



건조시간을 달리하여 제조한 사슴고기 육포의 저장 중 품질 특성 변화

김일석 · 진상근* · 박기훈 · 김동훈 · 하경희¹ · 박석태² · 광경락² · 박정권³ · 강양수⁴

진주산업대학교 동물소재공학과, ¹농촌진흥청 축산기술연구소, ²통영시농업기술센터,
³사슴나라, ⁴경상남도농업기술원

Changes in Quality Characteristics of Venison Jerky Manufactured under Different Dry Time during Storage

Il-Suk Kim, Sang-Keun Jin*, Ki-Hoon Park, Dong-Hoon Kim, Kyung-Hee Hah¹, Seok-Tae Park²,
Kyung-Rak Kwuak², Jung-Kwon Park³, and Yang-Su Kang⁴

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University

¹National Livestock Research Institute, RDA

²Tongyeong Agricultural Development and Technology Center

³Sasum-Nara Farm

⁴Gyeongnam Agricultural Research & Extension Service

Abstract

To determine the proper processing and storage conditions, physico-chemical, microbial and sensory properties of venison jerky under different dry times were measured during storage at 30°C for 28 days. Samples were dried for 3 hr (T1), 4 hr (T2) and 5 hr (T3) at 75°C in the smoke chamber, respectively. The pH of T1 was slightly lower than those of T2 and T3 as storage time increased. As dry and storage time increased, TBARS of T2 and T3 were significantly higher ($p<0.05$) than that of T1. In meat color, L* values of T3 showed slightly higher than those of T1 and T2, while a* values were not clearly tendency by the passage of storage time. b* values of T2 and T3 were higher than that of T1. The water activity were significantly lower ($p<0.05$) in the order of T3<T2<T1. There was not significantly difference in texture among the treatments. The number of total plate counts (TPC) were below 4.45 log₁₀ CFU/g until 28 days and its number were accepted by sensory evaluation. In conclusions, T2 and T3 showed slightly high overall acceptability and lipid oxidative stability compared to T1 conditions. These results indicated that longer dry time (4~5 hr) of venison jerky would be better characteristics as compared to shorter dry time (3 hr) with increased storage time at 30°C.

Key words : physico-chemical, microbial and sensory properties, venison jerky

서론

육포는 절임(salting)이나 건조(drying)에 의해 수분활성도를 줄임으로써 미생물의 성장을 억제시키는 가장 오래된 건

조 저장식품 중의 하나이다(Faith *et al.*, 1998). 우리나라에서 육포는 원시 수렵시대부터 먹고 남은 고기를 높은 곳에 걸어 놓아 건조되면 오랫동안 두고 먹을 수 있다는 것을 자연스럽게 터득하면서 유래되었다고 추정되며(한·등, 1998), 최근 들어 국민소득의 증대, 소비자 기호의 다양화, 편리성 및 고급화 추세에 따라 육포의 소비가 점차 대중화 되어 가고 있어 일반 소비자뿐만 아니라 여행자들에게도 매우 인기가 높은 식품으로 활용도가 증가되고 있다(Park and Lee, 2005). 또한 육포는 높은 단백질과 철, 낮은 지방 함유에 의한 영양적인

* Corresponding author : Sang-Keun Jin, Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, 660-758, Jinju, Korea. Tel: 82-55-751-3283, Fax: 82-55-751-3280, E-mail: skjin@jinju.ac.kr

측면과 식품 안전성 확보($a_w < 0.70$)가 가능하여 스낵 식품(snack food)으로써의 요구도가 높고, 전 세계의 편의점에서 폭넓은 소비자들로부터 널리 이용되고 있다(Calicioglu *et al.*, 2003).

사슴고기는 현대인의 구미에 맞는 고단백, 저콜레스테롤의 조건을 갖추고 있으면서도 국내에서 대중화에 어려움을 겪어오고 있는데, 이는 사슴고기를 활용한 새로운 요리 및 가공제품 개발이 매우 부족하였기 때문이다. 서양에서 사슴고기는 낮은 지방과 상대적으로 높은 적육의 구성 비율 때문에 건강식품으로서 인기가 있으나(Solmon *et al.*, 1994; Stevenson *et al.*, 1992; Wiklund *et al.*, 2005), 지금까지 국내에서 육포에 사용된 원료는 주로 쇠고기(Lee *et al.*, 2004; Lee and Park, 2004; Oh, 2004; Park and Lee, 2005)에 국한되어 있고, 국내의적으로도 사슴고기를 이용한 육포에 관한 연구는 극소수(Keene *et al.*, 1997)에 불과한 바, 비교적 활용도가 낮은 사슴고기의 부가가치 향상 차원에서 육포 상품화에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

육포의 품질에 관한 연구는 원료의 종류(Lee and Kang, 2003; Park and Lee, 2005), 첨가제 및 부재료의 첨가(김 등., 2005; Lee *et al.*, 1997a; Lee and Park, 2004; Park *et al.*, 2002), 온도와 시간 등 가공조건(Faith *et al.*, 1998; 정 등., 2005; Lee *et al.*, 1997b; Yoon *et al.*, 2005) 등 분야별로 다양하게 진행되어오고 있으나, 품질향상을 위한 더 많은 연구가 요구되고 있다.

본 연구는 건조시간을 달리하여 제조한 사슴고기 육포의 저장 중 품질 특성의 변화를 알아보고자 실시되었다.

재료 및 방법

공시시료

경남 통영소재 농장(사슴나라)에서 사육된 엘크사슴(*Elk deer, Cervus elaphus andadensis*; ♀, 월령 30개월, 생체중 170 ± 15 kg)을 인근 도축장으로 이송하여 타액법으로 실신시키고 경동맥을 절단하여 방혈시킨 후 박피하고 내장을 적출하였다. 도축 후 24시간 냉장시킨 지육에서 뒷다리 부위를 채취하고 과도한 지방과 결체조직을 제거한 다음 냉동고(-18°C)에 3개월 보관된 시료를 결 방향에 따라 50 mm 두께로 절단한 후 자연 해동하여 사용하였다. 한편, 사용된 사슴고기 뒷다리 성분(Kim *et al.*, 2006)은 수분 75.25%, 조지방 21.45%, 조지방 2.54%, 조회분 1.03%이었다. 또한, 통상적으로 도축 후 사슴고기는 냉장육 상태에서 샤부샤부 등 고가의 요리로 제공되고, 판매 후 남은 사슴고기는 냉동고에 저장시킴에 따라 점점 품질이 떨어지게 되는 바, 본 실험에서는 이들 냉동육을 육포용 공시시료로 사용하여 사슴고기의 부가

가치를 높이고자 하였다.

육포제조 및 처리

육포 제조를 위해 간장 61.0%(탈지대두 15.28%, 소맥 20.02%, 콩고식품 <주>), 설탕 26.2%(원당 100%, CJ <주>), 갈은 마늘 6.0%, 맛술(미향) 5.0%(액상과당, 액상포도당, 레몬식초 등, <주>오뚜기), 참기름 1.5%(참깨 100%, CJ <주>), 녹차분말 0.2%(녹차 100%, 태평양), 후추 0.1%(흑후추 100%, <주>오뚜기)의 비율로 조성된 조미액을 제조하였다. 미리 준비된 절단된 시료를 조미액에 침지시켜 손으로 잘 혼합시킨 후 텀블러(Vis-41, BIRO MFG Co., USA)에 넣고 4시간 동안 텀블링한 후 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 냉장실에서 12시간 숙성시켰다. 처리 후 표면에 묻은 과도한 조미액을 제거한 후 75°C 로 조정된 훈연기(AC-7FM-SMK, NU-VU, USA)에 넣어 처리구 별로 각각 3시간(T1), 4시간(T2), 5시간(T3) 동안 열풍건조를 실시하였고, 건조되는 동안 훈연기의 습도조절기(Humidity controller)를 7.5에 조정(예상습도 70~80%)하였다. 일반적으로 저장성 증진을 위해서는 저온에서 진공포장 조건이 바람직하나, 본 실험에서의 합기포장 및 고온에서의 저장온도 조건을 설정한 것은 보존료, 발색제 등 화학적 첨가제가 전혀 들어있지 않는 육포 제품의 식품 안전성을 열악한 실험조건하에서 평가하기 위함이다. 따라서 건조가 완료된 제품을 상온에서 방냉시킨 후 합기포장(Nylon/PE)상태에서 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 보관하면서 품질특성 변화를 분석하였다.

조사방법

1) pH

시료육 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

2) TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances)

Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole (BHA) 50 μL 와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화시킨 후 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid (TBA)/trichloroacetic acid (TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90°C 의 항온수조에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정된 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malonaldehyde)/kg으로 나타내었다.

3) 육 색

Chromameter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 동일한 방법으로 5회 반복하여 측정하여 명도(lightness)를 나타내는 L*값, 적색도(redness)를 나타내는 a*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b*값을 측정하였다. 이때 L*값 89.2, a*값 0.921, b*값 0.783인 표준색판을 사용하여 표준화한 다음 측정하였다.

4) 수분활성도

수분활성도는 시료를 잘게 잘라 조밀하게 채우고 수분활성도 측정기(O₂ & CO₂ Analyzer LKM200A, Lokas, Korea)를 사용하여 상온에서 측정하였다.

5) 경도

Rheometer(EZ-test, Shimadzu, Japan)를 이용하였으며, 분석조건은 chart speed 120 mm/min, maximum load 10 kg, 측정 속도 20 mm/sec, adapter No. 4로 측정하였다.

6) 총균수

시료 10 g을 1% peptone 수 90 mL에 넣고 bagmixer로 균질시킨 다음 1 mL를 채취하여 준비된 9 mL peptone 수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(plate counter agar, Difco, USA)에 평판배양하여 37°C에서 1일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

7) 관능검사

관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 각각의 시료를 3×3 cm 길이로 일정하게 절단한 후 접시에 담아 제공하였으며, 육색, 풍미, 이취, 전체적인 기호도를 각각 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하여 관능검사를 실시하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고, 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

pH

사슴고기 육포의 건조시간 차이에 따른 저장 중 pH 변화를 Table 1에 나타내었다. T1의 pH는 초기 5.66에서 저장 28일차에는 5.68로 나타났으며, T2는 초기 5.71에서 저장 21일

부터는 5.56 수준을 유지하였고, T3는 초기 5.59에서 저장 28일차에는 5.60으로 나타났다. 건조시간에 따른 pH의 변화는 건조시간이 짧은 T1이 높았고, 건조시간이 긴 T3가 낮은 경향이였다. 저장기간에 따라서는 저장 14일차에 전처리구의 pH가 가장 높았고, 21일에는 다시 낮아졌다($p < 0.05$). 한편, Yang과 Lee(2002)는 시판 육포류의 pH 범위는 5.41~6.11 사이로 수입 육포류가 평균 5.79로 높은 반면 국내산 육포류와 수입육 국내 생산 육포류가 약간 낮았다고 하였다.

TBARS

사슴고기 육포의 건조시간 차이에 따른 저장 중 TBARS 변화를 Table 2에 나타내었다. 건조시간이 짧은 T1이 다른 처리구에 비해 낮은 TBARS 값을 보였으며, 저장 21일차부터는 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 저장기간에 따라서는 저장 14일차에 모든 처리구에서 유의적으로 높았으며, 저장 28일차에는 다시 유의적으로 낮아졌다($p < 0.05$). Yang과 Lee(2002)는 시중에 유통중인 국내산 육포류, 수입육 국내 제조 육포류, 수입 육포류를 수거하여 TBARS를 조사한 결과 각각 0.246, 0.367, 0.270 mg/kg이었다고 보고하였고, Jung 등(1994)은 시판 육포 5종을 구입하여 25°C에서 10주간 저장후의 TBARS값은 3종의 경우는 0.171~0.193이며, 나머지 2종은 각각 0.325, 0.304를 나타내었으며, 이때 관능적으로 약간의 산패취를 느낄 수 있었다고 하였다. 본 연구에서 TBARS가 Jung 등(1994)의 결과와 비교 시 수치가 높게 나타난 것은 보관온도의 차이에 의한 것으로 25°C보다 높은 30°C에서 지질 산화에 의해 형성되는 malonaldehyde의 생성량과 분해속도가 빨랐을 것으로 예상되고 또한 이러한 요인들 이외에도 원료육의 상태나 배합비 및 기타 제조방법 등에 따른 복합적인 요인들이 관여한 결과라고 판단된다.

육 색

사슴고기 육포의 건조시간 차이에 따른 저장 중 육색 변화를 Table 3에 나타내었다. 건조시간에 따른 육색을 보면, 건조시간이 긴 T3의 L*값이 다소 높은 경향을 보였고, 적색도(a*)와 황색도(b*)는 뚜렷한 경향이 없었다. 저장기간별로 보면, 명도(L*)값은 T1의 경우 24~26 수준에서 저장 전 기간 동안 유의적인 차이를 보이지 않았다. T2는 초기 25.96에서 저장 7일차에 29.08로 가장 높았고($p < 0.05$) 그 이후 다시 감소하여 저장 21일부터는 25 수준을 유지하였다. T3는 저장 14일차에까지 31.33까지 유의적으로 높아지는 경향이였으나($p < 0.05$) 나머지 기간에서는 유의적인 차이가 없었다. Park 등(2002)은 당의 종류와 녹차가루 첨가량에 따른 색도 측정에서 녹차가루 함량이 높을수록 명도값은 낮았고 적색도, 황색도는 높았으나, 당의 종류는 영향을 미치지 않았다

Table 1. Effects of drying time on pH of venison jerky during storage at 30°C

Treatments ¹⁾	Storage (days)				
	1	7	14	21	28
T1	5.66±0.02 ^{Bbc}	5.61±0.04 ^c	5.92±0.05 ^{Aa}	5.63±0.01 ^{bc}	5.68±0.01 ^{Ab}
T2	5.71±0.02 ^{Ab}	5.60±0.02 ^c	5.83±0.01 ^{Ba}	5.56±0.10 ^c	5.56±0.01 ^{Cc}
T3	5.59±0.03 ^{Cb}	5.58±0.01 ^b	5.83±0.03 ^{Ba}	5.57±0.02 ^b	5.60±0.02 ^{Bb}

¹⁾ T1 (dried at 75°C for 3 h), T2 (dried at 75°C for 4 h), T3 (dried at 75°C for 5 h).

^{A-C} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

^{a-c} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

고 하였으며, 향신료 첨가에 따른 육포의 L*값은 로즈마리 첨가 육포군이 가장 높았고, 녹차 첨가 육포군이 유의적으로 낮았다고 하였고(Lee와 Park, 2004), Park과 Lee(2005)는 생산국별 및 종류별 쇠고기를 이용하여 제조한 육포 색차 측정 결과 한우와 육우 사이에는 눈에 뵈지 않을 만큼, 한우와 호주산 사이에는 근소한 색의 차이를 나타내었다고 하였다. 정 등(2005)은 돈육 육포를 기존 건조방법(80°C, 3시간 30분), 계단식 건조법(55°C, 60분 → 65°C, 60분 → 72°C, 90분)과 역계단식 건조법(72°C, 90분 → 65°C, 60분 → 55°C, 60분)에 의해 제조 시 L*값은 역계단으로 건조한 육포가 계단식으로 건조한 육포보다 유의적으로 높은 값을 보였고($p<0.05$), a*값은 80°C로 건조한 육포가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높았으며($p<0.05$), b*값은 역계단으로 건조한 육포가 가장 높았고, 계단식으로 건조한 육포가 가장 낮은 경향($p<0.05$)을 보였다고 하였다. Lee 등(1997b)은 건조온도가 높을수록 L*, a*, b*값 모두 높은 경향을 보였다고 하였으나, Lee 등(2004)과 Oh (2002)는 이와 상이한 결과를 보였고, 또한 Lee와 Kang (2003)은 60 및 70°C에서 보다 50°C에서 L*이 유의적으로 낮았으며($p<0.05$), a*값은 가열온도가 높아짐에 따라 수분함량에 관계없이 증가하는 경향을 보였고, b*값은 50°C에서 보다 60 및 70°C에서 유의적으로 높았다고($p<0.05$) 하였다. Lee 등(2004)은 냉풍건조가 열풍건조에 비해 더 밝고 가장 선홍

색을 띠고 낮은 황색값을 가졌다고 보고하였다. 이러한 선행 연구들과 본 실험과의 색상의 차이는 산소의 유무 및 양, 저장온도, 육 조직 내의 효소활동, 포장방법, 미생물의 오염도, pH 등의 요인(Cornforth, 1994)과 함께 첨가되는 원 부재료의 종류, 육포 조미액과 침지나 숙성 및 침투속도, 건조방법 및 건조속도 상수의 차이 등도 복합적으로 관여된 것으로 여겨지며 이에 대한 더 많은 연구가 진행되어야 할 것이다.

수분활성도

사슴고기 육포의 건조시간 차이에 따른 저장 중 수분활성도 변화를 Table 4에 나타내었다. 식품에 존재하는 수분은 조직감뿐만 아니라 간접적으로 여러 가지 화학반응을 통하여 식품의 저장수명을 결정한다. 미생물 성장을 위한 수분요구를 수분활성도(water activity)라 하는데 미생물의 종에 따라 최소한의 수분활성도는 달라질 수 있다(Kim *et al.*, 1998). Leistner(1987)는 저키와 같은 중간수분식품(intermediate moisture foods)의 저장 안전성에 기여하는 가장 중요한 요인이 수분활성도라고 하였다. 육포 제조 시 건조시간이 길어짐에 따라 수분활성도는 낮아졌다. Lee와 Kang(2003)은 50°C 건조온도에서 수분함량 18%인 육포의 수분활성도가 0.51로 가장 낮았고, 70°C 건조온도에서 24%의 수분함량을 가진 육포가 0.72로 가장 높았다고 하였다. T1은 수분활성도

Table 2. Effects of drying time on TBARS of venison jerky during storage at 30°C

Treatments ¹⁾	Storage (days)				
	1	7	14	21	28
T1	0.50±0.07 ^{ab}	0.41±0.02 ^b	0.53±0.08 ^a	0.29±0.01 ^{Bc}	0.26±0.01 ^{Bc}
T2	0.39±0.06 ^b	0.42±0.04 ^b	0.56±0.02 ^a	0.39±0.02 ^{Ab}	0.29±0.02 ^{Ac}
T3	0.43±0.11 ^b	0.45±0.05 ^b	0.56±0.04 ^a	0.37±0.04 ^{Abc}	0.29±0.01 ^{Ac}

¹⁾ T1 (dried at 75°C for 3 h), T2 (dried at 75°C for 4 h), T3 (dried at 75°C for 5 h).

^{A,B} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

^{a-c} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 3. Effects of drying time on color of venison jerky during storage at 30°C

Treatments ¹⁾	Storage (days)					
	1	7	14	21	28	
L*	T1	25.99±0.73	24.74±0.97 ^B	26.50±1.75 ^B	24.86±1.58 ^B	25.65±2.55
	T2	25.96±0.63 ^{bc}	29.08±2.35 ^{Aa}	27.40±0.72 ^{Bab}	25.58±0.78 ^{Bbc}	25.22±1.89 ^c
	T3	25.96±1.27 ^b	27.24±1.17 ^{Ab}	31.33±3.00 ^{Aa}	27.62±0.63 ^{Ab}	26.18±1.20 ^b
a*	T1	3.04±0.28 ^b	2.64±0.86 ^b	4.60±1.31 ^a	2.58±1.04 ^{Bb}	4.47±0.70 ^{Aa}
	T2	3.35±0.54 ^b	3.91±1.23 ^b	4.59±1.12 ^a	2.63±0.40 ^{Bb}	2.32±1.75 ^{Bb}
	T3	2.67±1.28 ^c	3.50±0.47 ^{bc}	4.50±0.36 ^{ab}	5.47±1.42 ^{Aa}	2.70±0.81 ^{Bc}
b*	T1	2.57±0.48	1.65±0.47 ^B	3.11±1.05 ^B	2.33±0.83 ^B	2.86±1.83
	T2	2.91±0.61 ^b	5.21±2.11 ^{Aa}	4.38±0.64 ^{ABab}	2.74±0.84 ^{Bb}	3.11±1.69 ^b
	T3	2.40±1.01 ^c	2.85±0.26 ^C	5.41±1.18 ^{Aa}	4.08±0.65 ^{Ab}	3.15±0.91 ^{Bc}

¹⁾ T1 (dried at 75°C for 3 h), T2 (dried at 75°C for 4 h), T3 (dried at 75°C for 5 h).

^{A,B} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

^{a-c} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

가 최초 0.67에서 저장기간이 경과함에 따라 증가하여 저장 말기에는 0.76으로 유의적으로 높았다($p<0.05$). T2는 저장기간 중 0.52~0.57 범위를 보였고 전 기간 동안 유의적인 차이는 없었다. T3는 저장 14일차에 0.46으로 유의적으로 낮았으나, 저장 1일, 7일, 21일 및 28일에는 유의적인 차이가 없이 0.50~0.53을 나타내었다. Yoon 등(2005)은 60°C에서 10시간 건조되는 동안 시료의 수분활성도는 크게 감소하였으나, 25°C에서 60일 동안 저장 시 유의적인 차이가 없다고 하여 본 연구결과와 일치하였다. Jung 등(1994)은 25°C에서 저장 3주에 수거 제품에 따라 0.58~0.70으로 나타났다고 보고하였고, 수분활성도는 저장기간이 3주에서 10주까지 길어짐에 따라 감소한다고 하였으며, Yang과 Lee(2002)는 돈육포가 평균 0.743으로 가장 높았고 다음은 수입 육포류 0.742이고, 수입 육 국내 생산 육포류와 국내산 우육포류는 각각 0.724, 0.705로 약간 낮은 수준이었다고 보고하였다. 건조시간에 따른 수

분활성도는 T3, T2, T1 순으로 유의적으로 낮게 나타났으며, 제조 시 건조공정이 길수록 수분활성도가 낮은 결과였다. 모든 처리구에서 식품 부패 미생물의 성장에 필요한 최소한의 수분활성도 이하 값을 보인 것으로 판단되었으나, 최소 수분활성이 호건성 곰팡이 0.65, *Saccharomyces rouxii*는 0.62임 (Kim *et al.*, 1998)을 감안할 때 T2 및 T3 처리가 더 좋을 것으로 생각된다.

경도

사슴고기 육포의 건조시간 차이에 따른 저장 중 경도 변화를 Table 5에 나타내었다. 건조시간이 짧은 T1이 낮은 경향이었으나 유의적인 차이는 없었으며($p>0.05$), 저장기간에 따라서는 건조시간이 긴 T2와 T3는 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), T1은 21일째 가장 높았다가 다시 낮아졌다($p<0.05$). 한편, 정 등(2005)은 건조방법에 따른 돈육 육포의

Table 4. Effects of drying time on water activities of venison jerky during storage at 30°C

Treatments ¹⁾	Storage (days)				
	1	7	14	21	28
T1	0.67±0.02 ^{Ac}	0.69±0.02 ^{Abc}	0.70±0.03 ^{Ab}	0.71±0.00 ^{Ab}	0.76±0.01 ^{Aa}
T2	0.53±0.09 ^B	0.55±0.01 ^B	0.52±0.00 ^B	0.56±0.00 ^B	0.57±0.00 ^B
T3	0.53±0.05 ^{Ba}	0.52±0.01 ^{Ca}	0.46±0.00 ^{Cb}	0.50±0.00 ^{Ca}	0.53±0.00 ^{Ca}

¹⁾ T1 (dried at 75°C for 3 h), T2 (dried at 75°C for 4 h), T3 (dried at 75°C for 5 h).

^{A-C} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

^{a-c} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 5. Effects of drying time on hardness of venison jerky during storage at 30°C

Treatments ¹⁾	Storage (days)				
	1	7	14	21	28
T1	7,722±1,576 ^b	9,109±2,234 ^b	8,796±4,023 ^b	15,141±3,345 ^a	11,223±2,084 ^b
T2	16,074±4,230	13,986±3,606	15,008±6,658	10,824±3,863	16,829±3,597
T3	13,107±2,325	10,711±2,707	15,876±3,922	13,955±2,423	15,775±1,701

¹⁾ T1 (dried at 75°C for 3 h), T2 (dried at 75°C for 4 h), T3 (dried at 75°C for 5 h).

^{ab} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

물성 측정 결과, hardness, cohesiveness, chewiness에서 80°C로 건조한 육포가 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 보였고($p<0.05$), 특히 hardness는 역제단 건조방식(72°C, 90분 → 65°C, 60분 → 55°C, 60분)이 계단식(55°C, 60분 → 65°C, 60분 → 72°C, 90분)으로 건조한 육포보다 낮은 경향을 보였으나 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 하였다.

총균수

사슴고기 육포의 건조시간 차이에 따른 저장 중 총균수 변화를 Table 6에 나타내었다. 모든 처리구에서 저장기간에 경과함에 따라 총균수는 증가하였고, 저장 14일차에 4.0 log₁₀ CFU/g 이상의 수준에 도달하였고, T1은 저장 28일차까지 유의적인 차이가 없이 비슷한 수준을 유지하였으며, T2는 저장 21일차부터 저장 말기까지 유의적으로, T3는 저장 28일차에 유의적으로 증가하였다. 건조시간이 길어짐에 따라 육포는 pH가 낮아지고(Table 1) 수분활성도도 낮아져서(Table 2) 미생물 증식이 억제될 것으로 기대되었으나, 건조시간이 긴 T3의 총균수가 오히려 더 많은 경향이였다. 우리나라 축산물의 가공기준 및 성분규격(국립수의과학검역원, 2003)에 건조저장육류로 분류되는 제품류에 있어서 총균수에 대한 규제는 없다. 일본의 경우에도 비프 져키(beef jerky)와 같은 건조 식육 제품에는 *E. coli* 음성 이외에 나머지 특정균에 대한 규제는 없고 다만 수분활성이 0.78미만으로 기준

이 정해져 있다(Kim *et al.*, 2002). 본 실험 결과 보존료 등 합성 첨가물을 전혀 첨가하지 않고서도 30°C에서 저장 28일차까지 4.0 log CFU/g 수준을 유지하고 있고 또한 Table 4에 나타낸 바와 같이 동 실험에서는 저장 28일까지 수분활성도가 일본 기준인 0.78미만을 유지하고 있기 때문에 사슴고기 육포는 위생적으로 양호하다고 판단되었다. Harrison 등(1997)은 비프 져키 제조 시 60°C에서 10시간 건조처리를 하면, *E. coli* O157:H7를 최소 5-log₁₀-unit로 충분히 감소시킬 수 있다고 보고한 반면, Keene 등(1997)은 사슴고기 육포에서 낮은 온도(<63°C) 건조는 *E. coli* O157:H7 제거를 위한 좋은 방법이 아니라고 하였다. Holley(1985)는 *S. aureus* ATCC 27661를 접종한 쇠고기 육포 제조에서 60°C에서 4시간, 68.3°C에서 4시간 총 8시간 처리 시 최초 오염도의 15%가 생존하였으며, 25°C에서 저장 1주일 후에는 5%로 감소되었다고 하였고, Yoon 등(2005)은 5% 초산 용액에 마리네이딩 처리 후 60°C에서 10시간 건조 시 대조구에 비해 생존 미생물수가 유의적으로 감소하였다고 하였다. Faith 등(1998)은 5% 저지방 육포에서 4-log₁₀ 단위로 감소시키기 위해서는 52°C에서는 10시간, 57°C에서는 8시간, 63°C에서는 6시간, 68°C에서는 4시간, 지방함량이 20%로 높은 육포에서는 52°C 20시간, 57°C 12시간, 63°C 6시간, 68°C에서는 3시간이 필요하다고 하였으며, 일반적으로 병원성 미생물의 수는 온도가 증가함에 따라 매우 큰 비율로 감소한다고 보고하였다. 본 실험에서는 비교

Table 6. Effects of drying time on total plate counts (log₁₀ CFU/g) of venison jerky during storage at 30°C

Treatments ¹⁾	Storage (days)				
	1	7	14	21	28
T1	2.43±0.06 ^{Bc}	3.72±0.00 ^{Bb}	4.24±0.01 ^a	4.24±0.03 ^{Ba}	4.29±0.01 ^{Ca}
T2	2.12±0.10 ^{Cd}	3.66±0.02 ^{Cc}	4.14±0.11 ^b	4.37±0.03 ^{Aa}	4.38±0.01 ^{Ba}
T3	2.80±0.09 ^{Ad}	3.76±0.01 ^{Ac}	4.21±0.04 ^b	4.22±0.01 ^{Bb}	4.45±0.01 ^{Aa}

¹⁾ T1 (dried at 75°C for 3 h), T2 (dried at 75°C for 4 h), T3 (dried at 75°C for 5 h).

^{A-C} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

^{a-c} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 7. Effects of drying time on sensory values²⁾ of venison jerky during storage at 30°C

Treatments ¹⁾		Storage (days)				
		1	7	14	21	28
Color	T1	5.33±0.58	5.33±0.58	4.67±0.58	5.00±1.00	4.67±0.58
	T2	5.33±0.58	5.33±0.58	5.00±1.00	4.33±0.58	5.00±0.00
	T3	5.00±0.00 ^{ab}	5.00±0.00 ^{ab}	4.33±0.58 ^b	4.33±0.58 ^b	5.33±0.58 ^a
Flavor	T1	7.33±0.58 ^a	5.67±1.53 ^{ab}	4.67±2.08 ^{ab}	6.00±1.00 ^{ab}	3.67±1.15 ^b
	T2	7.33±0.58	6.33±1.15	6.00±1.00	5.67±1.15	5.00±1.73
	T3	7.33±0.58	6.00±1.00	5.00±2.00	6.33±1.15	5.00±2.00
Off flavor	T1	3.00±1.00	3.00±1.00	3.33±1.53	5.33±2.89	5.33±1.53 ^A
	T2	3.50±1.00	2.67±1.15	2.67±1.15	4.67±1.53	4.33±0.5 ^{AB}
	T3	1.67±0.58	1.67±0.58	3.33±1.53	4.00±1.73	3.00±1.00 ^B
Overall acceptability	T1	7.00±0.00 ^a	6.00±1.00 ^{ab}	6.00±1.73 ^{ab}	5.67±2.08 ^{ab}	4.00±0.00 ^b
	T2	7.67±0.58 ^a	7.00±1.00 ^{ab}	6.67±1.15 ^{ab}	6.33±0.58 ^{ab}	5.33±1.15 ^b
	T3	7.00±1.00	6.67±1.53	6.33±1.53	7.00±1.00	5.67±1.53

¹⁾ T1 (dried at 75°C for 3 h), T2 (dried at 75°C for 4 h), T3 (dried at 75°C for 5 h).

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

^{A,B} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

^{a,b} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

적 높은 75°C에서 건조를 하였기 때문에 건조시간이 크게 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

관능검사

사슴고기 육포의 건조시간 차이에 따른 저장 중 관능검사 결과를 Table 7에 나타내었다. 건조시간에 따른 관능검사 결과 모든 검사항목에서 저장 28일차의 이취($p<0.05$)를 제외하고 나머지 항목에서는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 전체적인 기호도 점수가 5점대에 이르는 시점을 보면 T1은 21일차이나 T2 및 T3는 저장 28일이었으며, 이 시점이 관능측면에서 유통기한으로 판단되었다. 정 등(2005)은 돈육 육포의 건조방법별 비교에서 색과 풍미에서는 80°C 건조 방법과 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 연도, 다즙성 및 전체적인 기호도에서는 역계단식(72°C, 90분 → 65°C, 60분 → 55°C, 60분)과 계단식(55°C, 60분 → 65°C, 60분 → 72°C, 90분)으로 건조한 육포가 유의적으로 높은 점수를 받았으나, 전체적인 제품 품질비교에서 역계단식 건조방법이 더 좋다고 하였다.

요 약

75°C로 조정된 혼연실에서 각각 3시간(T1), 4시간(T2), 5

시간(T3) 동안 건조시간을 달리하여 제조한 사슴고기의 육포를 합기포장(Nylon/PE)하여 20±1°C에서 저장하면서 물리화학적, 미생물학적 및 관능적 특성을 조사하였다. pH는 저장기간이 길어짐에 따라 건조시간이 긴 T2 및 T3 처리구들이 T1에 비해 다소 낮은 경향을 보여 주었다. TBARS값은 건조시간과 저장기간이 길수록 T2와 T3가 T1보다 높았다($p<0.05$). 육색 측정 결과, 처리 간에서는 T3의 L*값이 다소 높은 경향을 보였고, 적색도(a*)는 뚜렷한 경향이 없었으나, 황색도(b*)는 T1보다 T2 및 T3에서 높았다. 수분활성도는 T3, T2, T1 순으로 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 조직감은 처리 간 유의적인 차이가 없었다. 총균수는 저장 28일까지 4.45 log CFU/g 미만으로 섭취에 이상이 없었다. 이상의 결과에서 지방산패도 및 관능적 측면을 고려할 때 T2 및 T3가 T1보다 다소 양호한 조건이었다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 농림부 현장애로기술개발사업 연구결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Buege, J. A. and Aust, J. D. (1978) Microsomal lipid

- peroxidation. *Methods Enzymol.* **52**, 302-309.
2. Calicioglu, M., Sofos, J. N., Samelis, J., Kendall, P. A., and Smith, G. C. (2003) Effect of acid adaption on inactivation of *Salmonella* during drying and storage of beef jerky treated with marinades. *Int'l J. Food Microbiol.* **89**, 51-65.
 3. Cornforth, D. P. (1994) Color: Its basis and importance. In: *Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Product*. Pearson, A. M. and Dutson, T. R. (eds), Blackie Academic & Professional, London, England, p. 39.
 4. Faith, N. G., Le Coutour, N. S., Alvarenga, M. B., Calicioglu, M., Buege, D. R., and Luchansky, J. B. (1998) Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in ground and formed beef jerky prepared at levels of 5 and 20% fat and dried at 52, 57, 63, or 68°C in a home-style dehydrator. *Int'l J. Food Microbiol.* **41**, 213-221.
 5. Harrison, J. A., Harrison, M. A., and Rose, R. A. (1997) Fate of *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, and *Salmonella* spp. in reduced sodium beef jerky. Abstract P 57. Annu. Meet. Int. Assoc. Milk Food Environ. Sanit, USA, p. 47.
 6. Holley, R. A. (1985) Beef jerky: fate of *Staphylococcus aureus* in marinated and corned beef during jerky manufacture and 2.5°C storage. *J. Food Prot.* **48**, 107-111.
 7. Jung, S. W., Baek, Y. S., Kim, Y. S., and Kim, Y. H. (1994) Quality changes of beef jerky during storage. *Korean J. Anim. Sci.* **36**, 693-697.
 8. Keene, W. E., Sazie, E., Kok, J., Rice, D. H., Hancock, D. D., Balan, V. K., Zhou, T., and Doyle, M. P. (1997) An outbreak of *E. coli* O157:H7 infections traced to jerky made from deer meat. *J. Am. Med. Assoc.* **227**, 1229-1231.
 9. Kim, B. C., Park, G. B., Sung, S. K., Lee, M., Lee, S. K., Chung, M. S., Joo, S. T., and Choi, Y. I. (1998) The science of muscle foods. Sun Jin Mun Hwa Sa, Seoul, Korea, pp. 331-332 (in Korean).
 10. Kim, I. S., Jin, S. K., Hah, K. H., Park, S. T., Kwak, K. R., Park, J. K., and Kang, Y. S. (2006) Physicochemical, fatty acid composition and sensory properties of venison from *Cervus elaphus andadensis* (elk deer). *J. Food Sci. Ani. Resour.* **26** (In press).
 11. Kim, I. S., Jin, S. K., Min, J. S., and Yang, H. J. (2002) The distribution and quality of animal products. Yong-sung Publishing Co., Seoul, Korea, pp. 157-170.
 12. Lee, S. J. and Park, G. S. (2004) The quality characteristics of beef jerky prepared with various spices. *Korean J. Food Cookery Sci.* **20**, 489-497.
 13. Lee, S. K., Kim, S. T., Kim, H. J., and Kang, C. K. (1997a) Effect of rosemary, α -tocopherol, sodium tripolyphosphate compared with nitrite on the antioxidant properties of goat meat jerky during drying. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **17**, 178-183.
 14. Lee, S. K., Kim, S. T., Kim, H. J., and Kang, C. K. (1997b) Effects of temperature and time on physicochemical properties of Korean goat meat jerky during drying. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **17**, 184-189.
 15. Lee, S. W. and Kang, C. S. (2003) Effects of moisture content and drying temperature on the physicochemical properties of ostrich jerky. *Nahrung/Food.* **47**, 330-333.
 16. Lee, S. W., Lee, B. S., Cha, W. S., Park, J. H., Cho, Y. J., Kim, J. K., Hong, J. H., and Lee, W. Y. (2004) Diffusion of salt and drying characteristics of beef jerky. *Korean J. Food Preserv.* **11**, 508-515.
 17. Leistner, L. (1987) Water activity: Theory and applications to foods. In: *Water activity*. Rocklan, L. B. and Beuchat, L. R. (eds), Marcel Dekker, NY, pp. 295-327.
 18. Oh, J. S. (2002) Quality characteristics of beef jerky prepared with different methods. Master thesis, Sunchon Univ., Sunchon, Korea.
 19. Park, G. S., Lee, S. J., and Jeong, E. S. (2002) The quality characteristics of beef jerky according to the kinds of saccharides and the concentration of green tea powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* **31**, 230-235.
 20. Park, J. H. and Lee, K. H. (2005) Quality characteristics of beef jerky made with beef meat of various places of origin. *Korean J. Food Cookery Sci.* **21**, 528-535.
 21. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, USA.
 22. Solomon, M. B., Paroczay, E. W., and Schemidtmann, E. T. (1994) Lipid composition of skeletal muscle from deer fed at two different locations. *J. Anim. Sci.* **72**, suppl. 2, p. 129.
 23. Stevenson, J. M., Seman, D. L., and Littlejohn, R. B. (1992) Seasonal variation in venison quality of mature farmed red deer stags in New Zealand. *J. Anim. Sci.* **70**, 1389-1396.
 24. Wiklund, E., Sampels, S., Manley, T. R., Pickova, J., and

- Littlejohn, R. P. (2005) Effects of feeding regimen and chilled storage on water-holding capacity, colour stability, pigment content and oxidation in red deer (*Cervus elaphus*) meat. *J. Sci. Food Agri.* **85** (In press).
25. Yang, C. Y. and Lee, S. H. (2002) A Evaluation of quality of the marketing jerky in domestic-I. Investigation of outward appearance, food additives, nutrient and sanitary state. *Korean J. Food & Nutr.* **15**, 197-202.
26. Yoon, Y., Calicioglu, M., Kendall, P. A., Smith, G. C., and Sofos, J. M. (2005) Influence of inoculum level and acidic marination on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 during drying and storage of beef jerky. *Food Microbiol.* **22**, 423-431.
27. 국립수의과학검역원 (2003) 축산물의 가공기준 및 성분 규격. 검역원고시 제2003-14호.
28. 김용선, 강선문, 이성기 (2005) 옷나무 추출물을 첨가한 육포의 저장기간에 따른 품질 특성 변화. 한국축산식품학회 제36차 추계학술발표대회 P-131. pp. 229-233.
29. 정종연, 최지훈, 최윤상, 한두정, 김학연, 이미애, 이의수, 백현동, 김천제 (2005) 건조조건에 따른 돈육 육포의 품질 특성에 관한 연구. 한국축산식품학회 제36차 추계학술발표대회 P-122. pp. 190-192.
30. 한복진, 한복려, 황혜성 (1998) 우리가 정말 알아야 할 우리음식 백가지. 사단법인 공중음식연구원. p. 597.

(2006. 1. 2. 접수 ; 2006. 3. 8. 채택)