

모돈 및 규격돈의 부위별 품질 특성

박혜정¹ · 김아진¹ · 박찬혁¹ · 최희¹ · 김태현² · 이승현² · 이승재^{1*}

¹삼성웰스토리(주) 식품연구소, ²삼성웰스토리(주) 축수산MD그룹

Quality Characteristics of Different Parts of Sow and Commercial Pork

Hye-Jung Park¹, Ajin Kim¹, Chan Hyuk Park¹, Hee Choi¹, Taehyun Kim²,
Seunghyun Lee², and Seungjae Lee^{1*}

¹Food R&D Institute, Samsung Welstory Inc.

²Meat&Seafood Merchandise, Samsung Welstory Inc.

Abstract

In this study, the quality of sow pork was compared with commercial pork to evaluate sow pork as raw meat material for processing. Texture, cooking loss, color, pH, water, lipid, fatty acid, volatile profiles, and sensory characteristics of 3 parts (tenderloin, loin, hind leg) of sow and commercial pork were analyzed. In texture analysis, sow pork had significantly higher shear force compared to commercial pork (tenderloin: sow 143.19 N, commercial 107.79 N; loin: sow 173.62 N, commercial 120.65 N; hind leg: sow 211.76 N, commercial 112.80 N) ($p < 0.05$). There were significant differences in cooking loss, color, and pH, but they differed by part. A total of 49 volatile compounds were identified, and there were significant differences in 22 volatile compounds. In the case of hexanal (one of the warmed-over flavors), which was detected on the largest scale, the relative concentration was significantly higher in the tenderloin of commercial pork ($p < 0.05$). On the other hand, no differences were reported by sensory analysis for hardness, off-flavor, juiciness, oiliness, appearance, taste, and acceptability between cooked sow and commercial pork. This study provides a database on the quality of sow pork by parts, which is considerable to develop proceed meat products using sow meat.

Keywords: sow pork, commercial pork, quality, texture, sensory

서 론

우리나라는 소비 수준의 향상 및 식생활의 변화에 따라 육류의 소비량이 꾸준히 증가하고 있으며, 2022년 3대 육류(우육, 돈육, 계육)의 1인당 연간소비추정량은 2002년 33.5 kg에서 연평균 2.8% 증가한 58.4 kg으로 쌀의 연간소비추정량 55.6 kg을 추월하였다(Korea Rural Economic Institute, 2022a). 특히 돈육은 육류 중에서도 공급 및 소비량이 가장 큰 품목으로 식품수급표 기준 2021년 1인당 연간공급량은 29.1 kg에 달해 우육 13.4 kg, 계육 11.4 kg의 2배 이상이다(Korea Rural Economic Institute, 2022b). 돈육은 1+, 1, 2, 등외로 등급이 구분되고, 정의에 따라 달라질 수 있으나 일반적으로 1+등급과 1등급을 규격돈(commercial, standard or finishing pork)으로 분류하며, 1차적으로 돼지

도체의 중량, 등 부위 지방두께 등에 따라, 2차적으로 외관(비육 상태, 삼겹살 상태, 지방부착 상태), 육질(지방 침착도, 육색, 조직감, 지방색·질), 결합(근출혈, 근육제거, 외상 등) 등의 요소에 따라 최종등급이 판정된다(Korea Ministry of Government Legislation, 2022; Korea Ministry of Government Legislation, 2023). 비육 상태 및 육질이 불량한 경우 등이 등의 등급으로 분류되며, 비육돈 생산을 위해 활용되는 어미암돼지 모돈(sow) 역시 이에 해당된다(Korea Ministry of Government Legislation, 2022). 등외 등급은 규격돈에 비해 저렴한 가격으로 유통되며, 특히 이중 모돈은 규격돈 대비 생산량이 많아 부위별 특성을 고려하여 가공제품 적용 시 원가절감형 원료로서 활용가치가 높다고 판단된다. 축산물품질평가의 축산유통정보에 따르면, 2023년 9월 1일 돈육 도매유통단계의 지육경락가격은 전국평균 기준 1+등급 6,649 원/kg, 1등급 6,408 원/kg으로 규격돈의 평균가격은 6,529 원/kg이었으며, 등외는 평균가격 2,858 원/kg, 이중 모돈은 2,802 원/kg으로 규격돈 대비 43%의 가격이었다(Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation, 2023). 모돈의 사육개월수는 약 30-36개월로, 일반적으로 6개월 정도 사육되는 규격돈의 5-6배

*Corresponding author: Seungjae Lee, Food R&D Institute, Samsung Welstory Inc., Gyeonggi-do 16908, Korea
Tel: +82-31-899-0550; Fax: +82-31-288-0811
E-mail: seungjae.lee@samsung.com
Received September 15, 2023; revised October 13, 2023; accepted October 23, 2023

에 해당되어, 개체 크기 및 중량이 크다. 규격돈의 도축 전 절식체중은 1+등급 112.90±3.50 kg, 1등급 112.90± 6.80 kg, 2등급 108.70±15.30 kg이며, 모돈의 절식체중은 223.28±16.45 kg으로 규격돈의 2배에 이른다(National Institute of Animal Science, 2021). 이에 따라 모돈의 부위 생산량도 안심 2.04±0.28 kg, 등심 14.23±1.59 kg, 목심 10.91±1.27 kg, 앞다리 20.94±2.19 kg, 뒷다리 34.97±3.15 kg, 삼겹살 28.45±2.81 kg, 갈비 6.14±0.78 kg으로 규격돈보다 많은 편이다(National Institute of Animal Science, 2021). 다만 모돈의 경우 비육돈 생산을 위해 장기간 사육되므로 육질이 질기다는 등의 식육으로서의 품질과 관련된 부정적 인식이 있어(Sindelar et al., 2003), 본 연구에서는 모돈의 부위별 품질 특성을 규격돈과 비교하여 모돈육 활용 가공제품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

실험에 사용된 모돈(Landrace × Yorkshire 또는 Yorkshire × Landrace, 약 30-36개월령, 약 220 kg)은 및 1등급 규격돈(Landrace × Yorkshire × Duroc 또는 Yorkshire × Landrace × Duroc, 약 6개월령, 약 110 kg) 시료는 축산업체 (주)성민글로벌(Gwangju-si, Gyeonggi-do, ROK)과 (주)대양축산(Gwangju-si, Gyeonggi-do, ROK)를 통해 구매하였다. 햄, 소시지 및 분쇄가공육 제품의 원료육으로서 활용가치가 높은 안심(tenderloin), 등심(loin), 후지(hind leg) 3개 부위를 실험 재료로 하였다(모돈 안심: ST; 모돈 등심: SL; 모돈 후지: SH; 규격돈 안심: CT; 규격돈 등심: CL; 규격돈 후지: CH). 모든 시료는 부위별 덩어리육을 2 kg 이상씩 제공받아 주변의 근막 등 결체조직과 덩어리 지방을 제외한 후 근육 부위만 사용하였다. 지질 추출을 위한 용매로는 petroleum ether (4980-08, Macron, Radnor, PA, US), 지방산 분석을 위한 내부표준물질 및 표준물질로는 glyceryl triundecanoate (T5534, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, US), 37 Component FAME Mix (CRM47885, Supelco, St. Louis, MO, US), 휘발성 성분 분석을 위한 내부표준물질로는 2-methyl-3-heptanone (103128, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, US) 제품을 사용하였다.

조직감 측정

전단력 측정은 조직감 분석기기 제조사에서 제공하는 Application guide의 Warner-Bratzler blade를 이용한 육류 시험법의 parameter (Stable Micro System, 2018)와 기존 연구(Hoa et al., 2020)를 참고하여 수행하였다. 모돈 및 규격돈의 부위별 조직감 측정을 위해 4 L의 물을 80°C로 유지한 항온수조(CWB-20L, HYSC, Seoul-si, ROK)에 근섬유 방향과 직각 방향으로 절단한 두께 3 cm의 시료를 폴

리에틸렌백으로 밀봉하여 침지한 후, 1시간 동안 가열하여 중심부 온도가 75°C 이상이 되는 것을 확인하였다. 가열처리한 시료를 30분간 방냉 후 전용절단기(Twin blade sample preparation tool, Stable Micro Systems, Godalming, UK)를 이용하여 3 × 3 cm 정방형으로 균일하게 절단한 것 5개를 조직감 측정의 최종 시료로서 활용하였다. 조직감 측정은 Stable Micro Systems사(Godalming, UK)의 Texture Analyser (TA.XTplusC)를 사용하였으며, 길이 90 mm의 절단 blade를 이용하여 전단력(shear force)를 측정하였다. Blade의 test-speed는 2.0 mm/sec로 하였고 시료에 5.0 g의 힘이 가해지는 시점에서 distance 30 mm, 15 sec 조건으로 절단한 결과로부터 돈육의 전단력을 분석하였다. 전단력 결과값은 각 시료를 5회 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

가열감량 측정

가열감량은 근섬유 방향과 직각 방향으로 3 cm로 두께 절단한 부위별 시료의 중량을 측정 후, 기존연구들(Kim & Kim, 2018; Hoa et al., 2020; Eom & Yang, 2022)의 측정방법에서 균질한 처리를 위해 가열시간만 1시간으로 변경하였다. 처리 후 유출된 드립(drip)과 시료 표면의 물기를 제거한 후 각 시료의 중량을 측정하여 가열감량을 백분율로 산출하였으며, 각 시료를 3회 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

색 측정

Hoa et al. (2020)의 측정방법을 참고하여, 산화 방지로 인한 색 변화를 최소화하기 위해 덩어리육을 3 cm 두께로 절단한 즉시 3개의 다른 위치에서 단면의 색 측정을 수행하였다. 광원 램프 CLEDs, 측정파장 범위 400-700 nm, 측정파장 간격 10 nm 규격의 분광식 색차계(CS-660, CHN Spec, Hangzhou, China)를 이용하여 L*(명도), a*(적색도), b*(황색도) 값을 측정하였고, 표준값으로 백색판(L* = 89.10, a* = -1.52, b* = 1.48)을 이용하였다. 모든 색 결과값은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

pH 측정

pH 측정은 기존의 연구(Eom & Yang, 2022)를 참고하여 시료:증류수 비율을 1:9 (w/w)로 하여 혼합한 후 측정하였다. 200 g 이상씩 분쇄기로 균질화한 각 시료를 5 g씩 50 mL conical tube에 정밀히 칭량하여 45 g의 증류수를 첨가한 후 shaker (MMV-1000W, EYELA, Tokyo, JP)로 200 rpm에서 30분간 혼합하였다. 이를 4,500 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상층액의 pH를 pH meter (ORION STAR A211, Thermo Scientific, Waltham, MA, US)를 이용하여 측정하였다. pH 결과값은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

일반 성분 분석

일반성분으로 수분, 지방 및 지방산을 측정하였으며, 모두 200 g 이상씩 분쇄기로 균질화한 시료를 이용하였다. 수분 함량은 식품공전 일반성분시험법의 수분 시험법 중 건조감량법의 상압가열건조법(Ministry of Food and Drug Safety, 2023)을 이용하여 측정하였으며, 시료 3 g을 가열건조기(VS-4172D, VISION, Daejeon-si, ROK)를 이용하여 105°C에서 3시간 건조하였다. 지방 함량은 식품공전 일반성분시험법의 지질 시험법 중 조지방 에테르추출법의 일반법(속슬렛법)(Ministry of Food and Drug Safety, 2023)을 이용하여 측정하였으며, 시료 5 g을 가열건조기를 이용하여 105°C에서 3시간 건조 후 속슬렛(2050 Sortex, FOSS, Hilleroed, DK)으로 에테르 80 mL를 이용하여 추출하였다. 지방산은 속슬렛으로 추출된 지방 중 25 mg 내외를 칭량하여 식품공전 지방산 시험법의 제1법(Ministry of Food and Drug Safety, 2023)으로 분석하였다. 분석기기는 GC-FID (8890, Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)를 사용하였고, 고정상으로는 SP-2560 (100 m × 0.25 mm × 0.2 μm film thickness, Supelco, Bellefonte, PA, USA) 컬럼을 이용하였다. 기기분석 조건은 식품공전과 동일하며, GC 오븐은 100°C에서 4분간 유지시킨 후, 3°C/min의 속도로 증가시켜 240°C에서 25분간 유지하였다. 표준물질로 37 component FAME Mix, 내부표준물질로 glyceryl triundecanoate을 사용하여 식품공전에 제시된 계산법에 따라 개별 지방산 함량 및 구성비율을 산출하였다. 모든 일반 성분 결과값은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

휘발성 성분 분석

모든 및 규격돈의 부위별 휘발성 성분 분석을 위해 조직감 및 가열감량 측정을 위한 시료와 동일하게 가열 전처리하여 전량을 분쇄하여 균질화하였으며, 기존의 연구(Hoa et al., 2020)를 참고하여 일부 조건을 수정하여 분석하였다. 전처리 시료 중 1 g을 20 mL headspace vial (Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)에 정밀히 채취하여 내부표준물질로 2-methyl-3-heptanone [100 ppm (v/v) in methanol] 100 μL을 첨가한 후, vial cap (Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)으로 밀봉하여 30초 동안 voltexing 하였다. 휘발성 성분은 고체상미세추출법(solid phase microextraction, SPME)으로 추출하였으며, SPME manual holder, 75 μm CAR/PDMS fused silica 24 Ga SPME fiber는 Supelco사(Bellefonte, PA, USA)의 제품을 사용하였다. Headspace 내 휘발성 물질의 평형을 위해 vial을 agitator (PAL System, Zwingen, Switzerland)에서 30분 동안 방치한 후, SPME fiber를 10 mm 노출시켜 시료의 휘발성 물질을 10분간 흡착하였다. 흡착한 휘발성 물질들은 GC (Agilent 7890B, Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)-MS (5977A, Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)를 이

용하여 분석하였으며, 주입구(270°C)에서 5분간 유지시켜 탈착하였다. 고정상으로는 HP-5MS-UI (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm film thickness, J&W Scientific, Folsom, CA, USA) 컬럼을, 이동상으로는 헬륨을 사용하였으며, 유속은 1.3 mL/min으로 하였고 시료의 주입 시에는 splitless mode를 사용하였다. GC 오븐은 50°C에서 5분간 유지시킨 후, 1°C/min의 속도로 80°C에 이른 뒤 15°C/min의 속도로 200°C에 도달하여 5분간 유지하도록 했다. 검출기(detector) transfer line의 온도는 280°C로 하였으며, mass scan range는 40-550 m/z, ionization energy는 70 eV에서 EI (Electron ionization) 방식으로 분석하였다. 각 휘발성 성분의 동정은 mass spectral database (W10N14, Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 휘발성 성분의 정량값은 GC-MS total ion chromatogram 상의 내부표준물질로 사용된 2-methyl-3-heptanone [100 ppm (v/v) in methanol] 100 μL의 피크면적(peak area)과 각 휘발성 성분의 피크면적을 비교하여 상대적 함량(relative peak area)으로 산출하였으며, 모든 휘발성 성분 결과값은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

관능 평가

모든 및 규격돈의 관능 특성을 패널들이 부여하는 강도 및 기호도 평가점수를 기준으로 측정하였다. 훈련된 10명의 패널들이 관능평가에 참여하여 조직감, 이취, 다즙성, 기름짐 등 강도 4항목과 외관, 맛, 종합기호도 등 기호도 3항목, 총 7항목에 대해 1점 매우 약함 또는 매우 싫음부터 9점 매우 강함 또는 매우 좋음까지, 9점 척도법을 이용하여 평가점수를 부여하였다. 관능평가용 시료는 모든 및 규격돈의 부위별 돈육을 두께 1 cm 두께로 절단하고 구이용 팬을 이용해 중심부 온도가 70°C 이상 되게 가열조리하여 1.5 × 1.5 cm 이하의 크기로 절단한 후 흰 색 일회용 용기에 담아 패널들에게 제공하였다.

통계처리

Minitab (21 version, Minitab Inc., State College, PA, USA)을 이용하여 각 시료의 항목별 측정값 차이의 유의성을 검증하였다. 조직감, 가열감량, 색, pH, 일반 성분 및 휘발성 성분 측정 결과의 차이는 일원분산분석(one-way ANOVA) 및 Fisher test를 수행하여 검증하였으며, 관능평가는 동일 부위의 모든 및 규격돈 2개 시료 비교평가 후 평균값 차이 검증을 위해 2표본 t 검정(t-test) 수행하였다. 모든 통계처리는 $p < 0.05$ 의 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

조직감

조직감은 식품의 맛을 결정하는 주요 요소로서 연구되어

Table 1. Shear force, cooking loss, color and pH of sow and commercial pork according to part

	Tendeloin				Loin				Hind leg			
	ST ¹⁾		CT		SL		CL		SH		CH	
	Mean ²⁾	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Shear force (N)	143.19 ^{c3)} ± 2.09		107.79 ^d ± 8.88		173.62 ^b ± 19.95		120.65 ^d ± 29.05		211.76 ^e ± 18.16		112.80 ^d ± 8.21	
Cooking loss (%)	38.09 ^e ± 0.54		36.76 ^e ± 0.47		36.34 ^a ± 0.41		33.28 ^b ± 0.63		27.50 ^e ± 0.77		31.98 ^b ± 2.78	
Color L* (Lightness)	42.97 ^e ± 1.03		39.15 ^e ± 1.96		42.62 ^c ± 0.39		50.28 ^a ± 0.54		41.32 ^d ± 0.31		46.98 ^b ± 0.52	
a* (Redness)	4.43 ^e ± 0.54		13.70 ^a ± 0.86		-0.49 ^e ± 0.09		-2.05 ^f ± 0.09		12.45 ^b ± 0.33		3.07 ^d ± 0.51	
b* (Yellowness)	14.48 ^b ± 0.94		18.42 ^a ± 0.73		11.67 ^d ± 0.23		9.94 ^e ± 0.20		12.68 ^c ± 0.18		9.33 ^e ± 0.23	
pH	6.05 ^a ± 0.01		5.73 ^{bc} ± 0.03		5.76 ^b ± 0.12		5.58 ^c ± 0.04		5.62 ^{bc} ± 0.07		6.20 ^a ± 0.15	

¹⁾ST: Tendeloin of sow pork; CT: tenderloin of commercial pork; SL: loin of sow pork; CL: loin of commercial pork; SH: Hind leg of sow pork; CH: Hind leg of commercial pork.

²⁾Average of relative peak areas to that of internal standard (n = 5 (shear force) or 3) ± standard deviation.

³⁾Mean values with the same letter in a row are not significantly different at $p < 0.05$.

왔으며(Savell et al., 1987; Savell et al., 1989), 육류의 조직감은 품질과 소비자 기호도를 측정하기 위한 척도로서 활용되어 왔다(Huffman et al., 1996; Platter et al., 2003; Kim et al., 2007). 본 연구에서는 모돈 및 규격돈의 부위별 조직감을 분석하기 위해 전단력(shear force)을 측정하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다. 전단력은 모돈 및 규격돈 간 차이가 가장 명확했던 측정 항목으로, 평균 전단력은 등심 부위는 ST 143.19 N, CT 107.79 N, 안심 부위는 SL 173.62 N, CL 120.65 N, 후지 부위는 SH 211.76 N, CH 112.80 N으로, 모든 부위에서 모돈의 전단력이 유의적으로 커 규격돈에 비해 조직감이 단단하거나 질긴 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이는 도체 연령 및 중량 증가에 따라 모돈의 전단력이 높다는 다른 연구들과 유사하나, 일부 연구들에서 등심, 안심 부위는 차이가 있고, 후지 부위는 차이가 없었던 반면, 본 연구에서는 3개 부위 모두 모돈의 전단력이 유의적으로 높게 나타났다(Xiong et al., 2007; Cho et al., 2012; Kim & Kim, 2018; Yoo et al., 2018). 돼지 도체는 연령 증가에 따라 근육조직 내 수분함량이 감소하고, 결합조직이 단단하게 되어 전단력이 높아지는 것으로 보고되고 있으며(Xiong et al., 2007), Hoa et al. (2020)의 연구에 의하면, 모돈의 경우 연령 증가에 따라 규격돈에 비해 높은 콜라겐 함량을 보유하게 되는데(*Longissimus thoracis et lumborum* 부위의 콜라겐 함량: 모돈 2.52%, 규격돈 1.20%), 이로 인해 육질이 질겨져 전단력이 높아지게 된다. 본 연구에서 수분함량은 3개 부위 모두 모돈에서 유의적으로 높았으나, 가열처리에 의한 수분 손실 차이 및 콜라겐, 지방 함량 차이 등으로 인해 모돈의 전단력이 높게 측정된 것으로 추정된다. 또한 본 연구에서는 규격돈의 3개 부위별 전단력은 통계적으로 차이가 없었으나, 모돈은 후지, 등심, 안심 순으로 전단력이 큰 것으로 나타나 부위별로도 조직감에 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 본 연구 결과에 따라, 전단력을 기준으로 모돈은 규격돈에 비해 133-188% 수준으로 단단할 수 있으므로 가

공제품 개발 시 조직감을 보완할 수 있는 절단, 가열, 연육 등의 가공 공정을 고려해야 할 것으로 판단된다.

가열감량

육류가 내외의 물리적 환경변화에 대응하여 자체적으로 물을 보유하는 능력을 보수력(water holding capacity, WHC)이라고 하며, 육류의 품질을 결정하는 주요인 중 하나이다(Hong, 2012; Jeon et al., 2015). 보수력은 일정조건에서 육류의 드립을 측정함으로써 비교가 가능하며, 드립은 근육단백질의 변성으로 근원섬유 다발을 감싼 막의 손상으로 인해 근원섬유 망조직의 수축이 유발되어 근섬유 다발 사이에 물이 축적되어 발생하는 것으로 보고되고 있다(Offer et al., 1989). 보수력이 좋지 않은 육류의 경우 중량 감소로 경제적 손실이 있을 수 있으며, 조리 시의 품질이나 가공제품 제조 시의 가공적성 또한 저하될 수 있다(Hong, 2012). 가열감량(cooking loss)은 조리 전후 식품 내 수분 등의 유출에 의한 중량 감소로 일반적으로 보수력이 높은 육류일수록 가열감량이 낮게 나타나며(Hong, 2012), 가열감량이 낮을수록 조리 및 가공 시 식감과 풍미성분 유지에 유리하다. 모돈 및 규격돈의 가열감량은 Table 1과 같이 등심 부위에서 SL 36.34%, CL 33.28%로 모돈이 컸으며, 후지 부위에서 SH 27.50%, CH 31.98%로 규격돈이 컸고, 안심 부위에서는 ST 38.09%, CT 36.76%로 유의적인 차이가 없어($p < 0.05$), 부위별로 다르게 나타나 모돈 및 규격돈 간의 차이가 명확하지 않았다.

색 및 pH

육색은 소비자 기호도에 영향을 미치고 육류의 저장기간을 결정하는 품질 특성 중 하나로, 동물의 종류, 품종, 연령, 성별, 근육부위, 영양상태 및 운동상태 등에 따라 근섬유의 구성이 달라지며, 이와 함께 수분, 지방 등의 성분과 pH가 복합적으로 작용하고, 육색소(미오글로빈)이 산소와 반응하여 육색이 결정된다(Jones & Tatum, 1994; Cho et

al., 2013; Hong, 2012). 모든 및 규격돈의 부위별 색을 측정한 결과는 Table 1과 같다. L*(명도)은 안심 부위에서 ST 42.97, CT 39.15, 등심 부위에서 SL 42.62, CL 50.28, 후지 부위에서 SH 41.32, CH 46.98로 측정되어 안심은 모든의 명도가 높고, 등심, 후지는 규격돈의 명도가 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). a*(적색도)는 안심 부위에서 ST 4.43, CT 13.70, 등심 부위에서 SL -0.49, CL -2.05, 후지 부위에서 SH 12.45, CH 3.07로 측정되어 안심은 규격돈의 적색도가 높고, 등심, 후지는 모든의 적색도가 높았다($p<0.05$). 동물의 연령 증가에 따라 미오글로빈 함량이 높아져 근육의 색이 붉어지는 경향이 있는 것으로 보고되고 있어(Kim et al., 2010), 모든의 등심 및 후지 부위의 적색도가 높은 것은 이에 기인하는 것으로 추정할 수 있다. 안심 부위는 규격돈의 적색도가 더 높아 상반된 결과가 나타났는데, 다른 연구 결과에서도 등심 및 후지 부위는 모든의 적색도가 높았던 반면 안심 부위에서는 유의적 차이가 없는 것으로 나타나(Kim & Kim, 2018), 안심 부위가 다른 부위들에 비해 상대적으로 연령에 따른 차이가 크지 않음을 추정할 수 있다. b*(황색도)는 안심 부위에서 ST 14.48, CT 18.42, 등심 부위에서 SL 11.67, CL 9.94, 후지 부위에서 SH 12.68, CH 9.33로 측정되어 3개 부위 모두에서 모든의 황색도가 높았다($p<0.05$). 모든이 규격돈에 비해 상대적으로 안심은 명도가 높으나 적색도가 낮고, 등심과 후지는 명도가 낮으나 적색도가 높으며, 황색도는 모두가 높다고 할 수 있다. 모든 및 규격돈 부위별 pH 측정 결과는 Table 1과 같으며, 안심 부위는 ST 6.05, CT 5.73, 등심 부위는 SL 5.76, CL 5.58, 후지 부위는 SH 5.62, CH 6.20로 나타나 안심, 등심은 모든의 pH가 높았으나, 후지는 규격돈의 pH가 높았다($p<0.05$). 기존 연구 중 도축 연령이 증가함에 따라 pH는 낮아진다는 결과와 (Park et al., 2001), 본 연구의 안심, 등심 부위의 결과는

상반되었으며, 다양한 연구 결과에서도 pH는 모든, 규격돈 간의 차이가 명확하지 않아(Kim & Kim, 2018; Hoa et al., 2020) 개체에 따른 차이가 더 큰 것으로 추정된다.

일반 성분

모든 및 규격돈의 부위별 수분, 지방 함량 및 지방산 구성 분석 결과는 Table 2와 같다. 수분 함량은 안심 부위는 ST 77.01%, CT 74.68%, 등심 부위는 SL 74.20%, CL 72.34%로 모두가 유의적으로 높았으며, 후지 부위는 SH 74.12%, CH 72.89%로 모두가 높긴 하였으나 유의적 차이는 없었다($p<0.05$). 이는 동일한 3개 부위에서 규격돈에 비해 모든의 수분함량이 높게 나온 기존의 연구결과와 유사하였다(Kim & Kim, 2018). 지방 함량은 안심 부위는 ST 0.50%, CT 0.88%, 등심 부위는 SL 0.35%, CL 1.78%로 규격돈이 유의적으로 높았으며, 후지 부위는 SH 1.3%, CH 0.3%로 모두가 유의적으로 높았다($p<0.05$). 규격돈 등심, 안심의 지방 함량이 모든에 비해 많은 것은 기존 연구결과와 유사하나(Kim & Kim, 2018), 후지의 경우 반대의 결과가 나타났으며, 이는 결체조직과 덩어리지방 등을 제거하는 과정에서 발생한 차이에 기인한 것으로 추정된다. 육류의 지방산 구성은 영양학적 및 관능적 측면에서 매우 중요한 요소이며, 특히 가열조리를 통해 aldehyde류, acid류, ester류 등 다양한 향미 또는 이취 성분들을 생성하는 전구체로서의 역할도 한다(Dihn et al., 2021). 본 연구에서 지방산의 구성 비율은 안심 부위는 ST는 포화지방산(SFA) 41.77%, 불포화지방산(USFA) 57.65%, CT는 SFA 38.93%, USFA 60.50%로 SFA 비율은 모두가, USFA 비율은 규격돈이 높았다. 등심 부위는 SL은 SFA 41.67%, USFA 57.93%, CL은 SFA 40.52%, USFA 59.02%로 모든과 규격돈의 지방산 구성비율에서 유의적 차이가 없었다($p<0.05$). 후지 부위는 SH는 SFA 38.60%, USFA 60.89%, CH는

Table 2. Water, fat contents and fatty acid compositions of sow and commercial pork according to part

	Tendeloin				Loin				Hind leg				
	ST ¹⁾		CT		SL		CL		SH		CH		
	Mean ²⁾	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Water content (%)	77.01 ^{a3)}	± 0.14	74.68 ^b	± 0.42	74.20 ^b	± 0.14	72.34 ^c	± 0.07	74.12 ^b	± 0.63	72.89 ^c	± 0.88	
Fat content (%)	0.50 ^d	± 0.05	0.88 ^c	± 0.03	0.35 ^c	± 0.06	1.78 ^a	± 0.17	1.32 ^b	± 0.09	0.29 ^c	± 0.02	
Fatty acid compositions (%)	SFA ³⁾	41.77 ^a	± 0.43	38.93 ^{bc}	± 0.44	41.67 ^a	± 2.18	40.52 ^{ab}	± 0.35	38.60 ^c	± 0.08	41.88 ^a	± 0.39
	TFA	0.58 ^a	± 0.02	0.57 ^a	± 0.01	0.40 ^{bc}	± 0.19	0.46 ^{ab}	± 0.01	0.51 ^{ab}	± 0.00	0.28 ^c	± 0.12
	UFA	57.65 ^c	± 0.41	60.50 ^{ab}	± 0.45	57.93 ^c	± 2.17	59.02 ^{bc}	± 0.35	60.89 ^a	± 0.07	57.84 ^c	± 0.37
	MUFA	45.16 ^{bc}	± 2.03	48.44 ^b	± 0.44	50.13 ^a	± 0.40	50.80 ^a	± 0.09	46.53 ^{bc}	± 0.23	49.53 ^{ab}	± 0.27
	PUFA	12.49 ^{ab}	± 1.65	12.06 ^b	± 0.34	7.80 ^c	± 2.01	8.22 ^c	± 0.27	14.36 ^a	± 0.23	8.31 ^c	± 0.60

¹⁾ST: Tendeloin of sow pork; CT: tenderloin of commercial pork; SL: loin of sow pork; CL: loin of commercial pork; SH: Hind leg of sow pork; CH: Hind leg of commercial pork.

²⁾Average of relative peak areas to that of internal standard (n = 3) ± standard deviation.

³⁾SFA: saturated fatty acid; TFA: trans fatty acid; UFA: unsaturated fatty acid (MUFA + PUFA); MUFA: mono-unsaturated fatty acid; PUFA: poly-unsaturated fatty acid.

⁴⁾Mean values with the same letter in a row are not significantly different at $p<0.05$.

SFA 41.88%, USFA 57.84%로 SFA 비율은 규격돈이, USFA 비율은 모돈이 높아 안심 부위와 반대 결과가 나타났다($p<0.05$). 트랜스지방산은 모든 시료에서 0.3-0.6%의 구성 비율로 모돈 및 규격돈간 유의적 차이가 없었다. 지방산 구성비율은 도체의 율령을 포함하여 부위, 식이 급여, 품종 등 다양한 인자에 의해 영향을 받을 수 있어(Yi et al., 2023), 본 연구의 부위별 차이가 모돈 및 규격돈 차이에서만 기인한다고 추정할 수는 없을 것으로 판단된다.

휘발성 성분

모돈 및 규격돈의 부위별 휘발성 성분 상대적 함량 (relative concentration)은 Table 3과 같다. 총 49종의 휘발성 성분들이 분석되었으며, aldehyde류가 21종으로 가장 많이 검출되었고, alcohol류 8종, acid류 5종, ester류 4종, ketone류 3종, furan류 1종, 그 외 hydrocarbon류 7종 등으로 구성되었다. 검출된 49종 중 aldehyde류 8종, alcohol류 3종, acid류 2종, ester류 2종, ketone류 2종, furan류 1종

Table 3. Relative concentrations of volatile compounds of sow and commercial pork according to part

	Tendeloin				Loin				Hind leg			
	ST ¹⁾		CT		SL		CL		SH		CH	
	Mean ²⁾	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Aldehydes (21)												
Pentanal	0.347 ^{abc3)} ± 0.189		0.507 ^{ab} ± 0.160		0.266 ^{bc} ± 0.138		0.593 ^a ± 0.015		0.244 ^c ± 0.211		0.276 ^{bc} ± 0.008	
Hexanal	3.593 ^b ± 0.194		4.962 ^a ± 1.409		3.222 ^b ± 0.536		3.327 ^b ± 0.157		2.937 ^{bc} ± 0.065		2.075 ^c ± 0.320	
(E)-2-Hexenal	0.021 ^{bc} ± 0.009		0.044 ^a ± 0.011		0.008 ^d ± 0.001		0.025 ^b ± 0.001		0.014 ^{cd} ± 0.002		0.009 ^d ± 0.005	
Heptanal	0.496 ^{bc} ± 0.049		0.821 ^a ± 0.132		0.581 ^{bc} ± 0.084		0.597 ^b ± 0.012		0.551 ^{bc} ± 0.022		0.454 ^c ± 0.065	
Heptenal	0.093 ^b ± 0.053		0.204 ^a ± 0.024		0.009 ^{bc} ± 0.015		0.073 ^{bc} ± 0.007		0.096 ^b ± 0.083		0.028 ^{bc} ± 0.008	
Benzaldehyde	0.023 ^c ± 0.040		0.009 ^c ± 0.016		0.166 ^a ± 0.037		0.202 ^a ± 0.023		0.068 ^{bc} ± 0.059		0.093 ^b ± 0.011	
Octanal	0.311 ^b ± 0.023		0.429 ^{ab} ± 0.135		0.462 ^a ± 0.108		0.441 ^{ab} ± 0.010		0.421 ^{ab} ± 0.052		0.391 ^{ab} ± 0.074	
2-Octenal	0.049 ^c ± 0.018		0.059 ^{bc} ± 0.014		0.042 ^c ± 0.015		0.084 ^a ± 0.008		0.082 ^{ab} ± 0.015		0.035 ^c ± 0.014	
Nonanal	0.278 ^b ± 0.077		0.334 ^{ab} ± 0.030		0.360 ^{ab} ± 0.061		0.440 ^a ± 0.019		0.431 ^a ± 0.063		0.398 ^a ± 0.089	
Ethyl benzaldehyde	0.003 ^{abc} ± 0.003		0.006 ^a ± 0.001		0.002 ^{bc} ± 0.002		0.005 ^{ab} ± 0.000		0.001 ^c ± 0.002		0.003 ^{bc} ± 0.001	
(E)-2-Nonenal	0.010 ± 0.009		0.020 ± 0.008		0.012 ± 0.003		0.016 ± 0.002		0.027 ± 0.009		0.011 ± 0.004	
Decanal	0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000		0.004 ^a ± 0.001		0.006 ^a ± 0.000		0.004 ^a ± 0.003		0.005 ^a ± 0.001	
(E,E)-2,4-Nonadienal	0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.002 ± 0.003		0.000 ± 0.000	
2-Decenal	0.009 ^b ± 0.003		0.009 ^b ± 0.002		0.009 ^b ± 0.002		0.010 ^b ± 0.002		0.025 ^a ± 0.011		0.008 ^b ± 0.003	
2,4-Decadienal	0.001 ^b ± 0.002		0.001 ^b ± 0.002		0.000 ^b ± 0.000		0.004 ^{ab} ± 0.001		0.009 ^a ± 0.008		0.002 ^b ± 0.002	
Dodecenal	0.004 ± 0.004		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.004 ± 0.004		0.000 ± 0.000		0.002 ± 0.004	
(E)-2-Tridecenal	0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.002 ± 0.004		0.009 ± 0.015		0.000 ± 0.000	
(E)-Tetradec-2-enal	0.000 ± 0.000		0.002 ± 0.003		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000	
(E)-Hexadec-2-enal	0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.002 ± 0.004	
Octadecanal	0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.004 ± 0.007		0.000 ± 0.000	
Tetradecanal	0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.001 ± 0.002		0.002 ± 0.003		0.002 ± 0.001	
Alcohols (8)												
1-Pentanol	0.237 ^b ± 0.410		0.598 ^a ± 0.180		0.000 ^b ± 0.000		0.576 ^a ± 0.033		0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000	
1-Hexanol	0.700 ^a ± 0.228		0.409 ^b ± 0.062		0.054 ^c ± 0.012		0.102 ^c ± 0.004		0.158 ^c ± 0.040		0.025 ^c ± 0.012	
1-Heptanol	0.061 ^{ab} ± 0.026		0.086 ^b ± 0.009		0.053 ^b ± 0.013		0.062 ^{ab} ± 0.002		0.065 ^{ab} ± 0.015		0.045 ^b ± 0.013	
1-Octen-3-ol	0.183 ^c ± 0.039		0.285 ^{ab} ± 0.028		0.187 ^c ± 0.024		0.324 ^a ± 0.014		0.219 ^{bc} ± 0.044		0.185 ^c ± 0.065	
(Z)-2-Octen1-ol	0.008 ± 0.014		0.006 ± 0.011		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000	
(E)-2-Octen1-ol	0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.006 ± 0.010		0.000 ± 0.000	
1-Octanol	0.027 ± 0.047		0.037 ± 0.032		0.032 ± 0.028		0.025 ± 0.007		0.044 ± 0.044		0.015 ± 0.015	
2-Octen-1-ol	0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.004 ± 0.007		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000	
Acids (5)												
Acetic acid	0.009 ^b ± 0.015		0.000 ^b ± 0.000		0.006 ^{ab} ± 0.010		0.000 ^b ± 0.000		0.026 ^a ± 0.024		0.000 ^b ± 0.000	
Hexanoic acid	0.016 ± 0.018		0.005 ± 0.009		0.005 ± 0.006		0.011 ± 0.006		0.010 ± 0.011		0.006 ± 0.005	
Octanoic acid	0.001 ± 0.002		0.001 ± 0.002		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000	
Nonanoic acid	0.006 ^b ± 0.003		0.006 ^{bc} ± 0.001		0.003 ^{bcd} ± 0.001		0.002 ^{cd} ± 0.002		0.007 ^a ± 0.003		0.001 ^d ± 0.001	
9-Octadecenoic acid	0.001 ± 0.002		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000	
Esters (4)												
Methyl hexanoate	0.008 ^b ± 0.007		0.020 ^a ± 0.011		0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000		0.004 ^b ± 0.006		0.004 ^b ± 0.004	
Ethyl octanoate	0.000 ± 0.000		0.001 ± 0.002		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000		0.000 ± 0.000	
Pentyl hexanoate	0.010 ^a ± 0.001		0.010 ^a ± 0.001		0.001 ^b ± 0.002		0.002 ^b ± 0.003		0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000	
Hexyl hexanoate	0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000		0.003 ^a ± 0.002		0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000	

Table 3. Continued

	Tendeloin				Loin				Hind leg			
	ST ¹⁾		CT		SL		CL		SH		CH	
	Mean ²⁾	SD	Mean	SD								
Ketones (3)												
2-Heptanone	0.109 ^b ± 0.014		0.157 ^a ± 0.024		0.071 ^{cd} ± 0.013		0.089 ^{bc} ± 0.002		0.058 ^{dc} ± 0.005		0.045 ^c ± 0.016	
2-Methyl-3-octanone	0.201 ^a ± 0.019		0.077 ^{ab} ± 0.133		0.191 ^a ± 0.046		0.183 ^a ± 0.031		0.000 ^b ± 0.000		0.121 ^{ab} ± 0.106	
2-Decanone	0.000 ^b ± 0.000		0.006 ^a ± 0.002									
Furans (1)												
2-Pentyl furan	0.096 ^c ± 0.011		0.316 ^a ± 0.042		0.131 ^{bc} ± 0.048		0.216 ^b ± 0.074		0.091 ^c ± 0.022		0.118 ^c ± 0.063	
Hydrocarbons (7)												
Toluene	0.449 ^a ± 0.389		0.000 ^b ± 0.000		0.446 ^a ± 0.023		0.011 ^b ± 0.019		0.577 ^a ± 0.036		0.316 ^a ± 0.036	
1,3-Octadiene	0.000 ^c ± 0.000		0.071 ^a ± 0.013		0.000 ^c ± 0.000		0.053 ^b ± 0.001		0.000 ^c ± 0.000		0.000 ^c ± 0.000	
Dimethylbenzene	0.000 ^c ± 0.000		0.000 ^c ± 0.000		0.004 ^b ± 0.001		0.010 ^a ± 0.001		0.003 ^b ± 0.003		0.000 ^c ± 0.000	
(Z)-3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	0.023 ^{ab} ± 0.020		0.040 ^a ± 0.036		0.025 ^{ab} ± 0.006		0.018 ^{ab} ± 0.032		0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000	
3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	0.000 ^c ± 0.000		0.037 ^a ± 0.004		0.020 ^b ± 0.017							
Tridecane	0.001 ^{bc} ± 0.002		0.000 ^c ± 0.000		0.004 ^a ± 0.000		0.005 ^a ± 0.000		0.003 ^{ab} ± 0.003		0.003 ^{ab} ± 0.001	
Tetradecane	0.000 ^b ± 0.000		0.000 ^b ± 0.000		0.002 ^{ab} ± 0.002		0.002 ^{ab} ± 0.002		0.004 ^a ± 0.002		0.002 ^{ab} ± 0.000	

¹⁾ST: tendeloin of sow pork; CT: tenderloin of commercial pork; SL: loin of sow pork; CL: loin of commercial pork; SH: hind leg of sow pork; CH: hind leg of commercial pork.

²⁾Average of relative peak areas to that of internal standard (n = 3) ± standard deviation.

³⁾Mean values with the same letter in a row are not significantly different at $p < 0.05$.

및 hydrocarbon류 4종 등 22종의 휘발성 성분이 부위별 모든 및 규격돈 간 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 부위별로는 안심 부위는 12종(aldehyde류 4종, alcohol류 3종, ester류 1종, ketone류 1종, furan류 1종, hydrocarbon류 2종), 등심 부위는 9종(aldehyde류 3종, alcohol류 2종, ester류 1종, hydrocarbon류 3종), 후지 부위는 8종(aldehyde류 3종, acid류 2종, ketone류 1종, hydrocarbon류 2종)의 휘발성 성분이 모든 및 규격돈 간 차이가 발생하여 안심 부위에서 가장 다양한 종류의 휘발성 성분 간 차이가 발생하였으며, 3개 부위 모두에서 공통적으로 유의적 차이가 발생한 휘발성 성분은 없었다($p < 0.05$). 검출된 aldehyde류, alcohol류, acid류 등의 휘발성 성분들은 지방산에서 유래하는 물질들로 free radical의 chain reaction이나 조리 등 열에 의한 산화반응에 의해 발생된다고 보고되어 왔으며, 이러한 성분들은 육류에 긍정적이거나 부정적인 향미 특성을 부여할 수 있는 것으로 조사되었다(Dihn et al., 2021). 본 연구에서는 부위별 모든육 및 규격돈육에서 검출된 휘발성 성분들 중 모든 시료에서 hexanal 성분이 가장 다량으로 검출되었다. Hexanal은 여러 연구에서 돈육을 포함한 우육, 가금육 등 다양한 육류의 가열 또는 가열처리 후 냉장보관 중의 불쾌취인 warmed-over flavor (WOF)를 나타내는 성분으로 연구되어 왔으며(Angelo et al., 1987; Kerler & Grosch, 1996; Akcan et al., 2017; Dihn et al., 2021), 이를 포함한 단쇄(short-chain) aldehyde류나 alcohol류 역시 육류에서 자극취 특성을 나타내는 것으로 보고되었다(Ismail et al., 2008; Dihn et al., 2021). 특히 hexanal은 안

심 부위에서 가장 다량으로 검출되었고, ST 3.593, CT 4.962로 규격돈이 모돈에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타내었으나 다른 부위에서는 유의적 차이가 없었다. 등심, 안심 부위에서 유의적 차이가 발생한 aldehyde류는 hexanal 포함 6종으로, 안심 부위의 경우 heptanal (ST 0.496, CT 0.821), heptenal (ST 0.496, CT 0.821), 등심 부위의 경우 pentanal (SL 0.266, CL 0.593), 2-octenal (SL 0.042, CL 0.084), 두 부위 모두에서는 (E)-2-hexenal (ST 0.021, CT 0.044, SL 0.008, CL 0.025)이 규격돈에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 후지 부위에서는 2-octenal (SH 0.082, CH 0.035), 2-decenal (SH 0.025, CH 0.008), 2,4-decadienal (SH 0.009, CH 0.002) 등 3종의 aldehyde류에서 유의적 차이가 발생하였으며, 모두 모돈에서 상대적으로 높게 검출되어 안심, 등심 부위와 반대 결과가 나타났다. Alcohol류 8종 중에서는 3종의 상대적 함량에서 유의적 차이가 발생했으며, 안심, 등심 부위 공통으로 1-pentanol (ST 0.237, CT, 0.598, SL 0.000, CL 0.576), 1-octen-3-ol (ST 0.183, CT 0.285, SL 0.187, CL 0.324)이 규격돈에서 높았으며, 안심 부위에서는 1-hexanol (ST 0.700, CT 0.409) 함량이 모돈에서 높았다. 이 중 1-octen-3-ol은 특유의 버섯향 odor description을 가지는 휘발성 성분으로 많은 연구에서 우육, 돈육, 가금육 등 육류의 이취 성분 중 하나로 보고되고 있다(Zang et al., 2020; Dihn et al., 2021; Julian et al., 2022). Acid 중 유의적 차이가 발생한 acetic acid (SH 0.026, CH 0.000), nonanoic acid (SH 0.007, CH 0.001) 2종의 경우 모두 모돈의 후지부위에서만 상대적으로

높게 검출되었으며, acetic acid의 경우 특유의 시큼한 향으로 육류에 부정적 향미를 부여할 수도 있다(Yuting, 2021). 이 외 methyl hexanoate(안심), hexyl hexanoate(등심), 2-heptanone(안심), 2-decanone(후지), 2-pentyl furan(안심), toluene(안심, 등심), 1,3-octadiene(안심, 등심), dimethylbenzene(등심, 후지), 3-ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene(후지) 등에서 부위별 모돈 및 규격돈 간 유의적 차이가 발생하였다. 일반적으로 굵는 방식으로 조리한 가열육에서 검출되는 육류 특유의 향미 성분인 pyrazine류나 황 포함 화합물(odor active sulfur-containing compounds) 등은(Hoa et al., 2020), 향온수조를 이용하여 간접가열방식으로 처리한 본 연구의 시료에서는 검출되지 않아, 모돈과 규격돈의 긍정적 풍미에 대한 비교를 할 시에는 보완 연구가 필요할 것으로 보이며, 육류에서 이취 성분으로 작용할 수 있는 hexanal, 1-octen-3-ol 등 주요 휘발성 성분들이 모돈에서 다량 검출되는 않아 가공제품 원료로 적절하게 활용될 수 있을 것으로 추정된다.

관능 특성

모돈 및 규격돈의 부위별 관능평가 결과는 Table 4와 같다. 질기거나 단단함(hardness), 이취(off-flavor), 다즙성(juiciness), 기름짐(oiliness) 등 강도 4개 항목과 외관(appearance), 맛(taste), 종합기호도(acceptability) 등 기호도 3개 항목, 총 7개 항목을 측정하였으며, 모돈 및 규격돈간 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 특히 조직감은 texture analyser의 측정값에서는 모돈이 모든 부위에서 유의적으로 규격돈보다 높은 전단력을 나타낸 것에 반해, 관능평가 결과에서는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 기기 측정 시 두께 3 cm의 부위별 돈육을 3 × 3 cm로 절단하여 시료로 한 것에 비해 관능평가 시에는 두께 1 cm의 부위별 돈육을 1.5 × 1.5 cm 이하 크기로 절단하여 시료로 제공한 것에 기인하는 것으로 판단된다. 특히 관능평가 시료는 처음 근섬유 방향과 직각방향으로 절단 시의

두께가 1 cm로 더 얇고, 패널에게 최종적으로 제공되는 크기가 작아 관능적으로는 유의미한 식감 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다. Hoa et al. (2020)의 연구에서는 모돈 및 규격돈의 등심 부위를 본 연구와 유사하게 굵기 방식으로 조리하여 색, 향, 다즙성, 연도, 기호도 등 5항목에 대해 관능평가 하였으며, 모든 항목에서 유의적 차이가 발생하지 않아 본 연구결과와 동일하였다. 반면 등심, 안심, 후지 3개 부위를 향온수조로 간접 가열조리하여 관능평가한 연구 결과에서는 향, 다즙성, 이취 항목에서는 모돈 및 규격돈 간의 유의적 차이가 없었으나, 색, 연도, 기호도에서는 일부 유의적 차이가 발생하였으며, 규격돈에서 등심의 색, 종합기호도와 후지의 연도가, 모돈에서 안심의 연도가 더 긍정적인 평가를 받았다(Kim & Kim, 2018). 다른 연구들과 본 연구의 결과를 고려 시 모돈과 규격돈의 관능적 기호도가 편중되지 않아 모돈육을 가공제품 원료육으로 사용할 경우 기존 규격돈과 관능적으로 큰 차이 없이 제품에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 등의 등급 돈육 중 중량과 부위 생산량이 큰 모돈육의 활용 가치를 객관적으로 평가하기 위해 조직감, 가열감량, 색도, pH, 일반 성분, 휘발성 성분, 관능특성 등의 품질 특성을 안심, 등심, 후지 3개 부위별로 분석하였다. 모돈 및 규격돈 간 유의적 차이가 가장 큰 품질 항목은 조직감으로, 전단력 측정 결과 안심 부위는 모돈 143.19 N, 규격돈 107.79 N, 등심 부위는 모돈 173.62 N, 규격돈 120.65 N, 후지 부위는 모돈 211.76 N, 규격돈 112.80 N으로 모든 부위에서 모돈의 전단력이 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 수분 함량은 모돈의 안심, 등심 부위가, 지방함량은 규격돈의 안심, 등심 부위가 유의적으로 높게 나타났으며($p < 0.05$), 보수력, 가열감량, 색, pH 등은 일부 유의적 차이가 있었으나 부위별로 다르게 나타나 모돈 및 규격돈

Table 4. Sensory scores (1-9) of sow and commercial pork according to part

	Tendeloin		Loin				Hind leg					
	ST ¹⁾		CT		SL		CL		SH		CH	
	Mean ²⁾	SD	Mean	SD								
Hardness	5.6 ³⁾ ± 1.3		4.5 ± 1.3		6.5 ± 1.4		5.1 ± 1.9		5.9 ± 1.3		6.5 ± 1.1	
Off-flavor	5.8 ± 1.3		5.4 ± 2.0		3.6 ± 1.4		3.2 ± 1.9		3.6 ± 1.4		4.7 ± 2.0	
Juiciness	2.4 ± 1.0		2.8 ± 1.5		2.7 ± 0.8		3.2 ± 1.2		4.5 ± 1.0		4.4 ± 1.4	
Oiliness	2.3 ± 0.8		2.4 ± 1.1		2.3 ± 1.3		2.6 ± 1.6		3.9 ± 1.1		3.6 ± 1.2	
Appearance	5.8 ± 1.5		4.6 ± 1.3		6.2 ± 0.9		6.3 ± 1.1		6.0 ± 0.9		5.7 ± 1.1	
Taste	4.1 ± 1.1		5.2 ± 1.3		5.5 ± 1.0		5.6 ± 0.8		5.7 ± 1.4		5.1 ± 1.2	
Acceptability	4.7 ± 1.8		5.5 ± 1.2		5.3 ± 1.3		5.5 ± 1.3		6.5 ± 1.2		5.3 ± 1.3	

¹⁾ST: tendeloin of sow pork; CT: tenderloin of commercial pork; SL: loin of sow pork; CL: loin of commercial pork; SH: hind leg of sow pork; CH: hind leg of commercial pork.

²⁾Average of relative peak areas to that of internal standard (n = 3) ± standard deviation.

³⁾There was no significant difference among samples ($p < 0.05$).

간의 명확한 차이가 있지는 않았다. 휘발성 성분은 총 49종 중 22종이 부위별 모돈 및 규격돈 간 유의적 차이가 있었으며, 가장 다량으로 검출된 hexanal의 경우 규격돈 안심 부위에서 유의적으로 함량이 높았다($p < 0.05$). Hexanal 포함 육류에서 이취 성분으로 작용할 수 있는 휘발성 성분들이 모돈에서만 높은 경향성은 없어 모돈에서 이취로 인한 품질 저하 가능성이 크지는 않은 것으로 판단된다. 관능 평가 결과는 질기거나 단단함, 이취, 다즙성, 기름짐, 외관, 맛, 종합기호도 등 모든 항목에서 유의적 차이는 발생하지 않아, 작은 크기로 절단하거나 조리 후에는 모돈 및 규격돈 간 조직감을 포함한 관능 특성 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 본 연구 결과에 따라 일부 품질 특성은 부위별로 모돈 및 규격돈 간 차이가 상이하며, 가장 차이가 큰 조직감은 모돈이 규격돈에 비해 단단하거나 질기다고 할 수 있으나, 이는 절단, 가열 등의 가공을 통해 보완 가능한 수준으로, 본 연구 결과를 모돈육 활용 제품개발 시 기초자료로 참고할 수 있을 것으로 판단된다.

References

- Akcan T, Estévez M, Rico S, Ventanas S, Morcuende D. 2017. Hawberry (*Crataegus monogyna* Jacq.) extracts inhibit lipid oxidation and improve consumer liking of ready-to-eat (RTE) pork patties. *J. Food Sci. Tech. Mys.* 54: 1248-1255.
- Angelo AS, Vercellotti JR, Legendre MG, Vinnelt CH, Kuan JW, James Jr. C, Dupuy HP. 1987. Chemical and instrumental analyses of warmed-over flavor in beef. *J. Food Sci.* 52: 1163-1168.
- Cho S, Seong P, Kang G, Choi S, Chang S, Kang SM, Park KM, Kim Y, Hong S, Park BY. 2012. Effect of age on chemical composition and meat quality for loin and top round of Hanwoo cow beef. *Korean J. Food Sci. An.* 32: 810-819.
- Cho SH, Kang GH, Seong P, Knd SM, Park KM, Kim YC, Park BY. 2013. Physico-chemical meat quality and nutritional composition of 10 cuts for hanwoo steer beef of quality grade 1. *Ann. Anim. Resour. Sci.* 24(2): 47-156.
- Dihn TTN, To KV, Schilling MW. 2021. Fatty acid composition of meat animals as flavor precursors. *Meat and Muscle Biology* 5(1): 34, 1-16.
- Eom JU, Yang HS. 2022. Uses of raw meat material for processing: comparison of quality and processing characteristics of freeze-thawed sows and commercial pigs. *J. Agric. Life Sci.* 56(6): 179-185.
- Hoa VB, Cho SH, Seong PN, Kang SM, Kim YS, Moon SS, Choi YM, Kim JH, Seol KH. 2020. Quality characteristics, fatty acid profiles, flavor compounds and eating quality of cull sow meat in comparison with commercial pork. *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 33(4): 640-650.
- Hong UC. 2012. 토종닭과 육계 도체 특성 비교. 월간 닭고기. 18(9): 83-85.
- Huffman KL, Miller MF, Hoover LC, Wu CK, Brittin HC, Ramsey CB. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *J. Anim. Sci.* 74: 91-7.
- Ismail HA, Lee EJ, Ko KY, Ahn DU. 2008. Effects of aging time and natural antioxidants on the color, lipid oxidation and volatiles of irradiated ground beef. *Meat Sci.* 80: 582-591.
- Jeon KH, Kwon KH, Kim EM, Kim YB, Choi YS, Sohn DI, Choi JY. 2015. Effect of cooking methods with various heating apparatus on the quality characteristics of pork. *Korean J. Food Cook Sci.* 21(1): 1-14.
- Jones BK, Tatum JD. 1994. Predictors of beef tenderness among carcasses produced under commercial conditions. *J. Anim. Sci.* 72: 1492-1501.
- Julian B, Elmar EE, Kathrine HB. 2022. Formation and analysis of volatile and odor compounds in meat—A review. *Molecules.* 27(19): 6703.
- Kerler J, Grosch W. 1996. Odorants contributing to warmed over flavor (WOF) of refrigerated cooked beef. *J. Food Sci.* 61: 1271-1275.
- Kim GD, Jeong JY, Hur SJ, Yang HS, Jeon JT, Joo ST. 2010. The relationship between meat color (CIE L* and a*), myoglobin content, and their influence on muscle fiber characteristics and pork quality. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 30(4): 626-633.
- Kim GW, Kim HY. 2018. Comparison of physicochemical properties between standard and sow pork. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 38(5): 1120-1130.
- Kim JH, Cho SH, Seong PN, Hah KH, Kim HK, Park BY, Lee JM, Kim DH, Ahn CN. 2007. Effect of aging temperature and time on the meat quality of longissimus muscle from hanwoo steer. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 27: 171-178.
- Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation. 2023. 축산유통정보(<https://www.ekapepia.com>) Sejong-si, ROK.
- Korea Ministry of Government Legislation. 2022. 축산법 시행규칙 (농림축산식품부령 제 535호). 제5장 제38조(등급판정의 신청 및 실시), 별표4(법 제35조제2항에 따른 등급판정의 방법·기준 및 적용 조건). Sejong-si, ROK.
- Korea Ministry of Government Legislation. 2023. 축산법(법률 제 18445호). 제4장 제35조(축산물의 등급판정). Sejong-si, ROK.
- Korea Rural Economic Institute. 2022a. Agricultural outlook 2023 Korea. Chapter 2. Naju-si, Jeollanam-do, ROK.
- Korea Rural Economic Institute. 2022b. 2021 Food Balance Sheet. Chapter 2. Naju-si, Jeollanam-do, ROK.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2023. 식품의 기준 및 규격 (No. 2023-56). Chapter 8. Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, ROK.
- National Institute of Animal Science. 2021. 돼지 도체수율. Chapter 2. Wanju-gun, Jeollabuk-do, ROK.
- Offer G, Njight P, Jeacocke R, Almond R, Cousins T, Elsey J, Parsons N, Sharp A, Starr R, Purslow P. 1989. The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstructure.* 8: 151-170.
- Park BY, Yoo YM, Cho SH, Chae HS, Kim JH, An JN, Lee JM, Yun SK. 2001. Studies on quality characteristics of pork classified by hunter L value. *Korean J. Food Sci. An.* 21: 323-328.
- Platter WJ, Tatum JD, Belk KE, Chapman PL, Scanga JA, Smith GC. 2003. Relationships of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef strip loin steaks. *J. Anim. Sci.* 81: 2741-2750.
- Savell JW, Branson RE, Cross HR, Stiffler DM, Wise JW, Griffin DB, Smith GC. 1987. National consumer retail beef study: Pal-

- atability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. *J. Food Sci.* 51: 517-519.
- Savell JW, Cross HR, Francis JJ, Wise JW, Hale DS, Wilkes DL, Smith GC. 1989. National consumer retail beef study: Interaction of trim level, price and grade on consumer acceptance of beef steak and roast. *J. Food Qual.* 12: 251-274.
- Sindelar JJ, Prochaska F, Britt J, Smith GL, Miller RK, Templeman R, Osburn WN. 2003. Strategies to eliminate atypical flavors and aromas in sow loins. I. Optimization of sodium tripolyphosphate, sodium bicarbonate, and injection level. *Meat Sci.* 65(4): 1211-1222.
- Stable Micro Systems. 2018. Application guide. Test methods for meat. REF: SAU2/WBB. Godalming, UK.
- Yi W, Huang O, Wang Y, Shan T. 2023. Lipo-nutritional quality of pork: The lipid composition, regulation, and molecular mechanisms of fatty acid deposition. *Animal Nutrition.* 13: 373-385.
- Yoo SH, Hong JS, Yoo HB, Han TH, Jeong JH, Kim YY. 2018. Influence of various levels of milk by-products in weaner diets on growth performance, blood urea nitrogen, diarrhea incidence, and pork quality of weaning to finishing pigs. *Asian-Australas J. Anim Sci.* 31: 696-704.
- Xiong YL, Mullins OE, Stika JF, Blanchard SP, Moody WG. 2007. Tenderness and oxidative stability of post-mortem muscles from mature cows of various ages. *Meat Sci.* 77: 105-113.
- Zang M, Wang L, Zhang Z, Zhang K, Li D, Li X, Wang S, Si S, Chen H. 2020. Comparison of volatile flavor compounds from seven types of spiced beef by headspace solid-phase microextraction combined with gas chromatography-olfactometry-mass spectrometry (HS-SPME-GC-O-MS). *Food Sci. Technol. Res.* 26: 25-37.

Author Information

- 박혜정:** 삼성웰스토리(주) 식품연구소
김아진: 삼성웰스토리(주) 식품연구소
박찬혁: 삼성웰스토리(주) 식품연구소
최희: 삼성웰스토리(주) 식품연구소
김태현: 삼성웰스토리(주) 축수산구매그룹
이승현: 삼성웰스토리(주) 축수산구매그룹
이승재: 삼성웰스토리(주) 식품연구소, 연구소장