

계육의 pH, 휘발성 염기질소, 일반세균수 및 K치의 사후변화

본고는 지난 '94년 12월 한국축산식품학회지 제14권에 동서공대 식품
공학과 이지은 교수, 경성대학교 식품공학과 정인철, 김미숙, 문윤희
교수가 발표한 "계육의 pH, 휘발성 염기질소, 일반세균수 및 K치의
사후변화"에 대한 내용을 발췌 게재한 것이다.

-편집자주-

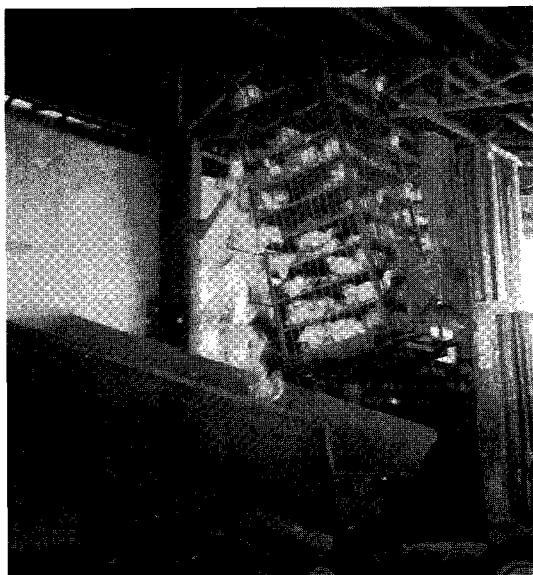
I. 서론

최근에 계육 소비형태의 다양화로 그 품질에 대한 관심이 높아지고 있다. 일반적으로 식육은 도살 후 사후강직, 해강 및 숙성의 단계를 거치면서 식용으로 이용하게 된다. 그 사후변화의 속도는 동물의 종류에 따라서 크게 차이를 보이며 계육은 포유동물의 근육에 비하여 비교적 빠르게 진행된다.

그리고 계육은 다른 식육에 비하여 도살과정의 특수성과 근육조직의 위약성 때문에 미생물의 침투가 용이하여 쉽게 부패될 수 있는 육류 중의 하나이다. 따라서 계육의 품질은 신선도에 크게 의존하고 있으면서도 그 품질평가를 위한 신선도 지표에 관한 연구는 적은 편이다.

돈육, 우육 등의 축육은 숙성에 의해서 품질이 향상되지만 계육은 다른 축육에 비해서 사후강직의 정도가 적고, 그것이 연도 등의 품질에 미치는 영향도 적다. 계육의 과학적인 신선도 지표로서는 주로 pH, 휘발성 염기질소 및 일반세균수 등이 이용되고 있으나 그들의 수치는 부패 이전의 신선도 변화를 판단하는 데에는 어려움이 있다.

한편, 사후변화가 빠른 어육의 신선도 지표로서는 Saito 등이 ATP의 분해물인 inosine(HxR), hypoxanthine(Hx)의 양으로서 신선도를 판정하는 선도판정항수 즉, K치를 제안한 후에 K치는 어류의 선도판정법으로 널리 이용되고 있다. Terasaki 등에 의하여 계육의 근육 중의 ATP가 어류와 같은 분해경로를 나타낸다는 것이 밝혀져 K치가 계육의 초기부패 이전의 선도 저하를 나타내는 지표의



하나로서 이용될 수 있다고 하였다.

그러므로 계육의 부폐초기 이전의 신선도를 나타내는 지표의 하나로서 K치를 측정하여 pH, 휘발성 염기질소 및 일반세균수 등과 비교함이 필요하다고 생각되어 본 연구에서는 사후 저장온도 0, 15 및 30°C에서 가슴살과 다리살의 pH, 휘발성 염기질소, 일반세균수 및 K치의 변화를 측정하여 그 특성들을 계육의 신선도 판정지표로 이용하는데 필요한 자료를 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1) 재료

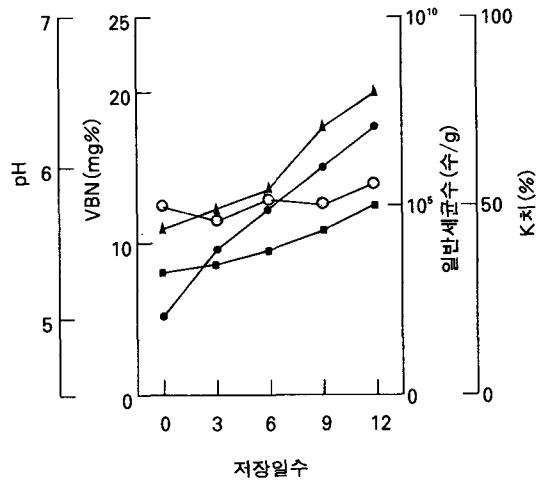
본 실험에 사용된 육계(생체중 1.39 ± 0.38 kg)는 부산시 지정 도계장에서 암수 구별없이 도살하여 뼈를 붙인 채 0.05mm polyethylene film으로 포장하고 0, 15 및 30°C에 저장하면서 실험일에 포장을 제거하여 이용하였다.

2) 실험방법

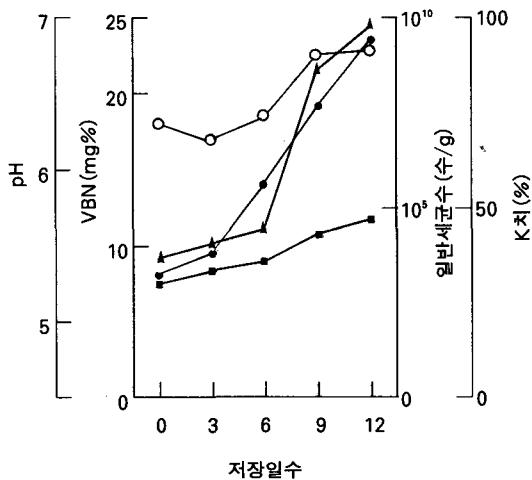
pH 측정은 시료 약 10g을 잘게 썰어 혼합하여 pH meter(Model DP-135 M, DONG-WOO medical system, Korea)의 유리전극을 육표면에 직접 접촉하여 측정하였으며, 휘발성 염기질소량은 미량화산법을 이용하였다. 일반 세균수 측정은 표준 평판 한천배지를 유리접시에 혼합 응고시켜 35~37°C에서 48시간 배양 후 colony를 계수하였다. K치는 복전 등의 방법에 준하여 추출한 ATP 관련물질의 전체 즉, ATP, ADP, AMP, IMP, HxR 및 Hx에 차지하는 HxR, Hx량의 백분율로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

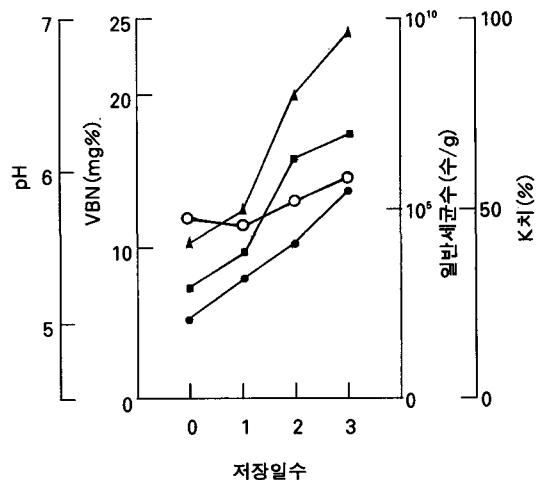
계육의 가슴과 다리살을 0°C에서 저장할 때



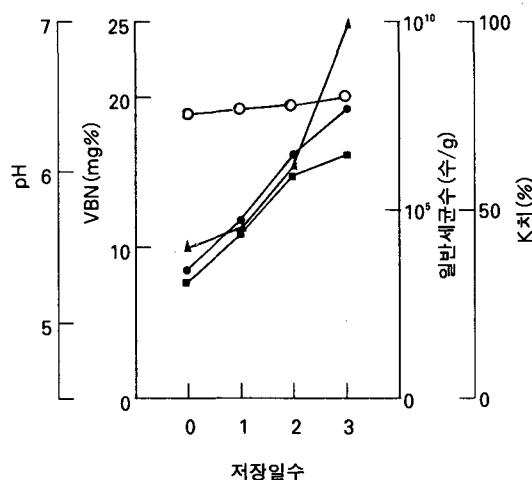
<그림1> 0°C에서 계육을 저장할 때 가슴과 다리살의 변화 pH(○), VBN(▲), 일반세균수(■), K치(●)



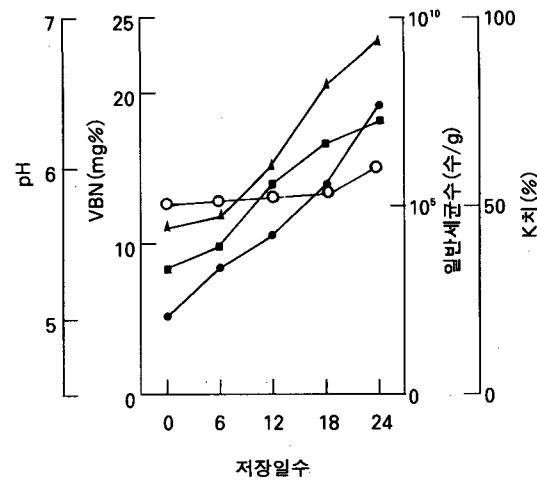
〈그림2〉 0℃에서 계육을 저장할 때 가슴과 다리살의 변화 pH(○), VBN(▲), 일반세균수(■), K치(●)



〈그림3〉 15℃에서 계육을 저장할 때 가슴과 다리살의 변화 pH(○), VBN(▲), 일반세균수(■), K치(●)



〈그림4〉 15℃에서 계육을 저장할 때 가슴과 다리살의 변화 pH(○), VBN(▲), 일반세균수(■), K치(●)

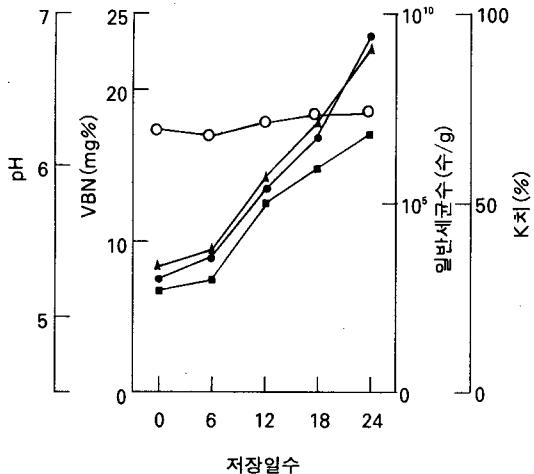


〈그림5〉 30℃에서 계육을 저장할 때 가슴과 다리살의 변화 pH(○), VBN(▲), 일반세균수(■), K치(●)

의 pH, 휘발성 염기질소, 일반세균수 및 K치의 변화는 그림1과 2에서 보는 바와 같다.

시료의 pH는 사후 2시간째(저장 0일)에 가

슴살 5.7, 다리살 6.3이었으며, 저장 3일째에 다소 낮아졌다가 차츰 처음의 수준을 회복한 후 5.9 및 6.7에 이르렀다. 그리고 가슴살보다



〈그림6〉 30℃에서 계육을 저장할 때 가슴과 다리 살의 변화 pH(○), VBN(▲), 일반세균수(■), K치(●)

다리살이 높은 경향을 나타내었고, 그 변화의 폭도 크게 나타났다. 휘발성 염기질소는 가슴 살의 경우 저장 6일에 13.0mg%, 12일에 20.0 mg%로 상승되었고 다리살의 경우는 저장 6일에 11.0mg%, 9일에 23.5mg%로 되었다. 그리고 다리 및 가슴살 모두 저장 6일에서 9일 사이에 증가폭이 가장 컸음을 알 수 있었다. 일반세균수는 가슴살의 경우 저장 9일에서 12일 사이, 다리살은 저장 6일에서 9일 사이에 가장 많이 증가하는 것을 알 수 있었다. K치의 변화는 가슴 및 다리살 모두 저장 12일까지 경시적으로 변하여 사후 2시간째에 각각 20 및 35%이던 것이 저장 6일째에 50 및 58%로 상승하고 저장 12일째에는 70 및 92%로 증가하였다.

15℃에 저장한 경우의 결과는 그림3과 4에 나타내었다. 저장되는 동안의 pH의 변화는 가슴살의 경우 사후 2시간에서 1일 사이에 다소

낮아진 것을 제외하고는 모두 서서히 상승하여 저장 3일째에 가슴 및 다리살의 pH는 각각 5.8 및 6.4이었다. 휘발성 염기질소는 두 부위 모두 저장 3일까지 경시적인 변화를 보였으나 가슴살은 저장 1일에서 2일 사이, 다리살은 저장 2일에서 3일 사이에 그 변화폭이 가장 컸고, 가슴살이 저장 2일째, 다리살은 3일째에 20mg%를 넘었다. 일반세균수는 두 부위 모두 저장 1일에서 2일 사이에 크게 증가하여 가슴 살은 저장 2일째에 3.0×10^6 cells/g으로 큰 증가폭을 나타내었다. K치는 가슴 및 다리살 모두 저장 3일까지 거의 직선으로 상승하였으며, 저장 3일째에 각각 55 및 78%로 다리살이 다소 높은 경향을 보였다.

도살 후 30℃에서의 결과는 그림5와 6에 나타내었다. pH는 가슴 및 다리살 모두 서서히 상승하였으며 사후 24시간에 가슴살은 5.9, 다리살은 6.5에 도달하였다. 휘발성 염기질소는 18시간째에 가슴 및 다리살에서 각각 19.0 및 18.0mg%이었으며 24시간에는 22.5 및 24.0 mg%를 나타내어 두 부위 모두 사후 6시간 이후에 증가율이 크게 되는 결과를 보였다. 일반세균수는 가슴 및 다리살 모두 6시간에서 12시간 사이에 많이 증가하였고, 가슴살은 저장 12시간에 4.6×10^6 , 18시간에 3.5×10^6 을 넘었으며, 다리살은 저장 12시간에 7.4×10^6 , 18시간에 5.2×10^6 으로 다리살이 가슴살보다 높은 경향을 나타내었다. K치는 가슴살의 경우 6시간에서 12시간 사이에 다소 적게 증가한 것을 제외하고는 저장 18시간에 55 및 78%이던 것이 24시간에는 75 및 98%의 증가를 보여 가슴 및 다리살 모두 24시간까지 경시적인 변화양상을 보였다.



이상과 같은 결과를 종합하여 보면 도살 후 계육의 pH는 사후 0, 15 및 30°C에서 모두 경시적으로 높아지거나 낮아지는 시점이 일정하지 않았으며 가슴살보다 다리살의 pH가 높게 유지되고 있음을 알 수 있었다. 이와 비슷한 현상은 18개월 이상된 산란노계를 뼈를 붙인 채 폴리에틸렌 주머니에 포장하여 0°C에서 저장하는 시료와 8~12주령의 육계를 10mM NaN₃로 미생물 증식을 방지하고 2°C에 저장한 시료를 대상으로 실험한 결과에서도 찾아볼 수 있다. 그러므로 계육의 pH값을 신선도의 판정지표로서 이용하는 것은 어려움이 있었다.

휘발성 염기질소의 함량과 일반세균수는 저장온도가 다른데에서 오는 다소의 차이는 있으나 저장 중의 변화양상이 비슷하여 가슴살과 다리살 모두 특정시기에 크게 상승하는 것을 알 수 있었다. 그러므로 휘발성 염기질소 함량과 일반세균수의 결과도 계육의 부패도 판정지표로는 적당하지만 부패전의 신선도 지표로서는 적당치 않음을 알 수 있었다.

휘발성 염기질소는 세균의 증식 정도와 밀접한 관계가 있어서 세균수가 증가하여 관능적으로 초기부패가 느껴질 때까지는 그 증가폭이

적고 그 후에 급속히 변화된다고 하였다. 변 등은 계육을 3~4°C에 저장할 경우 저장 10일 경부터 휘발성 염기질소량이 증가하였다고 보고하였으며,森은 4.5°C에 저장할 때 6일째에 암모니아태 질소가 급격히 증가하여 18mg% 이상이었고, 9일째에는 부패취가 발생하였다고 하였다. 우리나라 식품위생법에는 생육 및 포장육에 한하여 휘발성 염기질소의 함량은 20 mg% 이하로 규정하고 있으며 Barnes는 계육의 일반세균수가 1.0×10^6 이면 부패초기 단계라고 하였고,森은 계육 중에 중온세균수가 $10^7 \sim 10^8$, 휘발성 염기질소 18~23mg%, 그리고 지방을 제거한 것에서는 중온세균수 $10^9 \sim 10^{11}$, 휘발성 염기질소 28~34mg%로 되었을 때 부패취가 발생하였다고 하였다.

본 실험에서는 0, 15 및 30°C에서 각각 9일, 3일 및 18시간째에 관능적으로 암모니아 냄새와 같은 불쾌취가 발생하여 부패초기인 것을 쉽게 판단할 수 있었으나 그 때의 휘발성 염기질소와 일반세균수는 그렇게 높지 않았다. 그것은 도살후 계육을 저장하는 동안 관능적으로 느껴지는 부폐현상이 계육의 표면에서 발생하는 것이고 실질적으로 실험에 사용한 시료는 계육의 갑질을 벗기고서 이용하였기 때문이라고 생각된다.

식육은 미생물의 번식과 균육 중에 함유되어 있는 자가효소의 작용에 의해서 신선도가 저하되는데, 미생물의 번식에 의하여 단백질이 분해를 받고 염기성 물질이 증가하여 pH 및 휘발성 염기질소 등이 상승한다. 그러나 그들의 수치는 부폐의 지표로 가능하며 부폐 이전의 신선도를 결정하기는 어렵다. 그래서 최근 계육의 에너지 대사가 어육과 비슷하다는 결과들

을 토대로 어류 선도판정항수인 K치를 계육의 신선도 관리에 응용하는 연구가 이루어져 그 유효성이 확립되어 가고 있다.

계육의 에너지 대사에 관한 연구에서, Terasaki 등과 Khan 등은 계육도 어육과 같이, ATP, ADP, AMP, IMP, HxR 및 Hx의 경로를 거치는 것이 확인되었다. 關 등도 도살 직후의 계육의 선도를 glycogen, 보효소 NAD, ATP 관련물질, 유산 및 유리아미노산 등을 측정한 결과 glycogen, NAD, 유산의 변화는 급격하게 변하며 변화양상이 일률적이 아니었기 때문에 계육의 신선도를 판정하려고 할 때에, 도살 후의 저장온도와 시료의 채취부위가 K치의 변화양상을 크게 좌우하기 때문에 주의해야 한다고 지적하고 있다.

沼田 등에 의하면 계육의 K치는 도살 후 -10°C에서 6개월째에 80%, -20°C에서는 12개 월째 40%까지 상승하지만 -30°C에 보존할 경우에는 그 상승현상이 없었다고 하였다.

또 계육의 가슴살은 단일근육이기 때문에 어느 부위를 시료로 하여도 유사한 K치를 얻을 수 있지만 다리살은 생리활성이 다른 근육의 복합근이므로 시료 채취부위에 따라 K치가 다르게 된다고 하였다. 이와 같은 결과는 北田 등 森 등의 연구에서도 보고되어 있다. 그러므로 野崎는 K치로서 계육의 신선도를 판단할 경우 그 계육 전체를 대표할 수 있는 부위가 아니면 그 의미가 적다고 하였다. 그는 가슴살과 다리살 중에서도 여러 부위에서 K치의 사후변화를 측정 비교하여 가슴살은 중심부위, 다리살은 외측부위, 전체적으로는 가슴살의 중심부위가 가장 효과적이었다고 하였다. 그러므로 본 실험에서도 그러한 점을 감안하여 시료

를 채취하여 실험한 결과 K치는 도살 후 30°C에서의 다리살을 제외하고는 대부분 저장기간이 경과되면서 경시적인 변화양상을 보여서 pH, 휘발성 염기질소 및 일반세균수의 변화양상과 차이가 있었다. 우육이나 돈육 등의 축육은 숙성도에 비해서 품질이 향상됨을 알 수 있으나 계육은 그들에 비해서 사후변화가 빠르게 일어나고 그 정도가 크지 않으며 육의 연도가 품질에 미치는 영향도 적어서 신선도가 그 품질의 중요한 지표가 되는 점을 감안해 볼 때에 K치는 계육의 신선도 지표로서 유효한 특성이 될 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 적색근이 많은 다리살에서 백색근과 백색근이 생리적 상태가 다른 것이 K치의 변화에 영향을 주고 있음을 알 수 있었다.

IV. 요약

계육의 신선도 평가를 위한 기초적 자료를 얻기 위하여 도살 후 0, 15 및 30°C에서 계육의 가슴과 다리살의 pH, 휘발성 염기질소, 일반세균수 및 K치를 측정하였다.

pH는 저장기간이 증가함에 따라 그 변화양상이 일정하지 않았으며, 가슴살보다 다리살이 높은 경향을 나타내었다. 휘발성 염기질소와 일반세균수는 모두 일정기간까지는 그 증가폭이 적었으나 그 이후 급속히 상승하였으며 K치는 시간이 흐름에 따라 경시적인 변화를 나타내었다. 그러므로 계육의 부폐 이전의 신선도 지표로서는 pH, 휘발성 염기질소 및 일반세균수보다 K치가 유효함을 알 수 있었다.

*참고문헌 원본 참조