 생리활성이 있는 것으로 알려지고 있다. 이와 같은 생리활성은 콩 자체 성분인 isoflavone이나 콩 peptide에 의한 것과 콩에 서식하는 유용 미생물의 산물이 콩의 생리활성에 기여하는 것으로 추정되고 있다²⁾.

한편, 콩기름 가공시 부산물로 발생하는 탈지대두박은 두부와 된장, 고추장 등의 장류식품에 이용되고 있고 가축사료의 단백질 보강제로 배합사료의 중요한 원료가 되고 있으며, 집착제, 비누 등 비식용·공업용 원료로서도 널리 사용되고 있다¹⁾. 국내에서 발생하는 탈지대두박은 연간 600만톤 이상으로 추정되는데, 탈지대두박은 콩에서 지방만 제거되었을 뿐 단백질이 약 50%, 탄수화물이 25~30%이며, 이외의 영양소도 거의 남아 있고, 생리활성물질들도 포함되어 있으므로 식품영양학적 관점에서 대단히 중요한 소재라고 할 수 있다³⁾.

한국유가공협회의 자료에 의하면 최근 우리 나라도 식품의 소비구조가 변하면서 치즈의 소비량이 증가하고 있으며 98년에는 24,904(M/T)의 치즈가 생산 소비되었다. 우리나라에서는 치즈의 가격이 다른 유제품에 비해 비싸서 대중화되는데 어려움이 있다. 부드러운 질감과 신선한 맛을 주는 연질치즈는 앞으로 소비량이 증가할 것으로 예상되는 바, 한국인이 좋아하는 치즈에 대한 연구와 치즈시장의 개발이 요구된다⁴⁾.

콩치즈의 품질특성에 관한 연구가 진행되어 왔는데, 콩치즈 제조시 사용되는 젖산균의 특성에 따른 연구를 살펴보면 김과 신⁵⁾은 두유와 탈지분유를 7:3으로 혼합한 후 *S. thermophilus*, *S. diacetylactis*의 균주를 첨가하였을 때, 침전물의 수확량과 단백질 함량이 많고 수분량이 적은 견고한 커드 생성이 가능하였다고 보고하였다. 효소처리에 관한 연구로 양⁶⁾은 papain으로 처리한 콩치즈의 경우 수용성 단백질 함량이 증가하였고 산도 역시 점차 증가하여 젖산발효가 진행되었다고 보고하였다. 유 등⁷⁾의 보고자료에서는 레닌으로 처리한 치즈는 맛, 조직에 있어서도 우수하였으나 콩 비린내와 짙은 맛 그리고 색이 다소 검고 향이 부족한 점을 문제로 지적하였다.

그러나 이와 같은 콩치즈 제품들은 크게 실용화되지 못하고 있는 실정이며, 이는 우유로 제조한 치즈에 비해 외관, 질감, 색, 풍미 등의 품질특성이 좋지 않기 때문이었다. 따라서 콩치즈 제품의 기능적인 특성이나 품질 개선을 위한 연구가 진행중이며, 그 중에서 가장 바람직하고 이용 가능성이 큰 방법의 하나로 효소처리에 의하여 대두단백질을 부분적으로 가수분해하는

방법^{8,9)}이 제시되었다. 효소처리에 의한 가수분해 방법을 식품에 이용할 경우 기능적 특성을 높이고 이용도를 증대시키는 효과가 있다. 그래서 본 연구에서는 pepsin, papain, trypsin, α -chymotrypsin으로 각각 최적의 pH와 온도에서 가수분해시켜 콩치즈를 제조한 결과, 쓴맛이 적고 관능적으로 기호도가 좋게 평가된 α -chymotrypsin과 trypsin을 택하여 사용하였다.

콩의 lipoxxygenase에 의한 콩비린내 때문에 치즈의 풍미가 떨어지는 단점은 콩의 비린내에 관여하는 효소인 lipoxxygenase isozyme L-2, L-3이 결핍된 진품콩을 이용함으로써 어느정도 해결이 가능하다. 진품콩은 조단백질 및 조지방의 함량이 일반콩과 비슷하고 수분 흡수 속도가 빠르며 성장력도 좋은 장려품종으로 두유, 대두요구르트, 비발효 콩치즈 역시 일반콩으로 만든 제품에 비해 비린내가 덜 나고 맛에서 우수한 것으로 평가되었다^{9,10-12)}.

이에 본 연구에서는 α -chymotrypsin 또는 trypsin으로 효소처리를 달리한 진품콩 두유와 탈지대두박 두유로부터 제조한 분리대두단백의 기능적 특성을 알아보고, 진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 효소처리를 달리한 콩치즈의 수율, 물리화학적 성질, 기계적인 텍스처 및 관능적 특성을 검토함으로써 콩치즈 제품개발의 기초자료와 탈지대두박의 활용방안을 제공하고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 콩은 1999년 가을에 수확된 lipoxxygenase가 일부 결핍되어 비린내가 없는 진품콩으로 농촌진흥청에서 분양받았고 탈지대두박은 장유협동조합에서 제공받았다.

α -Chymotrypsin(C-4129) trypsin(T-7418)과 mucor rennet(Type II From *Mucor miehei* R5876)은 Sigma 제품을 사용하였다. 균주는 *Streptococcus lactis*(KCTC 3191)와 *Streptococcus thermophilus*(KCTC 2185)를 한국생명공학 연구소에서 분양받아 사용하였다.

그 외의 다른 시약은 일급시약으로 사용하였다.

2. 진품콩 두유와 탈지대두박 두유의 제조와 효소처리 및 일반성분 측정

1) 두유의 제조

이 등¹³⁾의 방법을 약간 수정하여 진품콩과 탈지대두박에 각각 10배의 중류수를 가하여 진품콩은 20시간, 탈지대두박은 15시간 침지시킨 후 Blender(M-1000, LG

전자)로 5분간 마쇄하여 90°C에서 1분간 가열한 후 편포로 여과하였다. 이 두유를 121°C에서 15분간 autoclave로 가압멸균하여 사용하였다.

2) 두유의 효소처리

효소처리는 Kim(Lee) 등¹⁴⁾의 방법에 따라 진품콩으로 만든 두유와 탈지대두박으로 만든 두유를 혼합(진품콩 두유 : 탈지대두박 두유 = 10:0, 5:5, 7:3)하여 pH 7.8로 조정 후 α -chymotrypsin 또는 trypsin 0.5%(w/w)를 첨가하여 37°C의 항온수조에서 천천히 교반하면서 30분간 반응시켰다. 반응이 끝난 용액은 즉시 87°C에서 5분간 열처리하여 불활성화하여 반응을 정지시킨 다음 pH 7.0으로 조정 후 콩치즈의 제조에 사용하였다.

3) 일반성분 측정

진품콩 두유와 탈지대두박 두유의 조단백질, 조지방, 탄수화물, 회분, 수분 함량은 A.O.A.C.¹⁵⁾ 방법에 따라 측정하였다.

3. 진품콩 두유와 탈지대두박 두유로부터 제조한 분리대두단백의 기능적 성질 측정

1) 분리대두단백의 제조

Saio와 Watanabe¹⁶⁾의 방법을 약간 수정하여 분리대두단백을 Fig. 1과 같이 제조하였다. 무처리 또는 효소 처리한 진품콩 두유에 *n*-hexane을 첨가하여 교반한 다음 분액깔대기에서 12시간 방치시킨 후 아래층의 두유를 분리시켜 유기용매를 휘발시켰다.

지방을 용출시킨 진품콩 두유와 탈지대두박 두유를 6N NaOH로 pH 8.0으로 맞춘 후 실온에서 약 1시간 30분 동안 교반하면서 단백질을 용출시켰다. 이 분산액을 2,000×g에서 20분간 원심분리하여 상층액을 회수한 후 다시 6N HCl로 pH 4.5로 조절하였다. 이 용액을 다시 2,000×g에서 20분간 원심분리하여 침전물을 얻고 증류수로 두 번 세척한 다음 6N NaOH로 pH 7.0으로 맞춘 후 동결건조하였다. 동결건조한 분리대두단백을 분쇄기에 갈아 사용하였다.

2) 분리대두단백의 기능적 성질 측정

① 가수분해도

가수분해도(Degree of hydrolysis : DH)는 Kim(Lee) 등¹⁷⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. 무처리 또는 효소 처리한 분리대두단백 1g을 증류수 100ml에 녹이고 이 중 1ml를 취하여 micro-Kjeldhal법으로 질소량을 측정하였으며, 다시 10ml를 취하여 20% TCA 용액 10ml와 혼합한 후 12,000×g에서 20분간 원심분리한 다음

상층액 4ml를 취하여 micro-Kjeldhal법으로 질소량을 측정하였다. 가수분해도는 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$DH(\%) = \frac{20\% \text{ TCA Soluble N}}{\text{Total N}} \times 100$$

② 용해도

용해도(Solubility)는 Franzen과 Kinsella¹⁸⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. 무처리 또는 효소 처리한 분리대두단백을 각각 0.3g씩 0.1N NaOH (30ml)에 용해시킨 다음 30분간 자석교반기로 교반한 후 6N NaOH로 pH 7과 12로 조절하였다. 이것을 6ml씩 원심분리관에 취하여 6,000×g로 30분간 원심분리한 다음 상층액 1ml에 Biuret시약 4ml를 혼합하여 30분간 실온에서 방치한 후 540nm에서 흡광도를 측정하였다. 용해도는 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Solubility}(\%) = \frac{\text{Absorbance at pH 7 solution}}{\text{Absorbance at pH 12 solution}} \times 100$$

③ 유화력

유화력(Emulsifying capacity)은 Swift와 Sulzbacher¹⁹⁾의 방법을 약간 수정하여 측정하였다. 콩기름은 Oil-Red-O로 염색(0.1 g/L)하여 사용하였고, 착색된 콩기름 20ml를 1% 단백질 분산액 25ml(pH 7.0)에 첨가하였다. Disperser(Model GTR-1000, EYELA, Japan)를 사용하여 1분 동안 300rpm으로 분산시키고 100rpm으로 30초 동안 분산시킨 다음 7분간 100ml 속도로 콩기름을 계속 첨가하였다. 콩기름의 색이 분홍색에서 적색으로 변하며 점성의 변화가 생겨 요란한 소리가 나는 시점까지의 콩기름 사용량을 측정하였다. 유화력은 유화에 사용된 콩기름의 부피(ml)로 계산하였다.

4. 콩치즈의 제조

콩치즈는 김과 신⁹⁾의 방법을 약간 변형하여 Fig. 2와 같이 제조하였다. 진품콩 두유를 121°C에서 15분간 가압 멸균하여 37°C 정도로 식힌 다음 *S. lactis*와 *S. thermophilus*를 접종하였다. 이것을 멸균된 진품콩 두유 배지에 각각 1%씩 취하여 혼합배양한 후 2번 더 계대배양하여 활력을 증진시켜 starter로 사용하였다. 진품콩 두유와 탈지대두박 두유를 10:0, 7:3, 5:5로 혼합하여 제조한 10:0 배합군, 7:3 배합군, 5:5 배합군 각각의 총량을 1L로 하여 효소 처리한 후 가압멸균하였다. 이 두유에 혼합균주 starter를 6%(7.1×10¹²CFU/ml) 접종한 후 37°C에서 10시간 배양하였다. 배양액 무게의 0.002%에 해당하는 mucor rennet을 첨가하여 교반

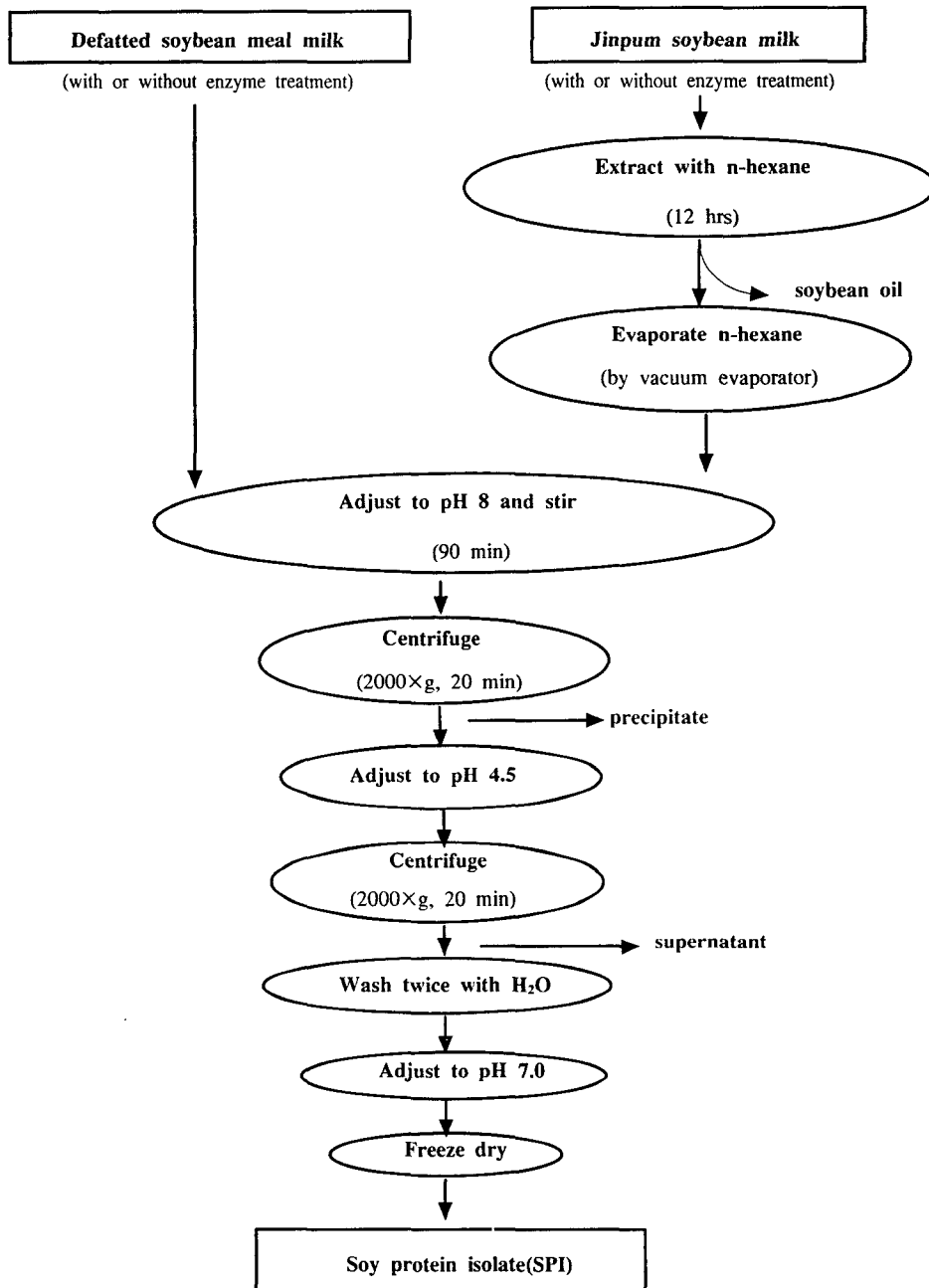


Fig. 1. Preparation of soybean protein isolate Jinpum soybean milk and defatted soybean meal milk.

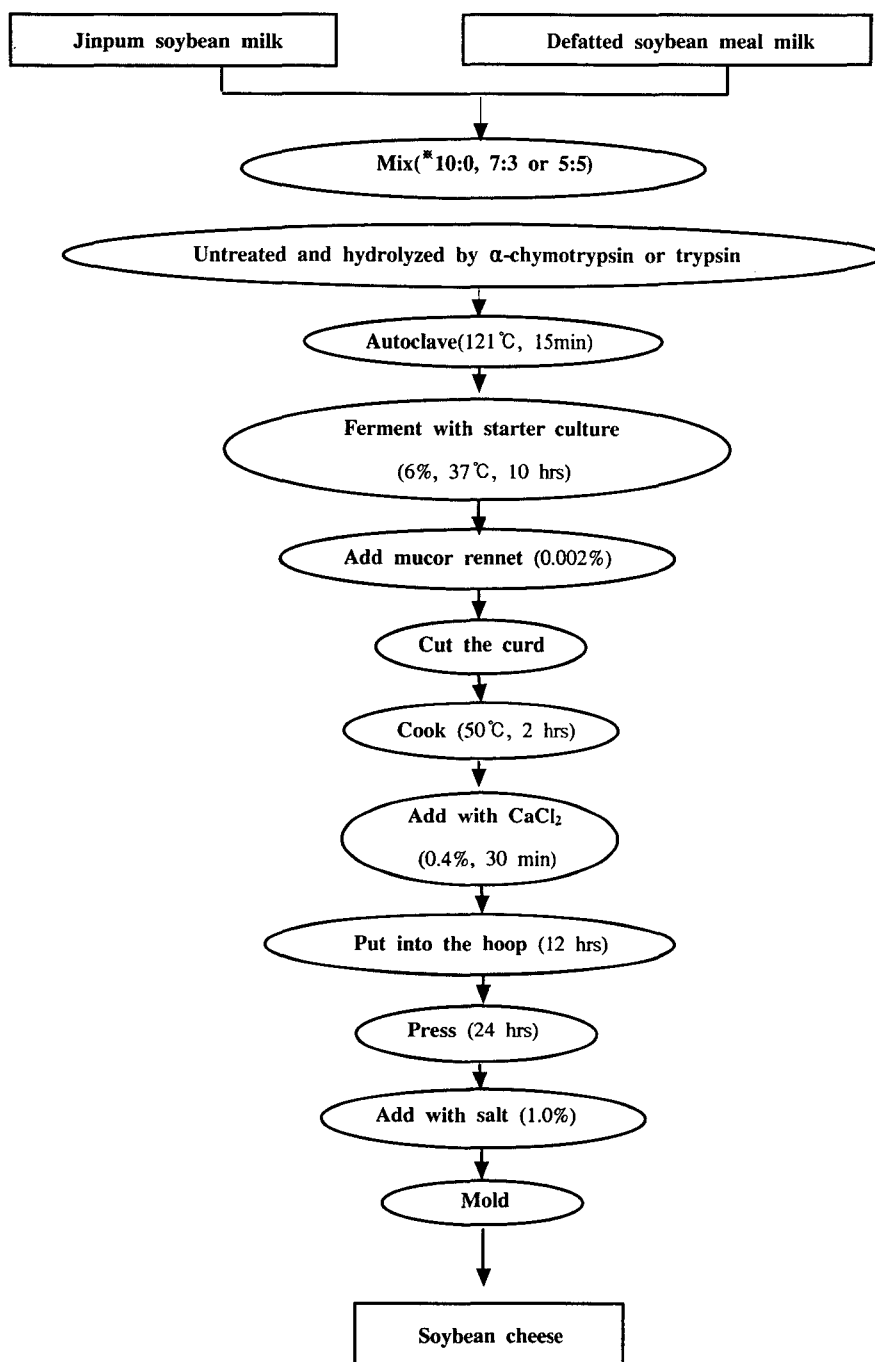


Fig. 2. Procedure for the preparation of soybean cheese.

* ratio of soybean milk and defatted soybean meal milk

한 다음, 50℃의 항온수조에서 90분 동안 온도를 천천히 올리고 배양액의 내부온도가 50℃가 되면 커드를 절단하면서 배양액 무게의 0.4% (w/w) CaCl₂를 3회에 나누어 30분 동안 첨가하였다. 이것을 면포에 부어 12시간 동안 중력에 의해 유청을 제거한 후, 3.3kg의 무게로 24시간 동안 압착한 다음 1.0%(w/w)의 건열살균한 식염을 첨가하여 모양을 만들어서 콩치즈를 제조하였다.

5. 콩치즈의 품질특성 측정

1) 수율

콩치즈의 수율은 원료두유 1L로부터 얻어지는 치즈의 g량으로 계산하였다²⁰⁾.

$$\text{Yields(\%)} = \frac{\text{g of soybean cheese}}{\text{1L of soybean milk}} \times 100$$

2) pH

콩치즈의 pH는 콩치즈 10g에 동량의 증류수를 가하여 잘 혼합한 후 pH meter(Metrohm 635)를 사용하여 측정하였다.

3) 산도

콩치즈의 산도는 각 시료 10ml에 동량의 증류수를 첨가하고 0.1% phenolphthalein 용액을 0.5ml를 가한 후 0.1N NaOH용액으로 적정하여 30초 이상 미홍색이 없어지지 않는 점을 종점으로 하여 이 때 소비된 0.1N NaOH의 ml수를 측정한 후 다음 식을 이용하여 lactic acid(LA)%로 환산하여 계산하였다.

$$\text{LA(\%)} = \frac{\text{ml of 0.1N NaOH} \times F \times 0.009}{\text{ml of sample}} \times 100$$

F : factor

4) 수분 함량

콩치즈의 수분 함량은 적외선 수분측정기(LJ16, Mettler, Swiss)로 측정하였다. Plate 중앙에 시료 2g을 얇게 고르게 펴 놓은 후 110℃에서 30분간 건조시켜 건조 전과 건조 후의 중량차로 수분 함량을 계산하였다.

5) 조단백질 함량

콩치즈의 조단백질 함량은 Kjeldhal법²¹⁾을 이용하여 질소를 정량한 후 콩의 질소계수인 5.71을 곱하여 계산하였다.

6) 색도

콩치즈를 가로 40mm, 세로 40mm, 두께 10mm 모양의 직육면체를 만든 후 color difference meter(CQ-1200X, Hunter Lab., U.S.A)를 사용하여 lightness("L"), redness("a"), yellowness("b"), ΔE를 측정하였다.

7) 기계적인 텍스처

콩치즈의 기계적인 텍스처의 측정은 시료를 지름 15mm, 높이 20mm의 크기로 만들어 Rheometer(CR-100D, Sun Scientific, Japan)를 이용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)을 측정하였다. Rheometer의 측정조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Sensory evaluation of soybean cheese

Items	Scores
Mouthfeel	sandy(0) ←————→ smooth(15)
Roasted nutty flavor	slight(0) ←————→ strong(15)
Beany flavor	strong(0) ←————→ slight(15)
Bitter taste	strong(0) ←————→ slight(15)
Yellowness	dark(0) ←————→ light(15)
Overall quality	undesirable(0) ←————→ desirable(15)

8) 관능검사

콩치즈의 관능적 품질특성을 검토하기 위하여 중앙대학교 식품영양학과 대학원생과 학부생 30명을 panel로 선정하여 입안에서의 질감, 고소한 맛, 콩비린내, 쓴맛, 누르스름한 정도, 전반적인 바람직성에 대하여 선척도를 이용하여 관능평가를 실시하였다. 콩치즈에 대한 평가항목과 척도는 Table 2에 제시하였다.

6. 통계처리

관능검사를 제외한 모든 실험은 3회 이상 반복하여

Table 2. Condition of Rheometer used for the texture analysis of soybean cheese

Probe diameter	20 mm Round adapter
Load cell	10 kg
Table speed	120 mm/min.
Chart speed	100mm/min
Clearance	10 mm

Table 3. The proximate analysis of soybean milk and defatted soybean meal milk (units : %)

Components	Samples Jimpum soybean milk	Defatted soybean meal milk
Protein	3.01	2.73
Fat	2.02	1.05
Carbohydrates	1.93	1.84
Ash	0.28	0.23
Moisture	92.76	94.15
Solid matter	7.24	5.85

평균치와 표준편차로 표시하였으며 실험결과는 SAS package를 사용하여 분산 분석한 후 시료간에 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 진품콩 두유와 탈지대두박 두유의 일반성분

진품콩 두유와 탈지대두박 두유의 일반성분을 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 진품콩 두유의 단백질, 지방, 탄수화물, 회분의 함량이 탈지대두박 두유보다 약간 더 많았다. 진품콩 두유의 고형분 함량이 탈지대두박 두유보다 1.4% 정도 더 많았으나, 수분함량은 2% 정도 적었다. Mital and Steinkraus²²⁾의 연구자료에 의하면 두유의 고형분 함량은 8.2%였고, 탈지대두박 두유는 7.8% 정도로 본 실험결과와 보다 약간 더 높았던 반면, 수분함량은 두유가 91.77%, 탈지대두박 두유가 92.18% 정도로 본 실험결과보다 더 낮았다.

2. 효소처리가 진품콩 두유와 탈지대두박 두유로부터 제조한 분리대두단백의 기능적 성질에 미치는 영향

1) 가수분해도

진품콩과 탈지대두박으로부터 제조한 분리대두단백의 효소처리하지 않은 무처리군과 효소처리군의 가수분해도는 Table 4와 같다. 분리대두단백의 가수분해도는 trypsin 처리군이 가장 높았고, 무처리군이 가장 낮았다($p < 0.01$). 진품콩에서 제조한 분리대두단백의 α -chymotrypsin 처리군은 무처리군의 2배 정도인 13.69%였고, trypsin 처리군은 무처리군의 4배인 30.17%를 나타내었다. 이는 trypsin의 효소활성단위당 94 units/mg으로 α -chymotrypsin의 효소활성단위인 40 units/mg에 비하여 2배 정도의 높은 활성을 가지므로 trypsin 처리군의 가수분해도가 더 높게 나타난 것으로 생각된다. 탈지대두박으로부터 제조한 분리대두단백의 효소처리에 의한 가수분해도는 α -chymotrypsin과 trypsin 처리군들 사이에 큰 차이가 없었다.

안⁹⁾의 연구보고에서 진품콩으로부터 제조한 분리대두단백을 본 실험과 동일한 조건으로 α -chymotrypsin으로 효소처리한 결과 무처리군에서는 4.09%, 효소처리군에서는 15.35%으로 본 실험결과와 유사하였다. 진품콩으로부터 제조한 분리대두단백의 가수분해도가 탈지대두박으로부터 추출한 분리대두단백보다 각 효소처리군에 있어서 더 높았다($p < 0.01$).

2) 용해도

진품콩과 탈지대두박으로부터 제조한 분리대두단백의 효소처리하지 않은 무처리군과 효소처리군의 용해도는 Table 5와 같다. 분리대두단백의 용해도는 trypsin 처리군이 가장 높았고 그 다음으로 α -chymotrypsin 처리군, 무처리군의 순이었는데($p < 0.05$), 이는 가수분해도의 경향과 일치하였다. 진품콩으로부터 제조한 분리

Table 4. Degree of hydrolysis of soy protein isolates as affected by α -chymotrypsin and trypsin treatments

Treatment	Soy protein isolate		F-value
	Jimpum Soybean	Defatted soybean meal	
Untreated	^c 7.05 ^a (0.39)	^b 5.67 ^b (0.18)	30.35**
α -Chymotrypsin	^b 13.69 ^a (1.03)	^a 8.12 ^b (0.37)	78.04***
trypsin	^a 30.17 ^a (2.82)	^a 9.55 ^b (1.71)	117.60***
F-value	139.49***	11.26**	

Mean(Standard deviation)

** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

^{a-c}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test($p < 0.05$)

^{a-b}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test($p < 0.05$)

Table 5. Solubility of soy protein isolates as affected by α -chymotrypsin and trypsin treatments. (units : %)

Treatment	Soy protein isolate		F-value
	Jinpum Soybean	Deffatted soybean meal	
Untreated	^c 69.47 ^a (1.61)	^b 38.27 ^b (2.75)	287.81 ^{***}
α -Chymotrypsin	^b 85.30 ^a (1.47)	^a 42.63 ^b (1.50)	1234.66 ^{***}
trypsin	^a 91.87 ^a (0.75)	^a 45.70 ^b (1.91)	1524.82 ^{***}
F-value	224.46 ^{***}	9.34 [*]	

Mean(Standard deviation)

* : p < 0.05, *** : p < 0.001

^{a-c}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)^{a-b}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

대두단백의 용해도가 탈지대두박으로부터 제조한 분리대두단백에 비하여 2배 정도 더 높았다(p<0.001). Kim(Lee) 등¹⁷⁾은 분리대두단백을 α -chymotrypsin 또는 trypsin으로 30분간 처리하였을 때 가수분해도와 용해도가 증가하였다고 보고하였는데, 본 실험결과에서도 효소처리에 의하여 용해도가 유의적(p<0.05)으로 증가하였다.

3) 유화력

진품콩과 탈지대두박으로부터 제조한 분리대두단백의 효소처리하지 않은 무처리군과 효소처리군의 유화력은 Table 6과 같다. 분리대두단백의 유화력은 효소처리에 의해 증가하여 trypsin 처리군에서 가장 높았고 다음으로 α -chymotrypsin 처리군, 무처리군의 순이었다(p<0.001). 효소처리군의 유화력이 무처리군보다 높은 것은 기름-물 경계면에서 유화를 형성하는데 유용한 폴리펩타이드의 수와 극성기가 효소의 분해작용에 의해 증가되었기 때문이라고 판단된다. 변과 황²³⁾의

연구에서도 단백분해효소의 처리는 두유 단백질의 용해도 및 유화력 등을 향상시켜 본 실험결과와 일치하였다.

진품콩 두유와 탈지대두박 두유로부터 제조한 분리대두단백의 유화력은 무처리군과 trypsin 처리군에서는 유의차 없이 비슷하였으나, α -chymotrypsin 처리군에서는 탈지대두박 분리대두단백의 유화력이 진품콩 분리대두단백보다 유의적(p<0.05)으로 더 높았다.

3. 배합비율 및 효소처리가 콩치즈의 품질특성에 미치는 영향

1) 수율

진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 단백분해효소처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 수율을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 본 실험에서 제조된 콩치즈의 수율은 10~14% 정도였다. 진품콩 두유와 탈지대두박 두유의 배합비율을 달리한 시료의 수율은 효소처리와 상관없이 10:0 배합군이 가장 높았으며, 탈지대두박

Table 6. Emulsifying capacity of soy protein isolates as affected by α -chymotrypsin and trypsin treatments (units : ml)

Treatment	Soy protein isolate		F-value
	Jinpum Soybean	Deffatted soybean meal	
Untreated	^c 212.00(15.00)	^b 198.67(23.46)	0.69 ^{n.s}
α -Chymotrypsin	^b 275.67 ^b (4.04)	^a 329.00 ^a (12.29)	51.00 [*]
trypsin	^a 320.67(10.02)	^a 330.00(4.00)	2.25 ^{n.s}
F-value	78.53 ^{***}	71.59 ^{***}	

Mean(Standard deviation)

* : p < 0.05, *** : p < 0.001, N.S : Not Significant

^{a-c}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)^{a-b}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

Table 7. Effects of the different types of enzyme treatment and mixing ratio on the yields of soybean cheese (unit : %)

▽Mixing rate	Treatment			F-value
	Untreated	α-Chymotrypsin	Trypsin	
10 : 0	^a 14.09(0.10)	^a 14.07(0.66)	^a 14.53(0.50)	0.90 ^{^b}
7 : 3	^b 10.44(0.66)	^b 10.03(1.59)	^b 10.95(1.29)	0.41 ^{^b}
5 : 5	^b 10.07(0.55)	^b 10.01(1.04)	^b 10.16(1.11)	0.02 ^{^b}
F-value	59.14 ^{***}	12.10 ^{**}	15.61 ^{**}	

Mean(Standard deviation)

▽10 : 0 = soybean milk 10 : defatted soybean meal milk 0

7 : 3 = soybean milk 7 : defatted soybean meal milk 3

5 : 5 = soybean milk 5 : defatted soybean meal milk 5

** : p < 0.01, *** : p < 0.001, N.S : Not Significant

^{a-c}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

두유의 첨가량이 많아질수록 수율이 감소하였다(p<0.01). 이는 진품콩 두유의 고형분이 7.24%이고 탈지대두박 두유의 고형분이 5.85%이므로(Table 3) 원료 자체의 고형분 함량이 높은 진품콩 두유가 콩치즈 수율의 증가에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 효소처리를 달리한 시료의 수율은 유의차가 없었으며, 이러한 결과로 효소처리는 치즈의 수율에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 유 등²⁴⁾의 연구보고에서 우유로 응유효소의 종류를 달리하여 제조한 치즈의 커드 수율을 측정한 결과 calf rennet과 mucor rennet의 경우 우유 100ml에 0.002%의 응유효소를 첨가하였을 때 최대의 수율을 보였다고 보고하였는데, 이는 본 실험에서 사용한 mucor rennet의 첨가량과 같았다.

2) pH

진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 단백분해효소처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 pH를 측정된 결과는 Table 8과 같다. 본 실험에서 제조된 콩치즈의 pH는 4.8~5.0로 연질치즈인 cottage cheese와 cream cheese의 pH²⁵⁾인 4.6보다는 높았고, 경질치즈인 Cheddar cheese의 pH 5.2²⁵⁾에 비하여 낮은 결과였다. 본 실험에서 제조된 콩치즈의 pH에 있어서, 5:5 배합군의 pH는 연질치즈로서 약간 높았던 반면 10:0 배합군과 7:3 배합군의 pH는 신선한 맛을 가지는 연질치즈로서 적절하다고 생각된다. 배합비율을 달리한 시료의 pH는 모든 효소처리군에서 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 유의적(p<0.01)으로 증가하였다. 이는 진품콩 두유(pH 6.77)와 탈지대두박 두유(pH 6.63) 원료 자체의 pH 영향이라기 보다는 본 실험에 사용된 유산균이 진품콩 두유를 더 잘 이용하기 때문이라고

Table 8. Effects of the different types of enzyme treatment and mixing ratio on the pH of soybean cheese

▽Mixing rate	Treatment			F-value
	Untreated	α-Chymotrypsin	Trypsin	
10 : 0	^b 4.82(0.02)	^b 4.83(0.06)	^c 4.80(0.02)	0.47 ^{^b}
7 : 3	^b 4.86(0.04)	^b 4.87(0.03)	^b 4.86(0.01)	0.19 ^{^b}
5 : 5	^a 4.96 ^c (0.01)	^a 5.04 ^b (0.01)	^a 5.02 ^b (0.01)	52.00 ^{***}
F-value	16.24 ^{**}	26.41 ^{**}	212.18 ^{***}	

Mean(Standard deviation)

▽10 : 0 = soybean milk 10 : defatted soybean meal milk 0

7 : 3 = soybean milk 7 : defatted soybean meal milk 3

5 : 5 = soybean milk 5 : defatted soybean meal milk 5

** : p < 0.01, *** : p < 0.001, N.S : Not Significant

^{a-c}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

Table 9. Effects of the different types of enzyme treatment and mixing ratio on the titratable acidity of soybean cheese (unit : %)

Mixing rate	Treatment			F-value
	Untreated	α -Chymotrypsin	Trypsin	
10 : 0	^a 1.42 ^b (0.01)	^a 1.41 ^b (0.01)	^a 1.44 ^b (0.01)	7.00 [*]
7 : 3	^b 1.38 ^a (0.01)	^b 1.36 ^a (0.01)	^b 1.39 ^a (0.01)	7.43 [*]
5 : 5	^c 1.23 ^a (0.01)	^c 1.06 ^a (0.01)	^c 1.11 ^a (0.01)	229.00 ^{***}
F-value	301.00 ^{***}	1075.00 ^{***}	1717.80 ^{***}	

Mean(Standard deviation)

[▼]10 : 0 = soybean milk 10 : defatted soybean meal milk 0

7 : 3 = soybean milk 7 : defatted soybean meal milk 3

5 : 5 = soybean milk 5 : defatted soybean meal milk 5

* : p < 0.05, *** : p < 0.001

^{A-C}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

생각된다.

일반적으로 단백질분해효소에 의해 생성된 peptides 등의 가수분해물들이 젖산균의 생육을 촉진시켜 효소처리균의 pH가 무처리균에 비하여 낮았는데, 본 실험의 5:5 배합군에서는 반대의 경향을 보였는데, 이는 탈지대두박 두유의 함량이 높을 경우 *Str. lactis*와 *Str. thermophilus*의 혼합균주가 효소 가수분해물들을 잘 이용하지 못한 것으로 생각된다.

3) 산도

진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 단백질분해효소 처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 산도를 측정된 결과는 Table 9와 같다. 배합비율을 달리하여 제조한 시료들의 산도는 pH의 경향과 일치하였다. 효소처리를 달리한 시료의 산도는 10:0 배합군에서 trypsin 처리군이 가장 높았으나(p<0.05), 5:5 배합군에서는 무처리군에서 가장 높았는데(p<0.001), 이는 *Str. lactis*와 *Str.*

*thermophilus*의 혼합균주가 탈지대두박 두유의 효소 가수분해물들을 잘 이용하지 못한 것으로 생각된다.

4) 수분 함량

진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 단백질분해효소 처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 수분 함량을 측정된 결과는 다음 Table 10과 같다. 본 실험에서 제조된 콩치즈의 수분 함량은 66~68% 정도로 수분함량이 13~34%인 경질치즈보다 많았으며²⁶⁾, 수분 함량이 50~80% 정도인 연질치즈보다 약간 적었으므로²⁷⁾ 빵에 발라먹을 수 있는 스프레드형 연질치즈로서 적절하다고 생각된다.

콩치즈의 수분 함량은 7:3 배합군의 trypsin 처리군을 제외하고는 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 수분 함량이 증가하였는데, 이는 탈지대두박 두유의 수분함량이 진품콩 두유보다 많았기 때문이라고 생각된다(Table 3). 효소처리를 달리한 시료의 수분 함

Table 10. Effects of the different types of enzyme treatment and mixing ratio on the moisture contents of soybean cheese (unit : %)

Mixing rate	Treatment			F-value
	Untreated	α -Chymotrypsin	Trypsin	
10 : 0	^b 66.13(0.04)	^b 66.34(0.61)	66.61(0.11)	1.41 ^{N.S}
7 : 3	^a 67.16(0.63)	^{AB} 67.21(0.65)	67.30(0.45)	0.04 ^{N.S}
5 : 5	^a 67.39 ^{BD} (0.37)	^a 68.04 ^a (0.11)	66.33 ^D (0.92)	5.49 [*]
F-value	7.82 [*]	6.28 [*]	2.12 ^{N.S}	

Mean(Standard deviation)

[▼]10 : 0 = soybean milk 10 : defatted soybean meal milk 0

7 : 3 = soybean milk 7 : defatted soybean meal milk 3

5 : 5 = soybean milk 5 : defatted soybean meal milk 5

* : p < 0.05, N.S : Not Significant

^{A-C}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

Table 11. Effects of the different types of enzyme treatment and mixing ratio on the crude protein contents of soybean cheese (unit : %)

Mixing rate	Treatment			F-value
	Untreated	α -Chymotrypsin	Trypsin	
10 : 0	^a 28.18 ^b (0.92)	^a 31.92 ^{ab} (1.84)	^a 33.88 ^a (2.96)	5.80 [*]
7 : 3	^b 23.38 ^b (1.84)	^a 29.76 ^b (0.92)	^a 31.92 ^a (0.93)	34.82 ^{***}
5 : 5	^b 21.27 ^c (0.03)	^b 26.57 ^b (0.92)	^b 27.70 ^b (0.12)	122.26 ^{***}
F-value	26.63 ^{**}	12.79 ^{**}	9.32 [*]	

Mean(Standard deviation)

^v10 : 0 = soybean milk 10 : defatted soybean meal milk 0

7 : 3 = soybean milk 7 : defatted soybean meal milk 3

5 : 5 = soybean milk 5 : defatted soybean meal milk 5

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001

^{A-C}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

량은 5:5 배합군에서 α -chymotrypsin 처리군이 가장 높았고, trypsin 처리군이 가장 낮았으나, 큰 차이는 없었다.

유 등²⁴⁾이 연구한 보고에서는 두유를 무처리, mucor rennet 처리, Asp. saitoi protease 처리를 한 결과 압착시키는 힘에 따라 수분 함량이 65~68% 정도였는데, 이는 본 실험의 결과와 유사하였다. 양과 윤²⁸⁾의 보고에 의하면 두유를 papain으로 처리한 콩치즈의 수분 함량이 68.14%로 비효소처리군에 비하여 조금 높았는데, 이는 본 실험결과와 유사하였다.

5) 조단백질 함량

진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 단백분해효소처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 조단백질 함량을 측정된 결과는 Table 11과 같다. 본 실험에서 제조된 콩치즈의 조단백질 함량은 21~34% 정도였다. 일반 자연치즈의 단백질 함량이 26.3%이고²⁶⁾, cottage cheese가 14%, cream cheese가 16%인 것과²⁸⁾ 비교하면 우유로 만든 치즈에 비하여 단백질 함량이 더 많았다.

배합 비율을 달리한 시료의 조단백질 함량은 효소 처리에 상관없이 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 유의적(p<0.05)으로 감소하였다. 이는 진품콩을 만든 두유의 단백질 함량(3.01%)이 탈지대두박으로 만든 두유(2.73%)보다 더 많기 때문이라고 생각된다(table 3). 효소처리를 달리한 시료의 조단백질 함량은 모든 배합군에서 효소처리군이 무처리군에 비하여 유의적(p<0.05)으로 증가하였는데, trypsin 처리군이 가장 높았고 그 다음으로 α -chymotrypsin 처리군, 무처리군의 순이었다. 이는 효소 자체의 조단백질 함량으로부터 약간 증가된 것으로 생각된다.

6) 색도

진품콩과 탈지대두박으로 만든 두유와 배합비율 및 단백분해효소처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 색도를 측정된 결과는 Table 12와 같다. Lightness는 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 유의적(p<0.001)으로 감소하였는데, 이는 탈지대두박 두유의 lightness가 진품콩으로 만든 두유보다 더 낮기 때문이라고 생각된다. 무처리군의 lightness가 효소처리군에 비하여 유의적(p<0.05)으로 더 증가하였는데, 이는 효소처리의 불활성에 사용된 열처리의 영향 때문에 maillard 반응이 촉진되었기 때문이라고 생각된다.

Redness는 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 유의적(p<0.001)으로 증가하였는데, 이는 원료의 영향이라고 생각된다. 전체적으로 lightness와는 반대의 경향으로 효소처리군의 redness는 무처리군에 비하여 유의적(p<0.05)으로 더 증가하였다.

Yellowness는 탈지대두박 두유의 첨가량에 따라 일정한 경향이 없었다. 효소처리를 달리한 시료의 yellowness는 10:0 배합군에서만 무처리군이 가장 높았고 그 다음으로 α -chymotrypsin 처리군, trypsin 처리군 순이었다(p<0.001).

ΔE 는 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 유의적(p<0.001)으로 증가하였는데, 이는 탈지대두박 두유의 ΔE 값이 진품콩 두유보다 높기 때문이다. 효소처리를 달리한 시료의 ΔE 값은 α -chymotrypsin 처리군의 ΔE 값이 가장 높았다. 본실험에서 진품콩 두유와 탈지대두박 두유의 배합비율에 있어서 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 lightness는 감소하였고 redness와 ΔE 는 증가하였다.

Table 12. Effects of the different types of enzyme and mixing rate on the color difference of soybean cheese

Mixing rate	Treatment			F-value	
	Untreated	α -Chymotrypsin	Trypsin		
Lightness	10:0	^a 85.54 ^a (0.19)	^a 84.45 ^c (0.12)	^a 84.84 ^b (0.46)	10.45 [*]
	7:3	^b 83.40 ^b (0.07)	^b 82.67 ^b (0.17)	^b 82.53 ^b (0.34)	13.30 ^{**}
	5:5	^c 80.96 ^a (0.14)	^c 80.51 ^b (0.27)	^c 79.76 ^c (0.01)	34.55 ^{***}
	F-value	785.61 ^{***}	299.26 ^{***}	177.36 ^{***}	
Redness	10:0	^c 1.39 ^b (0.06)	^c 1.30 ^b (0.03)	^c 1.44 ^b (0.01)	10.50 [*]
	7:3	^b 1.74 ^c (0.01)	^b 1.87 ^b (0.03)	^b 1.92 ^b (0.01)	57.46 ^{***}
	5:5	^a 2.00 ^b (0.11)	^a 2.50 ^b (0.02)	^a 2.45 ^b (0.02)	53.27 ^{***}
	F-value	53.99 ^{***}	1382.16 ^{***}	5302.23 ^{***}	
Yellowness	10:0	^a 16.61 ^a (0.11)	16.65 ^b (0.080)	15.99 ^b (0.10)	40.84 ^{***}
	7:3	^a 16.66(0.06)	16.38(0.38)	16.25(0.03)	2.71 ^{N.S}
	5:5	^b 16.28(0.19)	16.40(0.28)	16.16(0.18)	0.92 ^{N.S}
	F-value	7.29 [*]	0.92 ^{N.S}	3.75 ^{N.S}	
ΔE	10:0	^c 18.13 ^b (0.15)	^c 18.65 ^a (0.03)	^c 17.82 ^c (0.14)	37.25 ^{***}
	7:3	^b 19.23(0.02)	^b 19.41(0.40)	^b 19.39(0.22)	0.43 ^{N.S}
	5:5	^a 20.34 ^b (0.05)	^a 20.90 ^b (0.19)	^a 21.07 ^b (0.13)	23.66 ^{**}
	F-value	456.73 ^{***}	60.36 ^{***}	282.88 ^{***}	

Mean(Standard deviation)

10 : 0 = soybean milk 10 : defatted soybean meal milk 0

7 : 3 = soybean milk 7 : defatted soybean meal milk 3

5 : 5 = soybean milk 5 : defatted soybean meal milk 5

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001, N.S : Not Significant

^{A-C}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

7) 기계적인 텍스처

진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 단백분해효소 처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 기계적 텍스처를 측정된 결과는 Table 13과 같다. 배합비율을 달리한 시료의 경도는 탈지대두박으로 만든 두유의 첨가량이 많아질수록 감소되었는데(p<0.001), 이는 탈지대두박 두유가 진품콩 두유에 비해 더 낮은 고형분 함량과 더 높은 수분함량 때문이라고 생각된다(Table 3). 효소 처리를 달리한 시료들의 경도에 있어서 trypsin 처리군의 경도가 가장 낮았는데, 이는 trypsin 처리한 분리대두단백의 가수분해도, 용해도, 유화력이 가장 높았기 때문에(Table 4,5,6) 부드러운 치즈가 만들어질 수가 있었다고 생각된다. 양과 윤²⁸⁾ 과 이⁸⁾의 연구에서도 효소처리에 의해 치즈의 경도가 유의적으로 감소하였다고 보고하였다.

부착성은 무처리군을 제외하고는 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 10:0과 7:3 배합군의 trypsin 처리군의 시료가 부착성이 높았는데, 이는 빵에 발라 먹는 스프레드형의 연질치즈는 부착성이 요구되므로 이에 적합하다고 생각된다. α -chymotrypsin, trypsin 처리군의 5:5 배합군에서 부착성은 크게 감소하였으며, 효소처리를 달리한 시료의 부착성은 유의적인 차이가 없었다. 그러나 양과 윤²⁸⁾의 연구에서 효소처리에 의해 콩치즈의 부착성이 저하되었다고 보고하였다. 그러나 이⁸⁾는 분리대두단백을 첨가하여 제조한 cheddar cheese 경우 효소처리에 의해 부착성이 증가하였다고 보고하였다.

응집성은 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 trypsin 처리군에서만 유의적(p<0.01)으로 감소하였다. 효소처리를 달리한 시료의 응집성은 5:5 배합군에서만

Table 13. Effects of the different types of enzyme and mixing rate on the textural properties of soybean cheese

Mixing rate	Treatment			F-value	
	Untreated	α -Chymotrypsin	Trypsin		
hardness (g/cm ²)	10:0	^a 411.13(25.84)	^a 425.90(1.19)	^a 386.72(10.67)	4.50 ^{N.S}
	7:3	^b 275.21 ^b (17.70)	^b 384.29 ^a (21.52)	^b 234.85 ^c (4.56)	67.49 ^{***}
	5:5	^c 236.52 ^b (9.96)	^c 297.40 ^a (20.02)	^c 216.42 ^b (3.21)	31.35 ^{***}
	F-value	70.09 ^{***}	44.71 ^{***}	542.29 ^{***}	
Adhesiveness (dyne/cm ²)	10:0	88.00(1.73)	^a 89.00(10.00)	^a 92.33(5.77)	0.34 ^{N.S}
	7:3	82.33(5.77)	^a 88.67(10.58)	^a 92.33(5.77)	3.44 ^{N.S}
	5:5	81.67(6.35)	^b 71.67(4.62)	^b 72.00(6.08)	2.94 ^{N.S}
	F-value	1.42 ^{N.S}	7.27 [*]	11.96 ^{***}	
Cohesiveness (%)	10:0	20.49(0.24)	20.24(3.54)	^a 18.03(1.27)	1.16 ^{N.S}
	7:3	20.76(2.13)	19.57(1.47)	^a 17.47(0.49)	3.57 ^{N.S}
	5:5	18.36 ^b (1.18)	17.76 ^b (1.60)	^b 14.70 ^b (0.24)	8.68 [*]
	F-value	2.60 ^{N.S}	0.86 ^{N.S}	14.42 ^{**}	
Springiness (%)	10:0	22.17(0.89)	24.60(4.79)	21.92(1.44)	0.76 ^{N.S}
	7:3	21.99(0.36)	24.13(1.99)	19.78(3.47)	2.64 ^{N.S}
	5:5	20.76(2.89)	22.31(3.07)	18.36(0.67)	1.96 ^{N.S}
	F-value	0.57 ^{N.S}	0.36 ^{N.S}	1.98 ^{N.S}	

Mean(Standard deviation)

[▽]10 : 0 = soybean milk 10 : defatted soybean meal 0

7 : 3 = soybean milk 7 : defatted soybean meal 3

5 : 5 = soybean milk 5 : defatted soybean meal 5

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001, N.S : Not Significant

^{A-C}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

trypsin 처리에 의하여 유의적(p<0.05)으로 감소하였는데, 다른 연구자들의 결과를 살펴보면 양⁶⁾의 연구에서도 trypsin 처리에 의해 콩치즈의 응집성이 감소하였고 보고하여 본 실험결과와 유사하였다.

탄력성은 배합비율을 달리한 시료간에 유의적인 차이는 없었으나, 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 탄력성은 감소하여 응집성과 유사한 경향이었다. 또한, 효소처리를 달리한 시료의 탄력성은 유의적인 차이가 없었다. 양⁶⁾의 연구에서 탄력성은 효소처리에 의해 유의적으로 감소하였다고 보고된 반면, 이⁸⁾의 연구에서는 효소처리에 의해 탄력성이 유의적으로 증가하였다고 보고하였다.

8) 관능평가

진품콩과 탈지대두박의 배합비율 및 단백분해효소처리를 달리하여 제조한 콩치즈의 관능적 특성의 결과는 Fig. 3과 같다.

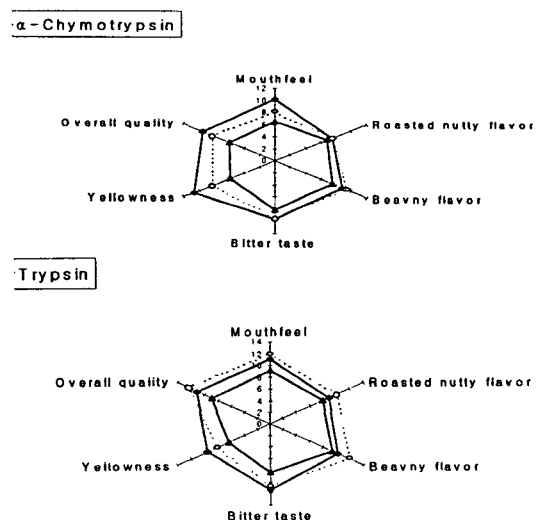


Fig. 3. QDA profiles for sensory characteristics of soybean cheese. —◆—: 10:0, ...○...: 7:3, -▲-: 5:5(ratio of soybean milk and defatted soybean meal milk)

진품콩과 탈지대두박 두유의 배합비율 및 효소처리를 달리한 콩치즈의 관능적 특성에 있어서 입안에서의 질감, 콩비린내, 쓴맛, 누르스름한 정도, 전반적인 바람직성에서는 시료간의 유의차가 있었으나, 고소함 맛에서는 시료간의 유의적인 차이가 없었다.

입안에서의 질감은 가수분해도, 용해도, 유화력이 가장 높아 경도가 낮았던 trypsin 처리군들이 가장 부드럽다고 평가되었으며, 특히 7:3 배합군의 trypsin 처리군이 가장 부드러웠다. 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 입안에서의 질감이 덜 부드럽다고 평가되었는데, 이는 탈지대두박 두유가 질감에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

콩비린내는 trypsin 처리군이 α -chymotrypsin 처리군보다 약하게 평가되었으며 또한 7:3 배합군이 다른 배합군에 비해 약하게 평가되었다. 10:0 배합군의 trypsin 처리군이 쓴맛이 약하게 평가되었던 반면, 5:5 배합군의 α -chymotrypsin 처리군이 강하게 평가되었다. 이는 지방이 제거되는 가공공정을 거친 탈지대두박에 있는 떫고 씹쓸한 맛과 α -chymotrypsin의 효소 처리에 의해 쓴맛이 생성되었기 때문이라고 생각된다. 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 누르스름한 정도가 더 진하게 평가되었으며, 효소처리에 따른 시료간 유의차는 없었다.

전반적인 바람직성은 trypsin 처리군이 α -chymotrypsin 처리군에 비하여 더 바람직하다고 평가되었는데, 이는 누르스름한 정도를 제외하고 모든 항목에서 trypsin 처리군이 더 좋게 평가되었기 때문이며, 특히 7:3 배합군의 trypsin 처리군이 가장 바람직하다고 평가되었다. 한편 5:5 배합군의 α -chymotrypsin 처리군이 가장 바람직하지 않다고 평가되었는데, 이는 입안에서의 질감이 좀 더 거칠고 비린내와 쓴맛이 좀 더 강하고, 누르스름한 정도가 진했기 때문이라고 생각된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 진품콩과 탈지대두박으로 만든 두유의 배합비율 및 단백질:효소처리가 *Str. lactis*와 *Str. thermophilus*의 혼합균주로 발효시켜 제조한 콩치즈의 수율, 물리화학적 성질, 기계적인 텍스처 및 관능적 특성에 미치는 영향을 검토함으로써 콩치즈 제품개발의 기초자료 및 탈지대두박의 활용방안을 제공하고자 하였으며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

효소처리를 달리한 진품콩과 탈지대두박으로부터 제조한 분리대두단백의 가수분해도, 용해도, 유화력에 있어서 효소처리군이 무처리군에 비하여 더 높았으며

trypsin 처리군이 α -chymotrypsin 처리군에 비하여 더 높았다. 진품콩 두유로부터 제조한 분리대두단백은 모든 효소처리군에 있어서 가수분해도와 용해도는 탈지대두박 두유로부터 제조한 분리대두단백에 비하여 높았으나 유화력은 차이가 없었다.

콩치즈의 수율, 산도, 조단백질 함량은 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 감소하였으나, pH와 수분함량은 반대의 경향이었다. 효소처리를 달리한 시료들에 있어서 효소처리군의 조단백질 함량은 무처리군에 비하여 더 높았는데, 이는 효소 자체의 단백질 함량에 의한 증가 때문이라고 생각된다. Lightness는 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 감소하였고 redness와 ΔE 값은 증가하였으나, 효소처리를 달리한 시료간에는 일정한 경향을 보이지 않았다. 기계적인 텍스처에 있어서 경도, 부착성, 응집성은 탈지대두박 두유의 첨가량이 많아질수록 감소하였으나, 효소처리를 달리한 시료는 trypsin 처리군이 α -chymotrypsin 처리군보다 경도와 응집성이 더 낮았다. 관능평가에 있어서 trypsin 처리군이 α -chymotrypsin 처리군에 비하여 모든 항목에서 더 좋게 평가되었고, 10:0과 7:3 배합군이 5:5 배합군에 비하여 입안에서의 질감, 누르스름한 정도, 전반적인 바람직성에 있어서 더 좋게 평가되었다.

전반적으로 종합하여 볼 때, 진품콩으로 만든 두유와 탈지대두박으로 만든 두유를 7:3으로 배합하고 trypsin으로 처리하여 만든 콩치즈의 수율, 산도, 색도, 경도, 입안에서의 질감, 전반적인 바람직성 등의 품질 특성이 가장 좋았다.

앞으로 탈지대두박을 활용한 콩치즈를 제조하는 데에 있어서 탈지대두박 첨가에 따른 거칠은 입안에서의 질감을 조금 더 부드럽게 보완하기 위하여 지방 첨가가 콩치즈의 품질개선에 미치는 영향을 연구하는 것이 필요하다. 또한 높은 수분함량으로 저장성이 낮은 연질 콩치즈의 저장성을 증가시키기 위한 연구가 필요하다고 생각된다. 콩치즈의 품질개선과 저장성 향상에 관한 연구가 시행되어짐으로써 최근 소비량이 증가하는 부드러운 질감과 신선한 맛을 지닌 다양한 연질치즈의 개발과 산업화에 도움을 줄 수 있다고 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 중앙대학교 교내 학술연구비에 의해 수행한 연구 결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김석동, 홍은희, 유용환: 우리나라 콩의 수급과 이용. 한국콩연구회지, 15(2):17, 1998
2. 권호정: 콩의 생리활성물질과 혈관신생조절. 한국콩연구회지, 16(1):63, 1999
3. 박동준, 구경형, 김승호: 초미세분쇄/공기분급을 이용한 탈지대두박 분획물의 특성과 응용. 한국식품과학회지, 28(3):497, 1996
4. 함동상, 인영민, 김선기, 장영호, 김현욱: 새로운 연질 치즈의 개발에 관한 연구. 한국축산학회지, 37(3):257, 1995
5. 김창식, 신효선: 콩을 이용한 치즈제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 3(1):51, 1995
6. 양경순: 대두 치즈의 제조와 그의 일반성분 및 수율도에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사학위 청구논문. 1982
7. 유주현, 신원철, 변유량, 양용: 대두유를 이용한 치즈 유사제품의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 10(2):231, 1978
8. 이숙영: 효소처리한 분리대두단백을 첨가하여 제조한 Cheese Analog의 텍스처 및 가열시 피짐성에 관한 연구. 중앙대학교 가정문화논총. 제5집:23, 1991
9. 안태현: 효소처리와 분리대두단백이 진품콩 두유를 이용한 cheese analog의 품질특성에 미치는 영향. 중앙대학교 대학원 박사학위논문. 1998
10. 김용호, 김석동, 홍은희, 김수희: 콩 Lipoygenase 결핍계통의 가공 적성. 한국작물학회지, 39(2):171, 1994
11. 황인건, 김수희: Lipoygenase 결핍콩의 식품가공 특성. 한국음식문화연구원 논문집. 7: 263, 1997
12. 박미정, 이숙영: Lactose와 효모의 첨가가 대두요구르트 발효 중 젖산균의 생육 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 29(3):533, 1997
13. 이정은, 이숙영: 당의 종류와 농도가 두유의 저장 중 물리화학적 및 관능적 성질에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 12(1):70, 1997
14. Kim(Lee), S.Y., Park, S.W. and Rhee, K.C.: Textural properties of cheese analogs containing proteolytic enzyme modified soy protein isolate, J. AOCS, 69(3):755, 1992
15. A.O.A.C. : Official methods of analysis 16th ed, Association of official analytical chemists, Washington D.C., 1996
16. Saio, K. and Watanabe, T.: Food use of soybean 7S and 11S protein; Extraction and functional properties of their fractions. *J. Food Sci.*, 38(2):1139, 1973
17. Kim(Lee): Physicochemical and functional properties of enzyme modified soy proteins for cheese analogs. Texas A & M University 박사학위논문. 1998
18. Franzen, K.L. and Kinsella, J.E.: Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. *J. Agric. Food Chem.*, 24(4):788, 1976
19. Swift, C. and Sulzbacher, W.: Comminuted meat emulsions factors affecting meat proteins as emulsion stabilizer. *J. Food Technol.*, 17(2):224, 1963
20. 김지숙, 김정남, 김정옥: 우유와 두유의 혼합유를 이용하여 직접 산성 교반법으로 제조한 Mozzarella cheese의 일반성분과 물성, 한국낙농학회지, 17(1):325, 1995
21. 채수규: 표준 식품분석학. 지구문화사, 242, 1996
22. Mital, B.K., and Steinkraus, K.H.: Flavor acceptability of unfermented and lactic fermented soy milks. *J. Milk Food Technol.*, 39(1):342, 1976
23. 변진원, 황인경: 단백질분해 효소처리가 두유단백질의 기능성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 11(1):26, 1995
24. 유주현, 김유삼, 홍윤명: Crystalline Mucor Rennin을 이용한 치즈제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 3(1):6, 1971
25. 안국열: 유산균식품학, 성균관대학교 출판부. 256, 1995
33. 윤여창, 김성수, 전혁철: 환원우유를 이용한 Cottage 치즈 제조에 관한 연구. 한국낙농학회지, 15(1):66, 1993
26. 보건복지부 식품의약품안전본부, 한국식품성분표 16, 1996
27. 김현욱, 윤영호, 박승용, 백영진, 안종건, 이수원, 차성관, 최석호, 김정환, 김희수, 문용일, 안승용, 이신호, 최충국: 유가공학. 선진문화사. 275, 1999
28. 양경순, 윤선: 대두 Cheese의 제조와 그의 일반 성분 및 수율도에 관한 연구. 한국식품과학회지, 3(2):75, 1987
29. Robison, R. K.: A color guide to cheese and fermented milk. Chaman and Hall, 3 1995

(2001년 1월 10일 접수)