

비육단백질 대체가 재구성 돈육 품질에 미치는 영향

이 무하·정 명섭*·진 상근

한국과학기술원 식품공학연구소, *미국 오하이오 주립대학교 축산학과

Effect of the Addition of Non-meat Proteins on the Quality of the Restructured Pork Product

Moo Ha Lee, Myung Sub Chung* and Sang Keum Jin

Food Sci. & Technol. Lab, KAIST, Seoul

* Department of Animal Science, Ohio State University, Ohio, U.S.A.

Abstract

The effects of the substitution of non-meat proteins (Isolated Soy protein, Vital Wheat Gluten, Sodium Caseinate) for pork were evaluated at 0, 10, 20 and 30% levels of pork weight in the restructured product. The increase of the substitution level led to a significant increase in pH but a decrease in cooking loss, whereas it brought only a slight negative effect on color of products. TBA values for all treatments containing non-meat proteins were lower than or similar to the value for control. Also, increased levels of non-meat proteins improved or did not affect functional properties of products. All three non-meat proteins appeared to be acceptable in terms of physico-chemical and sensory properties up to 20% of the replacement with pork in the restructured product.

서 론

비육단백질은 주로 유화형 육제품의 증량제나 결합제로서 사용되어지고 있고, 최근에는 햄버거와 같은 분쇄제품에서 대두단백질의 이용도가 증가되고 있다.⁽¹⁾ 식육가공제품에 비육단백질은 보수력 및 지방 결합능력 향상, 조리수율 증가, 절단특성 개선, 풍미 증진 및 생산비 절감 등의 목적으로 이용되고 있다.^(2,3) 그러나 비육단백질들은 종류나 단백질 제조방법에 따라 수분 및 지방 결합력, 색깔, 조직, 풍미 및 고기 입자 결합 등에 영향을 주는 특성이 다양하게 된다.⁽⁴⁾

유화제품에서의 대두단백질은 유화제로서의 고기 염용성 단백질의 역할을 보조해주고, 또한 가열중의 지방 분리나 수분 손실을 억제해주는 역할을 한다. 따라서 이러한 대두단백질의 기능적 특성은 물에 분산될 수 있는 단백질 함량에 좌우되므로 분리대두단백질이 가장 효과적이라고 하였다.⁽⁵⁾ 분리대두단백질을 재구성 육이나 기타 비유화제품에 첨가했을 때 수분 및 지방

결합능력이 증가되고 고기 입자 결합력이 개선되었으나^(6,7), 관능적 조직 특성에는 영향이 없는 반면 불쾌취를 증가시킨다고 보고되었다.⁽⁸⁾ 비유화제품에서 분리대두단백질은 물과 결합하여 식염과 인산염의 근원성유 단백질 추출 효과를 증가시키는 결과를 나타낸다고 알려져 있다.⁽⁹⁾

글루텐 분말은 고기 입자 결합력에 영향이 거의 없는 것으로 보고되나⁽¹⁰⁾, 소맥글루텐은 여러가지 비육단백질 중에서 결합력이 가장 우수한 것으로 알려져 있다^(11,12). 활성소맥글루텐은 수화되면 독특한 점착 및 피막 형성 성질을 갖게되어 고기 입자들을 결합시켜주며, 가열 후에는 열경화성이 있어 식육제품의 조직을 형성시켜준다.⁽¹³⁾ 또한 분리대두단백질보다 풍미에 나쁜 영향을 덜 주며 조직도 고기제품에 훨씬 가깝게 된다.⁽⁸⁾

카제인나트륨은 지방과 물의 접촉 영역에서 고기의 염용성 및 수용성단백질에 흡착되어 가공시 염용성단백질의 변성을 억제하므로 열처리시 겔화될 수 있게 한다. 따라서 카제인나트륨은 간접적으로 육제품의 보수력을 증가시키고 직접적으로 지방 결합능력을 제고시킨다.⁽¹⁴⁾ 그러나 카제인나트륨은 마이오신분자들의 결합을 방해하므로써 고기 입자의 결합을 증가시키지 못한다고 보고되었다.⁽¹¹⁾

본 연구는 재구성 돈육 제조시 생산비 절감을 위해 돈육 대체 원료로서 비육단백질(분리대두단백질, 활성소맥글루텐 및 카제인나트륨)을 사용할 때 이들이 제품 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

실험재료

시료는 서울 마장동 육시장에서 시판되고 있는 돼지 햄부위 육을 사용하였고, 비육단백질은 Isolated Soy Protein(ISP;단백질 91.5%, A. D. M., U. S. A.), Sodium Caseinate(SC;단백질 94%, D. M. V., Holland), Vital Wheat Gluten(VWG;단백질 60%, O.G. V. M., Canada)을 사용하였다.

제품제조

전보⁽¹⁵⁾에 의거 수행되었다.

제품 제조시 배합비율

비육단백질들을 단백질 함량 20%로 조정된 후 각각 0, 10, 20, 30% 수준으로 육과 대체하여 그 효과를 시험하였다. 제품 제조시 배합비율은 표1과 같다. 이때 돼지 염통은 총 고기량의 7.5%를 대체하여 제품 제조시 배합하였다.

분석

일반성분, pH, 색깔, 조리손실, TBA가 및 관능검사는 전보⁽¹⁵⁾에 기술된 방법으로 실시하였고, 관능검사 시 시료는 120°C의 전기오븐에서 구운 것을 제공하였다.

결과 및 고찰

분리대두단백질의 육 대체에 따른 제품의 이화학적 특성

표2에서 보는 바와 같이 분리대두단백질의 육 대체 수준이 증가할수록 수분 비율은 증가하고 상대적으로 단백질 비율은 유의성 있게 감소하였으며, 지방과 회분은 처리간에 유의한 차이가 인정되지 않았다. 단백질 함량은 대조구의 단백질 수준이 21%인 반면 비육 단백질의 단백질 함량은 미리 조절한대로 20%의 수준을 유지하였다. pH는 대체 수준이 증가됨에 따라 유의

Table 1. Formulation for restructured pork products
Unit (%)

Treatment	Pork	Heart	Water	Non-meat protein	Additive*
Control	91.53	7.42	—	—	1.05
ISP 10%	82.28	6.67	7.83	2.17	1.05
20%	73.03	5.92	15.66	4.34	1.05
30%	63.78	5.17	23.49	6.51	1.05
VWG 10%	82.28	6.67	6.67	3.33	1.05
20%	73.03	5.92	13.34	6.66	1.05
30%	63.78	5.17	20.01	9.99	1.05
SC 10%	82.28	6.67	7.87	2.13	1.05
20%	73.03	5.92	15.74	4.26	1.05
30%	63.78	5.17	23.61	6.39	1.05

* NaCl 0.5%, Sodium tripolyphosphate 0.5%, Ascorbate 0.05%

Table 2. Physico-chemical characteristics of restructured products containing ISP

	Control	10% ISP	20% ISP	30% ISP
Moisture (%)	75.61 ^a	75.76 ^b	75.85 ^c	76.07 ^d
Protein (%)	21.28 ^a	20.78 ^b	20.59 ^{bc}	19.81 ^d
Fat (%)	4.57	5.98	5.21	5.75
Ash (%)	1.91	2.02	2.07	1.99
pH	6.24 ^a	6.31 ^b	6.45 ^c	6.53 ^d
Raw meat color				
L	27.0 ^a	27.3 ^a	29.5 ^b	32.4 ^c
a	14.8 ^a	15.0 ^a	15.4 ^a	14.7 ^a
B	8.1 ^a	8.0 ^a	9.3 ^b	10.4 ^c
Cooking loss (%)	36.10 ^a	29.48 ^b	24.89 ^{bc}	23.47 ^c
TBA-value	0.197 ^a	0.052 ^b	0.045 ^b	0.055 ^b

a-b: Values with the different letter in each row are significantly different at the 5% level

성 있게 상승하였는데 이는 분리대두단백질의 pH가 높기 때문⁽¹⁶⁾인 것으로 사료된다. 제품의 색에 있어 Redness(a)값은 대체 수준 간에 유의성이 없었으며, Lightness(L) 값과 Yellowness(b) 값은 20% 대체구부터 유의적으로 높게 나타났다. 대두단백질을 육과 대체시 육색은 더 열어진다⁽¹⁷⁾는 보고와 또한 차이를 보이지 않는다⁽¹⁸⁾는 보고 등 제품에 따라 다양하다. 본 연구에서는 염통을 고기 함량에 비례해서 첨가하였기 때문에 큰 차이가 없는 것으로 사료된다. 조리손실은 대체 수준 증가로 유의성 있게 감소하였는데 이는 대두단백질의 우수한 수분 보유력과 지방 결합력에 기인한⁽¹⁹⁾ 것으로 사료되며, TBA가는 대체구 모두가 대조구에 비하여 유의성 있게 낮았는데 이는 polyphenolic 복합체의 산화 억제⁽²⁰⁾ 효과인듯 하다.

관능검사의 결과(표3), 조리제품의 색은 대체 수준 증가로 유의성 있게 감소하여 기계적으로 측정된 a값과 약간의 차이를 보였는데 이는 조리에 의한 육색의 변화인 것으로 사료된다. Overall desirability는 30% 대체구에서 유의적으로 낮았으며, Ease of fragmentation, Juiciness, Tenderness, Off-flavor는 대체 수준 간에 유의한 차이가 인정되지 않았다. ISP를 20%까지 육 대체하여도 전반적으로 제품의 이화학적 성질과 기호성에 있어 나쁜 영향을 미치지 않았다.

활성소맥글루텐의 육 대체에 따른 제품의 이화학적 특성

표4에서 보는 바와 같이 일반성분과 pH는 분리대두단백질의 대체시와 비슷한 결과였으며, 제품의 색에 있어 a값은 대체구 모두가 대조구에 비하여 유의적으

로 낮게 나타나 육색에는 역의 효과였으며, 상대적으로 L과 b값은 높아지는 결과였다. 이것은 활성소맥글루텐의 단백질 함량이 분리대두단백질보다 낮아 첨가된 고형분의 함량이 많았으므로 분리대두단백질의 경우와는 달리 첨가된 염통이 상쇄할 수 있는 색깔 저하 정도를 증가하므로써 유발된 결과인 것으로 사료된다. 조리손실은 활성소맥글루텐의 육 대체구 모두가 대조구에 비하여 유의적으로 낮아 조리 후 생산량 면에서 좋은 효과였으며, TBA가는 대체수준 간에 유의성은 없었으나 대체 수준이 증가할수록 낮아지는 결과였다.

관능검사 결과는 표5에 나타나 있는 것과 같이 조리제품의 색은 대체 수준 증가로 유의성 있게 낮아져 기계적 측정치와 같은 결과였다. 특히 조리제품의 색이 저하하는 것은 활성소맥글루텐이 Amino group과 Sugar(hexose) 농도가 낮아 조리하는 동안 Maillard 반응시 발생하는 카라멜화와 갈색화가 적게 일어나기 때문이다.⁽²¹⁾ Juiciness와 Tenderness는 대체구 모두가 대조구에 비하여 유의적으로 높게 나타났는데 이는 제품의 pH가 높아, 수분을 보유할 수 있는 근섬유단백질 내의 공간이 넓어져서 보수력도 높이고, 연도도 향상되어 활성소맥글루텐이 제품의 기능적 성질 향상에 기여하는 것으로 사료된다. 육 대체시 활성소맥글루텐은 식품의 구조 형성과 피막 작용 및 열경화성이 있어 제품의 물리적인 품질을 향상시킨다⁽¹³⁾하였다. Ease of fragmentation과 Off-flavor는 대체 수준 간에 유의한 차이를 보이지 않았는데, 향신료 첨가 없이 활성소맥글루텐을 재구성육에 첨가시 Off-flavor를 발생시킨다⁽⁸⁾고 한 보고와 약간의 차이를 보였다. 이것은 관능 검사 요원의 주관적인 판단 기준이 서양인의 것과 차

Table 3. Taste panel means for sensory traits of restructured products containing ISP

Treatment Traits*	Control	10% ISP	20% ISP	30% ISP
Color	6.67*	5.44**	4.89 ^b	2.44 ^c
Ease of fragmentation	4.22	3.33	4.00	2.33
Off-flavor	3.33	3.67	3.89	4.33
Juiciness	4.89	5.78	4.11	5.33
Tenderness	4.33	6.22	4.22	5.00
Overall desirability	5.00*	6.44*	5.11*	3.44 ^b

* a-c: Values with the different letter in each row are significantly different at the 5% level
 * Color (0 = extremely undersirable, 8 = extremely desirable); East of fragmentation (1 = effortlessly, 5 = requires extreme effort); Off-flavor (0 = no off-flavor, 8 = strong off-flavor); Juiciness (1 = extremely dry, 8 = extremely juicy); Tenderness (1 = extremely tough, 8 = extremely tender); Overall desirability (0 = extremely undesirable, 8 = extremely desirable)

Table 4. Physico-chemical characteristics of restructured products containing VWG

		Control	10% VWG	20% VWG	30% VWG
Moisture (%)		73.17*	74.19*	74.51*	74.61*
Protein (%)		23.42*	21.14*	20.62*	19.82*
Fat (%)		1.71	1.71	1.78	1.85
Ash (%)		1.98*	2.04*	1.73*	1.71*
pH		6.04*	6.13*	6.19*	6.21*
Raw	L	28.1*	28.0*	33.2*	39.3*
meat color	a	12.0*	10.7*	10.3*	10.6*
	b	7.1*	7.3*	8.9*	11.8*
Cooking loss (%)		30.59*	24.50*	25.66*	15.31*
TBA-value		0.124	0.124	0.093	0.087

a-d; Values with the different letter in each row are significantly different at the 5% level

Table 5. Taste panel means for sensory traits of restructured products containing VWG

Treatment Traits*	Control	10% VWG	20% VWG	30% VWG
Color	7.38*	5.50*	4.50*	1.88*
Ease of fragmentation	3.75	2.75	2.50	1.63
Off flavor	2.71	4.29	3.14	2.42
Juiciness	3.00*	4.39**	5.13*	5.13*
Tenderness	3.38*	4.38**	5.63*	5.63*
Overall desirability	4.63**	6.00*	5.13*	2.88*

* a-c; Values with the different letter in each row are significantly different at the 5% level

* Color (0=extremely undesirable, 8=extremely desirable); Ease of fragmentation (1=effortlessly, 5=requires extreme effort); Off-flavor (0=no off-flavor, 8=strong off-flavor); Juiciness (1=extremely dry, 8=extremely juicy); Tenderness (1=extremely tough, 8=extremely tender); Overall desirability (0=extremely undesirable, 8=extremely desirable)

이가 있기 때문인 것으로 추측된다. Overall desirability는 30% 대체구가 다른 구에 비하여 아주 낮게 나타나 전반적으로 보아 활성소맥글루텐 20% 육 대체가 제품의 이화학적 성질 및 기호성에 나쁜 영향을 미치지 않는 한계 수준인 것으로 나타났다.

카제인나트륨의 육 대체에 따른 제품의 이화학적 특징

표6에 나타난 것과 같이 단백질 비율은 대체 수준 증가로 유의적으로 낮아졌으며, 상대적으로 수분 비율은 증가하는 결과였다. pH는 대체 수준 증가로 유의성 있게 증가하였는데 이는 카제인나트륨의 pH가 높기 때문인 것으로 사료된다. 제품의 색에 있어 a값은 대체구 모두가 대조구에 비하여 낮았으나 유의한 차이는 인정되지 않았으며, L값은 30% 대체구가 다른 구에 비하여 높게 나타났다. 조리손실은 모든 대체구가 대

조구에 비하여 유의적으로 적어 제품의 생산량 면에서는 기여하는 것으로 나타났다. 지방의 산패 정도를 나타내는 TBA가는 카제인나트륨 대체 수준에 따른 유의 차는 인정되지 않았다.

관능검사(표7)에 의하면 조리 제품의 색은 카제인나트륨의 육 대체구 모두가 대조구에 비하여 낮게 나타나 육색에는 좋지 않은 결과였다. 그러나 Juiciness는 모든 대체구가 대조구에 비하여 높게 나타나 대체 효과가 있는 것으로 나타났다. 양고기에서도 Milk Protein 첨가시 대조구에 비하여 보수력은 증가한다⁽²²⁾고 보고된 바 있다. Ease of fragmentation, Off-flavor, Tenderness 및 Overall desirability는 대체 수준 증가로 유의적인 차이가 인정되지 않아 30%까지 대체 가능성을 제시하였다. 탈지분유는 소세지에 이용시 증량제 및 조직 개량제로서 조직을 연하게 하고 탈

Table 6. Physico-chemical characteristics of restructured products containing SC

	Control	10% SC	20% SC	30% SC
Moisture (%)	74.56 ^a	74.07 ^b	74.86 ^c	75.49 ^d
Protein (%)	22.03 ^a	21.39 ^b	21.28 ^{bc}	20.53 ^d
Fat (%)	1.68	1.54	1.74	1.54
Ash (%)	2.11	2.12	2.03	2.01
pH	5.85 ^a	5.92 ^{ab}	6.01 ^b	6.14 ^c
Raw meat color	L 28.1 ^{ab} a 15.7 b 7.8	28.1 ^{ab} 15.1 8.1	27.5 ^a 12.8 7.5	29.1 ^b 14.4 8.3
Cooking loss (%)	35.38 ^b	27.93 ^a	25.97 ^a	26.94 ^a
TBA-value	0.080	0.011	0.091	0.072

a-d; Values with the different letter in each row are significantly different at the 5% level

롭한 효과가 있기 때문에 Flavor도 향상된다.⁽²³⁾ 전반적으로 보아 카제인나트륨을 20%까지 육 대체하여도 제품의 이화학적 성질과 기호성에는 나쁜 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

요 약

비육단백질(분리대두단백질, 활성소맥글루텐, 카제인나트륨)의 돈육 대체 수준(0, 10, 20, 30%)에 따른 제품의 이화학적 성질 및 기호성에 미치는 영향을 조사한 결과 대체 수준 증가로 pH는 높아지고, 제품의 색에는 약간의 나쁜 영향을 미쳤으나 조리손실은 줄일

수 있었다. TBA가도 비슷하거나 약간 낮아졌으며, 제품의 기능적 성질에도 전반적으로 차이가 없거나 약간의 향상을 나타내었다. 세 비육단백질 모두 20%까지 육 대체하여도 전반적으로 대조구에 비하여 이화학적 성질 및 기호성에 나쁜 영향을 미치지 않았다.

사 의

본 논문은 과기처 특정 연구비 지원에 의하여 이루어진 연구의 일부이므로 감사드립니다.

문 헌

1. Butz, E.L.: *J. Am. Oil Chem. Soc.* **51**, 57A (1974)
2. Schmidt, G.R.: *In Muscle as Food*, Bechtel, P.J. (ed.), Academic press, Inc., p. 201 (1986)
3. Rakosky, J.: *J. Am. Oil Chem. Soc.* **51**, 123A (1974)
4. Seideman S.C.: *Meat Science and Technology Int. Symp. Proc.*, NLS & MB, p. 245 (1982)
5. Smith, A.K. and Circle, S.J.: *Soybeans: Chemistry and Technol. Vol. 1. proteins*, Smith, A.K. and Circle, S.J. (eds.), 2nd ed., AVI., p 339 (1978)
6. Schweiger, R.G.: *J. Am Oil Soc.*, **51**, 192A (1974)
7. Morris, C.E.: *Food Eng.*, **52**, 28 (1980)
8. Hand, L.W., Crenwelge, C.H. and Terrell, R.N.: *J. Food Sci. J. Food Sci.*, **46**, 1004 (1981)
9. Siegel, D.G., Tuley, W.B. and Schmidt, G.R.: *J. Food Sci.* **44**, 1272 (1979)
10. Froning, G.W.: *Poultry Sci.* **45**, 185 (1966)
11. Siegel, D.G., Church, K.E. and Schmidt, G.R.: *J. Food Sci.* **44**, 1276 (1979)

Table 7. Taste panel means for sensory traits of restructured products containing SC

Treatment Traits*	Control	10% SC	20% SC	30% SC
Color	7.33 ^a	5.44 ^b	5.11 ^b	4.44 ^b
Ease of fragmentation	3.22	2.44	3.22	2.00
Off-flavor	3.67	3.56	3.78	3.22
Juiciness	3.89 ^a	4.22 ^b	6.22 ^c	6.00 ^c
Tenderness	3.67	5.00	4.11	5.78
Overall desirability	4.33	5.22	5.67	4.33

* a-c; Values with the different letter in each row are significantly different at the 5% level

* Color (0 = extremely undesirable, 8 = extremely desirable); Ease of fragmentation (1 = effortlessly, 5 = requires extreme effort); Off-flavor (0 = no off-flavor, 8 = strong off-flavor); Juiciness (1 = extremely dry, 8 = extremely juicy); Tenderness (1 = extremely tough, 8 = extremely tender); Overall desirability (0 = extremely undesirable, 8 = extremely desirable)

12. Aref, M.M. and Tape, N.W.: *Can. Food Ind.* **37**, 15 (1966)
13. Kalin, F.: *J. Am. Oil Chem. Soc.* **56**, 477 (1979)
14. Jongsma, J.: *Proc. 5th Annual Sausage and Processed Meats Short Course*, Iowa State Univ., p. 39 (1984)
15. Lee, M. and Chung, M.S.: *K.J. Food Sci. Technol.* **18**, 149 (1986)
16. Bell, W.N. and Shelef, L.A.: *J. Food Sci.* **43**, 315 (1978)
17. Seideman, S.C., Smith, G.C., Carpenter, Z.L. and Oil, C.W.: *J. Food Sci.* **44**, 1032 (1979)
18. Ray, F.K., Parrett, N.A., Vanstavern, B.D. and Ockerman, H.W.: *J. Food Sci.* **46**, 1662 (1981)
19. Wolf, W.: *J. Agri. Food Chem.*, **18**, 969 (1970)
20. Pratt, D.E. and Birac, P.M.: *J. Food Sci.* **44**, 1720 (1979)
21. Miller, M.F., Davis, G.W., Seideman, S.C., Wheeler, T.L. and Ramsey, C.B.: *J. Food Sci.* **51**, 1169 (1986)
22. Thomas, M.A., Baugartner, P.A. and Hyde, K.A.: *Aust. J. Dairy Techno.* **29**, 59 (1974)
23. Rust, R.E.: *Sausage and Processed meats manufacturing*, AMI, p. 26 (1975)

(1987년 3월 10일 접수)