

축산부산물 부가가치 향상 기술

Technology for Value-addition to Animal By-products

안치훈¹, 송수민¹, 김갑돈^{1,2,*} (Chi-Hoon Ahn¹, Sumin Song¹, Gap-Don Kim^{1,2,*})

¹서울대학교 그린바이오과학기술연구원, ²서울대학교 국제농업기술대학원

¹Institute of Green-Bio Science and Technology, Seoul National University

²Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University

1. 서론

축산부산물(이하 부산물)은 일반적으로 식용을 목적으로 하는 가축의 도축 및 가공과정에서 발생하는 지육 및 정육을 제외한 내장과 그 밖의 부분을 지칭하는데, 도축과정에서 머리, 내장 및 족 등의 1차 부산물이 발생하고, 육가공장에서 뼈 및 지방 등의 2차 부산물이 발생한다. 부산물의 정의 및 범위를 보다 구체적으로 규정하기 위해 관련 법규를 살펴보면, 먼저 「축산물 위생관리법」 제2조에서 “식육이란 식용을 목적으로 하는 가축의 지육, 정육, 내장, 그 밖의 부분을 말한다”고 되어 있고, 그 시행령 제22조에 “식육부산물전문판매업”에 대한 범위로 “식육 중 부산물로 분류되는 내장(간·심장·위장·비장·창자·콩팥 등을 말한다)과 머리·다리·꼬리·뼈·혈액 등 식용이 가능한 부분만을 전문적으로 판매하는 영업”로 규정하고 있다. 또한 「식품의약품안전처 고시 제2017-24호」에 의하면 “내장”을 “식용을 목적으로 처리된 간, 폐, 심장, 위, 췌장, 비장, 신장, 소장 및 대장”으로, “그 밖의 부분”은 “식용을 목적으로 도축된 가축으로부터 채취, 생산된 가축의 머리, 꼬리, 발, 껍질, 혈액 등 식용이 가능한 부위”로 정의하고 있다. 따라서, 부산물은 식용을 목적으로 하는 식육 중 정육을 제외한 부위, 즉 “머리, 족, 꼬리, 뼈, 지방, 껍질, 혈액 및 내장”으로 요약할 수 있을 것이다. 또한, 축종에 따라 그 부산물의 종류 및 명칭의 차이가 있을 수 있다(표 1).

국내에서 생산되는 부산물의 양은 정확하게 집계하기가 어려워, 일반적으로 가축의

표 1. 축산부산물의 범위

| 구분 | 소 | 돼지 | 닭 |
|-------|---|--------------------|----------------------|
| 내장 | 1위(양, 반추위) 2위(벌집위) 3위(천엽) 4위(홍창, 막창) | 소장 대장(대창) 막창 | 근위 닭발 심장 내장 |
| | 간, 심장, 폐, 비장, 신장 | | |
| 기타 부분 | 머리, 족(발), 혈액(선지), 꼬리, 뼈, 껍질 | | |

(출처 : 농림축산식품부, 2014; 축산물위생관리법, 2018)

*Corresponding author: Gap-Don Kim
Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University,
Pyeongchang 23534, Korea
Tel: +82-33-339-5778
Fax: +82-33-339-5779
Email: gapdonkim@snu.ac.kr

정육률로 추정할 수 있다. 농림축산식품부에서 발간한 통계자료 「농림축산식품 주요 통계(2018)」에 따르면, 소와 돼지의 정육률은 각각 41.7% 및 65.7%(탕박 기준)로 보고되고 있다(표 2). 예컨대, 생체중 600 kg의 생우가 도축될 경우 정육을 뺀 나머지 349.2 kg이 부산물인 것이다. 돼지의 경우, 규격돈 110 kg이 도축되면 37.7 kg이 부산물로 발생하게 된다. 최근 3년간 부산물 생산량을 추정하고자 축산물품질평가원에서 발간한 「2018 축산물등급판정 통계연보」의 “소 및 돼지 정육생산 추정량” 통계를 참고한 결과(추정치)를 「표 2」에 나타내었다. 소 부산물은 2018년에 330,926톤이 생산된 것으로 추정되고, 최근 3년간 큰 차이가 없다. 그러나 돼지의 경우, 2018년에 540,753톤이 생산된 것으로 추정되는데, 2016년에 514,965톤에서 2017년(465,560톤)에 큰 폭으로 줄었다가 다시 증가한 경향을 보인다. 부산물은 도축과정에서 부수적으로 발생하기 때문에 언제나 부산물 산업은 수급 불균형과 가격 불안정 문제를 안고 있다. 공급의 부족분은 수입산으로 일부분 채울 수가 있는데, 최근 5년간 수입부산물 통계자료(표 3)에 따르면, 2014년 201,540톤에서 2018년에는 266,601톤으로 약 65,000톤이 증가하였다. 그러나, 수입만으로는 고질적인 수급 및 가격 불안정 문제를 해결할 수는 없다.

축산부산물 처리업체의 영세성, 부산물 유통구조의 문제, 위생 및 품질 기준의 부재가 우리나라 축산부산물

표 2. 최근 3년간 축산부산물 생산 추정량 (연도 내림차순)

(단위 : %, 톤)

| 구분 | 연도 | 정육량 | 정육률 | (100-정육률) | 비정육 |
|----|------|-----------|------|-----------|---------|
| 소 | 2016 | 231,039 | 41.7 | 58.3 | 323,011 |
| | 2017 | 238,747 | | | 333,788 |
| | 2018 | 236,700 | | | 330,926 |
| 돼지 | 2016 | 986,391 | 65.7 | 34.3 | 514,965 |
| | 2017 | 889,843 | | | 464,560 |
| | 2018 | 1,035,786 | | | 540,753 |

정육량(추정치) 「2018 축산물등급판정 통계연보」 자료를 참고하였고, 정육률은 농림축산식품 주요 통계(2019) 자료를 참고하여 부산물(비정육) 생산량을 계산함.

표 3. 최근 5년간 축산부산물 수입 현황(연도 올림차순)

(단위 : 톤)

| 연도 | 소 | 돼지 | 전체 |
|------|--------|---------|---------|
| 2018 | 70,830 | 195,771 | 266,601 |
| 2017 | 70,728 | 165,488 | 236,216 |
| 2016 | 65,657 | 144,851 | 210,508 |
| 2015 | 58,771 | 157,163 | 215,934 |
| 2014 | 57,872 | 143,668 | 201,540 |

(출처 : (사)한국육류유통수출협회, 2018)

산업 발전을 저해하는 주된 요인으로 인식되고 있고, 이러한 문제는 또한 소비자의 건강을 위해할 수 있기 때문에 2014년에 정부(농림축산식품부, 농림축산검역본부)에서 「도축장 식육부산물 위생관리 매뉴얼」을 배포한 바가 있다. 또한 축산부산물의 유통구조 개선, 안전관리 체계 구축 및 부가가치 향상 기술에 관한 다수의 연구가 선행되었다. 그중에 국내·외에서 소개한 축산부산물 활용기술, 특히 부산물의 부가가치 향상 기술을 요약하여 소개하고자 한다.

II. 본론

1. 축산부산물의 용도

축산부산물은 주로 식용으로 이용되고 있고, 그 외에도 사료용, 비료용, 의약품 및 공업용으로 이용된다(표 4, 표 5). 머리는 뼈를 제거하여 국밥, 탕 및 편육 등으로 이용되고, 내장은 국(순댓국 포함) 또는 국밥, 구이용 및 순대와 소시지 제조용(소창, 곱창 등)으로 이용된다. 비식용 지방은 공업용으로 비누, 광택제 및 기계류용 윤활유 제조에 이용되거나, 사료용으로 이용된다. 껍질(가죽)은 피혁제품이나 산업용 벨트 제조에 많이 이용된다. 채장, 우낭, 간 및 혈액은 의약품으로 사용되기도 한다. 한편, 식품원료로 사용되지 않는 잡뼈는 대부분 사료용으로 사용된다.

표 4. 소 부산물별 사용용도

| 부위명 | 구분 | 용도 |
|------------|-----|---|
| 머리 | 식용 | 발골 머리고기 : 소머리국밥, 소고기국, 설렁탕, 곰탕, 육개장 등 통머리 : 잔치용, 고사용 등 눌린 머리고기(편육) : 술안주용, 제사용, 잔치용 등 |
| | 약용 | 의약품(추출물) |
| 내장 | 식용 | 양 : 소고기국, 내장탕, 양곱창 전골 등 천엽 : 안주용, 내장탕 등 곱창 : 양곱창전골, 내장탕, 케이징(소시지) 기타 : 내장탕, 전골 등 |
| | 약용 | 의약품(추출물) |
| 간 | 식용 | 전, 술안주(회 또는 삶은고기) 등 |
| | 약용 | 의약품(추출물) |
| 염통, 허파, 지라 | 식용 | 내장탕, 찌개, 국밥, 술안주, 전 등 |
| | 약용 | 의약품 |
| 우낭 | 식용 | 술안주, 보신용 식품 등 |
| | 약용 | 의약품 |
| 족 | 식용 | 보신용 식품(산모나 노약자용) 음식점에서 곰탕이나 국밥의 국물 등 |
| | 약용 | 의약품(헤모글로빈, 혈청) |
| 혈 | 식용 | 선짓국 |
| | 약용 | 의약품(헤모글로빈, 혈청) |
| 수구레살 | 식용 | 술안주, 탕류 등 |
| 꼬리 | 식용 | 꼬리곰탕, 보신용 식품(산모나 노약자, 병약자) 등 |
| 사골, 잡뼈 | 식용 | 곰탕, 설렁탕, 국밥 등 국류의 국물, 보신용 국물 등 |
| 도가니 | 식용 | 도가니탕, 술안주 등 |
| | 공업용 | 비누, 스테아린(양초), 광택제, 기계류의 윤활유 제조용 등 |
| 지방 | 식용 | 중국요리에 사용 |
| | 공업용 | 비누, 스테아린(양초), 광택제, 기계류의 윤활유 제조용 등 |
| 피(가족) | 공업용 | 피혁제품(구두, 가방, 장갑, 혁대, 짐바 등), 산업용 벨트 약기 제조 등 |
| | 공업용 | 단추, 빗, 머리핀, 공예품 등 |
| 채장 | 식용 | 식용 |
| | 약용 | 의약품(알칼리액, 인슐린) |
| 아킬레스건 | 공업용 | 아교, 젤라틴 등 |

(출처 : (사)한국육류유통수출입협회, 2007)

2. 축산부산물의 영양적 가치

축산부산물은 주로 식품 또는 식품원료로 이용되는데, 그 이유는 부산물이 지닌 특유의 맛과 식감 그리고 영양적 가치 때문이다. 부산물의 영양적 가치는 이미 오래전

표 5. 돼지 부산물별 사용용도

| 부위명 | 구분 | 용도 |
|--------|-----|--|
| 머리 전체 | 식용 | 삶은 머리고기 : 국밥, 탕류, 술안주 등 통머리 : 고사용 등 눌린 머리고기(편육) : 술안주, 잔치용 등 |
| | 식용 | 순댓국 |
| 귀 | 공업용 | 개 검 |
| | 식용 | 순댓국 |
| 내장 전체 | 식용 | 순댓국, 술안주, 곱창전골, 국밥, 소시지용 등 |
| 간 | 식용 | 순댓국, 일부 수출 |
| 위 | 식용 | 순댓국 |
| 막창 | 식용 | 구이용 |
| 소창 | 식용 | 순댓국 |
| 대창 | 식용 | 돼지 곱창구이 |
| 허파 | 식용 | 순댓국 |
| 채장 | 약용 | 의약품(위장병) |
| 지방 | 식용 | 만두속, 중국조리용, 식용유 등 |
| | 공업용 | 비누, 스테아린(양초), 광택제, 기계류용 윤활유 등 |
| 피 (껍질) | 식용 | 머리고기 + 피(껍질) = 눌린 머리고기, 술안주 등 |
| | 공업용 | 피혁제품 |
| 족 | 식용 | 술안주, 산모 채우용 등 |
| 잡뼈 | 식용 | 곰국 등 국물 |
| | 사료용 | 골분 |
| 털 | 공업용 | 펠트제품, 솔류 등 |

(출처 : (사)한국육류유통수출입협회, 2007)

부터 높게 평가되어 왔는데(Anderson, 1988; Honikel, 2011), 가장 최근에 국립축산과학원에서 주요 식용 부산물의 영양성분을 평가한 자료(Seong 등, 2014a, 2014b)에 각 부산물 종류별 영양성분을 매우 세세하게 나타내었다(표 6, 표 7). 소 부산물 중 십이지장, 방광 및 자궁은 20% 이상의 단백질을 함유하고 있고, 간은 5,027.08 µg RE/100 g의 비타민 A를 함유하고 있는 것으로 보고하고 있다. 심장, 간, 신장, 허파 및 비장은 4.0 mg/100 g 이상의 니아신(비타민 B₃)을 함유하고 있으며, 심장, 간, 신장 및 허파에서 비타민 B₆를 함유하는 것으로 확인되었다. 돼지 부산물의 경우, 간과 채장이 20% 이상의 단백질을 함유하고 있고, 비장과 채장에

표 6. 소 식용부산물의 영양성분 비교

| Organs | Protein (%) | Vitamin A (µg RE/100 g) | Niacin (mg/100 g) | Vitamin B ₆ (mg/100 g) |
|--------------------|-------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Heart | 18,62±0,53 | 12,49±2,69 | 7,46±1,06 | 0,03±0,01 |
| Liver | 18,59±0,88 | 5,027,08±746,56 | 12,24±0,42 | 0,03±0,01 |
| Kidney | 16,03±0,91 | 53,13±44,61 | 7,14±0,80 | 0,04±0,03 |
| Lung | 17,64±0,72 | 11,50±60 | 4,00±0,09 | 0,01±0,01 |
| Small intestine | 10,19±1,10 | 20,49±15,48 | 1,40±0,56 | |
| Cecum | 12,91±1,26 | 25,57±15,66 | 2,34±0,30 | |
| Large intestine | 13,28±0,92 | 14,24±10,42 | 2,28±0,58 | |
| Rectum | 14,24±1,21 | 19,49±18,53 | 2,38±0,33 | |
| Spleen | 18,21±0,61 | 6,95±5,98 | 4,76±0,39 | |
| Esophagus | 17,89±1,11 | | | |
| Rumen | 16,08±0,85 | 28,97±24,38 | 1,84±0,53 | |
| Reticulum | 15,32±1,15 | 15,09±9,44 | 1,87±0,41 | |
| Omasum | 13,90±1,80 | 38,98±46,5 | 1,18±0,49 | |
| Abomasum | 9,78±1,17 | 34,1±34,1 | 2,09±0,87 | |
| Pancreas | 13,38±1,71 | 45,52±37,85 | 3,03±0,62 | |
| Bladder | 22,23±2,26 | 22,76±26,83 | 1,02±0,36 | |
| Duodenum | 21,31±1,77 | | | |
| Reproductive organ | 21,24±5,02 | | | |

(출처 : Seong 등, 2014a; 일부 자료 발췌하여 표로 나타냄)

표 7. 돼지 식용부산물의 영양성분 비교

| Organs | Protein (%) | Vitamin A (µg RE/100 g) | Niacin (mg/100 g) |
|----------|-------------|-------------------------|-------------------|
| Heart | 17,62±0,43 | 2,56±0,49 | 30,96±2,33 |
| Liver | 22,05±1,38 | 57,406±125 | 28,12±3,24 |
| Lung | 16,6±0,73 | 13,37±14,85 | 0,49±0,11 |
| Stomach | 17,07±0,18 | 17,43±20,56 | 0,39±0,05 |
| Small | 11,99±0,65 | 45,01±23,51 | 4,20±0,33 |
| Large | 8,45±1,38 | 51,53±27,06 | 1,13±0,12 |
| Spleen | 17,79±0,33 | 73,3±28,10 | 3,61±0,19 |
| Uterus | 15,05±1,65 | 23,46±1,70 | 1,57±0,26 |
| Pancreas | 20,98±0,97 | 118,27±97,49 | 214,01±14,09 |

(출처 : Seong 등, 2014b; 일부 자료 발췌하여 표로 나타냄)

서 높은 함량의 비타민 A가 확인되었다. 또한, 췌장, 심장 및 간에서는 니아신도 함량이 높은 것으로 분석되었

다. 각 부산물이 지닌 영양적 특수성을 고려하면 식품으로써의 가치를 더욱 높일 수 있을 것으로 생각한다.

3. 식품 및 식품원료로서의 가치

식품 및 식품원료로서 다양하게 이용되고 있지만, 부산물을 이용한 다양한 식품을 개발하거나 식품제조에 활용할 수 있는 방법이 있다면 그 활용 가치를 높일 수 있을 것이다. 최근 돼지의 소장에 초음파(Kim 등, 2016)를 처리하거나, 소의 간에 초임계 이산화탄소(Kim 등, 2015)를 처리하여 미생물 안전성을 높이는 기술이 보고된 바가 있고, 돼지 머리 또는 내장을 이용하여 육가공제품을 제조하는 기술(Choi 등, 2016, 2018)이 개발되었다(표 8).

외국에서도 우리나라와 마찬가지로 대부분의 축산부산물을 식품으로 이용하고 있다(표 9). 심장, 혀, 소의 위장, 귀, 꼬리 등은 삶거나 국에 넣어 먹고, 혈액은 우리나라의 순대와 유사한 혈액소시지를 제조하여 소비하는 등 소비형태가 매우 흡사하다. 그러나 간, 비장 및 뼈 등은 외국에서 다른 형태로도 소비된다. 식문화 및 기호의 차이로 이러한 식품이 다소 생소하고 이질적일 수 있으나, 부산물을 활용한 다양한 식품 및 육제품 개발에 참고할 가치가 충분히 있을 것이다.

표 8. 축산부산물 안전성 향상 및 축산부산물을 활용한 육제품 제조 기술

| 부산물 종류 | 개발기술 | 내용 | 출처 |
|--------|---------------|--|----------------------|
| 돼지 소장 | 품질 특성 향상 | 초음파 및 소금물 처리로 돼지 소장 품질 향상 | Kim 등, 2016 |
| 돼지 머리 | 햄버거 패티 원료육 대체 | 머리고기로 햄버거 패티 제조용 햄육을 10% 대체하여 품질 및 관능적 특성 향상 | Choi 등, 2016 |
| 소 간 | 품질 및 안전성 향상 | 초임계 이산화탄소 처리로 동결 건조 소 간의 미생물 안전성 및 지방산화에 대한 안전성 개선 | Kim 등, 2015 |
| 내장 | 반건조 스낵 제조 | 단백질 분해 효소로 연화시킨 내장으로 반건조 스낵 제조 | 특허 : 10-2018-0114345 |

표 9. 축산부산물 소비형태의 외국사례

| By-product | Traditional consumption | Examples of countries |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Liver | Splinantero | Greece, Turkey |
| | Sheep liver | Iran |
| | Paté | All countries |
| | Almondega | Portugal |
| | Faggots | UK |
| Spleen | Pani ca meusa (bread with spleen) | Italy |
| Heart | Cooked and diced | South America |
| Kidney | Kidney pie | UK |
| Brain | Sesos | South America, Spain |
| Tongue | Boiled or marinated | South America |
| | Ingredient in meat products | Spain |
| Testicles | Criadillas | Spain |
| Tripe | Blómör, slátur | Iceland |
| | Dinuguan | Philippines |
| | Korouch | Lebanon |
| | Callos | Spain |
| | Cold appetizer | China |
| | Haggis | Scotland |
| | Pieds et paquets | France |
| Intestines | Casings for sausages | Mediterranean |
| Blood | Morcilla sausage | Spain |
| | Black pudding | UK |
| | Thuringer blood sausage | Germany |
| Feet | Pork's feet | Spain |
| | Khash | Armenia |
| Ears | Pork's ears | Spain |
| | Khash | Armenia |
| Tail | Rabo de toro (Bull's tail) | Spain |
| | Tail pork | Mediterranean |
| Bones | Gelatin soups | Mediterranean |
| | Osso bucco | Italy |
| Lard, tallow | Lard for cooking | Northern Europe |
| | Covering hams | Mediterranean |

(출처 : Toldrá 등, 2012; Ockerman & Basu, 2004; Nollet & Toldrá, 2011)

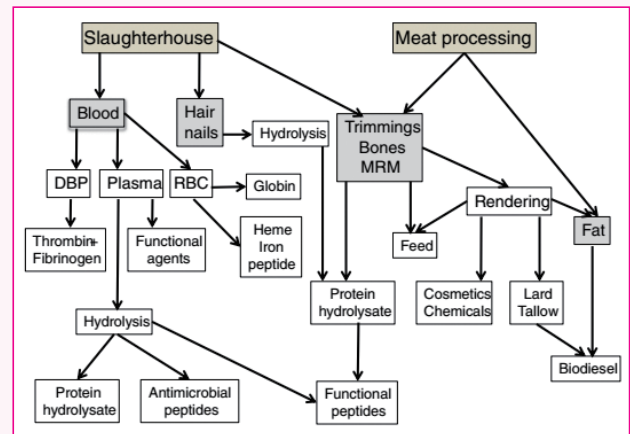
4. 기능성 소재로서의 가치

최근 축산부산물의 부가가치를 높여 활용하는 기술로써 생리활성물질 생산 및 정제 기술이 국내는 물론 국외에서도 관심을 많이 받고 있다. 국제학술지 「Meat Science」에 보고한 자료(Toldrá 등, 2012)에 의하면 부산물가공산업체에서 가치가 낮고 처리비용이 많이 드는

부산물을 혁신적인 과학기술을 이용하여 부가가치를 향상시켜 다양한 분야에 활용할 수 있다고 하였다. 예컨대 「그림 1」에 나타난 바와 같이 도축장에서 발생하는 혈액에서 thrombin 및 fibrinogen를 정제하거나, 혈장을 가수분해하여 항균성을 지닌 기능성 펩타이드를 생산할 수 있고, 적혈구에서 글로빈 단백질을 분리하거나, 철 또는 펩타이드를 분리하여 이용할 수 있다. 도축장 또는 육가공장에서 발생되는 뼈, 지방 및 잡육 중 단백질 소재는 가수분해를 거쳐 기능성 펩타이드로 전환되고, 지방 및 그 외 소재는 사료, 화장품 및 바이오디젤로 가공될 수 있다.

부산물 소재를 활용한 기능성 물질의 획득은 주로 단백질이 풍부한 소재에서 생리활성능을 지닌 펩타이드를 얻는데 연구가 편중된 경향이 있다. 외국의 경우, 혈액의 헤모글로빈에서 항고혈압성, 항균성 및 마취성의 기능성 펩타이드를 얻기 위한 연구가 주를 이룬다(Mito 등, 1996; Zhao 등, 1997; Catiau 등, 2011; Deng 등, 2014). 반면, 우리나라에서 부산물 유래 기능성 펩타이드에 대한 연구는 매우 미진한 실정이다. 그러나, 최근에 Yoon 등(2018)이 돼지 부산물(간, 허파, 심장, 위장, 소장 및 대장)에서 분획한 리놀레산(linoleic acid)으로 생리활성물질인 공액리놀레산(conjugated linoleic acid, CLA)을 적은 비용으로 대량 합성이 가능한 기술을 「Food Science of Animal Resources」에 발

그림 1. 축산부산물의 부가가치 향상을 위한 공정 흐름도



(출처 : Toldrá 등, 2012)

표하였다. 또한, Kim 등(2019)은 돼지 부산물(간, 위장, 소장 및 대장)에서 chenodeoxycholic acid(CDCA)를 추출 및 회수하여 간경화 및 담낭결석 치료에 사용되는 ursodeoxycholic acid(UDCA)를 합성하는 기술을 개발하였고, Kuk 등(2015)은 오리발에서 고순도 콜라겐을 추출하여 생체의료소재화 기술을 개발하여 실용화하였다. 이러한 기술은 축산부산물의 부가가치를 높이는 새로운 방법으로 기술의 다양성 측면에서 매우 혁신적이라 생각한다.

III. 결론

축산부산물의 부가가치 향상을 위한 방법으로는 다양한 식품과 가공제품의 개발로 이용성을 확대하고, 혈액

뿐만 아니라, 다른 부산물에서 기능성 물질을 획득할 수 있는 다양한 기술개발이 요구된다. 다시 말해 각 부산물이 지닌 영양적 특성을 살려 식품, 사료 및 의약품 소재로 개발하거나, 새로운 요리 및 가공제품을 개발하는 노력이 필요하다. 외국의 사례를 참고하는 것도 좋을 것이다. 혈액에 국한되어 있는 기능성 펩타이드에 관한 연구는 단백질 함량이 높은 부산물을 활용하는 것이 바람직할 것이다. 아울러 기능성 펩타이드에만 국한하지 말고, UDCA 및 CLA 합성 기술개발 사례와 같이 보다 다양한 물질을 탐색할 필요가 있다. 물론 이러한 고부가가치 창출 기술은 현재 축산부산물 산업이 직면하고 있는 현안인 위생 안전성 제고, 유통환경 개선, 가격 및 수급 불안정 해소 등이 수반되어야 현장 적용이 가능할 것이다.

참고문헌

1. Anderson BA. 1988. Composition and nutritional value of edible meat by-products. In *Edible meat by-products*. Pearson AM, Dutson TR (ed). Elsevier Applied Science, London, pp 15–45.
2. Catiau L, Traisnel J, Delval-Dubois V, Chihib NE, Guillochon D, Nedjar-Arroume N. 2011. Minimal antimicrobial peptidic sequence from hemoglobin alpha-chain: KYR. *Peptides* 32:633–638.
3. Choi YS, Jeon KH, Ku SK, Sung JM, Choi HW, Seo DH, Kim CJ, Kim YB. 2016. Quality characteristics of replacing pork hind leg with pork head meat for hamburger patties. *Korean J Food Sci Anim Resour* 32:58–64.
4. Deng H, Zheng J, Zhang F, Wang Y, Kan J. 2014. Isolation of angiotensin I converting enzyme inhibitor from pepsin hydrolysate of porcine hemoglobin. *European Food Res Technol* 239:933–940.
5. Honikel KO. 2011. Composition and calories. In *Handbook of analysis of edible animal by-products*. Nollet LML, Toldrá F (ed). CRC Press, Boca Raton, FL, pp 105–121.
6. Kim HM, Woo SW, Kim AN, Heo HJ, Chun JY, Choi SG. 2015. Effect of supercritical carbon dioxide on physicochemical properties and microbial reduction of freeze-dried bovine liver. *Korean J Food Sci Anim Resour* 44:1847–1855.
7. Kim OY. 2019. Development of methods for extraction and synthesis of ursodeoxycholic acid (UDCA) from pig by-products. Ph.D. Dissertation, Chung-Ang Uni., Seoul, Korea.

8. Kim TK, Ku SK, Lee HJ, Lee CW, Kim YB, Jeon KH, Choi YS. 2016. Study on the quality characteristics of pork by-product on the different pretreatment process. *Food Sci Anim Resource* 32:716–723.
9. Kuk H, Kim HM, Kim SM, Kim EY, Son JE, Kwon SY, Suh DS, Park CH, Khang G. 2015. Osteogenic effect of hybrid scaffolds compound of duck feet collagen and PLGA. *Polymer(Korea)*. 39:846–851.
10. Mito K, Fujii M, Kuwahara M, Matsumura N, Shimizu T, Sugano S, Karaki H. 1996. Antihypertensive effect of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from hemoglobin. *Eur J Pharmacol* 304:93–98.
11. Nollet LML, Toldrá F. 2011. Introduction. Offal meat: Definitions, regions, cultures, generalities. In *Handbook of analysis of edible animal by-products*. Nollet LML, Toldrá F (ed). CRC Press, Boca Raton, FL. pp 3–11.
12. Ockerman HW, Basu L. 2004. Hides and skins. In *Encyclopedia of meat sciences*. Jensen W, Devine C, Dikemann M. (ed). Elsevier Science Ltd, London. pp 104–138.
13. Seong PN, Kang GH, Park KM, Cho SH, Kang SM, Park BY, Moon SS, Ba HV. 2014a. Characterization of Hanwoo bovine by-products by means of yield, physicochemical and nutritional compositions. *Korean J Food Sci Anim Resour* 34:434–447.
14. Seong PN, Park KM, Cho SH, Kang SM, Kang GH, Park BY, Moon SS, Ba HV. 2014b. Characterization of edible pork by-products by means of yield and nutritional composition. *Korean J Food Sci Anim Resour* 34:297–306.
15. Toldrá F, Aristoy MC, Mora L, Reig M. 2012. Innovations in value-addition of edible meat by-products. *Meat Sci* 92:290–296.
16. Yoon SY, Lee DY, Kim OY, Lee SY, Hur, SJ. 2018. Development of commercially viable method of conjugated linoleic acid synthesis using linoleic acid fraction obtained from pork by-products. *Korean J Food Sci Anim Resour* 38:693–702.
17. Zhao Q, Garreau I, Sanier F, Piot JM. 1997. Opioid peptides derived from hemoglobin: Hemorphins. *Biopolymers* 43:75–98.
18. 농림축산식품부. 2018. 농림축산식품 주요 통계.
19. 농림축산식품부, 농림축산검역본부. 2014. 도축장 식육부산물 위생관리매뉴얼.
20. (사)한국육류유통수출협회. 2007. 육류 부산물 유통 실태 및 위생 안전성 제고.
21. (사)한국육류유통수출협회. 2019. 육류유통실태조사(2019.1월호).
22. 식품의약품안전처 고지 제2017–24호. 2017.
23. 최윤상, 김영봉, 전기홍, 구수정, 이혜진, 김은미, 김민정. 2018. 축육 내장을 이용한 반건조 스낵의 제조방법 및 이에 따라 제조된 축육 내장 반건조 스낵. 대한민국특허청. 10–2018–0114345.
24. 축산물위생관리법. 2018.
25. 축산물위생관리법 시행령. 2018.
26. 축산물품질평가원. 2019. 2018 축산물등급판정 통계연보.