

키토산 첨가 급여가 돈육의 pH, 전단력, 수분함량 및 육색에 미치는 영향

이제룡 · 허선진 · 강근호 · 주선태 · 박구부

경상대학교 축산과학부

The Effect of Chitosan Supplementation on pH, Shear Force, Moisture and Color of Pork

J. R. Lee, S. J. Hur, B. G. H. Kang, S. T. Joo and G. B. Park

Department of Animal Science, Gyeongsang National University

Abstract

Effects of dietary chitosan on physico-chemical properties of pork were investigated. A total 24 pigs (55±5 kg) were fed a control diet (a commercial feed) or chitosan-supplemented diets (T1: 0.2% chitosan, T2: 0.4% chitosan, T3: 0.6% chitosan) for 6 weeks. The 6 weeks later the initiated of the experiments, pigs were slaughtered and loins were collected from each treatment groups. The samples were stored at 0±1°C for 15 days. Ultimate pH tended to higher in the control than those in the treatments, and that of T3 was significantly lower than those of the others (P<0.05). Shear force and the total moisture contents were not significantly different between control and treatments and they decreased with storage days (P<0.05). Hunter L* values of control, T1 and T2 were significantly lower than that of T3 at 1 and 10 days (P<0.05). Hunter a* values of control were significantly higher than that of others at 1 and 5 days (P<0.05). Hunter b* values of control were significantly higher than that of others at 5 days (P<0.05).

(Key words : pH, shear force, moisture content, Hunter L* a* b*)

서 론

국민소득의 증대와 문화수준의 향상으로 우리의 식생활은 고급화되고 다양화되면서 건강 지향적 경향을 보이고 있을 뿐만 아니라 양보다는 질적인 변화와 함께 기호식품과 편의식품의 대량소비시대를 맞게 되었다. 건강에 대한 국민의 관심이 증가됨에 따라 소위 고혈압, 심장병, 당뇨병과 같은 만성 퇴행성 성인 질환에 대한 위험 인식의 확산으로 육류 식품의 소비를 줄이는 대신에 식품의 생체 기능성을 강조한 건강식품의 소비가 증대되고 있는 실정이다.

특히 건강과 관련하여 식이 중에 지방산과 혈중 콜레스테롤과의 관계에 관한 연구^(1,2), 친

연 항산화제에 관한 효과를 구명하기 위하여 향신료⁽³⁾, 인삼⁽⁴⁾, 생약제^(5,6), 한약제 부산물 급여^(7,8)에 관한 연구가 있다.

근래에 들어와 식품신소재로 관심이 집중되고 있는 키토산은 2-amino-2-deoxy-D-glucose가 β-1,4 결합을 한 다당류로서 chitin을 탈아세틸화하여 얻게 되는 동물성 식이 섬유질의 일종이다. 식품분야에서는 키토산이 항암성⁽⁹⁾, 보수성⁽¹⁰⁾, 유화안정성⁽¹¹⁾, 콜레스테롤⁽¹²⁾ 등 다양한 생리활성을 가진다는 연구결과들이 보고되면서 그 이용 가능성에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 또한 Shigehiro hirano 등⁽¹³⁾은 토육, 산란계육 및 브로일러육에 키토산을 급여했을 때 키토산의 83~94%가 소화되었다고 보고하였고, 정 등⁽¹⁴⁾은 제3인산나트륨과 키토산으로 침지한 후 냉장 저장했을 때 미생물 증식억제와 연도를 향상시킨다고 하였다.

최근 김 등⁽¹⁵⁾은 키토산을 분말형태로 사료

Corresponding author : Gu-Boo Park, Dept of Animal Science, Gyeongsang National University, Chinju, 660-701, Korea.

에 첨가, 육계에 급여하여 육질 개선효과 여부를 측정하여 육의 연도가 개선된다는 보고가 있으나 육품질에 미치는 효과에 대한 체계적인 연구는 아직 미흡한 실정으로 본 연구에서는 돼지에 키토산 첨가가 돈육의 pH, 전단력, 수분함량 및 육색에 미치는 영향을 구명하고자 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

공시동물, 급여사료 및 사양방법

3원 교잡종(Landrace-Yorkshire × Duroc)인 90일령(생체중 55kg 전후) 전후의 비육돈 24두를 시험동물로 하였으며, 실험돈에 급여된 사료는 비육후기 사료로써 시중에서 구입하여 급여하였다.

키토산은 K(주)에서 구입하였으며, 사료배합은 농장에서 자체 혼합하여 사용하였다. 키토산의 탈아세틸화도는 99.5%였고 분자량은 30,000이었다. 사양은 비육돈 24두를 동일한 환경조건에서 비육후기 6주간 대조구(비육후기 사료)와 시험구(키토산 첨가 : 0.2, 0.4, 0.6%)로 나누어 각 처리구당 6두씩 일반개방돈사에서 사양하였으며, 사료급여는 자유 급식하였다.

시험구 설정

본 시험의 시험구 설정은 3원 교잡종(Landrace-Yorkshire × Duroc)인 90일령(생체중 55 kg 전후) 전후의 비육돈을 이용하여 동일한 환경조건에서 비육후기 6주간 대조구(비육후기 사료)와 시험구(키토산 : 0.2, 0.4, 0.6% 첨가)로 각 처리구당 6두씩 사양한 후 도축하였다. 대조구와 처리구는 B 등급을 판정 받은 개체를 각각 공시하였으며, sampling은 2분 도체로 나온 후 등심부위를 500 g씩 합기포장(wrap)하여 냉장온도(0±1°C)에서 1, 5, 10, 15일 저장하면서 이화학적 성질에 미치는 영향을 조사하고자 시험에 공시하였다.

실험방법

1) pH

근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 3 g을 증류수 27 ml와 함께 homogenizer(IKA Works, T25 basic)로 14,000 rpm에서 1분간 균

질하여 pH-meter(Orion 520A)로 측정하였다.

2) 전단력

시료를 약 2 cm 두께로 절단하여 75°C 항온 수조에서 30분간 가열하고 실온에서 방냉시킨 후 근섬유 방향과 평행하게 시료 채취기로 취하여 Instron (Model 1000, USA)으로 전단력을 측정하였다.

3) 수분함량

함유수분은 A.O.A.C.⁽¹⁶⁾ 방법에 따라 102±2°C의 drying oven에서 24시간 건조 후 중량을 측정하여 건조전 시료의 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

4) 육 색

도축 24시간 후에 제 5~6늑골 사이의 등심을 절개한 후 약 1시간 동안 흥색화하여 Minolta Chromameter (Minolta CR-301, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter L*(명도), a*(적색도), b*(황색도) 값을 측정하였다. 측정전 Y=92.40, x=0.3136, y=0.3196의 표준 색판을 이용하여 표준화하였다.

통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC⁽¹⁷⁾을 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

pH

키토산을 사료에 첨가하여 급여한 후 생산한 돈육을 합기포장하여 냉장온도(0±1°C)에 저장하면서 pH 변화를 비교한 결과는 Table 1과 같다. 일반적으로 도축 후 근육의 pH는 24시간 이내에 pH 7.0에서 약 5.4~5.8까지 떨어지게 되며⁽¹⁸⁾, 가축의 도축 후 pH 저하속도와 그 소요기간은 육의 육색, 보수력 및 가공특성에 영향을 미치게 된다^(19,20).

pH는 대조구가 키토산 급여구에 비해 높은 경향을 보였으며, 키토산 첨가 수준에 따라 처리 3구가 유의적으로 낮은 pH를 보였다(P<0.05). 키토산을 0.6% 첨가 급여함으로써 pH가 낮아졌고, 모든 처리구는 저장기간이 경과할

Table 1. Effect of the feeding of chitosan on the pH of pork during storage days at 0±1°C

Treatment ¹⁾	Storage days			
	1	5	10	15
Control	5.54 ^{Ad} ±0.02	5.58 ^{Ac} ±0.04	5.61 ^{ABb} ±0.02	5.70 ^{Aa} ±0.01
T1	5.53 ^{ABd} ±0.01	5.57 ^{Ac} ±0.01	5.62 ^{Ab} ±0.01	5.71 ^{Aa} ±0.02
T2	5.50 ^{Bd} ±0.02	5.56 ^{Ac} ±0.02	5.60 ^{ABb} ±0.01	5.69 ^{Aa} ±0.01
T3	5.50 ^{Bd} ±0.02	5.55 ^{Ac} ±0.02	5.59 ^{Bb} ±0.01	5.65 ^{Ba} ±0.01

¹⁾ ⁷Control : The loin of pork fed on assorted feed(100%).

T1 : The loin of pork fed on assorted feed(100%) and chitosan(0.2%)

T2 : The loin of pork fed on assorted feed(100%) and chitosan(0.4%)

T3 : The loin of pork fed on assorted feed(100%) and chitosan(0.6%)

^{AB} : Means with different upper cases in the same column significantly differ at P<0.05.

^{abcd} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at P<0.05.

수록 pH는 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 이와 같은 결과에 대해 김 등⁽¹⁵⁾은 사후근육을 저장하는 동안 키토산 급여구가 대조구보다 낮은 pH를 보였다는 보고와 일치하였다. 또한 저장기간이 경과할수록 pH가 증가하였다고 한 Melo 등⁽²¹⁾이나 허 등⁽²²⁾의 결과와 일치하는 것이다. 이와 같이 저장기간이 경과할수록 pH가 증가한다는 것은 저장기간의 진행에 따라 유리 아미노산의 생성, 단백질 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성에 그 원인이 있으며⁽²³⁾, 지방의 산패에 따른 과산화물의 축적이나 단백질 분해에 의한 암모니아 생성⁽²⁴⁾이나 당과 지방이 분해되어 유기산, 알데하이드, 케톤, 알코올, 카보닐 등이 생성되어⁽²⁵⁾ pH에 영향을 미치기 때문이다. 키토산을 0.6% 이상 첨가 급여함으로써 pH가 낮아지는 것에

대해 지속적인 연구가 선행되어야 할 것으로 사료되었다.

전단력

키토산을 사료에 첨가하여 급여한 후 생산한 돈육을 합기포장하여 냉장온도에(0±1°C) 저장하면서 전단력 변화를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 돈육은 도축 후 급속냉각시 연도가 일시적으로 증가하나 2~3일 숙성시 문제가 되지 않는다⁽²⁶⁾. 전단력은 키토산 급여구와 대조구간에 유사한 경향이었으며, 급여 1구가 가장 낮은 전단력을 나타냈다. 키토산 급여구와 대조구 모두 저장기간이 경과함에 따라 전단가는 유의적으로 감소하였다(P<0.05). 이와 같은 결과에 대하여 김 등⁽¹⁵⁾은 사후 48시간까지는 키토산 급여구가 대조구보다 낮은 전단가를 유지

Table 2. Effect of the feeding of chitosan on the shear force (kg/cm²) of pork during storage days at 0±1°C

Treatment ¹⁾	Storage days			
	1	5	10	15
Control	3.84 ^{ABa} ±0.04	3.79 ^{Aa} ±0.01	3.05 ^{ABb} ±0.04	2.97 ^{ABc} ±0.01
T1	3.81 ^{Ba} ±0.04	3.76 ^{Aa} ±0.07	3.02 ^{Bb} ±0.02	2.94 ^{Bc} ±0.01
T2	3.87 ^{ABa} ±0.04	3.80 ^{Ab} ±0.05	3.06 ^{ABc} ±0.01	2.98 ^{Ad} ±0.03
T3	3.89 ^{Aa} ±0.01	3.81 ^{Ab} ±0.02	3.07 ^{Ac} ±0.01	2.97 ^{ABd} ±0.01

^{AB} : Means with different upper cases in the same column significantly differ at P<0.05.

^{abcd} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at P<0.05.

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

하였으나, 48시간이 경과하면서 교차점을 이루고, 그 후에는 키토산 급여구가 높은 전단치를 나타내었다는 보고와 다소 차이가 있었다. 또한 김 등⁽²⁷⁾은 저장 1일에 비해 7일에 전단력이 낮았다고 하였고, 최 등⁽²⁸⁾도 저장기간이 경과함에 따라 연도 증가가 개선되었다는 보고와 일치하는 경향이었다. 연도의 증가는 고기의 사후 숙성과 관련되며, 숙성기간 동안 고기의 연화기전은 아직까지 명확하게 밝혀지지 않았으나, 일반적으로 사후 pH와 온도가 연도에 영향을 미치며⁽²⁹⁾, 주로 근육내 효소들에 의한 근원섬유단백질 등의 분해로 고기가 연화된다고 하였다⁽³⁰⁾.

함유수분

함유수분은 식육에 존재하는 수분이 압착이나 가열, 분쇄, 냉동, 해동 및 세절 등의 물리적인 처리를 가했을 때 수분을 잃지 않고 보유할 수 있는 힘을 말한다. 키토산을 사료에 첨가하여 급여한 후 생산한 돈육을 합기포장하여 냉장온도(0±1°C)에 저장하면서 함유수분 변화를 비교한 결과는 Table 3과 같다.

키토산 급여구와 대조구 사이에 유의한 차이가 없었고 처리 1구가 높은 경향을 보였다. 키토산 급여가 돈육의 함유수분에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 키토산 급여구와 대조구 모두 저장기간이 경과함에 함유수분은 유의적으로 감소하였다(P<0.05). 저장기간의 경과에 따른 함유수분의 변화에 대해 이 등⁽³¹⁾은 냉장 저장기간이 경과함에 돈육의 함유수분은 감소하였다는 보고와 일치하는 경향이었다. 또한 Cannon 등⁽³²⁾은 저장기간이 경과함에 따라 함유수분은 감소하였으나 유의적인 차이는 없었

다고 보고하였는데 본 실험과 유사한 결과였다.

육색

식육의 색은 구매시 소비자들의 선택에 있어서 1차적인 요인이 되고 소비를 증진시키는데 기여할 수 있기 때문에 육색은 소비자들의 구매력과 직결된다고 볼 수 있다. 키토산을 사료에 첨가하여 급여한 후 생산한 돈육을 합기포장하여 냉장온도(0±1°C)에 저장하면서 육색 변화를 비교한 결과는 Table 4와 같다.

명도(L*)는 키토산 급여구와 대조간의 비교에서 저장 1일, 10일에 대조구와 키토산 급여 1, 2구가 급여 3구에 비해 유의적으로 낮은 명도 값을 나타냈고(P<0.05), 저장 5, 15일에는 차이가 없었다.

객관적 육색 측정치의 육질 판정 기준 값은 학자에 따라 달라 Santos 등⁽³³⁾의 CIE L* 값 53 이상을 PSE돈육으로 하였으며 53미만은 정상육으로 하였고, Warner 등⁽³⁴⁾의 CIE L* 값 50 이상을 PSE돈육으로 하였으며 50미만은 정상육으로 하였다. Chizzoline 등^(35,36)은 주관적 육색 측정치와 CIE L* 값이 가장 관련이 크고, a*, b* 값은 같은 정도의 관련성이 있으나 a*값 자체는 PSE돈육의 색깔을 표현하는 데에 크게 기여하지 않는다고 보고하였다. 본 실험은 Hunter L*, a* 및 b*값으로 측정하였지만 대조구와 키토산 급여구 모두 PSE돈육은 아니라고 사료된다.

Purnama Darmadji와 Masatoshi Izumimoto⁽³⁷⁾는 분쇄육에 키토산을 0.2, 0.4, 0.5 및 1%를 첨가했을 때 첨가수준이 높아질수록 저장기간이 경과할수록 명도 값은 낮아진다는 보고하였고, 이는 키토산 첨가구가 대조구에 비해 보

Table 3. Effect of the feeding of chitosan on the total moisture (%) of pork during storage days at 0±1°C

Treatment ¹⁾	Storage days			
	1	5	10	15
Control	71.86 ^a ±0.17	68.09 ^b ±0.36	67.96 ^b ±0.06	66.95 ^c ±0.15
T1	71.70 ^a ±0.07	68.13 ^b ±0.86	68.03 ^b ±0.08	67.39 ^b ±0.62
T2	71.23 ^a ±0.19	68.06 ^b ±0.18	67.71 ^c ±0.04	66.84 ^d ±0.06
T3	71.24 ^a ±1.06	68.09 ^b ±0.03	67.74 ^b ±0.30	66.82 ^b ±0.76

^{abcd} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at P<0.05.

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

Table 4. Effect of the feeding of chitosan on color of pork during storage days at $0\pm 1^{\circ}\text{C}$

Treatment ¹⁾	Storage days			
	1	5	10	15
Control	43.21 ^{Bb} ±0.98	43.89 ^{Ab} ±0.82	48.98 ^{Ba} ±0.78	48.85 ^{Aa} ±1.53
T1	45.90 ^{Ba} ±0.94	45.49 ^{Aa} ±1.02	48.61 ^{Ba} ±1.10	48.15 ^{Aa} ±0.95
T2	46.57 ^{ABab} ±0.44	45.24 ^{Ab} ±1.02	47.71 ^{Ba} ±0.79	48.23 ^{Aa} ±0.62
T3	49.65 ^{Aab} ±2.36	46.19 ^{Ab} ±0.99	52.93 ^{Aa} ±1.80	48.62 ^{Aab} ±1.01
Control	8.96 ^{Aa} ±1.25	7.85 ^{Aab} ±0.58	6.57 ^{ABbc} ±0.30	5.38 ^{Ac} ±0.28
T1	6.89 ^{ABa} ±0.37	6.20 ^{Ba} ±0.38	5.18 ^{Bb} ±0.32	5.10 ^{Ab} ±0.32
T2	5.83 ^{Ba} ±0.47	5.54 ^{Ba} ±0.31	5.94 ^{ABa} ±0.32	5.11 ^{Aa} ±0.23
T3	6.34 ^{Bab} ±0.32	5.73 ^{Bab} ±0.23	6.95 ^{Aa} ±0.96	4.92 ^{Ab} ±0.42
Control	6.78 ^{Aa} ±0.46	6.95 ^{Aa} ±0.14	7.42 ^{ABa} ±0.17	6.90 ^{Aa} ±0.29
T1	6.53 ^{Aa} ±0.29	6.20 ^{Ba} ±0.22	6.51 ^{Ca} ±0.25	6.71 ^{Aa} ±0.24
T2	5.56 ^{Ab} ±0.43	5.83 ^{Bb} ±0.32	6.86 ^{BCa} ±0.30	7.08 ^{Aa} ±0.21
T3	6.53A ^{bc} ±0.27	5.99 ^{Bc} ±0.20	8.01 ^{Aa} ±0.38	7.01 ^{Ab} ±0.30

^{ABC} : Means with different upper cases in the same column significantly differ at $P<0.05$.

^{abc} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $P<0.05$.

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

수력이 높은 때문이라 하였다. 그러나 본 연구에서는 키토산을 사료에 첨가 급여했을 때 돈육의 보수력은 대조구와 차이가 없었고 명도에 크게 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 분쇄육에 키토산을 첨가했을 때와 키토산을 사료에 첨가 급여하여 생산한 돈육 명도의 차이는 보수력에 의한 차이라고 사료된다. 저장기간이 경과함에 따라 키토산 급여구와 대조구 모두 명도는 차이가 없었지만 증가하는 경향이였다. 이와 같은 결과에 대해 저장기간이 경과함에 따라 명도가 증가한다는 허 등⁽²²⁾의 보고와 유사한 경향이였다.

적색도는 저장 1일, 5일에 대조구가 키토산 급여구에 비해 유의적으로 높았고($P<0.05$), 키토산 급여간에는 유사한 경향이였다. 적색도는 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 키토산 급여구 모두 감소하는 경향을 나타내었다. Luchsinger 등⁽³⁸⁾과 정 등⁽³⁹⁾은 저장기간이 경과함에 따라 적색도 값이 감소한다고 한 보고는 본 실험과 유사하였다.

황색도는 키토산 급여구와 대조구간에 유사한 경향을 보였고, 저장 5일에 대조구가 키토산

급여구보다 유의적으로 높은 황색도를 보였다($P<0.05$). 키토산 급여가 돈육의 황색도에 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다. 저장기간이 경과함에 따라 키토산 급여구와 대조구 모두 황색도가 증가하는 경향을 보였다. 민 등⁽⁴⁰⁾은 돈육의 황색도는 저장기간이 경과함에 따라 증가하였다고 한 보고는 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. Ledward와 Macfarlane⁽⁴¹⁾는 저장기간이 경과할수록 육색의 변화에 있어 메트마이오글로빈 형성이 증가하기 때문에 육색이 퇴색된다고 보고하여 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다.

요약

본 실험의 시험구 설정은 3원 교잡종(Landrace-Yorkshire × Duroc)인 90일령(생체중 55 kg전후) 전후의 비육돈 돼지를 이용하여 동일한 환경조건에서 비육후기 6주간 대조구(농후 사료)와 시험구(키토산 : 0.2, 0.4, 0.6%)로 각 구당 6두씩 사양한 후 도축하였다. 대조구와 처리구는 B등급을 판정 받은 개체를 각각 공시하

였으며, sampling은 2분 도체로 나눈 후 左右屠體의 6~13 늑골 사이의 등심 500 g씩 합기포장(wrap)하여 냉장온도(0±1°C)에서 저장하면서 1, 5, 10, 15일 저장기간의 경과에 따른 이화학적 성질에 대한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

pH는 대조구가 키토산 급여구에 비해 높은 경향을 보였으며, 급여 3구는 대조구와 다른 처리구에 비해 유의하게 낮게 나타났다(P<0.05). 전단력과 함유수분은 키토산 급여구와 대조구간에 차이가 없었고, 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였다(P<0.05). 명도(Hunt L*)는 저장 1, 10일에 대조구와 키토산 급여 1, 2구가 키토산 급여 3구에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05). 적색도(Hunt a*)는 저장 1일, 5일에 대조구가 키토산 급여구에 비하여 유의적으로 높았다(p<0.05). 황색도(Hunt b*)는 저장 5일에 대조구가 키토산 급여구에 비해 유의적으로 높았다(p<0.05).

이상의 연구결과 키토산을 사료에 첨가 급여하므로써 pH, 전단력, 수분함량 및 육색에 큰 영향을 미치지 않았고, 키토산 급여가 기능성 돈육 생산이 가능한지에 대해 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. Mattson, F. H., Hollenbach, E. J. and Klingman, A. M. : Effect of hydrogenated fat on the plasma cholesterol and triglyceride levels of man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28, 726 (1975).
2. Lee, J. M., Kim, W. Y. and Kim, S. H. : A study of korean dietary lipid sources on lipid metabolism and immune function in ret. *Korean J. Nutr.*, 20, 350 (1987).
3. Farag, R. S., Badei, A. Z. M. A., Hewedi, F. M. and El-Baroty, G. S. A. Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous medie. *JAOCS.*, 66, 792 (1989).
4. 이근계 : 인삼 사포닌과 그 분획물이 유기산의 산화에 미치는 영향에 관한 연구. 상명여대 논문집. 10, 425 (1982).
5. 최 응, 신동화, 장영상, 신재익 : 식물성 천

연항산화 물질의 검색과 그 항산화력 비교. 한국식품과학회지, 24, 142 (1992).

6. 임대관, 최응, 신동화 : 국내산 약용식물 추출물의 항산화 효과 검색과 용매 분획물의 비교. 한국식품과학회지, 28, 83 (1996).
7. 최진호, 김동우, 문영실, 장동석 : 한약제 부산물 투여가 돈육의 기능성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 25, 110 (1996).
8. 진상근, 송영민, 박태선, 이정일, 주선태, 박구부 : 한약찌꺼기 급여가 비육돈의 생산형질 및 도체품질에 미치는 영향. 한국축산학회지, 42, 365 (1999).
9. 류병호 : 새우 껍질에서 추출한 키토산의 항암 및 면역활성. 한국영양식량학회지, 21, 154 (1992).
10. Knorr, D : Functional properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.*, 47, 593 (1982).
11. 변희국, 강옥주, 김세권 : 키틴 및 키토산 유도체의 합성과 물리화학적 특성. 한국농화학회지, 35, 265 (1992).
12. Ikuo Ikeda, Michihiro Sugano, Katsuko Yoshida, Eiji Sasaki, Yasushi Iwamoto and Kouta Hatano : Effects of chitosan hydrolysates on liped absorption and on serum and liver lipid concentration in rets. *J. Agric. Food Chem.*, 41, 431 (1993).
13. Shigehir hirano, Chitoshi Itakura, Haruyoshi Akiyama, Yasutoshi Akiyama, Isao Nonaka, Naoki Kanbara, and Toshihiro Kawakami : Chitosan as an Ingredient for Domestic Animal Feeds. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 1214 (1990).
14. 정진형, 김광현, 김창렬 : Trisodium Phosphate와 키토산으로 처리한 냉장 한우 쇠고기등심의 품질평가. 한국축산식품학회지, 21, 10 (2001)
15. 김언현, 박창일, 박영석 : 키토산 첨가 급여가 계육의 연도에 미치는 영향. 한국식품학회지, 16, 62 (1996).
16. A. O. A. C : "Official Methods of Analysis" 15thed. Assosiation of Official Analytical Chemists. Washington, D. C., (1990).
17. SAS. : SAS/STAT Software for PC. Releasw 6.11, SAS Institute, Cary, Nc, U.

- S. A., (1996)
18. Penny, I. F. : The effect of temperature on the drip, denaturation and extracellular space of pork longissimus dorsi muscle. *J. Sci. Fd. Agric.*, 28, 329 (1977).
 19. Briskey, E. J. : Etiological status and associated syudied of pale, soft, exudative porcine musculature. *Adv. Food Res.*, 13, 89 (1964).
 20. Boles, J. A., Shand, P. J., Patience, J. F., McCurdy, A. R. and Schaefer, A. L. : Acid base status of stress susceptible pigs affects sensory quality of loin roasts. *J. Food Sci.*, 58, 1254 (1993).
 21. Melo, T. S., Blumer, T. N., Swaisgood, M. E. and Monroe, R. J. : Catheptic enzyme activity in aged country-style hams as influenced by precuring treatments. *J. Food Sci.*, 39, 511 (1974).
 22. 허선진, 주선태, 오성현, 김영직, 김영환, 이정일, 박구부 : 포장방법과 저장조건이 돈육 등심의 저장성 및 보수력에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지*, 41, 1 (2001).
 23. Deymer, D. I. and Vandekerckhove, P. : Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci.*, 3, 161 (1979).
 24. 박우문, 최원희, 유익중, 김왕준, 전기홍, 정동효 : 발효식품에서 분리한 젖산균이 발효소시지의 저장중 미생물의 특성에 미치는 영향. *한국축산학회지*, 39, 60 (1997).
 25. Ketelaere, A., Demeyer, D., Vandekerckhove, P. and Vervaeke, I. : Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening. *J. Food Sci.*, 39, 297 (1974).
 26. Feldhusen, F., Kuhne, M. : Effects of ultrarapid chilling and ageing on length of sarcomeres, and tenderness of pork. *Meat Sci.*, 32, 161 (1992).
 27. 김천제, 이의수, 송민석, 조진국 : 황토성분 (Illite) 첨가 급여가 비육돈의 육질에 미치는 영향. *한국축산식품학회지*, 20, 152 (2000).
 28. 최양일, 김영규, 이창림 : 포장방법 및 숙성온도가 한우육의 육색, 연도 및 저장특성에 미치는 영향. *한국축산학회지*, 37, 639 (1995).
 29. Yu, L. P. and Lee, Y. B. : Effects of postmortem pH and temperature on bovine muscle structure and meat tenderness. *J. Food Sci.*, 51, 774 (1986).
 30. Yates, L. D., Dutson, T. R., Caldwell, J. and Carpenter, Z. L. : Effect of temperature and pH on the post-mortem degradation of myofibrillar proteins. *Meat Sci.*, 9, 157 (1983).
 31. 이정일, 박구부, 박범영, 황보중, 문점동, 이한기, 진상근, 김영직, 박태선 : 톱밥 발효사료 급여 및 분말어유의 첨가사료가 돈육의 이화학적 성질에 미치는 영향. *한국축산학회지*, 39, 553 (1997).
 32. Cannon, J. E., Mckeith, F. K., Martin, S. E., Novakofski, J. and Carr, T. R. : Acceptability and shelf-life of marinated fresh and precooked pork. *J. Food Sci.*, 58, 1249 (1993).
 33. Santos, C., Roseiro, L. C., Goncalves, H. and Melo, R. S. : Incidence of different pork quality categories in a Portugese slaughterhouse. A survey. *Meat Sci.*, 38, 279 (1994).
 34. Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Greaser, M. L. : Muscle protein changes post mortem in relation to Pork quality traits. *Meat Sci.*, 45, 339 (1997).
 35. Chizzolini, R., Novelli, E., Badiani, A., Delbono, G. and Rosa, P. : Objective evaluation of pork quality: results of on-line measurements. *Meat Sci.*, 34, 79 (1993a).
 36. Chizzolini, R., Novelli, E., Badiani, A., Rosa, P. and Delbono. : Objective measurements of pork quality: evaluation of various techniques. *Meat Sci.*, 34, 49 (1993b).
 37. Purnama Darmadji and Masatoshi Izumimoto. : Effect of chitosan in meat preservation. *Meat Science.*, 38, 243 (1994).
 38. Luchsinger, S. E., Kropf, D. H., Garcia Zepeda, C. M., Hunt, M. C., Marsden, J. L., Rubio Canas, E. J., Kastner, C.,

- Kuecker, W. G. and Mata, T. : Color and oxidative rancidity of gamma and electron beam irradiated boneless pork chops. *J. Food Sci.*, 61, 1000 (1996).
39. 정명섭, 강효경, 엄보영, 김영직, 이무하 : 감마선 조사 처리가 쇠고기 숙성에 미치는 효과에 대한 연구. *한국축산학회지*, 39, 297 (1997).
40. 민중석, 이무하, 김일석, 정명섭 : 감마선 조사에 의한 국내산 신선돈육의 미생물학적, 이화학적 및 관능적 특성 변화. *한국축산학회지*, 39, 567 (1997).
41. Ledward, D. A. and Macfarlane, J. J. : Some observations on myoglobin and lipid oxidation in frozen beef. *J. Food Sci.*, 36, 987 (1971).
-
- (2001년 7월 9일 접수)