

ARTICLE

건조숙성 우육 등심에서 분리한 크러스트의 물리적 특성 및 식품 소재화 가능성 분석

박신영¹ · 강선문² · 김학연^{1*}

¹공주대학교 동물자원학과, ²농촌진흥청 국립축산과학원

Analysis of the Physical Properties of the Crust Derived from Dry-Aged Beef Loin and the Possibility of Materialization into Food

Sin-Young Park¹, Sun-Moon Kang², Hack-Youn Kim^{1*}

¹Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Chungnam 32439, Korea

²Researcher, Animal Product Utilization Division, National Institute of Animal Science, Wanju 55365, Korea

Received: July 17, 2021
Revised: August 05, 2021
Accepted: August 18, 2021

*Corresponding author :
Hack-Youn Kim
Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Chungnam 32439, Korea.
Tel : +82-41-330-1041
E-mail : kimhy@kongju.ac.kr

Copyright © 2021 Resources Science Research Institute, Kongju National University. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID

Sin-Young Park
<https://orcid.org/0000-0001-7900-5987>
Sun-Moon Kang
<https://orcid.org/0000-0003-3947-4337>
Hack-Youn Kim
<https://orcid.org/0000-0001-5303-4595>

Abstract

This study aimed to investigate the physical properties of the crust derived from the dry-aged beef loin (crust) versus the edible part of the dry-aged beef loin (dry-aged beef). The fat content and emulsifying stability index of the crust sample were significantly higher than the dry-aged beef sample ($p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively). On the contrary, the lightness (L^*), redness (a^*), yellowness (b^*) of the crust sample was significantly lower than the dry-aged beef sample ($p < 0.001$). Similarly, the fat absorption capacity of the crust sample shown significantly lower than the dry-aged beef sample ($p < 0.001$). In the case of the swelling yield of crust sample, the pH condition of swelling was shown the conditions of pH 3 and 4 were significantly higher than the condition of pH 7 ($p < 0.05$). These results show that the crust using as the flavor enhancer is suitable for foods with low content of fat or oil.

Keywords

Crust, Dry-Aged beef, Natural flavor enhancer, Physical properties

1. 서론

최근 국민소득 증가와 함께 소비자들의 식육시장에서의 소비성향이 변화하고 있는데, 식육 소비 시 과거와 달리 양적인 면보다 질적인 면을 중시하는 경향을 보이고 있으며 (Jimenez-Colmenero *et al.*, 2001), 이러한 소비성향 변화와 함께 식육시장에서는 소비자의 요구에 따라 고품질 식육을 선보이고 있다. 고품질 식육 중 건조숙성육은 식육 표면을 공기 중에 노출시켜 일반적으로 2주 이상 약 4°C 조건에서 숙성시키는 것으로, 숙성과정 중 지속적인 단백질의 분해가 이루어져 부드러운 식감을 가지게 되고, 뛰어난 감칠맛을 지니게 된다 (Perry, 2012). 또한 건조숙성육은 식육을 포장한 뒤 숙성을 시키는 습식숙성과 다르게 공기 중에 노출된 상태로 숙성되기 때문에, 수분 증발로 인한 풍미물질 농축 및 미생물 분해로 인한 특유의 향미가 생성되는 것이 특징이다 (Campbell *et al.*, 2001).

그러나 건조숙성육은 숙성과정 특성상 식육 표면이 경화되고, 미생물이 증식함에 따른 비가식 부위가 발생하게 되는데, 이러한 비가식 부위를 잘라낸 것을 크러스트라고 하며, 최소 2주 이상의 숙성을 실시함에 따라 부위인 크러스트 발생량이 약 20-30%에 달하여 건조숙성육의 단가가 높아지게 되

는 큰 요인이 된다 (Dashdorj et al., 2016). 그러나 건식 숙성 과정에서 수분이 증발됨에 따라 풍미물질이 농축되어 가식부위보다 짙은 풍미를 띠고 있는데 (Park et al., 2020), 미생물 안정성을 확보하기 위한 동결건조 등 소재화 과정을 거치면 식육에서 분리한 짙은 건조숙성 풍미를 지닌 천연 풍미증진제로서 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

일반적으로 풍미증진을 위한 천연향신료 또는 천연첨가물은 식물성 소재 및 해산물 소재, 그리고 일부 동물성 소재에서 추출하여 이용하는데 (Wijayasekara & Wansapala, 2017), 동물성 소재에서 추출한 천연향신료의 경우 식물성 소재와 해산물 소재에 비해서 그 수가 상당히 제한되어 있는 실정이다. 또한 식물성 소재에서 추출한 천연 향신료의 경우 식이섬유로 이루어진 소재가 많기 때문에 분말화가 쉽기 때문에 다양한 요리 또는 제품에 사용하기 용이하며 (Masibo & He, 2009), 해산물 소재에서 추출하는 천연 향신료는 가수분해로 인한 감칠맛 및 향미 성분 추출이 매우 용이한 것이 특징이다 (Milinovic et al., 2021). 그러나 동물성 소재에서의 향미성분 추출은 뼈에서의 열수추출을 제외하고는 산업화된 기술은 극히 제한되어 있다.

건조숙성육에서 분리한 크러스트를 천연 첨가물로서 활용하기 위해서는 크러스트의 적절한 소재화 기술이 필요하며, 소재화 한 크러스트의 물리적 특성을 파악하여 활용성을 규명해야 할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 건조숙성육에서 분리한 크러스트를 동결건조하여 분말화 시키고, 이의 물리적 특성을 건조숙성육과 비교 분석하여 소재화를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

건조숙성 우육 등심 제조 및 크러스트 분리

본 실험에 사용된 재료는 도축 후 24시간이 지난 우육 등심 (*Musculus longissimus dorsi*)을 이용하였으며, 우육 등심을 4 cm × 15 cm × 4 cm으로 자른 후 건조숙성고 (DA-45, Korea alessio, Korea)를 이용하여 4°C에서 4주간 건조숙성하였다. 건조숙성이 완료된 우육 등심의 표면에서 약 3-7mm 정도 두께의 크러스트를 분리한 뒤, 건조숙성육과 크러스트를 각각 냉장고 (CA-HI7DZ, LG, Korea)를 이용하여 -18°C에서 24시간 냉동하였으며, 이후 동결건조기 (FD12008, Ilshin Bio Base, Korea)를 이용하여 -121°C 조건으로 24시간 동결건조하였다. 동결건조가 완료된 시료는 hand blender (MQ5135, Braun, Germany)를 이용하여 약 15 mesh 크기로 분쇄하여 실험에 이용하였다.

일반성분 측정

일반성분 정량은 AOAC법 (1990)에 따라 조단백질함량은 Kjeldahl법, 조지방함량은 Soxhlet법, 수분함량은 105°C 상압건조법, 조회분함량은 직접회화법으로 분석하였다.

색도 측정

Colorimeter (CR-10, Minolta, Japan)를 사용하여 명도 (lightness)를 나타내는 CIE L* -값과 적색도 (redness)를 나타내는 CIE a* -값, 황색도 (yellowness)를 나타내는 CIE b* -값을 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L* -값은 +97.83, a* -값이 -0.43, b* -값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

유화활성지수 (Emulsifying activity index, EAI), 유화안정지수 (Emulsifying stability index, ESI) 측정

유화활성지수와 유화안정지수는 측정하고자 하는 시료의 0.5% 단백질 용액을 0.01 M phosphate buffer를 이용하여 제조한 뒤, 0.5% 단백질 용액 13.5 mL와 콩기름 4.5 mL를 ultra-turrax (HMZ-20DN, Pooglim tech, Korea)를 이용하여 10,000 rpm으로 2분간 균질하였다. 균질 후 분리된

유화물 아래층에서 250 μ L 채취한 뒤 0.1% sodium dodecyl sulfate-용액 50mL에 투입하고 vortex mixer (SVM-10, SciLab, Korea)를 이용하여 1분간 원심분리하였다. 분리된 상등액을 spectrophotometer (Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 500 nm 조건에서 최초 (A0), 15분 후 (A15) 흡광도를 측정된 뒤, 다음 계산식에 따라 유화활성지수와 유화안정지수를 계산하였다.

$$EAI = 2 \times T \times \frac{A0 \times Dilution\ factor}{C \times Oil\ volume \times 10,000}$$

T: 혼탁도 계수 (2.303)

A0: 최초 측정 흡광도

Dilution factor: 최종 단백질 희석배수

C: mL당 단백질량

Oil volume: 콩기름 첨가량

$$EAS = \frac{A0}{A0 - A15} \times t$$

A0: 최초 측정 흡광도

A15: 15분 뒤 측정 흡광도

t: 측정 시간 간격 (min)

수분흡수능 측정

시료 1 g과 증류수 10 mL를 코니칼 튜브에 투입한 뒤, 2분간 vortex mixer (SVM-10, SciLab, Korea)를 이용하여 혼합하였다. 혼합물을 원심분리기 (Supra R22, Hanil, Korea)를 이용하여 15 $^{\circ}$ C, 3,000 \times g 조건에서 20분간 원심분리하였으며, 원심분리된 상등액을 제거한 뒤, 침전물의 건조 전 무게를 측정하였다 (A). 침전물을 상압가열건조기 (C-F03, Chaeil, Korea)에서 105 $^{\circ}$ C 조건에서 24시간 건조한 뒤, 건조 후 무게를 측정하였으며 (B), 다음 계산식에 따라서 수분흡수능을 계산하였다.

$$Water\ absorption = \frac{A - B}{B}$$

유분흡수능 측정

유분흡수능을 측정하고자 하는 시료의 단백질 함량을 기준으로 하여, 총 단백질량이 1 g이 되도록 계산한뒤, 시료를 채취하였다 (W0). 채취한 시료와 콩기름 10 mL (V1)를 vortex mixer (SVM-10, SciLab, Korea)를 이용하여 30초간 혼합한 뒤, 30분간 상온에서 방치하였다. 혼합물을 원심분리기 (Supra R22, Hanil, Korea)에 상온 (25 $^{\circ}$ C), 3,000 \times g 조건에서 20분간 원심분리하였으며, 분리된 상등액의 양을 측정하여 (V2) 다음 계산 방법에 따라 유분흡수능을 측정하였다.

$$Fat\ absorption = \frac{V1 - V2}{W0}$$

팽윤수율 (Swelling yield) 측정

시료 10 g과 tris-HCl 용액 (pH 3, 4)과 증류수 100mL를 각각 vortex mixer (SVM-10, SciLab,

Korea) 를 이용하여 1분간 혼합한 뒤, 상온 (25°C)에서 1시간 방치하였다. 침전물을 제외하고 분리된 용액을 제거한 뒤 침전물의 무게를 측정한 후, 다음 계산식에 따라 팽윤수율을 측정하였다.

$$Swelling\ yield\ (\%) = \frac{Weight\ after\ swelling\ (g)}{Weight\ before\ swelling\ (g)} \times 100$$

통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였고, 실험 결과는 통계분석 프로그램 SAS (Ver 9.3, SAS Institute, USA)를 이용하여 각 처리구들 간의 분석 값에 대하여 GLM (General Linear Model) procedure를 통하여 분석하였으며, 처리구간의 유의성 비교는 t-test를 통하여 검정하였다(*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001).

III. 실험 결과

일반성분, 색도

동결건조 건조숙성육과 크러스트의 일반성분 측정 결과는 Table 1에 나타내었다. 일반성분에서 수분함량은 크러스트가 건조숙성육에 비해서 유의적으로 높은 함량을 나타내었으며 (p<0.001), 지방 함량 또한 크러스트가 유의적으로 높은 함량을 가진 것으로 확인되었다 (p<0.05). 이와 반대로 단백질 함량은 크러스트가 건조숙성육에 비해서 유의적으로 낮은 함량을 나타내었으며 (p<0.05), 회분 함량 또한 낮은 함량을 나타내었다 (p<0.001). 식육에서 지방은 풍미와 맛에 긍정적인 영향을 주는 요인으로 (Dransfield, 2008), 크러스트의 지방 함량이 생육과 건조숙성육에 비해 높은 함량을 가지고 있어, 천연 향미증진제로써 크러스트는 건조숙성육에 비해 풍미가 우수한 특성을 나타낼 것으로 판단된다. Mikami et al. (2021)은 식육의 건조 시 수분 증발로 인하여 지방함량이 상대적으로 증가한다고 하여 본 연구결과와 유사하였으며, 지방함량이 높은 소재는 높은 지방산 함량으로 인해 풍미가 짙다고 알려져 있다 (Dransfield, 2008).

동결건조 건조숙성육과 크러스트의 색도를 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 색도 측정 결과 명도, 적색도, 황색도 모두 크러스트가 유의적으로 낮은 값을 나타내었다 (p<0.001). 본 연구에서 분말화 한 크러스트는 가식부위의 건조숙성육에 비해 낮은 수분 함량을 가지고 있는 것으로 나타났으나, 이는 동결건조 과정을 거친 분말에 대한 수분 함량으로써, 동결건조하지 않은 크러스트는 가식부위에 비해서 수분함량이 현저히 낮은 것으로 알려져 있다. 이렇듯 동일한 축종 및 식육 부위에서 수분함량

Table 1. Proximate composition of freeze-dried dry-aged beef and dry-aged beef crust

Traits	Dry-aged beef	Crust	Statistical analysis
Proximate composition (%)	Water	1.15±0.30	t-value : 13.29*** p: 0.0009
	Fat	23.90±0.49	t-value : 5.41* p: 0.0124
	Protein	62.82±0.01	t-value : -3.97* p: 0.0166
	Ash	3.90±0.07	t-value : -17.34*** p: <.0001

ns: Non-significant, *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001.

Table 2. Color of freeze-dried dry-aged beef and dry-aged beef crust

Traits	Dry-aged beef	Crust	Statistical analysis
Lightness (L [*])	54.26±0.27	45.00±0.38	t-value : -27.97 ^{***} p: <.0001
Redness (a [*])	15.90±0.40	8.50±0.44	t-value : -35.57 ^{***} p: <.0001
Yellowness (b [*])	12.38±0.13	7.30±0.27	t-value : -53.89 ^{***} p: <.0001

ns : Non-significant, * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001.

이 상대적으로 낮은 경우, 상대적으로 낮은 명도를 나타내게 된다 (Park and Kim, 2021). 또한 건조 정도가 상대적으로 높을 경우 암적색을 띄게 되는데, 이때 선홍색을 띄는 생육에 비해서 적색도와 황색도가 감소하게 된다 (Park *et al.*, 2019). 따라서 크러스트는 건조숙성육 가식 부위에 비해 수분 증발이 상대적으로 높게 일어났기 때문에, 적색도와 황색도 모두 낮은 결과를 나타낸 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서 분석한 크러스트는 향미증진 소재로써 이용할 때 시중 건조숙성육과 유사한 암적색의 색도를 띄도록 보조할 수 있을 것으로 생각된다.

유화활성지수, 유화안정지수

동결건조 건조숙성육과 크러스트의 유화활성지수와 유화안정지수를 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 유화활성지수 측정 결과 크러스트가 건식숙성육에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었으나 (p<0.01), 유화안정지수는 유의적으로 높은 값을 나타내었다 (p<0.01). 본 연구에서 분석한 크러스트는 풍미증진제로써의 성격을 지니고 있으며, 건조숙성육과 같은 식육과 유사한 풍미를 지닌 풍미증진제의 활용처는 소스, 양념, 식육가공품에 이용될 수 있다 (Mcgee, 2004). 이들 제품은 혼합하는 원료들의 수분 및 유분 용해력과 유화력이 품질에 큰 영향을 미친다. 유화활성지수는 원료의 초기 유화력을 나타내는 지표로써 (Pearce and Kinsella, 1978), 초기 유화력이 높은 원료는 수분 및 유분에 대한 최초 균질 시 안정적으로 분산될 수 있으며, 이러한 유화활성을 높이기 위해서 유화제를 이용하기도 한다 (Talukder and Sharma, 2010). 따라서 크러스트를 풍미증진제로써 이용하기 위해서는 보조 첨가물로써 유화제를 소량 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 그러나 초기 유화 후 유화안정지수는 건조숙성육 가식부위에 비해 낮은 수준을 나타냈으므로, 식육가공품에 이용하고자 할 때에는 혼합 및 유화과정 시 ISP, 식이섬유 등 유화력을 증진시킬 수 있는 부재료를 소량 첨가하면 제조하는 제품의 물리적 안정성을 증진시킬 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Emulsifying activity index and emulsifying activity stability of freeze-dried dry-aged beef and dry-aged beef crust.

Traits	Dry-aged beef	Crust	Statistical analysis
EAI ¹⁾ (m ² /g)	1.09±0.08	0.68±0.06	t-value: -6.91 ^{**} p: 0.0023
ESI ²⁾ (min)	14.86±0.01	14.90±0.01	t-value: 8 ^{**} p: 0.0013

¹⁾ Emulsifying activity index.

²⁾ Emulsifying stability index.

ns: Non-significant, * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001.

수분 흡수능, 유분 흡수능

동결건조 건조숙성육과 크러스트의 수분, 유분 흡수능은 Table 4에 나타내었다. 건조숙성육에 비해 크러스트의 지방결합력은 유의적으로 낮은 값을 나타내었으나 ($p<0.001$), 수분 흡수능은 차이를 보이지 않았다. 일반성분 분석에서 크러스트는 건조숙성과정 중 수분 증발로 인하여 수분 함량이 낮아진 반면 지방함량은 높은 것으로 나타났는데, 지방함량이 높은 소재의 경우 지방함량이 낮은 소재에 비해서 유분 흡수능은 상대적으로 낮은 것으로 알려져 있으며, 이에 따라 크러스트의 유분 흡수능이 건조숙성육에 비해서 낮은 값을 나타낸 것으로 사료된다. 그러나 Shevkani *et al.* (2014)은 식물 추출 분말에서 탈지공정을 실시해도 유분 흡수능에 유의미한 영향을 미치지 않았다고 하여 본 연구와 상반되는 결과를 보고한 바 있으나, 이러한 차이는 소재 자체의 지방함량 차이에 의한 것으로 사료된다. Ozimek *et al.* (1981)은 소재의 유화 안정성을 높이기 위하여 식염을 첨가한 바 있는데, 단백질 소재에 대한 식염의 첨가는 유분 흡수능 및 유화력을 향상시킬 수 있다고 하였다. 따라서 크러스트를 풍미 증진제로써 이용하기 위해서는 유분 흡수력 및 유화력을 증진시킬 수 있는 부재료를 이용하거나, 유분 함량이 낮은 소스 또는 양념에 이용하는 것이 크러스트의 낮은 유분 흡수능을 보완할 수 있는 활용방안이라 생각된다.

팽윤수율

동결건조 건조숙성육과 크러스트의 팽윤수율은 Table 5에 나타내었다. pH에 따른 팽윤수율은 건조숙성육과 크러스트 모두 pH 3, 4 조건에서 pH 7에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었으며 ($p<0.05$), 건조숙성육과 크러스트간의 비교에서는 pH 4 조건에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이렇듯 크러스트는 pH 4 내외에서 우수한 팽윤력을 나타낸 것과 달리, 중성 pH 조건에서는 2배 이상 낮은 팽윤력을 나타냈으므로, 크러스트를 식품 첨가물로써 적절히 활용하기 위해서는 최적의 pH 조건을 구성해 주어야 할 것으로 생각된다. 이와 같이 pH 3-4의 산가를 가지고 있는 식품으로는 소스류가 있는데,

Table 4. Water absorption and fat absorption of freeze-dried dry-aged beef and dry-aged beef crust

Traits	Dry-aged beef	Crust	Statistical analysis
WAC ¹⁾	2.96±0.19	2.60±0.16	t-value : -2.48 ^{ns} p : 0.0679
FAC ²⁾	2.85±0.07	1.46±0.07	t-value : -24.32 ^{***} p : <.0001

¹⁾ Water absorption capacity.

²⁾ Fat absorption capacity.

^{ns}: Non-significant, * : $p<0.05$, ** : $p<0.01$, *** : $p<0.001$.

Table 5. Emulsifying capacity and swelling yield of freeze-dried dry-aged beef and dry-aged beef crust

Traits	Dry-aged beef	Crust	Statistical analysis	
Swelling yield (%)	pH 3	300.06±1.27	270.34±3.54	t-value : -11.18 ^{**} p : 0.0079
	pH 4	310.90±9.73	281.59±7.19	t-value : -3.43 ^{ns} p : 0.0757
	pH 7	120.18±0.12	117.95±2.65	t-value : -1.19 ^{ns} p : 0.3568

^{ns}: Non-significant, * : $p<0.05$, ** : $p<0.01$, *** : $p<0.001$.

특히 일정량의 식초 또는 우스터 소스 (Worcestershire sauce)가 첨가되는 브라운 소스는 낮은 pH가 특징이다 (Lonnecker *et al.*, 2010; Park *et al.*, 2020). 특히 국내외 스테이크 소스의 평균 pH는 3.40-3.99로 조사된 바 있으며 (Cho and Kang, 2015), 이에 따라 스테이크 소스 등 육류 소스로써 가공적성이 우수할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 건조숙성육의 숙성 부산물로 발생하는 크리스트를 분리하여 식품 첨가물로써 물리적 특성을 분석하였다. 가식부위인 건식숙성육과 비교했을 때 크리스트는 높은 지방함량을 나타냈으며, 유화안정지수가 높은 것으로 나타났고, 팽윤력 분석결과 pH 4 조건 하에서 팽윤력이 다른 pH 조건에 비해서 높은 것으로 나타났다. 유화활성지수와 유분 흡수능의 경우 크리스트가 건조숙성육의 가식부위에 비해서 낮은 값을 나타내었기 때문에, 유화제 등의 첨가물과 함께 사용하거나 유분 함량이 낮은 제품에 이용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

V. 사 사

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 미래형혁신식품기술개발사업의 지원을 받아 수행되었음 (과제번호: 119024-3).

VI. 참고문헌

1. AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. pp. 777-788.
2. Bandaranayake HMSM, Perera WSC, Ratnayake RHMK, Edirisinghe JC. 2017. Urban consumers' perception on processed fruit products: A study from Kurunegala district, Sri Lanka. Proceedings of the International Conference on Food Quality, Safety, and Security, Colombo, Sri Lanka, pp. 1-8.
3. Campbell RE, Hunt MC, Levis P, Chambers IV E. 2001. Dry-aging effects on palatability of beef *Longissimus* muscle. J Food Sci 66:196-199.
4. Cho K, Kang SA. 2015. Effects quality characteristics and development of global sauce using traditional Gochujang. J Korea Acad Indust Coop Soc 16: 8089-8095.
5. Dashdorj D, Tripathi VK, Cho S, Kim Y, Hwang I. 2016. Dry aging of beef; Review. J Anim Sci Technol 58:20.
6. Dransfield E. 2008. The taste of fat. Meat Sci 80: 37-42.
7. Jiménez-Colmenero F, Carballo J, Cofrades S. 2001. Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. Meat Sci 59:5.
8. Lonnecker SM, Boyle EAE, Getty KJK, Buege DR, Ingham SC, Searls G, Harper NM. 2010. Production methods and product characteristics of jerky produced by small and very small meat processing businesses. J Muscle Food 21:826-833.
9. Masibo M, He Q. 2009. Mango bioactive compounds and related nutraceutical properties-A review. Food Rev Int 25:346.
10. Mcgee H. 2004. On food and cooking: The science and lore of the kitchen. Unwin Hyman, London, UK. pp 580-581.

11. Mikami, N, Toyotome, T, Yamashiro, Y, Sugo, K, Yoshitomi, K, Takaya, M, Han, K, Fukushima, M, Shimada, K. 2021. Dry-aged beef manufactured in Japan: Microbiota identification and their effects on product characteristics. *Food Res Int* 140:110020.
12. Milinovic, J, Mata, P, Diniz, M, Noronha, JP. 2021. Umami taste in edible seaweeds: The current comprehension and perception. *Int J Gastron Food Sci* 23:100301.
13. Ozimek G, Poznański S, Cichon R. 1981. Influence of selected factors on functional properties of textured milk proteins. *Int J Food Sci Technol* 16:575-585.
14. Park S, Kim H, Choe J. 2019. Application of an electric field refrigeration system on pork loin during dry aging. *Food Sci Anim Resour* 39:668-676.
15. Park, S, Kim, H. 2021. Effects of marketing ages on the physicochemical properties and sensory aspects of cured broiler chicken breast meat. *Foods* 10:2152.
16. Park, S, Seol, K, Kim, H. 2020. Effect of dry-aged beef crust levels on quality properties of brown sauce. *Food Sci Anim Resour* 40:699-709.
17. Pearce KN, Kinsella JE. 1978. Emulsifying properties of proteins: Evaluation of a turbidimetric technique. *J Agr Food Chem* 26:716-723.
18. Perry N. 2012. Dry aging beef. *Int J Gastron Food Sci* 1:78-80.
19. Shevkani, K, Singh, N, Kaur, A, Rana, JC. 2014. Physicochemical, pasting, and functional properties of amaranth seed flours: Effects of lipids removal. *J Food Sci* 79:C1271-C1277.
20. Talukder S, Sharma DP. 2010. Development of dietary fiber rich chicken meat patties using wheat and oat bran. *J Food Sci Technol* 47:224-229.