

효소처리 조직대두단백을 이용한 햄버거패티의 품질 특성

김신애¹ · 유명현¹ · 이민경¹ · 오종신¹ · 김선옥² · 이숙영^{1*}

¹중앙대학교 식품영양학과, ²(주)삼육식품

The Quality Characteristics of Hamburger Patties Based on Enzyme Treated Textured Soy Protein

Sin Ae Kim¹, Myung Hyun Ryu¹, Min Kyoung Lee¹, Jong Shin Oh¹, Sun Ok Kim², Sook Young Lee^{1*}

¹Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

²Sahmyook Foods Corp.

Abstract

This study addresses the development of a soy hamburger patty containing enzyme-treated textured soy protein (TSP) as a meat analogue. In order to reduce the beany flavor and enhance the texture, TSP was treated with 0.3% Flavourzyme for 5, 10, 20, or 30 min. The degree of hydrolysis and the water holding capacity of the TSP increased with increasing hydrolysis time. The oil binding capacity of the TSP also increased with increasing hydrolysis time, approaching the maximal value, 175.82%, at 30 min, whereas that of pork scored with the lowest value of 128.67%. The volume of pork was reduced to 81.5% as the result of heat treatment, whereas that of the TSP increased to 140.57%. The values of 'L', 'b', and 'ΔE' differed significantly ($p < 0.001$) with heat treatment, but the 'a' values did not differ significantly. With regard to texture, the hardness values were highest in the pork hamburger patty (PHP), and were lowest in the soy hamburger patty (SHP) containing untreated TSP. The hardness of the SHP containing TSP treated for 20 min did not differ significantly from that of the PHP. The cohesiveness and gumminess of the SHP treated for 20 min were highest, whereas those treated for 10 min were the lowest. The gumminess of the SHP treated for 20 min did not differ significantly from that of pork. The chewiness of the PHP was the highest, whereas that of the SHP treated for 5 min was the lowest. In our sensory evaluation, PHP evidenced the highest scores, followed by the SHP treated for 30 min, as color, texture, beany flavor, and overall quality all improved as the consequence of increasing enzyme treatment duration. In conclusion, it is believed that SHP has great potential as a substitute for meat, in that the flavor, texture, and beany flavor of SHP did not differ significantly from those of PHP.

Key Words : textured soy protein (TSP), enzyme treatment, Flavourzyme, soy hamburger patties, quality characteristics

1. 서 론

패스트푸드의 확산은 서양인 뿐만 아니라 한국인의 식습관과 체형에 악영향을 주었다. 특히 대표적인 패스트푸드 중 하나인 햄버거의 경우 국내 시장 규모가 약 1조원으로 패스트푸드 시장을 선도하고 있다고 해도 과언이 아닐 정도로 이미 우리의 식습관에 많은 비중을 차지하고 있다.

그러나 햄버거패티 제조시 원료육에 20-30% 정도의 지방을 첨가시키거나(Miller 등 1987) 지방이 붙어있는 돈육을 사용하기 때문에(Cross 등 1980) 고 포화지방산과 고칼로리의 문제점을 가지고 있으며, 포화지방산의 과다섭취는 비만과 심장병, 동맥경화 등 심혈관계질환 발병률과도 높은 상관관계가 있다는 것이 여러 연구에서 보고되고 있다(Bray & Popkin 1998). 이러한 문제점을 해결하고자 학계 및 산업계에서는 육류대체식품의 개발을 서두르게 되었으며, 그

중 대두단백을 이용한 비육단백질 제품의 개발이 이루어지고 있다. 대두단백은 필요아미노산을 풍부하게 함유하고 있으며 콜레스테롤 저하작용 및 항암효과, 골다공증 등을 예방하는 작용을 하며 동물성 단백질과 비교하여 가격이 저렴하므로 동물성 단백질의 대체식품으로 사용되고 있다(Kim 1996; Lee & Lee 2001). 그러나 대두 특유의 이취미인 콩비린내의 특성으로 인하여 다양한 식품에의 응용은 제한되어 왔으며(Kinsella 1979), 이러한 문제점을 감소시키기 위하여 대두를 열처리하거나 효소처리하는 방법 등이 이용되고 있다. 특히 효소에 의한 단백질의 가수분해는 단백질의 기능성을 유용하게 변화시키는 것으로 알려져 있다.(Lee & Oh 1999).

조직대두단백(Texturized soy protein)이란 농축대두단백(단백질함량 70% 이상) 또는 분리대두단백(단백질함량 90% 이상)을 열가소성 압출(thermaplastic extrusion)시

*Corresponding author: Sook Young Lee, Chung-Ang University, Nae-Ri, Daeduckmyun, Anseong-Si, Gyeonggi-Do, Korea
Tel: 82-31-670-3274 Fax: 82-31-676-8741 E-mail: syklee48@paran.com

켜 고기와 비슷한 텍스처를 갖도록 만든 제품으로 육제품에 광범위하게 이용될 수 있다(Holay 등 1982). 활성글루텐과 분리대두단백을 첨가한 돈육 패티의 품질 특성에 관한 연구(Yoo 1998), 분리대두단백 및 카세인 대체 소시지의 품질특성(Cho 등 1990) 등 많은 연구가 진행되어온 분리대두단백에 비해 조직대두단백을 이용한 국내 연구로는 조직콩 단백질 첨가가 쇠고기 완자의 기호 및 Texture에 미치는 영향(Chung 등 1985) 등이 있지만 매우 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 100% 콩단백질을 이용하여 우수한 관능적 및 품질특성을 지닌 콩 햄버거패티를 개발하고자 하였다. 이를 위해 Flavourzyme 0.3%로 효소처리시간을 달리한(5, 10, 20, 30분간) 조직대두단백의 품질특성과 이것으로 제조한 콩 햄버거패티의 품질특성을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

조직대두단백(VETEX 1400N, Stentorian Industries co. Ltd, Taiwan)은 (주)삼육식품에서 제공받아 사용하였으며, 사용된 단백질분해효소는 *Aspergillus oryzae*로부터 추출한 산업용 단백질분해효소(exo/endo-protease)인 Flavourzyme™(Novo Nordisk, Denmark)을 사용하였다. 한편, 대조군으로는 효소처리하지 않은 조직대두단백으로 제조한 콩 햄버거패티와 돼지고기 같은 것으로 제조한 햄버거패티를 사용하였다. 부재료로 첨가된 설탕(백설탕), 찹 밀가루(백설탕), 빵가루(오투기), 후추(오투기), 식용유(Wiselect), 케찹(Heinz), 마요네즈(오투기), 미트엔솔트(청정원), 햄버거빵(롯데마트), 양상추, 파슬리, 양파, 같은 돼지고기는 대형 할인매장에서 구입하였다.

2. 조직대두단백의 효소처리

효소처리방법은 Kim(Lee) 등(1992)의 방법을 약간 변형하여 사용하였다. 단단한 조직대두단백을 분리하기 위하여 3회에 걸쳐 10분씩 물에 담갔다 꺼내어 물기를 짰 후 30분간 물에 담가둔다. 불린 조직대두단백의 물기를 탈수한 후 믹서((주)부원생활가전 BW-2300)로 세절하고 조직대두단백과 증류수의 비율을 1:9로 하였다. 이 10% 조직대두단백 용액에 Flavourzyme을 0.3%(w/v) 첨가하여 50°C의 항온수조에서 천천히 교반하면서 5분, 10분, 20분, 30분 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후 즉시 80°C에서 10분간 열처리하여 불활성화하여 반응을 정지시켰다. 효소는 예비 실험을 통하여 콩 햄버거패티의 관능적 특성이 가장 우수한 농도를 선정하였다. 효소처리한 시료는 동결건조하여 분말화한 후 조직대두단백의 품질특성 측정에 사용하였다.

3. 조직대두단백의 품질특성 측정

1) 가수분해도

가수분해도(Degree of Hydrolysis: DH)는 동결건조한 조직대두단백 1 g을 증류수 99 mL에 용해하여 이중 1 mL를 취하여 Lowry법(Lowry 등, 1951)으로 질소량을 측정하였으며, 다시 10 mL를 취하여 20% TCA용액 10 mL와 혼합한 후 5,000 rpm에서 15분간 원심분리한 다음, 상층액 1 mL를 취하여 Lowry법으로 질소량을 측정하였다. 가수분해도는 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Degree of Hydrolysis (\%)} = \frac{20\% \text{ TCA soluble protein}}{\text{Total protein}} \times 100$$

2) 보수력

보수력은 Estelle 등(1986)의 방법에 따라 시료 10 g(A)을 취하여 40 mL 증류수가 담긴 tube에 넣은 후 잘 섞어 주고 30°C 항온조에서 30분간 정치시킨 다음 4,000 rpm에서 30분간 원심분리(Model SR 2022, Jouan Co., France)한 다음 상등액을 제거하고, 다시 10분간 방치한 후에 생성된 상등액을 스포이드로 제거한 다음 침전물의 중량(B)을 재어서 보수력을 계산하였다.

$$\text{Water holding capacity (\%)} = \frac{\text{weight of sample after removing supernatant (B)}}{\text{Weight of sample (A)}} \times 100$$

3) 유지결합력

유지결합력은 Beuchat(1977)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 시료 3g(A)에 콩기름 15 ml를 넣고 유리막대를 이용하여 잘 섞은 후 30°C 항온조에서 4시간 동안 방치하였다. 이를 4,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 상등액은 버리고 원심관을 여과지 위에 거꾸로 1시간 동안 방치하여 관 벽에 남은 기름을 제거하였다. 이때 기름과 함께 유출되는 침전물이 여과지 위에 남게 되므로 이를 수거하여 다시 원심관에 넣은 후 침전물의 중량(B)을 재어서 유지결합력을 계산하였다.

$$\text{Oil binding capacity (\%)} = \frac{\text{weight of sample after removing supernatant (B)}}{\text{Weight of sample (A)}} \times 100$$

4. 햄버거패티의 제조

햄버거패티의 제조는 효소처리하지 않은 조직대두단백, 효소처리한 조직대두단백(5, 10, 20, 30분간) 그리고 돈육으로 제조하였으며, 재료의 배합비는 <Table 1>과 같다. 재료

<Table 1> Formula for hamburger patties with pork and textured soy protein Unit: g(%)

Ingredients	Soy hamburger patties (untreated, enzyme-treated)	Pork hamburger pattie
Textured soy protein	100(67.28)	-
Pork	-	100(67.28)
Onion	28.60(19.24)	28.6(19.24)
Salt	2.10(1.41)	2.10(1.41)
Wheat flour	7.10(4.78)	7.10(4.78)
Garlic	4.30(2.89)	4.30(2.89)
Pepper	0.14(0.09)	0.14(0.09)
Sugar	4.29(2.89)	4.29(2.89)
Soybean oil	2.10(1.41)	2.10(1.41)
Total	148.63(100)	148.63(100)

를 혼합하여 일정크기의 틀(직경 8 cm×1 cm)에 넣어 성형한 후 pan-frying 방법을 이용하여 전기 팬(Tefal, France)에 패티의 한 면당 5분간 가열한 다음, 1분 간격으로 뒤집으면서 내부 온도가 75°C에 도달할 때까지 조리하였다.

5. 햄버거 패티의 품질 측정

1) 조리시 부피의 변화

조리시 부피의 변화를 비교하기 위하여 햄버거패티를 일정한 크기(가로 3 cm, 세로 3 cm, 높이 0.5 cm)로 세단한 후 햄버거패티의 굽기 전후의 크기를 vernier caliper(530 analog type, Mitutoyo, Japan)로 측정한다 다음, 다음의 식에 의하여 부피의 증감률을 계산하였다.

$$\text{Dimensional change (\%)} = \frac{\text{Volume of hamburger patty before heating} - \text{Volume of hamburger patty after heating}}{\text{Volume of hamburger patty before heating}} \times 100$$

2) 색도

색도의 측정은 미리 성형하여 냉동고에 저장한 패티를 10분간 해동하여 익힌 후 Color difference meter(CQ1200X, Hunter Lab, USA)를 이용하여 Hunter 색차계의 White standard plate(L=93.36, a=-0.97, b=0.43)를 표준으로 하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)의 값을 측정하였다.

3) 텍스처

햄버거패티의 텍스처는 예열된 후라이팬에 중불에서 5분간 가열한 후 뒤집어서 양쪽 면을 가열하여 상온에서 방냉한 후 시료 중에서 평균적인 외관을 지니는 것을 3개 선정하여 가로×세로×높이 50×50×10 mm로 절단하여 Texture Analyzer(TA-HDi, Stable Micro Systems co, Ltd., England)로 측정하였다. 측정조건에 있어서 probe는 round형으로 길이 20 mm, test type은 햄버거 패티의 진입거리 80%, test speed는 60 mm/min이었다.

4) 기호도검사

중앙대학교 식품영양학과 학부생 및 대학원생 30명을 대상으로 하였으며 미리 제조하여 냉동보관(-18°C)한 패티를 전자레인지((주)삼성, RE-C300S)에 1분 30초 동안 해동시킨 후 pan-frying 방법으로 가열한 뒤 가로 3 cm 세로 3 cm, 높이 1 cm로 세단하여 제공하였다. 햄버거 패티에 대한 기호도를 알아보기 위하여 외관, 색, 풍미, 씹힘성(5, 매우 좋다; 1, 매우 나쁘다), 전반적인 바람직성(5, 매우 바람직하다; 1, 매우 바람직하지 않다)에 대해 5점 평점법으로 실시하였다.

5) 통계처리

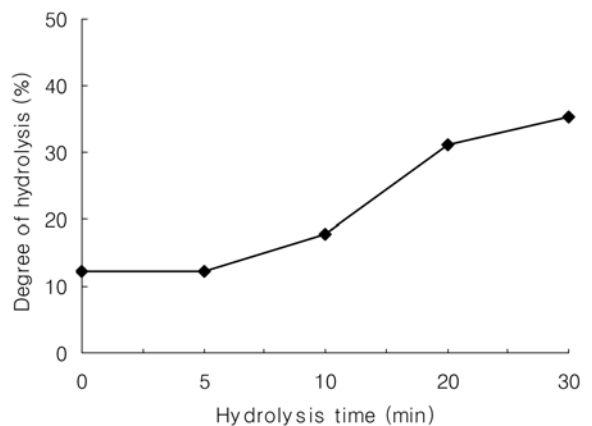
관능검사를 제외한 모든 실험은 3회 이상 반복하여 얻어진 결과에 대하여 측정 하였고 실험 결과 얻어진 자료에 대한 통계처리는 SAS package를 사용하였으며, 분산 분석한 결과 시료 간에 유의차가 있는 항목에 대해서 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

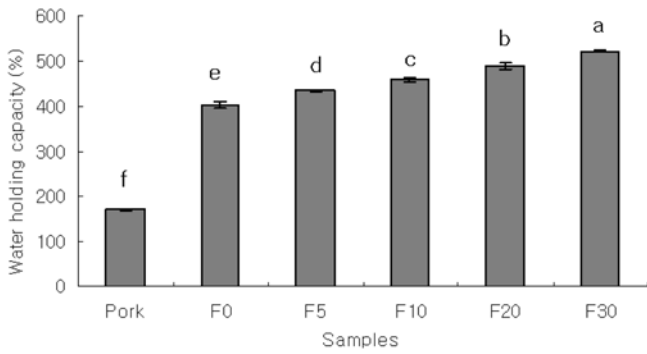
1. 효소처리 시간과 농도가 조직대두단백의 품질특성에 미치는 영향

1) 가수분해도

가수분해시간을 달리하여 처리한 조직대두단백의 가수분해도는 <Figure 1>과 같다. Flavourzyme으로 5, 10, 20, 30분간 효소 처리한 시료의 가수분해도는 각각 12, 17, 17.83, 31, 20, 35.34%로 효소처리시간이 길어질수록 그 가수분해도가 증가하였다(p<0.001). 이러한 결과로 미루어 가수분해시간이 증가함에 따라 거대분자인 조직대두단백질이 저분자화(Jang 등 2007)되면서 효소처리 시간에 따라 가수분해도가 증가하는 것으로 볼 수 있다.



<Figure 1> Degree of hydrolysis of textured soy protein after Flavourzyme treatments



<Figure 2> Water holding capacity of pork and Flavouredzyme treated textured soy protein

Hydrolyzed TSP with Flavouredzyme for 0 min (F0), for 5 min (F5), for 10 min (F10), for 20 min (F20), and for 30 min (F30)

2) 보수력

돈육과 Flavouredzyme으로 5분, 10분, 20분, 30분 처리한 조직대두단백의 보수력을 측정한 결과는 <Figure 2>와 같다. 효소처리를 30분한 시료의 보수력이 521.43%로 가장 컸던 반면(p<0.001), 돈육의 보수력이 171.84%로 가장 작았다. 또한 각각의 시료 간에 모두 유의차가 있었는데 (p<0.001), 효소처리 시간이 길어질수록 보수력이 증가하였다. 이는 단백질분해효소 처리에 의해 단백질이 분해되면서 carboxylic acid와 amino기가 증가하면서 친수성이 증가하기 때문으로 생각된다(Kim(Lee) 1992).

3) 유지 결합력

효소의 가수분해시간을 달리하여 처리한 조직대두단백의 유지결합력은 <Figure 3>과 같다.

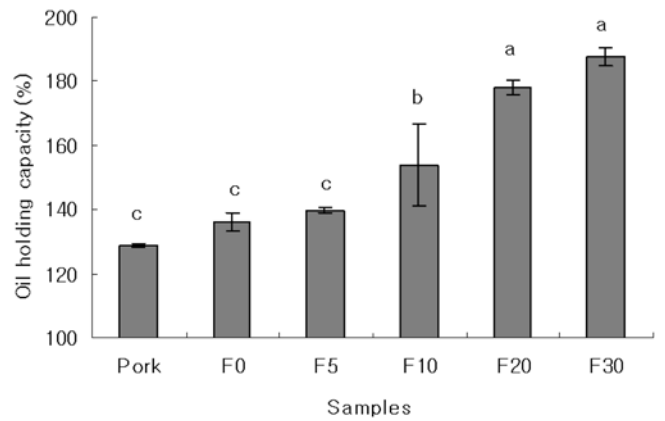
효소처리 30분 처리군이 187.45%로 유지 결합력이 가장 높았으나, 햄버거 패티(돈육)의 유지 결합력이 128.671%로 가장 낮았다. 효소처리를 30분한 시료와 10분, 5분 그리고 햄버거 패티(돈육)의 시료에서 유의차가 있었으며(p<0.001), 효소처리시간이 길어질수록 유지결합력이 증가하였다. 이는 한 분자 내에 친수성과 소수성을 동시에 가지고 있는 유화제의 역할을 할 수 있는 단백질 분자의 수가 단백질분해효소에 의한 가수분해에 의하여 증가하였으므로(Altschul & Wilcke 1985) 유지결합력 또한 증가하였다고 보여진다.

2. 효소처리 시간과 농도가 시료의 품질특성에 미치는 영향

1) 가열처리에 의한 부피 변화

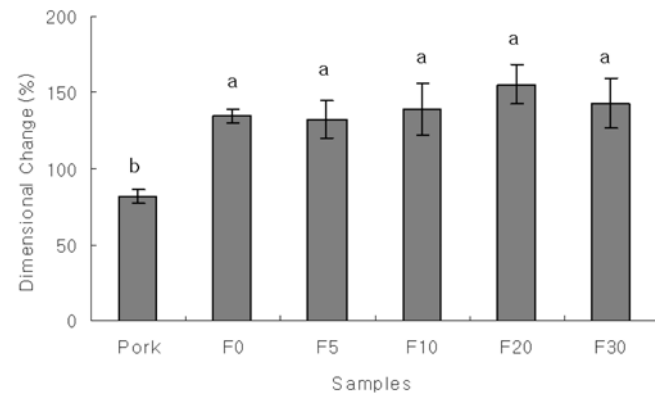
가열처리시 부피변화는 제품 생산 시 중요한 품질 관리 대상 요인이다. 돈육과 Flavouredzyme으로 처리한 조직대두단백으로 제조한 콩 햄버거패티의 가열처리에 따른 부피변화의 결과는 <Figure 4>와 같다.

부피변화의 결과 돈육과 조직대두단백 간의 유의차가 있었으며(p<0.001) 돈육은 부피변화가 가열전의 81.5%로 줄어드는 반면 조직대두단백의 부피는 가열전의 140.57%(조



<Figure 3> Oil holding capacity of pork and Flavouredzyme treated textured soy protein

Hydrolyzed TSP with Flavouredzyme for 0 min (F0), for 5 min (F5), for 10 min (F10), for 20 min (F20), and for 30 min (F30)



<Figure 4> Dimensional change of pork and soy hamburger patties Hydrolyzed TSP with Flavouredzyme for 0 min (F0), for 5 min (F5), for 10 min (F10), for 20 min (F20), and for 30 min (F30)

직대두단백시료의 평균값)로 늘어나는 것으로 나타났다. 그 중 Flavouredzyme 20분 처리군의 부피 변화율은 155.2%로 가장 높았다. 결과적으로 효소처리 과정을 통하여 조직대두단백의 가열처리시 부피 변화가 증가하였는데 이는 효소처리에 의해 조직대두단백의 보수력과 유지결합력이 증가 <Figure 2와 3> 되었기 때문에 햄버거패티의 가열시 수축하지 않았다고 생각된다. 가열시 햄버거패티의 부피변화 정도는 상품의 품질 면에서 중요한 기준요소의 한가지이므로, 제조 시 직경과 두께의 변화는 반드시 고려되어야 한다. 일반적으로 고기 및 고기제품에 대한 가열은 단백질 변성과 함께 수분이 손실되는 반면 상대적으로 지방함량의 증가를 가져온다고 알려져 있으며(Gall 등 1983; Ohta 등 1988), 이때 발생하는 수분 손실은 육제품의 조직감과 다즙성에 영향을 미치게 되며, 다즙성은 가열감량과 상반된 관계를 나타낸다고 한다(Aaslyng 등 2003; Jeremiah & Gibson 2003).

<Table 2> Hunter values of pork and soy hamburger patties

Samples	Color value	L	a	b	ΔE*
Pork		45.74 ^a	10.21	13.52 ^a	58.52 ^a
F0		34.18 ^b	9.74	8.36 ^b	42.98 ^b
F5		34.46 ^b	10.14	8.60 ^b	42.74 ^b
F10		35.09 ^b	10.14	8.66 ^b	43.82 ^b
F20		34.55 ^b	9.58	8.38 ^b	42.88 ^b
F30		35.37 ^b	10.10	8.54 ^b	43.99 ^b

Hydrolyzed TSP with Flavourzyme for 0 min (F0), for 5 min (F5), for 10 min (F10), for 20 min (F20), and for 30 min (F30)

^{a,b)}Means with different letters in the same column are significantly different by Duncans multiple range test (p<0.05).

2) 색도

햄버거 패티의 효소처리 시간에 따른 색도의 변화는 <Table 2>와 같다.

햄버거패티의 색은 제품의 신선도 및 소비자의 선호도에 영향을 미치는 인자이다. 조직대두단백은 육류와 다른 색을 띄고 있으며 여기에 효소의 불활성화 및 멸균을 위한 가열 처리 과정에서 조직대두단백의 색이 변화될 수 있어 소비자의 선호도에 영향을 미칠 수 있다. 햄버거 패티와 Flavourzyme 0.3% 5, 10, 20, 30분으로 효소처리한 조직대두단백으로 제조한 콩 햄버거패티의 색도는 먼저 명도(L값)의 경우 햄버거패티의 값이 45.74로 가장 높았으며, 효소처리 하지 않은 조직대두단백(F0)으로 제조한 콩 햄버거패티가 34.18로 가장 낮게 나타났으며, 햄버거패티는 콩 햄버거패티들과 유의적 차이가 있었다(p<0.001). 적색도(a값)는 돈육으로 제조한 햄버거패티와 조직대두단백으로 제조한 콩 햄버거패티 사이에 유의차가 없었다. 황색도(b값)는 a값과 마찬가지로 햄버거패티가 콩 햄버거패티보다 높게 나타났으며 유의적 차이가 있었다(P<0.001). 햄버거패티의 가열 후 색은 조리 전 패티의 myoglobin 함량과 가열이 진행되는 동안 myoglobin의 변성 정도에 의해서 좌우된다(Van Kaack 등 1996). 햄버거패티의 황색도(b값)가 콩 햄버거패티보다 높았던 것은 myoglobin이 가열에 의해 갈변하였기 때문이라고 생각된다.

3) 기계적 텍스처

햄버거패티의 견고성, 탄력성, 씹힘성 등과 같은 텍스처의 품질 특성은 단백질이 가지는 보수력, 유화력, 겔형성력, 입자간의 점착성과 같은 기능적인 특성에 의해 좌우된다(Kinsella 1979; Mittal & Usborne 1985). 햄버거패티와 Flavourzyme으로 효소처리한 조직대두단백으로 제조한 콩 햄버거패티의 텍스처 측정 결과는 <Table 3>과 같다.

견고성(hardness)은 햄버거패티가 3996.2 g으로 가장 높았으며, 효소처리를 하지 않은 조직대두단백이 3144.5 g으로 가장 낮았다. 또한 햄버거 패티와 효소처리를 각각 5분, 10분, 30분, 그리고 하지 않은 조직대두단백 사이에서 유의차가 나타났으며(p<0.001), 효소처리를 한 조직대두단백에서는 효소처리를 20분한 조직대두단백의 값이 3507.4 g으로 가장 높았으며 돈육과의 유의차는 없었다. 응집성(cohesiveness)은 20분 효소처리한 조직대두단백의 값이 0.74%로 가장 높았으며 10분 효소 처리한 조직대두단백의 값이 0.55%로 가장 낮게 나타났다. 20분 효소 처리한 조직대두단백과 30분, 5분, 돈육 그리고 무처리 조직대두단백과 10분 효소 처리한 조직대두단백 간에 유의차가 있었다(p<0.001).

겉성(gumminess)은 견고성과 응집성에 영향을 받기 때문에 견고성이 낮은 비효소처리군과 효소처리를 10분한 조직대두단백의 값이 1867.3 g으로 가장 낮았으며, 효소처리를 20분한 조직대두단백의 값이 2503.2 g으로 가장 높았다. 효소처리를 20분한 조직대두단백과 돈육 간에 유의차는 없었으며 30분, 10분 그리고 하지 않은 조직대두단백과의 유의차는 있었다(p<0.001). 씹힘성(chewiness)은 돈육의 값이 1919.23 gmm로 가장 높았으며 효소처리를 5분한 조직대두단백의 값이 851.24 gmm로 가장 낮았다. 돈육과 조직대두단백의 시료 간에 유의차이가 있었으며(p<0.001). 조직대두단백의 씹힘성은 효소처리하지 않은 시료와 5, 10, 30분 간 효소처리한 시료 간에 유의차가 있었다(p<0.001). 탄력성(springiness)은 20분간 효소처리한 조직대두단백의 값이 0.408 mm로 가장 높았던 반면, 10분 효소 처리한 경우는 0.213 mm로 가장 낮았다. 또한 20분간 효소처리한 조직대두단백과 돈육 그리고 10분간 효소처리한 조직대두

<Table 3> Texture of pork and soy hamburger patties

Sample	Hardness (g)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g)	Chewiness (gmm)	Springiness (mm)
Pork	3996.2 ^a	0.6 ^b	2396.3 ^{ab}	1919.2 ^a	0.4 ^b
F0	3144.5 ^b	0.6 ^b	2014.9 ^c	1518.9 ^b	0.3 ^{bc}
F5	3414.8 ^b	0.6 ^b	2105.8 ^{bc}	851.2 ^d	0.3 ^c
F10	3391.5 ^{ab}	0.6 ^c	1867.3 ^c	1116.1 ^c	0.2 ^d
F20	3507.4 ^b	0.7 ^a	2503.2 ^a	1010.4 ^{cd}	0.4 ^a
F30/	3211.3 ^b	0.6 ^b	2026.5 ^c	1623.9 ^b	0.3 ^{bc}

Hydrolyzed TSP with Flavourzyme for 0 min (F0), for 5 min (F5), for 10 min (F10), for 20 min (F20), and for 30 min (F30)

^{a-d)}Means with different letters in the same column are significantly different by Duncans multiple range test (p<0.05).

간에 유의차가 있었다($p < 0.001$). 결과적으로 효소처리한 시료 군들 중에서는 효소처리를 20분한 조직대두단백의 견고성, 감성, 응집성, 탄력성에서 높은 수치를 보여 텍스처가 좋았다고 생각된다.

4) 기호도 검사

햄버거 패티와 Flavourzyme으로 5, 10, 20, 30분간 효소 처리한 조직대두단백으로 콩 햄버거 패티를 제조하여 실시한 기호도 검사의 결과는 <Figure 5>와 같다.

햄버거패티의 색은 돈육과 30분간 효소처리한 조직대두단백을 이용한 콩 햄버거패티간에 유의차가 없이 가장 좋은 평가를 받았다($p < 0.01$). 이는 햄버거패티의 색이 좋은 평가를 받았는데, 30분 효소처리군이 다른 시료들에 비해 가장 햄버거패티의 색과 유사하여 좋게 평가되었다고 생각된다. 육색소인 myoglobin을 가지고 있는 돈육의 색이 조직대두단백보다 좋게 평가되었다고 볼 수 있다.

씹힘성의 경우 햄버거패티가 가장 높은 평가를 받았으며, 효소처리를 하지 않은 조직대두단백이 가장 낮은 평가를 받았다. 이는 돈육 패티는 돼지고기의 근육 단백질이 가열 시 지방과 수분이 많이 용출되어 단백질이 열응고되었기 때문에 견고성이 높게 나타난 것으로 볼 수 있으며, 조직대두단백은 근육 단백질 없이 조직대두단백질만에 의한 에멀전 형성으로 결합력과 탄력성이 부족하여 견고성이 돈육 패티보다 낮은 것으로 판단된다. 조직대두단백 중에서는 30분 효소 처리한 조직대두단백이 가장 좋은 씹힘성 평가를 받았으며, 5분, 10분, 20분 효소 처리한 조직대두단백 간에는 유의차가 없었다. 이는 효소처리가 조직대두단백의 결합력과 탄력성 등의 전반적인 조직감을 향상시키는 것을 알 수 있다.

콩 비린내에 있어서 30분간 효소처리군의 콩비린내가 적

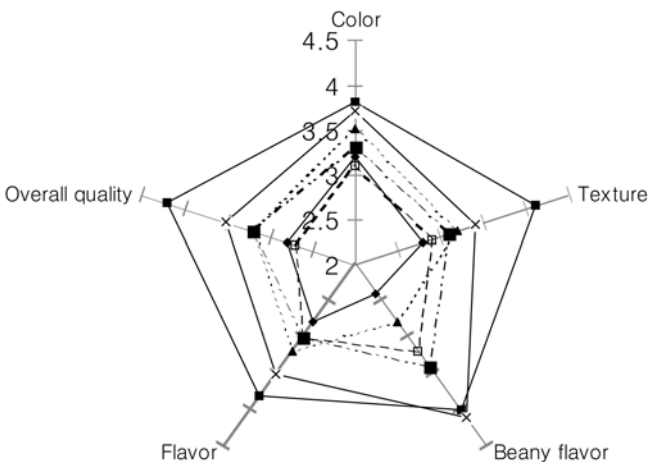
게 난다고 평가되어 가장 높은 점수를 받았으며, 이는 돈육 햄버거패티와 유의차가 없었다. 한편, 효소처리하지 않은 콩 햄버거패티의 콩 비린내가 가장 많이 나는 것으로 평가되었다. 풍미는 돈육이 가장 높은 평가를 받았으며, 그 다음이 30분 효소처리군이였다. 전반적인 바람직성은 돈육이 가장 바람직하게 평가받았으며, 조직대두단백 중에서는 30분 효소 처리한 조직대두단백이 가장 높은 평가를 받았으며, 그 다음으로 F5, F20, F10 그리고 F0의 순이었다. 이는 사람들의 입맛이 아직까지는 돈육 패티에 익숙해져있기 때문으로 볼 수 있으며, 효소처리의 가수분해 시간이 길어질수록 콩 비린내가 적게 나는 등 전반적인 풍미가 향상되는 것을 알 수 있다.

IV. 요약 및 결론

조직대두단백의 가수분해도, 보수력 그리고 보유력은 효소처리시간이 길어질수록 그 값이 커지는 것으로 나타났다. 가열처리시 햄버거 패티의 부피의 변화율은 돈육은 줄어드는 반면 조직대두단백은 늘어나는 것으로 나타나 그 차이가 분명하게 나타났으며 제조 시에 큰 장점이 될 것이라고 생각된다.

색도는 L값의 경우 햄버거패티가 콩 햄버거패티보다 유의적으로 높게 나타났고, b값 및 ΔE값에서도 햄버거패티가 콩 햄버거패티보다 높게 나타났으며 유의적 차이가 있었다. a값도 햄버거패티가 콩 햄버거패티보다 높게 나타났지만 유의차가 없었으며 조리의 조건(가열온도, 시간 등)에 의해서 변화되는 수치이므로 개선가능 한 부분으로 생각된다. 텍스처는 응집성과 껌성에서 효소처리를 20분한 조직대두단백의 값이 가장 크게 나타났으며 견고성과 씹힘성은 돈육의 값이 가장 크게 나타났다. 그러나 기호도 검사의 경우 질감에서 돈육이 가장 높은 평가를 받았고 효소처리를 30분한 조직대두단백과 유의차가 없었던 점으로 미루어보아 기계적인 질감과 사람이 느끼는 질감에 차이가 있을 수 있고 효소처리를 길게 할수록 조직대두단백의 질감이 더 좋아진다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 조직대두단백 중 풍미를 제외한 색, 질감, 콩 비린내, 전반적 바람직성에서 효소처리를 30분한 것이 가장 높은 평가를 받았는데 이를 통해 효소처리의 시간이 길어지면 조직대두단백의 전반적인 품질이 향상된다는 것을 알 수 있었다. 하지만 풍미의 경우 가장 낮은 평가를 받았는데 이는 효소처리의 시간이 길어질수록 조직대두단백의 프로테인이 분해되어 맛을 떨어뜨린 결과로 볼 수 있다. 실제로 예비실험 중에 효소의 양을 많이 하거나 효소처리시간을 길게 할 경우 조직대두단백의 텍스처와 맛이 급격히 나빠지는 것을 확인할 수 있었다.

이 같은 결과를 종합하여 볼 때 아직은 돈육을 대체할 정도의 품질에는 못 미친다고 판단되지만 질감과 콩 비린내의 경우 돈육과의 유의차가 없는 점에서 조직대두단백을 이용



<Figure 5> Sensory test of hamburger patties using pork and TSP treated with Flavourzyme

Control (-◆-), hydrolyzed TSP with Flavourzyme for 0 min (F0), for 5 min (-▲-), for 10 min (-□-), for 20 min (-*-), and for 30 min (-×-), pork (-■-).

한 햄버거개발에 큰 가능성이 있다고 본다. 또한 조직대두 단백질의 효소처리를 통해서 떨어지는 풍미를 개선하는 연구를 통해 돈육으로 만든 햄버거 패티를 충분히 대체할 수 있는 제품을 개발 할 수 있을 것이라고 생각 된다.

감사의 글

본 논문은 경기도지역협력연구센터(GRRC) RCNP 1단계 2차년도 지원사업 지원에 의해 이루어진 연구의 일부로써 이에 감사를 드립니다.

■ 참고문헌

- Aaslyng MD, Bejerholm C, Ertbjerg P, Bertram HC, Andersen HJ. 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Qual. Prefer.* 14:277-288
- Altschul AM, Wilcke HL. 1985. New protein foods. Food science and technology a series of monographs. pp 87-98
- Beuchat LR. 1977. Functional and electrophoresis characteristics of succinylated peanut flour protein. *J. Agri. Food Chem.* 25(2):258-261
- Bray GA, Popkin BM. 1998. Dietary fat intake does affect obesity. *Am J Clin Nutr* 68:1157-1173
- Cho YK, Lee SK, Kim ZU. 1990. Quality characteristics of SPI and na-caseinate substituted sausage for meat protein. *J. Agri. Food Chem.* 33(1):43-51
- Chung RW, Lee HG. 1985. Effect of texturized soy protein on the sensory characteristics and texture of meat balls(wanja). *Korean J. Soc. Food Sci.* 1(1):65-71.
- Cross HR, Berry BW, Wells LH. 1980. Effect of fat level and source on the chemical, sensory and cooking properties of ground beef patties. *J. Food Sci.* 45:791-793
- Estelle MP, Clunies YK, Mullen M. 1986. Physical properties of yogurt: A comparison of vat versus continuous heating systems of milk. *J. Dairy Sci.*, 69:2593-2603
- Gall KL, Otwell WS, Koburger JA, Appledorf H. 1983. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. *J. Food Sci.* 51:1152-1155
- Holay SH, Harper JM. 1982. Influence of the extrusion shear environment on plant protein texturization. *J. Food. Sci.* 47:1869-1874
- Jang SY, Gu YA, Park NY, Kim IS, Jeng YJ. 2007. Psychochemical property changes of whole soymilk dependent on hydrolysis conditions, *Korean J. Food Preserv.* 14(4):394-399
- Jeremiah LE, Gibson LL. 2003. Cooking influence on the palatability of roasts from the beef hip. *Food Res. Int.* 36:1-9
- Kim J, Jeon JR. 2005. Quality characteristics of tofu added with black soybean hull powder. *Korean J. Food Culture,* 20(6):633-637
- Kim JH. 2005. Development of functional soybean curd using isolated soy protein. Yong In University. pp 3-5
- Kim JS. 1996. Current research trends on bioactive function of soybean. *Korea Soybean Digest* 13:17-24
- Kim(Lee) SY, Park SW, Rhee KC. 1992. Textural properties of cheese analogs containing proteolytic enzyme modified soy protein isolate. *J. Am. Oil Chem.Soc.* 69(3):755-759
- Kim JY, Lee SY. 2003. Quality characteristics of soy ice creams as affected by enzyme hydrolysis times and added calciums, the Korean Society of Food and Cookery Science, 19(2):216-222
- Kinsella JE. 1979. Functional properties of soy proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56: p 542
- Lee SY, Lee JE. 2001. Growth characteristics of *Bifidobacteria* and quality characteristics of soy yogurt prepared with different proteolytic enzymes and starter culture. *Korean J. Food Sci. Thech.* 33(5):603-610
- Lee SY, Oh KN. 1999. Effects of sweeteners and enzyme treatments on the quality attributes of soy yogurt containing soy protein isolate. *Korean J. Soc. Food Sci.* 15(1):73-80
- Lee SY, Park MJ. 2004. The quality characteristics of frozen soy yogurt prepared with soy protein isolate, industrial proteases and commercial mixed cultures, The Korean Society of Food and Cookery Science, 20(6):658-666
- Lowry OH, Rosbrough NJ, Farr AL, Randall KJ. 1951. Protein measurement with the folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-275
- Miller MF, Davis GW, Williams AC, Ramsey Jr, CB, Galyean RD. 1987. Palatability and appearance traits of beef/pork meat patties. *J. Food Sci.* 52:886-889
- Mittal GS, Osborne WR. 1985. Meat emulsion extender. *Food Technol.* 39:121-130
- Ohta S, Shinozauki R, Sasaki K, Ikuma T, Kamimura S. 1988. Changes in fatty acid composition during the cooking of coho salmon. *Yukagaku.* 37:663-667
- Van Lacck RL, Berry JM, Solomon MB. 1996. Variations in internal color of cooked beef patties. *J. Food Sci.* 61:410-414
- You DR. 1998. Study on the quality property of pork patties supplemented Vital Wheat Gluten (VWG) and Isolated Soy Protein(ISP). Yonsei University, pp 2-3

(2008년 5월 26일 신규논문접수, 2008년 7월 29일 수정논문접수, 8월 19일 수정논문접수, 8월 21일 수정논문접수, 2008년 8월 22일 채택)