

The Food and Life has published all type articles such as research articles, review articles, survey articles, research note, short communication or editorial since 2020. It covers the all scientific and technological aspects of food and life science.

<https://www.foodnlife.org>

돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 습식 숙성 기간에 따른 이화학적 특성 변화

조한결, 김학연*

공주대학교 동물자원학과



Changes in physicochemical characteristics of pork loin, beef loin and chicken breast with various wet aging periods

Hangyeol Cho, Hack-Youn Kim*

Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

Abstract

In this study, the physicochemical characteristics of pork loin, beef loin, and chicken breast with various wet aging periods were analyzed to derive an appropriate wet aging period for each livestock. Pork loin and chicken breast were stored at 4°C for 0, 1, and 2 weeks, and beef loin was stored at 4°C for 0, 1, 2, 3, and 4 weeks, and proximate compositions, water holding capacity (WHC), cooking yield, shear force, volatile basic nitrogen (VBN), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), and sensory evaluation were analyzed. In case of WHC, pork loin was the highest in weeks 0 and 1, and beef loin showed similar values in weeks 0 to 2, and increased in weeks 3, 4 ($p < 0.05$). Chicken breast showed no significant changes of WHC. Cooking yield showed no significant differences during the aging period in all samples. All samples had the lowest shear force at the 2nd week of aging during all aging periods. In case of VBN, pork loin showed an increasing tendency in weeks 0 and 2, and chicken breast were significantly increased ($p < 0.05$), beef loin showed no significant changes, and TBARS, pork loin and chicken breast showed no significant changes in weeks 1 and 2, beef loin showed similar values in weeks 1 to 3. In the sensory evaluation, all samples showed the best results in weeks 2. As a result, the most appropriate wet aging period is considered to be 2 week for pork loin, beef loin and chicken breast.

Keywords: pork, beef, chicken, wet-aging, physicochemical characteristics

서론

우리나라 1인당 국민총소득(gross national income, GNI)은 2015년 2만 8,700달러에서 2020년 3만 2,800달러로 약 14.42% 증가하였다(KOSIS, 2022). 이러한 소득 수준과 함께 국내의 육류 시장은 지속적인 성장을 이루고 있으며, 식육에 대한 소비자들의 요구와 선택은 가격보다는 품질 위주의 기준을 토대로 한다(Kim and Chin, 2018; Park, 2016). 또한, 식육의 품질을 판단하는 기준은 이전까지 근내지방도를 중심으로 하였으나, 최근 소비자들은 식육의 다즙성 및 연도 등을 더 중요시하는 것으로 나타났다(Shin, 2020). 이러한 트렌드에 편승한 식육의 숙성은 소비자들의 기호성을 증진시키기 위한 가장 보편적인 방법 중 하나이며(Gruber et al., 2006), 독특한 풍미와 차별화된 품질을 인정받아 그 수요가 증가하고 있다(Ortez et al., 2022).

숙성 중 식육은 근육 내에 존재하는 효소의 활성 및 단백질의 분해로 펩타이드와 유리아미노산이 증가하게 되며, 결과적으로 고기의 연도와 풍미에 영향을 주게 된다(Nishimura, 1998). 일정 온도, 습도 및 풍속을 유지한 호기적 상태에서의 건식 숙성과 냉장 온도에서 혐기적 상태로 보관하는 습식 숙성이 일반적이며, 습식 숙성은 건식 숙성에 비하여 낮은 수분 손실 및 미생물 성장의 억제, 연도 개선 등의 이점이 있기 때문에 숙성육 산업에서 일반적으로 이용되고 있다(Berger et al., 2018; Ha et al., 2019).

Evers 등(2020)은 우육 등심의 풍미에 관여하는 휘발성 화합물의 생성량은 습식 숙성의 기간에 큰 영향을 받는다고 보고하였으며, Li 등(2021)은 장기적인 습식 숙성이 오히려 소고기의 품질을 악화시킨다고 보고하였다. 돈육 등심의 경우 pH 5.8 수

*Corresponding author : Hack Youn Kim. Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Korea. Tel: +82-41-330-1241, Fax: +82-41-330-1249, E-mail: kimhy@kongju.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

준에서 진공 포장 시 24일까지 숙성이 가능하다는 보고가 있으며(Knox et al., 2008), 닭 가슴살의 경우 전기장 과냉각 시스템을 이용한 건조 숙성의 최적 기간이 21일로 보고된 바 있다(Kim et al., 2020).

식품공전 고시에 따르면 판매를 목적으로 식육을 절단하여 포장한 상태로 냉장 보관한 것을 포장육으로 정의하였으나, 축종별 적정 숙성 기간에 대하여 명확히 제시된 바가 없다(MFDS, 2022). 따라서 본 연구에서는 돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 냉장 온도에서의 습식 숙성 기간에 따른 이화학적 특성 변화를 관찰하여 습식 숙성의 기간을 규명하고, 숙성육 산업에 접목 가능한 최적의 습식 숙성 모델의 확립을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

재료 및 방법

공시재료 준비

돈육 등심과 우육 등심(*Musculus longissimus dorsi*)은 (주) I-home meat(Seoul, Korea)에서 도축 후 24시간이 경과한 것을 구매하였으며, 닭 가슴살은 (주) Harim(Iksan, Korea)에서 도축 후 24시간이 경과한 것을 구매하였다. 숙성육 시료 제조를 위하여 과도한 결체조직과 지방을 제거한 후 돈육 및 우육 등심은 약 350 g으로 절단하였으며, 닭 가슴살은 약 140 g 무게로 선별하여 일부를 0주차 시료로 당일 실험에 사용하였다. 습식 숙성은 식육을 진공포장기(C 15-HL, Webomatic, Bochum, Germany)를 이용하여 진공 포장한 후 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 상업용 냉장고(CA-H17DZ, LG, Seoul, Korea)에서 보관하며 진행되었다. 돈육 등심과 닭 가슴살은 숙성 0, 1, 2주, 우육 등심은 0, 1, 2, 3, 4주의 시료를 실험에 사용하였으며, 숙성 기간의 설정은 선행 연구 및 데이터를 참고하였다(Park and Kim, 2020; Park et al., 2019).

신선도 및 성분 조성의 분석을 위하여 proximate compositions, water holding capacity, volatile basic nitrogen 및 thiobarbituric acid reactive substances의 측정은 생육 및 분쇄된 상태의 시료를 이용하여 실험을 진행하였으며, cooking yield, shear force, sensory evaluation은 가열 처리된 시료를 이용하여 실험을 진행하였다.

일반성분 측정

각 주차별 생육 상태의 시료를 믹서(DP-5800BL, Guangdong Xinbao Electrical Appliances Holdings, Guangdong, China)를 사용하여 분쇄 후 14 mm sample dish에 정량하였다. 그 후 Food scanner(DA6200, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 수분 함량, 단백질 함량, 지방 함량, 콜라겐 함량을 측정하였다.

보수력 측정

시료의 보수력은 Filter paper press 방법을 응용하여 측정하

였다(Kim et al., 2020). 생육 상태의 시료 심부의 0.3 g을 채취하여 filter paper(Whatman No.1, GE Healthcare, Chicago, IL, USA) 중앙에 배치하고 필터 프레스 장치를 사용하여 3분간 일정한 압력을 가하였다. 그 후 총 면적과 시료의 면적을 digitizing area-lines sensor(MT-10S, MT Precision, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 다음 식을 대입하여 백분율로 계산하였다.

$$\text{WHC (\%)} = \frac{\text{inner area (mm}^2\text{)}}{\text{total area (mm}^2\text{)}} \times 100$$

가열수율 측정

가열수율의 측정을 위해 생육 상태의 시료를 Chamber(10.10ESI/SK, Alto-Shaam, Menomonee Falls, WI, USA)를 이용하여 심부 온도가 75°C 에 도달할 때까지 가열하였으며, 이 때 가열 온도는 80°C 로 설정하였다. 가열이 완료된 시료는 실온(25°C)에서 30분간 방랭하였으며, 가열 전 시료의 무게와 가열 및 방랭이 완료된 시료의 무게를 측정 후 아래와 같은 식을 이용하여 백분율로 산출하여 가열수율을 계산하였다.

$$\text{가열수율 (\%)} = \frac{\text{가열 후 무게}}{\text{가열 전 무게}} \times 100$$

전단력 측정

각 주차별 시료의 전단력 측정은 가열이 완료된 시료를 $1 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ (가로×세로×높이)으로 절단한 후 V-blade가 부착되어 있는 Texture analyzer(TA 1, Ametek, Largo, FL, USA)를 사용하였으며, 이때 측정 조건은 test speed 5.6 mm/s, distance 20 mm, force 21 g으로 설정하였다.

휘발성 염기태 질소 (Volatile basic nitrogen, VBN) 측정

VBN은 Jeong 등(2021)의 방법을 일부 수정하여 측정에 사용하였다. 분쇄한 시료 10 g과 증류수 30 mL를 Homogenizer(AM-5, Nihonseiki Kaisha, Tokyo, Japan)를 사용하여 1분간 균질하였으며($5614 \times \text{g}$), filter paper(Whatman No.1, GE Healthcare)로 여과하여 상등액을 실험에 사용하였다. Conway dish의 내실에 0.01 NH_3BO_3 1 mL와 Conway 시약 100 μL 를 넣었으며, 외실에 상등액 1 mL와 50% K_2CO_3 1 mL를 첨가하였다. 공시료는 증류수 1 mL를 첨가하였으며, 50% K_2CO_3 는 첨가하지 않았다. Vaseline을 바른 Conway dish 뚜껑을 덮고 37°C 에서 2시간 반응 후 Conway dish 내실의 용액이 초록색에서 붉은색으로 변하는 시점까지 0.02 N H_2SO_4 를 혼합하였다. VBN 함량 계산을 위한 계산식은 다음과 같다.

$$\text{VBN (mg/100g)} = \frac{V1 - V2}{m} \times 0.14 \times a \times b \times 100$$

- V1: 시료 적정량
 V2: 공시료 적정량
 m: 샘플 무게
 a: 0.02N H₂SO₄의 역가
 b: 희석 배수

지방 산패도 (thiobarbituric acid reactive substances, TBARS) 측정

지방산패도의 측정은 Kang 등(2022)의 방법을 일부 수정하여 사용하였다. 분쇄한 시료 10 g과 10% perchloric acid 용액 25 mL를 homogenizer(AM-5, Nihonseiki Kaisha)를 통해 1분간 균질화하였다(5614×g). 그 후 25 mL 증류수와 0.3% butylated hydroxytoluene 200 μL를 첨가하여 vortexing한 뒤 filter paper (Whatman No.1, GE Healthcare)로 여과하여 상등액을 추출하였다. 추출한 상등액과 2-thiobarbituric acid(TBA) 시약을 1:1 비율로 섞은 다음, water bath(JSWB30T, JSR, Gongju, Korea)를 이용하여 100℃의 조건에서 10분 동안 반응시킨 후, Multi-mode microplate reader(SpectraMax iD3, Molecular Devices, San Jose, CA, USA)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시료는 증류수와 TBA 시약을 1:1 비율로 섞어 흡광도를 측정하였다. Malonaldehyde에 대한 표준곡선은 1, 1, 3, 3-tetraethoxypropane을 1×10^{-8} – 7×10^{-8} M 수준으로 희석하여 538 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 지방산패도의 값은 mg malondialdehyde(MDA)/kg로 표현하였다.

관능 평가

관능평가는 공주대학교 윤리위원회(Authority No: KNU_IRB_2022-083)의 승인을 받아 진행하였다. 가열 처리가 및 방랭이 완료된 각 주차의 시료를 일정한 두께로 절단하여 20-30대의 남녀 중 훈련된 15명을 임의로 선발하여, 주차별로 색(color), 풍미(flavor), 연도(tenderness), 다즙성(juiciness), 이미·이취(off flavor) 및 전체적인 기호성(overall acceptability)에 대하여 각각 10점 만점으로 평점하고 그 평균치를 구하여 비교하였다.

이 때 색과 풍미 및 이미·이취는 기호적으로 가장 우수한 상태를 10점, 가장 열악한 상태를 1점으로 나타내었으며, 연도는 가장 부드러운 상태를 10점, 가장 질긴 상태를 1점으로 나타냈다. 다즙성의 경우 가장 수분감이 높은 상태를 10점, 가장 낮은 상태를 1점으로 나타내었다.

통계 분석

모든 실험은 최소 3회 이상의 반복실험을 실시하여 그 결과를 분석하였다. 통계처리 프로그램 SAS(version 9.3 for window, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 사용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었으며, 던컨의 Duncan's multiple range test으로 각 처리구들 간의 유의성을 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

Table 1은 돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 숙성 기간에 따른 일반성분을 나타낸 표이다. 돈육 등심의 수분 함량은 숙

Table 1. Proximate compositions (%) of pork loin, beef loin and chicken breast with various wet aging periods

Samples	Traits (%)	Wet aging periods (week)				
		0	1	2	3	4
Pork loin	Moisture	72.58±0.02 ^a	72.32±0.20 ^b	72.08±0.06 ^b		
	Crude protein	23.09±0.04 ^b	24.01±0.13 ^a	22.63±0.06 ^c		
	Crude fat	2.87±0.09 ^b	1.32±0.05 ^c	4.20±0.03 ^a		
	Collagen	1.13±0.01 ^b	0.97±0.02 ^c	1.22±0.01 ^a		
Beef loin	Moisture	65.23±0.27 ^c	69.06±0.22 ^a	68.87±0.06 ^a	68.58±0.58 ^a	66.25±0.16 ^b
	Crude protein	20.09±0.38 ^c	22.30±0.14 ^a	22.53±0.05 ^a	21.79±0.17 ^b	21.82±0.16 ^b
	Crude fat	12.28±0.55 ^a	5.66±0.08 ^d	5.62±0.05 ^d	8.01±0.25 ^c	9.57±0.04 ^b
	Collagen	1.67±0.08 ^a	1.35±0.02 ^d	1.38±0.01 ^d	1.48±0.02 ^c	1.58±0.02 ^b
Chicken breast	Moisture	73.83±0.13 ^a	73.91±0.10 ^a	74.55±0.64 ^a		
	Crude protein	22.30±0.03 ^a	21.79±0.06 ^b	21.47±0.09 ^c		
	Crude fat	1.32±0.04 ^b	2.25±0.01 ^a	2.45±0.29 ^a		
	Collagen	0.96±0.02 ^c	1.04±0.01 ^b	1.13±0.05 ^a		

All Values represented as mean±SD.

^{a-d}Values in a row with different superscripts differ significantly ($\alpha < 0.05$).

성 1주차 및 2주차에서 0주차에 비해 유의적으로 감소된 값을 보였다($p<0.05$). 숙성 1주 후 돈육 등심의 단백질 함량은 0주차에 비해 유의적으로 증가하였으나, 2주차에 감소하여 가장 낮은 값을 나타냈다($p<0.05$). 돈육 등심의 지방과 콜라겐 함량은 0주차에 비해 1주차에서 유의적으로 감소하였고, 2주차에 증가하여 가장 높은 값을 나타냈다($p<0.05$). 우육 등심의 수분 및 단백질 함량은 숙성 0주의 시료가 모든 주차 중 유의적으로 가장 낮은 값을 나타냈다($p<0.05$). 이후 숙성 1주차에서 크게 증가하였으며, 수분 함량은 3주차, 단백질 함량은 2주차까지 유의적으로 같은 값을 유지한 뒤 감소하였다($p<0.05$). 지방 함량과 콜라겐 함량은 숙성 0주차에서 가장 높은 값을 나타냈으나 이후 감소하여 1주차 및 2주차에서 가장 낮은 값을 나타냈으며, 이후 기간이 경과됨에 따라 유의적으로 증가하여($p<0.05$) 전반적으로 수분 및 단백질 함량과 부의 상관관계를 보였다. 숙성 0주에서 2주간 닭 가슴살의 수분 함량에서는 유의적인 변화가 측정되지 않았다($p<0.05$). 단백질 함량은 숙성 기간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으며, 지방 함량은 숙성 1주차가 0주차에 비하여 유의적으로 증가된 결과를 보였으나($p<0.05$), 숙성 1주차와 2주차 사이의 차이는 없었으며, 콜라겐 함량은 숙성 기간에 경과됨에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 숙성 0주차의 우육 등심을 제외하였을 때 전반적으로 모든 축종은 숙성 중 단백질 함량이 감소하는 경향을 나타냈으며, 이는 식육의 숙성 기간이 증가함에 따라 칼파인, 카텡신 등 내인성 효소의 작용으로 식육 내 단백질이 분해되기 때문인 것으로 판단된다(Jayasooriya et al., 2007). 또한 지방 및 콜라겐 함량의 증가는 단백질 함량의 감소에 따른 상대적인 현상으로, Kim 등(2019a), Cho 등(2010), Kim과 Lee(2003)의 연구 등 이전 연구에서 관찰된 결과와 유사하였다.

보수력

Fig. 1에는 숙성 주차별 돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 보수력을 나타냈다. 돈육 등심은 0주차에서 1주차까지 유의적으로 같은 값을 나타냈으나, 2주차에서 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 우육 등심의 보수력은 3, 4주차에서 0-2주차에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타냈다($p<0.05$). 이는 습식 숙성으

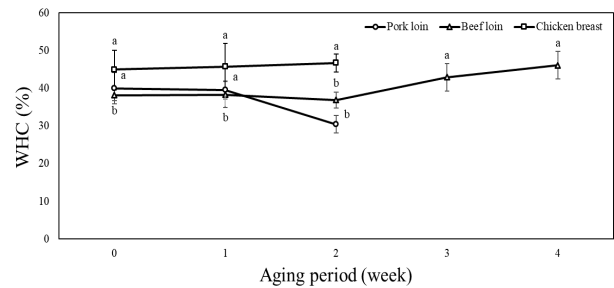


Fig. 1. Water holding capacity (%) of pork loin, beef loin and chicken breast with various wet aging periods. ^{a,b}Values on bar with different superscripts differ significantly ($p<0.05$). WHC, water holding capacity.

로 인한 근육 구조의 분해로 식육 내 수분이 외부로 삼출되는 통로가 붕괴되어 보수력이 증가한 것으로 판단된다(Rodrigues et al., 2022). 반면, 닭 가슴살의 보수력은 모든 주차에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. Ma 등(2018)은 보수력이 수분 함량과 정의 상관관계가 있다고 보고한 바 있으며, 이에 따라 본 연구에서 닭 가슴살의 수분 함량이 숙성 간 차이를 보이지 않았던 것과 유사한 결과를 나타내었다. 결과적으로 습식 숙성은 닭 가슴살의 보수력에 유의적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

가열수율 및 전단력

습식 숙성 기간에 따른 돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 가열 수율은 Table 2에 나타내었으며, 모든 축종에서 숙성 기간에 따른 가열 수율의 유의적 차이는 보이지 않았다. 가열 수율은 가열 중 단백질의 변성과 근육 수축에 의한 수분 및 용해성 물질의 손실에 따라 결정되며, 식육의 보수력과 가열 온도에 영향을 받는다(Hughes et al., 2014).

식육은 숙성이 진행됨에 따라 칼파인, 카텡신과 같은 단백질 분해 효소에 의하여 근원섬유 단백질이 분해되어 근소편화가 진행되고, 결과적으로 전단력이 감소하게 된다(Brad Kim et al., 2016). 숙성 기간에 따른 돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 전단력은 Fig. 2에 나타냈다. 돈육 등심과 닭 가슴살의 전단

Table 2. Cooking yield (%) of pork loin, beef loin and chicken breast with various wet aging periods

Trait (%)	Samples	Wet aging period (week)				
		0	1	2	3	4
Cooking yield	Pork loin	70.02±1.50 ^{ns}	70.75±0.10 ^{ns}	71.47±1.57 ^{ns}		
	Beef loin	73.41±4.07 ^{ns}	71.70±2.92 ^{ns}	70.22±2.41 ^{ns}	67.72±4.47 ^{ns}	69.66±1.88 ^{ns}
	Chicken breast	76.28±1.92 ^{ns}	77.61±0.37 ^{ns}	75.50±0.51 ^{ns}		

All Values represented as mean±SD.
ns, non-significant.

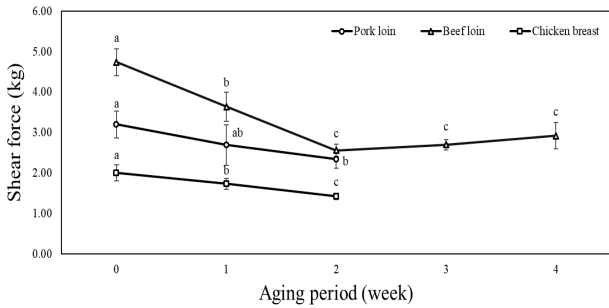


Fig. 2. Shear force (kg) of pork loin, beef loin and chicken breast with various wet aging periods. ^{a-c}Values on bar with different superscripts differ significantly (α 0.05).

력은 숙성 기간이 증가할수록 유의적으로 감소하여 2주차에서 가장 낮은 값을 나타냈으며($p < 0.05$), 우육 등심의 숙성 전(0주차) 4.73 kg에서 숙성 2주 후 2.55 kg으로 유의적인 감소를 보였으나($p < 0.05$) 2주차부터 4주차까지는 유의적 차이를 보이지 않았다. Moon 등(2001)의 연구에 따르면 돼지 등심의 전단력은 숙성 전 2.91 kg에서 숙성 7일 후 2.53 kg으로 감소하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 또한, Lindahl 등(2010)은 습식 숙성을 진행한 소 등심의 전단력이 15일과 25일 사이에 유의적인 차이가 없었다고 보고하였으며, 이는 숙성 기간의 경과에 따른 단백질 분해 효소의 활성 감소에 기인하였다고 설명하였다. 이러한 결과를 바탕으로 고려하였을 때 우육 등심을 3주 이상 숙성시키는 것은 전단력의 유의미한 감소를 기대할 수 없으며, 숙성 시설 유지에 대한 자원의 불필요한 소모를 초래할 것으로 판단된다.

휘발성 염기태 질소 및 지방 산패도

Table 3에는 돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 숙성 기간에

따른 VBN과 TBARS를 나타냈다. VBN은 육류의 신선도와 부패 정도를 평가하는 대표적인 지표이며, 식품공전에서는 식육의 VBN이 20 mg/100 g을 초과하지 않도록 규정하고 있다 (MFDS, 2022). 돈육 등심의 VBN은 0주차 2.76 mg/100 g에서 2주차 3.21 mg/100 g으로 유의적으로 증가하였으며($p < 0.05$), 우육 등심의 경우 0주차 2.91 mg/100 g에서 4주차 2.84 mg/100 g으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 닭 가슴살의 VBN은 숙성이 진행됨에 따라 유의적으로 증가하여 0주차 2.76 mg/100 g에서 2주차에 6.42 mg/100 g으로 측정되었다($p < 0.05$). 본 실험에서 돈육 등심과 닭 가슴살은 VBN의 유의적인 증가가 관찰되었으나, 숙성 종료 시점에서 세 축종 모두 기준치를 초과하지 않아 부패의 위험은 없는 것으로 판단된다.

돈육 등심과 닭 가슴살은 0주차의 지방산패도가 1, 2주차에 비하여 유의적으로 낮았으나, 1주차와 2주차 사이에 유의적인 차이는 발생하지 않았다($p < 0.05$). 식육의 TBARS에 관한 연구에서 Choi 등(2002)은 습식 숙성 중 돈육 등심의 지방산패도는 시간의 경과에 따라 조금씩 증가하나, 숙성 0주에서 2주차까지의 TBARS는 모두 0.17 mg MDA/kg 수준으로 유의적 차이가 없었다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타냈다. 우육 등심의 지방산패도는 숙성 4주 후의 측정치가 숙성 전에 비하여 유의적으로 높았으나($p < 0.05$), 1주차부터 4주차 사이 유의적인 차이는 없어 지방 산화의 속도는 매우 낮은 것으로 판단된다. 지방산패도는 식육의 산패를 판단하는 중요한 지표이다. 일반적으로 식육의 TBARS 값은 1.0 mg MDA/kg 수준을 산패의 임계값으로 판단하며(Kim et al., 2019b), 우육의 경우 숙성 시 그 임계값은 2.0 mg MDA/kg 수준으로 축종별, 식품 유형별 TBARS 값에 따른 지방의 산패 판단 수준은 상이하다(Campo et al., 2006). 본 연구의 숙성 2주차 돼지 등심과 닭 가슴살, 숙성 4주차 소 등심의 TBARS 값은 각각 0.23 mg MDA/kg, 0.24 mg MDA/kg, 0.30 mg MDA/kg으로 세 축종 모두 숙성 중 지방 산패의 위험은 없는 것으로 판단된다.

Table 3. Volatile basic nitrogen (VBN, mg/100 g) and thiobarbituric acid reactive substance (TBARS, mg MDA/kg) of pork loin, beef loin and chicken breast with various wet aging periods

Traits	Samples	Wet aging period (week)				
		0	1	2	3	4
VBN (mg/100 g)	Pork loin	2.76±0.13 ^b	2.99±0.13 ^{ab}	3.21±0.13 ^a		
	Beef loin	2.91±0.09 ^a	2.91±0.18 ^a	2.91±0.00 ^a	3.02±0.11 ^a	2.84±0.13 ^a
	Chicken breast	2.76±0.47 ^c	3.88±0.34 ^b	6.42±0.13 ^a		
TBARS (mg MDA/kg)	Pork loin	0.22±0.00 ^b	0.24±0.02 ^a	0.23±0.00 ^a		
	Beef loin	0.26±0.01 ^b	0.27±0.01 ^{ab}	0.28±0.03 ^{ab}	0.29±0.00 ^{ab}	0.30±0.02 ^a
	Chicken breast	0.23±0.00 ^b	0.25±0.00 ^a	0.25±0.01 ^a		

All Values represented as mean±SD.

^{a-c}Values in a row with different superscripts differ significantly (α 0.05).

MDA, malondialdehyde.

관능 평가

Table 4에는 숙성 기간에 따른 돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 관능평가 결과를 나타냈다. 돈육 등심의 육색, 다즙성은 숙성으로 인한 유의적 차이가 관찰되지 않았다. 반면, 풍미, 연도, 전체적 기호도에서 0주차에 비해 1주차, 2주차에서 유의적으로 높은 평가 결과가 나타났으며, 이미·이취의 평가 결과는 0주차에 비해 숙성 2주차의 점수가 유의적으로 높은 결과를 보였다($p<0.05$). 우육 등심의 연도, 육색, 이미·이취 및 전체적 기호도의 평가 결과가 0주차와 비교하여 2주차에 가장 높은 결과를 보였고($p<0.05$), 풍미의 경우 1주차에 가장 높은 값을 나타내었다. 다즙성의 경우 숙성 기간에 따른 관능 평가의 유의적 차이가 관찰되지 않았다. 닭 가슴살의 풍미와 전체적 기호도는 0주차에 비해 1주차에서 유의적으로 낮은 점수를 보였으나 2주차에 증가하여 가장 높은 점수를 나타냈으며($p<0.05$), 연도와 다즙성은 모든 주차에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 본 실험의 전단력 측정에서는 닭 가슴살의 숙성 기간에 따른 전단력의 유의적 차이가 뚜렷하였으나, 그 결과가 관능평가에 반영되지 않은 것은 기계가 측정할 수 있는 수준과 실제로 사람이 체감 가능한 영역의 차이에서 기인한 것으로 판단된다 (Destefanis et al., 2008). 일반적으로 식육의 다즙성은 보수력

과 관련이 있다고 보고되어 있다(Pearce et al., 2011). 본 실험에서는 닭 가슴살의 보수력이 숙성 간 유의적 차이를 나타내지 않아 관능평가의 다즙성과 동일한 경향을 나타냈다. 이미·이취는 0주차와 2주차에 비하여 1주차의 닭 가슴살에서 유의적으로 높은 점수를 받았다($p<0.05$).

결론

본 연구에서는 돈육 등심, 우육 등심, 닭 가슴살의 숙성 기간 동안 이화학적 특성 변화를 분석하였으며, 이를 통하여 각 축종별 적정 숙성 기간 도출 및 최적 숙성육 모델 확립을 위한 기초자료를 마련하고자 하였다.

돈육 등심의 단백질 함량은 2주차에서 가장 낮은 값을 나타냈으며, 반대로 지방과 콜라겐 함량은 2주차에서 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 보수력은 숙성 전과 1주 후 사이에 유의적 변화가 관찰되지 않았으나 숙성 2주 후 유의적인 감소를 보였다($p<0.05$). 가열 수율은 모든 주차에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 전단력은 숙성 기간에 따라 감소하여 숙성 2주차의 돈육 등심에서 가장 낮은 값을 보였으며, 관능 평가 결과 숙성 2주차에서 가장 우수한 결과를 나타냈다($p<0.05$).

우육 등심의 수분 함량은 1, 2, 3주차에서 유의적 차이가 관

Table 4. Sensory evaluation of pork loin, beef loin and chicken breast with various wet aging periods

Samples	Traits	Wet aging period (week)				
		0	1	2	3	4
Pork loin	Flavor	7.89±0.65 ^b	8.79±0.70 ^a	9.51±0.68 ^a		
	Tenderness	7.79±0.81 ^b	8.83±0.73 ^a	9.26±1.17 ^a		
	Color	8.47±0.77 ^a	8.81±0.52 ^a	8.96±0.59 ^a		
	Juiciness	8.09±0.63 ^a	8.99±0.72 ^a	9.04±1.12 ^a		
	Off-flavor	7.94±0.33 ^b	8.54±0.46 ^{ab}	9.07±1.11 ^a		
	Overall acceptability	7.97±0.51 ^b	9.06±0.37 ^a	9.26±1.12 ^a		
Beef loin	Flavor	7.83±0.75 ^c	8.67±0.41 ^{ab}	9.33±0.41 ^a	8.75±0.61 ^{ab}	8.33±0.61 ^{bc}
	Tenderness	7.92±0.80 ^b	8.33±0.41 ^b	9.50±0.63 ^a	9.58±0.58 ^a	9.33±0.52 ^a
	Color	8.08±0.80 ^b	8.83±0.82 ^{ab}	9.17±0.52 ^a	9.50±0.84 ^a	8.92±0.80 ^{ab}
	Juiciness	8.33±1.03 ^a	8.58±0.80 ^a	9.42±0.66 ^a	9.17±0.52 ^a	8.75±1.17 ^a
	Off-flavor	8.17±1.03 ^b	8.83±0.52 ^{ab}	9.42±0.80 ^a	8.50±1.22 ^{ab}	7.83±0.98 ^b
	Overall acceptability	7.83±0.75 ^c	8.58±0.49 ^{abc}	9.33±0.61 ^a	9.08±0.80 ^{ab}	8.33±0.82 ^{bc}
Chicken breast	Flavor	8.43±0.84 ^{ab}	7.80±0.89 ^b	8.96±0.51 ^a		
	Tenderness	8.70±0.86 ^a	9.04±0.42 ^a	9.00±0.29 ^a		
	Color	8.29±0.91 ^b	9.29±0.57 ^a	8.89±0.58 ^{ab}		
	Juiciness	8.33±0.55 ^a	8.93±0.67 ^a	8.69±0.63 ^a		
	Off-flavor	8.99±0.43 ^b	9.29±0.57 ^a	8.89±0.58 ^{ab}		
	Overall acceptability	8.61±0.65 ^{ab}	8.14±0.99 ^b	9.11±0.20 ^a		

All Values represented as mean±SD.

^{a-c}Values in a row with different superscripts differ significantly ($\alpha<0.05$).

찰되지 않았으며, 4주차에서 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 단백질 함량은 1, 2주차의 결과가 동일하였으나 이후 3, 4주차에서는 유의적으로 감소하였다. 1주차와 2주차의 지방 함량과 콜라겐 함량은 변화를 보이지 않았으나 2-4주차에서는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 보수력의 경우 0-2주차의 변화는 없었으나 2-4주차에서 유의적 증가를 나타냈다($p<0.05$). TBARS는 0주차에 비해 4주차에서의 유의적 증가는 관찰되었으나($p<0.05$), 1-4주차의 유의적 차이는 보이지 않았다. 가열 수율과 VBN은 모든 주차에서 유의적 차이를 나타내지 않았다. 또한, 전단력은 0-2주차에서 유의적으로 감소하여 2주차에서 가장 낮은 값을 나타냈으며, 2주차부터 4주차 사이의 유의적 차이는 관찰되지 않았다. 관능 평가 결과 모든 항목에서 0주차와 비교하여 2주차가 유의적으로 가장 높은 결과를 나타내었으며($p<0.05$), 2-4주차의 결과는 동일하거나 감소하는 경향을 나타내었다.

닭 가슴살의 단백질 함량과 전단력은 숙성 기간에 따라 감소하여 2주차에서 가장 낮은 값을 나타냈다($p<0.05$). 지방 함량과 TBARS는 1, 2주차의 결과가 0주차에 비해 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 콜라겐 함량과 VBN은 숙성 간 유의적으로 증가하여 2주차에서 가장 높은 값을 나타냈다($p<0.05$). 보수력 및 가열 수율은 숙성 기간에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 관능 평가 결과 숙성 2주차의 닭 가슴살이 가장 우수한 결과를 나타냈다. 우육 등심의 TBARS를 제외한 모든 축종의 VBN과 TBARS는 숙성 간 유의적으로 증가하였으나 결과적으로 부패 및 산패의 위험은 관찰되지 않았다.

이러한 결과를 바탕으로, 세 축종의 적정 습식 숙성 기간은 돈육 등심 약 2주, 우육 등심 약 2주, 닭 가슴살 약 2주로 설정하는 것이 가장 적절할 것으로 판단되며, 본 연구는 습식 숙성 육 산업에서 최적 모델의 확립을 위한 기초 자료로 활용 가능할 것으로 사료된다.

Conflicts of Interest

The authors declare no potential conflict of interest.

Acknowledgments

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (KRF) funded by the Ministry of Education (2018R1D1A1B07049938).

Ethics Approval

This article was approved by the Ethics Committee of Kongju National University, Korea (Authority No: KNU_IRB_2022-083).

Author Contributions

Conceptualization: Kim HY.

Data curation: Cho H.

Formal analysis: Cho H, Kim HY.

Methodology: Kim HY.

Software: Cho H.

Validation: Cho H.

Investigation: Cho H.

Writing - original draft: Cho H.

Writing - review & editing: Cho H, Kim HY.

Author Information

Hangyeol Cho (Graduate Student, Kongju National University)

<https://orcid.org/0000-0003-3117-1585>

Hack-Youn Kim (Professor, Kongju National University)

<https://orcid.org/0000-0001-5303-4595>

References

- Berger J, Brad Kim YH, Legako JF, Martini S, Lee J, Ebner P, Scramlin Zuelly SM. 2018. Dry-aging improves meat quality attributes of grass-fed beef loins. *Meat Sci* 145:285-291.
- Brad Kim YH, Kemp R, Samuelsson LM. 2016. Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. *Meat Sci* 111:168-176.
- Campo MM, Nute GR, Hughes SI, Enser M, Wood JD, Richardson RI. 2006. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Sci* 72:303-311.
- Cho SH, Kim J, Park BY, Seong PN, Kang GH, Kim JH, Jung SG, Im SK, Kim DH. 2010. Assessment of meat quality properties and development of a palatability prediction model for Korean Hanwoo steer beef. *Meat Sci* 86: 236-242.
- Choi YS, Cho SH, Lee SK, Rhee MS, Kim BC. 2002. Meat color, TBARS and VBN changes of vacuum packaged Korean pork loins for export during cold storage. *Korean J Food Sci Anim Resour* 22:158-163.
- Destefanis G, Brugiapaglia A, Barge MT, Dal Molin E. 2008. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Sci* 78:153-156.
- Evers DL, Garmyn AJ, Legako JF, Woerner DR, Miller MF. 2020. Flavor characterization of grass- and grain-fed Australian beef *Longissimus lumborum* wet-aged 45 to 135 days. *Meat Muscle Biol* 4:1-14.

- Gruber SL, Tatum JD, Scanga JA, Chapman PL, Smith GC, Belk KE. 2006. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. *J Anim Sci* 84:3387-3396.
- Ha Y, Hwang I, Choi J, Kang SM, Kim Y, Seol KH, Seo HW, Kim J, Cho S. 2019. Comparison of meat quality traits for *M. Longissimus thoracis*, *M. Glutaeusmedus*, *M. Semimembranosus* from low-grade Hanwoo cow beef by dry aging and wet aging conditions. *Ann Anim Resour Sci* 30: 121-132.
- Hughes JM, Oiseth SK, Purslow PP, Warner RD. 2014. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat Sci* 98:520-532.
- Jayasooriya SD, Torley PJ, D'Arcy BR, Bhandari BR. 2007. Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine *Semitendinosus* and *Longissimus* muscles. *Meat Sci* 75:628-639.
- Jeong CH, Kim HY, Kook MC. 2021. Influence of the quality characteristics and shelf life of fried chicken with various levels of shrimp powder. *Resour Sci Res* 3:35-45.
- Kang KM, Lee SH, Kim HY. 2022. Changes in physicochemical and storage properties of dry-aged beef loin using electric field refrigeration system. *Foods* 11:1539.
- Kim CJ, Lee ES. 2003. Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci* 63:397-405.
- Kim HS, Chin KB. 2018. Current status and prospect of Korea meat processing industry. *Food Sci Ind* 51:229-237.
- Kim HS, Lee SH, Kim HY. 2020. Physicochemical properties of dry aged chicken breast applicate electric field super cooling system. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 49:984-990.
- Kim M, Choe J, Lee HJ, Yoon Y, Yoon S, Jo C. 2019a. Effects of aging and aging method on physicochemical and sensory traits of different beef cuts. *Food Sci Anim Resour* 39:54-64.
- Kim TK, Yong HI, Jang HW, Lee H, Kim YB, Jeon KH, Choi YS. 2019b. Quality of sliced cured pork loin with spinach: Effect of incubation period with starter culture. *J Food Qual* 2019:6373671.
- Knox BL, van Laack RLJM, Davidson PM. 2008. Relationships between ultimate pH and microbial, chemical, and physical characteristics of vacuum-packaged pork loins. *J Food Sci* 73:M104-M110.
- Korean Statistical Information Service [KOSIS]. Gross national income per 1 person. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_2KAA902&conn_path=I2. Accessed at Aug 5, 2022.
- Li Z, Ha M, Frank D, McGilchrist P, Warner RD. 2021. Volatile profile of dry and wet aged beef loin and its relationship with consumer flavour liking. *Foods* 10:3113.
- Lindahl G, Lagerstedt Å, Erbjerg P, Sampels S, Lundström K. 2010. Ageing of large cuts of beef loin in vacuum or high oxygen modified atmosphere: Effect on shear force, calpain activity, desmin degradation and protein oxidation. *Meat Sci* 85:160-166.
- Ma F, Zhang B, Wang W, Li P, Niu X, Chen C, Zheng L. 2018. Potential use of multispectral imaging technology to identify moisture content and water-holding capacity in cooked pork sausages. *J Sci Food Agric* 98:1832-1838.
- Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. Food code. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC>. Accessed at Aug 7, 2022.
- Moon YH, Kim YK, Koh CW, Hyon JS, Jung IC. 2001. Effect of aging period, cooking time and temperature on the textural and sensory characteristics of boiled pork loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:471-476.
- Nishimura T. 1998. Mechanism involved in the improvement of meat taste during postmortem aging. *Food Sci Technol Int Tokyo* 4:241-249.
- Ortez M, Widmar NO, Thompson NM, Brad Kim YH. 2022. Valuation of dry and wet aged beef by U.S. consumers. *Q Open* 2:qoac011.
- Park HJ. 2016. A study on the consumption pattern of meat in Korea. *Local Soc Issues Discourse* 15:119-133.
- Park SY, Kim HY, Choe J. 2019. Application of an electric field refrigeration system on pork loin during dry aging. *Food Sci Anim Resour* 39:668-676.
- Park SY, Kim HY. 2020. Electric field induced super-cooling system for long term dry-aged beef loin. *Food Sci Anim Resour* 40:286-296.
- Pearce KL, Rosenvold K, Andersen HJ, Hopkins DL. 2011. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes: A review. *Meat Sci* 89:111-124.
- Rodrigues LM, Guimarães AS, de Lima Ramos J, de Almeida Torres Filho R, Fontes PR, de Lemos Souza Ramos A, Ramos EM. 2022. Application of gamma radiation in the

beef texture development during accelerated aging. *J Texture Stud* 53:923-934.

Shin JS. 2020. A study on the change of beef consumption and recognition of aged meat. *J Korea Acad Ind Coop Soc* 21:373-379.

© Copyright. Korean Society for Food Science of Animal Resources.

Date Received Jan. 10, 2022

Date Revised Feb. 6, 2023

Date Accepted Feb. 8, 2023