

1
2
3
4

TITLE PAGE

- Food and Life-

Upload this completed form to website with submission

ARTICLE INFORMATION	Fill in information in each box below
Article Type	Article
Article Title (English)	Correlation of pH and cooking loss in muscles from different primal cuts of pork
Article Title (Korean) English papers can be omitted	돈육의 부위 별 근육의 pH 및 가열감량 상관 관계
Running Title (English, within 10 words)	Relationship between the quality characteristics of pork muscles
Author (English)	Seul-Ki-Chan Jeong ¹ , Soeun Kim ¹ , Seokhee Han ¹ , Hayeon Jeon ¹ , Minkyung Woo ¹ , Seonmin Lee ¹ , Samooel Jung ¹ , Kyung Jo ¹ ,
Affiliation (English)	¹ Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea
Author (Korean) English papers can be omitted	정슬기찬 ¹ , 김소은 ¹ , 한석희 ¹ , 전하연 ¹ , 우민경 ¹ , 이선민 ¹ , 정사무엘 ¹ , 조경 ¹
Affiliation (Korean) English papers can be omitted	¹ 충남대학교 축산학과
Special remarks - – if authors have additional information to inform the editorial office	
ORCID and Position (All authors must have ORCID) (English) https://orcid.org	Seul-Ki-Chan Jeong (https://orcid.org/0000-0002-2163-8340) Soeun Kim (https://orcid.org/0009-0008-5794-0198) Seokhee Han (https://orcid.org/0009-0006-0816-3471) Hayeon Jeon (https://orcid.org/0009-0006-3741-7696) Minkyung Woo (https://orcid.org/0009-0007-5885-8340)

	Seonmin Lee (https://orcid.org/0000-0002-5713-1795) Samooel Jung (https://orcid.org/0000-0002-8116-188X) Kyung Jo (https://orcid.org/0000-0002-3006-5396)
Conflicts of interest (English) List any present or potential conflicts of interest for all authors. (This field may be published.)	The authors declare no potential conflict of interest.
Acknowledgements (English) State funding sources (grants, funding sources, equipment, and supplies). Include name and number of grant if available. (This field may be published.)	This study was supported by the Cooperative Research Program for Agriculture, Science, and Technology Development (Project No. RS-2021-RD010001) of the Rural Development Administration of the Republic of Korea.
Author contributions (This field may be published.)	
Ethics approval (IRB/IACUC) (English) (This field may be published.)	This manuscript does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

5

6 CORRESPONDING AUTHOR CONTACT INFORMATION

For the <u>corresponding</u> author (responsible for correspondence, proofreading, and reprints)	Fill in information in each box below
First name, middle initial, last name	Samooel Jung and Kyung Jo
Email address – this is where your proofs will be sent	samooel@cnu.ac.kr kyung6321@cnu.ac.kr

Secondary Email address	
Postal address	Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea
Cell phone number	
Office phone number	+82 42-821-5774
Fax number	+82 42-825-9754

7

8

ACCEPTED

9 **Abstract**

10 This study was investigated to identify the relationship between the muscle properties of pork
11 shoulder butt (3 muscles), belly (9 muscles from 6th, 11th thoracic, and 4th lumber vertebrae),
12 and loin from 30 pork carcasses. The pH and cooking loss of 390 muscles (13 muscles x 30
13 carcasses) were measured. *Cutaneous trunci m* from 4th lumber vertebrae and *Semispinalis*
14 *capitis m* (SeC) from the shoulder butt had a significant correlation in pH with all other muscles.
15 In the correlations of cooking loss, significant correlations were found among 3 muscles in the
16 shoulder butt while no correlation between some muscles was found in the pork belly. The pH
17 of SeC had a significant correlation with 4 muscles in the pork belly. Therefore, the SeC could
18 be used as a representative muscle for predicting the quality properties of other pork cuts
19 including the pork belly and loin in pork carcass. However, it is necessary to develop a
20 technology that can quickly and accurately measure the quality properties of SeC and predict
21 the quality of other pork cuts.

22 **Keywords:** pork belly, shoulder butt, loin, cooking loss, correlation

23

24 서론

25 고품질 식육에 대한 소비자들의 수요가 증가하면서 식육 품질에 대한 관심이
26 증가하고 있으며, 식육의 구매 전 식육의 품질을 예측할 수 있는 정보 제공에
27 대한 필요성이 강조되고 있다(Cha et al., 2025; Jeon et al., 2024). 식육의 품질은
28 육색, 형태, 마블링과 같은 외적인 특성과 pH, 보수력, 조직감과 같은 물리화학적
29 특성, 또한 섭취 시 느껴지는 맛이나 풍미, 다즙성과 같은 관능적인 특성들을
30 포함하여 복합적으로 결정된다(Cho and Kim, 2023; Lebret and Čandek-Potokar,
31 2022). 따라서 식육의 품질을 한가지 특성으로만 설명하기 어렵지만, 각 식육별
32 소비자의 니즈에 가장 근접한 특성을 대표 품질로 하여 이에 대한 정보의 제공이
33 필요한 실정이다(Aaslyng et al., 2003; Jo et al., 2025; Song et al., 2024).

34 돼지고기는 전세계적으로 많이 소비되는 식육 중 하나이며 앞으로도 소비량이
35 증가할 것으로 예상되고 있다(OECD, 2022; Khan and Kim, 2023). 돼지의 목심과
36 삼겹살은 여러 개의 근육들과 근육 사이의 지방으로 이루어진 고지방 부위로
37 아시아 지역, 특히 한국에서 구이용으로 수요가 높다(Kim et al., 2023; Kim et al.,
38 2024; Oh and See, 2012). 목심은 제1번 경추에서 제4번 또는 제5번 흉추에서
39 절개하여 얻어지는 부위로 머리 쪽에 가까운 위치일수록 머리반가시근, 목널판근,
40 뒤머리빚근, 머리가장긴근과 같은 여러 개의 근육이 존재하며 등심과 가까운
41 위치일수록 배쪽툽니근 같은 단일 근육의 비율이 증가한다(Animal muscle atlas,
42 2024). 삼겹살은 제5번 또는 6번 늑골에서 마지막 요추 까지의 부위에서 등심을
43 제외한 복부 부위를 말한다. 몸통피부근이 삼겹살 전체에 얇게 분포하고 있으며
44 또 다른 주요 근육으로는 넓고 삼각형 모양의 넓은등근이 있다(Soladoye et al.,

45 2015). 또한 삼겹살의 자르는 위치에 따라 배쪽툽니근, 경사근, 가슴가로근과 같이
46 다양한 근육들이 존재한다(Animal muscle atlas, 2024). 이와 같이 목심과 삼겹살은
47 해부학적 위치에 따라 부위를 구성하는 근육의 종류와 비율이 달라지기 때문에
48 단일 근육으로 이루어진 등심과 다르게 해부학적 위치별로 품질 특성이 다르게
49 나타날 수 있다(Jeon et al., 2024).

50 동일 개체 내의 타 부위간 이화학적 품질 특성을 이용하여 목적 부위의 품질
51 특성을 빠르게 예측하고자 하는 연구가 실시되어 오고 있으며, 이는 식육의 다른
52 부위의 품질 특성 간 상관성을 기반으로 잠재성이 평가되어 오고 있다 (Jeong et
53 al., 2024; Jo et al., 2022; Jo et al., 2025; Knecht et al., 2018). 한편, 목심 및 삼겹은
54 위에서 언급한 바와 같이 다양한 근육으로 구성되어 있으며, 근육의 품질 특성이
55 다르게 나타날 수 있다. 따라서, 다양한 근육의 품질 특성을 확인하고 다양한
56 근육과의 상관관계를 확인하여, 가장 대표성을 갖을 수 있는 근육의 탐색은 추후
57 돈육의 품질 예측 시 대표적 부위로서 큰 의미를 갖을 수 있다.

58 따라서 본 연구는 등심과 목심 및 삼겹살을 구성하는 여러 근육에서 돈육
59 다즙성의 품질 특성이 될 수 있는 pH 및 가열 감량을 분석하고 이를 통해
60 돼지고기 목심과 삼겹살의 품질 특성간 연관성을 탐색하였다. 또한 각 근육의
61 품질 특성 간의 상관관계를 기반으로 돈육의 품질 예측시 대표적 부위로서
62 이용될 수 있는 근육의 탐색을 수행하였다.

63

64 재료 및 방법

65 시료 준비

66 실험에 사용된 30 두의 암돼지(Landrace×Yorkshire×Duroc)는 충청남도 논산의
67 도축장에서 표준 절차에 따라 도축된 돼지에서 무작위로 확보되었다. 한 주에
68 3 개의 도체를 공급받아 10 개의 독립적인 배치(각 배치 당 3 개 도체)로 실험이
69 구성되었다. 도축 후 24 시간에 공급받은 돼지의 오른쪽 도체에서 목심, 삼겹살 및
70 등심을 분리하였다. 목심은 제 1 번 경추에서 제 4 번 흉추 사이를 잘라 얻었고,
71 삼겹살은 제 5 번 흉추에서 6 번 요추 사이를 절단하여 갈비뼈와 등심(*longissimus*
72 *dorsi*)을 제거하여 얻었다. 등심에서 껍질과 등지방을 제거하고 흉추 13 번
73 위치에서 근육 부위(*longissimus dorsi* at 13th thoracic vertebrae, LLT)만을 채취 후
74 실험에 이용하였다. 얻어진 목심은 제 2 번 경추 위치 단면에서 세개의 근육,
75 머리반가시근(*semispinalis capitis*, SeC), 목널판근(*splenius capitis*, SpC), 및
76 뒤머리빗근(*obliquus capitis caudalis*, OC)을 분리하였다. 삼겹살은 제 6 번, 11 번
77 흉추 및 제 4 번 요추 위치에서 자른 단면에서 각각 다음과 같이 세개의 근육을
78 분리하였다. 제 6 번 흉추: 몸통피부근(*cutaneous trunci*, CT 6th), 넓은등근(*latissimus*
79 *dorsi*, LD 6th), 배쪽툽니근(*serratus ventralis*, SV 6th); 제 11 번 흉추: 몸통피부근(CT
80 11th), 배바깥경사근(*external abdominal oblique*, EO 11th), 가슴가로근(*transverse*
81 *thoracic*, TT 11th); 제 4 번 요추: 몸통피부근(CT 4th), 배바깥경사근(EO 4th),
82 배속경사근(*internal abdominal oblique*, IO 4th). 목심과 삼겹살에서 얻은 근육들과
83 등심에서 pH 와 가열 감량이 측정되었다.

84

85 근육의 pH 측정

86 근육의 pH 를 측정하기 위해 각 근육 시료 1 g 을 증류수 9 mL 과 혼합하여
87 균질하고(T25 basic, IKA GmbH & Co. KG, Germany) 균질액을 2,000×g 로 10 분간
88 원심분리 하였다(1580R, LaboGene, Lillerød, Denmark). 원심분리 후 상등액을
89 Whatman No.4 여과지(Whatman, Maidstone, UK)를 통해 여과한 후 pH
90 측정기(SevenEasy, Mettler-Toledo Intl. Inc., Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여
91 여과액의 pH 를 측정하였다.

92

93 **근육의 가열 감량 측정**

94 가열 감량 측정을 위해 목심과 삼겹살에서 얻은 근육 시료와 등심을 진공 포
95 장한 후 80°C 항온 수조에서 심부 온도가 75°C가 되도록 가열하였다. 가열한 시
96 료는 실온(25±2°C)에서 냉각한 후 포장지와 빠져나온 수분을 제거하였다. 가열 감
97 량 값은 가열 전과 가열 후 측정한 무게 차이를 백분율로 계산하여 나타냈다.

98

99 **통계 처리**

100 본 연구의 데이터 처리는 SAS 통계분석 프로그램(SAS 9.4, SAS Institute Inc.,
101 Cary, NC, USA)을 이용해 수행되었다. 기초 통계량을 산출하고 Shapiro-Wilk test 를
102 통해 데이터의 정규성 여부를 확인하였다. 정규성을 따르지 않는 변수가 확인되어
103 스피어만(Spearman) 상관 관계 분석이 실시되었다. 상관관계는 $p < 0.05$ 인 경우를
104 유의성이 있는 것으로 판단하였으며, 상관관계의 강도는 Schoer 등 (2018)에 따라,

105 0.00-0.10 의 범위는 무시해도 되는 강도, 0.10-0.39 를 약한 강도, 0.40-0.69 를 중간
106 강도, 0.70-0.89 의 범위를 강한 강도, 0.90-1.00 는 매우 강한 강도로 표현하였다.

107

108 **결과 및 고찰**

109 **부위별 근육의 pH 와 가열 감량**

110 실험에 사용한 돼지 도체 30 두의 등심, 목심 및 삼겹살 근육들의 pH 와 가열
111 감량 측정 결과를 Table 1 에 나타냈다. 목심에서 분리한 세개의 근육은
112 상대적으로 높은 pH 를 나타냈으며(pH 6.35-6.44), 삼겹살에서 분리한 근육에서
113 측정한 pH 범위는 5.75-6.43 으로 같은 대분할육 내의 동일한 해부학적 위치에
114 존재하는 근육임에도 불구하고 근육의 pH 가 상이함이 확인되었다. 한편, 각
115 근육에서 측정한 pH 는 등심 LLT 근육에서 5.65 로 가장 낮았으며 목심의 SpC
116 근육에서 6.44 로 가장 높았다.

117 본 연구에서 이용한 삼겹살, 목심 및 등심의 근육을 Fig. 1 에 나타냈다.
118 삼겹살의 pH 결과 상대적으로 높은 pH 6 이상인 근육인 SV 6th, EO 11th, TT 11th,
119 IO 4th 에서 상대적으로 육색이 붉은 것으로 확인되었다. 반면 삼겹살 전체에 얇게
120 분포하는 CT 근육의 경우 pH 가 5.75-5.91 로 위에서 언급한 근육보다 상대적으로
121 백색에 가까운 것으로 관찰되었다. 이는 근섬유 조성의 차이에 기인한 것으로
122 사료된다. 백색을 띄는 식육의 근섬유 조성은 산화적 대사에 의존하는 적색의
123 근섬유(Type I, IIa)보다 속근섬유(fast-twitch glycolytic)인 Type IIb 가 주를 이루고
124 있다(Bohrer et al., 2024; Park et al., 2024). IIb 형 근섬유의 비중이 높은 근육은

125 빠르게 해당 작용이 유도되어 근육의 pH 가 빠르게 감소할 수 있으며, IIb 형
126 근섬유의 조성은 근육의 pH 와 음의 상관관계가 있음이 보고되었다(Joo et al.,
127 2013). 따라서, Type 1 과 IIa 의 근섬유 비중이 높은 경우, 적색도가 크며 근육의
128 pH 가 상대적으로 높게 발생된다. 한편, Type IIb 형의 근섬유 비중이 높은 경우
129 pH 가 낮고 백색을 띤다.

130 등심에 존재하는 근육인 LLT 근육의 pH 는 5.65 로 가장 낮은 결과를 보였다.
131 또한, Fig. 1 에서, 등심의 근육인 (C)은 목심 (B) 및 삼겹살 (A)의 근육보다
132 상대적으로 백색을 띠는 것을 확인하였다. 등심의 경우, 돈육에서 다른 부위와
133 비교하여 상대적으로 백색인 근육으로 알려져 있다(Jeon et al., 2024). 이는
134 상대적으로 백색을 띠는 LLT 근육에서 삼겹살과 목심과 비교 시 Type IIb 형의
135 근섬유 비중이 높기 때문에 낮은 pH 를 띠는 것으로 사료된다. 본 연구 결과와
136 동일하게, 선행 연구의 결과에서 LLT 근육이 돼지의 다른 근육에 비해 색이 밝고
137 pH 가 낮다고 보고하였다(Bohrer et al., 2024).

138 다양한 근육에서 측정된 가열 감량의 범위는 28.45%-35.98% 였다. 가열
139 감량의 경우, 주로 근육의 보수력의 영향을 많이 받는 식육의 품질 특성으로
140 알려져 있다. 도축 후 근육의 pH 의 변화는 단백질 순전하와 근섬유 내부 공간의
141 변화로 이어지며 이는 식육의 보수력에 영향을 미친다(Jeong et al., 2023). 식육의
142 주요 근원섬유 단백질인 미오신과 액틴의 등전점으로 알려진 pH 5.2-5.3 에서
143 pH 가 증가할수록 근섬유 내부 공간에 단백질간의 반발력 증가로 인하여, 수분이
144 포집될 수 있는 공간이 증가하여, 보수력이 증가하게 된다(Huff-Lonergan and
145 Lonergan, 2005). 따라서, pH 가 높을수록 보수력의 증가로 인해 가열 감량이

146 감소할 수 있다. 또한, 이전의 많은 연구들에서 낮은 pH 의 식육에서 수분의
147 손실이 크게 발생함을 보고하였다(Aaslyng et al., 2003; Huff-Lonergan and
148 Lonergan, 2005; Jo et al., 2023).

149

150 부위별 근육의 pH 간 상관관계

151 흉추 6 및 11 번과 요추 4 번 위치의 삼겹살에서 각각 얻어진 총 9 개의 근육
152 pH 의 상관관계 분석결과를 Table 2 에 정리하였다. 동일 위치별 3 개의 근육간
153 pH 의 상관관계 결과 흉추 6 번 위치의 경우는 CT 가 LD 및 SV 와 각각 0.66 및
154 0.50 의 상관 계수를 보였으나, LD 와 SV 사이에는 동일 위치임에도 불구하고 상관
155 관계가 없음이 나타났다($p>0.05$). 흉추 11 번 위치의 경우 CT 와 EO 가 상관
156 계수가 0.39 로 약한 강도의 상관관계 및 EO 와 TT 가 상관계수 0.68 로 중간
157 강도의 상관관계가 있었지만, CT 와 TT 사이에 상관 관계가 없음이
158 확인되었다($p>0.05$). 하지만 요추 4 번 위치의 경우는 3 개의 근육 사이에
159 0.41~0.65 의 중간 강도의 상관관계가 있음이 확인되었다. 본 연구에서 분석한
160 9 개의 삼겹살 근육 중 CT 는 흉추 6 및 11 번과 요추 4 번 위치 모두에 분포되어
161 있는 동일한 근육이다. CT 의 위치별 pH 의 상관 계수는 0.64~0.66 으로 동일
162 근육임에도 불구하고 위치 차이에 따라 중간 강도의 상관 관계가 있음이
163 나타났다. Kim 등(2019)과 Park 등(2024)의 연구에서 흉추에서 요추까지 붙어있는
164 최장근(*longissimus muscle*)이 흉추 영역(*longissimus thoracis*)과 요추
165 영역(*longissimus lumborum*)과 같이 위치에 따라 근섬유의 크기나 조성 같은
166 특성의 변화가 있을 수 있음을 보고하였다. 삼겹의 위치별 상관 관계에서는 흉추

167 6 및 11 번 위치에서 일부 근육간 상관 관계가 없음이 나타났다. 하지만 요추 4 번
168 위치의 모든 근육은 흉추 4 번 및 11 번 위치 근육들과 유의적인 상관관계가
169 있음이 확인되었으며, 상관계수는 0.36~0.72 로 대부분 중간 강도의 상관 관계를
170 보였다. 목심의 경우 3 개의 근육간 상관계수는 0.75~0.82 로 나타났다. 본 결과는
171 삼겹살의 동일 위치별 근육간 pH 의 상관계수보다 높은 결과로 삼겹살 대비
172 목심에서 근육간 pH 가 유사도가 높을 수 있음을 의미한다.

173 근육을 구성하는 근육의 pH 는 주로 도축 전 개체가 받는 외적 스트레스에
174 따른 근육내 ATP 의 소모 및 도축 후 도체 근육의 수축 및 이완에 따른 ATP 의
175 소모와 항상성 유지를 위한 근육내 혐기적 해당 작용 정도에 영향을 받는다(Jo et
176 al., 2022). 따라서 한 개체내 다양한 근육들은 pH 에 영향을 주는 요인들에 대해
177 유사한 영향을 받을 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 본 연구의 결과 근육간
178 pH 의 상관 관계가 높지 않았는데, 이는 동일 개체내 존재하는 근육이라고 해도
179 근육별 glycolytic potential 이 다르기 때문에 따른 결과로 생각된다(Fernandez et
180 al., 1992).

181 비록 근육간 상관 강도가 높지는 않았지만, 본 연구의 결과 목심의 SeC 은
182 목심의 다른 근육뿐만 아니라 삼겹살의 9 개 근육 및 등심 근육의 pH 와 모두
183 중간 강도의 상관 관계가 있는 것이 확인되었다.

184

185 **부위별 근육의 가열 감량 간 상관관계**

186 삼겹살 근육 가열 감량의 상관 관계 분석결과 흉추 6 번 위치의 삼겹살의 경우
187 LD와 SV간에 상관 계수 0.57의 중간 강도의 상관 관계가 있지만 CT 근육의 경우
188 LD 및 SV 근육과 상관 관계가 없음이 나타났다(Table 3). 흉추 11 번 위치 삼겹살의
189 경우도 EO 가 CT 및 TT와 각각 0.38 및 0.47의 상관 계수를 보였으나, CT와 TT
190 사이에는 상관 관계가 없는 것으로 확인되었다($p>0.05$). 하지만 요추 부위
191 삼겹살의 경우 3 근육 사이에 0.39~0.51의 상관 계수가 있음이 나타났다.
192 삼겹살의 pH 상관 관계 결과에서도 흉추 6 및 11 번의 일부 근육 사이에 상관
193 관계가 없으나($p>0.05$), 요추 4 번 위치 삼겹살 근육 사이에는 모두 상관관계가
194 있었는데, 가열 감량 결과에서도 pH 상관 관계 결과와 동일한 경향을 보였다.

195 삼겹살의 위치 차이에 따른 품질 특성 상관 관계 분석결과, 근육 pH의 경우
196 요추 4 번 위치의 모든 근육이 흉추 6 및 11 번 위치 근육들과 모두 상관 관계가
197 있음이 확인된 바 있다. 하지만 근육의 가열 감량의 경우 다른 경향이
198 확인되었으며, 요추 4 번 위치의 EO가 흉추 6 번 위치 CT를 제외한 나머지 모든
199 근육들과 0.38~0.57의 상관 계수가 있음이 확인되었다. CT의 경우 흉추 6 번 및
200 11 번과 요추 4 번 위치 모두에 존재하는 동일한 근육임에도 가열 감량의 상관
201 관계가 없음이 나타나($p>0.05$), pH가 중간 강도의 상관관계를 보였던 것과 다른
202 결과가 확인되었다.

203 목심 3개 근육의 가열 감량은 서로 0.49~0.61의 상관 계수를 보여, 3개 근육의
204 pH 사이에 상관 관계가 있었던 결과와 동일한 경향을 보였다. 하지만 목심 3개
205 근육의 pH가 높은 강도의 상관 관계를 보인 반면, 가열 감량의 경우는 중간
206 강도의 상관 관계가 나타났다. 다른 부위와의 가열 감량 분석 결과 목심 근육의

207 가열 감량은 등심의 가열 감량과 상관 관계가 있는 것이 확인되었다. 하지만 목심
208 근육들의 가열 감량은 3 부위 삼겹살의 모든 근육들과 가열 감량에 상관 관계가
209 없는 것이 확인되었다($p>0.05$). 또한 등심의 가열 감량 또한 삼겹살의 흉추 6 번의
210 LD 및 요추 4 번의 CT 와의 각각 중간 및 약한 상관 관계를 제외하고 다른
211 삼겹살의 근육들과 가열 감량에 상관 관계가 없는 것으로 나타났다.

212 기존 연구에 따르면 돈육 등심과 흉추 6 번 위치 삼겹살 슬라이스의 품질 특성
213 비교 결과 등심과 삼겹살과의 pH 는 상관 계수 0.6 으로 중간 강도의 상관 관계를
214 보였으나, 등심과 삼겹살의 가열 감량은 상관 관계가 없음을 보고하였다(Jo et al.,
215 2022). 반면 Jeong et al. (2024) 연구에 따르면 목심 SeC와 흉추 6 및 11 번과 요추
216 4 번 위치의 삼겹살 슬라이스 사이에 가열 감량에 약한 상관 관계가 있다고
217 보고하였다. 하지만 본 연구에서 삼겹살, 목심 및 등심을 구성하는 근육들의 pH 및
218 가열 감량 상관 관계에서 목심의 SeC 가 삼겹살 및 등심의 pH 와는 모두 중간
219 강도의 상관 관계를 보인 반면, 가열 감량에서는 등심의 가열 감량과 중간 강도의
220 상관 관계를 보이고 삼겹살 근육과는 가열 감량에 상관 관계가 없었다. 우선적으로
221 기존 연구들은 삼겹살 슬라이스를 이용하였지만 본 연구는 각 부분을 구성하는
222 근육들을 대상으로 분석하였기 때문에 기존 연구와 본 연구와의 결과가 상이한
223 것으로 판단된다.

224

225 **부위별 근육의 pH 와 가열 감량 간 상관관계**

226 각 근육의 pH 가 증가할수록 보수력이 향상되어 가열 감량이 감소할 수 있다
227 (Huff-Lonergan and Lonergan, 2005). 한편, 본 연구에서 관찰된 pH 와 가열 감량
228 사이의 상관관계는 약하거나 중간 정도의 상관관계였으며, 일부 동일한
229 근육에서는 pH 와 가열 감량 사이에 상관관계가 없음이 확인되었다(Table 4,
230 $p>0.05$). 이는 식육의 가열 감량이 pH 뿐만 아니라 도축 후 단백질 분해와 산화,
231 가열 중 단백질 변성 및 가열의 조건 등 다양한 요인에 복합적으로 영향을 받기
232 때문일 수 있다(Jo et al., 2023).

233 앞서 근육들의 pH 상관관계에서 목심의 SeC 가 다른 모든 근육들의 pH 와
234 유의적인 상관관계가 있는 것이 확인되었다. 근육들의 pH 와 가열 감량의
235 상관관계 분석 결과, 삼겹살 근육들의 pH 는 목심 근육들의 가열감량과
236 상관관계가 없는 것이 확인된 반면, 목심 SeC 의 pH 와 흉추 6 번에 존재하는
237 LD 와 SV, 흉추 11 번의 EO 및 요추 4 번의 EO 의 가열 감량과 중간 강도의
238 상관관계가 있음이 나타났다. 기존 선행 연구 결과, SeC 근육의 pH 와 흉추 6 번
239 및 11 번의 삼겹 슬라이스의 가열 감량의 약한 강도의 음의 상관관계가
240 관찰되었다 (Jeong et al., 2024). 따라서 SeC 의 품질 특성이 다른 근육들과 가장
241 높은 상관 관계가 있는 것으로 사료된다.

242

243 결론

244 본 연구는 흉추 6 및 11 번과 요추 4 번 부위 삼겹살을 구성하는 주요 9 개의
245 근육과 목심을 구성하는 주요 3 개의 근육 및 등심 근육 총 13 개 근육의 pH 와

246 가열 감량을 분석하여 근육간 품질 특성의 연관성을 분석하고, 품질 예측시
247 대표성을 갖을 수 있는 근육을 탐색하기 위해 수행되었다.

248 근육 pH 의 상관관계 분석 결과 목심의 SeC 가 삼겹살 9 개의 근육 및 등심과
249 중간강도의 상관관계가 있음이 확인되었으며, 다른 목심 근육들과는 강한 강도의
250 상관관계가 있음이 나타났다. 가열 감량 상관관계 분석결과 삼겹살 근육들의 경우
251 일부 근육 사이에서 가열 감량의 상관관계가 없는 반면, SeC 는 다른 목심
252 근육들과 중간 강도의 상관관계가 있었다. 또한 SeC 의 pH 가 4 개의 삼겹살
253 근육들의 가열 감량과 유의적인 상관관계가 있는 것이 확인되었다.

254 삼겹살 및 등심은 돼지 반도체에서 내부에 존재하는 부위로서 품질 특성을
255 측정하기 위해서는 발골 및 정형의 과정이 필요하다. 하지만 SeC 는 돼지
256 반도체에서 외부로 노출되어 있다. 따라서, SeC 돈육의 품질을 예측하기 위한
257 잠재적인 부위가 될 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 SeC 의 품질 특성을 빠르고
258 정확하게 측정이 가능하며, 돼지 도체의 삼겹살 및 등심을 포함한 다른 부위의
259 품질을 예측할 수 있는 기술의 연구 및 개발이 필요하다.

260

261 **References**

262 Aaslyng MD, Bejerholm C, Ertbjerg P, Bertram HC, Andersen HJ. 2003. Cooking loss and
263 juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. Food Qual Prefer
264 14(4): 277-288.

265 Animal muscle atlas. 2024. Korea institute for animal products quality evaluation.

266 <https://www.ekapepia.com/contents/cont.do>.

267 Bohrer BM, Wang Y, Dorleku JB, Campbell CP, Mandell IB. 2024. Pork muscle profiling: pH
268 and instrumental color of the longissimus thoracis is not representative of pH and
269 instrumental color of shoulder and ham muscles. *Meat Sci* 208: 109380.

270 Cha JY, Kim YJ, Kim JH, Park MK, Jung S, Choi YS. 2005. Study on structural analysis and
271 physicochemical properties of meat using hyperspectral image analysis. *Food and Life*.
272 <https://doi.org/10.5851/fl.2025.e2>

273 Cho H, and Kim HY. 2023. Changes in physicochemical characteristics of pork loin, beef loin,
274 and chicken breast with various wet aging periods. *Food and Life* 2023(1): 19-27.

275 Fernandez X, Magard M, Tornberg E. 1992. The variation in pig muscle glycolytic potential
276 during lairage-an in-vivo study. *Meat Sci* 32(1):81-91.

277 Gispert M, i Furnols MF, Gil M, Velarde A, Diestre A, Carrión D, Plastow GS. 2007.
278 Relationships between carcass quality parameters and genetic types. *Meat Sci* 77(3): 397-
279 404.

280 Hoa VB, Seol K, Seo H, Kang S, Kim Y, Seong P, Cho S. 2021. Investigation of
281 physicochemical and sensory quality differences in pork belly and shoulder butt cuts with
282 different quality grades. *Food Sci Anim Resour* 41(2): 224-236

283 Huff-Lonergan E, Lonergan SM. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The
284 role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci* 71(1): 194-204.

285 Jeong SKC, Lee S, Jo K, Choi YS, Jung S. 2023. Quality properties of pork gel manufactured
286 by the pork treated with high hydrostatic pressure without phosphate. *Food and Life* 2023(1):
287 29-38.

288 Jeong SKC, Jo K, Lee S, Jeon H, Kim S, Han S, Woo M, Jung S. 2024. Relationship between
289 the pH of semispinalis capitis muscle and the quality properties of pork shoulder butt and
290 belly slices. *Food Chem X* 23: 101704.

291 Jeon H, Lee S, Kim D, Kim HB, Bae IS, Kim Y, Seong PN, Jo K. 2024. Correlation of electrical
292 conductivity and color with water loss and shear force of pork loin. *Korean J of Agricultural*
293 *Sci* 51(3): 307-314.

294 Jo K, Lee S, Jeong HG, Lee DH, Kim HB, Seon KH, Kang S, Jung S. 2022. Prediction of
295 cooking loss of pork belly using quality properties of pork loin. *Meat Sci* 194: 108957.

296 Jo K, Lee S, Jeong HG, Lee DH, Yoon S, Chung Y, Jung S. 2023. Utilization of electrical
297 conductivity to improve prediction accuracy of cooking loss of pork loin. *Food Sci Anim*
298 *Resour* 43(1): 113-123

299 Jo K, Lee S, Kim HB, Seong PN, Jung S, Lee DH. 2025. Cooking loss estimation of
300 semispinalis capitis muscle of pork butt using a deep neural network on hyperspectral data.
301 *Meat Sci* 222: 109754.

302 Joo ST, Kim GD, Hwang YH, Ryu YC. 2013. Control of fresh meat quality through
303 manipulation of muscle fiber characteristics. *Meat Sci* 95(4): 828-836.

304 Khan SU, Kim IH. 2023. Comparative effect of crumbled or mashed feed form on growth
305 performance, nutrient digestibility, backfat thickness, and carcass quality of growing-
306 finishing pigs. *Korean J of Agricultural Sci*: 50(4), 595-602.

307 Kim GD, Jeong JY, Yang HS, Hur SJ. 2019. Differential abundance of proteome associated
308 with intramuscular variation of meat quality in porcine longissimus thoracis et lumborum
309 muscle. *Meat Sci* 149: 85-95.

310 Kim S, Choi J, Kim ES, Keum GB, Doo H, Kwak J, Ryu S, Choi Y, Kang J, Kim H, Chae Y,
311 Lee Y, Kim D, Seol KH, Kang SM, Kim Y, Seong PN, Bae IB, Cho S, Kwon HJ, Jung S, Lee
312 Y, Kim HB. 2024. Assessing the relationship between muscle-to-fat ratio in pork belly and
313 boston butt using magnetic resonance imaging. *Korean J of Agricultural Sci* 51(2): 187-192.

314 Kim S, Choi J, Kim ES, Keum GB, Doo H, Kwak J, Ryu S, Choi Y, Pandey S, Lee NR, Jang J,
315 Lee Y, Kim D, Seol KH, Kang SM, Bae IS, Cho SH, Kwon HJ, Jung S, Lee Y, Kim HB. 2023.
316 Evaluation of the correlation between the muscle fat ratio of pork belly and pork shoulder
317 butt using computed tomography scan. *Korean J of Agricultural Sci* 50: 809-815.

318 Lebret B, Čandek-Potokar M. 2022. Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass
319 and fresh meat. *Animal* 16: 100402.

320 OECD, F. A. O. 2022. OECD-FAO agricultural outlook 2022-2031. OECD; FAO;

321 Oh SH, See MT. 2012. Pork preference for consumers in China, Japan and South Korea. *Asian-*
322 *Australas J Anim Sci* 25(1): 143-150.

323 Park J, Moon SS, Song S, Cheng H, Im C, Du L, Kim GD. 2024. Comparative review of muscle
324 fiber characteristics between porcine skeletal muscles. *J Anim Sci Technol* 66(2): 251-265.

325 Schober P, Boer C, Schwarte LA. 2018. Correlation coefficients: Appropriate use and
326 interpretation. *Anesth Analg* 126(5): 1763–1768.

327 Soladoye PO, Shand PJ, Aalhus JL, Gariépy C, Juárez M. 2015. Pork belly quality, bacon
328 properties and recent consumer trends. *Can. J. Anim. Sci* 95(3): 325-340.

329 Song S, Park J, Cheng H, Du L, Baek J, Kim GD. 2024. A review on the technology of
330 discriminating different types of meat. *Food and Life* 2024(3): 101-112.

331

332 **Figure Legend.**

333 **Fig 1. The images of pork belly and shoulder butt**

334 (A): The images of pork belly slices

335 1, 2, and 3= CT 6th, SV 6th, and LD 6th: *Cutaneous trunci m.*, *Serratus ventralis m.*, and
336 *Latissimus dorsi m.* in pork belly at 6th thoracic vertebrae

337 4, 5, and 6= TT 11th, EO 11th, and CT 11th: *Transverse thoracic m.*, *External abdominal oblique*
338 *m.*, and *Cutaneous trunci m.* in pork belly at 11th thoracic vertebrae

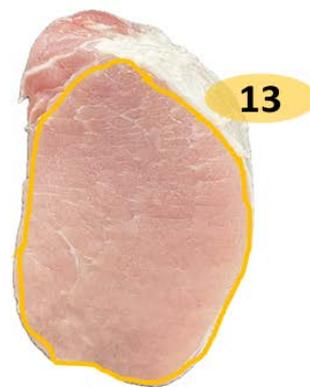
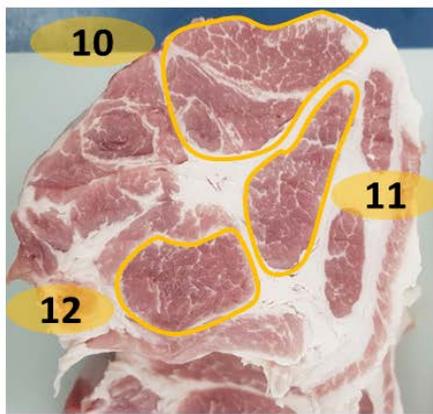
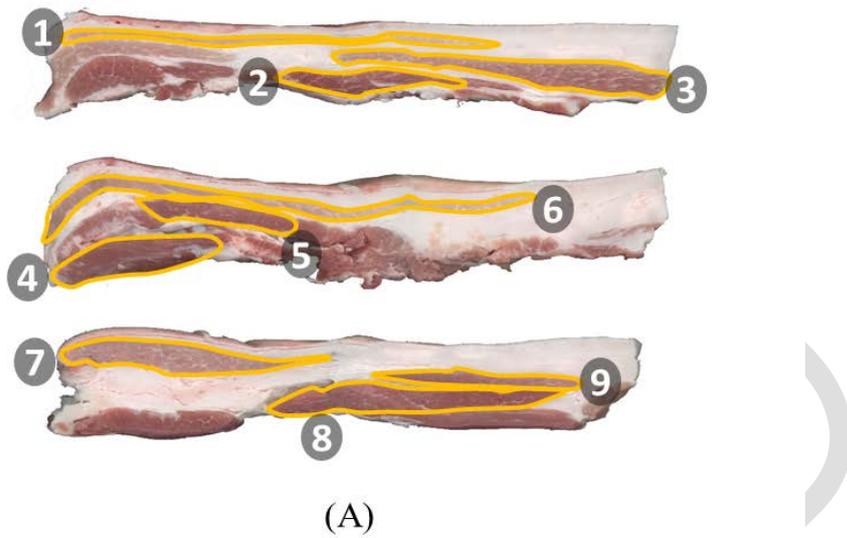
339 7, 8, and 9= CT 4th, IO 4th, and EO 4th: *Cutaneous trunci m.*, *Internal abdominal oblique m.*,
340 *External abdominal oblique m.* in pork belly at 4th lumbar vertebrae

341 (B): The image of pork shoulder butt

342 10, 11, and 12= SeC, SpC, and OC: *Semispinalis capitis m.*, *Splenius capitis m.*, and *Obliquus*
343 *capitis caudalis m.* in pork shoulder butt at 2nd cervical vertebrae

344 (C): The image of pork loin

345 13= LLT: *Longissimus dorsi m.* at 13th thoracic vertebra



(B)

(C)



Table 1. Descriptive statistics for pork

	Mean	SD	Minimum	Maximum
pH				
Belly				
CT 6 th	5.75	0.21	5.47	6.39
LD 6 th	5.87	0.23	5.47	6.37
SV 6 th	6.43	0.31	5.75	7.04
CT 11 th	5.91	0.24	5.48	6.72
EO 11 th	6.14	0.34	5.45	7.03
TT 11 th	6.08	0.36	5.40	6.79
CT 4 th	5.85	0.20	5.49	6.28
EO 4 th	5.81	0.26	5.32	6.48
IO 4 th	6.25	0.25	5.70	6.71
Butt				
SeC	6.35	0.32	5.69	7.06
SpC	6.44	0.34	5.52	7.12
OC	6.38	0.36	5.84	7.15
Loin				
LLT	5.65	1.84	5.42	6.11
Cooking loss (%)				
Belly				
CT 6 th	28.45	3.81	18.61	34.93
LD 6 th	33.42	2.54	27.38	38.47
SV 6 th	33.92	4.83	22.06	39.27
CT 11 th	29.14	2.47	22.87	33.57
EO 11 th	33.11	4.74	15.84	39.28
TT 11 th	28.83	3.92	19.31	34.56
CT 4 th	29.44	2.82	22.01	33.61
EO 4 th	35.98	1.98	31.67	39.33
IO 4 th	34.40	3.21	28.53	40.76
Shoulder butt				
SeC	30.66	5.48	20.95	41.06
SpC	32.47	6.09	24.31	58.87
OC	30.37	5.17	16.91	39.62
Loin				
LLT	33.99	1.84	30.01	37.95

351 CT 6th, LD 6th, and SV 6th: *Cutaneous trunci m.*, *Latissimus dorsi m.*, and *Serratus ventralis m.*
352 in pork belly at 6th thoracic vertebrae; CT 11th, EO 11th, and TT 11th: *Cutaneous trunci m.*,
353 *External abdominal oblique m.*, and *Transverse thoracic m.* in pork belly at 11th thoracic
354 vertebrae; CT 4th, EO 4th, and IO 4th: *Cutaneous trunci m.*, *External abdominal oblique m.*,
355 *Internal abdominal oblique m.* in pork belly at 4th lumbar vertebrae; SeC, SpC, and OC:
356 *Semispinalis capitis m.* *Splenius capitis m.*, and *Obliquus capitis caudalis m.* in pork shoulder
357 butt at 2nd cervical vertebrae; LLT: *Longissimus dorsi m.* at 13th thoracic vertebrae.

Table 2. The significant correlations ($p < 0.05$) of pH among various muscles of pork

	Belly									Shoulder butt			Loin
	¹ CT 6 th	LD 6 th	SV 6 th	CT 11 th	EO 11 th	TT 11 th	CT 4 th	EO 4 th	IO 4 th	SeC	SpC	OC	LLT
CT 6 th	1												
LD 6 th	0.66	1											
SV 6 th	0.50	-	1										
CT 11 th	0.66	0.59	0.49	1									
EO 11 th	-. ²	0.37	0.50	0.39	1								
TT 11 th	-	-	0.49	-	0.68	1							
CT 4 th	0.64	0.38	0.49	0.72	0.63	0.66	1						
EO 4 th	0.48	0.43	0.47	0.41	0.58	0.68	0.65	1					
IO 4 th	0.40	0.60	0.45	0.37	0.36	0.43	0.41	0.61	1				
SeC	0.44	0.53	0.65	0.56	0.53	0.55	0.51	0.61	0.46	1			
SpC	-	-	0.60	0.56	0.44	0.55	0.52	0.47	-	0.75	1		
OC	-	-	0.65	0.49	0.45	0.50	0.39	0.42	-	0.82	0.75	1	
LLT	0.55	0.63	-	0.39	-	-	0.41	-	0.41	0.47	-	-	1

359 ¹CT 6th, LD 6th, and SV 6th: *Cutaneus trunci m.*, *Latissimus dorsi m.*, and *Serratus ventralis m.* in pork belly at 6th thoracic vertebrae; CT 11th, EO
360 11th, and TT 11th: *Cutaneus trunci m.*, *External abdominal oblique m.*, and *Transverse thoracic m.* in pork belly at 11th thoracic vertebrae; CT
361 4th, EO 4th, and IO 4th: *Cutaneus trunci m.*, *External abdominal oblique m.*, *Internal abdominal oblique m.* in pork belly at 4th lumbar vertebrae;
362 SeC, SpC, and OC: *Semispinalis capitis m.*, *Splenius capitis m.*, and *Obliquus capitis caudalis m.* in pork shoulder butt at 2nd cervical vertebrae;
363 LLT: *Longissimus dorsi m.* at 13th thoracic vertebrae. ²There was no significant correlation between muscles ($p > 0.05$).

364 **Table 3. The significant correlations ($p < 0.05$) of cooking loss among various muscles of pork**

	Belly									Shoulder butt			Loin
	¹ CT 6 th	LD 6 th	SV 6 th	CT 11 th	EO 11 th	TT 11 th	CT 4 th	EO 4 th	IO 4 th	SeC	SpC	OC	LLT
CT 6 th	1												
LD 6 th	-.2	1											
SV 6 th	-	0.57	1										
CT 11 th	-	0.48	0.37	1									
EO 11 th	-	-	0.46	0.38	1								
TT 11 th	-	-	-	-	0.47	1							
CT 4 th	-	0.69	-	0.50	-	-	1						
EO 4 th	-	0.55	0.43	0.38	0.57	0.52	0.51	1					
IO 4 th	-	0.51	0.38	0.56	-	-	0.43	0.39	1				
SeC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
SpC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	1		
OC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.61	0.49	1	
LLT	-	0.46	-	-	-	-	0.37	-	-	0.46	0.50	0.51	1

365 ¹CT 6th, LD 6th, and SV 6th: *Cutaneous trunci m.*, *Latissimus dorsi m.*, and *Serratus ventralis m.* in pork belly at 6th thoracic vertebrae; CT 11th, EO
366 11th, and TT 11th: *Cutaneous trunci m.*, *External abdominal oblique m.*, and *Transverse thoracic m.* in pork belly at 11th thoracic vertebrae; CT
367 4th, EO 4th, and IO 4th: *Cutaneous trunci m.*, *External abdominal oblique m.*, *Internal abdominal oblique m.* in pork belly at 4th lumbar vertebrae;
368 SeC, SpC, and OC: *Semispinalis capitis m.*, *Splenius capitis m.*, and *Obliquus capitis caudalis m.* in pork shoulder butt at 2nd cervical vertebrae;
369 LLT: *Longissimus dorsi m.* at 13th thoracic vertebrae. ²There was no significant correlation between muscles ($p > 0.05$).

370 **Table 4. The significant correlations ($p < 0.05$) of pH and cooking loss among various muscles of pork**

pH	Cooking loss												
	Belly									Shoulder butt			Loin
	¹ CT 6 th	LD 6 th	SV 6 th	CT 11 th	EO 11 th	TT 11 th	CT 4 th	EO 4 th	IO 4 th	SeC	SpC	OC	LLT
CT 6 th	-. ²	-	-0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LD 6 th	-	-0.52	-0.60	-0.38	-	-	-	-	-0.55	-	-	-	-
SV 6 th	-	-	-0.60	-	-0.53	-	-	-	-	-	-	-	-
CT 11 th	-	-	-	-	-	-	-	-0.38	-0.38	-	-	-	-
EO 11 th	-	-	-	-	-0.53	-0.58	-	-0.52	-	-	-	-	-
TT 11 th	-	-	-	-	-0.57	-0.61	-	-0.42	-	-	-	-	-
CT 4 th	-	-	-	-	-	-	-	-0.41	-	-	-	-	-
EO 4 th	-	-	-	-	-0.41	-	-	-0.40	-	-	-	-	-
IO 4 th	-	-	-0.41	-	-	-	-	-	-0.44	-	-	-	-
SeC	-	-0.45	-0.59	-	-0.43	-	-	-0.48	-	-0.44	-	-	-
SpC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OC	-	-0.49	-0.61	-	-0.57	-	-	-0.45	-	-	-0.39	-0.43	-
LLT	-	-0.51	-0.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.41

371 ¹CT 6th, LD 6th, and SV 6th: *Cutaneous trunci m.*, *Latissimus dorsi m.*, and *Serratus ventralis m.* in pork belly at 6th thoracic vertebrae; CT 11th, EO
372 11th, and TT 11th: *Cutaneous trunci m.*, *External abdominal oblique m.*, and *Transverse thoracic m.* in pork belly at 11th thoracic vertebrae; CT
373 4th, EO 4th, and IO 4th: *Cutaneous trunci m.*, *External abdominal oblique m.*, *Internal abdominal oblique m.* in pork belly at 4th lumbar vertebrae;
374 SeC, SpC, and OC: *Semispinalis capitis m.*, *Splenius capitis m.*, and *Obliquus capitis caudalis m.* in pork shoulder butt at 2nd cervical vertebrae;
375 LLT: *Longissimus dorsi m.* at 13th thoracic vertebrae. ²There was no significant correlation between muscles ($p > 0.05$).