

차단성 다층 트레이에 포장된 레토르트 닭 가슴살제품의 냉장 중 품질 특성

장동현 · 이근택*

강릉원주대학교 식품가공유통학과

Quality Characteristics of Retorted Chicken Breast Products Packaged in a Multilayer Barrier Tray During Chilled Storage

Dong Hyun Jang and Keun Taik Lee*

Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

Abstract

Ready-to-eat chicken breasts were packaged in a multilayer, gas-tight tray with top film and various quality changes were investigated during the 24 wk of storage at 10°C. Over the storage period, total aerobes, mesophilic aerobic and anaerobic spore formers, and *Clostridium* spp. were not detected above 1.0 log CFU/g (detection limit). The residual oxygen ratio in the head space of tray and pH values tended to decrease with storage time, namely from initial values of 5.7% and 6.56 to 3.3% and 6.34 at week 24, respectively. Thiobarbituric acid reactive substances and volatile basic nitrogen values increased from 0.52 mg malonaldehyde (MA)/kg and 2.1 mg/100 g initially, to 3.70 mg MA/kg and 39.9 mg/100 g at week 24, respectively. In terms of the change in meat color during storage, the samples showed a slight increasing trend of CIE a*, b*, and ΔE values over the storage period until week 24 ($p < 0.05$). The change in brine color showed a similar trend with meat of which Hunter b* and ΔE values increased slightly during storage during 24 wk ($p < 0.05$). The values for the transmittance degree of brine in the samples tended to decrease. Moreover, values for the absorbance degree tended to increase with storage time until week 24. The sensory scores for color, texture, odour, and flavour were evaluated below 5.0 (marketability level) after 24 wk of storage. Based on this sensory evaluation, it could be concluded that retorted RTE chicken breast could remain marketable for at least 20 wk at 10°C.

Key words: Chicken breast, retort, storage quality

서 론

닭고기는 현대인의 식생활에서 다이어트 및 건강식으로 많은 사람들이 즐겨 찾고 있다(Kim *et al.*, 2007). 특히 2000년대에 들어 전체 육류 중 닭고기의 소비는 가장 빠르게 증가하고 있다(Korea Meat Trade Association, 2010). 이는 사육 기술 및 유통의 발달로 닭고기의 가격이 저렴해졌고, 닭고기를 재료로 한 가공품의 개발 증가로 소비자 선택의 폭이 넓어졌으며, 또한 소비자들이 닭고기는 백색육의 저지방 고단백식품으로서 쇠고기와 같은 적색육에 비하여 건강식으로 인식하고 있기 때문으로 사료된다(Jeon *et al.*, 2004). 특히 닭 가슴살은 지방과 단백질 함량이 각각 0.64와 21.5 g/100g 수준으로 다른 닭고기 부위에 비하

여 저지방, 고단백 식품이다(Barbanti and Pasquini, 2005).

최근 닭고기는 통닭보다는 다양한 형태와 부위별로 가공 포장 유통되고 있다. 이와 관련하여 Lee(2010)는 육제품의 품질과 안전성이 포장재료나 포장방법 등의 다양한 물리적 조작에 의해 크게 영향을 받는다고 보고한 바 있다. 일반적으로 포장재의 기체차단성이 높을수록 식품의 품질변화 지연과 저장수명 연장효과가 있는 것으로 알려져 있다(Comyn, 1985; Lee, 2010). 이와 같은 효과에 대하여 예를 들면, 기체치환포장육에서의 저장수명 연장(Gill and Molin, 1991), 한우육에서의 호기성미생물 성장 억제, 산패 및 단백질 부패 지연(Yoon and Lee, 2001), 소시지에서의 미생물 성장 억제 및 변색 발생 지연(Cayre *et al.*, 2005; Grini *et al.*, 1992) 등 다양하게 보고된 바 있다.

한편 육류와 같은 저산성식품들은 상온에서 장기간 저장하여도 안정적으로 품질을 유지할 수 있도록 주로 레토르트 가열처리에 의하여 가공되어 왔다. 그러나 고온장시간 열처리되는 레토르트 캔제품들에서는 영양성분 뿐 아

*Corresponding author: Keun Taik Lee, Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea. Tel: 82-33-640-2333, Fax: 82-33-647-4559, E-mail: leekt@gwnu.ac.kr

나라 색, 냄새 및 조직감 등 여러가지 품질이 저하되는 문제가 발생한다(Awuah *et al.*, 2007). 따라서, Kuda 등(2008)은 어육모델시스템으로 실험하였을 때 115°C에서 90분간 열처리하는 것보다는 125°C에서 9분간 고온단시간 가열하는 방법이 품질 유지 차원에서 더 유리하다고 추천한 바 있다. 또한 재질적 측면에서 알루미늄과우치는 금속캔과 비교하여 가볍고 차단성과 열전도율이 높아 1958년 미국 Natick 연구소에서 개발된 이래 점차 다양한 RTE형 식품류들에 많이 사용되어지고 있다(Herbert and Bettison, 1987; Kebede *et al.*, 1996). 최근에는 다층 플라스틱 필름으로 구성된 용기 및 파우치포장은 공기와 수증기차단성이 높고 유리나 금속용기포장과 비교하여 가벼우며 전자레인지로 가열할 수 있는 등 취급과 조리의 간편성 때문에 장기저장이 가능한 레토르트 식품에 많이 사용되고 있고 최근 소비자들의 선호도도 높아지는 추세이다(Al-Baali and Farid, 2006; Lee, 2010). Byun 등(2010)은 연어를 silicon oxide가 코팅된 다층필름을 이용하여 포장하고 레토르트살균처리한 후 저장하였을 때 기존의 알루미늄과우치나 aluminum oxide가 적층된 필름포장구보다 저장성이 떨어졌다고 보고하였다. Bindu 등(2007)은 RTE형 레토르트살균처리된 게살제품의 경우 진공포장하여 열처리하면 품질과 저장성이 28°C에서도 일년이상 우수하게 유지되었다고 보고하였다.

그러나 지금까지 여러 연구자들이 육제품의 포장과 저장 기술에 대하여 보고하였지만, 장기보관이 가능한 레토르트가열처리된 RTE형 닭 가슴살에 대한 포장 및 저장학적 품질 특성을 규명하기 위한 연구는 아직까지 거의 보고되지 않은 것으로 조사되었다. 따라서 본 연구는 산소 차단성이 뛰어난 고차단성 트레이에 포장하고 약 2.0 정도의 F값으로 열처리한 후 10°C의 냉장온도에서 보관된 닭 가슴살제품의 저장 기간에 따른 품질 특성 변화를 확인하고 저장수명을 파악하고자 수행되었다.

재료 및 방법

RTE형 닭 가슴살의 제조

본 실험에 사용된 RTE형 닭 가슴살 제품은 경상북도 경산시에 위치한 M육가공업체에서 상법대로 제조하였다. 즉, 포장내 주입된 충전액은 정제수에 양파 시즈닝과 정제염을 넣고 약 2시간 동안 끓이면서 거품과 기름을 제거하여 제조하였다. 35일 사육한 닭의 가슴살 90 g을 87°C에서 30분간 스팀을 이용하여 가열 조리한 다음 두께가 약 0.5 cm 이하가 되도록 얇게 슬라이스한 후 가로, 세로와 높이가 각각 95, 142와 28 mm인 기체차단성 tray(PP/EVOH/PP 482/36/482 μm , oxygen permeability: 0.2 cc/cm²·day·atm)에 넣었다. 그리고, tray에 60°C로 유지된 충전액 80 mL를 가한 후 상부필름(PET/EVOH/PA/PP 12/15/15/30 μm , oxygen permeability: 0.6 cc/cm²·day·atm)을 덮고 자

동성형충진포장기(R-7000, Multivac, UK)를 이용하여 포장하였다. 포장된 시료들은 레토르트 기계(RE-HJ-600S, Hyupjin machine, Korea)를 이용하여 121.1°C에서 20분간 가열함으로써 $F_{121.1} = 2.0$ 이 되는 조건으로 멸균처리되었다. 가열처리 시 제품의 내부온도는 온도측정 기록계(EBI 11 Data Loggers, Ebro Electronic, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 멸균이 끝난 시료는 10°C로 유지된 인큐베이터(BI-1000, Jeio-tech, Korea)에서 24주간 저장하며 실험을 실시하였다.

미생물 수

미생물 수는 Lee 등(1999)의 방법에 따라 접종, 배양 후 counting하였다. 호기성 총균수는 닭 가슴살 10 g을 채취하여 90 mL의 멸균 생리식염수에 넣고 stomacher균질기(BA 7020, Seward, UK)로 3분간 균질한 후 이 중 1 mL를 취하여 9 mL의 생리식염수가 들어 있는 시험관에 넣어 희석하였다. 여기서 다시 1 mL를 취하여 건조필름배지(Petrifilm™ aerobic count plate, 3M, U.S.A)에 접종한 후 37°C에서 48시간 배양하였다. 중온성 호기성포자형성균(mesophilic aerobic spore formers)수 측정을 위하여 닭 가슴살 10 g을 채취하여 90 mL의 멸균 생리식염수에 넣고 균질기로 3분간 균질한 후 약 95°C/15분 간 가열 후 총균수와 같은 방법으로 실험하였다. 중온성 혐기성포자형성균(mesophilic anaerobic spore formers)수 측정은 중온성 호기성포자형성균과 같은 방법으로 시료를 준비한 후 각 희석 단계별로 제조된 배지(ST-I agar, Merck, Germany)위에 시료를 접종하고, drigalski spatula로 spreading하였다. 그리고 그 위에 다시 멸균한 ST-I배지를 이용하여 접종 부위가 덮일 정도로 붓고 균한 후에 탈산소제(Anaerocult A, Merck, Germany)와 함께 anaerobic jar에 넣은 다음 37°C/48시간 동안 혐기적으로 배양하였다. *Clostridium* spp. 수는 내열성 총균수와 같은 방법으로 시료를 준비한 후 각 희석 단계별로 준비된 희석시료액을 test tube에 각각 접종하고, 멸균한 다음 약 50°C로 식힌 배지(SPS agar, Merck, Germany)를 넣은 다음 녹인 paraffin wax를 부어 공기가 통하지 않도록 균한 후 중온성 혐기성포자형성균과 같은 방법으로 배양하였다. 모든 미생물은 배양이 끝난 후 colony를 계수하여 Log CFU/g으로 표시하였다.

pH

pH는 닭 가슴살 10 g과 충전액 40 mL를 채취하여 분쇄기(T 18 Ultra-Turrax, IKA, Germany)를 이용, 시료를 분쇄한 후 pH meter(SG2-ELK, Mettler Toledo Co., Ltd., Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

TBARS값은 Sinnhuber와 Yu(1977)의 방법으로 실시하였다

다. 닭 가슴살 0.5 g에 antioxidant solution[(3% butylated hydroxyanisole + 54% propylene glycol) + (3% butyl hydroxy toluene + 40% Tween 20)] 3 방울과 TBA(2-thiobarbituric acid) solution(1% TBA + 0.3% NaOH) 3 mL를 넣고 10초 동안 잘 섞어준 다음 TCA-HCl solution(2.5% TCA + 3.6 mM HCl) 17 mL를 가한 후 100°C에서 30분간 가열하였다. 가열 후 냉각한 다음 pipette을 이용하여 상등액 5 mL를 취한 다음 chloroform 3 mL를 넣고 3,500 rpm으로 30분간 원심분리하였다. 원심분리 후 pipette을 이용하여 상등액을 취해 spectrophotometer(V-550, Jasco, Japan)를 사용하여 532 nm 파장에서 흡광도를 측정 후 다음 식에 따라 TBARS값을 계산하였다.

$$\text{TBARS (mg malonaldehyde/kg sample)} \\ = \{(A_s - A_b) \times 46\} / \{\text{시료무게(g)} \times 5\}$$

A_s : 시료의 흡광도

A_b : 공시료의 흡광도

Volatile basic nitrogen (VBN)

Conway 미량화산법(Conway, 1958)에 따라 실시하였다. 닭 가슴살 10 g에 증류수 80 mL를 가하여 30분간 침출한 후 20% trichloroacetic acid(TCA) 10 mL를 가하여 10분간 방치한 다음 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과한 여과액을 100 mL volumetric flask로 옮기고 증류수를 이용하여 100 mL로 맞춘 용액을 시험액으로 하였다. 또한 봉산 1 g에 ethyl alcohol 20 mL를 가하여 용해시킨 용액에 0.2% methyl red와 0.1% bromocresol green을 1:3의 비율로 섞은 후 0.01N NaOH 을 한 두 방울 가하여 청색으로 만든 용액 1 mL를 가한 다음 100 mL volumetric flask로 옮기고 증류수를 이용하여 100 mL로 맞춘 용액을 봉산흡수제로 하였다. Conway unit의 외실과 내실에 시험액과 봉산흡수제를 각각 1 mL씩 넣은 다음 뚜껑과의 접착부위에 glycerin을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K_2CO_3 1 mL를 외실에 주입하고 즉시 밀폐시켰으며, 용기를 수평으로 교반한 후 37°C로 유지된 인큐베이터(BI-1000, Jeio-tech, Korea)에서 80분간 방치하였다. 그리고 auto burette (HWA-1620507, Vitlab, Germany)을 사용하여 0.01N- H_2SO_4 로 적정한 값을 아래 식에 대입하여 VBN값(mg/100 g)으로 계산하였다.

$$\text{VBN value (mg/100 g)} = [0.14 \times (A_s - A_b) \times 100] / 0.1$$

A_s : 시료의 적정 값

A_b : 공시료의 적정 값

산소 농도

Gas chromatography(7890A GC System, Agilent Technologies, Germany)를 이용하여 tray내 headspace의 산소

Table 1. Conditions of gas chromatography for gas analysis

Column	Carboxen-1000 (Supelco)
Detector	TCD
Detector temp.	250°C
Oven temp.	Maintained at 30°C for 7 minutes and rose to 300°C with 10°C/min
Carrier gas	He (35 psi, total flow 50 mL/min)
Injection	100 μ L
Injector temp.	50°C

농도를 측정하였으며, 측정 조건은 Table 1과 같았다.

닭 가슴살의 색

닭 가슴살의 색은 L^* 값 98.59, a^* 값 0.09와 b^* 값 -0.37인 백색 표준 plate를 사용하여 calibration한 다음 직경 38 mm aperture, 2° observer가 부착된 colormeter(JS-555, Color Techno System Co., Ltd., Japan)에서 C광원을 이용하여 CIE L^* (lightness), a^* (redness)와 b^* (yellowness)값을 측정하였다. ΔE 값은 저장 초기의 색과 비교하여 저장기간에 따른 색의 변화를 알아보려고 $[(L^*_0 - L^*_x)^2 + (a^*_0 - a^*_x)^2 + (b^*_0 - b^*_x)^2]^{0.5}$ 로 계산하였다. 이 때 L^*_0 , a^*_0 과 b^*_0 는 저장 0 일, 그리고 L^*_x , a^*_x 과 b^*_x 는 저장 해당 날짜에서의 색 값을 나타냈다(CIE, 1976).

충진액의 색

충진액의 색은 체 눈 크기가 45 μ m인 표준체(testing sieve, Chunggye Sanggong Sa, Korea)에 아무런 물리적인 힘을 가하지 않고 30분간 걸러 나온 여액을 측정용 petri dish (CM-A128, Minolta, Japan)에 담아 petri dish 전용 target mask(CM-127, Minolta, Japan)를 장착한 spectrophotometer (CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter L^* (lightness), a^* (redness), b^* (yellowness)값을 측정하였다. 측정에 사용된 광원은 D65였고 observer는 10°였으며, ΔE 값은 상기 닭 가슴살의 색과 같은 방법으로 계산하였다.

충진액의 탁도

충진액의 탁도는 상기와 같이 준비된 충진액 시료를 spectrophotometer(V-550, Jasco, Japan)로 600 nm 파장에서 흡광도(absorbance)와 660 nm 파장에서 투과도(transmittance)로 각각 측정하였다.

관능검사

관능검사는 닭고기 제품의 특성 및 저장 중 변패 특성에 대하여 사전에 교육 및 훈련된 8~10명의 강릉원주대학교 교직원 및 학생 패널들에 의해 실시되었다. 패널들은 사전에 닭가슴살제품의 변패시 발생하는 변화 특성뿐 아니라 신선한 제품과 저장이 6개월 된 제품을 놓고 차이를 느끼고 식별하는 훈련을 받았다. 냉장저장되었던 닭 가

습살 시료는 실험 전 70°C로 유지된 전기오븐(EOB-261T, Hanssem, Korea)에 30분간 방치하여 증진액의 온도가 70°C에 도달하였을 때 꺼내어 10분간 실온에 방치한 후 1,200 lux의 삼파장조명 아래에서 관능평가되었다. 또한 관능검사에 제시된 시료들은 색, 이취, 조직감과 풍미 등의 항목에 대해 매우 우수(9점), 우수(7점), 보통(5점), 미흡(3점), 매우 미흡(1점)의 9점 척도법으로 평가되었다.

통계분석

모든 측정값들은 통계분석 프로그램인 SPSS(Ver. 14.0) program(1999)을 이용하여 수행하였고, 유의성 검정은 Duncan's multiple range test로 결과 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

미생물 수

RTE형 레토르트 닭 가슴살의 저장기간에 따른 미생물학적 품질 특성 변화를 조사한 결과 호기성총균, 중온성 호기성 및 혐기성 포자형성균과 *Clostridium* spp. 등 조사된 미생물군들 모두 1.0 Log CFU/g(검출한계) 이상 검출되지 않았다. 이는 Jeong 등(2011)이 조사한 레토르트 볶음밥 4종(쇠고기볶음밥, 햄볶음밥, 치킨카레볶음밥과 베이컨참치볶음밥)의 저장온도 및 저장기간에 따른 총균 및 내열성세균수 측정 결과 저장 말기까지 음성이었다는 연구 내용과도 유사한 결과였다. 닭의 털, 날개와 분노 등에는 많은 미생물이 존재하며 닭의 피부는 미생물의 부착 및 침입이 쉬운 구조를 지니고 있어 도계 공정 중 미생물 오염이 쉽게 일어난다(Lee, 1999). Park 등(2003)은 조리하기 전 영계에서의 호기적 총균수가 8.35 Log CFU/g으로 상당히 높게 나타났다고 하였으며, Rozum과 Maurer(1997)가 조사한 결과에서 중심온도가 76.7°C에 도달할 때까지 가열 조리한 닭 가슴살의 호기적 총균수는 2.64 Log CFU/g였던 것으로 확인된 바 있다. 그러나 본 연구의 시료에서 조사된 미생물군 모두 1.0 Log CFU/g(검출한계) 미만으로 검출된 것은 닭 가슴살 제품이 120°C의 높은 온도에서 F 값 약 2.0의 조건으로 처리되었기 때문에 일부 내열성포자형성균을 제외한 미생물들은 거의 사멸하였을 것으로 추정되며, 아울러 10°C의 냉장온도와 고차단성 포장재를 이용한 포장조건하에서 저장 중 추가 미생물의 오염 및 증식이 이루어지지 못했던 것에 기인한 것으로 사료되었다.

이화학적 품질 특성 변화

RTE형 레토르트 닭 가슴살의 냉장 저장기간에 따른 이화학적 품질 특성 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. pH값은 저장 0일차에 6.56이었고 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보여 저장 24주에 6.34로 나타났다.

Table 2. Changes in the pH, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), volatile basic nitrogen (VBN) and oxygen ratio in the head space of tray of ready-to-eat chicken breast packaged in a multilayer barrier tray during storage at 10°C

Storage time (wk)	pH	TBARS (mg malonaldehyde/kg)	VBN (mg/100 g)	Oxygen ratio (%)
0	6.56 ^A	0.52 ^I	2.1 ^G	5.7 ^A
1	6.54 ^B	1.24 ^H	7.4 ^F	4.7 ^B
2	6.52 ^C	1.39 ^H	9.8 ^{EF}	4.2 ^C
3	6.52 ^{CD}	1.62 ^G	10.9 ^E	4.3 ^C
4	6.52 ^{DE}	1.70 ^G	11.6 ^E	3.9 ^{DE}
5	6.51 ^{EF}	1.95 ^F	11.9 ^E	4.1 ^{CDE}
6	6.51 ^F	2.02 ^{EF}	12.3 ^E	4.3 ^C
7	6.50 ^G	2.15 ^{DE}	16.8 ^D	4.1 ^{CD}
8	6.48 ^H	2.27 ^D	23.5 ^C	4.2 ^{CD}
12	6.43 ^I	2.55 ^C	23.8 ^C	4.1 ^{CDE}
16	6.42 ^J	3.45 ^B	35.4 ^B	3.8 ^E
20	6.35 ^K	3.57 ^{AB}	39.6 ^A	3.4 ^F
24	6.34 ^L	3.70 ^A	39.9 ^A	3.3 ^F

^{A-L}Means with different letters within a same column are significantly different ($p < 0.05$).

Vaithyanathan 등(2011)은 신선계육을 폴리에틸렌 봉지에 포장하여 4°C에서 28일간 저장하며 pH를 측정한 결과 저장 최초 5.75에서 저장 말기에 5.34까지 감소하는 것으로 나타났다. 또한 진공포장 닭고기 프랑크푸르트소시지와 진공포장 닭 가슴살 제품에서도 저장 기간이 길어짐에 따라 pH가 감소하였다고 보고된 바 있다(Glass and Doyle, 1989; Lin *et al.*, 2002). 이와 같은 pH저하현상은 저장 중 유산균의 번식에 기인하는 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서는 시료의 저장 중 미생물의 성장이 관찰되지 않았던 관계로, 시료에서의 pH 감소는 포장 내 잔류 산소에 의한 지방의 산화(Liu *et al.*, 2009) 및 탄수화물과 지질의 분해 산물 생성(Ketelaere *et al.*, 1974)에 따른 결과라고 사료되었다.

식품 중 지방이 산화되면 맛과 향이 변질되는데 이러한 산패는 식품의 질을 저하시키는 가장 큰 원인 중 하나이다(Gray, 1978). Brewer 등(1992)은 지방 분해 효소에 의해 형성된 분해물질로 인해 TBARS값이 증가한다고 하였으며, Beltran 등(2003)은 가금육에 불포화지방산 함량이 많기 때문에 지방의 산화가 쉽게 일어난다고 하였다. Husak 등(2008)에 의하면 가열한 닭 가슴살과 닭 다리살의 지방 함량은 각각 3.31과 6.98%로 닭 가슴살의 지방함량이 더 낮으며, 닭 가슴살이 다리살에 비하여 지방산패가 천천히 진행되는 것으로 보고되었다. Ahn 등(2001)은 가열 후 PE 필름에 합기포장상태로 포장한 칠면조고기에 비하여 나일론(polyamide, PA)과 PE의 복합필름으로 진공포장 후 방사선을 조사한 칠면조고기에서 지방의 산패 진행속도가 현저하게 낮았다고 보고하였다. 본 연구에서 RTE형 레토

르트 닭 가슴살의 지방 산패도를 측정하기 위한 TBARS 값은 최초 0.52 mg MA/kg에서 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보여 저장 24주에 3.70 mg MA/kg으로 나타났다($P<0.05$). Suh(1984)는 TBARS값이 1 mg MA/kg 이상의 육제품은 지방의 산패 때문에 소비자에게 판매될 수 없다고 하였으며, Turner 등(1954)은 식육의 TBARS값이 1.2 mg MA/kg이면 지질 산화가 이미 크게 진행된 상태라고 하였다. Igene 등(1979)의 연구결과를 살펴보면 냉동보관 닭 가슴살의 TBARS값은 저장 0, 8과 13개월에 각각 0.37, 1.45와 1.09 mg MA/kg으로 나타났다. 본 연구에 사용된 닭 가슴살의 TBARS값이 서서히 증가한 것은 고차단성 포장재의 사용으로 인한 포장 내 산소 농도가 낮게 유지된 것에 기인한 결과라고 사료되었다. 또한 RTE형 레토르트 닭 가슴살의 포장 내 산소농도 비율이 저장 초기 5.7%에서 저장기간이 길어짐에 따라 점차 감소하여 저장 24주에 3.3%로 나타난 것은 지방 산화에 의한 TBARS값 증가 및 전분 분해효소 활성의 작용에 기인한 결과로 판단되었다.

육류에서의 VBN값의 증가는 미생물 성장에 따른 단백질분해효소의 활성화로 나타난다고 보고된바 있다(Egan *et al.*, 1981). Economou 등(2009)의 연구 결과를 살펴보면 기체차단성 파우치(저밀도PE/PA/저밀도PE)에 기체치환포장(CO_2 65%/N₂ 30%/O₂ 5%)하여 4°C에서 저장한 닭 가슴살의 VBN값이 저장 최초 23.6 mg/100 g에서 저장기간이 길어짐에 따라 증가하여 24일 후에는 70.6 mg/100 g까지 높아진 것으로 나타났다. 본 연구에서 RTE형 레토르트 닭 가슴살의 VBN값은 저장 초기에 2.1 mg/100 g으로 나타났으며, 저장기간이 길어짐에 따라 유의적으로 점차 증가하여 저장 24주에 39.9 mg/100 g으로 측정되었다. 저장 말기까지 측정된 모든 시료에서 미생물의 증식이 없었던 것으로 미루어 보아 가열 처리시 불활성화되지 못하였던 일부 단백질분해효소가 장기간 저장하는 과정에 따라 서서히 활성을 나타내며 VBN값이 점차 증가한 것으로 추측되었다.

닭 가슴살의 색도 변화

RTE형 레토르트 닭 가슴살의 저장기간에 따른 색도의 변화를 조사한 결과를 Table 3에 나타내었다. 가금육의 색은 품질을 결정하는 중요한 속성이며, 소비자가 제품을 평가하고 선택하여 최종 소비되기까지 매우 중요한 품질 요소로 작용한다(Fletcher, 1999). 밝기를 나타내는 L*값과 적색도를 나타내는 a*값은 저장기간이 길어짐에 따른 특별한 경향을 나타내지 않았다. 황색도를 나타내는 b*값은 초기 12.6이었고 저장기간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보여 저장 20주 이후 14.9로 나타났다. ΔE값은 저장 초기 1.2에서 저장 24주에 3.4로 나타남으로써 저장 기간이 늘어남에 따라 점차 총체적 색의 변화폭이 크게 일어

Table 3. Changes in the meat color parameters (CIE L*, a*, b*, and ΔE) of ready-to-eat chicken breast packaged in a multilayer barrier tray during storage at 10°C

Storage time (wk)	L*	a*	b*	ΔE
0	75.7 ^{ABCD}	3.1 ^D	12.6 ^{DEF}	-
1	76.1 ^{ABCD}	3.1 ^D	12.1 ^{FG}	1.2 ^G
2	75.1 ^D	4.9 ^A	12.0 ^{FG}	2.2 ^{DE}
3	75.4 ^{BCD}	2.9 ^D	11.9 ^{FG}	1.9 ^{EF}
4	75.2 ^{CD}	3.5 ^C	11.8 ^G	1.3 ^G
5	76.4 ^{AB}	3.7 ^{BC}	12.6 ^{DEFG}	1.1 ^G
6	76.0 ^{ABCD}	3.0 ^D	13.2 ^{CD}	1.1 ^G
7	75.4 ^{BCD}	3.5 ^C	12.2 ^{EF}	1.3 ^{FG}
8	74.1 ^E	4.0 ^B	12.8 ^{DE}	2.4 ^{CDE}
12	76.7 ^A	5.0 ^A	13.7 ^{BC}	2.7 ^{BCD}
16	76.5 ^A	5.1 ^A	14.3 ^{AB}	3.0 ^{ABC}
20	76.2 ^{ABC}	5.1 ^A	14.5 ^A	3.2 ^{AB}
24	76.3 ^{ABC}	5.3 ^A	14.9 ^A	3.4 ^A

^{A-G}Means with different letters within a same column are significantly different ($p<0.05$).

난 것으로 판단된다. 즉 RTE형 레토르트 닭 가슴살은 저장기간이 길어짐에 따라 황색도가 증가하였음을 확인할 수 있었으며 관능검사 결과 저장기간이 길어짐에 따라 색에 대한 평가 점수가 낮아진 것으로 미루어보아 제품의 색 변화가 품질 평가에 있어 부정적인 측면으로 작용하였다고 판단되었다.

충진액의 색도 및 탁도 변화

RTE형 레토르트 닭 가슴살 제품 중 충진액의 저장기간에 따른 색도 및 탁도 변화를 조사한 결과는 Table 4에서

Table 4. Changes in the color attributes of brine (Hunter L*, a*, b*, and ΔE) and turbidity (transmittance and absorbance) of ready-to-eat chicken breast products packaged in a multilayer barrier tray during storage at 10°C

Storage time (wk)	L*	a*	b*	ΔE	Transmittance	Absorbance
0	-	-	-	-	21.3 ^A	0.75 ^F
1	91.5 ^A	-0.3 ^{BC}	9.9 ^I	-	21.4 ^A	0.77 ^{EF}
2	91.5 ^A	-0.2 ^{BC}	10.4 ^H	0.6 ^J	20.2 ^B	0.78 ^{EF}
3	91.5 ^A	-0.7 ^E	10.7 ^G	1.0 ^I	20.3 ^B	0.78 ^{EF}
4	91.1 ^A	0.0 ^A	11.2 ^F	1.4 ^H	20.1 ^B	0.76 ^{EF}
5	91.3 ^A	-0.1 ^{AB}	11.7 ^D	1.8 ^{FG}	20.0 ^B	0.79 ^E
6	91.2 ^A	-0.4 ^{CD}	11.6 ^D	1.7 ^G	20.1 ^B	0.77 ^{EF}
7	90.3 ^B	-0.1 ^A	11.3 ^{EF}	1.9 ^{EF}	19.5 ^C	0.85 ^D
8	90.2 ^{BC}	-0.1 ^{AB}	11.4 ^E	2.0 ^{DE}	20.1 ^B	0.89 ^C
12	90.1 ^{BC}	-0.3 ^{CD}	11.6 ^D	2.2 ^D	19.2 ^C	0.87 ^{CD}
16	90.2 ^{BC}	-0.5 ^D	12.8 ^C	3.2 ^C	19.4 ^C	0.87 ^{CD}
20	90.3 ^B	-0.5 ^D	13.4 ^B	3.7 ^B	17.4 ^D	1.10 ^B
24	89.7 ^C	-0.8 ^E	13.9 ^A	4.4 ^A	16.5 ^E	1.20 ^A

^{A-J}Means with different letters within a same column are significantly different ($p<0.05$).

보는 바와 같다. 밝기를 나타내는 L*값은 충전액에서 저장 1주차에 91.5로 측정되었고 이후 저장 6주차까지 유의성 없는 동일한 수준으로 나타났다. 그 후 밝기는 저장 7주차에 다소 감소하여 90.3으로 측정되었으나 이후 16주차까지 유의적 차이가 없는 것으로 측정되었고 이후 증가하는 경향을 나타내어 24주차에 89.7로 나타났다. 적색도를 나타내는 a*값은 저장기간에 따른 특별한 경향을 나타내지 않았고 황색도를 나타내는 b*값은 저장 초기 9.9에서 저장기간이 길어질수록 점차 증가하여 저장 24주차에 13.9로 측정되었다. 색의 변화 정도를 나타내는 ΔE값은 저장 초기 0.6으로 측정되었으며 저장기간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보여 저장 24주차에 4.4로 나타났다. 투과도는 시간이 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 보여 저장 0일차에 21.3에서 저장 20주 이후 46.5로 나타났으며, 흡광도는 저장 초기 0.75에서 20주 이후 1.20까지 증가하는 경향으로 측정되었다. 즉, 충전액은 저장기간이 길어짐에 따라 점점 황색으로 변하면서 탁해지며 이런 변화가 닭 가슴살 제품의 품질에 부정적 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

관능검사

RTE형 닭 가슴살의 저장기간에 따른 색, 조직감, 이취 및 풍미에 대한 관능학적 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다. Bou 등(2001)은 가공류 제품에서 지방의 산화는 바람직하지 않은 냄새와 맛을 생성함으로써 궁극적으로 제품의 질을 저하시켜 저장 수명을 단축한다고 하였다. 본 실험의 RTE형 닭 가슴살의 관능검사 결과를 보면 저장 초기에 모든 관능평가 항목에서 9.0이었지만 저장기간이

Table 5. Changes in the sensory attributes (color, texture, off-odor, and flavour) of ready-to-eat chicken breast packaged in a multilayer barrier tray during storage at 10°C

Storage time (wk)	Sensory attributes			
	Color	Texture	Off-odor	Flavour
0	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A
1	8.7 ^{AA}	8.6 ^{AA}	8.6 ^{AA}	8.7 ^{AA}
2	8.3 ^{AB}	8.0 ^{AB}	8.3 ^{AB}	8.1 ^{ABB}
3	7.6 ^{AC}	7.6 ^{AC}	7.6 ^{ABC}	7.7 ^{ABC}
4	7.6 ^{AC}	7.3 ^{AD}	7.2 ^{DEF}	7.2 ^{ADE}
5	7.0 ^{AD}	7.0 ^{AD}	6.8 ^{CDE}	7.1 ^{AD}
6	7.1 ^{AD}	6.7 ^{ABE}	7.0 ^{CDE}	6.8 ^{ABDE}
7	7.0 ^{CD}	6.9 ^D	7.0 ^{CD}	7.1 ^C
8	6.8 ^D	6.5 ^{DE}	6.6 ^E	6.5 ^{DE}
12	6.2 ^E	6.1 ^E	6.0 ^{FG}	6.1 ^E
16	5.5 ^F	5.4 ^F	5.5 ^{GH}	5.2 ^F
20	5.3 ^{FG}	5.2 ^F	5.3 ^{HI}	5.1 ^F
24	4.9 ^G	4.8 ^G	4.8 ^I	4.6 ^G

^{A-I}Means with different letters within a same column are significantly different ($p < 0.05$).

연장될수록 점차 감소하는 경향을 나타내어 저장 20주 이후에 색, 조직감, 이취 및 풍미에서 각각 4.9, 4.8, 4.8 및 4.6으로 나타나 모든 평가항목에서 상품성의 한계치인 5.0 미만으로 측정되었다. 즉, 관능학적 기준으로 보면 RTE형 닭 가슴살은 10°C에서 저장할 때 최소한 20주간 상품성이 유지될 수 있는 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구는 RTE형 레토르트 닭 가슴살을 10°C에서 24주간 저장하면서 저장 기간에 따른 품질 특성 변화를 확인하고 저장수명을 파악하고자 실시하였다. 미생물은 호기성총균, 중온성 호기성 및 혐기성 포자형성균과 *Clostridium* spp. 모두 1.0 log CFU/g(검출한계) 이상 검출되지 않았다. pH값은 저장 0일차에 6.56이었고 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보여 저장 24주에 6.34로 나타났다. TBARS값은 최초 0.52 mg MA/kg에서 저장기간이 증가함에 따라 유의적인 경향으로 증가하여 저장 24주에 3.70 mg MA/kg으로 나타났다. VBN값은 저장 초기에 2.1 mg/100 g으로 나타났으며, 저장기간이 길어짐에 따라 유의적으로 점차 증가하여 저장 24주차에 39.9 mg/100 g으로 측정되었다. 포장 내 산소농도는 저장 초기 5.7%에서 저장기간이 길어짐에 따라 점차 감소하여 저장 24주에 3.3%로 나타났다. 저장기간 중 닭 가슴살과 충전액의 황색도는 점차 증가하고, 충전액은 점차 탁해진 것으로 확인되었다. 닭 가슴살의 저장 중 관능적 변화를 살펴 본 결과 저장 24주에 색, 조직감, 이취 및 풍미에 대한 모든 평가항목에서 상품성의 한계치인 5.0 미만으로 측정되었다. RTE형 레토르트 닭 가슴살의 물리화학 및 관능학적 품질 변화 지표들에 대한 결과를 종합해 볼 때 10°C에서 저장 시 최소한 20주간 상품성이 유지될 수 있는 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사를 표합니다.

참고문헌

- Ahn, D. U., Nam, K. C., Du, M., and Jo, C. (2001) Effect of irradiation and packaging conditions after cooking on the formation of cholesterol and lipid oxidation products in meats during storage. *Meat Sci.* **57**, 413-418.
- Al-Baali, A. G. A. and Farid, M. M. (2006) Sterilization of food in retort pouches. Springer Science Business Media, LLC, NY, pp. 5-13.
- Awuah, G. B., Ramaswamy, H. S., and Economides, A.

- (2007) Thermal processing and quality: Principles and overview. *Chem. Eng. Process* **46**, 584-602.
4. Barbanti, D. and Pasquini, M. (2005) Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. *LWT-Food Sci. Technol.* **38**, 895-901.
 5. Beltran, E., Pla, R., Yuste, J., and Mor-Mur, M. (2003) Lipid oxidation of pressurized and cooked chicken: role of sodium chloride and mechanical processing on TBARS and hexanal values. *Meat Sci.* **64**, 19-25.
 6. Bindu, J., Ravishankar, C. N., and Srinivasa Gopal, T. K. (2007) Shelf life evaluation of a ready-to-eat black clam (*Vil-lortita cyprinoides*) product in indigenous retort pouches. *J. Food Eng.* **78**, 995-1000.
 7. Bou, B., Guardiola, F., Grau, A., Grimpa, S., Manich, A., Barroeta, A., and Codony, R. (2001) Influence of dietary fat source, α -tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. *Poultry Sci.* **80**, 800-807.
 8. Brewer, M. S., Ikins, W. G., and Harbers, C. A. Z. (1992) TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J. Food Sci.* **57**, 558-563.
 9. Byun, Y., Bae, H. J., Cookey, K., and Whiteside, S. (2010) Comparison of the quality and storage stability of salmon packaged in various retort pouches. *LWT-Food Sci. Technol.* **43**, 551-555.
 10. Cayre, M. E., Garroa, O., and Vignolob, G. (2005) Effect of storage temperature and gas permeability of packaging film on the growth of lactic acid bacteria and *Brochothrix thermosphacta* in cooked meat emulsions. *Food Microbiol.* **22**, 505-512.
 11. CIE. (1976) Recommendations on uniform color spaces-color difference equations. Psychometric Color Terms. Suppl. No. 2 to CIE Publication No. 15 (E-1, 3.1). 1978, 1971/(TC-1-3), Commission Internationale de l'Eclairage, Paris.
 12. Comyn, J. (1985) Polymer permeability. Chapman & Hall, London, UK, pp. 269-287.
 13. Conway, E. J. (1958) Microdiffusion analysis and volumetric error. The MacMillan Co., NY, USA, 303.
 14. Economou, T., Pournis, N., Ntzimani, A., and Savvaidis, I. N. (2009) Nisin-EDTA treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf-life. *Food Chem.* **114**, 1470-1476.
 15. Egan, H., Kirk, R. S., and Sawyer, R. (1981) Pearson's chemical analysis of foods. 8th ed, Churchill Livingstone Ltd., Edinburgh, pp. 413-415.
 16. Fletcher, D. L. (1999) Broiler breast meat color variation, pH, and texture. *Poultry Sci.* **78**, 1323-1327.
 17. Gill, C. O. and Molin, G. (1991) Modified atmosphere and vacuum packaging. In: Food preservation. Russell, N. J. and Gould, G. W. (eds), Blackie and AVI. Scotland and NY, pp. 172-199.
 18. Glass, K. A. and Doyle, M. P. (1989) Fate of *Listeria monocytogenes* in processed meat products during refrigerated storage. *Appl. Environ. Microb.* **55**, 1565-1569.
 19. Gray, J. I. (1978) Measurement of lipid oxidation: A review. *JAOCS* **55**, 539-546.
 20. Grini, J. A., Sørheim, O., and Nissen, H. (1992) The effect of packaging materials and oxygen on the colour stability of sliced bologna. *Packaging Technol. Sci.* **5**, 313-320.
 21. Herbert, D. A. and Bettison, J. (1987) Packaging for thermally sterilized foods. In: Developments in food preservation (vol. 4). Thorne, S. (ed), Elsevier Applied Science, London, pp. 87-121.
 22. Husak, R. L., Sebranek, J. G., and Bregendahl, K. (2008) A survey of commercially available broilers marketed as organic, free-range, and conventional broilers for cooked meat yields, meat composition, and relative value. *Poultry Sci.* **87**, 2367-2376.
 23. Igene, J. O., Pearson, A. M., Merkel, R. A., and Coleman, T. H. (1979) Effect of frozen storage time, cooking and holding temperature upon extractable lipids and TBA values of beef and chicken. *J. Anim. Sci.* **49**, 701-707.
 24. Jeon, D. S., Moon, Y. H., Park, K. S., and Jung, I. C. (2004) Effects of gums on the quality of low fat chicken patty. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 193-200.
 25. Jeong, S. H., Ha, J. H., Jeong, Y. G., Jo, B. C., Kim, D. H., and Ha, S. D. (2011) Estimation of shelf-life of commercially sterilized fried rice containing meat. *Korean J. Food Hyg. Safety*, **3**, 209-213.
 26. Kebede, E., Mannheim, C. H., and Miltz, J. (1996) Heat penetration and quality preservation during thermal treatment in plastic trays and metal cans. *J. Food Eng.* **30**, 109-115.
 27. Ketelaere, A., Demeyer, D., Vandekerckhove, P., and Vervaeke, I. (1974) Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening. *J. Food Sci.* **39**, 297-300.
 28. Kim, S. J., Choi, W. S., You, S. G., and Min, Y. S. (2007) Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korean J. Food Sci. Technol.* **39**, 55-60.
 29. Korea Meat Trade Association. (2010) Databases: Korea Meat Consumption. <http://www.kmta.or.kr/html/sub6-1.html?scode=6>.
 30. Kuda, T., Fujita, M., Goto, H., and Yano, T. (2008) Effects of retort conditions on ATP-related compounds in pouched fish muscle. *LWT-Food Sci. Technol.* **41**, 469-473.
 31. Lee, K. T. (2010) Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Sci.* **86**, 138-150.
 32. Lee, K. T., Lee, K. J., and Yoon, C. S. (1999) Quality changes of Hanwoo beef packaged in modified atmosphere. *Korean J. Food Sci. An.* **19**, 27-35.
 33. Lee, S. K. (1999) Chicken and egg science. Yu Han Mun Hwa Sa, Seoul, Korea, pp. 187-202 (in Korean).
 34. Lin, J. H., Lin, Y. H., and Kuo, C. C. (2002) Effect of dietary fish oil on fatty acid composition, lipid oxidation and sensory property of chicken frankfurters during storage. *Meat Sci.* **60**, 161-167.
 35. Liu, D. C., Tsau, R. T., Lin, Y. C., Jan, S. S., and Tan, F. J. (2009) Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. *Food Chem.* **117**, 106-113.

36. Park, O. J., Kim, N. Y., and Han, M. J. (2003) The effect of jujubi, ginseng and garlic on the TBA value and microbial count of Samgaetang during refrigerated storage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **19**, 591-595.
37. Rozum, J. J. and Maurer, A. J. (1997) Microbiological quality of cooked chicken breasts containing commercially available shelf-life extenders. *Poultry Sci.* **76**, 908-913.
38. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) 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.
39. SPSS. (1999) SPSS for Windows. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
40. Suh, K. D. (1984) The production of boneless ham and the role of additives in processing. *Korean J. Meat Technol.* **5**, 41-49.
41. Turner, E. W., Paynter, W. D., Montie, E. J., Basserk, M. W., Struck, G. M., and Olson, F. C. (1954) Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. *Food Technol.* **8**, 326-330.
42. Vaithyanathan, S., Naveena, B. M., Muthukumar, M., Girish, P. S., and Kondaiah, N. (2011) Effect of dipping in pomegranate (*Punica granatum*) fruit juice phenolic solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4 °C). *Meat Sci.* **88**, 409-414.
43. Yoon, C. S. and Lee, K. T. (2001) Comparison of quality changes of Hanwoo beef vacuum-packaged with PA/PE laminated film or vacuum- and shrink-packaged with PVDC/EVA copolymer during chilled storage. *Food Sci. Biotechnol.* **10**, 137-143.

(Received 2012.2.27/Revised 1st 2012.5.2, 2nd 2012.6.25/
Accepted 2012.7.6)