

겨울철 자연 동결 건조에 의한 노계 육제품의 제조

이성기* · 강선문 · 이익선 · 서동관 · 권일경 · 판조노¹ · 김희주² · 가천흥³ · 박재인
강원대학교 동물식품응용과학과, ¹가자마다대학교 축산학과, ²(주)미트뱅크, ³(주)한국푸드시스템

Manufacture of Spent Layer Chicken Meat Products by Natural Freeze-Drying during Winter

Sung Ki Lee*, Sun Moon Kang, Ik Sun Lee, Dong Kwan Seo, Il Kyung Kwon, Panjono¹,
Hee-Ju Kim², Cheon-Heung Ga³, and Jae In Pak

Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

¹Faculty of Animal Science, Gadjah Mada University, Yogyakarta 552-81, Indonesia

²Meat Bank Co., Ltd., Incheon 404-300, Korea

³Korea Food System, Inc., Chuncheon 200-852, Korea

Abstract

The objective of this study was to manufacture spent layer chicken meat products by natural freeze-drying. The spent layers of chickens that were slaughtered at 80 wk were obtained from a local slaughter house and separated into two halves of carcasses. The samples were divided into the following groups: 1) control (non-curing), 2) curing, and 3) curing with 2% trehalose before drying. The cured meats were placed at 2°C for 7 d and then transferred to a natural drying spot located in Injae City, Gangwondo, Korea. The experiment was conducted from January to March in 2008. The average temperature, RH, and wind speed were -1.5°C, 63%, and 1.8 m/sec, respectively. The cured treatments showed higher pH, lower Aw and lower shear force value compared with the control. Based on the results of TBARS (2-thiobarbituric acid reactive substances) level and volatile basic nitrogen value, lipid oxidation and protein deterioration were inhibited in curing treatments during drying. Trehalose acted as a humectant because it maintained a lower water activity despite the relatively higher moisture content during drying. The polyunsaturated fatty acids content and sensory attributes were higher in cured treatments than in the control during drying. Most of the bacterial counts in the treated groups were lower by 2 Log CFU/g after 1 mon of drying, and *Salmonella* spp. and *Listeria* spp. were not found in any treatment. There was also no microbial safety problem associated with dried meat products. Based on the results of this experiment, dried meat products could be manufactured from precured spent layer chickens by natural freeze-drying during winter.

Key words : spent layer chicken, dried meat product, natural freeze-drying, humectant, trehalose

서 론

지금까지 식육을 안전하게 보존하기 위해 냉장, 냉동, 가열, 염지, 건조, 훈연 등의 다양한 방법들이 사용되어 왔다(van Laak, 1994). 이중 염지와 건조는 가장 보편적인 가공 방법 중 하나로 햄, 소시지, 발효육제품, 육포의 제조에 널리 이용되고 있다. 건조는 고기의 수분 활성도를 낮춤으로서 미생물로부터 안전하게 보호해 주는 원리이다(Campbell and Kenney, 1994). 산업적으로 건조 육제품을

제조하기 위해 열풍 건조법을 주로 사용하고 있는데(Han *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 1997), 자연 건조법에 비해 제조 시간이 단축되나 처리 온도가 증가하거나 시간이 지날수록 품질이 저하되기 쉽다(Lee *et al.*, 1997). 반면 동결 건조법은 열풍 건조법과 달리 식품의 품질, 조직, 향미, 색깔 및 영양소를 최대한으로 유지해 주지만(Byun *et al.*, 1998), 대량 생산하기에는 제조 원가가 많이 든다. 우리나라에서는 예로부터 겨울철에 생채를 덕장에 걸어 건조하여 황태를 생산해 왔다. 겨울철에 야지에서 실시하는 자연 동건법은 밤낮의 기온차를 이용하여 고기 내 수분이 얼고 녹는 반복 과정을 거치면서 건조하게 된다. 따라서 겨울철 자연 동건법으로 말리면 단백질 변성에 의한 독특한 조직감과 향기를 갖는 고기로 변하게 된다(Choi *et al.*,

*Corresponding author: Sung Ki Lee, Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8646, Fax: 82-33-251-7719, E-mail: skilee@kangwon.ac.kr

2007).

노계육은 일반 계육에 비해 불용성 콜라겐 함량이 높아 조직이 질기고, 품질과 가공 적성이 낮아(Park *et al.*, 1994a) 소비자들이 선호하지 않기 때문에 계육 산업에서 경제적인 부담 요인이 되고 있다(Jin *et al.*, 2007b). 지금까지 노계육을 식품으로 활용하기 위해 품질 향상(Park *et al.*, 1994a, b; Park *et al.*, 1997)과 수리미(Jin *et al.*, 2006, 2007a; Nowsad *et al.*, 2000) 및 소시지(Jin *et al.*, 2007b) 제조 등 다양한 방법으로 연구해 왔지만 활용도 측면에서 아직 한계 요인이 많다.

Trehalose(C₁₂H₂₂O₁₁, M.W. : 342.31)는 2분자의 포도당이 1,1 결합으로 연결된 이당체 당(Birch, 1963)으로서 설탕에 비해 감미도가 45%로 낮고(Roser, 1991), 박테리아와 효모의 보존(Leslie *et al.*, 1995; Van Dijck *et al.*, 1995) 뿐만 아니라 단백질의 동결 변성 방지 작용이 있다고 알려져 있다. 즉, Lee와 Min(2002)에 의하면 노계육 수리미를 8% trehalose와 8% oligosaccharide로 각각 첨가하여 제조한 후 -18°C에 10주 동안 저장했을 때 trehalose 첨가구의 색택 안정성과 겔 강도가 타 첨가구보다 우수하였고 보고함으로서 육제품의 동결 변성 방지제로서의 사용 가능성을 제시한 바 있다.

본 연구는 노계 염지육을 명태 건조와 같은 환경 조건을 적용하여 자연 동결시켜 독특한 조직감과 향기를 지닌 새로운 노계 건조 육제품을 제조하기 위해 실시하였다. 또한 단백질 동결 변성 방지 효과가 있다고 알려진 trehalose를 첨가하여 건조 중 품질 변화를 비교하기 위해 함께 실시하였다.

재료 및 방법

노계육의 염지 및 건조

평균 80주령의 산란 노계 통닭(평균 도체중: 1.6 kg) 135수를 경기도 포천군에 있는 J 도계장으로부터 구입하여 4°C 저온실에서 등뼈를 따라 2분체로 절단하였다. 2분체 노계육에 대조구(무첨가구), 염지구, 염지+trehalose 첨가구로 나누어 실시하였다. 대조구는 생닭 자체를 실험에 이용하였고, 염 지구는 Table 1과 같이 육중량 대비 3.8%의 향신료와 염지제를 섞었으며, 염지+trehalose 첨가구는 염 지구에 trehalose 2%를 추가하였다. 염 지구 및 염지+trehalose 첨가구는 향신료와 염지제를 혼합하여 도체 표면에 골고루 뿌리는 건염법으로 실시하였으며, 도체를 차곡차곡 밀착시켜 쌓아 위에서 압력을 가해 염지제가 고기 내부로 흡수가 촉진되도록 하면서 7일 동안 2°C 암실에서 보관하였다.

염지가 완료된 노계육들을 강원도 인제군에 위치한 (주) 황태세상(Hwangtae World Co., Korea)의 덕장으로 옮긴 후 다리에 매듭을 묶고, 통나무에 걸어 3개월(2008. 1-2008.

Table 1. Different curing methods to prepare natural freeze-dried chicken meat

Ingredients (g)	Control	Curing	Curing+ trehalose
Spent layer chicken meat	100.0	100.0	100.0
Regal brine mix ¹⁾	0	0.4	0.4
Salt	0	0.7	0.7
Dextrose	0	0.5	0.5
Mixed spices ²⁾	0	3.0	3.0
Potassium sorbate	0	0.2	0.2
Trehalose	0	0.0	2.0

¹⁻²⁾Mixed products were made by Taewon Food Industry Co., Ltd.

¹⁾1.44% sodium nitrite, 0.13% sodium nitrate, 23.79% salt, 45.69% sodium polyphosphate, 1.75% sodium pyrophosphate, 3.20% sodium metaphosphate, 1.00% sodium carbonate, and 23.00% maltodextrin.

3) 동안 자연 상태에서 동결 건조를 실시하였다. 건조 개시 후 1개월마다 한 처리구 당 15수씩 실험실로 옮겨 가슴육을 발골하여 실험에 이용하였다. 건조기간 동안 인제 지역의 평균기온, 상대습도 및 풍속은 Table 2와 같다(KMA, 2008).

수분 함량 및 수분활성도

수분 함량은 AOAC(1995) 방법에 의해 실시하였으며, 시료 1 g을 105°C 건조기에서 24시간 동안 건조시켜 무게 차이를 백분율(%)로 산출하였다. 수분활성도는 시료 10 g을 수분 활성도 측정용 플라스틱 용기에 넣고, aquaspector (AQS-2, Nagy, Germany)를 이용하여 측정하였다.

pH 및 전단력

pH는 시료 10 g과 증류수 100 mL를 가용용 믹서(MX-2000, Brawn, Germany)로 속도 2단계에서 1분 동안 균질한 후 pH 측정기(SevenEasy pH, Mettler-Toledo GmbH, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

전단력(Warner-Bratzler shear force, WBSF)은 Honikel (1998)의 방법을 이용하여 실시하였다. 우선, 시료를 저밀도 폴리에틸렌 지퍼백(Cleanwrap zipper bag, Cleanwrap Co., Ltd., Korea)에 넣고, 75°C 수조(OB-25E, Jeio Tech, Korea)에서 45분 동안 가열하였다. 이후 얼음물에 넣어 1시간 동안 예비 냉각을 실시한 후 꺼내어 4°C에 12시간

Table 2. Average temperature, RH, and wind speed from January to March in 2008 at Injae city, Gangwon-do

Traits	Drying mon			Average
	January	February	March	
Air temperature (°C)	-5.1	-4.4	4.2	-1.8
RH (%)	67	55	68	63
Wind speed (m/sec)	1.7	1.8	2.0	1.8

Table 3. Analysis method of fatty acid composition using GC

Instrumentation	
Chromatographic system	Agilent 6890N (Agilent Technologies, USA)
Automatic sampler	Agilent 7683 (Agilent Technologies, USA)
Column	HP-Innowax (30 m length×0.32 mm id×0.25 µm film thickness, J & W Scientific, USA)
Experimental conditions GC/FID	
Inlet temperature	260°C
Split ratio	10:1
Carrier	He, 1 mL/min constant flow
Oven temperature	150°C for 1°C/min, 150-200°C at 15°C/min, 200-250°C at 3°C/min, 250°C for 5 min
FID temperature	280°C

동안 방치하였다. 냉각된 시료를 정사각형(1×1×1 cm) 형태로 성형한 다음 Warner-Bratzler shear blade를 장착한 texture analyser(TA-XT2i version 6.06, Stable Micro Systems Ltd., UK)에 성형한 시료를 올려놓고 근섬유와 직각 방향으로 절단하였다. 이때 분석 조건은 load cell 25 kg, pretest speed 1.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, posttest speed 5.0 mm/sec이었으며, 최종 수치는 kgf로 산출하였다.

지방산화 및 휘발성 염기태 질소

지방산화는 Sinnhuber와 Yu(1977)의 TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances) 방법에 따라 실시하였다. 최종 TBARS가는 시료 1 kg당 mg malonaldehyde(MA)로 산출하였다. 휘발성 염기태 질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 Kohsaka(1975)의 conway 미량 확산법을 이용하여 실시하였다. 최종 VBN가는 mg%로 산출하였다.

지방산 조성 및 관능검사

지방산 조성 분석을 위해 Folch 등(1957)의 방법에 따라 0.01%(w/v) BHT-chloroform/methanol(2:1)을 이용하여 지방을 추출하였다. 추출한 지방을 2 N sodium hydroxide

in methanol과 25%(w/v) boron trifluoride in methanol을 이용하여 methyl ester화시켰다(AOAC, 1995). 제조된 fatty acid methyl ester들은 GC를 이용하여 Table 3과 같은 조건에서 분석하였다.

관능검사는 잘 훈련된 18명의 요원들에 의해 실시하였으며, 맛, 연도, 다즙성 및 종합적 기호도를 조사하였다. 관능검사의 척도는 9점법으로 “아주 좋다”를 9점, “보통”을 5점, “아주 나쁘다”를 1점으로 정하였다. 시료의 가열 방법은 시료를 가정용 찜솥에 넣고, 소형 버너로 가열하면서 심부온도가 75°C가 될 때까지 삶았다.

미생물 측정

건조중 미생물은 USFDA(1998)의 BAM(Bacteriological Analytical Manual) 방법에 준하여 총균수, 대장균군, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. 및 *Listeria* spp.를 측정하였다.

통계처리

본 실험을 통해 얻은 결과는 SAS(1999) program의 General Linear Model(GLM) procedure에 따라 처리되었으며, 각 처리구간에 유의성 검증을 위해 분산분석을 실시한 후 Duncan’s multiple range test로 5% 수준에서 유의성 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

수분 함량 및 수분활성도

자연 동결 건조기간 동안 노계육의 수분 함량과 수분활성도의 변화는 Table 4와 같다. 수분 함량은 시험구 모두 건조 3개월간 감소하였다. 대조구는 건조 초기에 급격히 감소한 반면, 염지시킨 노계육들은 상대적으로 서서히 건조가 진행되는 것으로 나타났다. 따라서 사전에 염지를 실시하면 건조기간 동안 생노계육보다 상대적으로 수분 함량이 높았다. 특히 염지육에 trehalose를 첨가하면 수분 함

Table 4. Changes in the moisture content and water activity (Aw) of spent layer chicken meat during natural freeze-drying periods

Traits	Drying periods (mon)	Control	Curing	Curing+trehalose
Moisture (%)	0	66.84±0.79 ^{bA}	70.12±0.52 ^{aA}	70.76±0.31 ^{aA}
	1	56.28±1.26 ^{cB}	68.98±0.49 ^{aB}	67.65±0.54 ^{bB}
	2	24.81±0.44 ^{cC}	31.05±1.54 ^{bC}	34.91±0.74 ^{aC}
	3	22.55±3.48 ^{bC}	24.89±0.84 ^{bD}	31.21±2.80 ^{aD}
Aw	0	0.97±0.01 ^{aA}	0.93±0.01 ^{bA}	0.93±0.01 ^{bA}
	1	0.92±0.01 ^{aB}	0.82±0.01 ^{bB}	0.83±0.02 ^{bB}
	2	0.91±0.02 ^{aB}	0.79±0.04 ^{bC}	0.82±0.03 ^{bB}
	3	0.87±0.02 ^{aC}	0.79±0.02 ^{bC}	0.79±0.03 ^{bC}

^{a-c}Means±SD in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

^{A-D}Means±SD in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

량이 더 많이 남아있어 건조가 지연되는 것으로 나타났다. 건조 3개월에 있어서 수분 함량은 염지에 trehalose 첨가구가 31.21%로 염지구의 24.89%와 대조구의 22.55%에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 염지육에서 수분 함량이 상대적으로 높은 이유는 염지 성분 중에 소금이나 인산염이 고기의 등전점을 옮기고 근원섬유 단백질의 결합을 해리시켜 보수력을 높였기 때문으로 생각된다. 또한 염지제와 함께 trehalose를 첨가하면 유리 수분과 결합하여 수분 증발을 억제시키는 것으로 판단된다.

시험 노계육은 모두 건조기간이 길어질수록 수분의 감소와 함께 수분활성도도 계속해서 감소하였다. 건조전 대조구의 수분활성도는 0.97이었으나, 건조 1개월에 0.92로 급격히 저하되었다. 그렇지만 염지구나 염지에 trehalose 첨가구는 건조하기 전에 이미 7일간 염지를 실시하였기 때문에 수분활성도가 0.93으로 초기부터 생닭고기에 비해 낮은 상태였다. 건조 3개월에 염지 처리구들의 수분활성도는 각각 0.79로 대조구에 비해 0.1 정도 더 낮았으나 ($p<0.05$), trehalose 첨가 유무에 따른 차이는 없었다. 염지에 trehalose를 첨가하면 건조 3개월에 염지구나 대조구에 비해 수분 함량은 높았지만($p<0.05$), 수분활성도는 염지구와 차이가 없고 대조구에 비해 오히려 더 낮은 특징을 보였다($p<0.05$). 그러므로 trehalose가 고기에서 일종의 보습제(humectant) 역할을 하는 것으로 나타났다. 일반적으로 건조 식품의 미생물 안전성을 위해서는 반드시 수분활성도를 낮춰줘야 한다(Fontana, 1998). Beuchat(1983)은 미생물의 성장 억제를 위한 수분활성도로서 부패 및 식중독

박테리아의 경우 0.90, *Staphylococcus aureus*의 경우 0.86(호기 상태일 때), 독성 곰팡이의 경우 0.78, 곰팡이와 효모의 경우 0.61 이하라고 보고하였다. 따라서 본 실험결과를 통해 염지구와 염지에 trehalose 첨가구의 건조 3개월에 수분활성도가 모두 0.79이므로 상당히 미생물학적으로 안전성이 있다고 할 수 있다.

pH 및 전단력

대조구나 염지 처리구들의 pH는 모두 건조 초기에 증가하는 추세를 보이고 있다(Table 5). 대조구의 경우 pH 5.78에서 건조 1개월에 pH 6.07로 증가한 다음 이후 건조 기간 동안 큰 변화가 없었다. 염지구 및 염지에 trehalose 첨가구는 건조하기 전부터 이미 pH 6.14와 pH 6.08로 대조구에 비해 높았다($p<0.05$). 이들 모두 건조가 시작되어 2개월까지 pH가 증가하다 3개월째 약간 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). Dierick 등(1974)은 발효소시지를 건조하는 중 pH가 증가하는 이유는 단백질 분해로 인한 펩타이드, 아미노산, 암모니아의 생성 때문이라고 보고하였으며, 본 실험에서도 건조에 따라 노계육의 pH가 증가한 것도 이와 동일한 이유 때문이라고 사료된다. 그리고 염지육에서 pH가 높게 나타난 것은 인산염과 소금과 같은 염지제 자체의 pH가 높고, 이것들이 이온 강도를 증가시켰기 때문이다(Sofos, 1986). Park 등(1994a)은 소금 0, 1, 2, 3%와 인산염 0, 0.25, 5%로 노계육에 처리한 결과 소금과 인산염 처리구들의 pH가 무처리구보다 높았다고 보고하였으며, 이는 본 실험 결과와 유사하였다.

Table 5. Changes in the physico-chemical characteristics of spent layer chicken meat during natural freeze-drying periods

Traits	Drying periods (mon)	Control	Curing	Curing+trehalose
pH	0	5.78±0.17 ^b B	6.14±0.09 ^a B	6.08±0.09 ^a C
	1	6.06±0.15 ^b A	6.17±0.07 ^a B	6.24±0.09 ^a B
	2	6.03±0.23 ^b A	6.49±0.08 ^a A	6.46±0.11 ^a A
	3	6.04±0.21 ^b A	6.24±0.08 ^a B	6.24±0.06 ^a B
WBSF ¹⁾ (kgf)	0	2.51±0.60 ^a D	2.01±0.72 ^b D	1.84±0.50 ^b D
	1	4.76±0.94 ^a C	4.70±1.59 ^a C	4.05±1.66 ^b C
	2	14.24±6.44 ^a B	9.67±4.64 ^b B	10.87±5.05 ^b B
	3	20.04±7.58 ^a A	13.72±6.00 ^b A	16.11±7.29 ^b A
TBARS ²⁾ (mg MA/kg)	0	0.36±0.02 ^b D	0.65±0.10 ^a D	0.64±0.07 ^a D
	1	1.51±0.22 ^a C	1.36±0.25 ^a C	1.20±0.10 ^b C
	2	4.03±0.67 ^a B	2.81±0.43 ^b B	2.43±0.23 ^c B
	3	4.83±1.12 ^a A	3.13±0.34 ^b A	3.10±0.43 ^b A
VBN ³⁾ (mg%)	0	8.91±1.63 ^b D	12.07±1.56 ^a D	11.92±1.70 ^a D
	1	20.08±1.71 ^C	18.47±1.62 ^C	20.08±1.56 ^C
	2	28.54±6.60 ^B	28.32±3.91 ^B	26.29±5.40 ^B
	3	42.18±3.06 ^A	35.83±4.85 ^b A	32.10±3.68 ^b A

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

^{A-D}Means±SD in the same column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

¹⁾Warner-Bratzler shear force.

²⁾2-thiobarbituric acid reactive substances.

³⁾Volatile basic nitrogen.

한편 건조 시작부터 3개월까지 염지에 trehalose 첨가구와 염지구의 pH간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, trehalose의 첨가로 인해 pH가 증가하거나 감소하는 경향도 나타내지 않았다. Lee와 Min(2002)은 계육 수리미의 -18°C/10주 저장을 위한 냉동 변성 방지제로서 8% trehalose를 첨가했을 때 저장기간 동안 첨가구와 무첨가구의 pH간에 차이가 없었다고 보고하였다. 이들의 연구에서 본 실험의 첨가 수준보다 6% 높게 처리했음에도 불구하고 본 실험과 동일하게 pH의 차이가 없었음을 종합해 볼 때 고기의 pH에 대한 trehalose의 영향은 크지 않다고 사료된다.

모든 시험육의 전단력(Table 5)은 건조기간 동안 수분의 감소로 고형물 함량이 증가했기 때문에 지속적으로 증가하였다($p < 0.05$). 특히 건조 1개월에서 2개월 사이에 전단력이 급격히 증가하는 경향을 보였다. 그렇지만 염지구와 염지에 trehalose 첨가구는 대조구에 비해 상대적으로 전단력이 낮게 나타났다. 염지를 실시하여 건조하게 되면 최종제품의 조직감 향상에 기여할 수 있다는 것을 보여주고 있다. 이는 인산염과 같은 일부 염지제들이 고기 속에서 팽윤 작용을 하거나 보수력을 높여서 건조가 진행되더라도 조직감을 덜 딱딱하게 만드는 것으로 생각된다. Goodwin과 Maness(1984)은 염지육의 연도가 높은 이유를 소금과 인산염이 근원 섬유와 결합조직의 구조를 약화시키기 때문이라고 하였다. Park 등(1994a)도 노계육에 염지 처리를 함으로서 연도가 증가되었다고 동일한 결과를 보고한 바 있다. 염지에 trehalose 첨가구는 염지구보다 건조 2, 3개월에 약간 높은 경향을 보였지만 유의적인 차이는 없었다.

지방산화 및 휘발성 염기태 질소

자연 동결 건조기간 동안 노계육의 지방산화(TBARS)와 휘발성 염기태 질소(VBN)의 변화는 Table 5와 같다. 건조기간 동안 모든 시험육의 TBARS는 현저하게 증가하였다($p < 0.05$). 그렇지만 염지 처리구들은 대조구에 비해 TBARS의 증가폭이 낮아 염지에 의한 산화 억제작용이 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 그렇지만 염지구에 trehalose를 첨가하더라도 이에 따른 추가적인 산화 억제효과는 없었다.

일반적으로 고기를 염지할 때 가장 많이 사용되는 소금은 고기 속에 함유된 헴 색소로부터 철 이온을 방출시킴으로서 지방산화를 촉진시킨다(Kanner *et al.*, 1991). 그럼에도 불구하고 본 실험에서 염지 처리육의 지방산화가 지연된 이유는 아질산염과 인산염이 강력한 지방산화 억제제로 작용하였기 때문이다(Freybler *et al.*, 1993; Tims and Watts, 1958).

VBN도 역시 시험구 모두 건조기간 동안 현저하게 증가하였으나($p < 0.05$), 건조 3개월째에 염지 처리구들의 VBN가가 각각 35.83 mg%와 32.10 mg%로 대조구의 42.18 mg%보다 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 따라서 노계육에 염지를 실시한 후 건조해야만 단백질의 변성이나 부패를 억제시

킬 수 있다고 사료된다. Park 등(1994b)도 노계육에 염지를 처리함으로써 VBN이 억제되었다고 보고한 바 있다. 또한 염지에 trehalose 첨가가 염지구에 비해 TBARS와 VBN가 낮은 것으로 보아 trehalose의 첨가가 어느 정도 화학적, 미생물학적 변질을 억제시킬 수 있다는 가능성을 보여 주었지만, 유의적 차이는 없었다($p > 0.05$).

VBN은 주로 미생물에 의해 분해된 일부 저분자 질소화합물을 수집하여 산알칼리 반응으로 분석하는 방법(Kohsaka, 1975)으로 미생물 성장에 의한 단백질의 분해와도 밀접한 관련이 있다. 따라서 본 실험에서 염지에 trehalose 첨가와 염지 단독 처리간에 수분활성도의 차이를 나타내지 않았기 때문에 미생물 성장 환경의 차이도 없으리라 판단된다.

지방산 조성

노계육의 건조 1개월과 3개월 간 지방산 조성의 변화를 Table 6에서 나타내고 있다. 염지 여부와 건조기간에 따라 일부 지방산 조성이 변하는 경향을 보였다. 생노계육을 직접 건조시키면 건조 1개월에 비해 3개월째에 일부 지방산 조성이 유의적으로 증가하거나 감소하였다. 즉, palmitoleic acid(C16:1n7), stearic acid(C18:0), linolenic acid(C18:3n3), cis-11-eicosenoic acid(C20:1n9)와 총포화지방산이 유의적으로 증가한 반면($p < 0.05$), arachidonic acid(C20:4n6)와 adrenic acid(C22:4n6)는 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$).

사전에 염지를 실시한 노계육은 많은 증감을 보인 생노계육과는 달리 염지 단독구의 palmitoleic acid(C16:1n7)에서만 유의적인 증가를 보였다($p < 0.05$). 또한 건조기간 동안 생노계육에 비해 linoleic acid(C18:2n6)와 총다불포화지방산이 높은 경향을 보였으며, 특히 3개월째에는 arachidonic acid(C20:4n6)와 adrenic acid(C22:4n6)가 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$).

전반적으로 건조기간 중 생통닭에서는 불포화지방산이 감소하고 포화지방산이 증가하는 경향을 보였다. 반면에 염지를 실시하면 건조기간 중 포화지방산과 다가불포화지방산이 증가하는 경향을 보였으나, 단가불포화지방산은 감소하는 경향을 보였다. 염지육에서 다가불포화 지방산 함량이 안정적으로 유지된 이유는 아질산염과 인산염의 항산화 효과 때문이다(Freybler *et al.*, 1993; Tims and Watts, 1958). 따라서 염지제가 건조 중 지방의 화학적 변질을 막아주는 중요한 역할을 하는 것으로 보인다. 염지에 trehalose 첨가는 염지제가 갖는 항산화 효과 외에 부수적으로 지방산화 억제에 영향을 끼치지 못하였기 때문에 지방산 조성에서도 큰 차이가 없는 것으로 판단된다.

관능검사

동결 건조 노계육의 관능검사(Table 7)를 보면 사전 염지시켜 건조한 것이 생통닭으로 직접 건조한 것보다 월등

Table 6. Changes in the fatty acid composition of spent layer chicken meat during natural freeze-drying periods

Traits (%)	Drying periods (mon)	Control	Curing	Curing+trehalose
C14:0	1	1.35±0.05	1.27±0.04	1.29±0.03
	3	1.34±0.01	1.41±0.16	1.42±0.23
C16:0	1	24.37±1.12	22.38±1.42	24.01±0.79
	3	24.10±0.26	25.06±3.27	26.66±3.67
C16:1n7	1	1.72±0.16 ^B	1.15±0.46 ^B	1.54±0.61
	3	2.14±0.20 ^A	1.81±0.23 ^A	1.82±0.56
C18:0	1	11.63±1.03 ^B	11.56±0.59	11.40±1.59
	3	13.62±0.69 ^A	12.69±1.68	12.91±1.49
C18:1n9	1	43.80±1.51	43.56±1.73	43.54±2.39
	3	41.88±1.36	38.46±7.86	38.30±7.59
C18:2n6	1	14.41±0.18 ^b	17.34±1.22 ^a	15.46±0.65 ^b
	3	14.41±0.52 ^b	17.30±2.28 ^a	15.74±1.35 ^{ab}
C18:3n3	1	0.40±0.05 ^B	0.40±0.05	0.41±0.07
	3	0.56±0.03 ^A	0.49±0.14	0.45±0.10
C20:1n9	1	0.72±0.14 ^{aB}	0.48±0.06 ^b	0.47±0.06 ^b
	3	1.09±0.06 ^{aA}	0.56±0.06 ^b	0.64±0.13 ^b
C20:4n6	1	1.32±0.50 ^A	1.56±0.30	1.61±0.55
	3	0.66±0.03 ^{bB}	1.85±0.49 ^a	1.76±0.72 ^a
C20:5n3	1	0.09±0.01	0.09±0.00	0.09±0.02
	3	0.09±0.01	0.11±0.03	0.10±0.03
C22:4n6	1	0.19±0.05 ^A	0.22±0.04	0.19±0.05
	3	0.09±0.00 ^{bB}	0.27±0.08 ^a	0.21±0.07 ^a
SFA ¹⁾	1	37.36±1.06 ^B	35.21±1.67	36.69±1.91
	3	39.06±0.62 ^A	39.15±4.94	40.99±5.32
MUFA ²⁾	1	46.24±1.26	45.19±1.24	45.55±1.84
	3	45.12±1.13	40.83±7.62	40.75±7.14
PUFA ³⁾	1	16.41±0.68 ^b	19.60±1.03 ^a	17.76±0.07 ^b
	3	15.83±0.55 ^b	20.02±2.79 ^a	18.26±1.93 ^{ab}

^{a-b}Means±SD in the same row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{A-B}Means±SD in the same column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

¹⁾Saturated fatty acids. ²⁾Monounsaturated fatty acids. ³⁾Polyunsaturated fatty acids.

히 높은 점수로 평가되었다($p<0.05$). 왜냐하면 염지하지 않은 노계육은 지방 산패취가 심하게 나고 과건조로 인해 조직감이 나빠졌기 때문이다. 염지구에서 맛과 종합 기호도가 건조 1개월이 2, 3개월에 비해 높은 점수를 나타내었다. 이는 관능요인들이 너무 딱딱하지 않고 덜 건조된 상태의 염지 노계 건조육을 높게 평가한 것이다. 따라서 만약 미생물학적 안전성이 확보되거나 또는 저온 유통시킨다면 건조 1개월에 노계 육제품을 출하하여도 가능하다는 것을 보여주고 있다.

염지에 trehalose 첨가구는 대조구에 비해 관능점수가 높지만 염지 단독구에 비해 대체로 낮은 점수를 보이고 있다. Trehalose 자체가 맛을 증진시키는 감미도가 낮기 때문이 아닌 사료된다. 따라서 본 실험 결과를 통해 염지 처리가 동결 건조 노계육의 기호도 향상을 위해 필수적으로 실시해야 한다는 것을 알 수 있다.

미생물

자연 동결 건조기간 동안 노계육의 미생물 변화를 보면 대부분 약 2 Log CFU/g 이하의 낮은 수준이거나 검출되지 않았다(Fig. 1). 총균수는 건조기간 동안 모든 시험구들에서 미미하게 증가하였고, 3개월째에 염지구와 염지에 trehalose 첨가구가 각각 2.8 및 2.7 Log CFU/g로 대조구의 3.5 Log CFU/g보다 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 대장균군과 *Bacillus cereus*의 경우 건조 1개월에 약 2 Log CFU/g에서 건조 3개월에 감소하거나 큰 변화를 보이지 않고 있다. *Staphylococcus aureus*의 경우 염지구에서 건조기간 동안 검출되지 않았으나, 대조구에서는 0.9-1.0 Log CFU/g 수준으로 검출되었다. 본문에 표와 그림으로 제시하지 않았지만, *Salmonella* spp.와 *Listeria* spp.의 경우 모든 시험구에서 건조기간 동안 검출되지 않았다. 따라서 노계육을 건조시키면 대부분 미생물의 성장이 억제되었고, 염지

Table 7. Changes in the sensory evaluation¹⁾ of spent layer chicken meat during natural freeze-drying periods

Traits	Drying periods (mon)	Control	Curing	Curing+trehalose
Flavor	1	3.35±2.18 ^c	6.50±1.42 ^{aA}	5.11±2.45 ^b
	2	3.06±1.95 ^b	5.56±1.72 ^{aAB}	5.33±1.97 ^a
	3	3.00±2.00 ^b	5.22±1.52 ^{aB}	5.28±1.64 ^a
Tenderness	1	2.12±1.27 ^b	5.78±1.63 ^a	5.39±1.46 ^{aA}
	2	2.24±1.52 ^b	4.72±1.74 ^a	4.28±1.84 ^{aAB}
	3	2.50±1.72 ^b	4.72±1.96 ^a	4.06±1.66 ^{aB}
Juiciness	1	2.12±1.73 ^b	5.44±1.85 ^a	4.39±1.72 ^a
	2	2.00±1.54 ^b	4.50±1.50 ^a	4.17±1.95 ^a
	3	2.22±1.59 ^b	4.67±2.20 ^a	4.28±1.78 ^a
Overall liking	1	3.06±1.98 ^c	6.61±1.29 ^{aA}	5.39±1.38 ^b
	2	2.29±1.69 ^b	5.50±1.62 ^{aB}	4.72±1.60 ^a
	3	2.78±1.77 ^b	5.11±1.84 ^{aB}	4.61±1.69 ^a

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

^{A-B}Means±SD in the same column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

¹⁾9=very good, 5=normal, and 1=very bad.

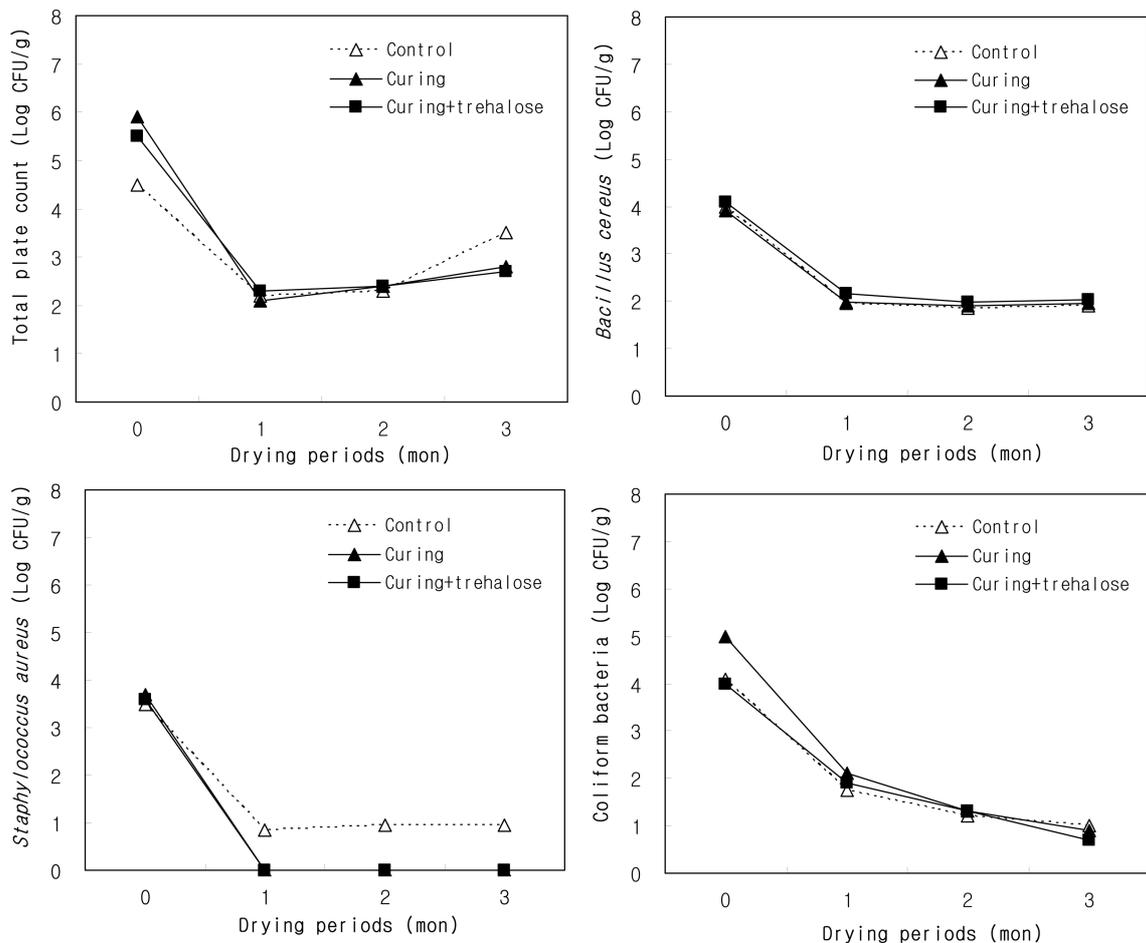


Fig. 1. Changes in the microorganisms of spent layer chicken meat during natural freeze-drying periods.

시킨 다음 건조를 실시하게 되면 대조구에 비해 총균수와 *Staphylococcus aureus*가 더욱 억제되었다. 이러한 이유는 염지와 건조에 의한 수분활성도의 저하와 직접적으로 관

련이 있기 때문이다(Beuchat, 1983). 또한 trehalose 첨가구와 염지 단독구와 차이가 없는 것은 수분 활성도가 동일하였기 때문으로 판단된다.

요 약

경제적 가치가 낮은 노계육으로 겨울철의 자연 동결 건조에 의해 새로운 염지 건조 계육을 제조하기 위하여 본 연구를 실시하였다. 평균 80주령의 산란 노계 통닭을 무처리(대조구), 염지구, 염지에 2% trehalose 첨가구로 나누어 실시하였다. 시험용 노계육은 강원도 인제에서 겨울철 3개월(2008. 1-2008. 3; 평균기온: -1.8°C ; 평균습도: 63%; 평균풍속: 1.8 m/sec) 동안 명태 건조와 동일한 방법으로 야외에서 건조시켰다. 건조가 진행됨에 따라 노계육의 수분과 수분활성도는 모두 감소하였다. 특히 염지 처리를 하면 건조기간 중 대조구에 비해 pH가 높고 수분활성도와 전단력이 낮으며, 지방산화와 단백질 부패가 억제되었다 ($p < 0.05$). 관능검사에서도 염지시킨 건조 노계육이 대조구에 비해 맛, 연도, 다즙성 및 종합적 기호도에서 월등히 우수하였다 ($p < 0.05$). Trehalose는 염지육에서 건조기간 중 상대적으로 수분 함량을 높이고 건조를 지연시켰으나, 수분활성도는 대조구에 비해 낮았기 ($p < 0.05$) 때문에 보습제의 역할을 하였다. 지방산 조성을 보면 건조기간 동안 염지육들이 대조구에 비해 다가불포화지방산 함량이 높았다. 대부분의 미생물들은 건조 중에 약 2 Log CFU/g 이하의 낮은 수준이거나 검출되지 않았다. 따라서 이화학적, 미생물학적 및 관능검사의 결과로 볼 때 노계육을 염지시켜 자연 건조를 3개월 이내 실시하면 품질 및 위생적으로 문제가 없는 건조 노계 육제품을 제조할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 강원대학교 건강생명웰빙농산업전문인력양성사업 산학연 현장애로기술개발과제의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Beuchat, L. R. (1983) Influence of water activity on growth, metabolic activities, and survival of yeasts and molds. *J. Food Prot.* **46**, 135-141.
- Birch, G. G. (1963) Trehalose. In: Advances in carbohydrate chemistry. Wolfson, M. L. and Tyson, R. S. (eds), Academic Press, Inc., NY, Vol. 18, pp. 201-225.
- Byun, M. H., Choi, M. J., Lee, S., and Min, S. G. (1998) Influence of freezing rate on the aroma retention in a freeze drying system. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **18**, 176-184.
- Campbell, R. E. and Kenney, P. B. (1994) Processed meats/poultry/seafood. In: Muscle foods. Kinsman, D. M., Kotula, A. W., and Breidenstein, B. C. (eds), Chapman & Hall, Inc., NY, pp. 106-162.
- Choi, H., Kim, J. H., and Kim, J. C. (2007) Effects of different drying methods on fatty acids, free amino acids, and browning of dried Alaska pollack. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 1182-1187.
- Dierick, N., Vandekerckhove, P., and Demeyer, O. (1974) Changes in nonprotein nitrogen compounds during dry sausage ripening. *J. Food Sci.* **39**, 301-304.
- Folch, J. M., Lees, M., and Stanley, G. H. S. (1957) A simple method for the isolation and purification and total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
- Fontana, A. J. (1998) Water activity: why it is important for food safety. 1st NSF International Conference on Food Safety, Albuquerque, NM, pp. 177-185.
- Freybler, L. A., Gray, J. I., Asghar, A., Booren, A. M., Pearson, A. M., and Buckley, D. J. (1993) Nitrite stabilization of lipids in cured pork. *Meat Sci.* **33**, 85-96.
- Goodwin, T. L. and Maness, J. B. (1984) The influence of marination, weight, and cooking techniques on tenderness of broilers. *Poult. Sci.* **63**, 1925-1929.
- Han, D. J., Jeong, J. Y., Choi, J. H., Choi, Y. S., Kim, H. Y., Lee, M. A., Lee, E. S., Paik, H. D., and Kim, C. J. (2007) Effects of drying conditions on quality properties of pork jerky. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 29-34.
- Honikel, K. O. (1998) References methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **49**, 447-457.
- Jin, S. K., Kim, I. S., Kim, D. H., Jeong, K. J., and Choi, Y. J. (2006) Comparison of yield, physico-chemical and sensory characteristics for chicken surimi manufactured by alkaline adjustment with different raw materials. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 431-440.
- Jin, S. K., Kim, I. S., Choi, Y. J., Yang, H. S., and Park, G. B. (2007a) Effects of cryoprotectants on the quality characteristics of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 320-328.
- Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, H. J., Kim, D. H., Choi, Y. J., and Hur, S. J. (2007b) The development of sausage including meat from spent laying hen surimi. *Poult. Sci.* **86**, 2676-2684.
- Kanner, J., Harel, S., and Jaffe, R. (1991) Lipid peroxidation of muscle food as affected by NaCl. *J. Agric. Food Chem.* **39**, 1017-1021.
- KMA (2008) Annual Climatological Report. Korea Meteorological Administration, Seoul, Korea, pp. 165.
- Kohsaka, K. (1975) Freshness preservation of food and measurement. *The food industry* **18**, 105-111.
- Lee, S. K., Kim, H. J., Kang, C. G., and Kim, S. T. (1997) Effects of temperature and time on physicochemical properties of Korean goat meat jerky during drying. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **17**, 184-189.
- Lee, S. K. and Min, B. J. (2002) Effects of trehalose and oligosaccharide as cryoprotectant in chicken surimi. *Korean J. Poult. Sci.* **29**, 45-50.
- Leslie, S. B., Israeli, E., Lighthart, B., Crowe, J. H., and

- Crowe, L. M. (1995) Trehalose and sucrose protect both membranes and proteins in intact bacteria during drying. *Appl. Environ. Microbiol.* **61**, 3592-3597.
23. Nowsad, A. A., Huang, W. F., Kanoh, S., and Niwa, E. (2000) Washing and cryoprotectant effects on frozen storage of spent hen surimi. *Poult. Sci.* **79**, 913-920.
24. Park, G. B., Song, D. J., Lee, J. I., Kim, Y. J., Kim, Y. G., and Park T. S. (1994a) Effects of addition of varied levels of sodium chloride and phosphates on pH, tenderness, moisture and mineral contents in spent layer meat. *Korean J. Poult. Sci.* **21**, 239-247.
25. Park, G. B., Lee, J. I., Jin, S. K., Moon, J. D., and Shin, T. S. (1994b) Changes in protein extractability, thiobarbituric acid and volatile basic nitrogen of spent layer meat treated with sodium chloride and phosphates. *Korean J. Poult. Sci.* **21**, 249-256.
26. Park, G. B., Kim, J. H., Lee, H. G., Kim, Y. G., Kim, Y. G., Lee, J. I., Park, T. S., and Jeong, T. C. (1997) Effects of dietary ω -fatty acids on fatty acids composition and storage characteristics of meats from spent hens. *Korean J. Poult. Sci.* **24**, 73-83.
27. Roser, B. (1991) Trehalose, a new approach to premium dried foods. *Trends Food Sci. Technol.* **2**, 166-169.
28. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 8.01, SAS Institute Inc., Cary, NC.
29. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1997) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jap. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
30. Sofos, J. N. (1986) Use of phosphate in low sodium meat products. *Food Technol.* **40**, 52-69.
31. Tims, M. J. and Watts, B. M. (1958) Protection of cooked meats with phosphates. *Food Technol.* **12**, 240-243.
32. USFDA (1998) FDA's Bacteriological Analytical Manual. 8th ed, Revision A, US Food and Drug Administration, Silver Spring, MD.
33. Van Dijck, P., Colavizza, D., Smet, P., and Thevelein, J. M. (1995) Differential importance of trehalose in stress resistance in fermenting and nonfermenting *Saccharomyces cerevisiae* cells. *Appl. Environ. Microbiol.* **61**, 109-115.
34. van Laak, R. L. J. M. (1994) Spoilage and preservation of muscle foods. In: Muscle foods. Kinsman, D. M., Kotula, A. W., and Breidenstein, B. C. (eds), Chapman & Hall, Inc., NY, pp. 378-405.

(Received 2009.12.8/Revised 2010.1.22/Accepted 2010.3.12)