유산균을 첨가한 발효육의 이화학적 특성 및 산화억제 효과

한 승 관 · 홍 용[1]

Physico-chemical Characteristics and Antioxidative Effect of Fermented Meat by Addition of Lactobacillus casei

Seung Kwan Han and Young Hong
The Center for EM R&D, Jeonju University
[1]Department of Physical Education, Jeonju University

Abstract

This study was conducted to determine the effect of L. casei KCTC 3109 on physico-chemical characteristics and TBARS values of fermented pork meat. Each pork meat were allotted to two treatments ; Control (0%), T1 (supplemented with L. casei KCTC 3109 10%). The pH tenderness and water holding capacity (WHC) of T1 were higher than those of control ($p<0.05$), cooking loss of control was higher than T1. Water content, crude fat and ash were not significantly different, crude protein was higher in T1 compared with control ($p<0.05$). L*, a* and b* values of control were higher than those of T1 ($p<0.05$). TBARS values was higher in T1 (0.02 MA mg/1,000 g) than control (0.19 MA mg/1,000 g) ($p<0.05$).

Key words: Lactobacillus casei, fermented pork, physico-chemical characteristics, TBARS

서 론

미생물을 발효육 및 육제품에 본격적으로 이용하게 된 것은 1961년 이후로, 단일종이 아닌 혼합 starter culture를 시작한 것은 불과 20년 이내에 불과하다(Park et al., 1995). 발효는 주로 유산균에 의해 일어나지만 일부 Micrococcus spp., 곰팡이, 효모가 관여하는 경우도 있는데, 최근에는 품질의 향상과 안정성, 숙성기간의 단축 및 유해 미생물의 생육억제를 목적으로 한 starter culture의 첨가법이 개발되어 구미에서는 공업적으로 다양한 제품이 생산되고 있는 실정이다(Bacus and Brown, 1981). 유럽 지역에서 전통적으로 제조되고 있는 발효소시지는 제조공정 중에 원료육에 존재하는 미생물에 의해 자연발효되어 훌륭한 풍미를 만들어 내는 Sausage이다(Bacus, 1984; 1986). 저장을 목적으로 가장 먼저 제품화 되었던 소시지가 곧 발효 소시지인 살라미이다. 생햄 또는 비가열 햄이라고 불리우는 발효 햄도 전통적으로 고기 표면에 소금으로 절여 저장성을 연장시키면서 자연발효시킨 제품이다(Lee, 1990). 자연발효의 주체가 젖산을 생산하는 미생물이라는 사실이 밝혀지면서 1940년대 초에 처음으로 젖산균을 소시지에 인위적으로 접종하여 발효를 시도하였다고 한다(Bacus and Brown, 1981). 그 후로 젖산균뿐만 아니라 곰팡이나 효모 등도 스타터 미생물로써 단일종 혹은 혼합종으로 이미 개발되었고 또 일부는 연구되고 있다(Houle et al., 1989).

우리 나라에서는 김치, 젓갈, 된장 등 주로 곡류, 야채류, 수산물류의 발효식품만을 전통적으로 이용하여 왔을 뿐 유산균을 첨가한 육류에 대한 연구는 미비한 실정이다(Park et al., 1995). 최근에 이르러 발효소시지(Shin et al., 1988)와 중간수분육(Kim et al., 1989)에 관해 국내에서도 연구 발표되고 있으나 발효육에 관한 연구가 미진한 상태이다.

따라서 본 연구는 유산균을 첨가하여 발효시킨 발효육의 일반성분, 이화학적 특성 및 항산화 효과를 조사함으로써 발효육 개발 가능성에 대하여 알아보고자 수행하였다.

*Corresponding author : Seung-Kwan Han, The Center for EM R&D, Jeonju University 560-759, Korea. Tel: 82-63-220-2919 Fax: 82-63-220-2951, E-mail: emhansk@jj.ac.kr

재료 및 방법

사용균주

발효육의 생산에 사용된 대표적인 유산균 공시균주(L. casei KCTC 3109)는 한국생명공학연구원 유전자지원센터 한국유전자은행(KCTC)에서 구입하였다.

유산균 배양

유산균(L. casei KCTC 3109)은 MRS broth (Difo, USA)에 연속 2회 계대 배양하여 37℃에서 5일간 정치 배양하였다.

발효육의 제조

실험에 사용된 돈육은 도축하여 하룻 동안 냉각처리한 후, 4℃ 냉장고에 저장하였던 랜드레이스의 등심부위 근육을 사용하였다. 잘게 마쇄된 돈육 10 g에 배양된 유산균을 1 mL 첨가시켰다. 그 후 마쇄한 돈육은 0, 1, 2, 3, 4 및 5일 간격으로 배양하였고 덩어리 돈육은 5일간 500 mL 삼각플라스크에 넣고 25℃에서 각각 정치 배양하였다.

실험방법

1) 실험설계

대조구와 5일간 정치 배양한 처리구(T1)는 일반성분, pH, 보수성, 육색, 가열감량, 관능검사를 실시하였다. TBA 측정은 대조구와 0~5일간 정치배양한 처리구에 대한 것을 조사하였다.

2) 일반성분

일반성분 분석은 AOAC법(1998)에 준하여 수분, 조지방, 조단백질, 조회분의 함량을 측정하였다. 즉, 수분은 시료 5 g을 사용하여 105~110℃의 건조법으로, 조지방은 시료 30 g으로 Soxhlet 추출법으로, 조단백질은 시료 1 g을 측정하여 Kjeldahl법을, 조회분은 시료 7 g을 칭량하여 550℃의 전기로에서 회화시키는 회화법을 이용하였다.

3) pH

세절육 10 g에 증류수 90 mL를 첨가하고, Homogenizer (NS-50. Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질한 후 pH meter (8603, Metrohm, Switzerland)로 측정하였다.

4) 보수성

마쇄한 세절육 10 g을 원심분리관의 세공(fritted glass
disk)이 있는 철판위에 채운 뒤 고무마개를 한 다음 70℃의 water bath에서 30분간 가열하고, 방냉하여 1,000 rpm으로 10분간 원심분리 한 후, 원심 분리관의 하부에 분리된 육즙량을 측정하고, 그 다음 총 수분 함량을 측정하여 다음 공식에 대입하여 보수력(%)을 구하였다.

$$\text{보수력 (\%)} = \frac{\text{분리된 수분량(mL)} \times 0.951}{\text{시료의 총수분 함량(g)}} \times 100$$

※ 0.951= 70℃에서 분리된 육즙중의 순수한 수분함량

5) 가열감량

유산균을 처리한 덩어리 시료를 스테이크 모양으로 50 g 내외로 2cm 두께로 일정하게 절단한 후, 70℃ water bath에서 30분간 가열한 후, 가열 전과 후의 중량차를 이용하여 백분율(%)로 나타내었다.

6) 육 색

육색은 유산균을 처리한 덩어리 시료를 절단하여 공기 중에 약 30분간 발색시킨 후 색차계(Color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter 값(L*=명도, a*=적색도, b*=황색도)으로 표시하였다. 이때 사용된 표준색판은 L*=96.18, a*=0.10, b*=1.90인 백색의 calibration plate를 이용하였고 5회 반복하여 평균값을 나타내었다.

7) Thiobarbituric Acid (TBA)가 측정

Witte 등(1970)에 의해 돈육 10 g을 homogenizer에서 20% trichloroacetic acid(T.C.A)용액 25 mL를 첨가하여 2분간 14,000 rpm으로 균질화하였다. 이 현탁액을 measuring flask에 넣어 증류수로 100 mL가 되게 희석하여 교반한 다음, Whatman No.1 filter paper로 여과하였다. 여과한 액 중 5 mL를 취해서 2-TBA 시약(0.005 M, in water) 5 mL와 혼합하여 실온 냉암소에서 15시간 동안 방치한 후, UV-VIS Spectrophotometer (UV 1650, Shimadzu, Tokyo, Japan)에서 530 nm의 파장으로 흡광도를 측정하여 계산하였다. 계산방법은 다음과 같다.

TBA(MA mg/1,000 g) = 흡광도×5.2

8) 관능검사

관능검사는 잘 훈련된 관능검사요원 10명을

Table 1. Effect of L. casei KCTC 3109 on chemical composition in pork meat

Treatments	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)
Control	73.58±0.46	22.32±0.39a	3.09±0.11	1.04±0.01
T1[1)]	73.34±0.42	21.52±0.19b	3.08±0.13	1.03±0.02

[1)] T1 : Supplemented with 10% L. casei KCTC 3109.
Means ± S.D.
[a,b] Means with the different superscripts in the same cloumn are significantly different ($p<0.05$).

무작위로 차출한 후 기호도를 다즙성, 연도, 향미를 관련지어 5점 척도법으로 실시하였다 (5 = 아주 좋다, 4 = 좋다, 3 = 보통이다, 2 = 싫다, 1 = 아주 싫다).

9) 통계분석

통계분석은 SAS program(1998)을 이용하여 분석하였고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan(1995)의 다중검정방법으로 유의성을 조사하였다.

결과 및 고찰

일반성분

유산균을 첨가한 돈육의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 일반성분 중 수분 함량은 대조구가 73.58%로 T1구의 73.34%보다 높은 경향이었으나 유의적인 차이는 없었고, 단백질 함량은 대조구가 22.32%로 T1의 21.52% 보다 유의성 있게 높은 결과이었다 ($p<0.05$). 그러나 지방 함량과 회분 함량은 대조구와 T1이 각각 3.08 ~ 3.09%와 1.03 ~ 1.04%의 범위로 처리구간에 유의적인 차이가 없었다.

pH, WHC(보수성), 가열감량

유산균을 첨가한 돈육의 등심부위에 대한 pH, 보수성, 가열감량을 측정한 결과를 Table 2에 나타내었다. pH는 대조구 5.53에 비하여 유산균을 첨가한 처리구가 5.61로 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). Deymer와 Vanderkhove(1979)는 pH가 상승하는 것은 고기의 숙성 중에 단백질의 완충물질 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아 생성 등에 의한 것이라고 하였다.

보수성은 T1구가 52.68%로 대조구 51.45%보다 높은 유의성을 나타내었다($p<0.05$). Wu와 Smith(1987)는 식육의 단백질 구조변화와 이온강도 변화 등에 따라 보수성이 증가한다고 보고하였다. 가열감량은 대조구가 32.37인데 반해 T1구는 31.27%로서 대조구보다

Table 2. Effect of L. casei KCTC 3109 on pH, WHC and cooking loss evaluation in pork meat

Items	pH	WHC (%)	Cooking loss (%)
Control	5.53±0.05b	51.45±0.76b	32.37±0.59
T1[1)]	5.61±0.07a	52.68±0.57a	31.27±1.03

[1)] T1 : Supplemented with 10% L. casei KCTC 3109.
Means ± S.D.
[a,b] Means with the different superscripts in the same cloumn are significantly different ($p<0.05$).

낮은 경향을 나타내었다. 본 시험에서 유산균을 첨가한 처리구의 가열함량이 감소하는 경향을 보였다. Palanska와 Nosal(1991)은 육에 대한 pH와 가열감량의 관계를 설명하면서 pH가 높으면 가열감량이 적다는 보고를 하였는데 본 시험도 같은 결과를 나타내었다. 또한 Winger와 Fennema (1976)는 가열감량은 보수성에도 영향을 준다고 보고하였는데 본 시험과도 일치하였다.

육 색

유산균 첨가에 의한 돈육의 육색은 Table 3에 나타내었다. 명도를 나타내는 L값은 대조구가 53.89로 T1구의 51.63보다 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$), 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 T1구가 6.79, 2.82로 대조구보다 각각 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). Warner 등(1993)은 육색은 돈육의 품질을 좌우하는데 대단히 중요하다고 하였고, Lawrie (1985)는 특히 육색소와 산소와의 반응 정도 및 효소 활동이 육색 변화에 가장 큰 영향을 준다고 보고하였는데, 본 실험에서도 유산균 L. casei KCTC 3109의 첨가가 육색의 변화에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

Thiobarbituric Acid (TBA)가 측정

소금은 유산균의 증식을 억제시켜 유산생성을 방해하고 이로 인하여 부패성 미생물이 성장하여 제품에 부정적인 결과를 초래할 수 있다. 따라서 이러한 요인을 방지하기 위해 소금을 첨가하지 않은 상태에서 유산균을 첨가하였다. 발효육의 항산화 정도를 나타내기 위해 TBA 방법으로 실험을 실시하였다. 각각 젖산균을 발효시킨 기간에 따른 발효육의 항산화 정도를 Fig. 1에 나타내었다.

대조구는 저장 0일부터 저장 3일까지 TBARS치가 지속적으로 상승하였으나 저장 4일째부터는 TBARS치가 감소되었다. 반면, 유산균을 첨가한 발효육에서는 저장 0일째부터 2일째까지는 약간 TBARS값이 증가하였으나 저장 3일째는 가장 낮은 수치를 나타냈다. 그러나 저장 4일째부터는 TBARS치가 점차적으로 증가하였다. 결과적으로 대조구의 저장 3일째의 TBARS치가 0.19 MA mg/1,000 g를 나타낸 반면, 유산균을 첨가하여 3일간 정치배양

Table 3. Effect of L. casei KCTC 3109 on meat color in pork meat

Items	L	a	b
Control	53.89±1.67[b]	7.83±1.36[b]	3.87±1.23[b]
T1[1)]	51.63±1.49[a]	6.79±1.51[a]	2.83±1.04[a]

[1)] T1 : Supplemented with 10% L. casei KCTC 3109.
Means ± S.D.
[a,b] Means with the different superscripts in the same cloumn are significantly different ($p<0.05$).

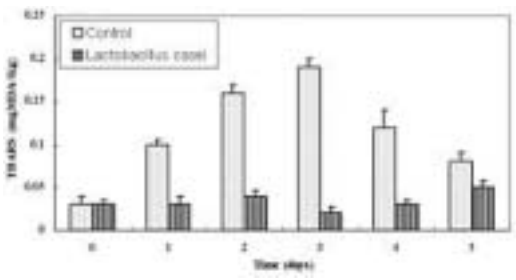

Fig. 1. Comparative of TBARS values of control and L. casei KCTC 3109 treated meat samples during storage period at 37℃.

한 발효육의 TBARS치는 0.02 MA mg/1,000 g을 나타내 8배 정도의 항산화 효과를 보였다. 유산균을 첨가한 발효육의 TBARS치가 낮은 것으로 보아 유산균 L. casei KCTC 3109의 첨가에 의한 발효 육제품으로의 개발이 가능하다고 사료된다.

관능검사

유산균을 첨가한 돈육의 관능검사를 평가하였으며 그 결과는 Table 4와 같다. 돈육의 다즙성은 대조구가 T1구보다 높은 점수를 받았으나 유의적인 차이는 없었고, 향미는 T1구가 4.62로 대조구에 비해 높은 점수를 받아 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$), 연도는 대조구에 비해 높은 점수를 받았으나 유의적인 차이는 없었다. 또한 향미 부분에서는 유산균을 첨가한 T1구가 대조구보다 좋은 점수를 보였는데 유산균 L. casei KCTC 3109의 영향인 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 돈육 등심 부위 근육을 이용하여 유산균을 첨가하지 않은 대조구와 10% 유산균 L. casei KCTC 3109를 첨가한 처리구 T1구의 비교실험을 통하여 이화학적 특성 및 항산화 효과를 측정하였다. 돈육의 일반성분에서 수분, 지방, 회분은 유의적인 차이는 없었으나 단백질 함량은 대조구가 T1구보다 유의적으로 높았다. 등심 부위의 pH와 보수성은 T1구가 유의적으로 높았으나($p<0.05$) 가열감량은 대조구가 높은 경향을 보였다. 육색은 명도, 적색도 및 황색도에서 대조구가 T1구보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). TBARS치는 3일간 정치배양한 T1구가 0.02 MA mg/1,000 g으로 대조구 0.19MA mg/1,000 g보다 유의적으로 낮았다($p<0.05$).

Table 4. Effect of L. casei KCTC 3109 on sensory properities in pork meat

Items	Juiciness	Tenderness	Flavor
Control	4.63±0.09	4.64±0.17	4.46±0.16b
T1[1)]	4.59±0.08	4.66±0.23	4.62±0.07a

[1)] T1 : Supplemented with 10% L. casei KCTC 3109.
Means ± S.D.
[a,b] Means with the different superscripts in the same cloumn are significantly different ($p<0.05$).

참고문헌

1. AOAC (1998) Official methods of analysis. 18th ed, Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, pp. 931.

2. Bacus, J. (1984) Utilization of microorganisms in meat processing, a handbook for meat plant operators. Research Studied Press, England.

3. Bacus, J. N. (1986) Fermented meat and poultry products; Starter cultures. In Advanced in meat reearch. 2, 123-127, AVI.

4. Bacus, J. N. and Brown, W. L. (1981) Use of microbial culture: Meat products. Food Technol., 35, 83.

5. Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F test. Biometrics. 11, 1-6.

6. Demyer, D. I. and Vanderkhove, P. (1979) Compounds determining pH in dry sausage. J. Meat Sci. 3, 161-165.

7. Houle, J. F., Lafrance, M., Julien, J. P., Brochu, E., and Champagne, C. P. (1989) Selection of mixed cultures for meat fermentation. J. Food Sci. 54, 839-842.

8. Kim, S. M. and Sung, S. K. (1989) Effects fo glycerol addition level on the changes in physico-chemical characteristics of intermediate moisture meat. Korean J. Anim. Sci. & Technol. 31, 342-352.

9. Lawrie, R. (1985) Development in meat science : Packaging Fresh Meat(A. A. Taylor(Eds). Elsevier Applied Science Publishers. p 89.

10. Lee, S. K. (1990) Ripening and development of fermented meat products. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 10, 59-74.

11. Park, W. M., Choi, W. H., and Yoo, I. J. (1995) A role and utilization of microorganisms in fermented meat product. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 15, 244-251.

12.Palanska, O. and Nosal, V. (1991) Meat quality of bulls and heifers of commeracial cross breeds of the improved Slovak Spotted cattle with the Limousine breed. Vedecke Prace Vyskumneho Ustaru Zivocisnej Vyroby Nitre(CSFR). 24, 59.

13.SAS. SAS/STAT. (1998) Software for PC. Statics SAS Inst., Cary, NC.

14. Shin, H. K., Choi, S. S., Kang, I. S., and Han S. H. (1988) Effect of added NaCl levels on the physical, chemical and microbial properties of dry sausage during ripening period. Korean J. Food Sci. Tech. 20, 755-761.

15. Warner, R. D., Kauffman, R. G., and Russell, R. L. (1993) Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with longissimus lumborum. Meat Sci. 33, 359-372.

16. Winger, R. T. and Fennema, O. (1976) Tendeness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at ?3℃ or 15℃. J. Food Sci. 41, 1433-1442.

17. Witte, V. C., Krause. G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J. Food Sci. 35, 582-587.

18.Wu, F. Y. and Smith, S. B. (1987) Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. J. Anim. Sci. 165, 597- 603.