

118039-03
-1-CG000

유해물질 저감화 기술개발
가능성 천연소재 및 전통식품을
활용하여 식육가공품에서 발생 가능한

2021
농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
고부가가치식품기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003502-01

가능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발

2020. 12. 31.

주관연구기관 / (주)우진푸드
협동연구기관 / 경상국립대학교
협동연구기관 / 강원대학교

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발” (개발기간 : 2018.04.01 ~ 2020.12.31.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 12. 31.

주관연구기관명 : (주)우진푸드

(대표자) 신 남 정



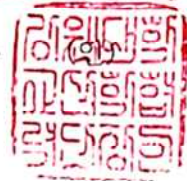
협동연구기관명 : 경상국립대학교 산학협력단

(대표자) 강 상 수



협동연구기관명 : 강원대학교 산학협력단

(대표자) 신 대 용



주관연구책임자 : 박태선

협동연구책임자 : 진상근

협동연구책임자 : 장애라

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	118039-03-1-CG000	해당단계 연구기간	2018.04.01. ~ 2020.12.31 (33개월)	단계구분	총단계
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발			
연구책임자	박태선	해당단계 참여연구원 수	총: 26명 내부: 23명 외부: 3명	해당단계 연구개발비	정부: 743천원 민간: 249천원 계: 992천원
		총연구기간 참여연구원 수	총: 26명 내부: 23명 외부: 3명	총연구개발비	정부: 743천원 민간: 249천원 계: 992천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)우진푸드 경상국립대학교 강원대학교			참여기업명 : (주)우진푸드	
국제공동연구	상대국명: 해당없음			상대국 연구기관명: 해당없음	
위탁연구	연구기관명: 중앙대학교			연구책임자: 허선진	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유					

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록· 기탁 번호	10	2									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약

- 삼겹살의 최적 숙성조건 설정 : 숙성온도(0°C), 숙성방법(건식 걸기법), 숙성기간(1주)
- 가열 삼겹살 및 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질을 저감시킬 수 있는 천연소재 2종(블랙커런트, 한방) 및 전통식품 1종(고추장) 발굴
- 가열조건 및 저장조건에 따른 삼겹살 유해물질(BAs, PAHs, HCAs) 및 독성 규명
- 기능성 천연소재와 전통식품 활용 숙성삼겹살(블랙커런트, 한방, 고추장삼겹살) 제조 후 유해물질(BAs, PAHs, HCAs) 저감 효과 및 독성 규명
- 기능성 천연소재와 전통식품 활용 육제품(블랙커런트돈가스, 한방훈제삼겹살, 고추장떡갈비) 제조 후 유해물질(BAs, PAHs, HCAs) 저감 효과 및 독성 규명
- 기술이전 2건, 기술료 8.8백만원, 매출액 180백만원, 고용창출 28명
- 지식재산권(특허) 2건 출원, SCI급 학술 논문 10건, 학술발표 9건, 인력양성 10명, 홍보전시 2건, 교육지도 4건

보고서 면수
521페이지

요 약 문

연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발 및 산업화 <ul style="list-style-type: none"> • 기능성 천연소재와 전통식품 탐색 및 가열조건에 따른 삼겹살 유해물질 및 독성 구명 • 기능성 천연소재와 전통식품 함유 숙성 삼겹살의 유통기한 설정과 유해물질 및 독성 저감 효능 검증 • 기능성 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 유통기한 설정과 유해물질 및 독성 저감 효능 검증 및 산업화 				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정량적 성과 <ul style="list-style-type: none"> • 유해물질 저감화 기술 관련 특허 2건 출원 • 식육내 유해물질 생성 및 유해물질 저감화 기술 관련 SCI급 논문 게재 • 수행연구 결과를 국내·외 학술대회에 9건 발표 • 본 과제를 통해 학사 2명, 석사 3명, 박사 3명, 박사후 연구원 1명을 양성 • 기능성 천연소재 및 전통식품을 활용한 식육 가공품 4건 제품화 및 매출액 180백만원 달성 • 기능성 천연소재 및 전통식품을 활용한 식육 가공품 개발 관련 기술 이전 2건 및 기술료 8.8백만원 실시 ○ 정성적 성과 <ul style="list-style-type: none"> • 가열 삼겹살 및 식육가공품에 발생가능한 유해물질(BAs, PAHs, HCAs) 규명 • 가열 삼겹살 및 식육가공품에 발생가능한 유해물질(BAs, PAHs, HCAs)을 저감시키는 천연물(블랙커런트, 한방) 및 전통식품(고추장) 발굴 • 블랙커런트, 한방, 고추장을 활용한 식육 내 유해물질 저감(50%이상) 기술 개발 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 활용계획 <ul style="list-style-type: none"> • 식육 및 육제품에서 생성된 유해물질 및 독성 저감 기술의 지식재산권(특허 출원 및 등록 각 2건, 논문 8건 등) 확보 및 기술이전 • 천연소재 및 전통식품을 이용한 1종의 숙성 삼겹살 및 3종의 육제품 상품화 • 주관기관이 (주)우진푸드의 유통 판매망을 이용해 유통경로 다양화로 판매 확대 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> • 육제품에 대한 소비자의 부정적 인식 개선 효과 및 육제품 소비확대 기대 • 식육 및 육제품에서 발생하는 유해물질 및 독성 저감으로 국민 건강 증진 • 천연소재 및 전통식품의 활용 가치 증대 및 부가가치 창출 효과 • 안전한 육제품 개발로 축산농가 및 육가공 관련 산업의 동반 발전 기대 • 기술이전 2건 및 기술료 16백만원, 제품화 4건 및 매출액 50억원, 고용 창출 9명, 홍보전시 4건, 인력양성 7명 • 식품첨가물 연간 188억원의 부가가치 창출효과 및 축산물가공제품 연간 약 149억원의 가치 창출효과 기대 				
국문핵심어 (5개 이내)	천연소재	전통식품	육제품	유해물질	독성물질
영문핵심어 (5개 이내)	Natural substance	Korean traditional food	Meat product	Harmful substance	Toxic substance

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	1
1-1. 연구개발 목적	1
1-2. 연구개발의 필요성	2
1-3. 연구개발 범위	11
2. 연구수행 내용 및 결과	13
2-1. 1차년도 연구수행 내용 및 결과	13
2-2. 2차년도 연구수행 내용 및 결과	149
2-3. 3차년도 연구수행 내용 및 결과	337
2-4. 연구 개발 성과	501
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	504
3-1. 목표	504
3-2. 목표 달성 여부	504
4. 연구 결과의 활용 계획	505
붙임. 참고 문헌	508

<별첨 1> 연구개발보고서 초록

<별첨 2> 자체평가의견서

<별첨 3> 연구성과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 최종 목적 : 기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발 및 산업화
- 가열 삼겹살에서 발생 가능한 유해물질을 저감시키는 천연소재 발굴
 - 가열조건에 따른 삼겹살의 유해물질(HCAs, PAHs, BAs) 구명
 - 가열조건에 따른 삼겹살의 유해물질 독성검사
 - 육제품 기본 배합비 개발(3종)
 - 유해물질 저감 천연소재 및 전통식품 총 15종 중 3종 발굴
- 천연소재 및 전통식품을 활용한 가열 삼겹살 유래 유해물질 저감 기술 개발
 - 천연소재 및 전통식품을 활용한 숙성 삼겹살 개발(1종)
 - 천연소재 및 전통식품을 활용한 숙성 삼겹살 유래 유해물질 및 독성 저감 기술 확립
- 전통식품을 활용한 전통 식육가공품 개발 및 천연소재를 이용한 유해물질 저감 및 산업화
 - 전통식품 및 천연소재 적용 식육가공품의 가열조건에 따른 유해물질 및 독성 저감 효능 검증
 - 전통식품 및 천연소재 적용 식육가공품(3종) 시제품 개발 및 산업화
 - 전통식품 및 천연소재 적용 숙성 삼겹살 대량생산시스템 구축 및 산업화



1-2. 연구개발의 필요성

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 식육가공품 내 유해물질이 발생할 수 있다는 불안감은 커지고 있으나 이를 해결할 연구는 미진함.
- 기존의 연구에서는 주로 육제품에서 발생하는 *N*-nitroso compounds에 대한 연구, 즉 이를 검출하는 연구 등에 국한되어 있고, 그 외 다른 유해물질(PAHs, HCAs, BAs) 저감화 연구는 미흡함.
- 현재 육류 조리 시 각종 식물성 재료를 이용하여 유해물질을 저감시키는 기술 연구는 초기 단계이며, 산업화 예가 없음.
- 2018년 3월 현재 매우 다양한 기능성 성분이 인정되었고, 이러한 기능성 성분을 함유한 다양한 식품소재가 식품의 조리 및 가공에 활용되고 있음.
- 그러나 식육의 조리나 육제품 가공 시 유해물질 저감을 위한 기능성 소재를 활용한 연구는 전무한 실정임.

[2018 건강기능식품 기능성 원료 인정 현황]

<p>영양소 (28종)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 비타민 및 무기질(또는 미네랄) 25종 : 비타민 A, 베타카로틴, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K, 비타민 B1, 비타민 B2, 나이아신, 판토텐산, 비타민 B6, 엽산, 비타민 B12, 비오틴, 비타민 C, 칼슘, 마그네슘, 철, 아연, 구리, 셀레늄(또는 셀렌), 요오드, 망간, 몰리브덴, 칼륨, 크롬 • 필수지방산, 단백질, 식이섬유
<p>기능성원료 (67종)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 인삼, 홍삼, 엽록소 함유 식물, 클로렐라, 스피루리나, 녹차추출물, 알로에 전잎, 프로폴리스 추출물, 코엔자임Q10, 대두이소플라본, 구아바잎 추출물, 바나바잎 추출물, 은행잎 추출물, 밀크씨슬(카르두스 마리아누스) 추출물, 달맞이꽃종자 추출물, EPA 및 DHA 함유 유지, 감마리놀렌산 함유유지, 레시틴, 스쿠알렌, 식물스테롤/식물스테롤에스테르, 알콕시글리세롤 함유 상어간유, 옥타코사놀 함유유지, 매실추출물, 공액리놀레산, 가르시니아캄보지아 추출물, 루테인, 헤마토코쿠스 추출물, 쏘팔메토 열매 추출물, 포스파티딜세린, 글루코사민, N-아세틸글루코사민, 뮤코다당·단백, 알로에겔, 영지버섯자실체추출물, 키토산/키토올리고당, 프락토올리고당, 프로바이오틱스, 홍국, 대두단백, 테아닌, 엠에스엠(Methyl sulfonylmethane, MSM), 폴리감마글루탐산, 히알루론산, 홍경천 추출물, 빌베리 추출물, 마늘, 라피노스, 크레아틴, 유단백가수분해물, 상황버섯추출물, 토마토추출물, 곤약감자추출물 • 식이섬유(15종) : 구아검/구아검가수분해물, 글루코만난(곤약, 곤약만난), 귀리식이섬유, 난소화성말토덱스트린, 대두식이섬유, 목이버섯식이섬유, 밀식이섬유, 보리식이섬유, 아라비아검(아카시아검), 옥수수겨식이섬유, 이눌린/치커리추출물, 차전자피식이섬유, 폴리덱스트로스, 호로파종자식이섬유, 분말한천

기능성별 (32항목)	간 건강, 갱년기 남성 건강, 갱년기 여성 건강, 과민피부상태 개선, 관절/뼈 건강, 기억력 개선, 긴장완화, 눈 건강, 면역기능개선, 배노기능 개선, 수면의 질 개선, 어린이 키성장에 도움, 여성질건강, 월경전 변화에 의한 불편한 상태 개선, 위건강/ 소화건강, 요로건강, 운동수행능력향상, 인지능력향상, 장건강, 전립선건강, 정자운동성 개선, 체지방감소, 치아건강, 칼슘흡수촉진, 피로 개선, 피부건강, 항산화, 혈당조절, 혈압조절, 혈중중성지방개선, 혈중콜레스테롤 개선, 혈행개선
----------------	---

(자료:식품안전나라 2018. 03.)

○ 시장현황

- 축산물 시장은 매년 15% 전후씩 꾸준히 증가하고 있음(농림축산식품부, 2017).
- 국내 식육 및 육가공시장의 규모는 2015년 기준으로 약 17조 5,784억에 이르렀으며, 축산물 가공품 중 포장육(50.8%), 양념육류(6.3%), 분쇄가공육류(4.1%), 햄류(4.0%), 소시지류(1.9%)의 순으로 높은 판매액의 비율을 나타내고 있음(농림축산식품부, 2017).
- 특히 삼겹살은 돼지고기 중 선호수준이 95% 이상이나 생산량 비율은 25%보다 낮은 실정임.
- 삼겹살은 대부분 많이 가열하여 먹는 구이용으로 활용되고 있어 가열로 인한 유해물질 발생량이 높은 실정임. 특히 백색보다 흑색돼지 삼겹살 부위가 동일 가열조건인 온도 및 시간에도 불구하고 더 잘 타는 근육특성을 지니고 있어 이에 대한 대안이 절실함.
- 한편, 건강 기능성 식품은 과거 노령인구 위주에서 점차 모든 연령층까지 확대되고 있음(식품의약품안전처, 2017).
- 기능성 식품은 면역개선, 혈행개선, 항산화, 기억력개선, 피로개선, 콜레스테롤 개선 등 다양하게 세분화 되어 있으며, 건강 기능성 식품의 안전성에 대한 관심의 증가 및 최근 발생한 전염성 질병(메르스, 수족구병, 독감 등)의 유행으로 면역 개선에 도움이 되는 원료가 관심을 받고 있음(식품의약품안전처, 2017).
- 2016년 식품의약품안전처의 통계자료에 의하면 100억원 이상 판매된 건강기능성 제품군은 홍삼을 비롯하여, 프로바이오틱스, 비타민 및 무기질, 밀크씨슬(카르두스 마리아누스) 추출물, EPA 및 DHA 함유 유지, 알로에, 인삼, 루테인, 가르시니아캄보지아 추출물, 차전자피식이섬유, 녹차추출물, 클로렐라, 스피루리나, 쏘팔메토 열매 추출물, 코엔자임Q110, 프로폴리스추출물, 감마리놀렌산 으로 17개 품목군이었음.
- 이러한 통계조사에서 보듯이 건강기능성 식품소재 산업의 질적, 양적인 성장에도 불구하고 육제품 또는 축산식품은 전무한 형편이며, 특히 암을 유발하는 유해물질의 억제 천연 소재를 응용한 기능성 식품군은 전무함.
- 우리나라뿐만 아니라 현재 전 세계의 건강기능성 식품시장은 폭발적으로 증가에도 불구하고 식육 또는 식육가공품에서 발생될 수 있는 유해물질을 저감시키는 기능성 식품 또는 식품소재가 개발되지 않았으나, 기초자료 및 연구를 바탕으로 유해물질 저감 기술 개발을 통해 식품소재 및 육제품을 개발할 경우 관련 시장을 개척하고 선점할 수 있을 것임.

○ 경쟁기관현황

- 2017년 2월 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원은 삼겹살·소고기·소시지 등을 조리·섭취 중 자연적으로 발생하는 벤조피렌이 사람 몸속에서 일으킬 수 있는 독성(벤조

- 피렌 체내 독성)을 낮추는 데 상추, 양파, 마늘 등이 도움이 된다고 보도한 바가 있음.
- 그러나, 보도자료의 근거는 96 well을 이용해서 세포에 채소 추출물을 넣은 후 확인한 결과로 구체적이지 않고, 육류에 직접 실험한 것이 아님. 따라서 소비자에게 권유차원에서 제시된 육류 섭취 방법임.
- 또한, 국내 다수의 암연구소에서 진행하고 있는 암세포 사멸에 관한 연구에 식물성 식품 소재를 활용하고 있고, 그 외 국내 식품연구소에서는 유해물질 저감에 대한 세밀한 연구를 수행하고 있지 않은 실정임.

○ 지식재산권현황

- 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질을 저감시킬 수 있는 특허는 전혀 존재하지 않음.
- 본 연구는 육류의 가열 및 가공방법을 결합하여 육제품 내에서 유해물질의 생성이 최소화되게 하는 원리로서 이러한 원리를 적용한 특허나 기술은 전혀 존재하지 않음.
- 또한 식육가공품의 저장 및 가열에 따른 유해물질을 탐색한 특허는 전무한 실정임. 그러므로 현재 존재하는 특허의 선행기술에 구애받지 않는 기술을 개발할 수 있음.

○ 표준화현황

- 동일한 연구를 진행하거나 표준화한 사례는 없으므로 본 연구에서는 육류 및 식육가공품의 가열 및 가공조건에 따른 유해물질의 안전등급 표준화를 제안할 것임.

○ 기타현황

- 정부는 항암, 발암물질 억제를 위해 의약품·식품업계 지속적인 연구비 지원
- 대한영양사협회 및 한국식품건강소통학회 가공육·적색육을 먹을 때 곁들이면 좋은 식품 ‘베스트 10’ 발표
- 농촌진흥청은 김치 속 항암에 탁월한 유산균 발견 ‘우리 김치가 세계시장에서 건강식품으로 인정받는 계기가 될 것임’
- 2016. 8. 2. 식품의 기준 및 규격 전부개정고시 행정예고(식품과 축산물의 기준 및 규격의 통합 필요 : 유해물질 등)
- 식약처 등은 세계암연구소가 “적색육 및 가공육이 대장암의 발생을 증가” 시킨다는 보고 이후 적정 육류 섭취량을 제시하려고 하였으나 결론을 내리지 못하고 있음.
- 육류섭취량 등에 대한 통계 조사나 모니터링을 실시하고 있음.
- 육류섭취에 따른 위험성 증가에 대한 소비자의 불안감이 커져가고 있음.

[건강기능강화 전통식품 NET 분석]

구분	촉진요인	저해요인
수요	<ul style="list-style-type: none"> • 노령화 사회의 진입, 건강에 대한 관심 증대, 슬로우푸드와 한류영향 등에 따라 건강기능강화 전통식품 시장은 지속적으로 증가될 것으로 전망 	<ul style="list-style-type: none"> • 국산소재의 연구개발 빈약 • 해외 수입 제품에 대한 높은 선호도 • 영세업체의 판단경로 확보 어려움으로 인한 내수위주의 생산 및 판매체계

	<ul style="list-style-type: none"> • 식품의 기능성은 BT·NT 등의 첨단 기술 및 타 산업(제약, 화장품)과의 접목 가능성이 높은 미래 성장 동력 • HACCP 도입을 통한 위생적인 제조 공정 확립으로 수출향상에도 기여 	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 국산 원료의 가격 경쟁력 및 안정적 확보 어려움
환경	<ul style="list-style-type: none"> • 만성질환 증가로 인한 국가 의료비 부담의 증가, 고령화사회 진입으로 실버식품 및 건강관련 제품 수요증가 예상 • 전 세계 경기불황에도 불구하고 세계 기능성식품 시장은 연 7% 이상의 성장을 지속 	<ul style="list-style-type: none"> • 유사건강식품 등의 범람과 기능성에 대한 불신으로 소비자의 부정적 인식 만연 • 제조업체의 영세성으로 투자 확대 제약
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 제약업체 중 40여개 이상이 건강기능성 식품 시장 진출 예정 • 국가 식품클러스터 내 기능성평가센터 설립으로 기능성 소재 발굴용이 및 기술력 향상 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 부처별 분산된 R&D 투자 체계와 지원 혜택 부족 • 산업화 기술 관련 연구 부족 • 지속적인 기술 및 품질고급화 기술력 확보 미흡 • 중소기업 중심의 투자 및 기술 지원 한계

- 노령화 사회 진입, 만성질환 증가 등으로 인해 건강에 대한 관심 증대로 소비자들의 건강 전통식품에 대한 요구가 증가되고 있음.

[건강기능강화 전통식품 SWOT 분석]

강점 (Strength)	약점 (Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • 전통식품의 우수성 • 김치의 세계 5대 건강식품으로 선정 • 세계 다국적 기업과의 기술제휴 및 수출계약 성사 	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 사업 기반 미약 • 핵심 인력자원 부족 • 부처별 R&D 투자 체계와 지원혜택 부족 • 기초연구 기반 취약 • 특정 품목 (예: 홍삼, 인삼)에만 지원
기회요인 (Opportunity)	위협요인 (Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 전통식품과 건강기능식품 시장 증가 • 웰빙, 슬로우푸드, 한류 등의 환경 조성 • 건강 관련 제품에 대한 관심 증가 • K-pop 등 한류 열풍으로 한국문화 수용성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국 업체들의 시장선점에 의한 높은 진입장벽 • 유사 식품에 대한 소비자들의 불신 증가 • 수출제약 및 특허 마찰 심화

- 시장의 증대와 건강에 관한 소비자들의 관심과 요구가 증가하고 있는 추세로 인해 전통 식품을 활용한 기술 개발과 성장이 요구되고 있음.
- 연구지원 확보와 안전 확보를 통해 소비자들의 요구를 충족시키면 시장 경쟁성이 클 것으로 보임.

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

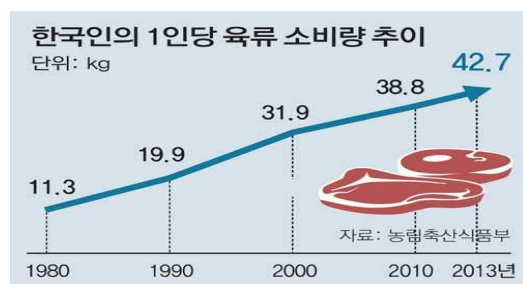
- 해외의 특허도 천연물 또는 그 조성물이 항암 또는 발암물질을 저해하는 기술이 대부분이었으며, 가열조건에 따른 가공육제품 발암물질의 저해와 관련된 특허는 없음.
- 가열조건과 관련한 유해물질 생성에 관련된 연구를 북미, 유럽의 많은 나라들이 수행한 바가 있음.
- 미국이나 유럽인들이 많이 소비하는 육제품에서 유해물질을 저해하기 위한 정책을 시행하고, 천연물질 첨가 육제품이 상당수 존재하는 것으로 확인됨.
- 그러나 전 세계 어느 나라에서도 식품가공에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술을 적용한 제품의 개발은 전무한 것으로 조사됨.
- 발효육제품 등에서 발생 가능한 각종 지방 및 단백질 산화물에 대한 연구는 다수 수행되었으나 인체 유해성이나 이를 저감시키기 위한 기술은 개발되지 않은 실정임.

○ 시장현황

- 미국의 건강기능성 식품시장의 규모는 2015년 기준으로 약 404억 달러에 이르며, 매년 7.1% 이상 꾸준한 성장세를 보이고 있음(연구성과실용화진흥원, 2016. 10).
- 일본의 건강기능성 식품시장의 규모는 2015년 기준으로 약 109억 달러에 이르며 매년 2.3% 수준으로 성장하고 있음(연구성과실용화진흥원, 2016. 10).
- 중국의 건강기능성 식품시장의 규모는 약 163억 달러 규모로 매년 13.8%의 꾸준한 성장세를 보이고 있음(연구성과실용화진흥원, 2016. 10).
- 외국의 연구에 의해 개발되어 판매되는 육제품도 화학 무첨가 제품이 주를 이루고 있으며, 유해물질 억제 육제품의 개발은 초기단계인 실정임.

다. 연구개발의 중요성

- 가공육제품에 대한 소비자의 불안감을 해소하고 안전한 육제품 개발은 국민건강 증진과 농·식품산업 발전을 위해 절실히 요구됨
- 국민 1인당 육류소비량은 지난 30년 사이 급격하게 증가

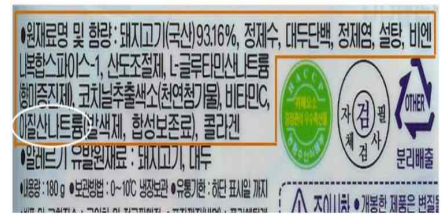


- 2015년 10월 26일 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(IARC)가 가공육을 1군 발암물질로 구분하면서 육가공품에 대해 소비자들의 부정적인 인식이 커졌으며, 육가공품 제조 시 첨가되는 아질산염은 발암과의 연관성에 있어 주요 논쟁이 되어왔음.



- 국내의 경우, 정부와 식약처 및 한국소비자보호원 등에서 주기적으로 육류섭취에 따른 유해물질 섭취를 모니터링 하여 왔고, 국외의 경우 미국 NIH와 EU에서도 육류 내 발암물질의 위험성을 경고하고 유해물질 섭취 저감화를 위해 범국가적으로 노력하고 있음.

○ 전통적으로 가공육을 제조하는데 보존과 염지 등의 목적으로 질산염(nitrate)과 아질산염(nitrite)을 사용해 왔으며, 현재 우리나라에서 사용이 허가된 질산염과 아질산염은 아질산나트륨(sodium nitrite)과 질산나트륨(sodium nitrate) 및 질산칼륨(potassium nitrate)임(MFDS, 2016).



- 육제품에 첨가되는 질산염과 아질산염은 육색의 고정, 항산화 효과를 가지며, 풍미를 증진시키고 가공적성을 증가시키는 등 다양한 효과를 가지고 있음. 아질산염을 첨가하는 가장 중요한 이유는 육색고정은 물론 *Clostridium botulinum*과 같은 맹독성 식중독균의 제어에 있음(Lee et al., 2005).

○ 아질산염이 육제품에 첨가되어 중요한 역할을 함에도 불구하고 *N*-nitroso compounds 생성 우려가 있어 소비자들이 기피함. *N*-nitroso compounds 외에도 식육 및 육제품에서 발생할 수 있는 유해물질은 HCAs, PAHs, *N*-nitroso compounds, BAs 등이 있음.

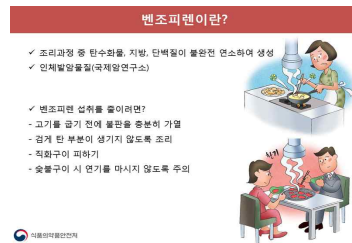
○ 헤테로사이클릭 아민(HCAs, heterocyclic amines)는 육류 및 어류 등 단백질이 풍부한 식품의 가열 조리 시 생성되는 발암성 물질임. 식생활에 기인한 변이원과 발암원인인 HCAs는 조리의 의해 생성되는 화합물로 노출되는 정도와 발암의 가능성이 높기 때문에 매우 중요함. 식품 타입, 식품 양, pH, 수분활성도, 반응물질 농도 및 비율, 조리 온도와 시간, 조리 도구 및 방법 등이 HCAs의 형성에 영향을 끼치는 것으로 보고되고 있음.



[육제품에서 HCAs 생성량]

식품명		이환방향족아민(ng/g)			
		IQ	PhIP	MeIQx	DiMeIQx
스테이크	Rare	-	0.0-13.6	0.0-28.6	-
	Medium	-	0.0-13.4	0.0-17.1	-
	Well done	-	0.0-27.0	0.0-7.0	-
소갈비 (숯불)		-	-	0.0-18.2	-
소불고기 (숯불)		-	0.0-32.4	0.0-17.5	0.0-6.2
삼겹살 (숯불)		-	5.2-17.2	10.6-20.8	-
햄버거 패티		-	4.0-63.5	0.0-18.2	0.0-43.3
치킨	후라이드	-	0.0-21.4	6.5-9.7	-
	바베큐	-	9.3-63.2	0.0-14.7	-
	전기구이	-	0.0-66.1	-	0.0-32.6
소고기 핫도그		0.22-0.40	0.05-0.07	0.05-0.09	-
텔리 햄		0.16-0.42	0.02-0.04	0.02-0.04	-
베이컨		0.55-0.65	0.12-0.16	0.12-0.16	-

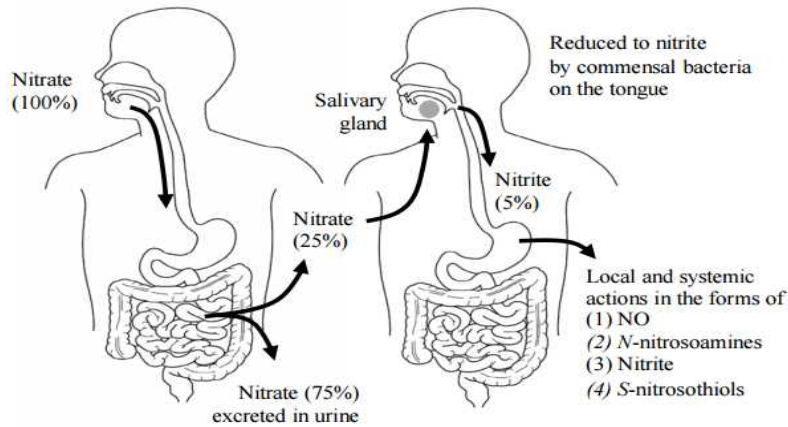
○ 다환방향족탄화수소(PAHs, polycyclic aromatic hydrocarbons)는 2개 이상의 벤젠고리가 선형으로 각을 지어 있거나 밀집된 구조로 이루어져 있는 유기화합물로서 화학연료나 유기물의 불완전 연소 시 부산물로 발생하는 물질임. 동종 화합물이 수백 종에 이르며 일부는 환경 및 인체에 치명적인 유기 오염원이 됨. 독성이 알려진 화합물에는 benzo(a)pyrene 외 50종으로 밝혀졌고, 특히 benzo(a)pyrene, benzo(a)anthracene, dibenzo(a,h)anthracene, chrysene 등은 유전독성과 발암성을 나타내는 것으로 알려져 있음.



[육제품에서 PAHs 생성량]

식품명	PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
계란	49.6-496.3
닭	1.1-31.7
돼지	0.2-34.7
훈연 햄	0.5-17.8
훈연 소시지	0.2-33.7

○ N-니트로소 화합물(N-nitroso compounds 니트로사민 ; N-nitroso compounds 한 종류)은 구워 먹는 육류나 생선 등 각종 음식물에 광범위하게 존재하는 제2급 아민류와 아질산염이 반응하여 가열하는 과정 중에 생성되거나, 또는 전구물질을 섭취한 후 체내에서 형성될 수 있음.



(Kobayashi *et al.*, 2015)

[질산염과 아질산염의 질소 대사 과정]

- 식품으로 섭취된 질산(nitrate) 중 25%는 침샘으로 재순환되고, 그 중 20%는 입안의 세균에 의해 아질산(nitrite)로 전환됨. 이후 5% 정도만 위 소화를 거쳐 다양한 질소화합물이 생성됨 (Kobayashi *et al.*, 2015).
- 하지만 염지육에서의 아질산염은 반응성이 높은 화합물로서 산화제, 환원제와 같은 기능을 하며 아질산(nitrous acid, HNO₂), 산화질소(nitric oxide, NO) 등 다양한 화합물로 전환되어 질 수 있음(Honikel, 2004).
- 그 중 N-nitrosamines(NAs)은 단백질 식품에 존재하는 아민과 단백질이 조리 중에 분해되어 생긴 아민이 아질산염과 니트로소화 반응으로 인해 생성되는 물질로(Yurchenko & Mölder, 2006), 국제적으로 발암가능물질로 분류됨(IARC, 1978).
- NAs는 휘발성 NA와 비휘발성 NA로 나눌 수 있으며, 휘발성 NA에는 N-nitrosodimethylamine(NDMA), N-nitrosopiperidine(NPIP)과 N-nitrosodiethylamine(NDEA) 등이 있으며, 이중 NDMA와 NDEA는 식육과 관련하여 가장 발암성이 높은 물질로 알려져 있음(Herrmann *et al.*, 2015).

[식품 유형별 아질산 검출 건수]

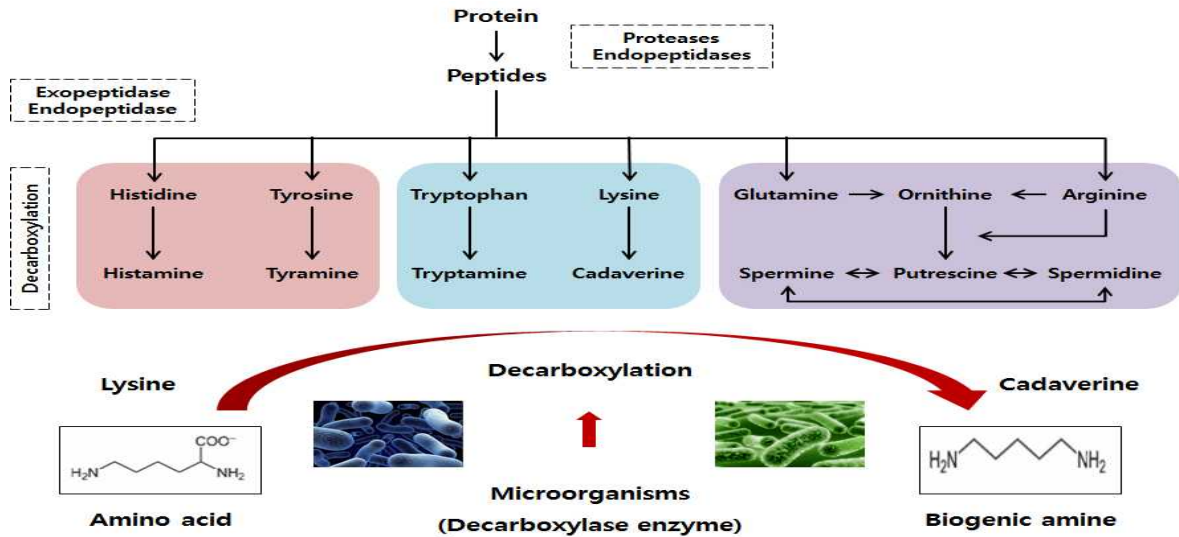
대상식품	검출/총건수	검출율(%)	아질산(mg/kg)		
			함량범위	평균함량 ¹⁾	검출평균함량 ²⁾
햄	164/169	97.0	N.D.~54.0	9.6	9.9
소시지	127/135	94.1	N.D.~46.4	10.3	10.9
베이컨	21/21	100.0	0.7~12.2	3.8	3.8
건조저장육	27/35	77.1	N.D.~2.9	0.6	0.8
분쇄가공육등	13/21	61.9	N.D.~23.9	3.5	5.7
어육소시지등	10/10	100.0	0.2~2.1	0.7	0.7
명란젓등	10/10	100.0	0.4~2.9	1.3	1.3
기타식품	28/29	96.6	N.D.~13.4	1.9	1.9

* 기타 식품 : 햄, 소시지가 들어있는 피자, 햄버거, 샌드위치, 핫도그 등 (NIFDS, 2009)

¹⁾ 평균함량 : 총 시료(검출 또는 불검출)의 평균 아질산 함량

²⁾ 검출평균함량 : 검출된 시료의 평균 아질산 함량

- Biogenic amines(BAs)은 미생물에 의한 아미노산의 탈탄산작용, 알데하이드와 케톤의 아미노화와 아미노기전이반응에 의해 생성되는 질소화합물임(Bover-Cid *et al.*, 2001).
- BAs의 생성 기작은 histidine, tyrosine, tryptophane, phenylalanine 및 lysine 등과 같은 아미노산의 CH₃COOH 말단기로 부터 효소적 탈탄산 반응에 의해 CO₂가 빠져 생성됨(Halasz *et al.*, 1994).



(De la Torre & Conte-Júnior, 2013)

[Biogenic amines 생성과정]

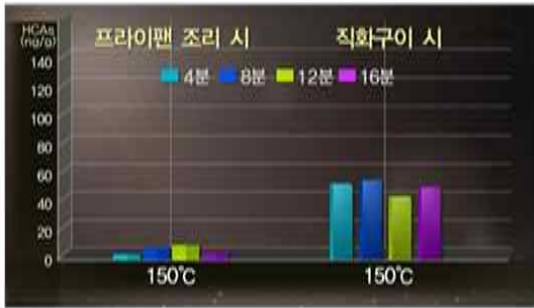
[육제품에서 BAs 생성량]

식품명	바이오제닉아민(mg/kg)				
	Histamine	Tyramine	Cadaverine	Putrescine	Spermidine
돼지	0.0	0.0-3.5	0.0-0.7	0.0-0.6	2.2-4.1
소	0.0-1.1	0.0	0.0	0.0-1.75	1.9-4.2
햄버거	5.9-16.1	1.5-35.5	1.3-10.2	0.3-12.3	1.6-5.1
베이컨	-	-	0.0-5.0	0.0-1.0	-
소시지	.0.-6.0	0.0-29.0	0.0-57.0	0.0-29.0	1.5-4.0

- 식육에서는 Enterobacteriaceae, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Pediococcus* 등의 미생물들이 BAs를 생성한다고 알려져 있음(Min *et al.*, 2004)
- BAs 중 histamine의 경우 생선, 치즈, 육류 가공품에서 발견되는 독성이 강한 아민으로 과량 섭취 시 저혈압이나 두통, 구토와 설사 등을 유발함(Taylor, 1985).
- 이외에도 tyramine은 혈압을 상승시키고, putrescine, cadaverine, spermidine은 N-nitrosamine의 전구체로서의 역할 규명 등에 대한 연구가 이루어지고 있음(한국식품안전연구원, 2007).

○ 돼지고기 중 삼겹살은 생산량 비율은 20% 정도에 불과하나 소비자의 선호도는 95% 이상임. 또한 구이문화에 익숙하다보니 삼겹살을 태워서 구워먹는 경향이 대부분임. 이러다보니 타면서 유해물질(HCAs 등)이 발생하게 됨. 이러한 유해물질 발생량은 가열방법에 따라 차

이를 보일뿐 아니라 백색보다는 흑색 삼겹살이 근육 특성상 더 많이 타는 경향을 보이고 있음.



항목	총 HCAs 발생량(ng/g)	HCAs 억제율(%)
일반삼겹살	28.1	-
양파에 재운 삼겹살	12.1	57
복분자에 재운 삼겹살	18.9	33

(출처 : 동국대학교 식품공학)

- 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질을 감소시키는 것은 국민 건강을 위해 매우 절실한 과제임.
- 식육가공품에서 유해물질의 발생을 감소시키는 기술은 가공육제품이 주요 식품소재인 유럽이나 미국과 같은 다른 나라에도 적용할 수 있는 경제적 가치가 매우 큰 연구임.
- 국내 식육가공품의 저장 및 조리 특성에 따른 유해물질 발생의 특성에 관한 연구가 절실함.
- 국내 식품 조리 특성에 맞는 유해물질 최소화 조리방법 연구가 필요함.
- 건강한 경제인구의 증가를 통해 국가발전에 이바지할 수 있음.
- 국민의 건강을 위해 국가가 지불해야 하는 의료비의 지출을 감소시킬 수 있음.
- 맛과 결착 품질에 영향을 미치지 않는 고품질 건강 지향형 육제품을 생산하기 때문에 축산물 부가가치를 향상

1-3. 연구개발 범위

가. 주관연구기관 : 우진푸드

- 시장조사, 판로개척, 광고 및 육제품 대량생산 시스템 구축
 - 시장조사 및 판로 개척
 - 원부재료 구매처 발굴
 - 최적 육제품의 현장 대량생산 시스템 구축 대량생산에 필요한 각종 장비구축 진행
 - 제1,2협동 및 위탁기관 삼겹살 원료 제공
- 기능성 천연소재와 전통식품 활용 유해물질 저감 육제품 산업화
 - 숙성 삼겹살 대량 생산 공정 및 생산시스템 구축, 판로개척 및 홍보
 - 천연소재 및 전통식품을 적용한 숙성 삼겹살의 소비자 평가
 - 제1협동기관 삼겹살 및 육제품 원료 제공
- 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 현장 대량 생산 시스템 구축 및 산업화
 - 천연소재와 전통식품 함유 육제품 대량 생산 시스템 구축
 - 천연소재 및 전통식품을 적용한 돈가스, 훈제오리 및 떡갈비에 대한 소비자 평가
 - 제1협동기관 육제품 원료 제공

나. 제1협동연구기관 : 경상국립대학교

- 기능성 천연소재와 전통식품 탐색 및 삼겹살의 최적 숙성 조건 정립
 - 유해물질 저감 천연소재 및 전통식품 3종 탐색
 - 삼겹살의 최적 숙성 조건 정립
- 천연소재와 전통식품을 이용한 숙성 삼겹살 유통기한 설정
 - 천연소재와 전통식품을 이용한 숙성 삼겹살의 제조공정 확립 및 유통기한 설정
- 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 유통기한 설정
 - 천연소재와 전통식품을 적용한 육제품(돈가스, 훈제삼겹 및 떡갈비) 제조 공정 확립

다. 제2협동연구기관 : 강원대학교

- 삼겹살의 저장 및 가열 조건에 따른 유해물질 구명 및 저감화 기술 개발
 - 가열 및 저장 조건에 따른 삼겹살 내 유해물질 규명
- 기능성 천연소재와 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발
 - 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살의 저장 및 가열조건에 따른 유해물질 생성 특징 규명
- 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 유해물질 저감 효능 검증
 - 천연소재 및 전통식품 함유 육제품 3종의 저장 및 가열 조건에 따른 유해물질 생성 및 저감 효능 검증

라. 위탁연구기관 : 중앙대학교

- 삼겹살의 가열조건에 따른 단기 독성 검사(실험동물)
 - 유해물질 생성을 억제시킬 수 있는 기능성 천연물 및 전통식품소재 검증(MTT)
 - 가열 및 저장에 따른 삼겹살의 단기 독성 검증(실험동물)
- 천연소재와 전통식품을 이용한 숙성 삼겹살의 단기 독성 검증(실험동물)
 - 유해물질 생성 저감화 기술이 적용된 숙성 삼겹살의 가열 및 저장 조건에 따른 단기 독성 검증
- 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 단기 독성 검사(실험동물)
 - 유해물질 생성 저감화 기술이 적용된 육제품 3종의 가열 및 저장 조건에 따른 단기 독성 검증

2. 연구수행 내용 및 결과

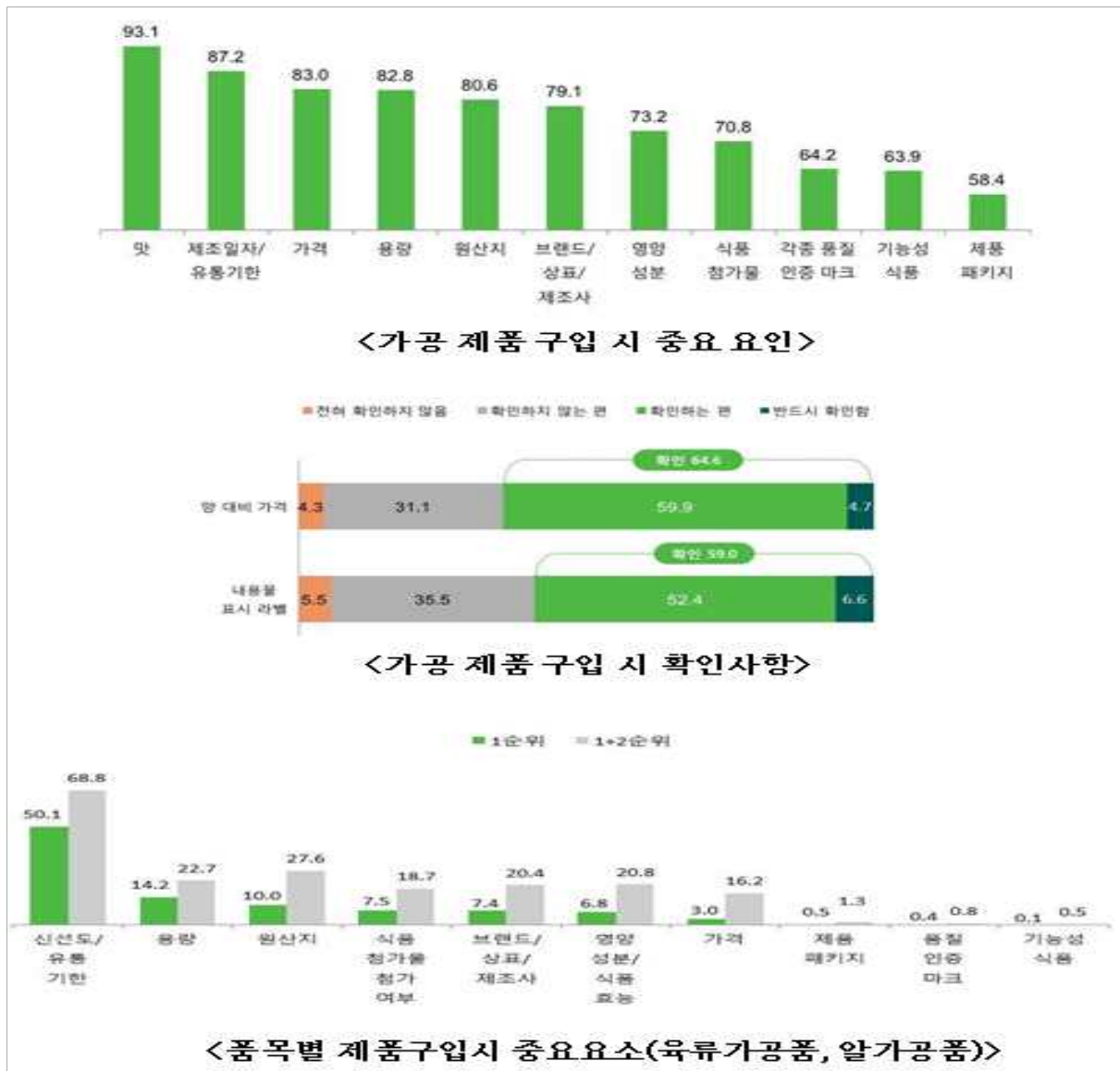
2-1. 1차년도 연구수행 내용 및 결과

[주관기관 : 우진푸드]

○ 시장조사, 판로개척, 광고 및 육제품 대량생산 시스템 구축

가. 식육가공품에 대한 최근 소비자 인식변화 및 소비 경향 파악

(1) 우리나라의 육가공제품의 기본적인 인식



[가공식품에 대한 소비 행태 조사 결과]

(농림축산식품부, 2017)

농림축산식품부와 한국농수산물유통공사가 지난 2017년도에 실시한 ‘2017 가공식품 소비자 태도 조사’ 보고서를 살펴보면 가공식품을 구입할 때 중요요인으로는 ‘맛’이 93.1%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 ‘제조일자/유통기한’, ‘가격’, ‘용량’의 순으로 나타났다. 또한 가공식품 구입 시 주의 깊게 확인하는 사항은 ‘양 대비 가격’이 64.6%로 나타났으며, ‘내용물 표시 라벨’을 확인한다가 59.0%로 나타났고, 유통구매 시 신선도 및 유통기한이 가장 중요한 요소로 나타났다. 우리나라의 육가공제품에 대한 인식은 다음과 같다.

- ① 즐겨 먹지 않는 제품
- ② 주식보다는 반찬으로서의 기능(도시락 반찬이 주종)
- ③ 단체급식의 시작으로 첨가물에 대한 논란이 시작
 - 햄, 소시지 등 육가공제품 : 불량식품으로 인식
 - 급식시장에서의 이용도가 급격히 감소
- ④ 과도한 소금함량, 합성색소, 보존료, 발색제 등 합성 첨가물의 문제점 과다논란
- ⑤ 우리나라의 주부 : 육가공제품 뿐만 아니라 가공품을 아이에게 먹이는 것을 본인들의 큰 잘못으로 여김.

(2) 육가공제품의 비중이 낮은 이유?

- ① 시대의 흐름(식육→육제품→식육)
- ② 육가공업체의 마케팅 실패(첨가물 논란)
- ③ 우리주부들의 과잉 모성애(무항생제, 무첨가)
- ④ 우리나라 육류소비패턴(삼겹살에 대한 소비가 편중)

(3) 식육에 대한 소비자 인식도

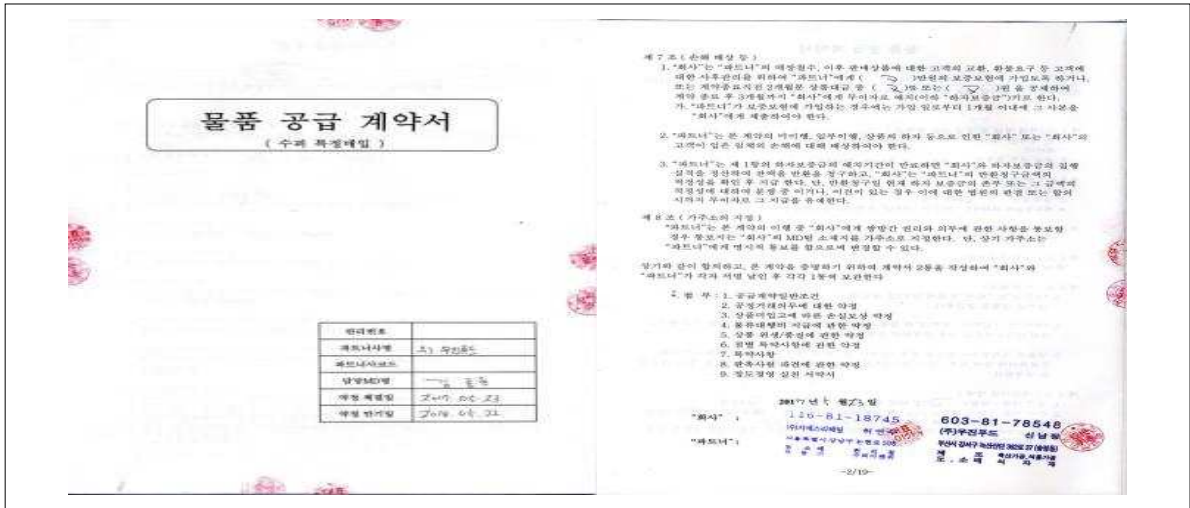
- ① 국내브랜드 선호
- ② 원료육은 국내산을 선호
- ③ 육제품의 문제점 → 품질대비 고단가
 - 육가공품에 대한 정보부족(표기사항 등)
 - 소비자불신

(4) 미래의 육가공제품

- ① 기능강화건강 육가공품(건강, 무항생제, 저염 등)
- ② 간편조리용제품(1인 식단중심)
- ③ HMR:Home Meal Replacement(ex.편의점도시락)
- ④ On-Line 제품(소포장 다품목제품)
- ⑤ 저탄고지(웰빙)
- ⑥ 친환경
- ⑦ 동물복지
- ⑧ 메쯔거라이(즉석육가공제품의 생산 및 판매 확대)

나. 새로운 식육가공품에 대한 잠재적 소비자 납품업체 확대

- 현재 롯데마트 2개 제품 런칭 중
- GS-Retail 전국 200여개 슈퍼체인에 시제품 생산 시 시식 및 판매 홍보행사 준비
- 선 수행중인 나트륨저감 기술과 병합하여 초, 중, 고 급식재료로 준비(일부 샘플 홍보)



[물품 공급 계약서]

- 온라인 판매처 확대(G마켓 등에 출시제품 확대)



[신제품 5종]

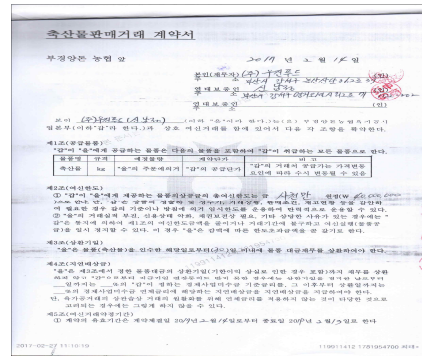
다. 원부재료 구매처 확대

(1) 기술개발 및 식육가공품 제조에 필요한 원부재료 구매처 확대

- M2
- 정우코리아
- 태원식품
- MSC

(2) 대량생산에 대비한 다양한 구매처 확대

- 부경양돈협동조합 축산물종합센터
- 농협 목우촌
- 부경양돈농협 축산물종합유통센터
- 도드람양돈농협



[축산물판매거래 계약서]

라. 육제품 대량 생산 시스템 구축

(1) 삼겹살 대량 숙성 공정 및 장비 구축

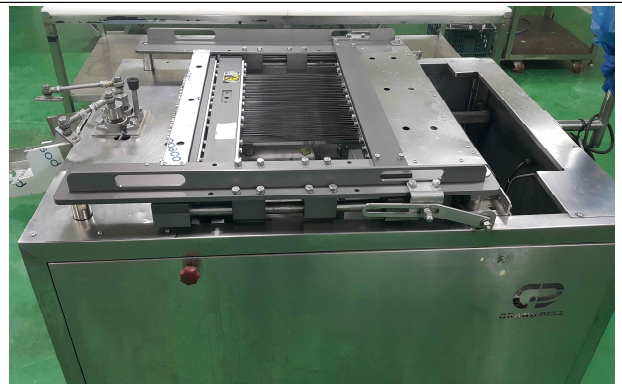
삼겹살 숙성고	패티 제조기	멀티인젝션

[신규장비 구축]

(2) 돈가스, 떡갈비 및 훈제오리 대량 생산 설비 구축



소포장 자동포장기



자동절단기



자동팩포장기



중량선별기

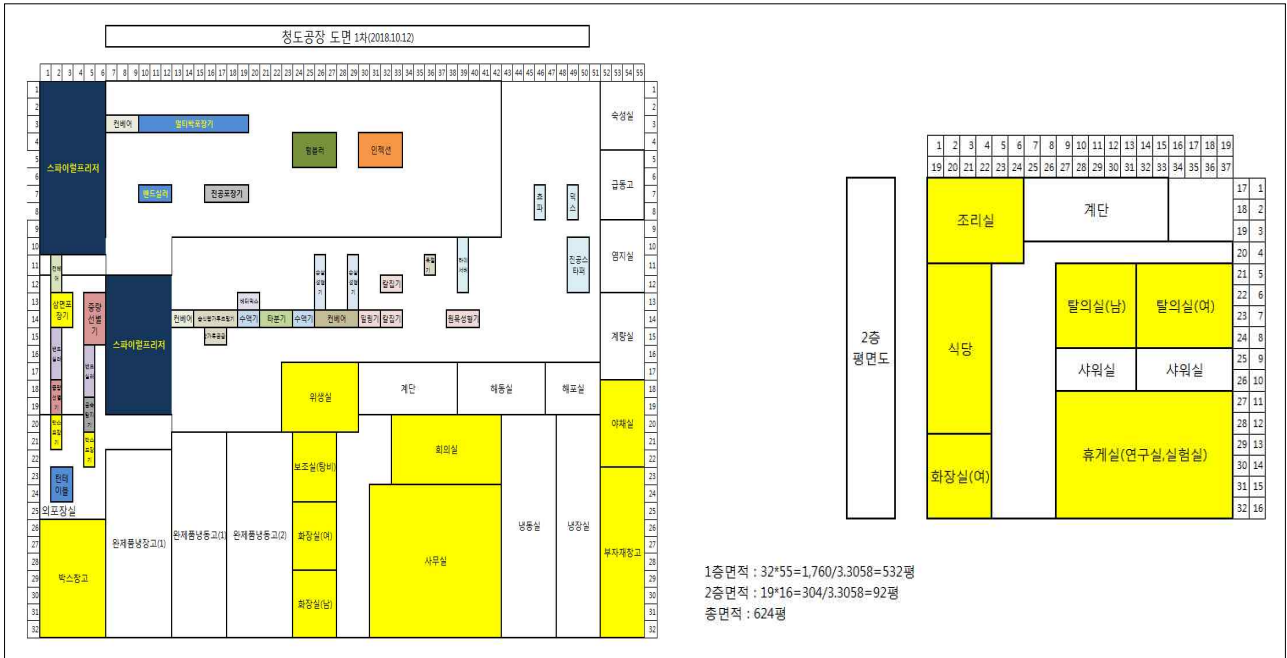
[돈가스, 떡갈비 및 훈제오리 대량 생산 설비]

(3) 대량생산 공정 및 자동화 설비 구축

- 제 2공장 신축(경북 청도군 각남면 소재) : 대지 : 1,750평, 건물 : 624평



[대량생산을 위하여 확보된 공장부지(경북 청도군 소재)]



[대량생산을 위한 제2공장 도면]

마. 제1, 2협동 및 위탁기관 삼겹살 원료 제공

- (1) 제 1, 2 협동 연구기관의 원활한 연구진행을 위하여 원료삼겹살을 제공함
- (2) 원료 삼겹살을 이용한 실험결과의 정확성을 위하여 늑골 5~12번 사이 부위를 제공
- (3) 백색돈(LYD)과 흑색돈(Berkshire)으로 구별하여 실험 재료로 제공



[협동 및 위탁 연구기관에 제공한 삼겹살 원료]

○ 기능성 천연소재와 전통식품 탐색 및 삼겹살의 최적 숙성 조건 정립

- 천연재료 및 전통식품의 항산화성

가. 연구 방법

(1) 시험설계

Table 1. Formulation of patty with natural substances and traditional food

No.	Natural substances	Amounts (%)	No.	Natural substances	Amounts (%)
1	노니분말	1	13	아로니아분말	1
2	셀러리분말	1	14	양파분말	1
3	블랙커런트분말	1	15	클로브분말	0.1
4	블랙엘더베리분말	1	16	마늘분말	1
5	블루베리분말	1	17	간장	10
6	상추분말	1	18	체리농축액	1
7	사과분말	0.3	19	레드와인	2
8	영경귀분말	1	20	홍삼농축액	0.25
9	계피분말	0.5	21	된장	15
10	홍차추출물분말	1	22	고추장	15
11	생강분말	0.5	23	총각김치액	10
12	고춧가루	1			

Table 2. Cooking and storage conditions of patty

Treatment	T1	T2	T3	T4	T5
Condition	Raw patty (Day 0)	Raw patty (Day 10 at 9°C)	Cooked patty (Day 0)	Cooked patty (cooking and storage for 10 days at 9°C)	Cooked patty (storage for 10 days at 9°C and cooking)

(2) 패티 제조 및 시험방법

(가) 유화물 패티 제조

패티 제조를 위해 신선한 등심과 지방을 지역 육류 판매 업체로부터 구매 사용했으며, 표면의 지방과 근막들은 제거했다. 정형한 돼지고기는 Chopper의 5mm플레이트를 이용하여 분쇄하였다. 기본 배합비에 천연 항산화제 23종을 각각의 상기 비율만큼 추가로 투입하여 키친에이드로 Mixer하여 제품을 제조하였다.

패티는 샤레의 뚜껑을 제외하고 아랫부분을 이용하여 성형(두께 1.5cm)하였으며, 유화물을

샤레 채로 담아서 지퍼백을 활용하여 합기포장하였으며, 가열 제품은 유로그릴 200℃에서 15분 동안 가열 후 식혀서 지퍼백을 활용하여 합기포장하여 동일한 온도(10℃)에서 0일, 10일 저장하면서 분석하였다.

(나) 시험 방법

① DPPH 라디칼 소거능

DPPH는 시료 5g을 팔콘 튜브에 넣고 75% 에탄올 15 mL을 가한 후, Homogenizer를 이용하여 10,000rpm에서 20초 균질하고, 3,000rpm에서 15분 원심분리하였다. 원심분리 후 상층액을 주사기필터로 걸러준 뒤, 75% 에탄올을 이용하여 최종 20 mL로 보정하였다. 추출된 시료를 각 시험관에 농도별로 가하고 시험관에 75% 에탄올을 가하여 농도를 조절하였다. 시료, blank, reference를 제조하여 vortexing해준 후, 실온에서 20분 방치 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리 후 상층액을 석영 셀 혹은 플라스틱 셀에 가하고 Spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 측정하여 아래 식으로 환산하였다.

$$\text{라디칼 소거능(Antiradical activity)} = [1 - (\text{시료 흡광도} - \text{Reference 흡광도})] \times 100$$

② POV

POV 실험은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출된 지방으로 Shanthan and Decker(1994)의 방법을 변형한 Soyer(2010) 방법을 이용하여 측정하였다. 시험관에 추출한 지방 0.01-0.3g을 넣고 9.8 mL의 클로로포름/메탄올 혼합물을 넣는다(Blank는 지방 없이 시약만 첨가) 2-4초간 혼합한 후 30% 티오시안산 암모늄 용액 50 μL를 시험관에 넣고 다시 2-4초간 혼합한다. Iron (II) 용액 50 μL를 넣고 상온에서 5분간 방치 후 500 nm에서 흡광도를 측정하여 meq O₂/kg fat로 나타내었다.

지방 kg당 milliequivalents으로 과산화물가 계산:

$$\text{Peroxide value(meq O}_2\text{/kg fat)} = [(\text{샘플의 흡광도} - \text{블랭크 흡광도}) \times \text{검량선}(41.52) / (55.84 \times \text{샘플중량(g)} \times 2)]$$

③ 지방산패도(TBARS)

지방산패도(Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)는 Tarladgis 등(1960)의 추출 방법에 따라 TBA(2-thiobarbituric acid) 수치로 나타내었으며, 시료 5g에 butyl-ated hydroxyanisole(BHA) 50 μl와 증류수 15 mL를 가해 polytron homogenizer(MSE, USA)로 14,000rpm에서 30초간 균질화시켰다. 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90℃의 항온수조에서 15분간 열처리한 후, 냉각시켜 3,000rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 Spectrophotometer를 이용하여 531 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. TBARS 값은 시료 kg당 mg malondialdehyde(MA) 양으로 표시(mg MA/kg)하였다.

나. 연구 결과

(1) 천연재료 및 전통식품의 DPPH

Table 3. DPPH radical scavenging activity

No.	Natural substances	T1 (At 1%)	T2	
		mg AA/g (dry base)	Added amounts (%)	Conversion according to added amounts mg AA/g (wet base)
1	노니분말	11.32 ^K	1	11.48 ^M
2	셀러리분말	11.54 ^J	1	11.70 ^L
3	블랙커런트분말	12.44 ^H	1	12.60 ^J
4	블랙엘더베리분말	12.28 ^I	1	12.44 ^K
5	블루베리분말	20.63 ^D	1	20.90 ^F
6	상추분말	11.43 ^{JK}	1	11.58 ^{LM}
7	사과분말	11.53 ^J	0.3	3.50 ^R
8	영경귀분말	12.61 ^G	1	12.77 ^I
9	계피분말	12.69 ^G	0.5	6.43 ^P
10	홍차추출물분말	24.14 ^B	1	24.45 ^D
11	생강분말	12.70 ^G	0.5	6.43 ^P
12	고춧가루	12.64 ^G	1	12.80 ^I
13	아로니아분말	16.66 ^E	1	16.88 ^H
14	양파분말	20.88 ^C	1	21.15 ^E
15	클로브분말	25.03 ^A	0.1	2.54 ^S
16	마늘분말	10.88 ^{LM}	1	11.02 ^N
17	간장	10.89 ^{LM}	10	34.20 ^C
18	체리농축액	20.92 ^C	1	9.50 ^O
19	레드와인	10.86 ^{LM}	2	3.95 ^Q
20	홍삼농축액	10.97 ^L	0.25	1.96 ^T
21	된장	10.80 ^M	15	89.90 ^B
22	고추장	10.82 ^M	15	108.20 ^A
23	총각김치액	15.28 ^F	10	17.30 ^G

Table 4. Ranking of DPPH radical scavenging activity

Rank	T1 (At 1%)			T2			
	No.	Natural substances	mg AA/g (dry base)	No.	Natural substances	Added amounts (%)	Conversion according to added amounts mg AA/g (wet base)
1	15	클로브분말	25.03 ^A	22	고추장	15	108.20 ^A
2	10	홍차추출물분말	24.14 ^B	21	된장	15	89.90 ^B
3	18	체리농축액	20.92 ^C	17	간장	10	34.20 ^C
4	14	양파분말	20.88 ^C	10	홍차추출물분말	1	24.45 ^D
5	5	블루베리분말	20.63 ^D	14	양파분말	1	21.15 ^E
6	13	아로니아분말	16.66 ^E	5	블루베리분말	1	20.90 ^F
7	23	총각김치액	15.28 ^F	23	총각김치액	10	17.30 ^G
8	11	생강분말	12.70 ^G	13	아로니아분말	1	16.88 ^H
9	9	계피분말	12.69 ^G	12	고춧가루	1	12.80 ^I
10	12	고춧가루	12.64 ^G	8	영경귀분말	1	12.77 ^I
11	8	영경귀분말	12.61 ^G	3	블랙커런트분말	1	12.60 ^J
12	3	블랙커런트분말	12.44 ^H	4	블랙엘더베리분말	1	12.44 ^K
13	4	블랙엘더베리분말	12.28 ^I	2	셀러리분말	1	11.70 ^L
14	2	셀러리분말	11.55 ^J	6	상추분말	1	11.58 ^{LM}
15	7	사과분말	11.53 ^J	1	노니분말	1	11.48 ^M
16	6	상추분말	11.43 ^{JK}	16	마늘분말	1	11.02 ^N
17	1	노니분말	11.33 ^K	18	체리농축액	1	9.50 ^O
18	20	홍삼농축액	10.97 ^L	9	계피분말	0.5	6.43 ^P
19	17	간장	10.89 ^{LM}	11	생강분말	0.5	6.43 ^P
20	16	마늘분말	10.88 ^{LM}	19	레드와인	2	3.95 ^Q
21	19	레드와인	10.86 ^{LM}	7	사과분말	0.3	3.50 ^R
22	22	고추장	10.82 ^M	15	클로브분말	0.1	2.54 ^S
23	21	된장	10.80 ^M	20	홍삼농축액	0.25	1.96 ^T

천연재료 및 전통식품 자체의 항산화성을 검토하기 위해 dry base에서 동일한 농도(1%)로 DPPH 라디칼소거능을 합성천연물질(ascorbic acid)과 비교(Table 3과 4 좌측)하여 제시하였고, 이를 바탕으로 간이 패티를 제조하여 관능평가를 통해 wet base에서 천연재료 및 전통식품의 적정 첨가수준을 설정한 후 Table 3과 4(우측)와 같이 환산하였다.

우선 천연재료 및 전통식품 자체의 DPPH 라디칼소거능은 클로브분말(25.03 mg AA/g, dry

base)가 가장 높았고, 홍차추출물분말, 체리농축액, 양파분말, 블루베리분말, 아로니아분말, 총각김치액(15.28 mg AA/g, dry base), 생강분말, 계피분말, 고춧가루, 영경귀분말, 블랙커런트분말, 블랙엘더베리분말, 셀러리분말, 사과분말, 상추분말, 노니분말, 홍삼농축액, 간장, 마늘분말, 레드와인, 고추장, 된장(10.8 mg AA/g, dry base) 순이었다.

아무리 기능이 뛰어나더라도 육제품의 맛 등 품질에 영향을 미치지 않아야하기 때문에 적정 첨가 수준을 설정한 후 그 농도로 환산 시 재료별 첨가 수준이 달라 재료 단독 동일 농도 첨가 비교한 결과와는 차이가 많았다.

농도별 환산한 결과는 고추장(108.20 mg AA/g, wet base), 된장(89.90 mg AA/g, wet base), 간장(34.20 mg AA/g, wet base), 홍차추출물분말, 양파분말, 블루베리분말(20.90 mg AA/g, wet base), 총각김치액, 아로니아분말(16.88 mg AA/g, wet base), 고춧가루, 영경귀분말, 블랙커런트분말, 블랙엘더베리분말, 셀러리분말, 상추분말, 노니분말, 마늘분말(11.02 mg AA/g, wet base), 체리농축액, 계피분말, 생강분말(6.43 mg AA/g, wet base), 레드와인, 사과분말, 클로브분말, 홍삼농축액(1.96 mg AA/g, wet base) 순이었다.

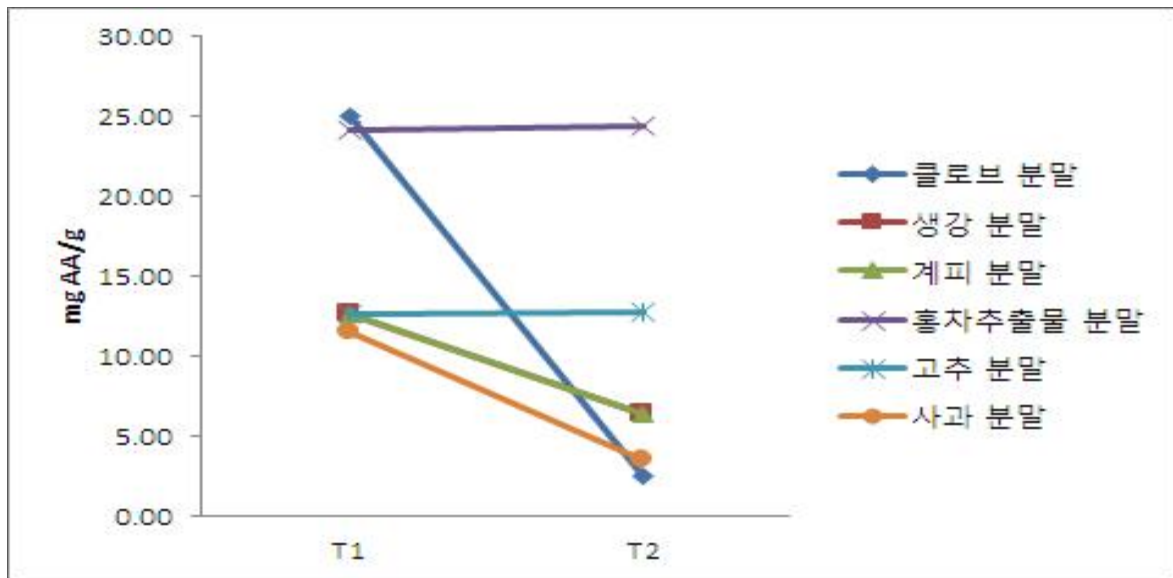


Figure 1. DPPH radical scavenging activity (Group 1).

- T1(AA 대비 비교), T2(천연재료 농도별 AA 대비 비교).

Figure 1~4는 DPPH 라디칼소거능이 높은 순으로 활용하여 그래프로 나타낸 것이다. Figure 1은 제1 그룹의 DPPH를 나타낸 것으로 T1(AA 대비 비교)에 비해 T2(천연재료 농도별 AA 대비 비교)가 낮아지는 정도는 동일 농도가 아니라 관능 등 품질을 고려하여 첨가수준을 낮추었기(클로브분말 0.1%, 사과분말 0.3%, 계피분말 및 생강분말 0.5%) 때문이다.

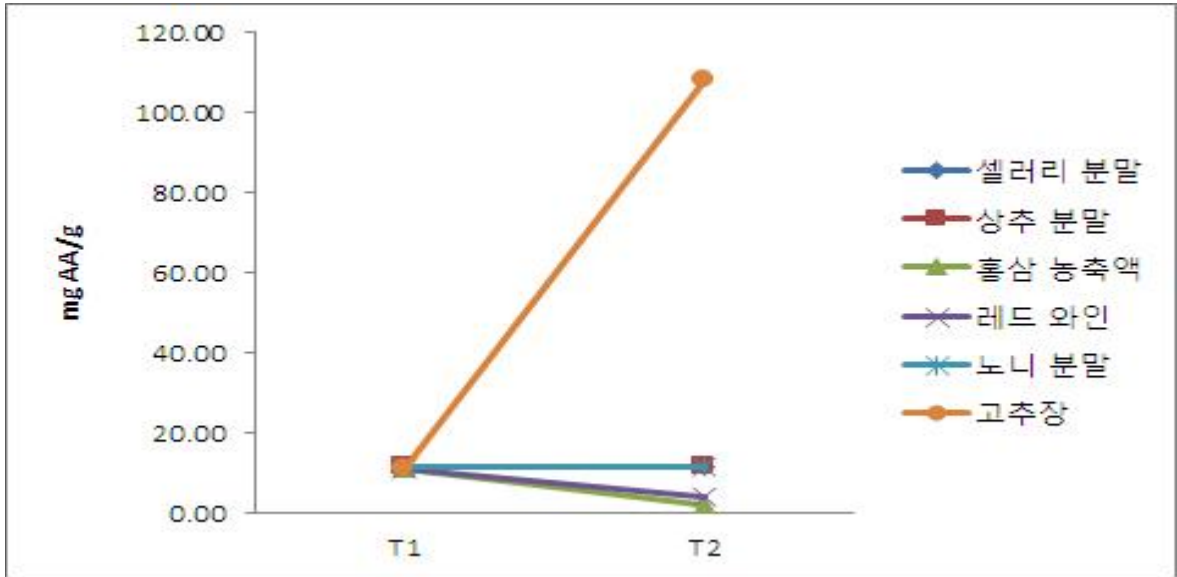


Figure 2. DPPH radical scavenging activity (Group 2).

- T1(AA 대비 비교), T2(천연재료 농도별 AA 대비 비교).

Figure 2는 제2 그룹의 DPPH를 나타낸 것으로 첨가수준을 15%로 올린 고추장의 경우 DPPH가 매우 높아졌다.

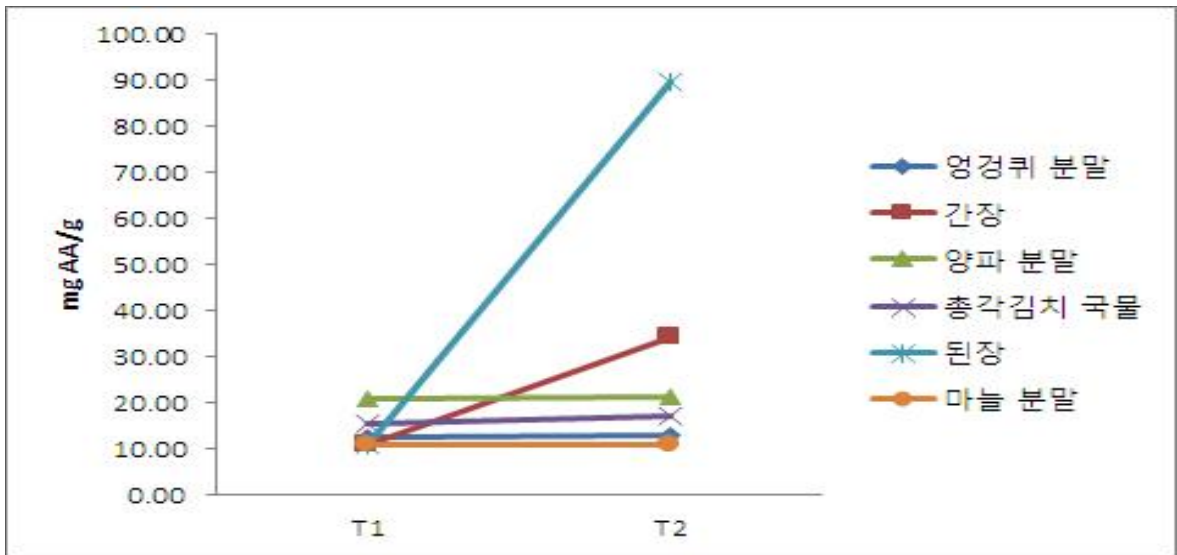


Figure 3. DPPH radical scavenging activity (Group 3)

- T1(AA 대비 비교), T2(천연재료 농도별 AA 대비 비교).

Figure 3은 제3 그룹의 DPPH를 나타낸 것으로 첨가수준을 15%로 올린 된장과 10%로 올린 간장의 경우 DPPH가 매우 높아졌다.

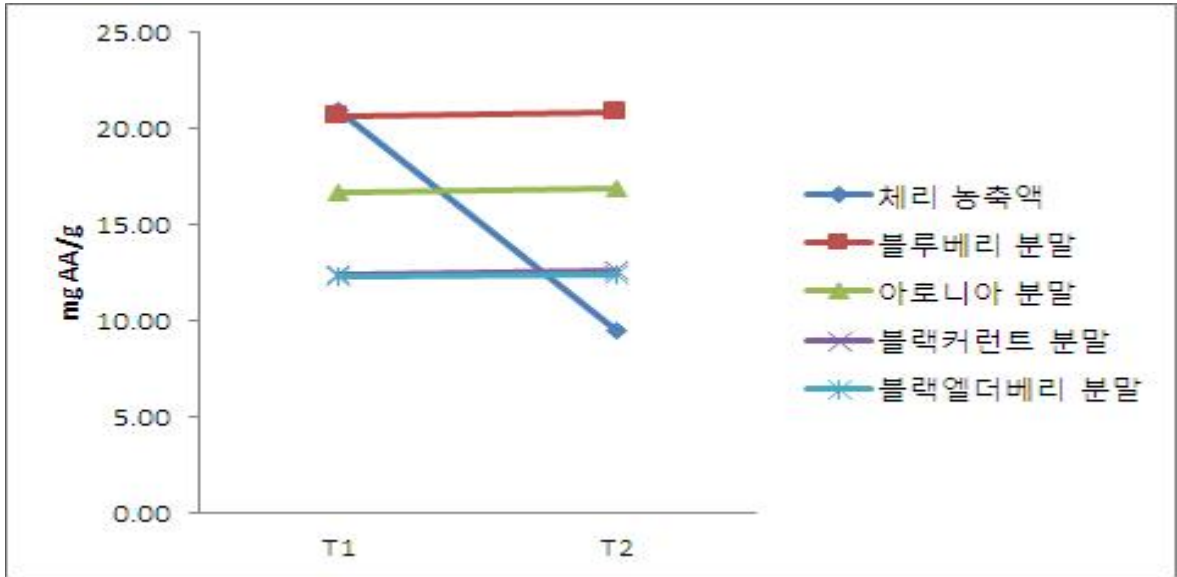


Figure 4. DPPH radical scavenging activity (Group 4).

- T1(AA 대비 비교), T2(천연재료 농도별 AA 대비 비교).

Figure 4는 제4 그룹의 DPPH를 나타낸 것으로 첨가수준이 1%인 체리농축액은 농축액이라 분말 때와 비교 시 DPPH가 매우 낮아졌다.

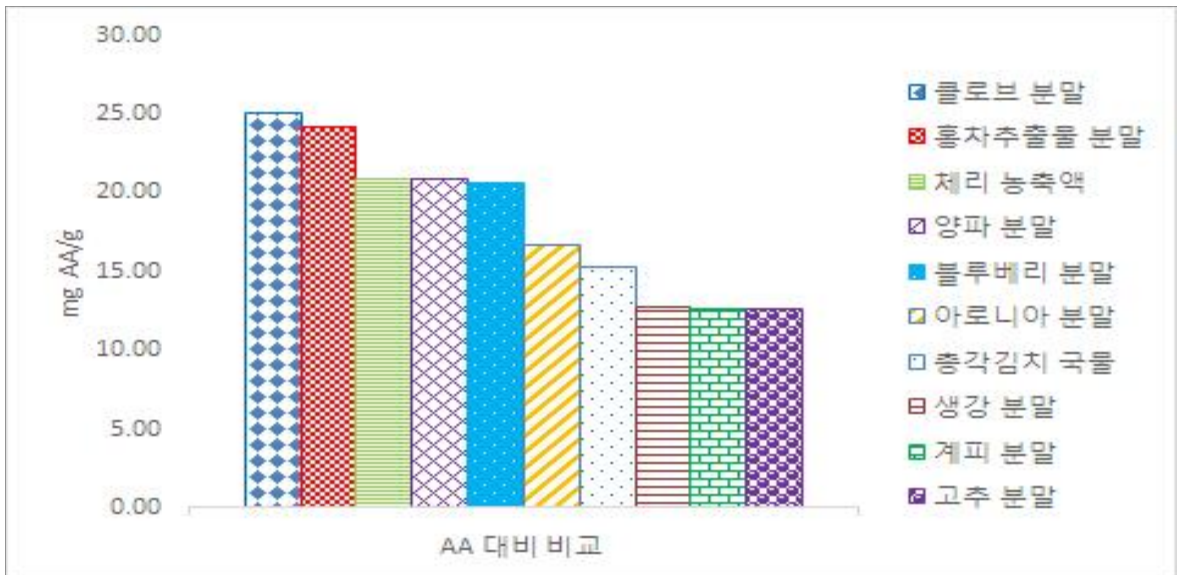


Figure 5. DPPH radical scavenging activity (Group 1).

Figure 5는 우수 제1 그룹의 천연재료의 항산화성(DPPH) 분석결과 효과가 높은 것부터 정리한 것으로 클로브분말이 가장 높고 다음으로 홍차추출물분말, 체리농축액, 양파분말, 블루베리 분말, 아로니아분말, 총각김치액, 생강분말, 계피분말 및 고춧가루 순이었다.

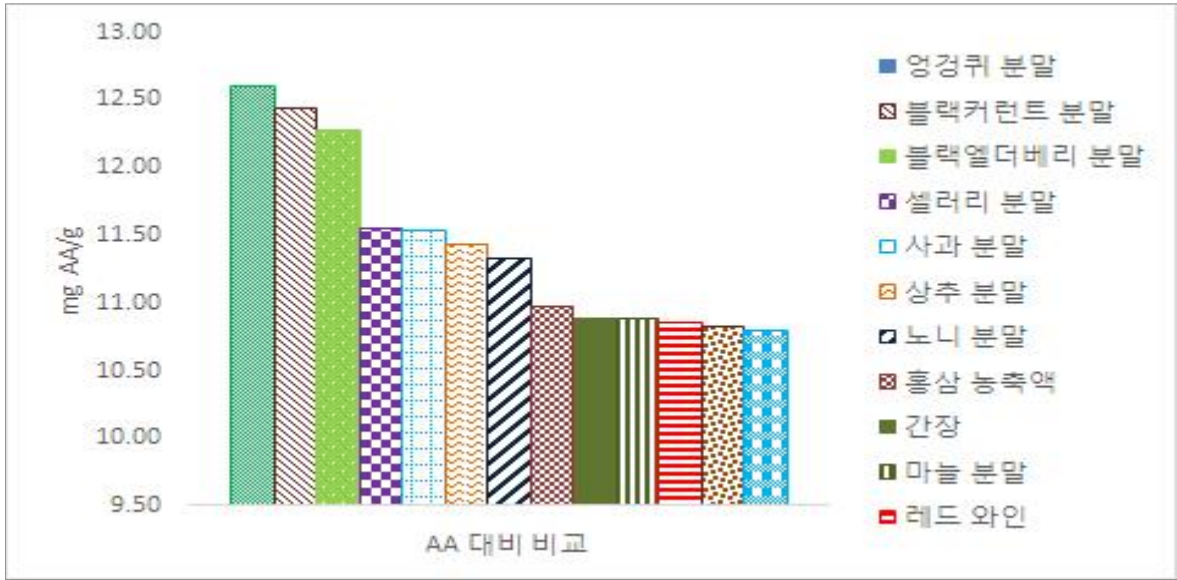


Figure 6. DPPH radical scavenging activity (Group 2).

Figure 6은 우수 제2 그룹의 천연재료의 항산화성(DPPH) 분석결과 효과가 높은 것부터 정리한 것으로 영경귀분말이 가장 높고 다음으로 블랙커런트분말, 블랙엘더베리분말, 셀러리분말, 사과분말, 상추분말, 노니분말, 홍삼농축액, 간장, 마늘분말, 레드와인, 고추장, 된장 순이었다.

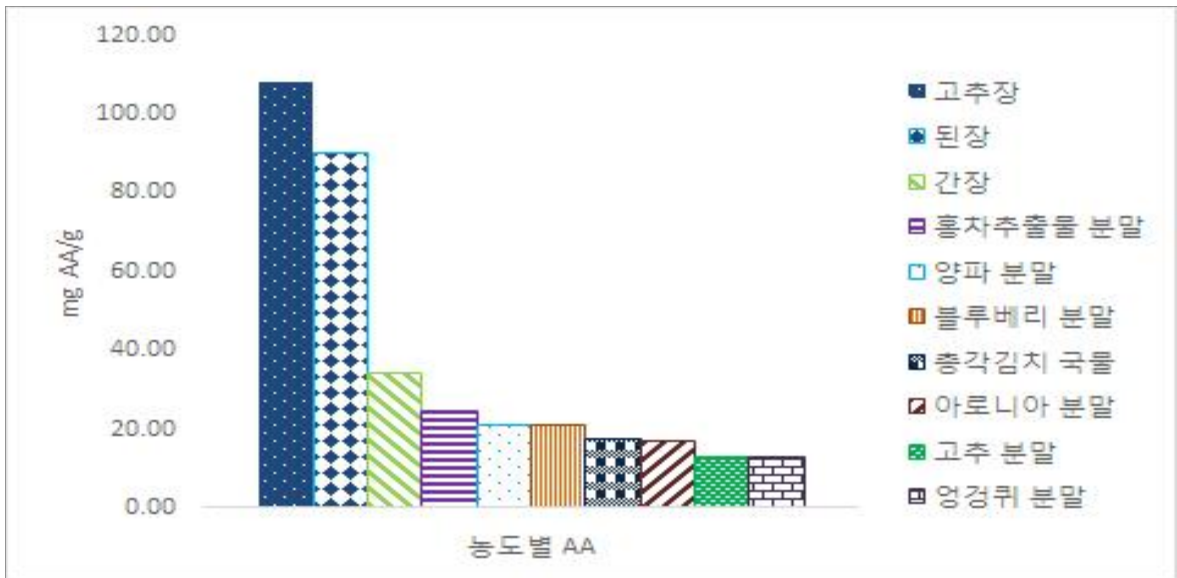


Figure 7. DPPH radical scavenging activity by concentration of natural substances (Group 1).

Figure 7은 우수 제1 그룹의 천연재료 농도별 항산화성(DPPH) 분석결과 효과가 높은 것부터 정리한 것으로 고추장이 가장 높고 다음으로 고추장, 된장, 간장, 홍차추출물분말, 양파분말, 분말, 블루베리분말, 총각김치액, 아로니아분말, 말, 고춧가루, 영경귀분말 순이었다.

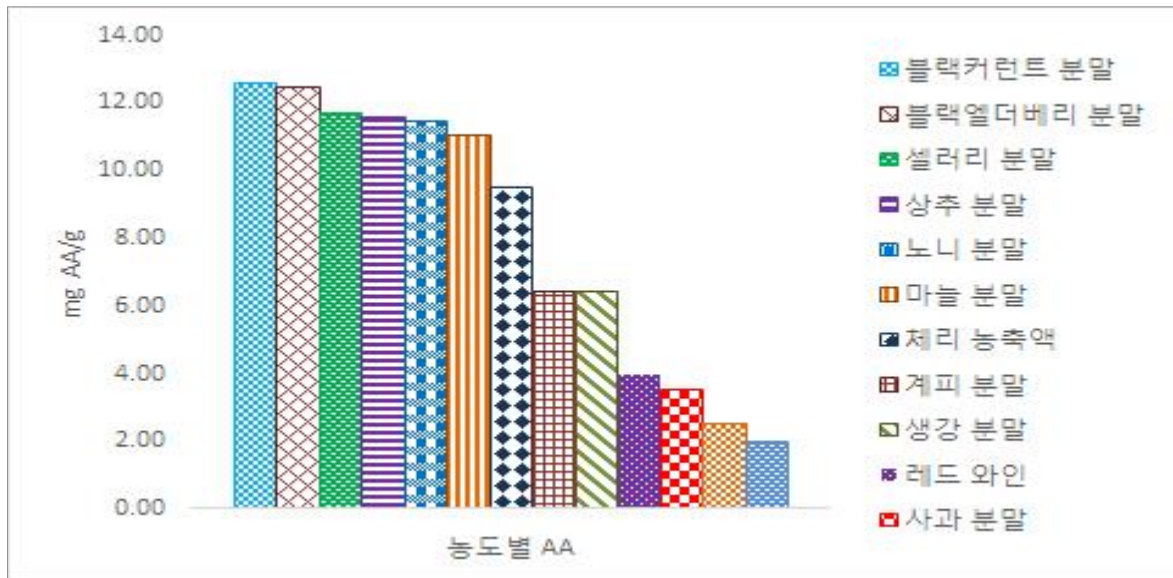


Figure 8. DPPH radical scavenging activity by concentration of natural substances (Group 2).

Figure 8은 우수 제2 그룹의 천연재료 농도별 항산화성(DPPH) 분석결과 효과가 높은 것부터 정리한 것으로 블랙커런트분말이 가장 높고 다음으로 블랙엘더베리분말, 셀러리분말, 상추분말, 노니분말, 마늘분말, 체리농축액, 계피분말, 생강 분말, 레드와인, 사과분말, 클로브분말 분말, 홍삼농축액 순이었다.

천연재료 및 전통식품의 항산화성(DPPH)에 대한 결론은 농도별 환산한 결과는 고추장(108 mg AA/g, wet base), 된장(89 mg AA/g, wet base), 홍차추출물분말(34 mg AA/g, wet base), 양파분말, 블루베리분말(20 mg AA/g, wet base), 총각김치액, 아로니아분말(17 mg AA/g, wet base), 고춧가루, 엉겅퀴분말, 블랙커런트분말, 블랙엘더베리분말, 셀러리분말, 상추분말, 노니분말, 마늘분말(11 mg AA/g, wet base), 체리농축액, 계피분말, 생강분말(6 mg AA/g, wet base), 레드와인, 사과분말, 클로브분말, 홍삼농축액(1.96 mg AA/g, wet base) 순이었다.

(2) 천연재료 및 전통식품 첨가 패티의 POV

Figure 9~13까지는 유화물 제조 시 천연재료 또는 전통식품을 DPPH 시험 시 적용한 재료별 적정 첨가수준을 첨가하여 유화물 제조직후(T1, 0 일), 9°C/10 일 저장 후(T2, 10 일), 유화물 제조직후 가열(T3, 0 일 가열), 유화물 제조직후 가열 후 9°C/10 일 저장(T4, 가열후 10 일), 유화물 9°C/10 일 저장 후 가열(T5, 10 일후 가열) 조건을 부여하여 POV 값을 측정하였다.

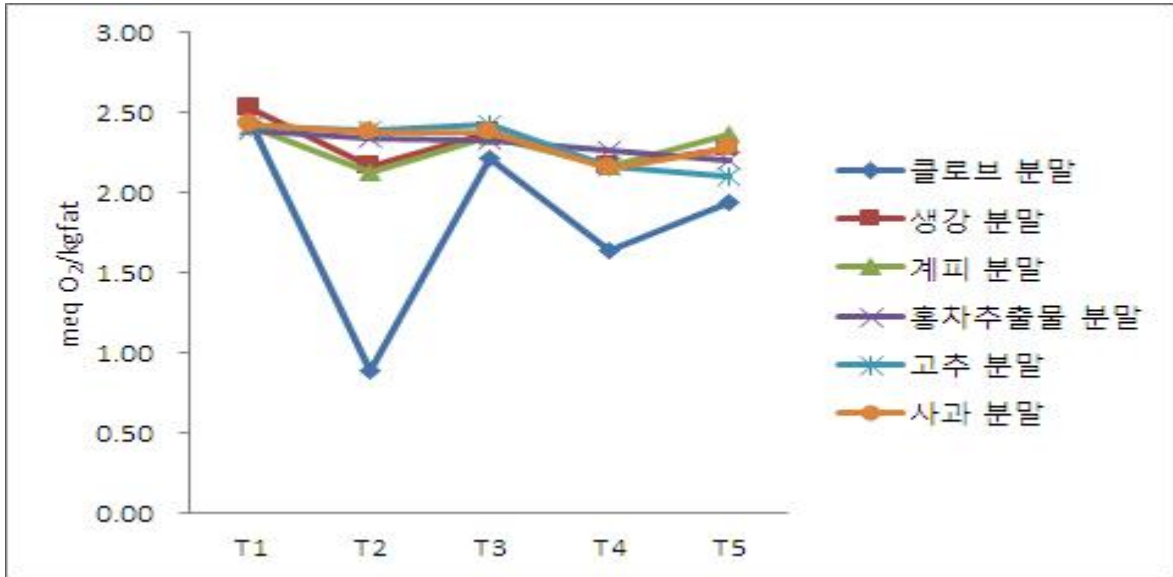


Figure 9. POV of patty with natural substances and traditional food (Group 1).

- T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열후 10일), T5(10일후 가열).

Figure 9는 제 1 그룹의 천연재료 첨가 패티의 POV를 나타낸 것으로 전 처리구가 T5(10일후 가열) 조건으로 갈수록 낮아지는 경향이 있었으며, 클로브분말은 처리 조건에 따라 증감폭이 매우 컸으나 타 처리구들은 큰 변화가 없었다.

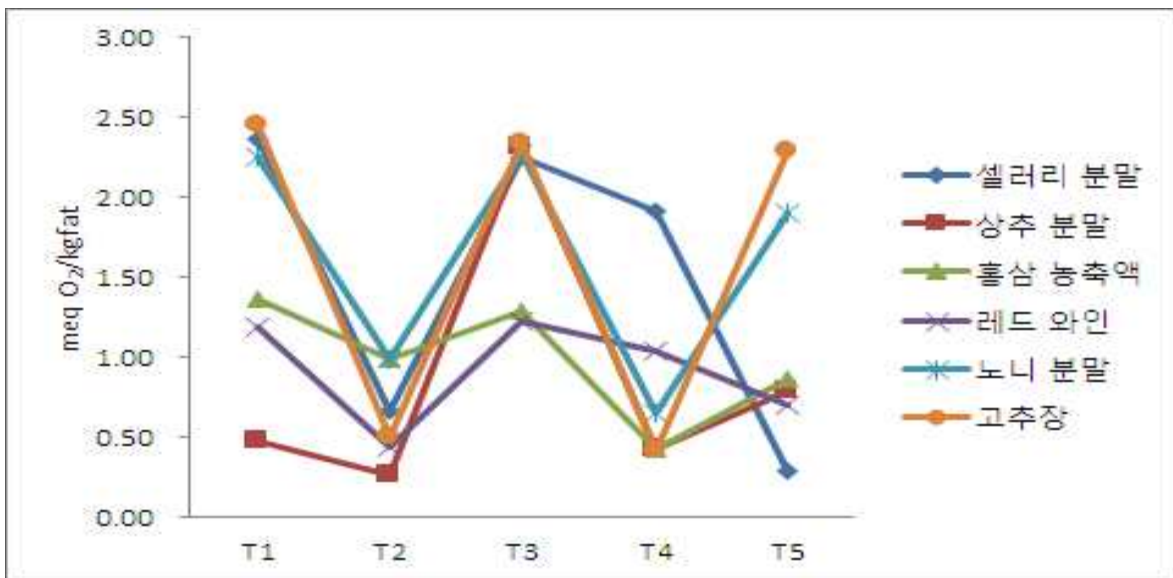


Figure 10. POV of patty with natural substances and traditional food (Group 2).

- T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열후 10일), T5(10일후 가열).

Figure 10은 제 2 그룹의 천연재료 첨가 패티의 POV를 나타낸 것으로 거의 모든 처리구들이 T2(10일)와 T4(가열후 10일)에 비해 T1(0일), T3(0일 가열) 및 T5(10일후 가열)가 높게 나타났으나 셀러리분말과 레드와인 처리구는 T5(10일후 가열) 시 급감하는 결과였다.

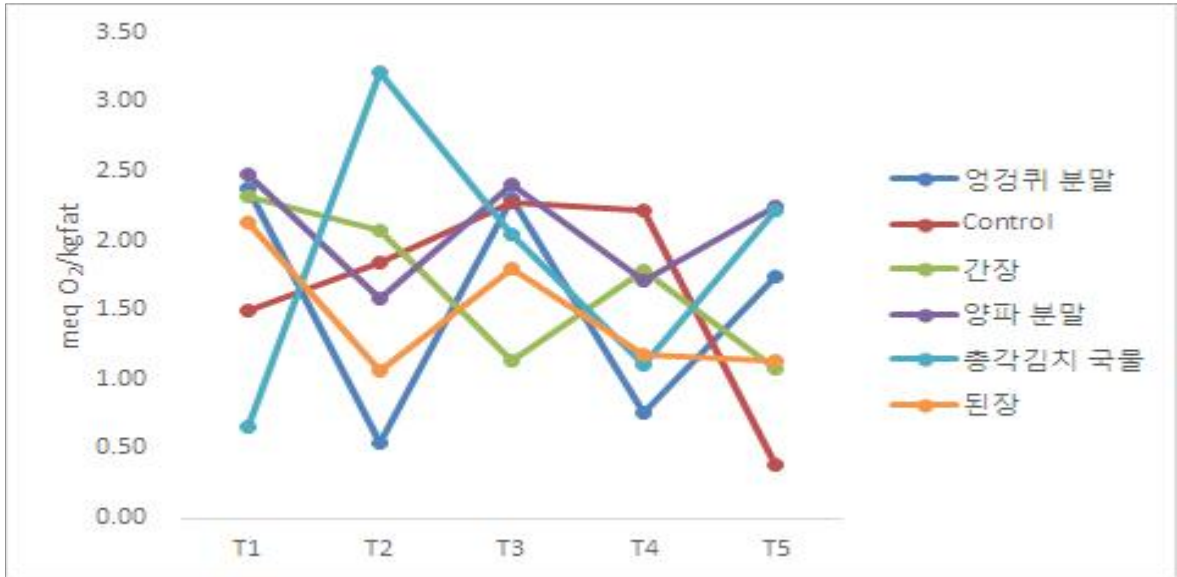


Figure 11. POV of patty with natural substances and traditional food (Group 3).

- T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열후 10일), T5(10일후 가열).

Figure 11 은 제 3 그룹의 천연재료 첨가 패티의 POV 를 나타낸 것으로 거의 모든 처리구들이 T2(10 일)와 T4(가열후 10 일)에 비해 T1(0 일), T3(0 일 가열) 및 T5(10 일후 가열)가 높게 나타났으나 대조구는 T5(10 일후 가열) 시 급감하는 결과였다. 특히 총각김치액은 다른 처리구들과 반대로 T1(0 일)은 낮고 T2(10 일)는 아주 높게 나타났다. 이는 10 일 저장을 거치면서 김치가 계속 발효가 일어나기 때문인 것으로 판단된다.

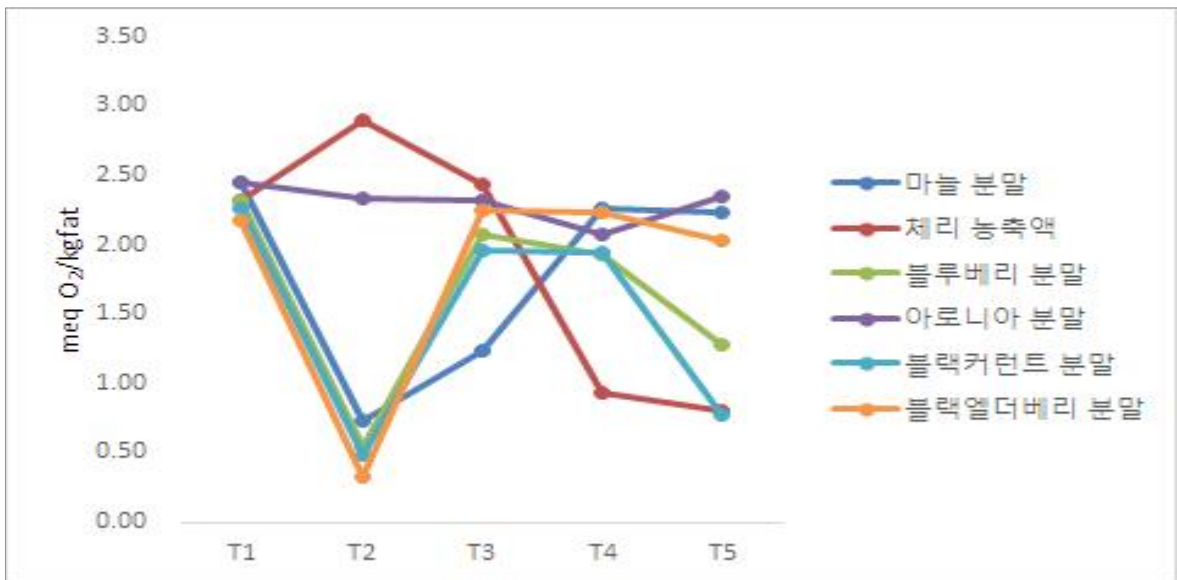


Figure 12. POV of patty with natural substances and traditional food (Group 4).

- T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열후 10일), T5(10일후 가열).

Figure 12 는 제 4 그룹의 천연재료 첨가 패티의 POV 를 나타낸 것으로 거의 모든 처리구들이 T2(10 일)와 T5(10 일후 가열)가 다른 조건들에 비해 낮게 나타났으나 체리농축액과

아로니아분말은 T2(10 일) 조건 시 매우 높았으며, 특히 체리농축액은 T5(10 일후 가열) 조건쪽으로 가면서 급감하는 결과였다.

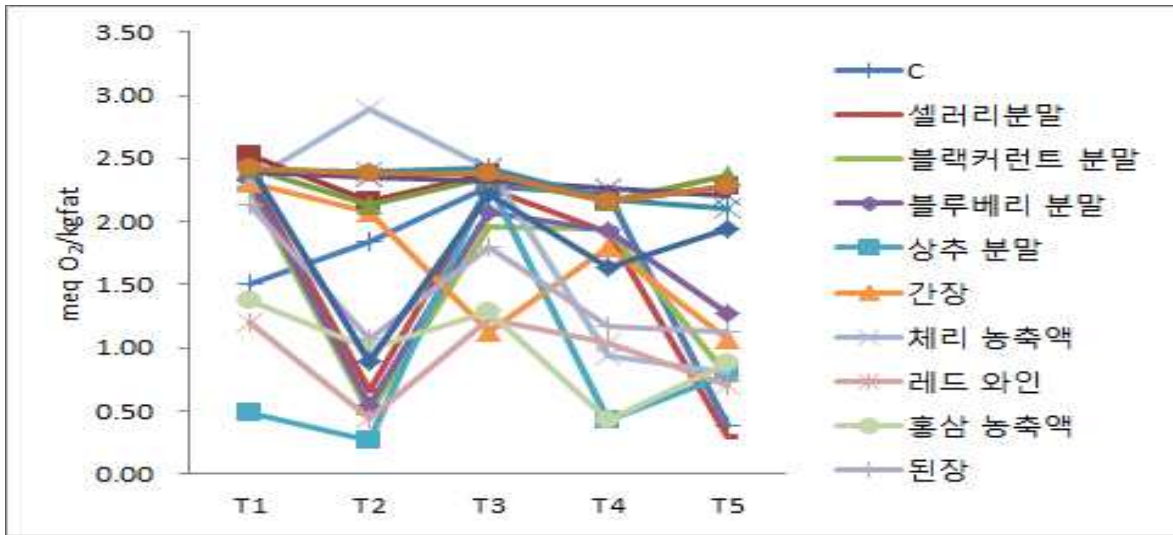


Figure 13. Comparison of representative natural substances with high POV effect.
 - T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열후 10일), T5(10일후 가열).

Figure 13 은 첨가수준을 달리한 천연재료 중 POV 효과가 높은 대표 천연재료를 비교한 것으로 거의 대부분의 천연재료 처리구들이 T1(0 일)과 T3(0 일 가열)이 높고, T2(10 일)와 T4(가열후 10 일)가 낮았으며, T1(0 일)에서 T5(10 일후 가열)로 갈수록 홍삼농축액과 체리농축액, 셀러리분말, 된장, 간장, 블루베리분말 등은 낮아져 산화 억제 효과가 높은 결과였다.

Table 5. Ranking of POV by added amounts of natural substances (unit : meq O₂/kg fat)

Rank	T5 (Stored for 10 days and cooking)		Average [T1(Raw patty, Day 0), T3(Cooked patty, Day 0), T5(Stored for 10 days and cooking)]		Total average	
	Natural substances	Avg.	Natural substances	Avg.	Natural substances	Avg.
1	셀러리분말	0.29	레드와인	1.04	상추분말	0.85
2	CON	0.38	홍삼농축액	1.18	레드와인	0.92
3	레드와인	0.70	상추분말	1.19	홍삼농축액	0.99
4	블랙커런트분말	0.78	CON	1.39	된장	1.46
5	상추분말	0.79	간장	1.51	블랙커런트분말	1.49
6	체리농축액	0.80	셀러리분말	1.64	셀러리분말	1.50
7	홍삼농축액	0.87	총각김치액	1.64	영정퀴분말	1.55
8	간장	1.07	블랙커런트분말	1.67	고추장	1.60

9	된장	1.13	된장	1.69	노니분말	1.62
10	블루베리분말	1.28	체리농축액	1.85	블루베리분말	1.63
11	영경귀분말	1.74	블루베리분말	1.89	CON	1.64
12	노니분말	1.90	마늘분말	1.97	간장	1.68
13	클로브분말	1.94	영경귀분말	2.14	마늘분말	1.78
14	블랙엘더베리분말	2.03	노니분말	2.15	블랙엘더베리분말	1.80
15	고춧가루	2.10	블랙엘더베리분말	2.15	클로브분말	1.83
16	홍차추출물분말	2.21	클로브분말	2.20	총각김치액	1.85
17	총각김치액	2.22	홍차추출물분말	2.31	체리농축액	1.87
18	마늘분말	2.23	고춧가루	2.31	양파분말	2.08
19	양파분말	2.25	사과분말	2.36	계피분말	2.29
20	사과분말	2.28	고추장	2.36	고춧가루	2.30
21	생강분말	2.28	아로니아분말	2.37	아로니아분말	2.30
22	고추장	2.29	양파분말	2.37	생강분말	2.30
23	아로니아분말	2.34	계피분말	2.38	홍차추출물분말	2.31
24	계피분말	2.37	생강분말	2.40	사과분말	2.32

첨가수준을 달리한 주요 천연 재료 첨가 시 각 조건 POV 평균 순위를 Table 5에 나타내었다. T5(10일 후 가열) 기준 시 셀러리분말이 가장 낮고 다음으로 레드와인, 블랙커런트분말, 상추분말, 체리농축액, 홍삼농축액, 간장, 된장, 블루베리분말, 영경귀분말 순으로 높아졌다.

POV가 높은 T1(0일), T3(0일 가열), T5(10일 후 가열) 세 처리구 평균 시 레드와인이 가장 낮고 다음으로 홍삼농축액, 상추분말, 간장, 셀러리분말, 총각김치액, 블랙커런트분말, 된장, 체리농축액 순으로 높아졌다.

전체 평균 기준 시 상추분말이 가장 낮고 다음으로 레드와인, 홍삼농축액, 된장, 블랙커런트분말, 셀러리분말, 영경귀분말, 고추장, 노니분말, 블루베리분말 순으로 높아졌다.

첨가수준을 달리한 주요 천연 재료 첨가 시 POV 값에 대한 결과를 종합하면 셀러리분말이 가장 낮고 다음으로 레드와인, 블랙커런트분말, 상추분말, 홍삼농축액, 된장, 체리농축액, 간장, 블루베리분말, 영경귀분말 순이었으며, 이어서 총각김치액, 고추장, 노니분말, 클로브분말, 블랙엘더베리분말, 마늘분말, 고춧가루 순으로 높아졌다.

(3) 천연재료 및 전통식품 첨가 패티의 TBARS

Table 6, 7과 Figure 14~17까지는 유화물 제조 시 천연재료 또는 전통식품을 DPPH 시험 시 적용한 재료별 적정 첨가수준을 첨가하여 유화물 제조직후(T1, 0일), 9°C/10일 저장 후(T2, 10일), 유화물 제조직후 가열(T3, 0일 가열), 유화물 제조직후 가열 후 9°C/10일 저장(T4, 가열 후 10일), 유화물 9°C/10일 저장 후 가열(T5, 10일 후 가열) 조건을 부여하여 TBARS값을 측정하였다.

Table 6. TBARS

No.	Treatment	Added amounts (%)	T1	T2	T3	T4	T5
			Raw patty (Day 0)	Raw patty (Day 10)	Cooked patty (Day 0)	Cooking and stored for 10 days	Stored for 10 days and cooking
0	CON	-	0.50 ^{Bijklm}	0.46 ^{Bhijkl}	0.65 ^{Bfg}	0.57 ^{Bijkl}	2.17 ^{Af}
1	노니분말	1	0.66 ^{Bghi}	0.58 ^{Bgh}	0.73 ^{Bf}	0.60 ^{Bijk}	1.01 ^{Al}
2	셀러리분말	1	0.46 ^{Cklm}	0.25 ^{Dn}	0.60 ^{Cfg}	0.77 ^{Bfgh}	1.11 ^{Akl}
3	블랙커런트분말	1	2.94 ^{Cb}	2.04 ^{Db}	3.64 ^{Bb}	2.75 ^{Cb}	3.98 ^{Ab}
4	블랙엘더베리분말	1	4.08 ^{Ba}	3.34 ^{Ca}	4.37 ^{Ba}	4.07 ^{Ba}	5.18 ^{Aa}
5	블루베리분말	1	2.44 ^{Bd}	1.42 ^{Cc}	2.86 ^{Ac}	1.63 ^{Ce}	2.43 ^{Be}
6	상추분말	1	0.60 ^{Chijk}	0.40 ^{Dijklm}	0.67 ^{Bfg}	0.44 ^{Dimno}	1.31 ^{Aij}
7	사과분말	0.3	0.43 ^{Clmn}	0.34 ^{Clmn}	0.60 ^{Bfg}	0.37 ^{Cmno}	1.14 ^{Akl}
8	영경귀분말	1	0.54 ^{Cijkl}	0.52 ^{Cghij}	0.66 ^{Bfg}	0.69 ^{Bhij}	1.44 ^{Ahi}
9	계피분말	0.5	0.51 ^{Bijklm}	0.31 ^{Dlmn}	0.55 ^{Bfg}	0.43 ^{Cimno}	0.65 ^{Am}
10	홍차추출물분말	1	0.58 ^{ABijk}	0.54 ^{ABghij}	0.59 ^{ABfg}	0.47 ^{Bklmn}	0.65 ^{Am}
11	생강분말	0.5	0.39 ^{Clmn}	0.25 ^{Dn}	0.58 ^{Bfg}	0.34 ^{Cno}	0.69 ^{Am}
12	고춧가루	1	0.51 ^{Cijklm}	0.26 ^{Emn}	0.69 ^{Bfg}	0.39 ^{Dmno}	0.99 ^{Al}
13	아로니아분말	1	2.65 ^{BCc}	1.94 ^{Db}	2.94 ^{Bc}	2.60 ^{Cc}	3.43 ^{Ac}
14	양파분말	1	0.76 ^{Dfg}	0.55 ^{Eghi}	1.00 ^{Bde}	0.86 ^{Cfg}	1.36 ^{Ahij}
15	클로브분말	0.1	0.37 ^{Bmn}	0.25 ^{Cn}	0.40 ^{Bg}	0.30 ^{Co}	0.57 ^{Am}
16	마늘분말	1	0.94 ^{Ce}	0.80 ^{Df}	1.13 ^{Bd}	0.92 ^{Cf}	1.75 ^{Ag}
17	간장	10	0.73 ^{Cfgh}	0.63 ^{Dg}	1.01 ^{Bde}	0.52 ^{Ekln}	1.52 ^{Ah}
18	체리농축액	1	0.48 ^{Dklm}	1.09 ^{Bd}	0.77 ^{Cef}	0.90 ^{Cfg}	2.60 ^{Ad}
19	레드와인	2	0.46 ^{Dklm}	0.39 ^{Dklmn}	0.69 ^{Bfg}	0.58 ^{Cijkl}	1.42 ^{Ahij}
20	홍삼농축액	0.25	0.30 ^{Dno}	0.37 ^{Dklmn}	0.57 ^{Cfg}	0.75 ^{Bghi}	1.47 ^{Ahi}
21	된장	15	0.86 ^{Cef}	0.93 ^{Ce}	1.18 ^{Bd}	0.89 ^{Cfg}	1.69 ^{Ag}
22	고추장	15	0.63 ^{Cghij}	0.51 ^{Dghijk}	0.84 ^{Bef}	0.56 ^{Dijkl}	1.25 ^{Ajk}
23	총각김치액	10	0.18 ^{Do}	0.35 ^{Cimn}	0.43 ^{Cg}	2.42 ^{Ad}	2.10 ^{Bf}

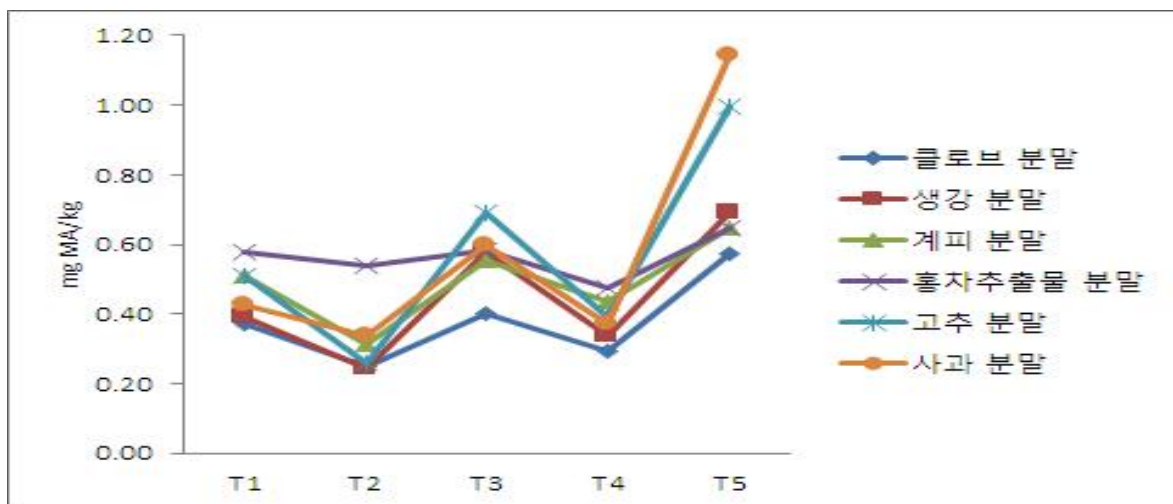


Figure 14. TBARS (Group 1)

- T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열 후 10일), T5(10일 후 가열).

Figure 14는 제 1 그룹의 천연재료 첨가 패티의 TBARS를 나타낸 것으로 전 처리구가 T5(10일 후 가열)>T3(0일 가열)>T1(0일)>T4(가열 후 10일)>T2(10일) 순으로 낮았으며 T5(10일 후 가열) 시 사과분말과 고춧가루 다른 재료들보다 높게 나타났다.

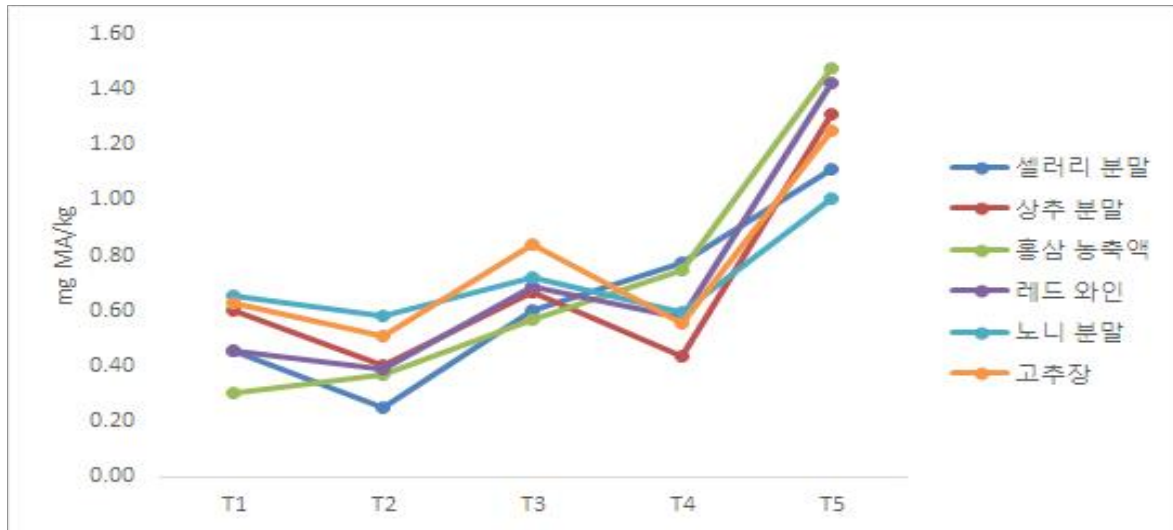


Figure 15. TBARS (Group 2)

- T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열 후 10일), T5(10일 후 가열)

Figure 15는 제 2 그룹의 천연재료 첨가 패티의 TBARS를 나타낸 것으로 전 처리구가 T5(10일 후 가열)>T3(0일 가열)>T1(0일)>T4(가열 후 10일)>T2(10일) 순으로 나타났다.

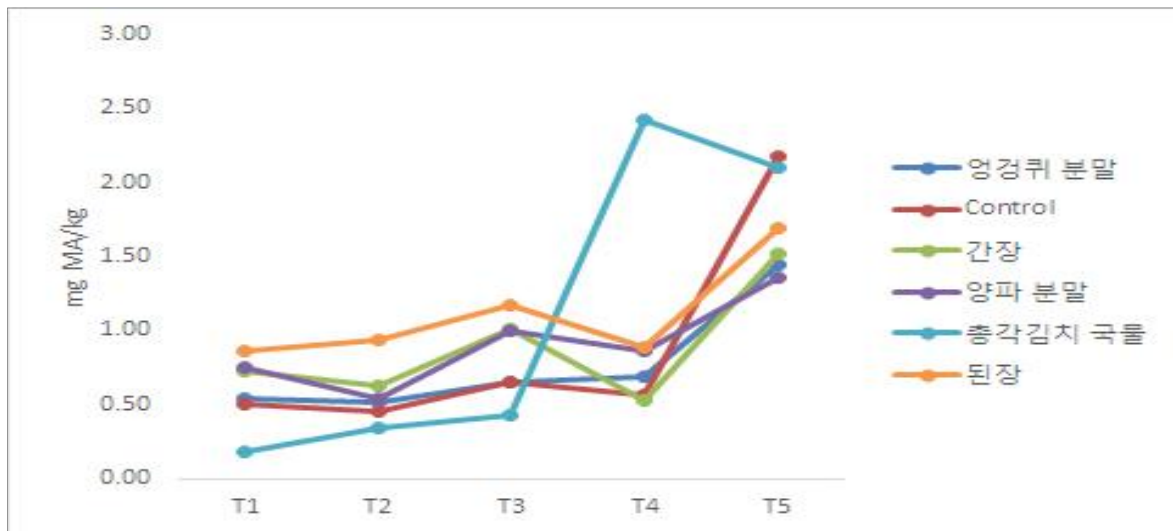


Figure 16. TBARS (Group 3)

- T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열 후 10일), T5(10일 후 가열).

Figure 16은 제 3 그룹의 천연재료 첨가 패티의 TBARS를 나타낸 것으로 총각김치액을 제외한 전 처리구가 T5(10일 후 가열)>T3(0일 가열)>T1(0일)>T4(가열 후 10일)>T2(10일) 순으로 낮았으며 T5(10일 후 가열) 시 총각김치액과 대조구가 다른 재료들보다 높게 나타났다.

총각김치액은 T4(가열후 10 일)가 T5(10 일후 가열)보다 높은 특성을 나타내어 가열 후 저장일자가 늘어남으로써 산패가 매우 촉진되는 결과였다.

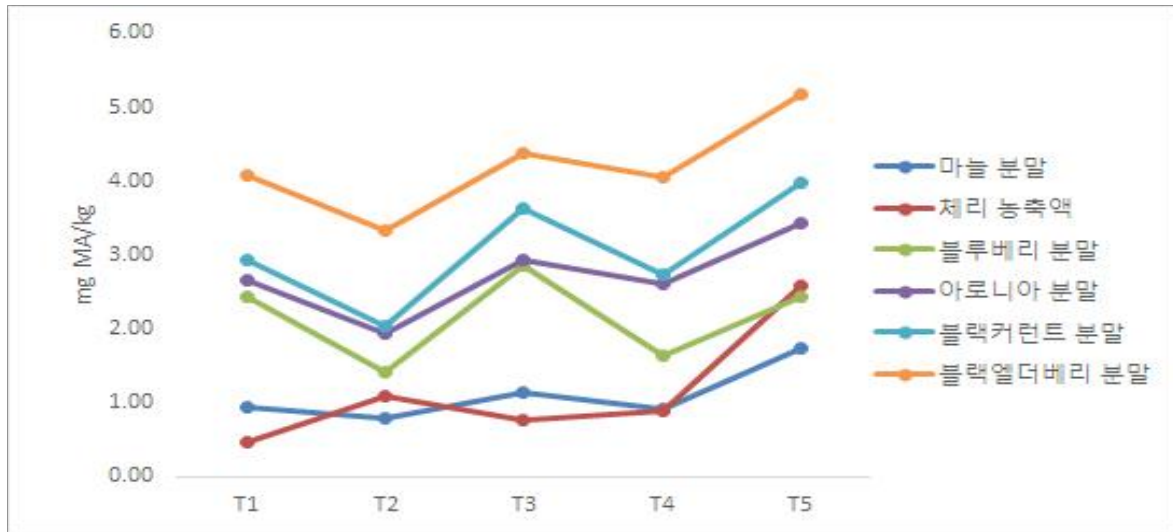


Figure 17. TBARS (Group 4)

- T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열후 10일), T5(10일후 가열).

Figure 17 은 제 4 그룹의 천연재료 첨가 패티의 TBARS 를 나타낸 것으로 전 처리구가 T5(10 일후 가열)>T3(0 일 가열)>T1(0 일)>T4(가열후 10 일)>T2(10 일) 순으로 낮았으며 블랙엘더베리분말>블랙커런트분말>아로니아분말 등 색소를 많이 갖고 있는 베리류들이 타 재료들보다 높게 나타났는데 이는 흡광도 측정법에 의한 한계 때문으로 판단된다.

Table 7. Ranking of TBARS by added amounts of natural substances (unit : mg MA/kg)

Rank	T5(Stored for 10 days and cooking)		Average [T1(Raw patty, Day 0), T3(Cooked patty, Day 0), T5(Stored for 10 days and cooking)]		Total average	
	Natural substances	Avg.	Natural substances	Avg.	Natural substances	Avg.
1	클로브분말	0.57	클로브분말	0.45	클로브분말	0.38
2	계피분말	0.65	생강분말	0.55	생강분말	0.45
3	홍차추출물분말	0.65	계피분말	0.57	계피분말	0.49
4	생강분말	0.69	홍차추출물분말	0.60	홍차추출물분말	0.57
5	고춧가루	0.99	사과분말	0.72	고춧가루	0.57
6	노니분말	1.01	셀러리분말	0.72	사과분말	0.57
7	셀러리분말	1.11	고춧가루	0.73	셀러리분말	0.64
8	사과분말	1.14	홍삼농축액	0.78	상추분말	0.69
9	고추장	1.25	노니분말	0.80	홍삼농축액	0.69
10	상추분말	1.31	레드와인	0.86	레드와인	0.71

11	양파분말	1.36	상추분말	0.86	노니분말	0.71
12	레드와인	1.42	영경귀분말	0.88	고추장	0.76
13	영경귀분말	1.44	총각김치액국물	0.90	영경귀분말	0.77
14	홍삼농축액	1.47	고추장	0.91	대조구	0.87
15	간장	1.52	양파분말	1.04	간장	0.88
16	된장	1.69	간장	1.09	양파분말	0.90
17	마늘분말	1.75	대조구	1.11	총각김치액국물	1.10
18	총각김치액국물	2.10	된장	1.24	된장	1.11
19	대조구	2.17	마늘분말	1.27	마늘분말	1.11
20	블루베리분말	2.43	체리농축액	1.28	체리농축액	1.17
21	체리농축액	2.60	블루베리분말	2.58	블루베리분말	2.15
22	아로니아분말	3.43	아로니아분말	3.01	아로니아분말	2.71
23	블랙커런트분말	3.98	블랙커런트분말	3.52	블랙커런트분말	3.07
24	블랙엘더베리분말	5.18	블랙엘더베리분말	4.54	블랙엘더베리분말	4.21

첨가수준을 달리한 주요 천연 재료 첨가 시 각 조건 TBARS 평균 순위를 Table 7에 나타내었다. 유화물 9°C/10일 저장 후 가열(T5, 10일후 가열)은 천연재료 및 전통식품 첨가 처리 간에 클로브분말(0.57 mg MA/kg)가 가장 낮고 다음으로 계피분말, 홍차추출물분말, 생강분말, 고춧가루(0.99 mg MA/kg), 노니분말, 셀러리분말, 사과분말, 고추장, 상추분말, 양파분말, 레드와인, 영경귀분말(1.44 mg MA/kg), 홍삼농축액, 간장, 된장, 마늘분말(1.75 mg MA/kg), 총각김치액(2.1 mg MA/kg), 대조구(2.17 mg MA/kg), 블루베리분말(2.43 mg MA/kg), 체리농축액(2.6 mg MA/kg), 아로니아분말(3.43 mg MA/kg), 블랙커런트분말(3.98 mg MA/kg), 블랙엘더베리분말(5.18 mg MA/kg) 순으로 높게 나타났는데 특히 색소를 많이 함유한 베리류 등은 TBARS값 측정 시 흡광도 측정법이 아닌 이온화법을 활용하여야 할 것으로 판단된다.

TBARS값이 높았던 유화물 제조직후(T1, 0일), 유화물 제조직후 가열(T3, 0일 가열), 9°C/10일 저장 후 가열(T5, 10일후 가열) 평균 시 천연재료 및 전통식품 첨가 처리 간에 클로브분말(0.45 mg MA/kg)가 가장 낮고 다음으로 생강분말, 계피분말, 홍차추출물분말, 사과분말, 셀러리분말, 고춧가루, 홍삼농축액, 노니분말(0.80 mg MA/kg), 레드와인, 상추분말, 영경귀분말, 총각김치액, 고추장, 양파분말, 간장, 대조구(1.11 mg MA/kg), 된장, 마늘분말, 체리농축액(1.28 mg MA/kg), 블루베리분말(2.58 mg MA/kg), 아로니아분말(3.01 mg MA/kg), 블랙커런트분말(3.52 mg MA/kg), 블랙엘더베리분말(4.54 mg MA/kg) 순으로 높게 나타났는데 특히 색소를 많이 함유한 베리류 등은 TBARS값 측정 시 흡광도 측정법이 아닌 이온화법을 활용하여야 할 것으로 판단된다.

유화물 처리 조건을 전체 평균적으로 볼 때 천연재료 및 전통식품 첨가 처리 간에 클로브분말(0.38 mg MA/kg)가 가장 낮고 다음으로 생강분말, 계피분말, 홍차추출물분말, 고춧가루, 사과분말, 셀러리분말, 상추분말, 홍삼농축액, 레드와인, 노니분말(0.71 mg MA/kg), 고추장, 영경귀분말, 대조구, 간장, 양파분말(0.90 mg MA/kg), 총각김치액, 된장, 마늘분말, 체리농축액(1.17 mg MA/kg), 블루베리분말(2.15 mg MA/kg), 아로니아분말(2.71 mg MA/kg), 블랙커런트분말(3.07 mg MA/kg), 블랙엘더베리분말(4.21 mg MA/kg) 순으로 높게 나타났는데 특히 색소를 많이 함유한 베리류 등은 TBARS값 측정 시 흡광도 측정법이 아닌 이온화법을 활용하여야 할 것으로 판단된다.

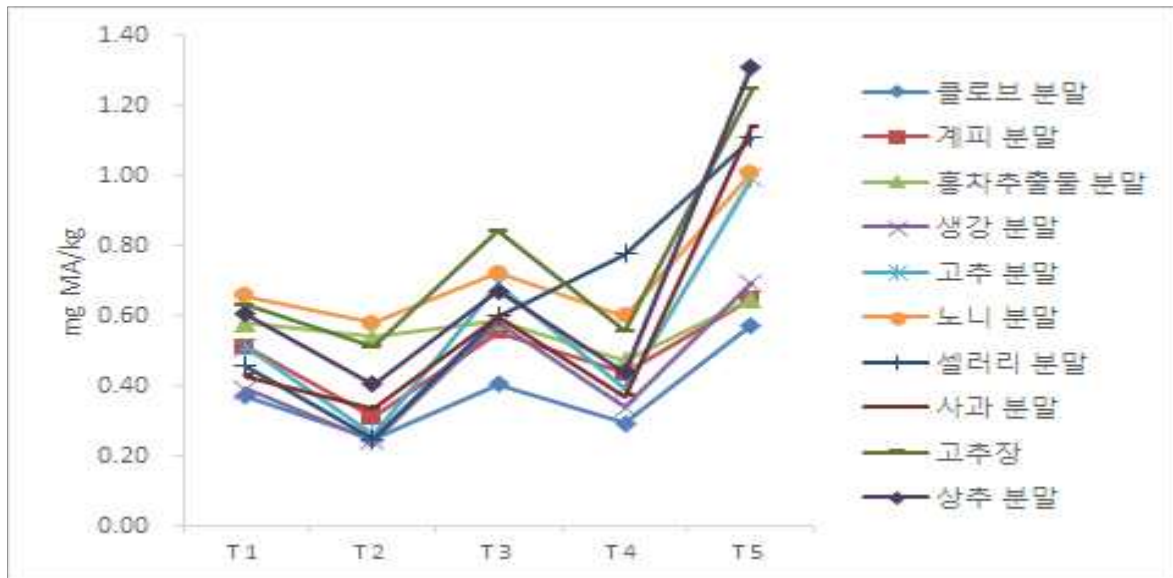


Figure 18. Comparison of 10 natural substances with high antioxidant properties for TBARS.
 - T1(0일), T2(10일), T3(0일 가열), T4(가열 후 10일), T5(10일 후 가열)

TBARS 에 대한 항산화성 우수 천연재료 10 가지 비교하여 Figure 18 에 나타내었다. 전 처리구가 T5(10 일 후 가열)>T3(0 일 가열)>T1(0 일)>T4(가열 후 10 일)>T2(10 일) 순으로 낮았으며, T5(10 일 후 가열) 처리조건에서도 클로브분말, 홍차추출물분말, 계피분말 및 생강분말이 항산화성이 높은 결과였다.

천연재료 및 전통식품의 항산화성을 검토한 결과를 요약하자면 천연재료 및 전통식품 첨가한 유화물의 처리조건[유화물 제조직후(T1, 0일), 9°C/10일 저장 후(T2, 10일), 유화물 제조직후 가열(T3, 0일 가열), 유화물 제조직후 가열 후 9°C/10일 저장(T4, 가열 후 10일), 유화물 9°C/10일 저장 후 가열(T5, 10일 후 가열)]에 따른 TBARS을 종합하면 클로브분말이 항산화성이 가장 높고 다음으로 계피분말, 홍차추출물분말, 생강분말, 고춧가루, 셀러리분말, 사과분말, 노니분말, 상추분말, 홍삼농축액 순이었으며 이어서 레드와인, 고추장, 양파분말, 영정퀴분말, 간장, 된장, 총각김치액, 블루베리분말, 체리농축액, 아로니아분말, 블랙커런트분말, 블랙엘더베리분말 순이었다.

항산화성 검토 결과 측정 목적과 방법에 따라 차이가 많아 DPPH는 고추장(108 mg AA/g, wet base), 된장(89 mg AA/g, wet base), 홍차추출물분말(34 mg AA/g, wet base), 양파분말, 블루베리분말(20 mg AA/g, wet base), 총각김치액, 아로니아분말(17 mg AA/g, wet base), 고춧가루, 영정퀴분말, 블랙커런트분말 순이었으며, POV는 셀러리분말, 레드와인, 블랙커런트분말, 상추분말, 홍삼농축액, 된장, 체리농축액, 간장, 블루베리분말, 영정퀴분말 순이었고, TBARS(베리류 색소 고려 필요함)는 클로브분말, 계피분말, 홍차추출물분말, 생강분말, 고춧가루, 셀러리분말, 사과분말, 노니분말, 상추분말, 홍삼농축액 순이었다.

천연재료 및 전통식품의 항산화성(DPPH, POV 및 TBARS)에 대한 결과를 육제품의 항산화성의 주요 항목인 TBARS를 우선하되 색소를 많이 가진 베리류들은 Blank 처리를 해도 흡광도 측정법으로 TBARS 측정의 한계도 고려하고, 다음으로 POV(유지의 자동산화로 인한 과산화물가)와 DPPH(항산화물질의 재료에 대한 항산화능력 측정인 라디칼소거능) 감안하여 총 종합하

여 결론을 내리자면 총 23가지 재료 중 천연재료 5가지(클로브분말, 계피분말, 홍차추출물분말, 생강분말, 블랙커런트분말) 및 전통식품 1가지(고추장)를 선택하여 차기 년도 실험에 공용한다.

결론적으로 총 23가지 재료 중 천연재료 5가지(클로브분말, 계피분말, 홍차추출물분말, 생강분말, 블랙커런트분말) 및 전통식품 1가지(고추장)를 선택하여 차기 년도 실험에 공용한다.

- 돼지 삼겹살 및 등심 숙성조건에 따른 품질 변화(최적 숙성 조건 정립)

가. 연구 방법

Table 8. Experimental Design

Meat	Breed	Storage temperature (°C)	Aging method
Pork belly	Berkshire	0	Dry
			Wet
		9	Dry
			Wet
	LYD	0	Dry
			Wet
LYD	9	Dry	
		Wet	
Pork loin	LYD	9	Dry
			Wet

(1) 숙성 방법

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위와 백색돈 등심을 지역 육류 판매 업체로부터 구매하여 동일한 규격으로 절단하여 진공포장한 후 0 및 9°C 숙성온도(등심은 9°C 숙성온도만) 에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2 주 동안 숙성하면서 품질 변화를 분석하였다.

(2) 시험방법

(가) pH

pH는 시료 3 g을 증류수 27 mL와 함께 혼합한 다음 균질기(T25B, IKA Works Sdn. Bhd., Malaysia)를 활용하여 13,000 rpm에서 20초간 균질하고 pH 4와 10 buffer solution으로 보정한 pH meter(Seven Easy pH, Mettler-Toledo AG, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

(나) 수분 함량

AOAC(1990) 방법에 따라 건조법으로 실시하였다. 시료를 세절 한 후 알루미늄 접시를 이용하여 3 g씩 균일하게 측정하여 100°C에서 24시간 건조한 후 실온에서 20분간 방냉시킨 다음 무게를 측정하여 ((용기무게+시료무게)-건조 후 무게)/시료무게 × 100의 식으로 계산하였다.

(다) 유수분리율 및 보수력(WHC)

시료를 분쇄(NFN-3561SN, NEC., Korea)하여 80°C의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다.

유수분리(Water and fat loss) = [총 시료중량-(처리 후 중량-용기무게)]/총시료 중량 × 100

보수력(WHC, water holding capacity) = (총시료 중량-유리 수분 무게)/총시료 중량 × 100

(라) 육즙감량(Drip loss)

신선육 등심을 원통(지름 2.25 cm, 길이 9 cm) 모양의 Core로 채취하여 무게를 측정하여 지퍼팩(가로 20 cm × 세로 25 cm)에 넣어 봉합 후 Clip을 이용하여 4°C 냉장고에 매달아 48시간 동안 저장 후 육즙의 손실을 백분율(%)로 산출하였다.

육즙감량(%) = [처리 전 육의 무게(g)-처리 후 육의 무게(g)]/처리 전 육의 무게(g) × 100

(마) 육색 및 지방색(CIE L*, a*, b*)

시료는 일정한 규격으로 절단하여 30분간 실온에서 방치한 다음 킴 와이프스(킴테크 킴와이프스, 유한킴벌리, 서울, 대한민국)를 이용하여 표면의 수분을 제거하였다. 육색 및 지방색은 Minolta chroma meter(Minolta Co. CR-400, Japan)를 사용하여 명도값(Lightness)을 나타내는 L*값, 적색도(Redness)를 나타내는 a*값과 황색도(Yellowness)를 나타내는 b*값을 각각 3회 반복하며 측정하였다. Minolta chroma meter의 표준화 작업은 표준색판(Y = 92.8, x = 0.3134, y = 0.3193)을 이용하였다.

(바) 전단가 및 조직감

삼겹살과 등심의 조직감은 신선육을 두께 약 40 mm × 길이 60 mm로 일관성 있게 채취하여 진공팩에 넣어 80°C 항온수조에서 1시간 가열 후 물기를 제거하고 4°C에서 2시간 방치한 후 가열육 삼겹살은 등지방 부위부터 근육방향, 그리고 가열육 등심은 2 cm 높이로 동일하게 자른 후 세로로 세워서(근육방향) 측정하였으며, 두 부위를 각각 경도, 표면경도, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성을 조사하였다. 등심의 신선육 전단가(Shear force)는 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 측정하였다. 원통형 Core를 이용하여 등심의 근육방향으로 직경 9.5 mm × 길이 50 mm로 채취 후 근육과 직각방향으로 knife형 plunger를 이용하여 절단하여 측정하였다.

(사) 관능평가

관능검사의 전체적인 기호도에 대한 평가는 훈련된 관능검사 요원으로 하여금 9점 척도법을 이용하여 주어진 시료에 따라 평가하게 하였다. 처리구별 시료는 0.3 cm 정도의 두께로 정형화하였으며, 각각의 시료를 세 자리 수의 코드와 함께 랜덤으로 7명의 관능검사 요원들에게 제공하였다. 각 관능요원은 신선육 관능검사는 육색, 향, 이취, 드립, 탄력성, 전체기호도 그리고 가열육 관능검사는 육색, 향, 맛, 이취, 다즙성, 저작감, 전체기호도를 각 항목에 따라 1점은 '매우 싫다', 9점은 '매우 좋다'로 평가하였다.

(아) 포장감량(Purge loss)

포장 전 신선육의 무게를 측정하였고 포장을 개봉하여 육 표면의 수분을 제거한 후 무게를 측정하여 저장 후 육즙의 감량을 백분율(%)로 산출하였다

$$\text{포장감량(\%)} = [\text{포장 전 육의 무게(g)} - \text{포장 개봉 후 육의 무게(g)}] / \text{포장 전 육의 무게(g)} \times 100$$

(자) 지방산패도(TBARS)

지방산패도(Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)는 Tarladgis 등(1960)의 추출 방법에 따라 TBA(2-thiobarbituric acid) 수치로 나타내었으며, 시료 5g에 butyl-ated hydroxyanisole(BHA) 50 μ L와 증류수 15 mL를 가해 polytron homogenizer(MSE, USA)로 14,000 rpm에서 30초간 균질화시켰다. 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90°C의 항온수조에서 15분간 열처리한 후, 냉각시켜 3,000rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 Spectrophotometer를 이용하여 531 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. TBARS 값은 시료 kg당 mg malondialdehyde(MA) 양으로 표시(mg MA/kg)하였다.

(차) 휘발성염기태질소화합물(VBN)

휘발성염기태질소화합물(VBN)은 Pearson(1976)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 3 g에 증류수 27 mL를 섞은 다음 13,000 rpm에서 20초간 균질한 후 균질액을 Whatman No. 1 filter paper를 이용하여 여과하였으며, 여과액 1 mL를 Conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL과 지시약(0.066% Methyl red + 0.066% Bromocresol green) 30 μ L을 첨가하였다. Conway unit은 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 반쯤 닫은 후 50% K₂CO₃ 1mL를 외실에 주입 한 다음, 즉시 밀폐시키고 용기를 수평으로 교반한 후 37°C에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 붕산용액을 적정하였다. VBN의 수치는 아래 식으로 환산한 다음 100 g 시료 당 mg으로 표기하였다.

$$\text{VBN value (mg/100 g meat)} = [0.28 \times (\text{titration volume of sample solution} - \text{titration volume of blank}) \times 10] \times 100$$

(카) 총균 및 대장균군(TPC, *Coliform*)

미생물실험은 AOAC(1995)에 따라 시행하였다. 미생물은 시료 25 g과 멸균 증류수 250 mL를 stomacher(78860ST Nom, Interscience, France)로 균질 시킨 다음 1 mL을 준비된 9 mL 증류수에 넣어 순차적으로 희석한 후 희석액 1 mL을 미리 준비한 plate count agar(Difco, USA), *E. coli/coliform* count plate petrifilm(3M Healthcare, Minnesota, USA)에 접종하고 37°C에서 48시간 배양한 후 나타나는 colony forming unit(CFU)를 log/g로 표시하였다.

(타) 지방산 조성

지방산 조성은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출된 지방으로 분석에 이용하였다. 20 mg의 지질을 시험관에 넣고 4% H₂SO₄ in Methanol을 3 mL 가한 후 20분 동안 가열하면서 5분마다 vortexing을 실시하였다. 방냉 이후 1 mL hexane을 가하여 지방산을 추출하고 이를 GC

machine(Model 6890 N, Agilent Technologies Inc., CA, USA)로 분석하였다. 분석조건 중 column 은 Supelco SP-2560 column(100-m long x 0.25-mm i.d.0.20-um film thickness)였다.

(과) 유리아미노산 함량

유리아미노산 함량은 Henderson 등(2000)의 방법에 준하여 분석하였다. 분쇄된 시료 3g을 원심분리 튜브에 취한 후 H₂O 10mL가하여 1분 동안 균질한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상등액 1mL을 취하여 튜브에 옮기고 16% Trichloroacetic acid 1mL을 가하여 5,000rpm에서 20분 원심분리하였다. 상등액 1mL을 튜브에 옮긴 다음 핵산 1mL을 가하여 혼합하고 원심분리 5,000rpm에서 20분 원심분리한 후 물층 아래를 채취하여 0.2 μm 필터로 걸러서 Diode array detector가 장착된 HPLC(Agilent 1100, Agilent Technologies, USA)에 주입하였다. Column은 Zorbax Eclipse AAA(4.6 mm × 150 mm thickness 5 um)를 사용하였으며, 이동상 A는 40 mM Na₂HP₄(pH 7.8), B는 Acetonitrile:MeOH:distilled water =45:45:10(v/v/v)을 제조하여 사용하였다. 외부표준물질(ESTD)으로 Agilent Technologies사(USA)에서 생산되는 Amino acid standard (0.25 nM/ μL)와 glutamine (Sigma-aldrich, USA)를 사용하였고 OPA (ortho-phthalaldehyde) reagent, FMOC (fluorenyl-methoxy carbonyl chloride) reagent (Agilent technologies, USA)를 각각 유도체로 사용하였다.

(하) 통계처리

SAS program(Statistics Analytical System, USA, 1999)의 GLM(General Linear Model) 방법으로 분석하였다. 처리 평균 간의 평균값 비교를 위해 Duncan의 다중검정 (Multiple Range Test)을 이용하여 유의성 검정(p=0.05)을 실시하였다.

나. 연구 결과(삼겹살)

(1) 이화학적 특성

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 이화학적 특성 변화를 측정 한 결과는 Table 9와 같다.

pH는 백색(6.14)보다는 흑색(6.27)이 높았으며, 숙성온도 간에는 0℃(6.27)보다 9℃(6.14)가 낮았으며, 숙성방법 간에는 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 감소하였다. 수분함량은 흑백 및 숙성온도 간에는 차이가 없었으며, 숙성방법 간에는 건식 걸기법(45.66)보다 염액 침지법(48.98)이 높게 나타났다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 감소하였다. 보수력, 드립로스 및 유수분리율은 흑백 간, 숙성온도 간 및 숙성방법 간 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 보수력은 1주차에 증가했다가 2주차에 다시 감소하였으며, 드립로스는 감소하였으며, 유수분리율은 증가하였다.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD) 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 육색 변화를 측정 한 결과는 Table 10과 같다.

적색도(a*)는 백색(11.28)보다 흑색(13.46)이 높았으며, 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록

감소하였다. 채도(C)는 흑백 간에 백색(12.24)보다는 흑색(14.08)이 높았으며, 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 감소하였다. 명도(L*), 황색도(b*), 백색도(W), 색상(h)은 흑백 간, 숙성온도 간 및 숙성방법 간 차이가 없었다. 다만 황색도(b*)와 색상(h)은 숙성온도와 숙성방법 상호작용은 차이가 있어 숙성온도 0℃는 숙성방법 염액 침지법이 높았으며, 숙성온도 9℃는 숙성방법 결기가 높았다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 명도(L*), 황색도(b*), 백색도(W) 및 색상(h)은 증가하였다.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 절기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 지방색 변화를 측정된 결과는 Table 11과 같다.

명도(L*), 황색도(b*) 및 채도(C)는 흑백 간에 각각 백색(81.91, 4.21, 4.88)보다는 흑색(82.72, 5.43, 6.03)이 높았으며, 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 명도(L*), 황색도(b*) 및 채도(C)는 감소하였다. 백색도(W)는 흑백 간에 백색(69.26)보다 흑색(66.42)이 낮았으며 또한 흑백과 숙성방법 상호작용도 차이가 있어 흑색은 건식 절기법이 백색은 염액 침지법이 높았다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 증가하였다. 적색도(a*)와 색상(h)은 흑백 간, 숙성온도 간 및 숙성방법 간 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 적색도(a*)와 색상(h)은 감소하였다.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 절기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 조직감 변화를 측정된 결과는 Table 12와 같다.

경도 및 표면경도는 흑백 간에 각각 백색(0.43, 0.43)보다 흑색(0.48, 0.47)이 높았으나, 숙성온도 간 및 숙성방법 간 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 감소하였다.

응집성은 흑백 간에는 차이가 없었으나, 숙성온도 간에는 0℃(0.58)보다 9℃(0.52)가 낮았으며, 숙성방법 간에는 건식 절기법(0.58)보다 염액 침지법(0.52)이 낮게 나타났다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 차이가 없었다. 탄력성은 흑백 간에는 백색(1.11)보다 흑색(1.01)이 낮았으며, 숙성온도 간에는 0℃(1.10)보다 9℃(1.01)가 낮았으며, 숙성방법 간에는 건식 절기법(1.11)보다 염액 침지법(1.01)이 낮게 나타났다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 차이가 없었다. 점성은 흑백 간, 숙성온도 간에는 차이가 없었으며, 숙성방법 간에는 건식 절기법(0.27)보다 염액 침지법(0.23)이 낮게 나타났다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 감소하였다. 씹힘성은 흑백 간에는 차이가 없었으며, 숙성온도 간에는 0℃(0.31)보다 9℃(0.24)가 낮았으며, 숙성방법 간에는 건식 절기법(0.31)보다 염액 침지법(0.23)이 낮게 나타났다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 감소하였다. 부착성은 흑백 간, 숙성온도 간 및 숙성방법 간 모두 차이를 보이지 않았다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 차이가 없었다.

Table 9. Physicochemical properties

Pork		Berkshire				LYD				SEM	P-value
Temperature(°C)		0		9		0		9			
Aging method		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
pH	0 week	6.51 ^{Aa}	6.51 ^{Aa}	6.51 ^{Aa}	6.51 ^{Aa}	6.29 ^{Ba}	6.29 ^{Ba}	6.29 ^{Ba}	6.29 ^{Ba}	0.231	P* T*
	1 week	6.7 ^{Aa}	6.29 ^{Bb}	6.26 ^{BCb}	6.17 ^{DEb}	6.22 ^{CDb}	6.09 ^{Fb}	6.26 ^{BCa}	6.13 ^{EFb}		
	2 week	6.19 ^{Ab}	5.96 ^{Cc}	5.8 ^{Dc}	5.86 ^{Dc}	6.1 ^{Bc}	6.11 ^{ABb}	5.82 ^{Db}	5.8 ^{Dc}		
	SEM	0.106	0.092	0.091	0.089	0.050	0.048	0.055	0.054		
Moisture (%)	0 week	49.06 ^a	49.06 ^a	49.06 ^a	49.06	49.67 ^a	49.67 ^b	49.67 ^a	49.67 ^b	3.353	M****
	1 week	47.89 ^{Ca}	48.33 ^{Cab}	46.93 ^{Ca}	51.43 ^B	42.97 ^{Dc}	51.76 ^{Ba}	39.34 ^{Ec}	54.14 ^{Aa}		
	2 week	41.02 ^{Db}	46.74 ^{Bb}	42.83 ^{Cb}	49.61 ^A	45.81 ^{Bb}	45.56 ^{Bc}	43.64 ^{Cb}	42.8 ^{Cc}		
	SEM	0.342	0.329	0.386	0.367	0.219	0.281	0.267	0.321		
WHC(%)	0 week	60.66 ^b	60.66 ^b	60.66 ^b	60.66 ^b	62.49 ^b	62.49 ^a	62.49 ^b	62.49 ^b	10.775	
	1 week	71.63 ^{ABa}	73.32 ^{ABa}	70.25 ^{Ba}	74.16 ^{Aa}	53.17 ^{Dc}	66.11 ^{Ca}	71.97 ^{ABa}	71.75 ^{ABa}		
	2 week	55.74 ^{Cc}	58.93 ^{Bb}	60.7 ^{Bb}	44.94 ^{Dc}	68.5 ^{Aa}	45.27 ^{Db}	35.96 ^{Ec}	36.68 ^{Ec}		
	SEM	0.318	0.376	0.443	0.441	0.443	0.452	0.453	0.505		
Drip loss (%)	0 week	3.06 ^{Aa}	3.06 ^{Aa}	3.06 ^{Aa}	3.06 ^{Aa}	2.06 ^{Ba}	2.06 ^{Ba}	2.06 ^{Ba}	2.06 ^{Ba}	1.091	
	1 week	0.65 ^{ABb}	0.51 ^{Bb}	0.81 ^{Ab}	0.56 ^{Bb}	0.6 ^{Bb}	0.59 ^{Bb}	0.5 ^{Bb}	0.6 ^{Bb}		
	2 week	0.2 ^{Db}	0.36 ^{Cb}	0.53 ^{ABb}	0.42 ^{BCb}	0.41 ^{BCb}	0.61 ^{Ab}	0.29 ^{CDb}	0.33 ^{CDb}		
	SEM	0.195	0.196	0.196	0.195	0.130	0.143	0.131	0.133		
Water and fat loss (%)	0 week	19.29 ^a	19.29 ^a	19.29 ^a	19.29 ^b	18.62 ^a	18.62 ^b	18.62 ^b	18.62 ^b	4.478	
	1 week	13.39 ^{Dc}	12.37 ^{DEb}	13.97 ^{CDc}	13.27 ^{Dc}	20.13 ^{Aa}	17.18 ^{Bb}	10.96 ^{Ec}	15.3 ^{Cc}		
	2 week	17.47 ^{DEb}	19.2 ^{Da}	16.81 ^{Eb}	26.63 ^{BCa}	14.43 ^{Fb}	24.93 ^{Ca}	28.68 ^{Aa}	27.1 ^{ABa}		
	SEM	0.290	0.254	0.280	0.329	0.285	0.290	0.366	0.353		

^{A-F} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

Table 10. Color

Pork		Berkshire				LYD				SEM	P-value	
Temperature(°C)		0		9		0		9				
Aging method		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet			
L*	0 week	47.23 ^{Bb}	47.23 ^{Bc}	47.23 ^{Bb}	47.23 ^{Bb}	51.05 ^{Ab}	51.05 ^{Ab}	51.05 ^{Ab}	51.05 ^{Ac}	8.473	P*	
	1 week	47.13 ^{Bb}	55.95 ^{Ab}	42.77 ^{Cc}	43.75 ^{Cc}	48.62 ^{Bb}	54.86 ^{Ab}	47.5 ^{Bc}	57.2 ^{Ab}			
	2 week	61.02 ^{Da}	61.73 ^{Da}	71.17 ^{Aa}	66.85 ^{BCDa}	60.86 ^{Da}	63 ^{Da}	67.59 ^{ABa}	63.74 ^{CDa}			
	SEM	0.314	0.315	0.334	0.337	0.573	0.471	0.394	0.572			
a*	0 week	18.59 ^{Aa}	18.59 ^{Aa}	18.59 ^{Aa}	18.59 ^{Aa}	12.66 ^{Bb}	12.66 ^{Ba}	12.66 ^{Bb}	12.66 ^{Ba}	3.943		
	1 week	11.75 ^{Cb}	9.88 ^{CDb}	17.83 ^{Aa}	14.34 ^{Bb}	15.31 ^{Ba}	8.89 ^{Db}	15.12 ^{Ba}	10.4 ^{CDb}			
	2 week	9.04 ^{Cc}	10.99 ^{Ab}	6.8 ^{Db}	6.57 ^{Dc}	9.63 ^{BCDc}	6.97 ^{Db}	7.71 ^{Dc}	10.66 ^{ABb}			
	SEM	0.225	0.309	0.233	0.332	0.301	0.390	0.337	0.288			
b*	0 week	3.34 ^b	3.34 ^a	3.34 ^b	3.34 ^a	2.22 ^b	2.22 ^c	2.22 ^b	2.22 ^b	1.800		T*M*
	1 week	1.2 ^{Dc}	1.73 ^{CDb}	3.54 ^{Bb}	1.85 ^{CDb}	2.79 ^{BCDb}	9.37 ^{Aa}	3.31 ^{BCDb}	2.6 ^{BCDb}			
	2 week	4.33 ^{Ba}	4.51 ^{ABa}	6.36 ^{Aa}	3.91 ^{Ba}	5.11 ^{ABa}	4.94 ^{ABb}	5.25 ^{ABa}	5.05 ^{ABa}			
	SEM	0.215	0.275	0.311	0.240	0.344	0.347	0.322	0.344			
W	0 week	37.21 ^{Bc}	37.21 ^{Bb}	37.21 ^{Bb}	37.21 ^{Bb}	44.4 ^{Aab}	44.4 ^{Aa}	44.4 ^{Ab}	44.4 ^{Ab}	7.030		
	1 week	43.53 ^{Bb}	50.75 ^{Aa}	32.15 ^{Dc}	38.21 ^{Cb}	40.25 ^{BCDb}	26.76 ^{Eb}	37.58 ^{Cc}	49.41 ^{Aa}			
	2 week	48.02 ^{BCa}	48.21 ^{BCa}	52.1 ^{ABa}	55.13 ^{Aa}	45.52 ^{Ca}	48.17 ^{BCa}	51.84 ^{ABa}	48.59 ^{BCa}			
	SEM	0.378	0.520	0.496	0.383	0.542	0.614	0.513	0.447			
C	0 week	18.89 ^{Aa}	18.89 ^{Aa}	18.89 ^{Aa}	18.89 ^{Aa}	12.87 ^{Bb}	12.87 ^{Ba}	12.87 ^{Bb}	12.87 ^{Ba}	3.555		
	1 week	11.82 ^{DEb}	10.04 ^{Eb}	18.18 ^{Aa}	14.47 ^{BCDb}	15.58 ^{Ba}	12.93 ^{CDa}	15.49 ^{Ba}	10.74 ^{DEb}			
	2 week	10.03 ^{BCc}	11.89 ^{Ab}	9.33 ^{BCDb}	7.65 ^{Dc}	10.92 ^{ABc}	8.58 ^{CDb}	9.33 ^{BCDc}	11.86 ^{Aab}			
	SEM	0.232	0.332	0.303	0.338	0.336	0.413	0.359	0.288			
h	0 week	10.15 ^b	10.15 ^b	10.15 ^b	10.15 ^b	9.86 ^b	9.86 ^c	9.86 ^b	9.86 ^b	11.725	T*M*	
	1 week	5.8 ^{Dc}	9.84 ^{BCDb}	11.22 ^{BCDb}	7.35 ^{CDb}	10.13 ^{BCDb}	46.96 ^{Aa}	12.09 ^{BCDb}	13.9 ^{Bb}			
	2 week	25.64 ^{CDa}	22.23 ^{Da}	42.67 ^{Aa}	30.81 ^{BCa}	27.85 ^{BCDa}	34.91 ^{Bb}	34.18 ^{Ba}	25.36 ^{CDa}			
	SEM	0.415	0.483	0.577	0.482	0.664	0.696	0.617	0.756			

$$W = L^* - 3b^*$$

^{A-B} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-b} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

Table 11. Color of fat

Pork		Berkshire				LYD				SEM	P-value
Temperature(°C)		0		9		0		9			
Aging method		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
L*	0 week	83.12	83.12	83.12	83.12 ^{ab}	82.69 ^a	82.69	82.69 ^a	82.69	1.311	P*
	1 week	81.84 ^{BC}	82.58 ^{AB}	82.47 ^{AB}	83.94 ^{Aa}	82.11 ^{BCa}	81.52 ^{BC}	80.66 ^{Cb}	82.60 ^{AB}		
	2 week	83.89 ^A	81.78 ^{BC}	82.83 ^{AB}	80.82 ^{CDb}	79.49 ^{Db}	82.33 ^{ABC}	82.31 ^{ABCa}	81.12 ^{BCD}		
	SEM	0.349	0.398	0.356	0.360	0.336	0.324	0.299	0.292		
a*	0 week	3.30 ^{Aa}	3.30 ^A	3.30 ^{Aa}	3.30 ^{Aa}	1.23 ^{Bc}	1.23 ^{Bc}	1.23 ^{Bb}	1.23 ^{Bb}	1.021	
	1 week	2.88 ^{BCa}	2.47 ^C	2.36 ^{Cab}	2.40 ^{Cab}	2.38 ^{Cb}	3.52 ^{ABa}	3.68 ^{Aa}	2.55 ^{Ca}		
	2 week	1.24 ^{Db}	2.93 ^B	1.73 ^{CDb}	2.13 ^{BCDb}	4.39 ^{Aa}	2.47 ^{BCb}	1.91 ^{BCDb}	2.53 ^{BCa}		
	SEM	0.254	0.322	0.275	0.249	0.258	0.179	0.223	0.211		
b*	0 week	7.04 ^{Aa}	7.04 ^{Aa}	7.04 ^{Aa}	7.04 ^{Aa}	3.99 ^{Bb}	3.99 ^B	3.99 ^{Bab}	3.99 ^B	1.288	P***
	1 week	5.53 ^{ABb}	3.77 ^{Dc}	4.94 ^{BCb}	6.14 ^{Aa}	3.92 ^{Db}	4.71 ^C	5.33 ^{BCa}	3.75 ^D		
	2 week	3.22 ^{Cc}	5.86 ^{Ab}	3.17 ^{Cc}	4.40 ^{Bb}	6.26 ^{Aa}	3.67 ^{BC}	3.26 ^{Cb}	3.72 ^{BC}		
	SEM	0.162	0.212	0.189	0.237	0.288	0.278	0.290	0.270		
W	0 week	62.00 ^{Bc}	62.00 ^{Bb}	62.00 ^{Bc}	62.00 ^{Bb}	70.72 ^{Aa}	70.72 ^A	70.72 ^{Aa}	70.72 ^A	4.154	P** P*M*
	1 week	65.24 ^{Cb}	71.26 ^{Aa}	67.66 ^{BCb}	65.53 ^{Ca}	70.35 ^{ABa}	67.39 ^C	64.68 ^{Cb}	71.36 ^A		
	2 week	74.22 ^{Aa}	64.21 ^{Db}	73.32 ^{Aa}	67.61 ^{Ca}	60.70 ^{Eb}	71.32 ^{AB}	72.54 ^{ABa}	69.95 ^{BC}		
	SEM	0.385	0.495	0.415	0.370	0.510	0.485	0.459	0.436		
C	0 week	7.81 ^{Aa}	7.81 ^{Aa}	7.81 ^{Aa}	7.81 ^{Aa}	4.17 ^{Bb}	4.17 ^{Bb}	4.17 ^{Bb}	4.17 ^B	1.511	P**
	1 week	6.25 ^{Ab}	4.51 ^{Cc}	5.49 ^{Bb}	6.59 ^{Ab}	4.59 ^{Cb}	5.89 ^{ABa}	6.47 ^{Aa}	4.53 ^C		
	2 week	3.46 ^{Dc}	6.32 ^{Bb}	3.61 ^{Dc}	4.90 ^{Cc}	7.66 ^{Aa}	4.42 ^{CDb}	3.78 ^{CDb}	4.50 ^{CD}		
	SEM	0.178	0.277	0.222	0.245	0.319	0.282	0.312	0.288		
h	0 week	65.10	65.10	65.10	65.10	72.98 ^a	72.98 ^a	72.98 ^a	72.98 ^a	7.173	
	1 week	62.47 ^{ABC}	56.95 ^{CD}	64.73 ^{AB}	68.63 ^A	58.79 ^{BCDb}	53.10 ^{Db}	55.43 ^{Dc}	55.93 ^{Db}		
	2 week	68.95 ^A	64.28 ^{AB}	61.29 ^{BC}	63.90 ^{AB}	55.17 ^{Cb}	56.08 ^{Cb}	59.85 ^{BCb}	55.98 ^{Cb}		
	SEM	0.698	0.833	0.769	0.062	0.535	0.514	0.438	0.508		

W = L* - 3b*.

^{A-D} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

Table 12. Texture

Pork		Berkshire				LYD				SEM	P-value
Temperature(°C)		0		9		0		9			
Aging method		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
Hardness (kg)	0 week	0.44 ^{Bb}	0.44 ^{Bb}	0.44 ^{Bc}	0.44 ^{Bb}	0.49 ^{Aa}	0.49 ^{Aa}	0.49 ^{Aa}	0.49 ^{Aa}	0.057	P** P*T*M*
	1 week	0.52 ^{ABa}	0.54 ^{Aa}	0.50 ^{ABb}	0.52 ^{Aa}	0.45 ^{BCab}	0.40 ^{Cb}	0.33 ^{Dc}	0.47 ^{ABa}		
	2 week	0.48 ^{Bab}	0.39 ^{Dc}	0.61 ^{Aa}	0.43 ^{Cb}	0.42 ^{Cb}	0.37 ^{Db}	0.39 ^{Db}	0.43 ^{Cb}		
	SEM	0.054	0.046	0.056	0.075	0.041	0.062	0.045	0.048		
Surface hardness (kg)	0 week	0.44 ^{Ab}	0.44 ^{Ab}	0.44 ^{Ac}	0.44 ^A	0.46 ^A	0.46 ^{Aa}	0.46 ^{Aa}	0.46 ^A	0.053	P*M* P*T*M**
	1 week	0.52 ^{ABa}	0.54 ^{Aa}	0.50 ^{ABb}	0.47 ^{ABC}	0.45 ^{BC}	0.40 ^{CDab}	0.33 ^{Dc}	0.48 ^{ABC}		
	2 week	0.48 ^{Bab}	0.38 ^{Dc}	0.61 ^{Aa}	0.43 ^C	0.42 ^C	0.37 ^{Db}	0.38 ^{Db}	0.43 ^C		
	SEM	0.054	0.047	0.056	0.060	0.047	0.064	0.049	0.053		
Cohesiveness (%)	0 week	0.56 ^A	0.56 ^{Aa}	0.56 ^A	0.56 ^A	0.52 ^{Bb}	0.52 ^B	0.52 ^B	0.52 ^{Ba}	0.093	T**, M** P*T*, P*M* T*M*, P*T*M*
	1 week	0.55 ^B	0.55 ^{Bab}	0.53 ^B	0.55 ^B	1.04 ^{Aa}	0.50 ^B	0.51 ^B	0.48 ^{Bab}		
	2 week	0.53 ^B	0.51 ^{BCb}	0.53 ^B	0.50 ^{BC}	0.60 ^{Ab}	0.50 ^{BC}	0.51 ^{BC}	0.46 ^{Cb}		
	SEM	0.060	0.051	0.051	0.046	0.073	0.054	0.055	0.056		
Springness (mm)	0 week	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02 ^c	1.02	1.02	1.02	0.175	P*, T*, M* P*T*, P*M* T*M*, P*T*M*
	1 week	1.00 ^B	1.00 ^B	1.02 ^B	1.00 ^B	2.05 ^{Aa}	1.00 ^B	1.00 ^B	1.01 ^B		
	2 week	1.00 ^B	1.00 ^B	1.00 ^B	1.02 ^B	1.12 ^{Ab}	1.01 ^B	1.03 ^B	1.00 ^B		
	SEM	0.019	0.019	0.051	0.046	0.074	0.047	0.054	0.050		
Gumminess (kg)	0 week	0.24	0.24 ^b	0.24 ^b	0.24 ^b	0.25 ^b	0.25 ^a	0.25 ^a	0.25 ^a	0.054	M**, P*T* T*M*, P*T*M**
	1 week	0.28 ^B	0.29 ^{Ba}	0.27 ^{Bb}	0.29 ^{Ba}	0.47 ^{Aa}	0.20 ^{Cb}	0.17 ^{Cc}	0.23 ^{BCab}		
	2 week	0.25 ^B	0.20 ^{Cc}	0.32 ^{Aa}	0.21 ^{Cb}	0.25 ^{Bb}	0.18 ^{Cb}	0.20 ^{Cb}	0.19 ^{Cb}		
	SEM	0.050	0.045	0.053	0.046	0.051	0.047	0.035	0.048		
Chewiness (kg,mm)	0 week	0.25	0.25 ^b	0.25 ^b	0.25 ^{ab}	0.26 ^b	0.26 ^a	0.26 ^a	0.26 ^a	0.130	T*, M* P*T*, T*M* P*T*M**
	1 week	0.28 ^{BC}	0.29 ^{Ba}	0.27 ^{BCb}	0.29 ^{BCa}	0.97 ^{Aa}	0.20 ^{CDb}	0.17 ^{Dc}	0.23 ^{BCDab}		
	2 week	0.25 ^B	0.20 ^{Cc}	0.32 ^{Aa}	0.21 ^{Cb}	0.29 ^{ABb}	0.19 ^{Cb}	0.20 ^{Cb}	0.19 ^{Cb}		
	SEM	0.051	0.046	0.047	0.049	0.073	0.048	0.040	0.049		
Adhesiveness (kgf)	0 week	0.06	0.06 ^b	0.06 ^b	0.06	0.09	0.09	0.09 ^a	0.09	0.019	
	1 week	0.08 ^B	0.09 ^{Ba}	0.11 ^{Aa}	0.08 ^B	0.07 ^{BC}	0.08 ^B	0.05 ^{Cb}	0.08 ^B		
	2 week	0.08 ^A	0.07 ^{ABb}	0.08 ^{Aab}	0.07 ^{AB}	0.07 ^{AB}	0.06 ^B	0.07 ^{ABab}	0.07 ^{AB}		
	SEM	0.039	0.033	0.041	0.036	0.043	0.046	0.045	0.045		

^{A-C} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-b} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 신선육 관능검사 변화를 측정된 결과는 Table 13과 같다.

육색, 향, 이취, 드립, 탄력성 및 전체적인 기호도 모두 흑백 간, 숙성온도 간 및 숙성방법 간에 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 육색, 향, 이취, 드립, 탄력성 및 전체적인 기호도 모두 감소하였다.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 가열육 관능검사 변화를 측정된 결과는 Table 14과 같다.

육색은 흑백 간에 백색(7.73)보다 흑색(7.42)이 낮았으나, 숙성온도 및 숙성방법 간에는 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 감소하였다. 향은 흑백 간에 백색(7.53)보다 흑색(7.32)이 낮았으나, 숙성온도 및 숙성방법 간에는 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 차이가 없었다. 이취는 흑백 간에 백색(7.32)보다 흑색(7.53)이 높았으나, 숙성온도 및 숙성방법 간에는 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 차이가 없었다. 맛, 다즙성, 씹힘성 및 전체적 기호도는 흑백 간, 숙성온도 간 및 숙성방법 간 모두 차이를 보이지 않았다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 맛, 다즙성, 씹힘성 및 전체적 기호도 모두 감소하였다.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 화학적 변화와 미생물을 측정된 결과는 Table 15과 같다.

포장로스(purge loss)는 흑색돈과 백색돈 간에, 숙성온도 및 숙성방법 간에 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 흑백 및 숙성온도와 무관하게 숙성방법 중 걸기는 높고 염액 침지법은 감소하였다.

지방산패도(TBARS)는 흑백 간에 백색(0.22)보다 흑색(0.28)이 높았으며, 숙성온도 간에는 0℃(0.27)보다 9℃(0.23)가 낮았으며, 숙성방법 간 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 1주차까지 높아졌다가 2주차에 다시 낮아졌다.

휘발성염기태질소화합물(VBN)은 흑백 간과 숙성방법 간에는 차이가 없었으나, 숙성온도 간에는 0℃(6.65)보다 9℃(7.95)가 높았다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 증가하였다.

총균수(TPC)는 흑백 간에 백색(3.95)보다 흑색(3.73)이 낮았으며, 숙성온도와 숙성방법 간에는 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 증가하였다. 대장균군(*Coliform*)은 흑백 간, 숙성온도 간 및 숙성방법 간에 차이가 없었다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 길어질수록 증가하였다.

Table 13. Sensory evaluation¹⁾ of fresh meat

Pork		Berkshire				LYD				SEM	P-value
Temperature(°C)		0		9		0		9			
Aging method		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
Color	0 week	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	1.019	
	1 week	7.36 ^{BCb}	7.71 ^{ABab}	7.64 ^{ABa}	8.00 ^{Aa}	7.21 ^{BCb}	6.79 ^{Cb}	7.07 ^{Cb}	6.93 ^{Cb}		
	2 week	6.17 ^{CDc}	7.17 ^{ABb}	4.50 ^{Eb}	6.67 ^{BCb}	7.58 ^{Aab}	6.25 ^{CDb}	5.58 ^{Dc}	6.75 ^{BCb}		
	SEM	0.107	0.108	0.108	0.103	0.112	0.108	0.115	0.111		
Aroma	0 week	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	1.244	
	1 week	7.29 ^{ABCa}	7.14 ^{ABCb}	7.57 ^{Aa}	7.36 ^{ABa}	7.29 ^{ABCa}	6.71 ^{Cb}	7.14 ^{ABCb}	6.86 ^{BCb}		
	2 week	6.25 ^{Ab}	6.08 ^{Ac}	4.33 ^{Db}	5.25 ^{BCb}	5.00 ^{BCDb}	5.58 ^{ABc}	4.67 ^{CDc}	5.08 ^{BCDc}		
	SEM	0.100	0.102	0.092	0.106	0.111	0.110	0.105	0.099		
Off-flavor	0 week	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	1.349	
	1 week	7.00 ^{Ab}	7.07 ^{Aa}	7.29 ^{Ab}	7.21 ^{Aa}	7.29 ^{Aa}	6.29 ^{Bb}	6.93 ^{Ab}	7.00 ^{Ab}		
	2 week	6.00 ^{Ac}	5.75 ^{ABb}	4.17 ^{Dc}	4.75 ^{CDb}	4.83 ^{CDb}	5.17 ^{BCc}	4.33 ^{Dc}	4.50 ^{CDc}		
	SEM	0.102	0.112	0.090	0.113	0.106	0.111	0.102	0.088		
Drip	0 week	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	0.659	
	1 week	7.64 ^a	7.79 ^a	7.29 ^b	7.57 ^a	7.71 ^a	7.57 ^a	7.36 ^{ab}	7.64 ^a		
	2 week	6.75 ^b	6.58 ^b	6.83 ^b	6.58 ^b	6.58 ^b	6.67 ^b	6.83 ^b	7.00 ^b		
	SEM	0.093	0.102	0.093	0.101	0.099	0.099	0.097	0.090		
Springiness	0 week	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	8.07 ^a	1.151	
	1 week	7.21 ^{ABb}	6.79 ^{ABb}	7.43 ^{Ab}	6.71 ^{Bb}	7.29 ^{ABb}	7.00 ^{ABb}	7.43 ^{Ab}	7.00 ^{ABb}		
	2 week	5.92 ^{Ac}	5.92 ^{Ac}	4.67 ^{Bc}	6.33 ^{Ab}	6.08 ^{Ac}	5.75 ^{Ac}	4.75 ^{Bc}	6.33 ^{Ac}		
	SEM	0.109	0.095	0.101	0.108	0.114	0.106	0.101	0.097		
Overall acceptability	0 week	8.21 ^a	8.21 ^a	8.21 ^a	8.21 ^a	8.21 ^a	8.21 ^a	8.21 ^a	8.21 ^a	1.429	
	1 week	7.36 ^{ABb}	7.71 ^{Aa}	7.29 ^{ABb}	7.29 ^{ABb}	7.43 ^{ABb}	7.21 ^{Bb}	7.50 ^{ABb}	7.36 ^{ABb}		
	2 week	5.83 ^{Ac}	5.58 ^{ABb}	4.25 ^{Dc}	4.83 ^{BCDc}	5.08 ^{ABCc}	5.25 ^{ABCc}	4.50 ^{CDc}	5.58 ^{ABc}		
	SEM	0.103	0.106	0.098	0.109	0.107	0.106	0.102	0.105		

¹⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=very poor or unpalatable, 9=very good or palatable

^{A-D} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

Table 14. Sensory evaluation¹⁾ of cooked meat

Pork		Berkshire				LYD				SEM	P-value
Temperature(°C)		0		9		0		9			
Aging method		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
Color	0 week	7.50 ^{ab}	7.50 ^{ab}	7.50	7.50	8.00	8.00	8.00 ^a	8.00 ^a	0.558	P ^{***}
	1 week	7.79 ^{ABa}	7.79 ^{ABa}	7.36 ^B	7.36 ^B	7.64 ^{AB}	7.50 ^{AB}	7.36 ^{Bb}	8.00 ^{Ab}		
	2 week	7.00 ^{Bb}	7.07 ^{ABb}	7.50 ^{AB}	7.21 ^{AB}	7.43 ^{AB}	7.79 ^{AB}	7.86 ^{Aa}	7.14 ^{ABb}		
	SEM	0.106	0.104	0.106	0.108	0.103	0.103	0.079	0.106		
Aroma	0 week	7.50	7.50 ^a	7.50	7.50	7.71	7.71	7.71	7.71 ^{Aa}	0.530	P [*]
	1 week	7.43	7.43 ^a	7.43	7.36	7.43	7.43	7.64	7.21 ^{Ab}		
	2 week	7.14 ^{AB}	6.71 ^{Bb}	7.43 ^{AB}	7.00 ^{AB}	7.29 ^{AB}	7.64 ^A	7.43 ^{AB}	7.43 ^{ABab}		
	SEM	0.110	0.110	0.091	0.113	0.108	0.095	0.091	0.092		
Flavor	0 week	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79	7.79 ^a	0.659	
	1 week	7.36 ^b	7.14 ^b	7.50 ^a	7.57	7.71 ^a	7.64 ^a	7.29	7.43 ^{ab}		
	2 week	7.50 ^{Aab}	7.64 ^{Aa}	6.57 ^{Cb}	7.36 ^{AB}	6.57 ^{Cb}	6.79 ^{BCb}	7.36 ^{AB}	6.79 ^{BCb}		
	SEM	0.097	0.097	0.108	0.110	0.112	0.117	0.110	0.109		
Off-flavor	0 week	7.71	7.71	7.71	7.71	7.57	7.57	7.57 ^a	7.57 ^a	0.593	P [*]
	1 week	7.50	7.50	7.50	7.43	7.36	7.29	7.36 ^{ab}	7.14 ^{ab}		
	2 week	7.36	7.21	7.50	7.50	7.21	7.00	7.29 ^a	6.86 ^b		
	SEM	0.107	0.107	0.098	0.113	0.111	0.117	0.109	0.106		
Juiciness	0 week	8.21 ^a	8.21 ^a	8.21 ^a	8.21 ^a	7.93 ^a	7.93 ^a	7.93 ^a	7.93 ^a	0.652	
	1 week	7.57 ^{ABCb}	7.21 ^{Cb}	7.86 ^{Aa}	7.71 ^{ABb}	7.71 ^{ABa}	7.71 ^{ABa}	7.79 ^{Aa}	7.29 ^{BCb}		
	2 week	7.36 ^{Ab}	7.14 ^{Ab}	6.50 ^{Bb}	7.36 ^{Ab}	6.86 ^{ABb}	6.79 ^{ABb}	6.79 ^{ABb}	7.21 ^{Ab}		
	SEM	0.087	0.090	0.094	0.090	0.096	0.107	0.109	0.088		
Chewiness	0 week	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	7.86 ^a	8.00 ^a	8.00 ^a	8.00 ^a	8.00 ^a	0.719	
	1 week	7.57 ^{BCab}	7.21 ^{Cb}	7.86 ^{ABa}	7.86 ^{ABa}	8.07 ^{Aa}	8.07 ^{Aa}	7.57 ^{BCab}	7.64 ^{ABCa}		
	2 week	7.29 ^{ABb}	7.50 ^{Aab}	6.43 ^{Cb}	7.07 ^{ABb}	6.43 ^{Cb}	7.14 ^{ABb}	7.00 ^{ABCb}	6.71 ^{BCb}		
	SEM	0.091	0.087	0.096	0.088	0.114	0.111	0.114	0.119		
Overall acceptability	0 week	7.93 ^a	7.93 ^a	7.93 ^a	7.93 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	7.79 ^a	0.653	
	1 week	7.43 ^{ab}	7.29 ^b	7.57 ^a	7.71 ^{ab}	7.64 ^a	7.71 ^a	7.50 ^{ab}	7.50 ^a		
	2 week	7.36 ^{Ab}	6.86 ^{ABb}	6.64 ^{ABb}	7.21 ^{ABb}	6.79 ^{ABb}	6.50 ^{Bb}	7.14 ^{ABb}	6.86 ^{ABb}		
	SEM	0.191	0.193	0.194	0.193	0.113	0.110	0.097	0.093		

¹⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=very poor or unpalatable, 9=very good or palatable. ^{A-C} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a-b} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 15. Meat quality and microorganisms

Pork		Berkshire				LYD				SEM	P-value
Temperature(°C)		0		9		0		9			
Aging method		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
Purge loss (%)	0 week	2.637	P***
	1 week	7.47 ^{Cb}	8.87 ^{Ba}	8.97 ^{Bb}	15.44 ^{Aa}	4.7 ^{Da}	7.91 ^{Ca}	4.55 ^{Db}	7.64 ^{Ca}		
	2 week	10.21 ^{Aa}	6.12 ^{Db}	9.32 ^{Ba}	5.5 ^{Eb}	1.28 ^{Hb}	3.1 ^{Gb}	7.98 ^{Ca}	5.28 ^{Fb}		
	SEM	0.091	0.080	0.091	0.248	0.101	0.090	0.116	0.084		
TBARS (mg MA/kg)	0 week	0.22 ^{Ac}	0.22 ^{Ac}	0.22 ^A	0.22 ^{Ab}	0.14 ^{Bc}	0.14 ^{Bc}	0.14 ^{Bc}	0.14 ^{Bc}	0.074	P*** T* P*T*
	1 week	0.49 ^{Aa}	0.43 ^{Ba}	0.28 ^{CD}	0.26 ^{Da}	0.26 ^{Da}	0.32 ^{Ca}	0.28 ^{CDa}	0.28 ^{CDa}		
	2 week	0.27 ^{Bb}	0.31 ^{Ab}	0.24 ^C	0.27 ^{Ba}	0.22 ^{Db}	0.26 ^{Bb}	0.26 ^{Bb}	0.21 ^{Db}		
	SEM	0.032	0.038	0.061	0.025	0.019	0.023	0.019	0.027		
VBN (mg%)	0 week	6.11 ^c	6.11 ^b	6.11 ^c	6.11 ^c	6.11 ^c	6.11 ^c	6.11 ^c	6.11 ^c	1.359	T***
	1 week	6.35 ^{Cb}	6.21 ^{Cb}	7.65 ^{Ab}	7.65 ^{Ab}	6.16 ^{Cb}	6.67 ^{Bb}	7.47 ^{Ab}	7.42 ^{Ab}		
	2 week	7.61 ^{Ca}	7.47 ^{Ca}	9.8 ^{Aa}	9.99 ^{Aa}	7.47 ^{Ca}	7.47 ^{Ba}	10.41 ^{Aa}	10.55 ^{Aa}		
	SEM	0.095	0.113	0.108	0.113	0.113	0.148	0.134	0.121		
TPC (log ₁₀ CFU)	0 week	3.79 ^{Aa}	3.79 ^{Aa}	3.79 ^{Ab}	3.79 ^{Ab}	3.53 ^{Bb}	3.53 ^{Bc}	3.53 ^{Bb}	3.53 ^{Bb}	0.371	P*
	1 week	3.57 ^{Ec}	3.24 ^{Fb}	4.38 ^{Ba}	4.10 ^{Ca}	4.35 ^{Ba}	3.93 ^{Da}	4.78 ^{Aa}	4.07 ^{Ca}		
	2 week	3.7 ^{Db}	3.87 ^{Ca}	3.09 ^{Ec}	3.7 ^{Db}	3.95 ^{BCa}	4.04 ^{Bb}	3.99 ^{BCa}	4.22 ^{Aa}		
	SEM	0.054	0.064	0.090	0.078	0.085	0.079	0.080	0.077		
<i>Coliform</i> (log ₁₀ CFU)	0 week	0 ^c	0 ^b	0 ^c	0 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	1.738	
	1 week	2.88 ^a	2.95 ^a	4.17 ^a	3.16 ^{ab}	3.46 ^b	2.54 ^b	2.9 ^b	2.6 ^b		
	2 week	2.6 ^{Cb}	2.88 ^{Ba}	3.58 ^{Ab}	3.55 ^{Aa}	3.54 ^{Aa}	3.69 ^{Aa}	3.57 ^{Aa}	3.57 ^{Aa}		
	SEM	0.097	0.094	0.048	0.384	0.024	0.086	0.068	0.048		

^{A-F} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 지방산 조성 변화를 측정 한 결과는 Table 16, 17과 같다.

백색돈과 흑색돈 삼겹살 전체 지방산 조성을 보면 UFA/SFA(1.53%), MUFA/SFA(1.21%), PUFA/SFA(0.31%), n3/n6(0.52%) 비율이었으며, 주요 지방산은 이어 C18:1(44.91%), C16:0(25.68%), C18:2(11.89%), C18:0(11.82%), C16:1(2.94%), C14:0(1.61%)로 6개 주요 지방산이 차지하는 비율이 98.85%나 되었다.

0주차에 C12:0, C14:0, C14:1, C16:0, C16:1, C17:0, C17:1, C18:1, SFA, MUFA, MUFA/SFA, n3/n6는 백색보다 흑색이 낮았으며, 특히 C17:1은 전 저장기간 동안, C18:1은 0과 2주차에 백색보다 흑색이 낮았다. 반면에 0주차에 C18:2, C20:2(n6), C20:3(n3), UFA, PUFA, EFA, UFA/SFA, PUFA/SFA는 백색보다 흑색이 높아 주로 건강에 좋은 불포화지방산이 백색보다 흑색이 높은 결과였다. 숙성기간 간에는 숙성기간이 증가할수록 백색의 경우 C14:0만 증가하였다. 숙성온도 간과 숙성온도에 따른 숙성기간 간에도 차이가 없었다.

숙성방법 간에는 C14:0 경우 2주차에만 건식 걸기법보다 염액 침지법이 낮게 나타났다. C14:0 경우 두 숙성방법 모두 숙성기간이 증가할수록 증가하였으며, C16:1은 건식 걸기법에서 숙성기간이 증가할수록 증가하였으며, C20:0과 C20:3(n3)는 반대로 감소하였다.

Table 16. Ranking of fatty acid composition

Rank	Fatty acid	Total average	Rank	Fatty acid	Total average
1	C18:1	44.91	12	C17:0	0.07
2	C16:0	25.68	13	C14:1	0.03
3	C18:2	11.89	14	UFA	60.39
4	C18:0	11.82	15	MUFA	47.95
5	C16:1	2.94	16	PUFA	12.41
6	C14:0	1.61	17	EFA	11.89
7	C20:2 (n6)	0.42	18	SFA	39.63
8	C20:0	0.29	19	UFA/SFA	1.53
9	C12:0	0.15	20	MUFA/SFA	1.21
10	C17:1	0.10	21	PUFA/SFA	0.31
11	C20:3 (n3)	0.09	22	n3/n6	0.52

Table 17. Fatty acid composition

Fatty acid	Weeks	Pork		Temperature (°C)		Aging method	
		Berkshire	LYD	0	9	Dry	Wet
C12:0	0	0.11±0.00 ^B	0.14±0.00 ^A	0.13±0.02	0.13±0.02	0.13±0.02	0.13±0.02
	1	0.13±0.03	0.18±0.05	0.15±0.04	0.16±0.06	0.17±0.06	0.15±0.03
	2	0.15±0.05	0.18±0.05	0.19±0.06	0.15±0.03	0.19±0.05	0.14±0.04
C14:0	0	1.35±0.00 ^B	1.60±0.00 ^{Ab}	1.48±0.14	1.48±0.14	1.48±0.14 ^b	1.48±0.14 ^a
	1	1.58±0.21	1.76±0.12 ^a	1.66±0.24	1.67±0.15	1.67±0.24 ^{ab}	1.66±0.16 ^a
	2	1.66±0.26	1.75±0.05 ^a	1.70±0.23	1.70±0.15	1.82±0.07 ^{Aa}	1.58±0.18 ^B
C14:1	0	0.02±0.00 ^B	0.03±0.00 ^A	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01
	1	0.04±0.02	0.03±0.02	0.03±0.01	0.03±0.03	0.03±0.03	0.03±0.01
	2	0.03±0.02	0.07±0.08	0.03±0.01	0.07±0.08	0.03±0.02	0.07±0.08
C16:0	0	24.84±0.00 ^B	25.93±0.00 ^A	25.39±0.63	25.39±0.63	25.39±0.63	25.39±0.63
	1	25.73±0.95	26.12±0.64	25.99±1.11	25.87±0.40	25.81±1.02	26.05±0.57
	2	25.65±0.94	25.83±0.34	25.44±0.81	26.04±0.35	26.07±0.44	25.41±0.73
C16:1	0	2.51±0.00 ^B	3.16±0.00 ^A	2.84±0.38	2.84±0.38	2.84±0.38 ^{ab}	2.84±0.38
	1	2.78±0.52	3.04±0.37	3.17±0.48	2.65±0.21	2.70±0.24 ^b	3.12±0.52
	2	2.93±0.41	3.20±0.31	2.96±0.30	3.17±0.44	3.23±0.30 ^a	2.90±0.39
C17:0	0	0.04±0.00 ^{Bc}	0.08±0.00 ^A	0.06±0.02	0.06±0.02	0.06±0.02	0.06±0.02 ^b
	1	0.09±0.02 ^a	0.10±0.05	0.11±0.05	0.08±0.03	0.08±0.03	0.11±0.04 ^a
	2	0.06±0.01 ^b	0.07±0.01	0.07±0.01	0.07±0.01	0.07±0.01	0.07±0.01 ^b
C17:1	0	0.07±0.00 ^B	0.13±0.00 ^A	0.10±0.03	0.10±0.03	0.10±0.03	0.10±0.03
	1	0.08±0.02 ^B	0.13±0.02 ^A	0.11±0.03	0.10±0.04	0.10±0.02	0.11±0.04
	2	0.08±0.03 ^B	0.11±0.01 ^A	0.10±0.02	0.09±0.03	0.11±0.01	0.08±0.04

C18:0	0	11.62±0.00 ^B	11.93±0.00 ^A	11.78±0.18	11.78±0.18	11.78±0.18	11.78±0.18
	1	12.10±0.51	11.99±1.01	11.80±0.87	12.29±0.61	11.92±0.54	12.17±0.97
	2	11.94±0.63	11.37±0.27	11.56±0.51	11.75±0.63	11.83±0.53	11.48±0.57
C18:1	0	43.89±0.00 ^B	45.55±0.00 ^A	44.72±0.96	44.72±0.96	44.72±0.96	44.72±0.96
	1	43.85±1.46	45.18±2.43	45.06±1.91	43.97±2.19	44.10±2.17	44.93±2.01
	2	44.67±1.26 ^B	46.35±0.39 ^A	45.75±1.25	45.27±1.38	46.14±0.55	44.87±1.50
C18:2	0	14.63±0.00 ^A	10.67±0.00 ^B	12.65±2.29	12.65±2.29	12.65±2.29	12.65±2.29
	1	12.77±2.84	10.93±1.03	11.36±2.69	12.34±1.87	12.72±2.26	10.98±2.06
	2	12.02±3.00	10.35±0.25	11.44±2.69	10.93±1.86	9.83±0.38	12.55±2.41
C20:0	0	0.30±0.00	0.30±0.00	0.30±0.00	0.30±0.00	0.30±0.00 ^a	0.30±0.00
	1	0.31±0.03	0.29±0.05	0.29±0.02	0.30±0.05	0.28±0.04 ^{ab}	0.31±0.03
	2	0.29±0.05	0.26±0.02	0.27±0.04	0.29±0.03	0.26±0.02 ^b	0.30±0.04
C20:2 (n6)	0	0.54±0.00 ^A	0.42±0.00 ^B	0.48±0.07	0.48±0.07	0.48±0.07	0.48±0.07
	1	0.49±0.10	0.23±0.24	0.23±0.25	0.48±0.06	0.38±0.25	0.33±0.22
	2	0.46±0.10	0.41±0.02	0.44±0.08	0.42±0.08	0.39±0.02	0.48±0.09
C20:3 (n3)	0	0.10±0.00 ^A	0.09±0.00 ^B	0.10±0.01	0.10±0.01	0.10±0.01 ^a	0.10±0.01
	1	0.10±0.01	0.09±0.02	0.09±0.01	0.10±0.01	0.09±0.01 ^{ab}	0.10±0.01
	2	0.10±0.01	0.08±0.01	0.09±0.02	0.09±0.01	0.08±0.01 ^b	0.10±0.01
SFA ¹⁾	0	38.26±0.00 ^B	39.98±0.00 ^A	39.12±0.99	39.12±0.99	39.12±0.99	39.12±0.99
	1	39.94±1.66	40.43±1.60	40.00±2.11	40.37±0.96	39.92±1.77	40.44±1.46
	2	39.74±1.76	39.46±0.12	39.21±1.49	39.99±0.74	40.23±0.82	38.97±1.20
UFA ¹⁾	0	61.76±0.00 ^A	60.05±0.00 ^B	60.91±0.99	60.91±0.99	60.91±0.99	60.91±0.99
	1	60.09±1.65	59.61±1.61	60.04±2.11	59.66±0.95	60.10±1.77	59.59±1.47
	2	60.28±1.76	60.56±0.12	60.81±1.49	60.03±0.74	59.79±0.82	61.05±1.20
MUFA ¹⁾	0	46.47±0.00 ^B	48.84±0.00 ^A	47.66±1.37	47.66±1.37	47.66±1.37	47.66±1.37
	1	46.71±1.96	48.34±2.66	48.33±2.33	46.71±2.35	46.89±2.31	48.16±2.51
	2	47.68±1.69	49.65±0.22	48.80±1.43	48.53±1.85	49.47±0.42	47.86±1.90

PUFA ¹⁾	0	15.27±0.00 ^A	11.18±0.00 ^B	13.23±2.36	13.23±2.36	13.23±2.36	13.23±2.36
	1	13.35±2.94	11.24±1.07	11.68±2.83	12.91±1.93	13.19±2.39	11.40±2.21
	2	12.57±3.11	10.84±0.26	11.97±2.78	11.44±1.95	10.29±0.40	13.12±2.50
EFA ¹⁾	0	14.63±0.00 ^A	10.67±0.00 ^B	12.65±2.29	12.65±2.29	12.65±2.29	12.65±2.29
	1	12.77±2.84	10.93±1.03	11.36±2.69	12.34±1.87	12.72±2.26	10.98±2.06
	2	12.02±3.00	10.35±0.25	11.44±2.69	10.93±1.86	9.83±0.38	12.55±2.41
UFA/SFA	0	1.61±0.00 ^A	1.50±0.00 ^B	1.56±0.06	1.56±0.06	1.56±0.06	1.56±0.06
	1	1.51±0.11	1.48±0.10	1.51±0.13	1.48±0.06	1.51±0.11	1.48±0.09
	2	1.52±0.12	1.54±0.01	1.56±0.10	1.50±0.04	1.49±0.05	1.57±0.08
MUFA/SFA	0	1.21±0.00 ^B	1.22±0.00 ^A	1.22±0.01	1.22±0.01	1.22±0.01	1.22±0.01
	1	1.17±0.06	1.20±0.11	1.21±0.09	1.16±0.08	1.18±0.09	1.19±0.09
	2	1.20±0.04 ^B	1.26±0.01 ^A	1.25±0.02	1.21±0.05	1.23±0.04	1.23±0.05
PUFA/SFA	0	0.40±0.00 ^A	0.28±0.00 ^B	0.34±0.07	0.34±0.07	0.34±0.07	0.34±0.07
	1	0.34±0.08	0.28±0.02	0.29±0.08	0.32±0.05	0.33±0.07	0.28±0.06
	2	0.32±0.09	0.28±0.01	0.31±0.09	0.29±0.05	0.26±0.02	0.34±0.07
n3/n6	0	0.18±0.00 ^B	0.22±0.00 ^A	0.20±0.02	0.20±0.02	0.20±0.02	0.20±0.02
	1	0.20±0.04	2.10±2.21	2.10±2.20	0.20±0.03	1.25±2.13	1.05±1.64
	2	0.21±0.03	0.20±0.02	0.20±0.02	0.21±0.03	0.21±0.03	0.20±0.02

¹⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), MUFA (mono unsaturated fatty acid), PUFA (poly unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

^{A-B} Means with different superscripts in the same row and section significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Table 18, 19와 같다.

삼겹살 흑백에 무관하게 전체 유리아미노산 조성을 보면 Car(61.98), Ala(5.61), Tau(5.44), Glu(2.68), Leu(2.23), Gly(2.17), Phe(1.77), Val(1.71), Ans(1.56), Ser(1.46), Thr(1.45%)로 11개 주요 유리아미노산이 차지하는 비율이 88.06%나 되었다.

한편 필수 아미노산(EAA) 12.37%, 단맛 아미노산(STAA) 10.69%, 쓴맛 아미노산(BAA) 8.24%, 맛 아미노산(FAA) 2.68%, 방향족 아미노산(AAA) 2.66% 및 황함유 아미노산(SAA) 1.14%로 구성되어 있었다.

흑백 간에 0주차에 Tau(1주만 해당), PEA, Asp, Glu, Gly, Leu, b-Ala, b-AiBA, g-ABA, Ans, Car, FAA는 백색보다 흑색이 높았으며, Tau(2주 포함), Thr, Ser, a-AAA, Ala(1, 2주 포함), Cit, a-ABA, Val, Tyr, Phe, b-Ala(2주만 해당), NH₃, Hylys, Orn, Lys, His, Arg, EAA, STAA, AAA, BAA는 백색보다 흑색이 낮았다.

흑색의 경우 숙성기간 증가로 Urea, Thr, Ser, AspNH₂, Glu, a-AAA, Ala, Cit, Val, Cys, Met, Ile, Leu, Phe, g-ABA, His, EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA는 증가하였으며, Tau, PEA, Asp, b-Ala, b-AiBA, Car는 감소하였다.

백색의 경우 숙성기간 증가로 Urea, Thr, Ser, AspNH₂, Glu, Gly, Ala, Cit, Val, Cys, Met, Ile, Leu, Phe, g-ABA, His, EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA는 증가하였으며, Tau, Asp, a-ABA, b-Ala, Ans, Car는 감소하였다.

숙성온도 간에 0℃ 보다 9℃ 에서 Thr, AspNH₂, Glu, Gly, Val, Leu, Phe, NH₃, Orn, His, STAA는 높았으며, Asp, Tyr, Lys, Car, Arg, FAA, AAA는 낮았다. 0℃의 경우 숙성기간 증가로 Urea, Thr, Ser, AspNH₂, Glu, Cit, Val, Cys, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, g-ABA, Lys, His, Arg, EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA는 증가하였고, Asp, a-AAA, b-Ala, b-AiBA, NH₃, Car는 감소하였다. 9℃의 경우 숙성기간 증가로 Urea, Thr, Ser, AspNH₂, Glu, Gly, Ala, Cit, Val, Cys, Met, Ile, Leu, Phe, Orn, His, EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA는 증가하였고, Tau, Asp, Tyr, b-Ala, b-AiBA, Lys, Ans, Car는 감소하였다.

숙성방법 간에 건식 걸기법보다 염액 침지법이 EOHNH₂, Car, FAA는 낮았다. 건식 걸기법의 경우 숙성기간 증가로 Urea, Thr, Ser, AspNH₂, Glu, Gly, Ala, Cit, Val, Cys, Met, Ile, Leu, Phe, His, EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA는 증가하였고, Tau, Asp, b-Ala, b-AiBA, Hylys, Ans, Car는 감소하였다. 염액 침지법의 경우 숙성기간 증가로 Urea, Thr, Ser, AspNH₂, Glu, Gly, Ala, Cit, Val, Cys, Met, Ile, Leu, Phe, g-ABA, His, Arg, EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA는 증가하였고, Asp, b-Ala, b-AiBA, Car는 감소하였다.

Table 18. Ranking of free amino acids

Rank	Amino acid	Average	Rank	Amino acid	Average	Rank	Amino acid	Average
1	Car	61.98	14	Ile	1.21	27	Hylys	0.19
2	Ala	5.61	15	Urea	1.06	28	a-AAA	0.14
3	Tau	5.44	16	Met	0.94	29	EOH ₂ NH ₂	0.14
4	Glu	2.68	17	Tyr	0.89	30	PEA	0.13
5	Leu	2.23	18	Asp	0.78	31	g-ABA	0.03
6	Gly	2.17	19	b-Ala	0.76	32	a-ABA	0.02
7	Phe	1.77	20	NH ₃	0.72	33	Sar	0.00
8	Val	1.71	21	Cit	0.57	34	EAA	12.37
9	Ans	1.56	22	AspNH ₂	0.56	35	STAA	10.69
10	Ser	1.46	23	His	0.49	36	BAA	8.24
11	Thr	1.45	24	Orn	0.29	37	FAA	2.68
12	Lys	1.35	25	b-AiBA	0.24	38	AAA	2.66
13	Arg	1.23	26	Cys	0.19	39	SAA	1.14

¹⁾ EAA (essential amino acid : Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine), FAA (flavorous amino acid : Glutamic acid), STAA (sweet taste amino acid : Threonine, Serine, Glycine, Alanine), SAA (sulfur-containing amino acid : Cysteine, Methionine), AAA (aromatic amino acid : Tyrosine, Phenylalanine), BAA (bitter amino acid : Valine, Methionine, Isoleucine, Tyrosine, Phenylalanine, Histidine, Arginine).

Table 19. Composition of free amino acids

Free amino acid	Weeks	Pork		Temperature (°C)		Aging method	
		Berkshire	LYD	0	9	Dry	Wet
Tau	0	5.24±0.00 ^{Ba}	7.86±0.00 ^{Aa}	6.55±1.51	6.55±1.51 ^a	6.55±1.51 ^a	6.55±1.51
	1	4.40±0.89 ^{Aab}	5.94±1.15 ^{Ab}	5.62±1.51	4.73±0.95 ^{ab}	5.00±0.75 ^{ab}	5.34±1.74
	2	3.85±0.82 ^{Bb}	5.32±0.20 ^{Ab}	4.83±0.94	4.34±1.06 ^b	4.44±1.14 ^b	4.74±0.89
PEA	0	0.41±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^B	0.21±0.24	0.21±0.24 ^a	0.21±0.24	0.21±0.24
	1	0.09±0.18 ^b	0.00±0.00	0.09±0.18	0.00±0.00	0.09±0.18	0.00±0.00
	2	0.19±0.11 ^b	0.06±0.07	0.18±0.14	0.08±0.05	0.09±0.13	0.17±0.09
Urea	0	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
	1	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
	2	2.34±0.97 ^a	4.03±1.15 ^a	3.65±1.03 ^a	2.73±1.59 ^a	3.58±1.73 ^a	2.79±0.86 ^a
Asp	0	1.36±0.00 ^{Aa}	1.25±0.00 ^{Ba}	1.31±0.06 ^a	1.31±0.06 ^a	1.31±0.06 ^a	1.31±0.06 ^a
	1	0.63±0.23 ^b	0.72±0.28 ^b	0.86±0.19 ^{Ab}	0.49±0.09 ^{Bb}	0.64±0.26 ^b	0.71±0.25 ^b
	2	0.36±0.16 ^c	0.38±0.31 ^b	0.49±0.20 ^c	0.24±0.20 ^c	0.36±0.08 ^c	0.37±0.34 ^b
Thr	0	0.81±0.00 ^{Bc}	0.99±0.00 ^{Ac}	0.90±0.10 ^c	0.90±0.10 ^c	0.90±0.10 ^c	0.90±0.10 ^c
	1	1.36±0.20 ^b	1.48±0.23 ^b	1.25±0.09 ^{Bb}	1.59±0.14 ^{Ab}	1.42±0.26 ^b	1.42±0.19 ^b
	2	2.01±0.44 ^a	2.03±0.34 ^a	1.71±0.12 ^{Ba}	2.33±0.20 ^{Aa}	2.13±0.43 ^a	1.92±0.31 ^a
Ser	0	0.76±0.00 ^{Bc}	0.84±0.00 ^{Ac}	0.80±0.05 ^c	0.80±0.05 ^c	0.80±0.05 ^c	0.80±0.05 ^c
	1	1.54±0.11 ^b	1.66±0.23 ^b	1.49±0.09 ^b	1.71±0.18 ^b	1.55±0.17 ^b	1.65±0.20 ^b
	2	1.97±0.17 ^a	2.02±0.14 ^a	1.92±0.11 ^a	2.07±0.15 ^a	2.01±0.13 ^a	1.98±0.18 ^a
AspNH ₂	0	0.28±0.00 ^b	0.28±0.00 ^c	0.28±0.00 ^c	0.28±0.00 ^b	0.28±0.00 ^b	0.28±0.00 ^c
	1	0.62±0.09 ^a	0.66±0.09 ^b	0.57±0.06 ^{Bb}	0.71±0.04 ^{Aa}	0.62±0.09 ^a	0.66±0.09 ^b
	2	0.69±0.12 ^a	0.84±0.13 ^a	0.73±0.02 ^a	0.80±0.21 ^a	0.72±0.16 ^a	0.82±0.12 ^a

Glu	0	1.43±0.00 ^{Ac}	1.39±0.00 ^{Bb}	1.41±0.02 ^b	1.41±0.02 ^c	1.41±0.02 ^b	1.41±0.02 ^c
	1	2.85±0.09 ^b	2.44±0.44 ^b	2.47±0.47 ^a	2.82±0.11 ^b	2.70±0.39 ^{ab}	2.58±0.39 ^b
	2	4.22±1.15 ^a	3.79±1.39 ^a	3.01±0.59 ^{Ba}	5.01±0.63 ^{Aa}	4.20±1.64 ^a	3.82±0.78 ^a
α-AAA	0	0.12±0.00 ^{Bb}	0.17±0.00 ^A	0.15±0.03 ^a	0.15±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03 ^b
	1	0.23±0.07 ^a	0.17±0.05	0.20±0.08 ^a	0.20±0.06	0.16±0.03	0.24±0.07 ^a
	2	0.04±0.08 ^b	0.12±0.24	0.00±0.00 ^b	0.16±0.23	0.16±0.23	0.00±0.00 ^c
Gly	0	2.06±0.00 ^A	1.75±0.00 ^{Bb}	1.91±0.18	1.91±0.18 ^b	1.91±0.18 ^b	1.91±0.18 ^b
	1	2.30±0.32	2.17±0.26 ^a	2.04±0.25 ^B	2.44±0.12 ^{Aa}	2.37±0.23 ^a	2.11±0.29 ^{ab}
	2	2.41±0.32	2.33±0.12 ^a	2.20±0.16 ^B	2.54±0.14 ^{Aa}	2.30±0.25 ^a	2.44±0.22 ^a
Ala	0	4.29±0.00 ^{Bb}	5.32±0.00 ^{Ab}	4.81±0.59	4.81±0.59 ^b	4.81±0.59 ^b	4.81±0.59 ^b
	1	5.31±0.42 ^{Ba}	6.39±0.45 ^{Aa}	5.55±0.62	6.15±0.74 ^a	5.98±0.60 ^a	5.72±0.88 ^{ab}
	2	5.67±0.51 ^{Ba}	6.67±0.36 ^{Aa}	5.82±0.68	6.52±0.53 ^a	6.20±0.86 ^a	6.14±0.56 ^a
Cit	0	0.25±0.00 ^{Bc}	0.44±0.00 ^{Ab}	0.35±0.11 ^b	0.35±0.11 ^b	0.35±0.11 ^c	0.35±0.11 ^b
	1	0.54±0.26 ^b	0.47±0.19 ^b	0.52±0.21 ^b	0.50±0.25 ^b	0.63±0.18 ^b	0.39±0.19 ^b
	2	0.88±0.08 ^a	0.85±0.05 ^a	0.83±0.07 ^a	0.90±0.03 ^a	0.90±0.06 ^a	0.83±0.06 ^a
α-ABA	0	0.00±0.00 ^B	0.07±0.00 ^{Aa}	0.04±0.04	0.04±0.04	0.04±0.04	0.04±0.04
	1	0.00±0.00	0.06±0.07 ^{ab}	0.03±0.06	0.03±0.06	0.03±0.06	0.03±0.06
	2	0.00±0.00	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Val	0	0.96±0.00 ^{Bc}	0.97±0.00 ^{Ac}	0.97±0.01 ^c	0.97±0.01 ^c	0.97±0.01 ^c	0.97±0.01 ^c
	1	1.69±0.13 ^b	1.72±0.26 ^b	1.57±0.13 ^{Bb}	1.85±0.12 ^{Ab}	1.71±0.27 ^b	1.70±0.11 ^b
	2	2.50±0.54 ^a	2.42±0.48 ^a	2.07±0.18 ^{Ba}	2.84±0.31 ^{Aa}	2.58±0.62 ^a	2.33±0.32 ^a
Cys	0	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
	1	0.14±0.22 ^b	0.16±0.20 ^{ab}	0.27±0.22 ^{ab}	0.04±0.07 ^b	0.13±0.22 ^b	0.17±0.20 ^{ab}
	2	0.47±0.21 ^a	0.39±0.28 ^a	0.42±0.31 ^a	0.44±0.18 ^a	0.50±0.16 ^a	0.36±0.29 ^a
Met	0	0.40±0.00 ^c	0.40±0.00 ^b	0.40±0.00 ^b	0.40±0.00 ^c	0.40±0.00 ^b	0.40±0.00 ^b
	1	0.96±0.08 ^b	1.04±0.19 ^a	1.03±0.19 ^a	0.96±0.08 ^b	0.93±0.07 ^b	1.07±0.17 ^a
	2	1.62±0.48 ^a	1.26±0.43 ^a	1.20±0.34 ^a	1.68±0.50 ^a	1.65±0.60 ^a	1.23±0.19 ^a

Ile	0	$0.60 \pm 0.00^{\text{Ac}}$	$0.56 \pm 0.00^{\text{Bc}}$	$0.58 \pm 0.02^{\text{c}}$	$0.58 \pm 0.02^{\text{c}}$	$0.58 \pm 0.02^{\text{c}}$	$0.58 \pm 0.02^{\text{c}}$
	1	$1.26 \pm 0.09^{\text{b}}$	$1.17 \pm 0.13^{\text{b}}$	$1.15 \pm 0.13^{\text{b}}$	$1.28 \pm 0.05^{\text{b}}$	$1.18 \pm 0.17^{\text{b}}$	$1.24 \pm 0.04^{\text{b}}$
	2	$2.00 \pm 0.39^{\text{a}}$	$1.69 \pm 0.45^{\text{a}}$	$1.59 \pm 0.30^{\text{a}}$	$2.10 \pm 0.40^{\text{a}}$	$2.01 \pm 0.58^{\text{a}}$	$1.69 \pm 0.13^{\text{a}}$
Leu	0	$1.16 \pm 0.00^{\text{Ac}}$	$1.11 \pm 0.00^{\text{Bc}}$	$1.14 \pm 0.03^{\text{c}}$	$1.14 \pm 0.03^{\text{c}}$	$1.14 \pm 0.03^{\text{c}}$	$1.14 \pm 0.03^{\text{c}}$
	1	$2.35 \pm 0.17^{\text{b}}$	$2.15 \pm 0.27^{\text{b}}$	$2.09 \pm 0.23^{\text{b}}$	$2.41 \pm 0.12^{\text{b}}$	$2.25 \pm 0.32^{\text{b}}$	$2.25 \pm 0.17^{\text{b}}$
	2	$3.47 \pm 0.69^{\text{a}}$	$3.14 \pm 0.75^{\text{a}}$	$2.80 \pm 0.37^{\text{Ba}}$	$3.82 \pm 0.54^{\text{Aa}}$	$3.50 \pm 0.97^{\text{a}}$	$3.12 \pm 0.29^{\text{a}}$
Tyr	0	$0.79 \pm 0.00^{\text{B}}$	$0.83 \pm 0.00^{\text{A}}$	$0.81 \pm 0.02^{\text{b}}$	$0.81 \pm 0.02^{\text{a}}$	0.81 ± 0.02	0.81 ± 0.02
	1	0.89 ± 0.68	0.82 ± 0.41	$1.31 \pm 0.22^{\text{Aa}}$	$0.40 \pm 0.20^{\text{Bb}}$	0.76 ± 0.54	0.96 ± 0.57
	2	1.08 ± 0.70	0.95 ± 0.53	$1.45 \pm 0.37^{\text{Aa}}$	$0.58 \pm 0.35^{\text{Bab}}$	1.25 ± 0.53	0.78 ± 0.58
Phe	0	$1.14 \pm 0.00^{\text{Bc}}$	$1.18 \pm 0.00^{\text{Ab}}$	$1.16 \pm 0.02^{\text{c}}$	$1.16 \pm 0.02^{\text{c}}$	$1.16 \pm 0.02^{\text{c}}$	$1.16 \pm 0.02^{\text{c}}$
	1	$1.78 \pm 0.09^{\text{b}}$	$1.66 \pm 0.22^{\text{b}}$	$1.64 \pm 0.20^{\text{b}}$	$1.80 \pm 0.09^{\text{b}}$	$1.76 \pm 0.13^{\text{b}}$	$1.68 \pm 0.21^{\text{b}}$
	2	$2.42 \pm 0.44^{\text{a}}$	$2.42 \pm 0.49^{\text{a}}$	$2.10 \pm 0.28^{\text{Ba}}$	$2.74 \pm 0.29^{\text{Aa}}$	$2.47 \pm 0.61^{\text{a}}$	$2.38 \pm 0.25^{\text{a}}$
b-Ala	0	$1.10 \pm 0.00^{\text{Aa}}$	$0.99 \pm 0.00^{\text{Ba}}$	$1.05 \pm 0.06^{\text{a}}$	$1.05 \pm 0.06^{\text{a}}$	$1.05 \pm 0.06^{\text{a}}$	$1.05 \pm 0.06^{\text{a}}$
	1	$0.57 \pm 0.30^{\text{b}}$	$0.69 \pm 0.28^{\text{b}}$	$0.45 \pm 0.31^{\text{b}}$	$0.80 \pm 0.04^{\text{ab}}$	$0.74 \pm 0.23^{\text{ab}}$	$0.52 \pm 0.30^{\text{b}}$
	2	$0.40 \pm 0.29^{\text{Bb}}$	$0.80 \pm 0.12^{\text{Aab}}$	$0.52 \pm 0.29^{\text{b}}$	$0.68 \pm 0.33^{\text{b}}$	$0.47 \pm 0.28^{\text{b}}$	$0.73 \pm 0.28^{\text{ab}}$
b-AiBA	0	$0.37 \pm 0.00^{\text{Aa}}$	$0.31 \pm 0.00^{\text{B}}$	$0.34 \pm 0.03^{\text{a}}$	$0.34 \pm 0.03^{\text{a}}$	$0.34 \pm 0.03^{\text{a}}$	$0.34 \pm 0.03^{\text{a}}$
	1	$0.21 \pm 0.07^{\text{b}}$	0.20 ± 0.08	$0.18 \pm 0.09^{\text{b}}$	$0.23 \pm 0.04^{\text{b}}$	$0.23 \pm 0.08^{\text{b}}$	$0.18 \pm 0.07^{\text{b}}$
	2	$0.18 \pm 0.05^{\text{b}}$	0.19 ± 0.14	$0.13 \pm 0.09^{\text{b}}$	$0.24 \pm 0.08^{\text{b}}$	$0.19 \pm 0.05^{\text{b}}$	$0.18 \pm 0.14^{\text{b}}$
g-ABA	0	$0.00 \pm 0.00^{\text{b}}$	$0.00 \pm 0.00^{\text{b}}$	$0.00 \pm 0.00^{\text{b}}$	$0.00 \pm 0.00^{\text{a}}$	0.00 ± 0.00	$0.00 \pm 0.00^{\text{b}}$
	1	$0.02 \pm 0.01^{\text{Aab}}$	$0.01 \pm 0.01^{\text{Ba}}$	$0.01 \pm 0.02^{\text{ab}}$	$0.02 \pm 0.01^{\text{a}}$	0.01 ± 0.01	$0.02 \pm 0.01^{\text{ab}}$
	2	$0.06 \pm 0.04^{\text{a}}$	$0.07 \pm 0.09^{\text{a}}$	$0.05 \pm 0.04^{\text{a}}$	$0.07 \pm 0.09^{\text{a}}$	0.08 ± 0.09	$0.04 \pm 0.03^{\text{a}}$
EOHNH2	0	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.00
	1	0.13 ± 0.07	0.14 ± 0.09	0.17 ± 0.07	0.11 ± 0.08	0.14 ± 0.10	0.13 ± 0.06
	2	0.13 ± 0.11	0.14 ± 0.10	0.17 ± 0.07	0.11 ± 0.13	$0.22 \pm 0.01^{\text{A}}$	$0.06 \pm 0.07^{\text{B}}$
NH3	0	$0.70 \pm 0.00^{\text{B}}$	$0.77 \pm 0.00^{\text{A}}$	$0.74 \pm 0.04^{\text{a}}$	0.74 ± 0.04	0.74 ± 0.04	0.74 ± 0.04
	1	0.69 ± 0.09	0.70 ± 0.04	$0.70 \pm 0.06^{\text{ab}}$	0.70 ± 0.08	0.74 ± 0.05	0.66 ± 0.06
	2	0.72 ± 0.13	0.71 ± 0.11	$0.63 \pm 0.07^{\text{Bb}}$	$0.80 \pm 0.08^{\text{A}}$	0.77 ± 0.11	0.67 ± 0.10

Hyls	0	0.20 ± 0.00^B	0.21 ± 0.00^A	0.21 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.21 ± 0.01^a	0.21 ± 0.01
	1	0.17 ± 0.02	0.18 ± 0.02	0.18 ± 0.01	0.16 ± 0.02	0.18 ± 0.01^b	0.17 ± 0.02
	2	0.14 ± 0.10	0.26 ± 0.09	0.23 ± 0.10	0.17 ± 0.12	0.19 ± 0.02^{ab}	0.21 ± 0.16
Orn	0	0.08 ± 0.00^B	0.14 ± 0.00^A	0.11 ± 0.03	0.11 ± 0.03^b	0.11 ± 0.03	0.11 ± 0.03
	1	0.27 ± 0.24	0.33 ± 0.40	0.12 ± 0.03	0.48 ± 0.37^{ab}	0.43 ± 0.42	0.16 ± 0.04
	2	0.44 ± 0.45	0.51 ± 0.43	0.14 ± 0.01^B	0.82 ± 0.28^{Aa}	0.40 ± 0.36	0.55 ± 0.49
Lys	0	1.09 ± 0.00^B	1.18 ± 0.00^A	1.14 ± 0.05^c	1.14 ± 0.05^{ab}	1.14 ± 0.05	1.14 ± 0.05
	1	1.35 ± 0.64	1.73 ± 0.50	1.78 ± 0.12^b	1.30 ± 0.77^a	1.34 ± 0.67	1.75 ± 0.44
	2	1.25 ± 1.09	1.51 ± 0.97	2.26 ± 0.13^{Aa}	0.50 ± 0.30^{Bb}	1.30 ± 1.13	1.46 ± 0.94
His	0	0.21 ± 0.00^{Bc}	0.26 ± 0.00^{Ab}	0.24 ± 0.03^c	0.24 ± 0.03^c	0.24 ± 0.03^c	0.24 ± 0.03^c
	1	0.53 ± 0.07^b	0.55 ± 0.10^a	0.47 ± 0.02^{Bb}	0.61 ± 0.04^{Ab}	0.55 ± 0.10^b	0.53 ± 0.07^b
	2	0.71 ± 0.15^a	0.69 ± 0.12^a	0.59 ± 0.03^a	0.81 ± 0.07^a	0.74 ± 0.15^a	0.66 ± 0.11^a
Ans	0	2.24 ± 0.00^A	2.08 ± 0.00^{Ba}	2.16 ± 0.09	2.16 ± 0.09^a	2.16 ± 0.09^a	2.16 ± 0.09
	1	1.37 ± 0.92	1.82 ± 0.39^{ab}	1.40 ± 0.98	1.79 ± 0.25^{ab}	1.80 ± 0.27^{ab}	1.39 ± 0.97
	2	0.95 ± 1.11	0.92 ± 1.07^b	1.01 ± 1.17	0.86 ± 1.00^b	0.92 ± 1.07^b	0.95 ± 1.11
Car	0	71.02 ± 0.00^{Aa}	67.63 ± 0.00^{Ba}	69.32 ± 1.96^a	69.32 ± 1.96^a	69.32 ± 1.96^a	69.32 ± 1.96^a
	1	64.32 ± 2.02^b	61.27 ± 2.28^b	63.28 ± 2.50^{Ab}	62.31 ± 2.93^{Ab}	62.70 ± 1.97^{Ab}	62.89 ± 3.40^{Ab}
	2	55.48 ± 2.49^c	52.17 ± 4.48^c	55.39 ± 0.89^c	52.26 ± 5.13^c	52.33 ± 4.87^c	55.32 ± 1.99^c
Arg	0	0.80 ± 0.00^B	0.88 ± 0.00^A	0.84 ± 0.05^c	0.84 ± 0.05	0.84 ± 0.05	0.84 ± 0.05^b
	1	1.45 ± 0.27	1.54 ± 0.43	1.54 ± 0.12^b	1.45 ± 0.49	1.27 ± 0.29	1.72 ± 0.22^a
	2	1.35 ± 0.77	1.34 ± 0.75	1.90 ± 0.07^{Aa}	0.80 ± 0.58^B	1.37 ± 0.72	1.32 ± 0.79^{ab}
EAA	0	7.16 ± 0.00^{Bc}	7.53 ± 0.00^{Ac}	7.35 ± 0.21^c	7.35 ± 0.21^c	7.35 ± 0.21^c	7.35 ± 0.21^c
	1	12.72 ± 0.49^b	13.03 ± 1.31^b	12.51 ± 0.65^b	13.24 ± 1.11^b	12.40 ± 0.47^b	13.35 ± 1.09^b
	2	17.33 ± 2.54^a	16.49 ± 1.53^a	16.21 ± 1.41^a	17.60 ± 2.44^a	17.73 ± 2.58^a	16.08 ± 0.91^a

FAA	0	1.43±0.00 ^{Ac}	1.39±0.00 ^{Bb}	1.41±0.02 ^{Ab}	1.41±0.02 ^{Ac}	1.41±0.02 ^{Ab}	1.41±0.02 ^{Ac}
	1	2.85±0.09 ^{Ab}	2.44±0.44 ^{Ab}	2.47±0.47 ^{Aa}	2.82±0.11 ^{Ab}	2.70±0.39 ^{Aab}	2.58±0.39 ^{Ab}
	2	4.22±1.15 ^{Aa}	3.79±1.39 ^{Aa}	3.01±0.59 ^{Ba}	5.01±0.63 ^{Aa}	4.20±1.64 ^{Aa}	3.82±0.78 ^{Aa}
STAA	0	7.92±0.00 ^{Bc}	8.89±0.00 ^{Ac}	8.41±0.56 ^c	8.41±0.56 ^c	8.41±0.56 ^b	8.41±0.56 ^b
	1	10.51±0.79 ^b	11.70±1.14 ^b	10.33±0.58 ^{Bb}	11.88±0.96 ^{Ab}	11.32±1.05 ^a	10.90±1.29 ^a
	2	12.07±1.25 ^a	13.05±0.88 ^a	11.65±0.75 ^{Ba}	13.46±0.50 ^{Aa}	12.64±1.38 ^a	12.47±1.03 ^a
SAA	0	0.40±0.00 ^c	0.40±0.00 ^b	0.40±0.00 ^b	0.40±0.00 ^c	0.40±0.00 ^c	0.40±0.00 ^{Ab}
	1	1.10±0.25 ^b	1.20±0.38 ^a	1.30±0.37 ^a	1.00±0.15 ^b	1.06±0.25 ^b	1.24±0.36 ^a
	2	2.09±0.50 ^a	1.65±0.66 ^a	1.62±0.61 ^a	2.12±0.53 ^a	2.16±0.61 ^a	1.58±0.47 ^a
AAA	0	1.93±0.00 ^{Bb}	2.01±0.00 ^{Ac}	1.97±0.05 ^b	1.97±0.05 ^b	1.97±0.05 ^b	1.97±0.05 ^b
	1	2.67±0.71 ^{ab}	2.49±0.23 ^b	2.95±0.40 ^{Aa}	2.20±0.20 ^{Bb}	2.52±0.43 ^b	2.63±0.62 ^{ab}
	2	3.50±0.75 ^a	3.37±0.42 ^a	3.55±0.55 ^a	3.32±0.64 ^a	3.72±0.51 ^a	3.15±0.51 ^a
BAA	0	4.90±0.00 ^{Bc}	5.08±0.00 ^{Ac}	4.99±0.10 ^c	4.99±0.10 ^c	4.99±0.10 ^c	4.99±0.10 ^c
	1	8.55±0.71 ^b	8.49±0.62 ^b	8.70±0.65 ^b	8.35±0.62 ^b	8.16±0.28 ^b	8.89±0.68 ^b
	2	11.67±2.31 ^a	10.76±0.98 ^a	10.89±1.25 ^a	11.54±2.24 ^a	12.07±2.06 ^a	10.37±0.83 ^a

^D EAA (essential amino acid : Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine), FAA (flavorous amino acid : Glutamic acid), STAA (sweet taste amino acid : Threonine, Serine, Glycine, Alanine), SAA (sulfur-containing amino acid : Cysteine, Methionine), AAA (aromatic amino acid : Tyrosine, Phenylalanine), BAA (bitter amino acid : Valine, Methionine, Isoleucine, Tyrosine, Phenylalanine, Histidine, Arginine).

^{A-B} Means with different superscripts in the same row and section significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 육의 이화학적 변화 및 품질 특성을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

흑백 간에 pH, 육색(적색도, 채도), 지방(명도, 황색도, 채도), 경도 및 표면경도, 가열육 관능평가(이취), 지방산패도, 지방산(UFA, PUFA, EFA, UFA/SFA, PUFA/SFA), 유리아미노산(FAA)은 백색보다 흑색이 높은 반면 지방의 백색도, 탄력성, 가열육 관능평가(육색, 향), 총균수, 지방산(SFA, MUFA, MUFA/SFA, n3/n6), 유리아미노산(EAA, STAA, AAA, BAA)은 낮았으며, 수분함량, 보수력, 드립로스, 유수분리율, 육(명도, 황색도, 백색도, 색상), 지방(적색도, 색상), 응집성, 검성, 씹힘성, 부착성, 신선육 관능평가(육색, 향, 이취, 드립, 탄력성 및 전체적인 기호도), 가열육 관능평가(맛, 다즙성, 씹힘성 및 전체적 기호도), 포장로스, 휘발성염기태질소화합물, 대장균군은 차이가 없었다.

숙성온도 간에 pH, 응집성, 탄력성, 씹힘성, 지방산패도, 유리아미노산(FAA, AAA)은 0℃보다 9℃가 낮은 반면 휘발성염기태질소화합물, 유리아미노산(STAA)은 높았으며, 수분함량, 보수력, 드립로스, 유수분리율, 육(명도, 황색도, 백색도, 색상), 지방(적색도, 색상), 경도, 표면경도, 검성, 부착성, 신선육 관능평가(육색, 향, 이취, 드립, 탄력성 및 전체적인 기호도), 가열육 관능평가(육색, 향, 이취), 가열육 관능평가(맛, 다즙성, 씹힘성 및 전체적 기호도), 포장로스, 총균수, 대장균군은 차이가 없었다.

숙성방법 간에 수분함량은 건식 걸기법보다 염액 침지법이 높게 나타났으나, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성, 유리아미노산(FAA)은 낮게 나타났으며, pH, 보수력, 드립로스, 유수분리율, 육(명도, 황색도, 백색도, 색상), 경도 및 표면경도, 부착성, 신선육 관능평가(육색, 향, 이취, 드립, 탄력성 및 전체적인 기호도), 가열육 관능평가(육색, 향, 이취), 가열육 관능평가(맛, 다즙성, 씹힘성 및 전체적 기호도), 포장로스, 지방산패도, 휘발성염기태질소화합물, 총균수, 대장균군은 차이가 없었다.

숙성기간 간에 숙성기간이 길어질수록 pH, 수분함량, 드립로스, 육(적색도, 채도), 지방(적색도, 색상), 지방(명도, 황색도, 채도), 경도 및 표면경도, 검성, 씹힘성, 신선육 관능평가(육색, 향, 이취, 드립, 탄력성 및 전체적인 기호도), 가열육 관능평가(육색, 맛, 다즙성, 씹힘성 및 전체적 기호도)은 감소하였고, 보수력, 지방산패도는 1주차에 증가했다가 2주차에 다시 감소하였으며, 유수분리율, 육(명도, 황색도, 백색도, 색상, 지방(백색도), 휘발성염기태질소화합물, 총균수, 대장균군, 유리아미노산(EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA)는 증가하였다. 응집성, 탄력성, 부착성, 가열육 관능평가(향, 육색, 이취)는 차이가 없었다.

흑색돈(Berkshire) 및 백색돈(LYD)의 삼겹살 부위를 진공포장한 후 0 및 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 육의 이화학적 변화 및 품질 특성을 분석한 결과를 요약하자면 흑백 간에 백색보다 흑색이 pH, 육의 적색도, 지방의 명도, 경도, 가열육 이취, 불포화지방산, 맛 아미노산 높고, 총균수 적은 장점인 반면 지방 황색도, 지방산패도는 높고 탄력성, 가열육 관능평가(육색, 향)이 낮은 단점을 나타내었다. 숙성온도 간에 0℃보다 9℃가 지방산패도는 낮은 장점인 반면 pH, 조직감이 낮고 휘발성염기태질소화합물이 높은 단점을 나타내었다. 숙성방법 간에 건식 걸기법보다 염액 침지법이 수분함량은 높은 장점인 반면 조직감이 낮은 단점을 나타내었다. 숙성기간 간에 숙성기간이 길어질수록 pH, 수분함량, 육색, 지방 명도, 조직감, 신선육 및 가열육 관능평가가 감소하는 단점인 반면 드립로스 및 지방 황색도가 감소하는 장점을 나타내었다.

특히 유리아미노산은 흑백 간에 백색보다 흑색이 Car 3.25% 높고, Tau 1.88%, Ala 1.03%, STAA 1.05% 낮음, 0보다 9°C가 Car 9.56%, Ala 1.03%, STAA 2.37% 높고, Arg 11.52%, PEA 1.37%, EAA 14.7%, SAA 1.35% 낮았으며, 숙성방법 간 차이는 없었다. 숙성기간 증가로 Urea 3.19%, Glu 2.6%, Leu 2.17%, Val 1.49%, Ala 1.37%, Ile 및 Phe 1.26%, EAA 9.56%, BAA 6.22%, STAA 4.15%, FAA 2.6% 증가하고, Car 15.5%, Tau 1.97%, Asp 0.94%는 감소하였다.

결론적으로 삼겹살의 최적 숙성조건으로 백색돈, 숙성온도(0°C), 숙성방법(건식 걸기법), 숙성기간(1주) 적절한 결과였다.

다. 연구 결과(등심)

(1) 이화학적 특성

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 이화학적 특성 변화를 측정 한 결과는 Table 20과 같다.

Table 20. Physicochemical properties

Items	Treatment ¹⁾	Storage (weeks)				P-value
		0	1	2	Pooled SE	
pH	L1	5.94 ^a	5.88 ^{Aa}	5.7 ^b	0.039	S ^{***} S*T ^{**}
	L2	5.94 ^a	5.68 ^{Bb}	5.74 ^b	0.043	
	Pooled SE	0.032	0.046	0.010		
Moisture (%)	L1	70.81 ^b	71.5 ^{Aa}	71.26 ^{ab}	0.121	T [*] S*T [*]
	L2	70.81	69.82 ^B	70.7	0.260	
	Pooled SE	0.062	0.395	0.333		
WHC (%)	L1	63.17 ^b	78.21 ^a	78.87 ^a	2.607	S ^{***} S*T [*]
	L2	63.17 ^c	79.21 ^a	74.97 ^b	2.442	
	Pooled SE	0.604	0.439	1.126		
Drip loss (%)	L1	16.06 ^a	3.84 ^{Bb}	0.48 ^{Bc}	2.376	S ^{***} T ^{***} S*T ^{***}
	L2	16.06 ^a	6.5 ^{Ab}	6.16 ^{Ab}	1.648	
	Pooled SE	0.406	0.705	1.270		
Water and fat loss (%)	L1	26.08 ^a	15.58 ^b	15.05 ^b	1.826	S ^{***} S*T [*]
	L2	26.08 ^a	14.51 ^c	17.69 ^b	1.753	
	Pooled SE	0.439	0.345	0.767		

¹⁾ L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging)

^{A-B} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

pH는 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 감소하였다. 수분함량은 숙성방법 간에는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 낮게 나타났으며, 숙성기간이 증가할수록 숙성방법 중 건식 걸기법은 증가하였으나 염액 침지법은 차이가 없었다. 보수력은 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 증가하였다. 드립로스는 숙성방법 간에는 건식 걸기

법보다 염액 침지법이 높게 나타났으며, 숙성기간이 증가할수록 숙성방법에 상관없이 감소하였다. 유수분리율은 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 감소하였다.

백색도(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 육색 변화를 측정된 결과는 Table 21과 같다.

Table 21. Meat color

Items	Treatment ¹⁾	Storage (weeks)				P-value
		0	1	2	Pooled SE	
L*	L1	46.77 ^b	51.32 ^a	50.67 ^a	0.838	S ^{***} S*T
	L2	46.77 ^b	53.74 ^a	51.73 ^{ab}	1.356	
	Pooled SE	0.917	1.052	0.843		
a*	L1	9.92 ^a	6.55 ^{Bb}	9.16 ^{Aa}	0.544	S ^{***} S*T ^{***}
	L2	9.92 ^b	11.93 ^{Aa}	6.35 ^{Bc}	0.828	
	Pooled SE	0.236	1.224	0.651		
b*	L1	2.63	1.22 ^B	3.05 ^A	0.409	S*T ^{**}
	L2	2.63 ^b	5.56 ^{Aa}	1.17 ^{Bb}	0.724	
	Pooled SE	0.655	0.971	0.471		
W	L1	38.89 ^b	47.65 ^{Aa}	41.52 ^{Bb}	1.407	S ^{**} S*T ^{***}
	L2	38.89 ^b	37.07 ^{Bb}	48.21 ^{Aa}	1.886	
	Pooled SE	1.089	2.542	1.513		
c	L1	10.35 ^a	6.66 ^{Bb}	9.65 ^{Aa}	0.605	T ^{**} S ^{***} S*T ^{***}
	L2	10.35 ^b	13.16 ^{Aa}	6.49 ^{Bc}	0.986	
	Pooled SE	0.342	1.468	0.734		
h	L1	14.47	10.74 ^B	18.41	1.938	S*T [*]
	L2	14.47 ^{ab}	24.99 ^{Aa}	10.04 ^b	2.909	
	Pooled SE	3.342	3.258	2.541		

¹⁾ L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

W = L* - 3b*.

^{A-B} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

명도(L*)는 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 증가하였다. 적색도(a*)는 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 숙성방법 중 건식 걸기법은 변화가 없으나, 염액 침지법은 감소하였다. 황색도(b*)는 숙성방법은 물론 숙성기간 간에도 차이가 없었다. 백색도(W)는 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 증가하였다. 채도(C)는 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 감소하였다. 색상(h)는 숙성방법은 물론 숙성기간 간에도 차이가 없었다.

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9℃ 숙성온도에서 건식 절기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 전단가 및 조직감은 Table 22와 같다.

Table 22. Shear force and texture

Items	Treatment ¹⁾	Storage (weeks)				P-value
		0	1	2	Pooled SE	
Shear force (kg/cm ²)	L1	3.84 ^a	3.33 ^{Ab}	3.18 ^b	0.120	S ^{***}
	L2	3.84 ^a	3.08 ^{Bb}	3.1 ^b	0.139	
	Pooled SE	0.114	0.070	0.076		
Hardness (kg)	L1	1.35 ^b	1.82 ^a	1.17 ^{Bc}	0.099	S ^{***} S*T [*]
	L2	1.35 ^b	1.66 ^a	1.57 ^{Aa}	0.048	
	Pooled SE	0.004	0.056	0.090		
Surface hardness (kg)	L1	1.35 ^b	1.81 ^a	1.17 ^{Bc}	0.099	T [*] S ^{***} S*T ^{***}
	L2	1.35 ^b	1.66 ^a	1.57 ^{Aa}	0.048	
	Pooled SE	0.004	0.055	0.091		
Cohesiveness (%)	L1	0.6	0.53	0.39	0.058	
	L2	0.6	0.53	0.49	0.057	
	Pooled SE	0.107	0.027	0.033		
Springness (mm)	L1	1.19	1.01	1.02	0.063	
	L2	1.19	1.08	1.10	0.065	
	Pooled SE	0.122	0.038	0.033		
Gumminess (kg)	L1	0.81 ^{ab}	0.96 ^a	0.46 ^{Bb}	0.099	
	L2	0.81	0.88	0.77 ^A	0.077	
	Pooled SE	0.142	0.049	0.080		
Chewiness (kg,mm)	L1	1.06	0.97	0.47 ^B	0.165	
	L2	1.06	0.97	0.85 ^A	0.153	
	Pooled SE	0.298	0.081	0.105		
Adhesiveness (kgf)	L1	0.23 ^b	0.47 ^a	0.15 ^{Bb}	0.052	
	L2	0.23	0.34	0.31 ^A	0.024	
	Pooled SE	0.026	0.037	0.041		

¹⁾ L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

^{A-B} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

전단가는 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 감소하였다. 경도는 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 숙성방법 중 건식 절기법은 감소하였으나 염액 침지법은 증가하였다. 표면경도는 숙성방법 간에는 건식 절기법보다 염액 침지법이 높게 나타났으며, 숙성기간이 증가할수록 숙성방법 중 건식 절기법은 감소하였으나 염액 침지법은 증가하였다. 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성은 숙성방법은 물론 숙성기간 간에도 차이가 없었다.

Table 23. Sensory evaluation¹⁾ of fresh meat

Items	Treatment ²⁾	Storage (weeks)				P-value
		0	1	2	Pooled SE	
Color	L1	8.07 ^a	7.21 ^b	7.42 ^b	0.122	S ^{***}
	L2	8.07 ^a	7.21 ^b	6.67 ^c	0.163	
	Pooled SE	0.089	0.086	0.199		
Aroma	L1	7.93 ^a	7.29 ^b	7.00 ^b	0.142	S ^{***}
	L2	7.93 ^a	7.50 ^{ab}	7.00 ^b	0.150	
	Pooled SE	0.116	0.167	0.151		
Off-flavor	L1	7.79 ^a	6.93 ^b	6.92 ^b	0.147	S ^{***}
	L2	7.79 ^a	7.36 ^{ab}	6.92 ^b	0.135	
	Pooled SE	0.101	0.185	0.121		
Drip loss	L1	7.29	7.43	7.00	0.099	
	L2	7.29	7.29	6.83	0.115	
	Pooled SE	0.069	0.143	0.149		
Springiness	L1	7.21 ^a	7.00 ^{ab}	6.75 ^b	0.081	S ^{***}
	L2	7.21 ^a	6.79 ^{ab}	6.58 ^b	0.125	
	Pooled SE	0.069	0.119	0.155		
Overall acceptability	L1	7.43	7.36	7.08	0.111	
	L2	7.43 ^a	7.07 ^{ab}	6.83 ^b	0.114	
	Pooled SE	0.116	0.136	0.144		

¹⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=very poor or unpalatable, 9=very good or palatable.

²⁾ L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

^{a-c} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 신선육 관능검사 변화를 측정 한 결과는 Table 23과 같다. 육색, 향, 이취, 탄력성은 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 감소하였다. 드립로스, 전체적인 기호도는 숙성방법은 물론 숙성기간 간에도 차이가 없었다.

Table 24. Sensory evaluation²⁾ of cooked meat

Items	Treatment ¹⁾	Storage (weeks)				P-value
		0	1	2	Pooled SE	
Color	L1	7.71 ^{ab}	7.86 ^a	7.07 ^b	0.154	
	L2	7.71	7.36	7.43	0.120	
	Pooled SE	0.146	0.140	0.194		
Aroma	L1	8.00	7.79	7.50	0.112	S*
	L2	8.00 ^a	7.14 ^b	7.36 ^b	0.142	
	Pooled SE	0.074	0.185	0.156		
Flavor	L1	8.57 ^a	7.36 ^b	7.00 ^b	0.193	S***
	L2	8.57 ^a	7.43 ^b	7.5 ^b	0.167	
	Pooled SE	0.116	0.175	0.164		
Off-flavor	L1	8.07 ^a	7.57 ^{ab}	7.21 ^b	0.138	S***
	L2	8.07 ^a	7.00 ^b	7.43 ^b	0.150	
	Pooled SE	0.049	0.227	0.113		
Juiciness	L1	7.57 ^a	6.43 ^b	4.86 ^c	0.286	S***
	L2	7.57 ^a	6.64 ^b	5.29 ^c	0.244	
	Pooled SE	0.215	0.133	0.147		
Chewiness	L1	7.07 ^a	6.36 ^b	4.79 ^c	0.240	T* S***
	L2	7.07 ^a	6.71 ^a	5.43 ^b	0.178	
	Pooled SE	0.089	0.123	0.175		
Overall acceptability	L1	8.07 ^a	7.43 ^b	4.86 ^c	0.328	S*** S*T*
	L2	8.07 ^a	7.14 ^b	5.86 ^c	0.240	
	Pooled SE	0.116	0.146	0.225		

¹⁾ L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=very poor or unpalatable, 9=very good or palatable.

^{A-B} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 가열육 관능검사 변화를 측정한 결과는 Table 24와 같다. 육색은 숙성방법은 물론 숙성기간 간에도 차이가 없었다. 향, 맛, 이취, 다즙성, 및 전체적 기호도는 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 감소하였다. 씹힘성은 숙성방법 간에는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 높게 나타났으며, 숙성기간이 증가할수록 감소하였다.

Table 25. Meat quality and microorganisms

Items	Treatment ¹⁾	Storage (weeks)				P-value
		0	1	2	Pooled SE	
Purge loss (%)	L1	.	11.73 ^A	11.56 ^A	0.058	T ^{***}
	L2	.	8.44 ^{Ba}	6.86 ^{Bb}	0.455	S ^{***}
	Pooled SE	.	0.950	1.357		S*T ^{***}
TBARS (mg MA/kg)	L1	0.24 ^a	0.21 ^{Bb}	0.19 ^c	0.009	T ^{***}
	L2	0.24 ^b	0.48 ^{Aa}	0.24 ^b	0.041	S ^{***}
	Pooled SE	0.004	0.062	0.012		S*T ^{***}
VBN (mg%)	L1	8.82 ^c	11.67 ^{Ab}	20.35 ^a	1.734	T ^{***}
	L2	8.82 ^c	10.36 ^{Bb}	20.35 ^a	1.807	S ^{***}
	Pooled SE	0.051	0.304	0.047		S*T ^{***}
TPC (log ₁₀ CFU)	L1	4.28 ^b	4.45 ^{Aa}	3.53 ^c	0.179	S ^{**}
	L2	4.28 ^a	4.27 ^{Ba}	3.62 ^b	0.138	
	Pooled SE	0.012	0.051	0.032		
<i>Coliform</i> (log ₁₀ CFU)	L1	0 ^c	2.88 ^b	3.39 ^{Ba}	0.666	
	L2	0 ^c	3.08 ^b	3.86 ^{Aa}	0.745	
	Pooled SE		0.000	0.066	0.138	

¹⁾ L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

^{A-B} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 화학적 변화와 미생물을 측정 한 결과는 Table 25와 같다. 포장로스(purge loss)는 숙성방법 간에는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 낮게 나타났으며, 숙성기간이 증가할수록 감소하였다. 지방산패도(TBARS)는 숙성방법 간에는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 높게 나타났으며, 숙성기간이 증가할수록 1주차에 증가했다가 2주차에 다시 감소하였다. 휘발성염기태질소화합물(VBN)은 숙성방법 간에는 건식 걸기 법보다 염액 침지법이 낮게 나타났으며, 숙성기간이 증가할수록 증가하였다. 총균수(TPC)는 숙 성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 1주차에 증가했다가 2주차에 다시 감 소하였다. Log 4 수준 이하라 숙성을 위해 10일 경과 시 유통기한 상 문제는 없었다. 대장균군 (*Coliform*)은 숙성방법 간에는 차이가 없었으며, 숙성기간이 증가할수록 증가하였다.

Table 26. Ranking of fatty acid composition

Rank	Fatty acid	Total average	Rank	Fatty acid	Total average
1	C18:1	43.73	12	C20:3 (n3)	0.21
2	C16:0	25.03	13	C12:0	0.21
3	C18:0	12.43	14	UFA	58.85
4	C18:2	9.95	15	MUFA	47.35
5	C16:1	3.26	16	PUFA	10.51
6	C14:0	1.98	17	EFA	9.95
7	C20:0	1.17	18	SFA	41.31
8	C14:1	0.98	19	UFA/SFA	1.43
9	C17:0	0.49	20	MUFA/SFA	1.15
10	C17:1	0.36	21	PUFA/SFA	0.26
11	C20:2 (n6)	0.36	22	n3/n6	0.59

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 지방산 조성 변화를 측정 한 결과는 Table 26 및 Figure 19~23와 같다.

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 분석한 지방산별 전체 평균 순위는 Table 26과 같다. 등심육 숙성방법에 무관하게 전체 지방산 조성을 보면 UFA/SFA(1.43), MUFA/SFA(1.15), PUFA/SFA(0.26), n3/n6(0.59) 비율이었으며, 주요 지방산은 이 어 C18:1(43.73), C16:0(25.03), C18:0(12.43), C18:2(9.95), C16:1(3.26), C14:0(1.98%)로 6개 주요 지방산이 차지하는 비율이 96.38%나 되었다.

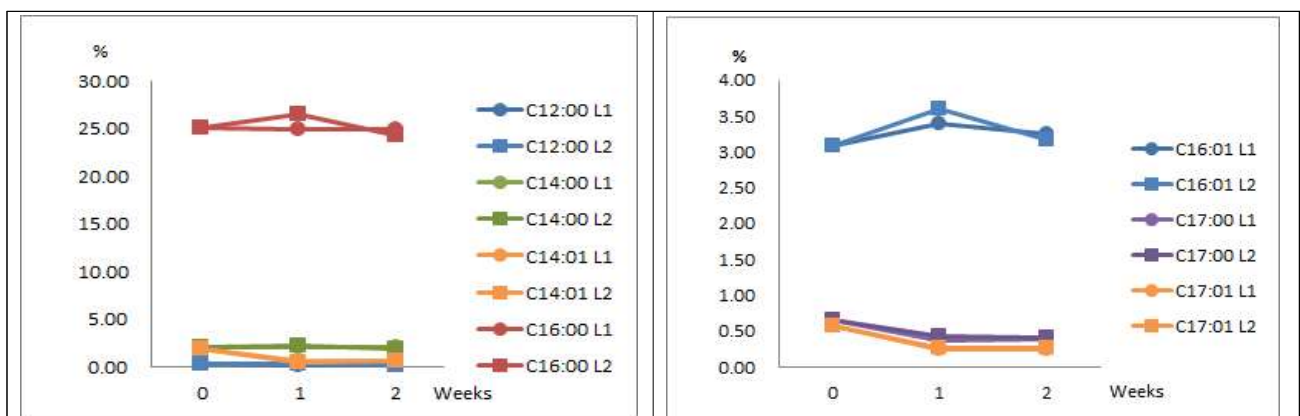


Figure 19. Fatty acids (C14:0, C14:1, C16:0, C16:1, C17:0, C17:1).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 지방산 조성 변화를 측정 한 결과는 Figure 19와 같다. 숙성 방법 간에 C16:0와 C16:1의 경우 숙성기간 1주차에 건식 걸기 법보다 염액 침지법이 약간 높았다. 숙성기간 증가로 C14:1, C17:0, C17:1은 감소하는 결과였다.

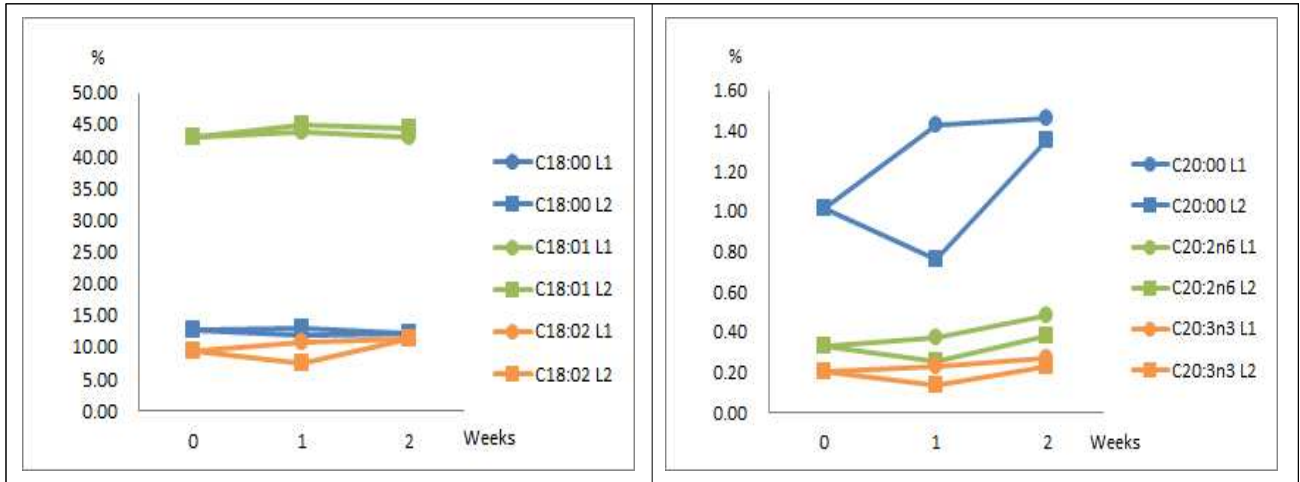


Figure 20. Fatty acids (C18:0, C18:1, C18:2, C20:0, C20:2, C20:3).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 지방산 조성 변화를 측정 한 결과는 Figure 20과 같다. 숙성 방법 간에 C18:2, C20:0, C20:2(n6), C20:3(n3)는 숙성기간 1, 2주 차에 건식 걸기법보다 염액 침지법이 약간 낮았다. 특히 1주차에 C20:0는 차이가 많았다. 숙성 기간 증가로 C20:0, C20:2(n6), C20:3(n3)는 증가하는 결과였다.

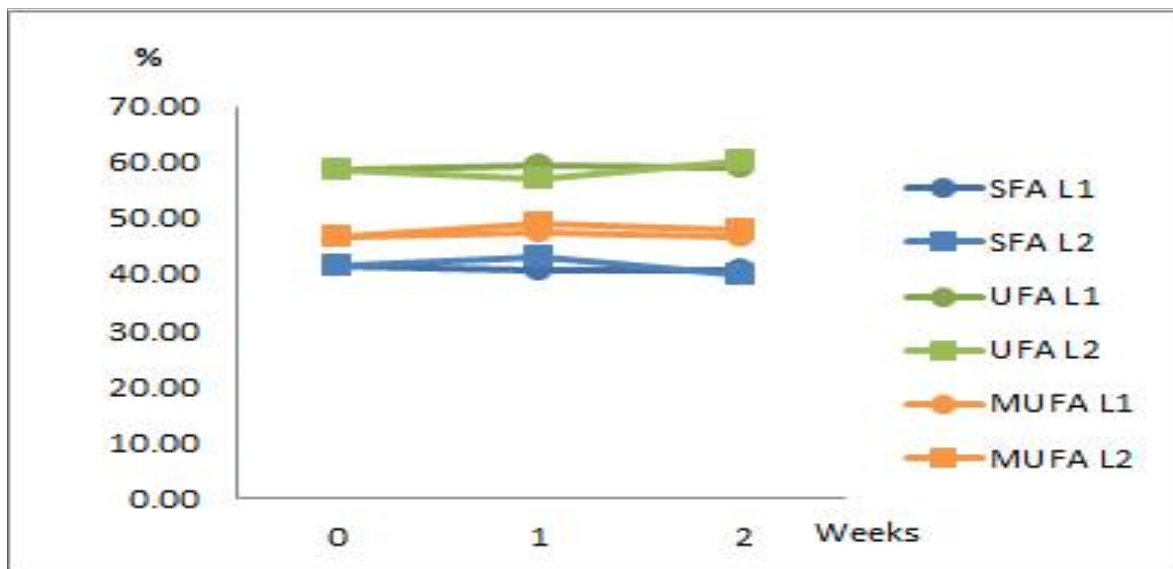


Figure 21. Fatty acids (SFA, UFA, MUFA).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging)

* SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), MUFA (mono unsaturated fatty acid)

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 지방산 조성 변화를 측정 한 결과는 Figure 21과 같다. 숙성 방법 간에 SFA, MUFA, MUFA는 차이가 없었으며, 숙성기간 증가로 SFA는 약간 감소하는 결과였다.

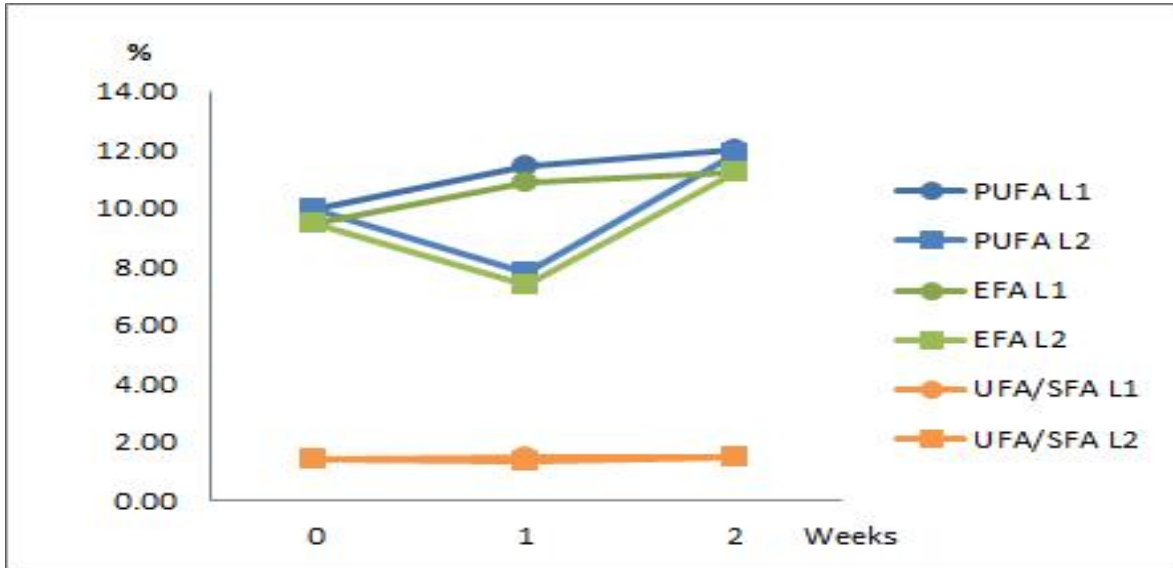


Figure 22. Fatty acids (PUFA, EFA, UFA/SFA).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging), PUFA (poly unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), SFA (saturated fatty acid).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 지방산 조성 변화를 측정 한 결과는 Figure 22와 같다. 숙성 방법 간에 PUFA, EFA는 숙성기간 1주차에 건식 걸기법보다 염액 침지법이 낮게 나타났으며, 숙성기간 증가로 PUFA, EFA는 증가하는 결과였다.

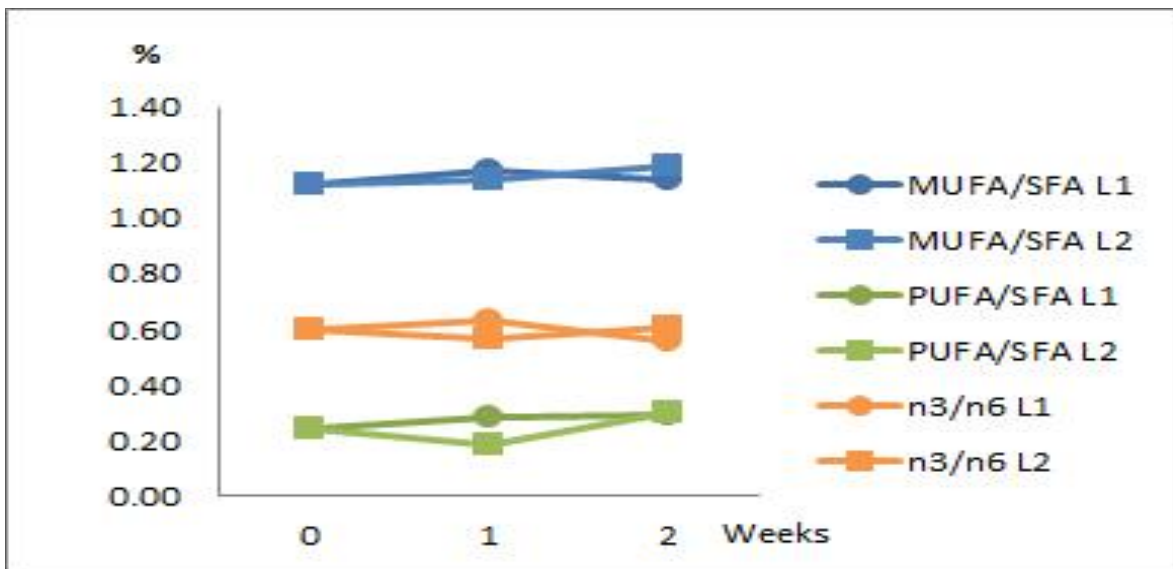


Figure 23. Fatty acids (MUFA/SFA, PUFA/SFA, n3/n6).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging), MUFA (mono unsaturated fatty acid), SFA (saturated fatty acid), PUFA (poly unsaturated fatty acid)

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 지방산 조성 변화를 측정 한

결과는 Figure 23과 같다. 숙성 방법 간에 MUFA/SFA, PUFA/SFA, n3/n6는 숙성기간 1주차에는 걸기보다 염액 침지법이 약간 낮았으나 2주차에는 반대로 약간 높았다. 숙성기간 증가로 차이를 보이지 않았다.

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Table 27과 Figure 24-30와 같다.

Table 27. Amount ranking of free amino acids

Rank	Free amino acid	Avg.	Rank	Free amino acid	Avg.	Rank	Free amino acid	Avg.
1	Car	69.86	14	Lys	0.96	27	b-AiBA	0.15
2	Ala	3.45	15	Arg	0.83	28	Sar	0.10
3	Glu	3.34	16	AspNH2	0.56	29	Hylys	0.06
4	Ans	2.41	17	His	0.54	30	EOHNH2	0.06
5	Leu	2.26	18	NH3	0.53	31	g-ABA	0.05
6	Tau	2.16	19	Asp	0.45	32	PEA	0.00
7	Val	1.65	20	Urea	0.44	33	a-ABA	0.00
8	Gly	1.61	21	b-Ala	0.41	34	EAA	11.46
9	Ser	1.52	22	Tyr	0.37	35	STAA	8.03
10	Phe	1.47	23	Cit	0.35	36	BAA	7.16
11	Thr	1.45	24	Orn	0.34	37	FAA	3.34
12	Ile	1.25	25	Cys	0.18	38	AAA	1.84
13	Met	1.05	26	a-AAA	0.16	39	SAA	1.23

- EAA (essential amino acid : Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine), FAA (flavourous amino acid : Glutamic acid), STAA (sweet taste amino acid : Threonine, Serine, Glycine, Alanine), SAA (sulfur-containing amino acid : Cysteine, Methionine), AAA (aromatic amino acid : Tyrosine, Phenylalanine), BAA (bitter amino acid : Valine, Methionine, Isoleucine, Tyrosine, Phenylalanine, Histidine, Arginine).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 분석한 유리아미노산별 전체 평균 순위는 Table 28과 같다. 등심의 숙성방법에 무관하게 전체 유리아미노산 조성을 보면 Car(69.86), Ala(3.45), Glu(3.34), Ans(2.41), Leu(2.26), Tau(2.16), Val(1.65), Gly(1.61), Ser(1.52), Phe(1.47), Thr(1.45), Ile(1.25), Met(1.05%)로 13개 주요 유리아미노산이 차지하는 비율이 93.48%나 되었다.

한편 필수 아미노산(EAA) 11.46%, 단맛 아미노산(STAA) 8.03%, 쓴맛 아미노산(BAA) 7.16%, 맛 아미노산(FAA) 3.34%, 방향족 아미노산(AAA) 1.84% 및 황함유 아미노산(SAA) 1.23%로 구성되어 있었다.

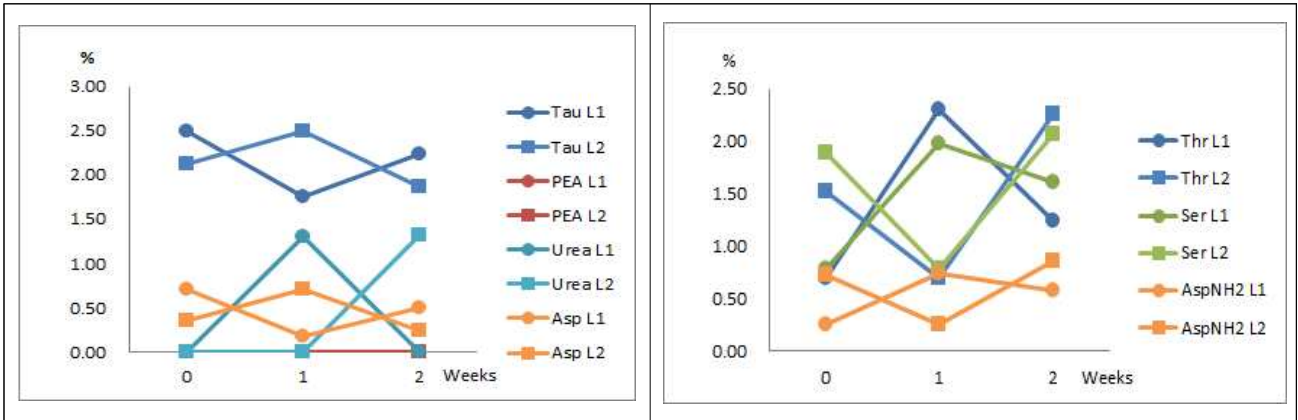


Figure 24. Free amino acids (Tau, PEA, Urea, Asp).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 결기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Figure 24와 같다.

숙성방법 간에 Tau, Asp는 건식 결기법보다 염액 침지법이 0, 2주에는 낮았으나 1주에는 높았으며, Urea, Thr, Ser, AspNH2는 반대로 0, 2주에는 높았으나 1주에는 낮게 나타났다. 숙성기간이 경과할수록 Urea, Thr, Ser, AspNH2는 증가하고 Tau, Asp는 감소하였다.

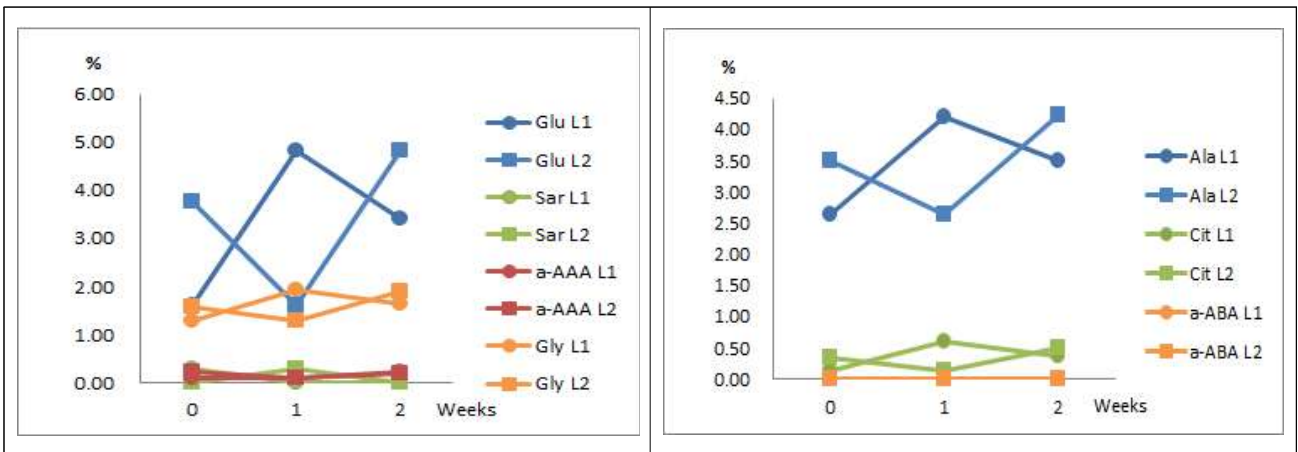


Figure 25. Free amino acids (Glu, Sar, a-AAA, Gly, Ala, Cit, a-ABA).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 결기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Figure 25와 같다. 숙성방법 간에 Sar는 건식 결기법보다 염액 침지법이 0, 2주에는 낮았으나 1주에는 높았으며, Glu, Gly, Ala는 반대로 0, 2주에는 높았으나 1주에는 낮게 나타났다. 숙성기간이 경과할수록 Glu, Gly, Ala, Cit는 증가하였다.

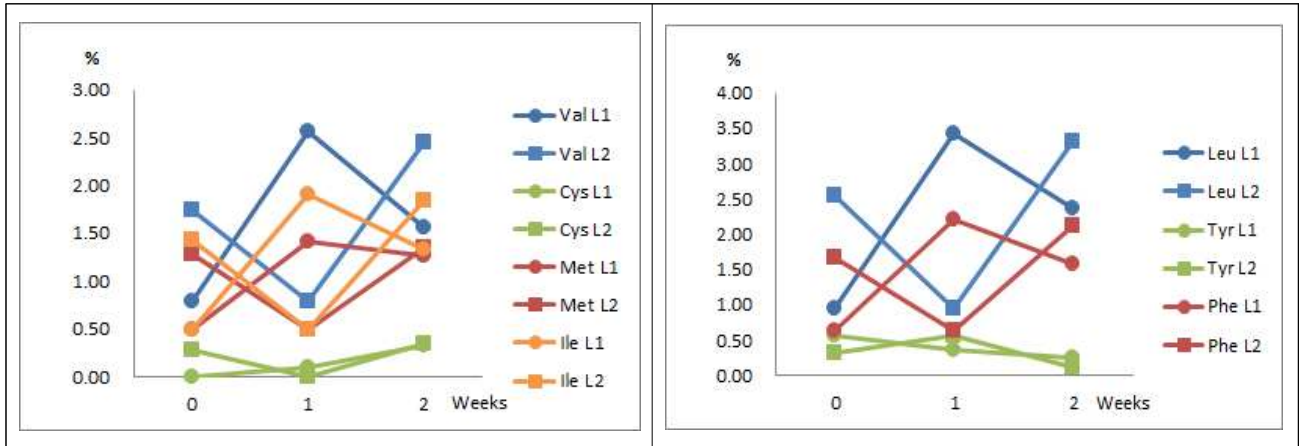


Figure 26. Free amino acids (Val, Cys, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Figure 26과 같다. 숙성방법 간에 Tyr는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 0, 2주에는 낮았으나 1주에는 높았으며, Val, Met, Ile, Leu, Phe는 반대로 0, 2주에는 높았으나 1주에는 낮게 나타났다. 숙성기간이 경과할수록 Val, Cys, Met, Ile, Leu, Phe는 증가하고 Tyr는 감소하였다.

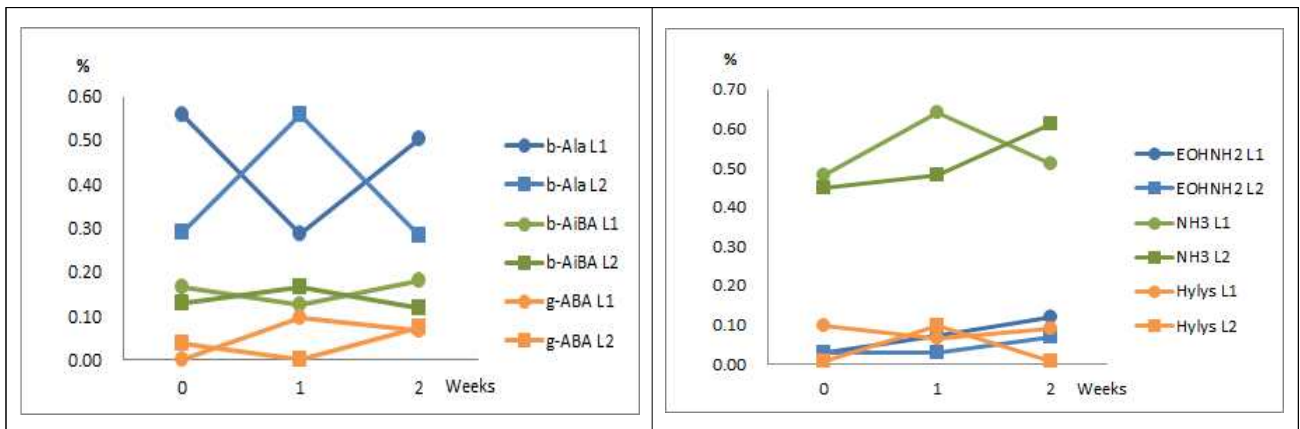


Figure 27. Free amino acids (b-Ala, b-AiBA, g-ABA, EOHNH2, NH3, Hylys).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Figure 27과 같다. 숙성방법 간에 b-Ala, b-AiBA, Hylys는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 0, 2주에는 낮았으나 1주에는 높았으며, g-ABA, EOHNH2, NH3는 반대로 0, 2주에는 높았으나 1주에는 낮게 나타났다. 숙성기간이 경과할수록 g-ABA, EOHNH2, NH3는 증가하고 b-Ala는 감소하였다.

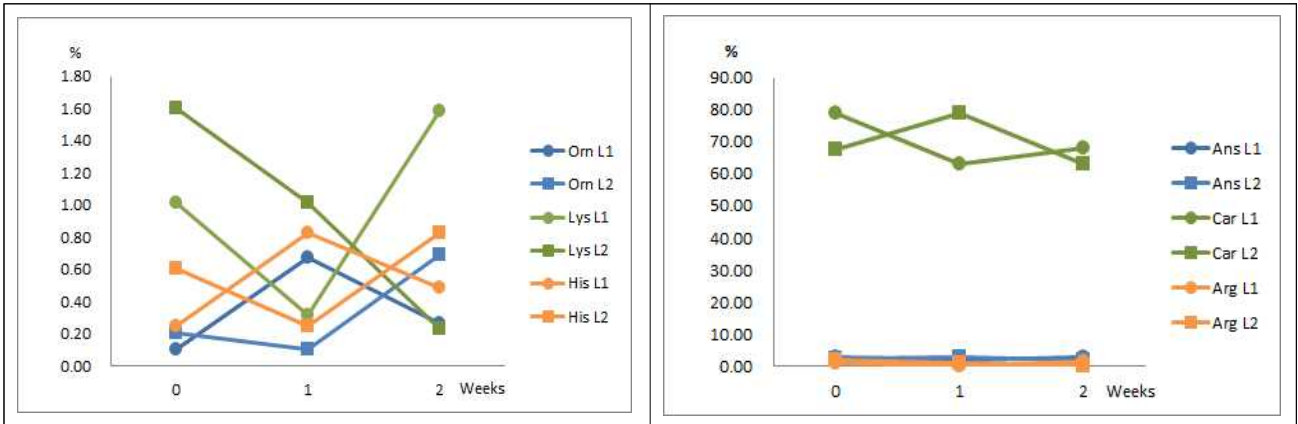


Figure 28. Free amino acids (Orn, Lys, His, Ans, Car, Arg).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Figure 28과 같다. 숙성방법 간에 Lys, Car는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 0, 2주에는 낮았으나 1주에는 높았으며, Orn, His는 반대로 0, 2주에는 높았으나 1주에는 낮게 나타났다. 숙성기간이 경과할수록 Orn, His는 증가하고 Lys, Car는 감소하였다.

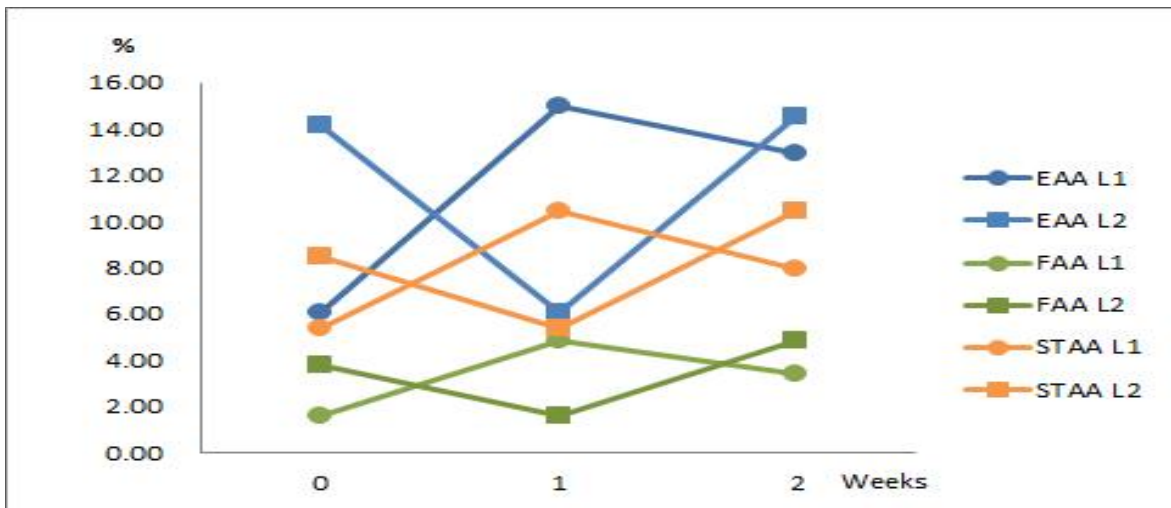


Figure 29. Free amino acids (EAA, FAA, STAA).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging), EAA (essential amino acid : Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine), FAA (flavorous amino acid : Glutamic acid), STAA (sweet taste amino acid : Threonine, Serine, Glycine, Alanine).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Figure 29와 같다. 숙성방법 간에 EAA, FAA, STAA는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 0, 2주에는 높았으나 1주에는 낮게 나타났다. 숙성기간이 경과할수록 EAA, FAA, STAA 모두 증가하였다.

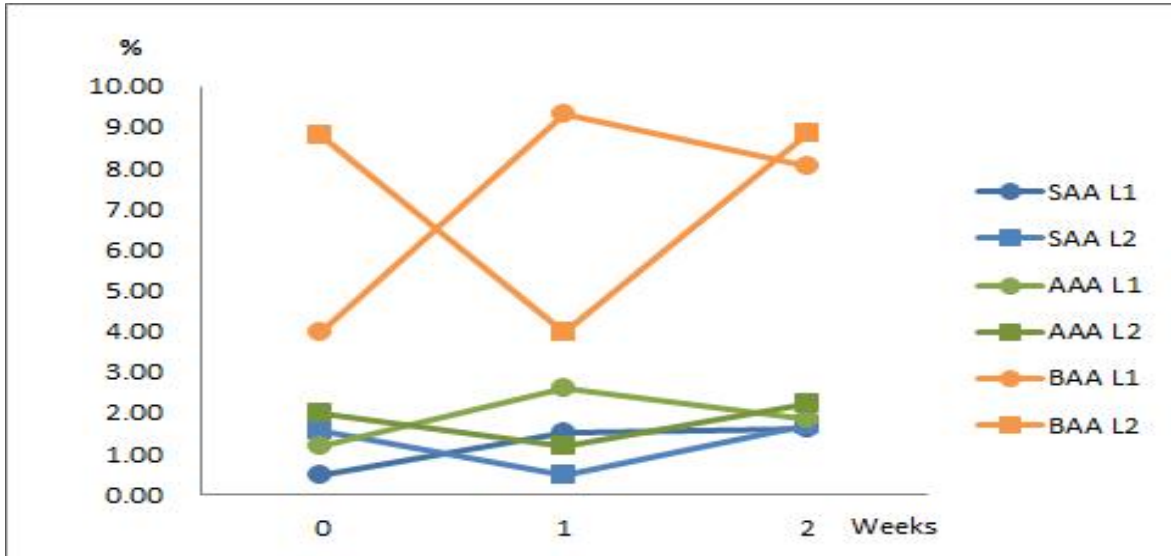


Figure 30. Free amino acids (SAA, AAA, BAA).

- L1 (hanger aging), L2 (salt solution aging), SAA (sulfur-containing amino acid : Cysteine, Methionine), AAA (aromatic amino acid : Tyrosine, Phenylalanine), BAA (bitter amino acid : Valine, Methionine, Isoleucine, Tyrosine, Phenylalanine, Histidine, Arginine).

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 유리아미노산 조성 변화를 측정된 결과는 Figure 30과 같다. 숙성방법 간에 SAA, AAA, BAA는 건식 걸기법보다 염액 침지법이 0, 2주에는 높았으나 1주에는 낮게 나타났다. 숙성기간이 경과할수록 SAA, AAA, BAA 모두 증가하였다.

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9°C 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 육의 이화학적 변화 및 품질 특성을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

숙성방법 간에 건식 걸기법보다 염액 침지법이 드립로스, 조직감(표면경도), 가열육 관능평가(씹힘성), 지방산패도, 유리아미노산(EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA)은 높게 나타났다. 수분함량, 포장로스, 휘발성염기태질소화합물, 지방산(PUFA, EFA)은 낮게 나타났다. pH, 보수력, 유수분리율, 육(명도, 적색도, 황색도, 백색도, 채도, 색상), 전단가, 조직감(경도, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성), 신선육 관능평가(육색, 향, 이취, 탄력성, 드립로스), 가열육 관능평가(육색, 향, 맛, 이취, 다즙성, 및 전체적 기호도), 총균수, 대장균군, 지방산 조성은 차이가 없었다.

숙성기간이 증가할수록 보수력, 육색(명도, 백색도), 휘발성염기태질소화합물, 총균수, 대장균군, 지방산(PUFA, EFA), 유리아미노산(EAA, FAA, STAA, SAA, AAA, BAA)은 증가하였다. pH, 드립로스, 유수분리율, 육색(적색도, 채도), 전단가, 신선육 관능평가(육색, 향, 이취, 탄력성), 가열육 관능평가(향, 맛, 이취, 다즙성, 씹힘성 및 전체적 기호도), 포장로스, 지방산패도(단 1주차 최고점), 지방산(SFA)은 감소하였다. 육색(황색도, 색상), 조직감(탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성), 신선육 관능평가(드립로스), 가열육 관능평가(육색), 지방산(MUFA/SFA, PUFA/SFA, n3/n6)은 차이가 없었다.

백색돈(LYD)의 등심 부위를 진공포장한 후 9℃ 숙성온도에서 건식 걸기법 및 염액(염농도 3.5%) 침지법으로 숙성방법을 달리하여 0, 1, 2주 동안 숙성하면서 육의 이화학적 변화 및 품질 특성을 분석한 결과를 요약하자면 숙성방법 간에 건식 걸기법보다 염액 침지법이 조직감(표면경도), 가열육 관능평가(씹힘성), 포장로스, 휘발성염기태질소화합물이 낮은 장점을 나타낸 반면 드립로스, 지방산패도 높고, 수분함량은 낮은 단점을 나타내었다.

숙성기간이 증가할수록 보수력, 육색(명도, 백색도), 지방산(PUFA, EFA) 증가하고, 드립로스, 유수분리율, 포장로스, 지방산(SFA)이 감소하는 장점을 나타낸 반면 휘발성염기태질소화합물, 총균수, 대장균군, 지방산패도가 증가하고, pH, 육색(적색도, 채도), 전단가, 신선육 및 가열육 관능평가 감소하는 단점을 나타내었다.

특히 유리아미노산은 숙성방법 간에 건식 걸기법보다 염액 침지법이 Car 20.54%, Glu 1.25%, STAA 1.70%, BAA 4.83% 높고, Arg 20.99%, Sar 1.61%, Cit 1.23%, Tyr 1.13%, EAA 28.89%, FAA 3.50%, SAA가 2.90% 낮았다. 숙성기간 증가로 Glu 3.22%, Leu 2.43%, EAA 8.72%, STAA 5.06%, FAA 3.22%, BAA 5.11% 증가하고, Car는 15.92% 감소하였다. 결론적으로 등심의 최적 숙성조건으로 백색돈, 숙성온도(9℃는 온도가 높아 삼겹살 실험에서 유추 시 0℃ 적용 적절), 숙성방법(건식 걸기법), 숙성기간(1주) 적절한 결과였다.

[제2협동연구기관 : 강원대학교]

○ 삼겹살의 저장 및 가열 조건에 따른 유해물질 구명 및 저감화 기술 개발

가. 연구 방법

(1) 공시재료 및 냉장 저장 방법

실험에 사용된 백색돈(LYD)과 흑색돈(Berkshire)은 수입산 냉동육으로 4℃에서 12시간 해동 후 0일차 실험을 진행하였다. 삼겹살을 진공포장하여 각각의 저장온도(0 또는 9±2℃)에서 저장 한 후 0, 5, 10, 15일차에 꺼내어 실험에 이용하였다. 삼겹살은 1 cm 두께로 절단하여 각 처리구당 균일하게 배치한 후(n=12), 가열조건에 따라 조리를 실시하였다(Figure 31~33).

(2) 가열조건

(가) 삶기(boiling)

삶는 조리 방법은 스테인리스 냄비(지름 20cm, 높이 10.5cm)에 삼겹살이 잠길 정도(약 5배)의 증류수를 넣고 100℃에서 조리(cooking)과 과조리(over-cooking)를 각각 5분, 30분 동안 가열하였다(Figure 31).

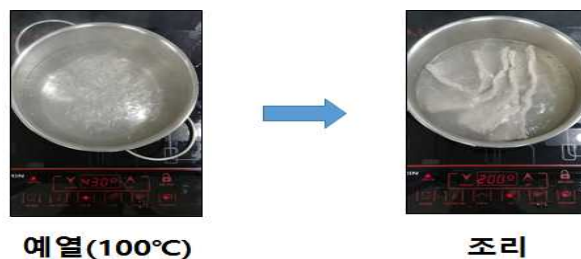


Figure 31. Boiling cooking process.

(나) 팬프라이(pan-frying)

팬프라이 방법은 전기 그릴(가로 55 cm, 세로 31 cm, 높이 14 cm)을 사용하였으며, 팬의 중심부 온도가 190°C가 되도록 가열 한 후 조리과 과조리로 각각 전/후면을 5/4분, 8/7분의 조건으로 가열하였다(Figure 32).



Figure 32. Pan-frying cooking process.

(다) 바비큐(barbecue)

바비큐 방법은 직사각형 화로(가로 55 cm, 세로 34 cm)에 달궈진 숯(약 600°C)을 넣고 그릴 판에 삼겹살을 올려서 가열조건에 따라서 조리과 과조리로 각각 전/후면 3/3분, 5/4분의 조건으로 가열하였다(Figure 33).

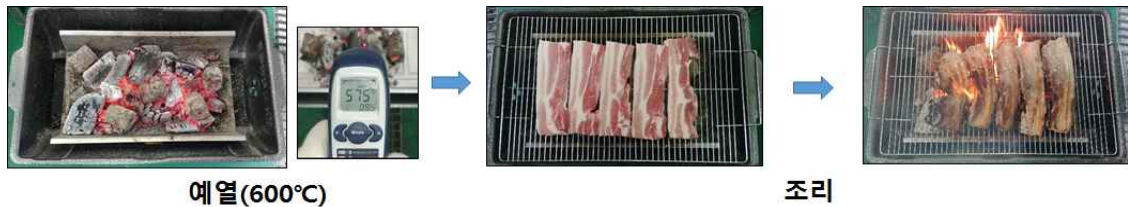


Figure 33. Barbecue cooking process.

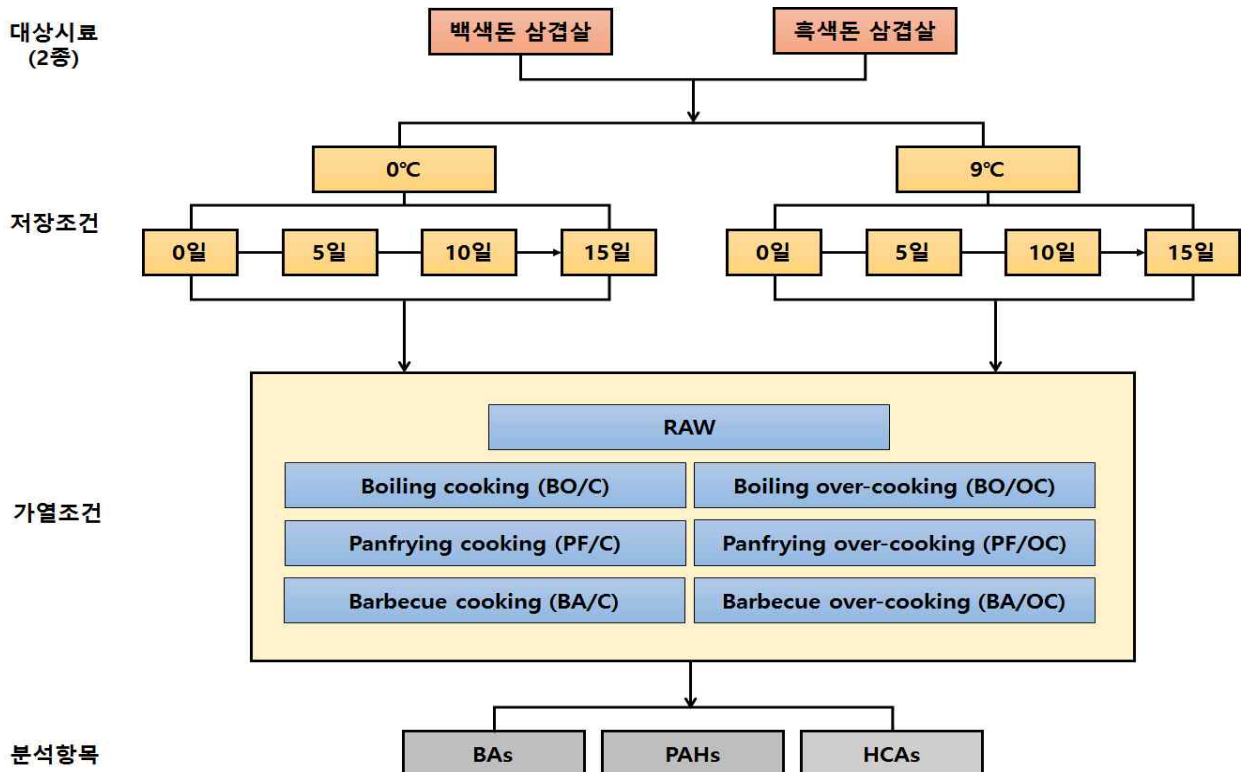


Figure 34. Diagram of experiment.

(3) 바이오제닉 아민(biogenic amine) 함량 분석

삼겹살 내 바이오제닉 함량은 Eerola 등(1993)의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 2g에 0.4 M perchloric acid를 넣어 균질화 시킨 후, 원심분리(3,000 rpm, 10분, 4°C)하여 상등액을 취하였다. 침전물에 0.4 M perchloric acid를 다시 가한 후 위 조작을 반복하여 얻은 총 추출액의 부피가 25 mL이 되도록 하였다. 추출액 0.2 mL에 2 M sodium hydroxide (40 μ L), sodium hydrogen carbonate (60 μ L)를 넣어 혼합한 뒤 0.4 mL dansyl chloride (10 mg/ml acetone)를 넣고 40°C 에서 45분간 반응시켰다. 반응물의 dansyl chloride를 25% ammonium hydroxide를 이용하여 제거 후 acetonitrile로 정제 및 0.22 μ m 멤브레인 필터로 여과하여 HPLC (Agilent 1260, USA) 분석에 이용하였다. 컬럼은 Poroshell 120 EC-C18 (4.6 \times 150 mm, 4 μ m, Agilent, USA)으로 254nm에서 검출하였다. 유속은 1.0 mL/min으로 하여, 0.1 M ammonium acetate (이동상 A)와 acetonitrile (이동상 B)를 gradient 조건(0 min, 50% B; 19 min, 90% B)으로 실시하였다. 결과는 표준물질 histamine (HIM), tyramine (TYM), putrescine (PUT), cadaverine (CAD), 및 spermidine (SPD)(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 사용하여 μ g/g으로 나타내었으며, 표준물질의 크로마토그램은 Figure 35에 나타내었다.

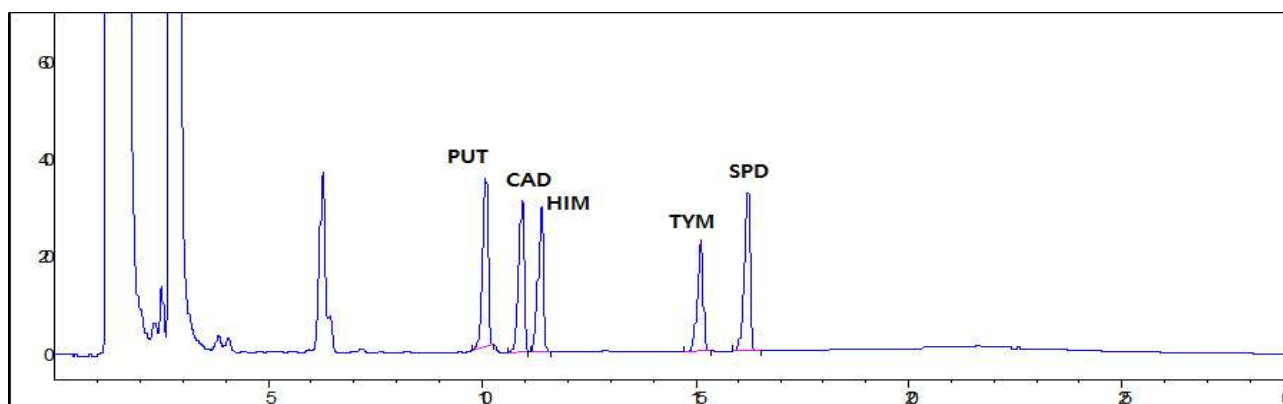


Figure 35. HPLC Chromatogram of biogenic amine standard.

(4) 다환방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbon, PAH) 함량

(가) 추출

삼겹살 내 PAH 함량은 Lee 등(2016)의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 10g에 1 M KOH/ethanol 용액 100 mL과 내부표준물질(Benzo[a]pyrene-d₁₂) 1 mL을 함께 둥근바닥 플라스크에 넣고 환류냉각장치를 부착시킨 후 80°C 에서 3시간 동안 알칼리 분해하였다. 신속히 냉각 후 hexane 50 mL을 환류냉각관을 통하여 주입하였다. 둥근바닥 플라스크의 알칼리 분해액을 분액깔때기에 옮긴 후 ethanol:hexane(1:1) 용액 50 mL로 세척하여 분액깔때기에 합하였다. 50 mL의 증류수를 넣고 세차게 흔들어 hexane층을 분리하고 아래의 물층에 hexane 50 mL를 넣고 재추출하며 이 과정을 2번 반복한 뒤 hexane층을 모두 수집하였다. 모은 hexane층에 증류수 50 mL을 넣고 세척하여 hexane층을 회수하며 이 과정을 3번 반복하였다. 최종적으로 수집된 hexane층에 무수황산나트륨 약 15g을 넣어 탈수시킨다. 이후 37°C 수욕상에서 감압하여 2 mL로 농축시켰다.

(나) 정제

실리카 카트리지(Sep-Pak silica cartridge, Agilent)는 미리 dichloromethane 10 mL과 hexane 20 mL를 초당 2~3방울의 속도로 유출시켜 활성화한 후 사용하였다. 카트리지에 농축액 2 mL을 넣고 초당 1방울의 속도로 여과한 후 헥산 10 mL과 hexane:dichloromethane(3:1) 20 mL로 용출시킨다. 용출액은 질소가스로 휘발시킨 다음 dichloromethane 200 μ L에 녹여 0.22 μ m 멤브레인 필터로 여과 후 GC/MS 분석에 이용하였다.

(다) 가스크로마토그래피-질량분석기(GC/MS)

분석에 이용된 기기는 Thermo Scientific ISQTM LT GC-MS (Thermo Scientific, USA)로 분석조건은 Table 28에 나타내었다. 표준물질 Benzo(α)pyrene (B[a]P), Benzo(α)anthracene (B[a]A), Benzo(β)fluoranthene (B[b]F)에 면적과 내부표준물질 면적에 대한 비율로 검량선을 작성한 뒤 시료의 PAH 함량을 정량하였다. 각 표준물질에 대한 질량 스펙트럼은 Table 29에 나타내었으며, GC/MS 크로마토그램은 Figure 36에 나타내었다.

Table 28. GC/MS conditions of PAHs analysis

Elements	Condition
Column	TR-5 ms (30m length×0.25mm id, 0.25 μ m film thickness)
Injector temperature	300°C
Carrier gas	He, 1.5 mL/min)
Split/Splitless	Splitless
Injection volume	1 μ L
Oven temperature	80°C, hold 1 min 10°C/min to 280°C, hold 10 min 30°C/min to 30°C hold 3 min
MS source temperature	275°C
MS mode	Selective ion monitoring (SIM)

Table 29. Mass spectrum of PAHs standard

PAH	Retention time (min)	Quantitative ions (m/z)	Qualitative ions (m/z)
Benz(a)anthracene B[a]A	19.15	228	229, 226
Benzo[b]fluoranthene B[b]F	21.67	252	253, 250
Benzo[a]pyrene B[a]P	22.53	252	253, 250
*Benzo[a]pyrene-d ₁₂ B[a]p-d ₁₂	22.46	264	265, 260

*내부표준물질

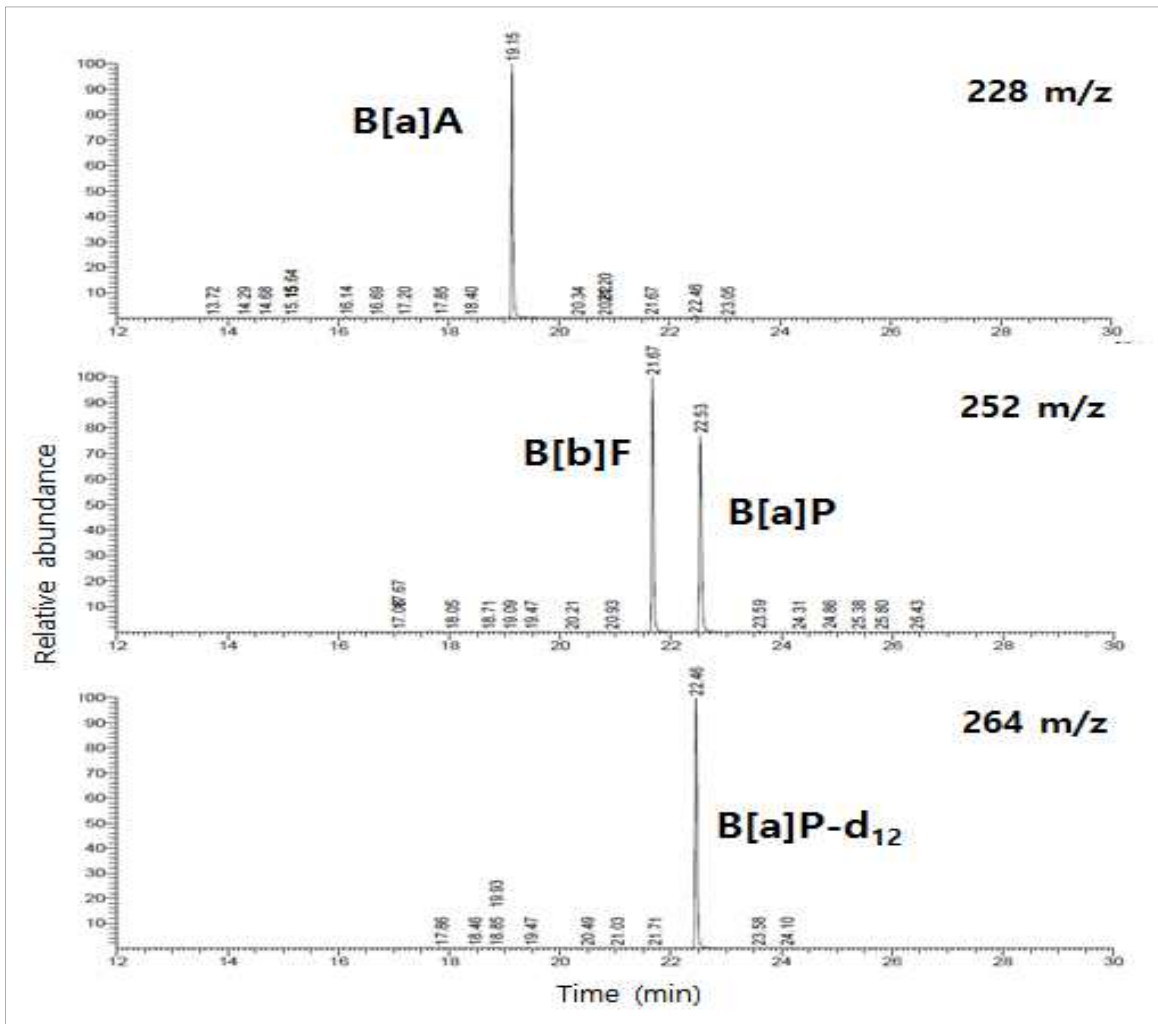


Figure 36. GC/MS Chromatogram of PAHs standard.

(5) 헤테로사이클릭아민(heterocyclic amine, HCA) 함량

(가) 추출

시료 3 g에 1M NaOH 12 mL를 넣고 1분간 vortexing한 후 30°C 워터베스에서 250rpm, 30분간 반응시켰다. 이후 소니케이션으로 초음파 분쇄시키고 13g extrelut refill material와 혼합하여 빈 extrelut 20 column에 채워 주었다. Column에 75 mL dichloromethane으로 용출시키고 용출액을 0.1M HCl 6 mL, MeOH/0.1M HCl (45:55) 15 mL, DW 2 mL로 전처리된 PRS cartridge로 적재하였다. 그런 다음 PRS cartridge를 DW 15 mL로 세척하였다. PRS cartridge를 5 mL MeOH와 5ml DW로 전처리된 C18 cartridge와 연결한 후 0.5M ammonium acetate (pH8.5) 20 mL를 용출시켰다. PRS cartridge를 제거하고 나서 C18 cartridge를 MeOH/ammonium hydroxide (9:1) 1 mL로 추출하였다(Figure 37).

(나) 표준시약 제조

표준시약 물질은 HCAs를 메탄올로 용해하여 1,000 ppm stock을 냉장 보관하여 사용하였으며, 각 HCA를 농도별로 희석하여 HPLC 분석을 통해 최적의 조건을 확인하였다(Table 30).

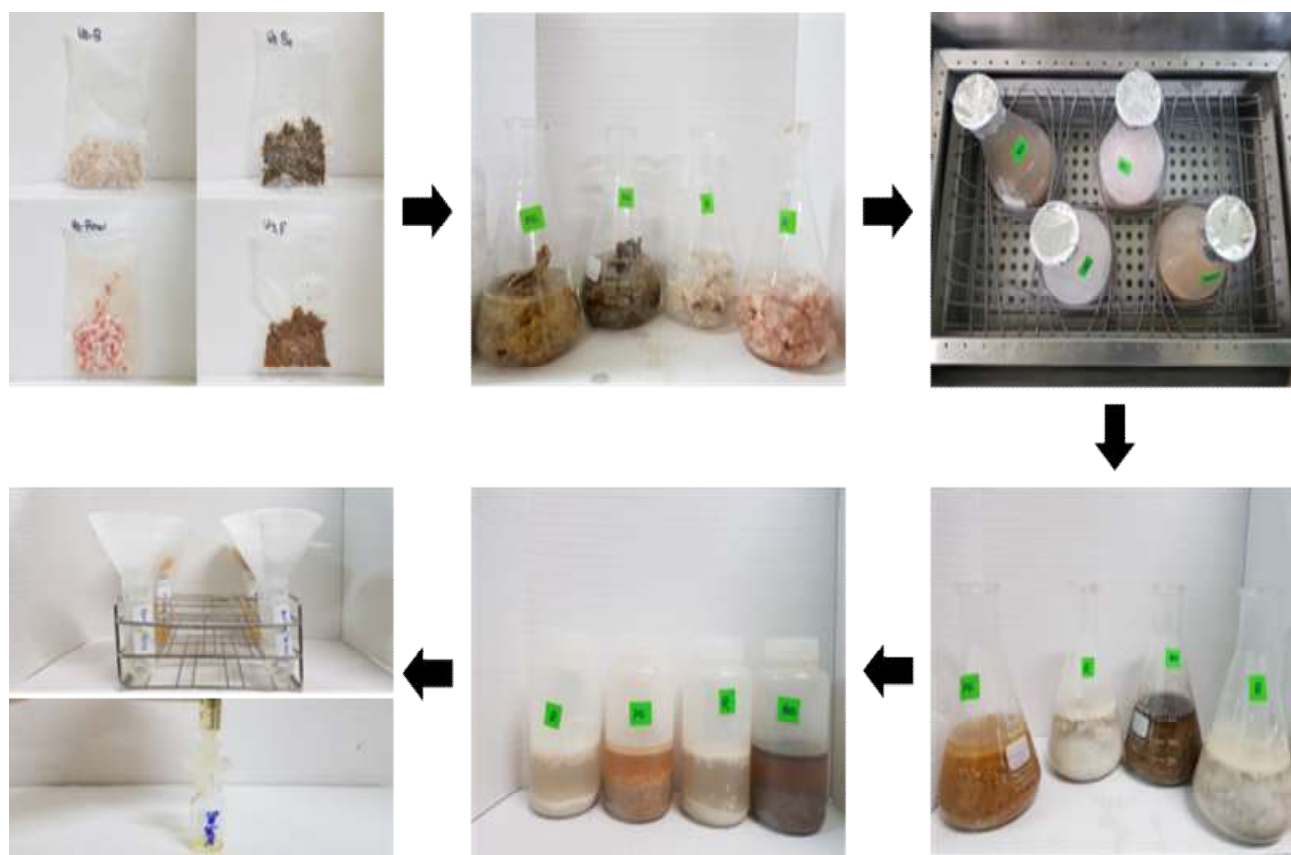


Figure 37. Diagram of extraction process.

Table 30. HCAs standard (DiMeIQx, PhIP, MeIQ, MeIQx, IQx, IQ)

No.	HCAs	Abbreviation
1	2-Amino-3,7,8-trimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	7,8-DiMeIQx
2	2-Amino-3,4,8-trimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	4,8-DiMeIQx
3	2-Amino-1-methayl-6-phenylimidazo[4,5-b] pyridine	PhIP
4	2-Amino-3,4-dimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoline	MeIQ
5	2-Amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline	MeIQx
6	2-Amino-3-methyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	IQx
7	2-Amino-3-methyl-3H-imidazo[4,5-f]quinoline	IQ

(다) 액체크로마토그래피(HPLC) 분석

분석에 이용된 기기는 HPLC Agilent 1100 Series (Agilent, USA)로 분석조건은 Table 31에 나타내었다.

Table 31. HPLC conditions for HCAs (DiMeIQx, MeIQx, MeIQ, IQx, IQ, PhIP) analysis

Elements	Condition		
Column	FORTIS H ₂ O (250 × 4.6 mm, 5 μM)		
Injection vol.	10 μL		
Mobile A	50 nM ammonium acetate adjust pH 3.4 by acetic acid		
Mobile B	acetonitrile		
Flow	1 mL/min		
Stop time	20 min		
Detector	263, 315 nm		
Temp.	room temperature		
Gradient	Time	A(%)	B(%)
	0-15 min	90-40	10-60
	15-20 min	40-90	60-10

(6) 통계 분석

본 실험의 모든 결과는 SAS program(ver. 9.4 Statistics Analytical System)의 General Linear Model(GLM) 방법을 이용하여 분산 분석하였다. 처리군의 평균값간의 비교를 위해 tukey 방법에 의해 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

나. 연구 결과

(1) 바이오제닉 아민 함량

아민류는 살아있는 유기체나 식품에 자연적으로 존재하는 물질로서, 그 중 바이오제닉 아민은 미생물에 의한 아미노산 탈탄산작용, 알데하이드와 케톤의 아미노화와 아미노기전이반응에 의해 생성되는 질소화합물이다(Ruiz-Capillas, 2005). 바이오제닉 아민의 과도한 섭취는 신체 내에 직접적인 독성을 유발할 수 있으며(Shalaby, 1996). 식육 내 바이오제닉 아민의 함량은 식육의 신선도 품질 지표로 사용될 수 있다(Ruiz-Capillas and Moral, 2001).

Table 32. Changes of biogenic amine contents in pork belly (LYD) by cooking conditions during refrigerated storage ($0\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)				SEM
		0	5	10	15	
PUT	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	nd	nd	nd	nd	-
	BA/OC	nd	nd	nd	nd	-
CAD	RAW	3.58 ^{Aab}	4.34 ^{Aa}	2.52 ^{Aab}	1.90 ^{Ab}	0.479
	BO/C	1.50 ^{Bb}	2.26 ^{Ba}	1.59 ^{Bb}	1.62 ^{Ab}	0.108
	BO/OC	1.70 ^{Ba}	2.18 ^{Ba}	1.68 ^{Ba}	1.52 ^{Aa}	0.171
	SEM	0.279	0.428	0.187	0.253	
	RAW	3.58 ^{Aab}	4.34 ^{Ba}	2.52 ^{Bab}	1.90 ^{Bb}	0.479
	PF/C	4.32 ^{Aa}	4.34 ^{Ba}	3.64 ^{Ba}	3.92 ^{Aa}	0.363
	PF/OC	5.23 ^{Ab}	8.45 ^{Aa}	5.13 ^{Ab}	5.30 ^{Ab}	0.487
	SEM	0.577	0.459	0.290	0.414	
	RAW	3.58 ^{Aab}	4.34 ^{Aa}	2.52 ^{Aab}	1.90 ^{Bb}	0.479
BA/C	4.13 ^{Aa}	5.08 ^{Aa}	4.25 ^{Aa}	4.03 ^{Aa}	0.656	
BA/OC	5.70 ^{Aa}	5.64 ^{Aa}	4.81 ^{Aa}	3.80 ^{Aa}	0.626	
SEM	0.559	0.718	0.647	0.396		

HIM	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	0.17 ^a	0.17 ^a	0.010
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	nd	nd	nd	nd	-
	BA/OC	0.15 ^b	0.25 ^a	0.18 ^{ab}	0.17 ^b	0.018
TYM	RAW	1.78 ^{Ac}	2.76 ^{Ab}	2.58 ^{Ab}	3.63 ^{Aa}	0.078
	BO/C	0.79 ^{Bd}	1.29 ^{Bc}	1.58 ^{Bb}	2.17 ^{Ba}	0.035
	BO/OC	0.61 ^{Cd}	1.05 ^{Bc}	1.38 ^{Cb}	1.80 ^{Ca}	0.039
	SEM	0.027	0.056	0.040	0.079	
	RAW	1.78 ^{Ac}	2.76 ^{Ab}	2.58 ^{Bb}	3.63 ^{Ba}	0.078
	PF/C	1.34 ^{Bd}	1.87 ^{Bc}	2.42 ^{Cb}	3.68 ^{Ba}	0.056
	PF/OC	1.65 ^{ABd}	2.47 ^{Ac}	3.24 ^{Ab}	4.63 ^{Aa}	0.098
	SEM	0.079	0.109	0.023	0.080	
	RAW	1.78 ^{Ac}	2.76 ^{Ab}	2.58 ^{Ab}	3.63 ^{Aa}	0.078
	BA/C	1.28 ^{Bc}	2.18 ^{Bb}	2.50 ^{Ab}	3.82 ^{Aa}	0.119
	BA/OC	1.44 ^{Bd}	1.98 ^{Bc}	2.91 ^{Ab}	4.10 ^{Aa}	0.092
	SEM	0.063	0.072	0.119	0.122	
SPD	RAW	2.05 ^{Ab}	2.91 ^{Aa}	2.16 ^{Ab}	2.44 ^{Aab}	0.129
	BO/C	1.84 ^{Ab}	2.39 ^{ABa}	2.07 ^{ABb}	1.90 ^{ABb}	0.054
	BO/OC	1.86 ^{Aa}	2.09 ^{Ba}	1.88 ^{Ba}	1.79 ^{Ba}	0.143
	SEM	0.115	0.138	0.047	0.137	
	RAW	2.05 ^{Bb}	2.91 ^{Aa}	2.16 ^{Bb}	2.44 ^{Aab}	0.129
	PF/C	2.70 ^{Bab}	2.87 ^{Aa}	2.43 ^{Bb}	2.63 ^{Aab}	0.061
	PF/OC	4.51 ^{Aa}	3.02 ^{Ab}	2.98 ^{Ab}	2.98 ^{Ab}	0.276
	SEM	0.309	0.101	0.065	0.136	
	RAW	2.05 ^{Cb}	2.91 ^{ABa}	2.16 ^{Cb}	2.44 ^{Aab}	0.129
	BA/C	2.50 ^{Bb}	3.12 ^{Aa}	2.48 ^{Bb}	3.07 ^{Aa}	0.084
	BA/OC	2.85 ^{Ab}	2.75 ^{Bb}	2.86 ^{Ab}	3.04 ^{Aa}	0.036
	SEM	0.050	0.079	0.031	0.153	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

SEM, standard error of means; nd, not detected; BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

냉장 저장($0\pm 2^{\circ}\text{C}$) 백색돈 삼겹살의 가열조건에 의한 바이오제닉 아민 함량 변화는 Table 32에 나타내었다. PUT는 모든 저장 기간 동안에 검출되지 않았다. CAD는 냉장 저장 중에 유지되거나 저장 15일차에 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 가열조건에 따라 삶기 방법은 저장 0, 5, 10일차에 유의적으로 생육보다 낮은 CAD 함량을 나타내었다($p<0.05$). 반면에 팬프라이닝 방법, 특히 팬프라이닝 과조리(PF/OC)법은 저장 5, 10, 15일차에 생육보다 CAD 함량이 증가하였다($p<0.05$). 바비큐 방법 또한 저장 15일차에 유의적으로 CAD 함량이 증가하였다.

백색돈 삼겹살 내 HIM 함량은 생육에서는 모든 저장 일차에 검출되지 않았으나, 팬프라이닝 과조리(PF/OC)법에서는 저장 10, 15일차에, 바비큐 과조리(BA/OC)법에서는 모든 저장 일차에 HIM이 검출되었다. 삶기 방법 또한 생육과 마찬가지로 모든 저장 일차에 검출되지 않았다.

TYM 함량의 경우 모든 처리구에서 저장 기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 가열조건에 따라 삶기 방법은 저장 0, 5, 10일차에 생육보다 낮은 CAD 함량을 나타내었으며, 모든 저장기간 동안 생육보다 낮은 TYM 함량을 나타내었다($p<0.05$). 팬프라이닝 조리(PF/C)법은 저장 0, 5, 10일차에서 생육보다 낮은 TYM 함량을 나타내었으나($p<0.05$), 15일차에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면에 팬프라이닝 과조리(PF/OC)법은 저장 10, 15일차에 생육보다 유의적으로 높은 TYM 함량을 나타내었다.

SPD 함량은 저장 기간에 따른 함량 차이가 크게 나타나지 않았다. 하지만 삶기 방법으로 조리함에 따라 SPD 함량이 감소되었으며, 이러한 감소효과는 과조리 시 증가하여 삶기 과조리(BO/OC)법 처리구가 생육보다 낮은 SPD 함량을 나타내었다($p<0.05$). 반면에 팬프라이닝법과 바비큐법으로 과조리 시 SPD 함량이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$).

Table 33. Changes of biogenic amine contents in pork belly (LYD) by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)				SEM
		0	5	10	15	
PUT	RAW	nd	nd	21.21 ^{Ab}	52.78 ^{Aa}	1.062
	BO/C	nd	nd	13.00 ^{Bb}	28.56 ^{Ba}	1.060
	BO/OC	nd	nd	9.70 ^{Cb}	25.01 ^{Ba}	0.361
	SEM	-	-	0.287	1.227	
	RAW	nd	nd	21.21 ^{Bb}	52.78 ^{Aa}	1.062
	PF/C	nd	nd	24.78 ^{Ab}	47.85 ^{Aa}	0.433
	PF/OC	nd	nd	26.75 ^{Ab}	54.42 ^{Aa}	3.822
	SEM	-	-	0.524	3.215	
	RAW	nd	nd	21.21 ^{Bb}	52.78 ^{Aa}	1.062
	BA/C	nd	nd	23.72 ^{Ab}	53.18 ^{Aa}	0.942
	BA/OC	nd	nd	19.83 ^{Bb}	51.98 ^{Aa}	0.383
	SEM	-	-	0.514	1.085	
CAD	RAW	4.71 ^{Ac}	7.81 ^{Ac}	42.36 ^{Ab}	84.39 ^{Aa}	1.200
	BO/C	3.06 ^{Bc}	4.69 ^{Bc}	20.45 ^{Bb}	37.85 ^{Ba}	0.766
	BO/OC	2.77 ^{Bc}	4.59 ^{Bc}	16.16 ^{Bb}	33.51 ^{Ba}	0.518
	SEM	0.152	0.527	1.079	1.263	

CAD	RAW	4.71 ^{Ac}	7.81 ^{Ac}	42.36 ^{Ab}	84.39 ^{Aa}	1.200	
	PF/C	4.98 ^{Ac}	7.26 ^{Ac}	37.47 ^{Ab}	64.99 ^{Ba}	1.294	
	PF/OC	6.89 ^{Ac}	8.42 ^{Ac}	40.73 ^{Ab}	74.36 ^{ABa}	3.216	
	SEM	0.862	0.865	1.481	3.775		
	RAW	4.71 ^{Ac}	7.81 ^{ABc}	42.36 ^{Ab}	84.39 ^{Aa}	1.200	
	BA/C	5.70 ^{Ac}	9.46 ^{Ac}	38.19 ^{Ab}	71.23 ^{Ba}	1.801	
	BA/OC	5.93 ^{Ac}	5.37 ^{Bc}	32.21 ^{Bb}	68.86 ^{Ba}	0.781	
	SEM	1.499	0.761	1.283	1.608		
HIM	RAW	nd	nd	nd	0.55 ^A	-	
	BO/C	nd	nd	nd	0.23 ^B	-	
	BO/OC	nd	nd	nd	0.15 ^B	-	
	SEM	-	-	-	0.059		
	RAW	nd	nd	nd	0.55 ^{AB}	-	
	PF/C	nd	nd	nd	0.32 ^B	-	
	PF/OC	nd	nd	0.74 ^a	0.67 ^{Aa}	0.074	
	SEM	-	-	-	0.071		
	RAW	nd	nd	nd	0.55 ^B	-	
	BA/C	nd	nd	nd	0.62 ^{AB}	-	
	BA/OC	0.25 ^b	0.29 ^b	0.64 ^a	0.87 ^{Aa}	0.892	
	SEM	-	-	-	0.067		
TYM	RAW	1.98 ^{Ad}	12.51 ^{Ac}	24.44 ^{Ab}	44.47 ^{Aa}	0.892	
	BO/C	0.98 ^{Bd}	5.56 ^{Bc}	16.12 ^{Bb}	25.69 ^{Ba}	0.254	
	BO/OC	0.68 ^{Cd}	5.30 ^{Bc}	12.31 ^{Cb}	22.80 ^{Ca}	0.213	
	SEM	0.042	0.793	0.368	0.664		
	RAW	1.98 ^{Ad}	12.51 ^{Ac}	24.44 ^{Cb}	44.47 ^{Aa}	0.892	
	PF/C	1.35 ^{Bd}	10.78 ^{Ac}	26.84 ^{Bb}	42.42 ^{Aa}	0.627	
	PF/OC	1.60 ^{Bd}	12.01 ^{Ac}	30.32 ^{Ab}	49.07 ^{Aa}	1.739	
	SEM	0.078	0.966	0.481	2.109		
	RAW	1.98 ^{Ad}	12.51 ^{Ac}	24.44 ^{Ab}	44.47 ^{Aa}	0.892	
	BA/C	1.59 ^{Bd}	10.73 ^{Ac}	25.65 ^{Ab}	45.61 ^{Aa}	0.614	
	BA/OC	1.36 ^{Bd}	9.18 ^{Ac}	24.03 ^{Ab}	43.10 ^{Aa}	0.539	
	SEM	0.061	0.864	0.713	0.833		
	SPD	RAW	2.39 ^{Aa}	1.91 ^{Aa}	2.06 ^{Aa}	2.12 ^{Aa}	0.118
		BO/C	1.84 ^{Ba}	1.99 ^{Aa}	1.71 ^{ABa}	1.87 ^{ABa}	0.087
		BO/OC	1.32 ^{Cc}	2.00 ^{Aa}	1.53 ^{Bbc}	1.65 ^{Bb}	0.048
		SEM	0.104	0.066	0.101	0.079	
RAW		2.39 ^{Aa}	1.91 ^{Ba}	2.06 ^{Ba}	2.12 ^{Ba}	0.118	
PF/C		2.54 ^{Aa}	2.96 ^{Aa}	2.39 ^{ABa}	2.54 ^{Aa}	0.142	
PF/OC		2.70 ^{Ab}	3.20 ^{Aa}	2.61 ^{Ab}	2.73 ^{Ab}	0.070	
SEM		0.109	0.146	0.103	0.088		
RAW		2.39 ^{ABa}	1.91 ^{Ba}	2.06 ^{Aa}	2.12 ^{Aa}	0.118	
BA/C		2.61 ^{Aa}	2.56 ^{Aa}	2.37 ^{Aa}	2.46 ^{Aa}	0.070	
BA/OC		2.08 ^{Ba}	2.38 ^{ABa}	2.09 ^{Aa}	2.33 ^{Aa}	0.151	
SEM		0.111	0.131	0.120	0.106		

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

SEM, standard error of means; nd, not detected; BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

냉장 저장($9 \pm 2^\circ\text{C}$) 백색돈 삼겹살의 가열조건에 의한 바이오제닉 아민 함량 변화는 Table 33에 나타내었다. PUT는 저장 5일차까지는 검출되지 않다가 저장 10일차에 생육에서 $21.21 \mu\text{g/g}$ 으로 검출되었다. 이후 저장 15일차에 2배 이상 증가하였다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법으로 조리 시 유의적으로 PUT 함량이 감소하였으며, 특히 10일차에 과조리 시 감소효과가 더 증가하였다($p < 0.05$). 반면에 팬프라이닝 조리(PF/C)법과 바비큐 조리(BA/C)법으로 조리 시 저장 10일차에 생육보다 높은 PUT 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

백색돈 삼겹살 생육 내 CAD 함량은 저장 기간이 증가할수록 증가하였다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법은 생육보다 유의적으로 낮은 CAD 함량을 나타내었다. 팬프라이닝 조리(PF/C)법은 저장 15일차에 생육보다 낮은 CAD 함량을 나타내었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)법은 저장 10, 15일차에 생육보다 낮은 CAD 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

HIM은 생육에서 저장 15일차에만 검출되었다. 하지만 바비큐 과조리(BA/OC)법의 경우 모든 저장 기간에 HIM이 검출되었으며, 저장 기간이 증가할수록 증가하였다. 이를 제외하고 팬프라이닝 조리(PF/C)법과 바비큐 조리(BA/C)법의 경우 저장 10일차까지 검출되지 않았으며, 저장 15일차부터 검출되었다. 특히 저장 15일차에는 삶기 방법은 조리 방법에 따른 HIM 감소효과로 조리 시 HIM 함량이 감소하였으나, 바비큐 과조리(BA/OC)법은 생육보다 유의적으로 높은 HIM 함량을 나타내었다.

TYM 생육에서 0일차에 $1.98 \mu\text{g/g}$ 이 검출되었지만 이후 저장 기간이 증가할수록 유의적으로 증가해 15일차에는 $44.47 \mu\text{g/g}$ 이 검출되었다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법은 모든 저장 기간 동안 유의적으로 TYM 함량을 감소시켰으며, 특히 저장 15일차에 삶기 과조리(BO/OC)법은 생육에 비해 약 2배 TYM 함량을 감소시켰다($p < 0.05$). 저장 1일차에는 팬프라이닝과 바비큐 조리 방법에 따라 유의적으로 TYM 함량이 감소하였으나, 이후 가열조건에 따른 큰 차이를 보이지 않았다.

저장 기간 중 백색돈 삼겹살 내 SPD 함량변화를 분석한 결과, 저장 기간에 따른 함량의 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 삶기 과조리(BO/OC)에 의해 0, 10, 15일차에 유의적으로 SPD 함량이 감소하였다. 반면에 팬프라이닝 조리 시 생육보다 SPD 함량이 증가하였다($p < 0.05$).

Table 34. Changes of biogenic amine contents in pork belly (Berkshire) by cooking conditions during refrigerated storage ($0\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)				SEM
		0	5	10	15	
PUT	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	nd	nd	nd	nd	-
	BA/OC	nd	nd	nd	nd	-
CAD	RAW	4.64 ^{Ab}	4.45 ^{Ab}	4.89 ^{Ab}	7.48 ^{Aa}	0.447
	BO/C	3.85 ^{Aa}	3.02 ^{Ba}	3.08 ^{Ba}	4.15 ^{Ba}	0.278
	BO/OC	2.77 ^{Abc}	3.03 ^{Bb}	2.49 ^{Bc}	4.77 ^{Ba}	0.118
	SEM	0.471	0.236	0.166	0.287	
	RAW	4.64 ^{Bb}	4.45 ^{Bb}	4.89 ^{Bb}	7.48 ^{Aa}	0.447
	PF/C	4.32 ^{Bb}	5.00 ^{Bab}	5.81 ^{ABab}	7.62 ^{Aa}	0.696
	PF/OC	7.98 ^{Aab}	7.31 ^{Ab}	7.81 ^{Aab}	8.16 ^{Aa}	0.176
	SEM	0.521	0.308	0.562	0.521	
	RAW	4.64 ^{Bb}	4.45 ^{Bb}	4.89 ^{Cb}	7.48 ^{Ba}	0.447
BA/C	6.62 ^{ABb}	7.01 ^{Ab}	5.64 ^{Bb}	9.09 ^{ABa}	0.441	
BA/OC	8.72 ^{Aab}	6.97 ^{Abc}	6.55 ^{Ac}	10.21 ^{Aa}	0.435	
SEM	0.618	0.439	0.163	0.420		
HIM	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	0.67 ^a	0.61 ^a	0.045
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	nd	nd	0.35 ^{Ba}	0.45 ^{Ba}	0.029
	BA/OC	0.45 ^{ab}	0.44 ^b	0.62 ^{Aa}	0.61 ^{Aa}	0.038
SEM	-	-	0.031	0.025		

TYM	RAW	1.86 ^{Ac}	2.76 ^{Ab}	3.98 ^{Aa}	4.57 ^{Aa}	0.154
	BO/C	1.17 ^{Bd}	1.66 ^{Bc}	2.26 ^{Bb}	2.80 ^{Ba}	0.049
	BO/OC	0.88 ^{Bb}	1.40 ^{Bab}	1.94 ^{Ca}	1.67 ^{Ca}	0.151
	SEM	0.078	0.147	0.048	0.188	
	RAW	1.86 ^{Ac}	2.76 ^{Ab}	3.98 ^{Aa}	4.57 ^{Aa}	0.154
	PF/C	2.03 ^{Ac}	2.27 ^{Abc}	3.11 ^{Aab}	3.55 ^{Ba}	0.201
	PF/OC	1.81 ^{Ac}	2.62 ^{Ab}	3.40 ^{Aa}	3.55 ^{Ba}	0.087
	SEM	0.123	0.156	0.207	0.117	
	RAW	1.86 ^{Ac}	2.76 ^{Ab}	3.98 ^{Aa}	4.57 ^{Aa}	0.154
	BA/C	1.24 ^{Bc}	1.81 ^{Bc}	2.61 ^{Cb}	3.68 ^{Ba}	0.173
	BA/OC	1.70 ^{Ad}	2.46 ^{ABc}	3.47 ^{Ba}	4.78 ^{Aa}	0.083
	SEM	0.079	0.212	0.109	0.134	
SPD	RAW	2.30 ^{Aa}	2.45 ^{Aa}	2.24 ^{Aa}	2.50 ^{Aa}	0.122
	BO/C	1.76 ^{Bab}	1.69 ^{Bb}	1.68 ^{Bb}	1.83 ^{Ba}	0.019
	BO/OC	1.65 ^{Bab}	1.43 ^{Bb}	1.68 ^{Bab}	1.95 ^{Ba}	0.100
	SEM	0.058	0.135	0.010	0.109	
	RAW	2.30 ^{Aa}	2.45 ^{ABa}	2.24 ^{Ba}	2.50 ^{Ca}	0.122
	PF/C	1.88 ^{Aa}	2.13 ^{Ba}	2.65 ^{ABa}	2.70 ^{Ba}	0.182
	PF/OC	2.38 ^{Ac}	2.77 ^{Ab}	3.14 ^{Aa}	2.99 ^{Aab}	0.057
	SEM	0.152	0.138	0.161	0.016	
	RAW	2.30 ^{Aa}	2.45 ^{Aa}	2.24 ^{Ba}	2.50 ^{Ca}	0.122
	BA/C	2.34 ^{Ab}	2.12 ^{Ab}	2.31 ^{Bb}	3.08 ^{Ba}	0.053
	BA/OC	2.30 ^{Ac}	2.58 ^{Abc}	2.63 ^{Ab}	3.29 ^{Aa}	0.065
	SEM	0.071	0.148	0.024	0.041	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

SEM, standard error of means; nd, not detected; BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

냉장 저장($0 \pm 2^\circ\text{C}$) 흑색돈 삼겹살의 가열조건에 의한 바이오제닉 아민 함량 변화는 Table 34에 나타내었다. PUT는 모든 저장 기간 동안 흑색돈 삼겹살에서 검출되지 않았다. 생육 내 CAD는 저장 15 일차에 유의적으로 증가하였다. 가열조건에 따라 삶기 방법 시 생육에 비해 유의적으로 CAD 함량이 감소하였다. 반면에 팬프라이닝 과조리(PF/OC)와 바비큐 과조리(BA/OC)법은 흑색돈 삼겹살 내 CAD 함량을 증가시켰다($p < 0.05$).

HIM 함량은 생육에서는 모든 저장 일차에서 검출되지 않았다. 반면에 팬프라이닝 과조리(PF/OC)법에서는 0, 5일차에서는 검출되지 않다가 10, 15일차에 각각 0.67, 0.61 $\mu\text{g/g}$ 이 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)법에서는 모든 저장 일차에서 0.45~0.62 $\mu\text{g/g}$ 수준으로 검출되었다.

흑색돈 삼겹살 생육 내 TYM 함량은 저장 기간이 증가할수록 증가하였다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법은 모든 저장 기간 동안 생육보다 낮은 TYM 함량을 나타내었으며($p < 0.05$), 이러한 감소효과는 저장 10, 15일차에 삶기 과조리(BO/OC)법 시 증가하였다($p < 0.05$). 또한 팬프라이닝 방법은 저장 15

일차에 생육보다 유의적으로 낮은 TYM 함량을 나타내었으며, 바비큐 조리(BA/C)법은 모든 저장 기간 동안 생육보다 낮은 TYM 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

SPD 함량은 냉장 저장에 따른 큰 차이를 보이지 않았으며, 가열조건에 따라 삶기 방법이 모든 저장 기간 동안 생육보다 낮은 SPD 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 반면에 팬프라이 방법과 바비큐 방법은 저장 10일차에 과조리 시 생육보다 높은 SPD 함량을 나타내었으며, 15일차에는 과조리 시 SPD 함량이 증가하였다($p < 0.05$).

Table 35. Changes of biogenic amine contents in pork belly (Berkshire) by cooking conditions during refrigerated storage ($9 \pm 2^\circ\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)				SEM
		0	5	10	15	
PUT	RAW	nd	nd	23.26 ^{Ab}	57.97 ^{Aa}	4.666
	BO/C	nd	nd	16.58 ^{Bb}	29.47 ^{Ba}	0.950
	BO/OC	nd	nd	13.92 ^{Cb}	26.58 ^{Ba}	0.917
	SEM	-	-	0.153	3.957	
	RAW	nd	nd	23.26 ^{Bb}	57.97 ^{Aa}	4.666
	PF/C	nd	nd	25.30 ^{Bb}	57.77 ^{Aa}	1.778
	PF/OC	nd	nd	35.74 ^{Ab}	70.05 ^{Aa}	1.079
	SEM	-	-	1.345	3.949	
	RAW	nd	nd	23.26 ^{Bb}	57.97 ^{Aa}	4.666
	BA/C	nd	nd	32.37 ^{Ab}	61.30 ^{Aa}	2.273
	BA/OC	nd	nd	30.16 ^{Ab}	62.51 ^{Aa}	0.836
	SEM	-	-	0.728	4.231	
CAD	RAW	2.34 ^{Ad}	6.39 ^{Ac}	40.67 ^{Ab}	80.67 ^{Aa}	0.187
	BO/C	1.33 ^{Bc}	3.91 ^{Bc}	26.61 ^{Bb}	36.92 ^{Ba}	0.780
	BO/OC	1.33 ^{Bc}	3.28 ^{Bc}	21.29 ^{Cb}	31.49 ^{Ca}	0.891
	SEM	0.092	0.265	0.729	1.142	
	RAW	2.34 ^{Ab}	6.39 ^{Ab}	40.67 ^{Bb}	80.67 ^{Ba}	0.398
	PF/C	2.33 ^{Ac}	7.48 ^{Ac}	38.96 ^{Bb}	82.34 ^{Ba}	1.419
	PF/OC	3.47 ^{Ac}	7.63 ^{Ac}	51.59 ^{Ab}	97.15 ^{Aa}	0.929
	SEM	0.422	0.325	1.835	0.481	
	RAW	2.34 ^{Ab}	6.39 ^{Ab}	40.67 ^{Cb}	80.67 ^{Aa}	0.398
	BA/C	2.54 ^{Ac}	6.52 ^{Ac}	48.88 ^{Ab}	83.09 ^{Aa}	1.394
	BA/OC	3.24 ^{Ac}	7.14 ^{Ac}	44.21 ^{Bb}	81.57 ^{Aa}	0.684
	SEM	0.236	0.537	0.481	1.831	

HIM	RAW	nd	nd	nd	0.49 ^A	-
	BO/C	nd	nd	nd	0.32 ^{AB}	-
	BO/OC	nd	nd	nd	0.27 ^B	-
	SEM	-	-	-	0.048	
	RAW	nd	nd	nd	0.49 ^B	-
	PF/C	nd	nd	nd	1.18 ^A	-
	PF/OC	nd	nd	0.40 ^b	1.34 ^{Aa}	0.106
	SEM	-	-	-	0.057	
	RAW	nd	nd	nd	0.49 ^B	-
	BA/C	nd	nd	nd	0.73 ^B	-
	BA/OC	0.25 ^c	0.43 ^b	0.58 ^b	1.18 ^{Aa}	0.039
	SEM	-	-	-	0.066	
TYM	RAW	1.84 ^{Ac}	22.41 ^{Abc}	24.91 ^{Ab}	52.98 ^{Aa}	5.045
	BO/C	1.28 ^{Bd}	7.41 ^{Bc}	22.52 ^{Ab}	29.62 ^{ABa}	0.711
	BO/OC	1.04 ^{Bd}	5.61 ^{Bc}	22.07 ^{Ab}	26.97 ^{Ba}	0.950
	SEM	0.086	0.656	0.796	5.894	
	RAW	1.84 ^{ABc}	22.41 ^{Abc}	24.91 ^{Cb}	52.98 ^{Aa}	5.045
	PF/C	1.68 ^{Bd}	12.82 ^{Bc}	30.63 ^{Bb}	52.86 ^{Aa}	1.310
	PF/OC	2.18 ^{Ad}	12.42 ^{Bc}	45.03 ^{Ab}	65.54 ^{Aa}	0.536
	SEM	0.097	0.777	1.284	5.860	
	RAW	1.84 ^{Ac}	22.41 ^{Abc}	24.91 ^{Bb}	52.98 ^{Aa}	5.045
	BA/C	2.12 ^{Ad}	12.37 ^{Bc}	41.78 ^{Ab}	55.95 ^{Aa}	1.351
	BA/OC	2.07 ^{Ad}	11.54 ^{Bc}	40.75 ^{Ab}	58.34 ^{Aa}	0.645
	SEM	0.081	0.901	0.862	5.946	
SPD	RAW	2.20 ^{Aa}	1.94 ^{Ab}	1.99 ^{Aab}	2.24 ^{Aa}	0.064
	BO/C	2.08 ^{Aa}	1.61 ^{Bb}	1.87 ^{Aab}	1.57 ^{Bb}	0.070
	BO/OC	1.83 ^{Aa}	1.65 ^{Bab}	1.68 ^{Aab}	1.49 ^{Bb}	0.069
	SEM	0.101	0.029	0.075	0.041	
	RAW	2.20 ^{Ca}	1.94 ^{Cb}	1.99 ^{Bab}	2.24 ^{Ca}	0.064
	PF/C	2.75 ^{Ba}	2.57 ^{Ba}	2.10 ^{Ba}	2.50 ^{Ba}	0.182
	PF/OC	3.41 ^{Aa}	2.82 ^{Ac}	3.10 ^{Ab}	2.95 ^{Abc}	0.036
	SEM	0.057	0.019	0.213	0.016	
	RAW	2.20 ^{Ca}	1.94 ^{Bb}	1.99 ^{Bab}	2.24 ^{Ba}	0.064
	BA/C	3.07 ^{Ba}	2.56 ^{Ab}	2.67 ^{Ab}	2.58 ^{Ab}	0.049
	BA/OC	3.37 ^{Aa}	2.61 ^{Ac}	2.89 ^{Ab}	2.78 ^{Ab}	0.034
	SEM	0.026	0.036	0.077	0.049	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

SEM, standard error of means; nd, not detected; BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

냉장 저장 ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$) 흑색돈 삼겹살의 가열조건에 의한 바이오제닉 아민 함량 변화는 Table 35에 나타내었다. 생육 내 PUT 함량은 저장 0, 5일차에는 검출되지 않았으나 저장 10일차에 검출되어 저장 15일차에 유의적으로 증가하였다. 조리 강도에 따라 삶기 법은 생육에 비해 유의적으로 PUT 함량은 감소시켰으나, 팬프라이 방법과 바비큐 방법은 저장 10일차에 생육보다 높은 PUT 함량을 나타내었다($p<0.05$).

생육 내 CAD 함량 또한 저장 기간이 증가함에 따라 증가하였다($p<0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법은 모든 저장 기간 동안 생육보다 유의적으로 낮은 CAD 함량을 나타내었다. 반면에 팬프라이 과조리(PF/OC)법은 저장 10, 15일차에 생육보다 높은 CAD 함량을 나타내었으며, 바비큐 조리(BA/C)법은 저장 10일차에 생육보다 높은 CAD 함량을 나타내었다.

HIM 함량은 생육에서 저장 15일차에서만 $0.49 \mu\text{g/g}$ 이 검출되었다. 이후 가열조건에 따라 바비큐 과조리, 팬프라이 과조리를 제외하고는 모두 저장 15일차에서만 검출되었다. 삶기 과조리(BO/OC)법은 생육보다 유의적으로 낮은 HIM 함량을 나타내었으나, 팬프라이 방법은 생육보다 높은 HIM 함량을 나타내었다($p<0.05$). 바비큐 방법은 과조리(BA/OC) 시 모든 저장 일차에서 검출되어 생육보다 높은 HIM 함량을 나타내었으며, 저장 기간이 증가할수록 증가하였다($p<0.05$).

생육에서 TYM 함량은 저장기간이 증가할수록 증가하였다($p<0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법은 모든 저장 일차에서 생육보다 낮은 TYM 함량을 나타내었으며, 삶기 방법의 TYM 감소효과는 과조리(BO/OC) 시 증가하였다($p<0.05$). 팬프라이와 바비큐 방법은 저장 5일차에 생육보다 유의적으로 낮은 TYM 함량을 나타내었으나, 팬프라이 10일차를 제외하고는 다른 저장일차에는 차이를 보이지 않았다.

SPD 함량은 저장 기간에 유의적인 함량 차이를 보이지 않았으며, 가열조건에 따라 삶기 과조리(BO/OC)법이 저장 10, 15일차에 생육보다 낮은 SPD 함량을 나타내었다($p<0.05$). 반면 팬프라이 방법은 저장 0, 10, 15일차에 생육보다 높은 SPD 함량을 나타내었다($p<0.05$).

(2) 다환방향족탄화수소(PAHs) 함량

다환방향족탄화수소류는 2개 이상의 벤젠고리를 포함하고 있는 유기 화합물로 내분비계 장애 물질이면서 발암 가능 물질로 잔류기간이 길고 독성도 강하다(Lee et al., 2016a). 가공 식품 중 PAHs의 오염원으로는 식품의 고온 조리 및 가공에서 식품의 주성분인 탄수화물 지방 및 단백질의 열분해 및 불완전 연소에 기인하는 것으로 알려져 있다(Oh, 2006). 특히 식육을 숯불 구이할 경우 200°C 이상의 고온에 직접적으로 노출되며 기름이 불꽃에 떨어지면서 PAHs 생성을 촉진시켜 식육의 표면에 침착된다는 연구가 보고된바 있다(Lee et al., 2016b).

Table 36. Changes of PAHs in pork belly (LYD) by cooking conditions during refrigerated storage ($0\pm 2^{\circ}\text{C}$)

PAH ($\mu\text{g/kg}$)	Treatment	Storage (days)				SEM
		0	5	10	15	
B[a]P	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-

B[a]P	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	73.73 ^{Bc}	33.59 ^{Bd}	66.62 ^{Bb}	131.93 ^{Ba}	0.475
	BA/OC	149.32 ^{Ac}	106.27 ^{Ad}	188.40 ^{Ab}	200.57 ^{Aa}	1.275
	SEM	0.787	1.203	0.815	0.986	
B[a]A	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	65.84 ^{Bb}	28.16 ^{Bd}	52.97 ^{Bc}	101.92 ^{Ba}	0.785
	BA/OC	135.42 ^{Ab}	85.32 ^{Ac}	149.87 ^{Aa}	151.63 ^{Aa}	1.271
	SEM	0.939	0.839	1.434	0.904	
B[b]F	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	58.22 ^{Bb}	25.61 ^{Bd}	46.51 ^{Bc}	93.04 ^{Ba}	0.364
	BA/OC	108.98 ^{Ac}	79.96 ^{Ad}	134.84 ^{Ab}	146.94 ^{Aa}	1.377
	SEM	0.844	0.659	1.334	1.062	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

SEM, standard error of means; nd, not detected; B[a]P, Benzo(α)pyrene; B[a]A, Benzo(α)anthracene; B[b]F, Benzo(β)fluoranthene. RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

냉장 저장($0 \pm 2^\circ\text{C}$) 백색돈 삼겹살의 가열조건에 의한 PAHs 함량 변화는 Table 36에 나타내었다. 생육(RAW)과 삶기(BO/C, BO/OC), 팬프라이(PF/C, PF/OC) 방법에서는 모두 PAHs가 검출되지 않았다(Figure 38~44). 반면에 바비큐 방법에서는 모든 PAHs가 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)법 보다 과조리(BA/OC)법이 유의적으로 높은 PAHs 함량을 나타내었다. 냉장 저장에 따른 백색돈 삼겹살 내 PAHs 함량 변화는 특정한 경향을 보이지 않았으며, 바비큐 조리(BA/C)법은 저장 기간 동안 PAHs 종류별로 B[a]P는 33.59~131.93 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었으며, B[a]A는 28.16~101.92 $\mu\text{g}/\text{kg}$, B[b]F는 25.61~93.04 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었다. 반면에 바비큐 과조리(BA/OC)법은 B[a]P가 106.27~200.57 $\mu\text{g}/\text{kg}$, B[a]A가 85.32~151.63 $\mu\text{g}/\text{kg}$, B[b]F가 79.96~146.94 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었다. 따라서 백색돈 삼겹살 내 PAHs 함량 변화는 냉장 저장 기간이 아닌 가열조건에 의해 크게 영향을 받는 것으로 판단된다.

Table 37. Changes of PAHs in pork belly (LYD) by cooking conditions during refrigerated storage (9±2°C)

PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Treatment	Storage (days)				SEM
		0	5	10	15	
B[a]P	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	73.73 ^{Bb}	36.97 ^{Bd}	63.41 ^{Bc}	93.85 ^{Ba}	0.598
	BA/OC	149.32 ^{Ac}	155.25 ^{Ab}	201.46 ^{Aa}	129.40 ^{Ad}	1.101
	SEM	0.787	0.550	1.234	0.834	
B[a]A	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	65.84 ^{Bb}	34.38 ^{Bd}	46.89 ^{Bc}	76.38 ^{Ba}	0.575
	BA/OC	135.42 ^{Ab}	138.53 ^{Ab}	177.49 ^{Aa}	101.89 ^{Ac}	2.046
	SEM	0.939	0.630	2.753	0.422	
B[b]F	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	58.22 ^{Bb}	30.50 ^{Bd}	46.76 ^{Bc}	66.45 ^{Ba}	0.305
	BA/OC	108.98 ^{Ab}	119.65 ^{Ab}	145.01 ^{Aa}	92.31 ^{Ac}	3.148
	SEM	0.844	4.181	0.708	1.142	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

SEM, standard error of means; nd, not detected; B[a]P, Benzo(α)pyrene; B[a]A, Benzo(α)anthracene; B[b]F, Benzo(β)fluoranthene. RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

냉장 저장($9\pm 2^{\circ}\text{C}$) 백색돈 삼겹살의 가열조건에 의한 PAHs 함량 변화는 Table 37에 나타내었다. 9°C 에서 백색돈 삼겹살을 저장 시에도 생육(RAW)과 삶기(BO/C, BO/OC), 팬프라이(PF/C, PF/OC) 방법에서 모두 PAHs가 검출되지 않았다(Figure 38~44). 반면에 바비큐 방법에서는 모든 PAHs가 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)법 보다 과조리(BA/OC)법이 유의적으로 높은 PAHs 함량을 나타내었다. 9°C 냉장 저장에 따른 백색돈 삼겹살 내 PAHs 함량 변화 또한 특정한 경향을 보이지 않았으며, 바비큐 조리(BA/C)법은 저장 기간 동안 PAHs 종류별로 B[a]P는 $36.97\sim 93.85\ \mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었으며, B[a]A는 $34.38\sim 76.38\ \mu\text{g}/\text{kg}$, B[b]F는 $30.50\sim 66.45\ \mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었다. 반면에 바비큐 과조리(BA/OC)법은 B[a]P가 $129.40\sim 201.46\ \mu\text{g}/\text{kg}$, B[a]A가 $101.89\sim 177.49\ \mu\text{g}/\text{kg}$, B[b]F가 $92.31\sim 145.01\ \mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었다.

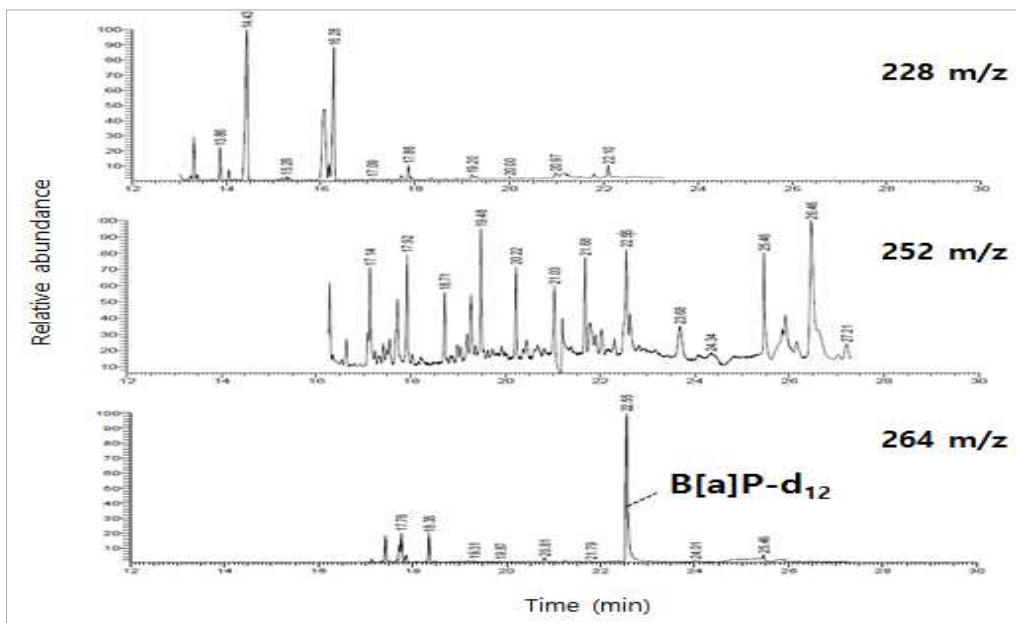


Figure 38. GC/MS chromatogram of PAHs in raw pork belly (LYD, day 0).

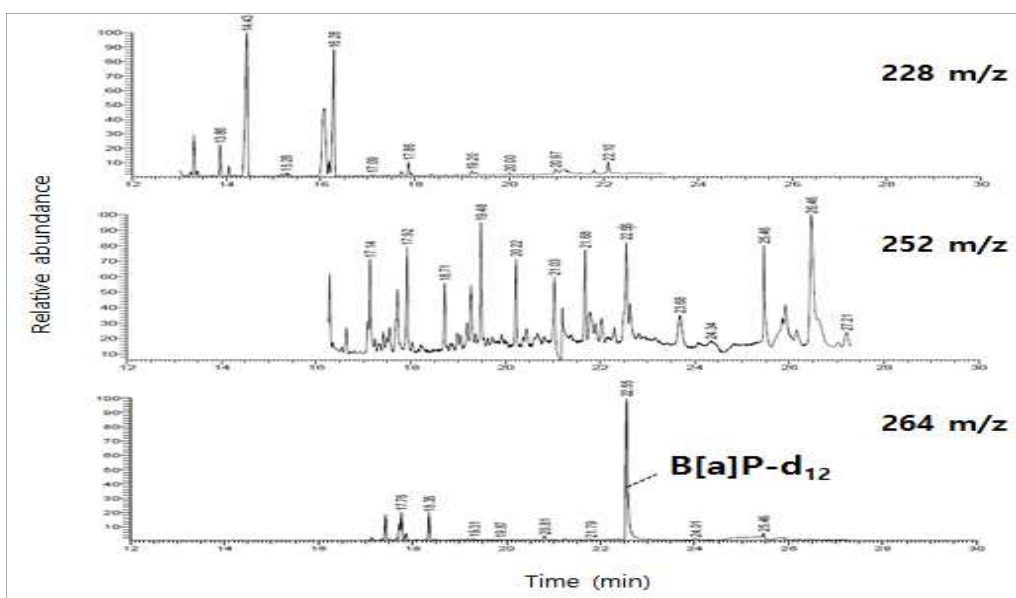


Figure 39. GC/MS chromatogram of PAHs in boiled (BO/C) pork belly (LYD, day 0).

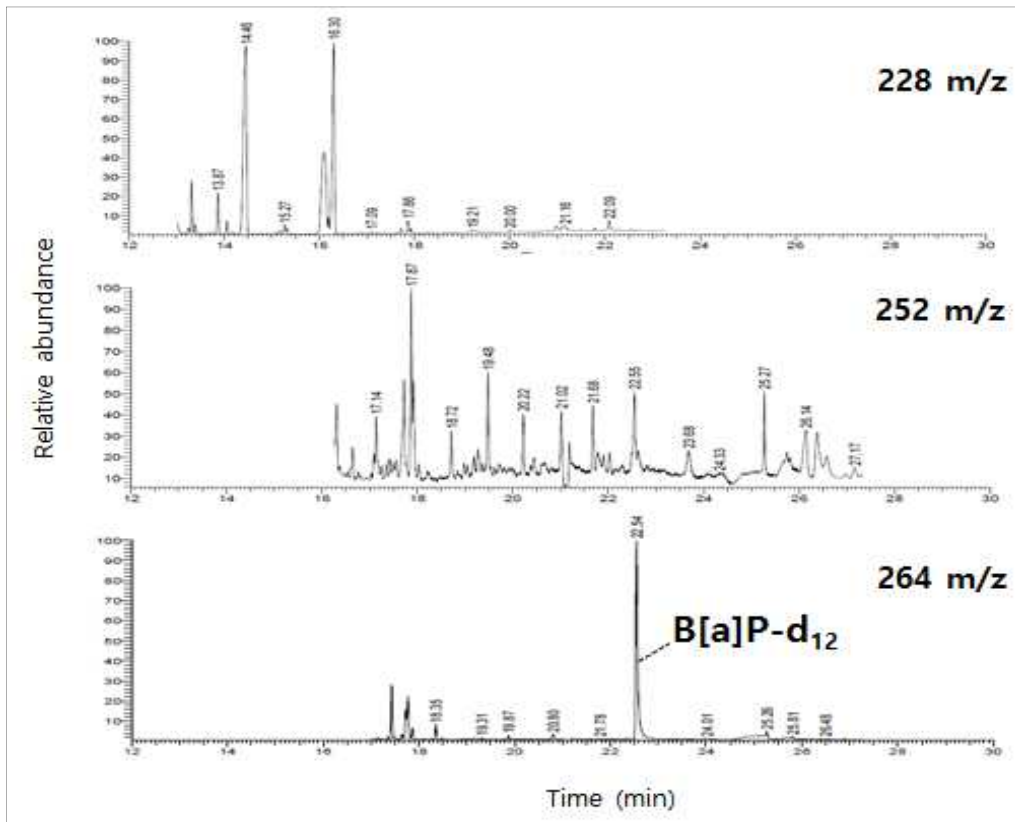


Figure 40. GC/MS chromatogram of PAHs in boiled (BO/OC) pork belly (LYD, day 0).

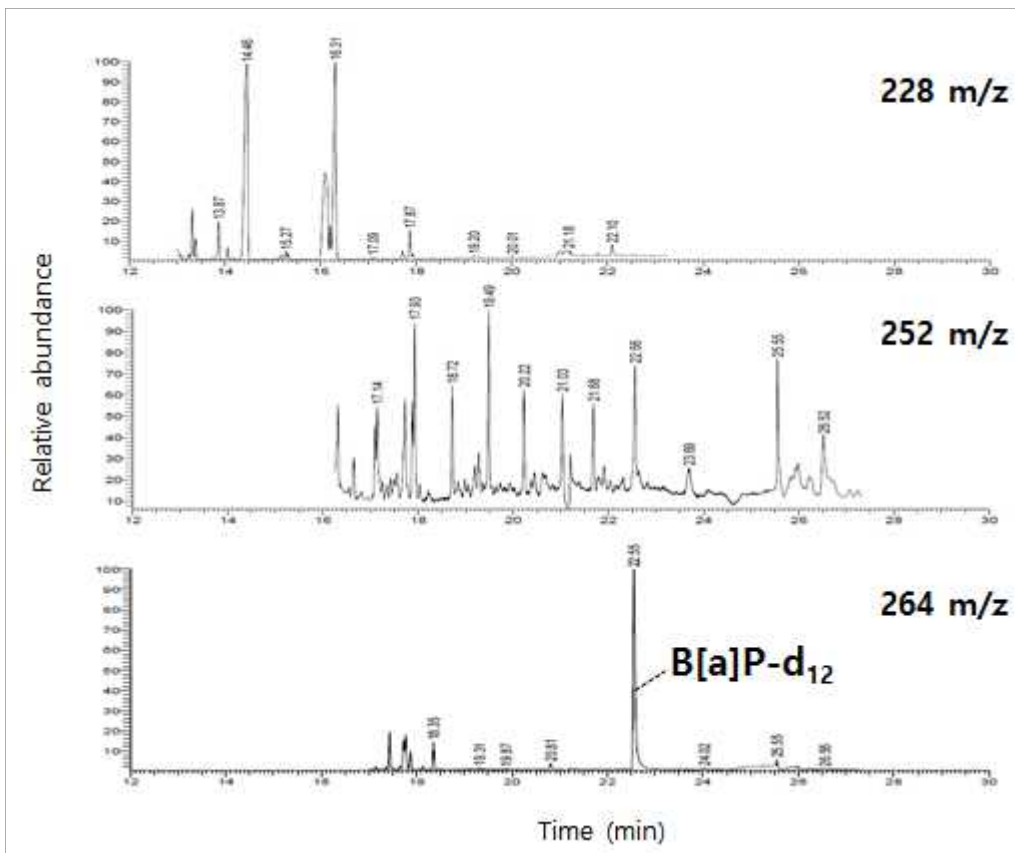


Figure 41. GC/MS chromatogram of PAHs in pan-fried (PF/C) pork belly (LYD, day 0).

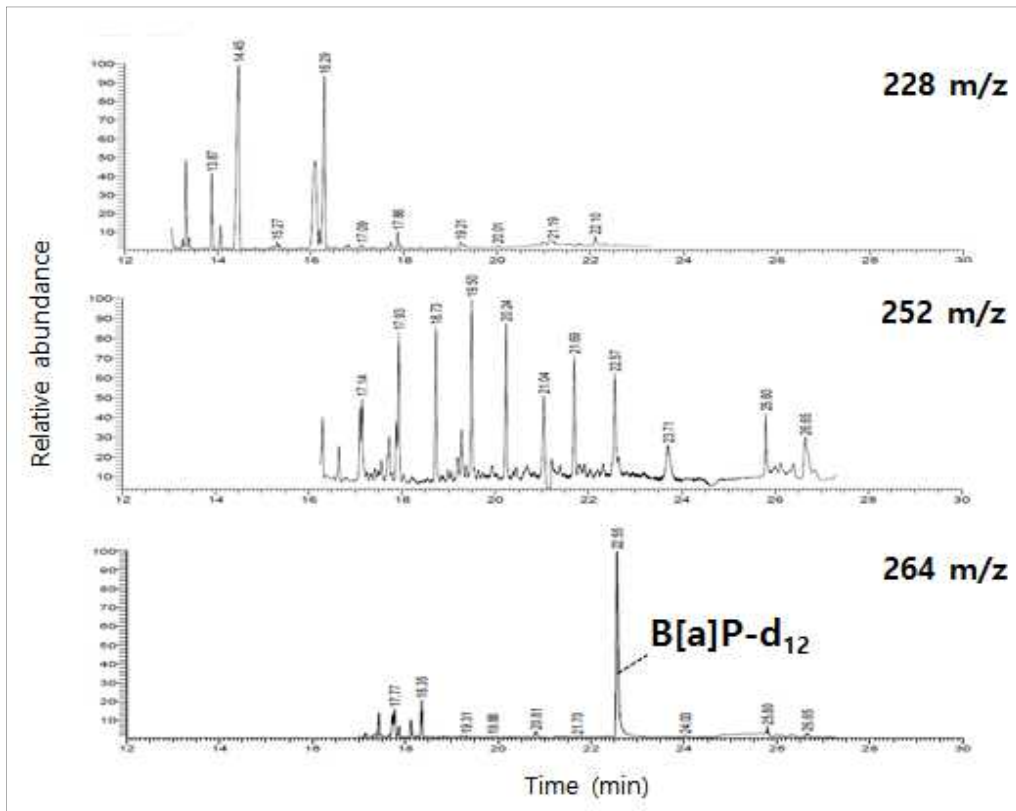


Figure 42. GC/MS chromatogram of PAHs in pan-fried (PF/OC) pork belly (LYD, day 0).

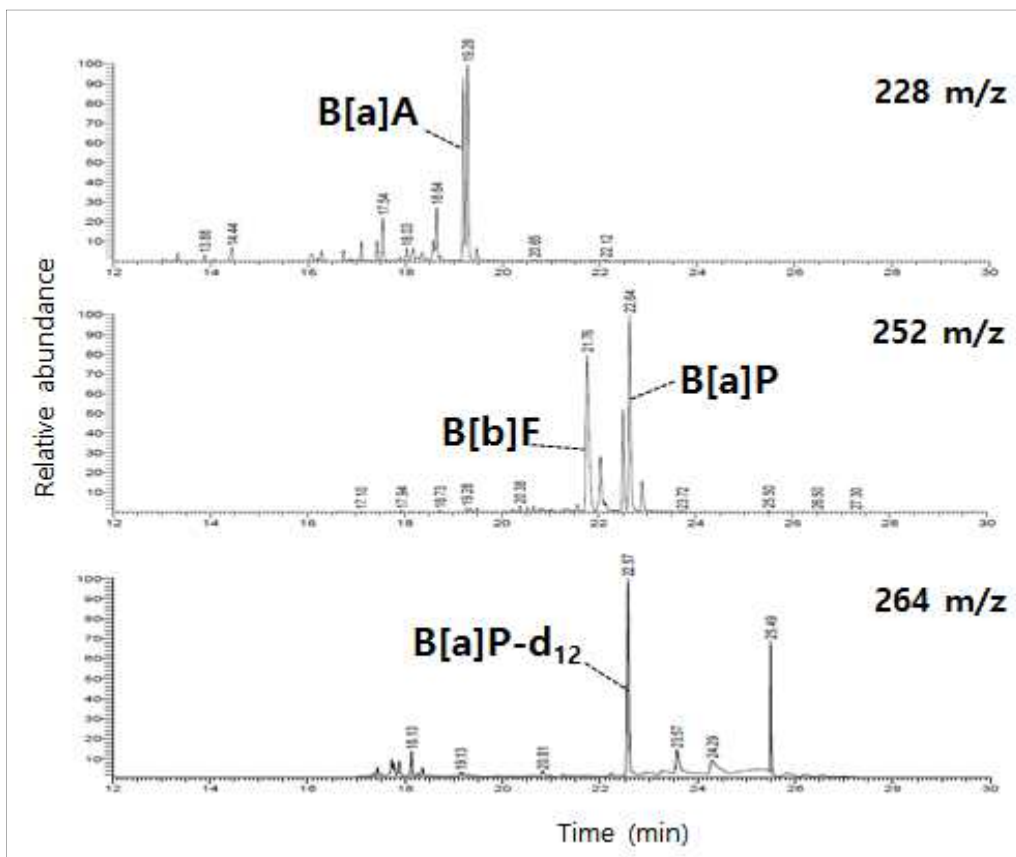


Figure 43. GC/MS chromatogram of PAHs in barbecued (BA/C) pork belly (LYD, day 0).

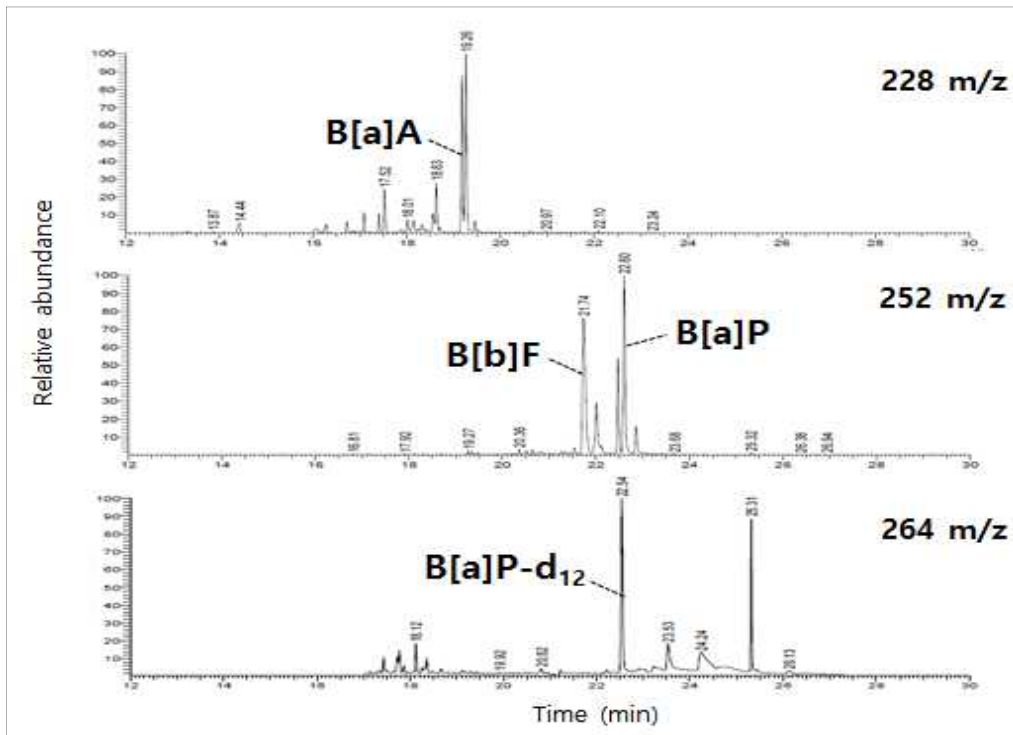


Figure 44. GC/MS chromatogram of PAHs in barbecued (BA/OC) pork belly (LYD, day 0).

Table 38. Changes of PAHs contents in pork belly (Berkshire) by cooking condition during refrigerated storage ($0 \pm 2^\circ\text{C}$)

PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Treatment	Storage (days)				SEM
		0	5	10	15	
B[a]P	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	63.85 ^{Bc}	76.55 ^{Bb}	103.29 ^{Ba}	52.44 ^{Bd}	1.103
	BA/OC	164.46 ^{Ab}	140.83 ^{Ac}	134.58 ^{Ac}	252.76 ^{Aa}	2.060
SEM	1.323	1.902	0.757	2.230		
B[a]A	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	43.94 ^{Bc}	71.24 ^{Bb}	89.93 ^{Ba}	44.21 ^{Bc}	0.311
	BA/OC	127.88 ^{Ab}	114.22 ^{Ac}	118.43 ^{Ac}	237.91 ^{Aa}	1.989
SEM	0.224	1.195	0.400	2.542		

B[b]F	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	47.92 ^{Bc}	64.87 ^{Bb}	76.20 ^{Ba}	44.12 ^{Bd}	0.531
	BA/OC	127.85 ^{Ab}	90.12 ^{Ad}	107.01 ^{Ac}	196.18 ^{Aa}	1.086
	SEB	0.835	0.533	0.928	1.041	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

SEM, standard error of means; nd, not detected; B[a]P, Benzo(α)pyrene; B[a]A, Benzo(α)anthracene; B[b]F, Benzo(β)fluoranthene. RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

냉장 저장($0 \pm 2^\circ\text{C}$) 흑색돈 삼겹살의 가열조건에 의한 PAHs 함량 변화는 Table 38에 나타내었다. 백색돈 삼겹살과 마찬가지로 생육(RAW)과 삶기(BO/C, BO/OC), 팬프라이(PF/C, PF/OC) 방법에서는 모두 PAHs가 검출되지 않았다(Figure 45~51). 반면에 바비큐 방법에서는 모든 PAHs가 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)법 보다 과조리(BA/OC)법이 유의적으로 높은 PAHs 함량을 나타내었다. 냉장 저장에 따른 흑색돈 삼겹살 내 PAHs 함량 변화 또한 특정한 경향을 보이지 않았으며, 바비큐 조리(BA/C)법은 저장 기간 동안 PAHs 종류별로 B[a]P는 52.44~103.29 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었으며, B[a]A는 43.94~89.93 $\mu\text{g}/\text{kg}$, B[b]F는 44.12~76.20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었다. 반면에 바비큐 과조리(BA/OC)법은 B[a]P가 134.58~252.76 $\mu\text{g}/\text{kg}$, B[a]A가 114.22~237.91 $\mu\text{g}/\text{kg}$, B[b]F가 90.12~196.18 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 나타내었다. 따라서 백색돈 삼겹살과 마찬가지로 흑색돈 삼겹살 내 PAHs 함량 변화는 냉장 저장 기간이 아닌 가열조건에 의해 크게 영향을 받는 것으로 판단된다.

Table 39. Changes of PAHs contents in pork belly (Berkshire) by cooking condition during refrigerated storage ($9 \pm 2^\circ\text{C}$)

PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Treatment	Storage (days)				SEM
		0	5	10	15	
B[a]P	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	63.85 ^{Bc}	96.94 ^{Ba}	38.79 ^{Bd}	85.55 ^{Bb}	1.100
	BA/OC	164.46 ^{Ac}	232.06 ^{Aa}	219.66 ^{Ab}	140.03 ^{Ad}	1.497
	SEM	1.323	1.350	1.001	1.528	

B[a]A	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	43.94 ^{Bc}	46.46 ^{Bb}	31.14 ^{Bd}	65.42 ^{Ba}	0.517
	BA/OC	127.88 ^{Ac}	156.93 ^{Ab}	164.83 ^{Aa}	96.60 ^{Ad}	1.743
SEM	0.224	1.183	2.150	0.729		
B[b]F	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BO/C	nd	nd	nd	nd	-
	BO/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	PF/C	nd	nd	nd	nd	-
	PF/OC	nd	nd	nd	nd	-
	RAW	nd	nd	nd	nd	-
	BA/C	47.92 ^{Bc}	81.23 ^{Ba}	29.59 ^{Bd}	60.86 ^{Bb}	0.494
	BA/OC	127.85 ^{Ab}	146.19 ^{Aa}	146.08 ^{Aa}	101.21 ^{Ac}	1.256
SEM	0.835	0.535	1.463	0.719		

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

SEM, standard error of means; nd, not detected; B[a]P, Benzo(α)pyrene; B[a]A, Benzo(α)anthracene; B[b]F, Benzo(β)fluoranthene. RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

냉장 저장($9 \pm 2^\circ\text{C}$) 흑색돈 삼겹살의 가열조건에 의한 PAHs 함량 변화는 Table 39에 나타내었다. 9°C 에서 백색돈 삼겹살을 저장 시에도 모든 저장일차에서 생육(RAW)과 삶기(BO/C, BO/OC), 팬프라이(PF/C, PF/OC) 방법에서는 모두 PAHs가 검출되지 않았다(Figure 45~51). 반면에 바비큐 방법에서는 모든 PAHs가 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)법 보다 과조리(BA/OC)법이 유의적으로 높은 PAHs 함량을 나타내었다. 9°C 냉장 저장에 따른 흑색돈 삼겹살 내 PAHs 함량 변화 또한 특정한 경향을 보이지 않았으며, 바비큐 조리(BA/C)법은 저장 기간 동안 PAHs 종류별로 B[a]P는 $38.79\sim 96.94 \mu\text{g/kg}$ 의 범위를 나타내었으며, B[a]A는 $31.14\sim 65.42 \mu\text{g/kg}$, B[b]F는 $29.59\sim 81.23 \mu\text{g/kg}$ 의 범위를 나타내었다. 반면에 바비큐 과조리(BA/OC)법은 B[a]P가 $140.03\sim 232.06 \mu\text{g/kg}$, B[a]A가 $96.60\sim 164.83 \mu\text{g/kg}$, B[b]F가 $101.21\sim 146.19 \mu\text{g/kg}$ 의 범위를 나타내었다.

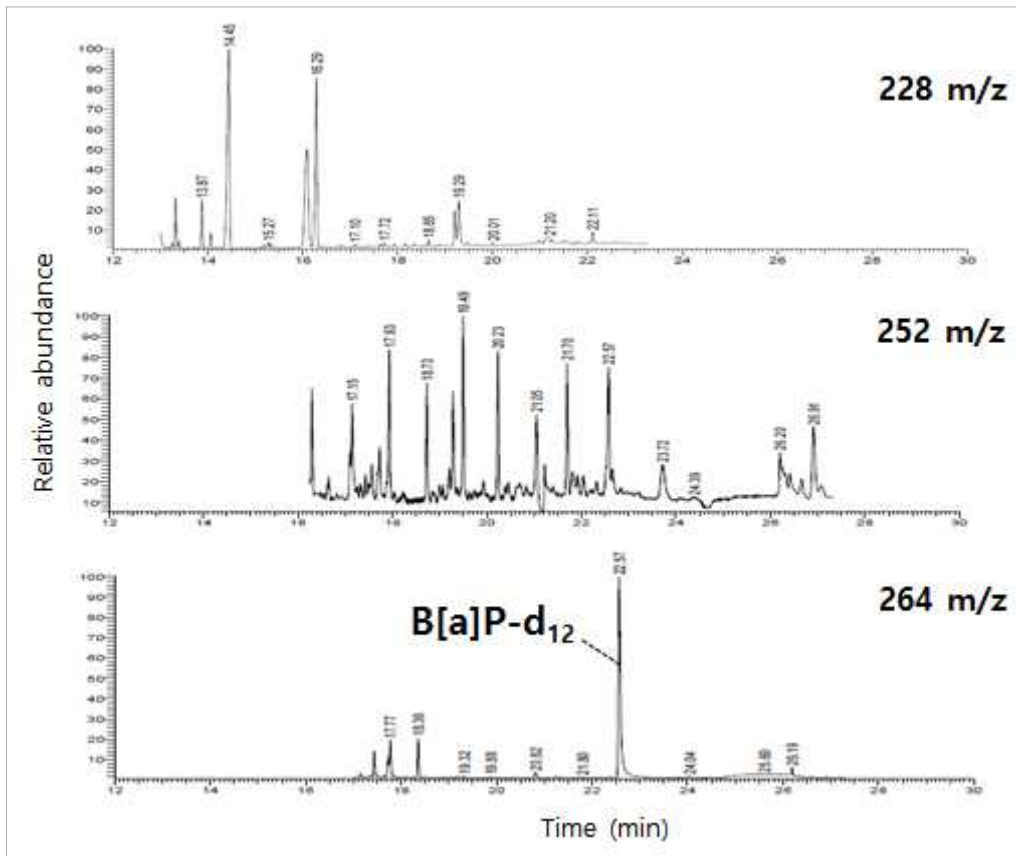


Figure 45. GC/MS chromatogram of PAHs in raw pork belly (Berkshire, day 0).

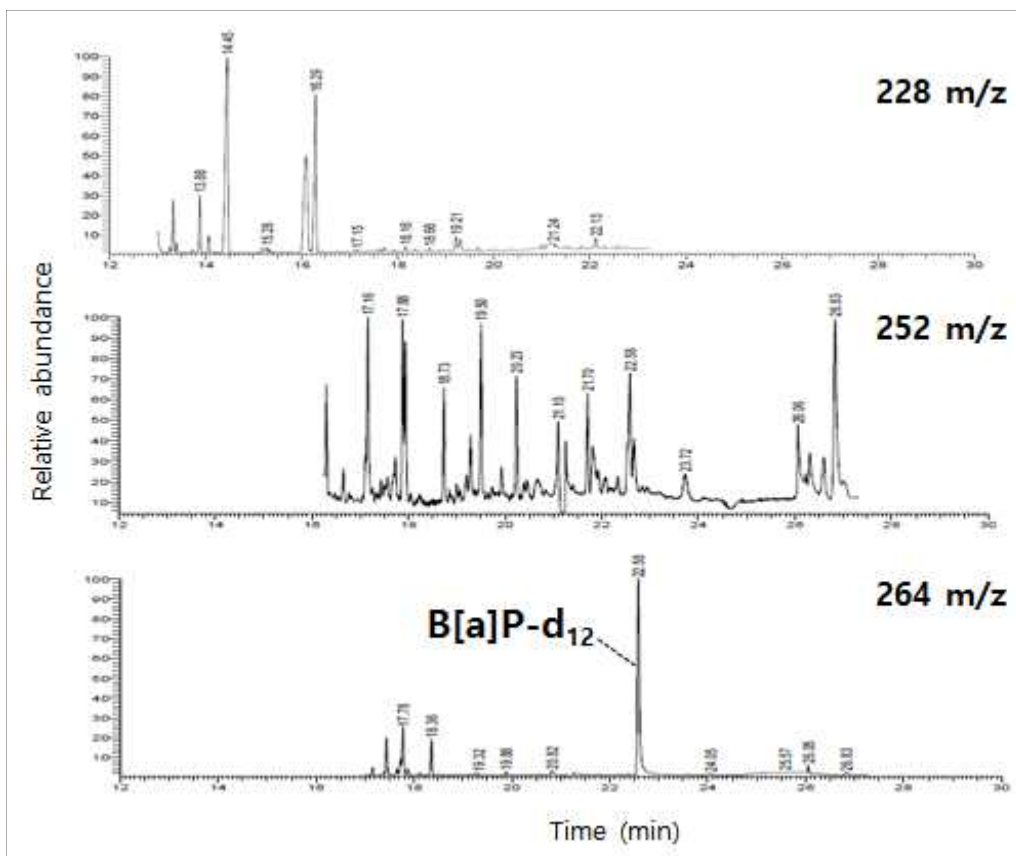


Figure 46. GC/MS chromatogram of PAHs in boiled (BO/C) pork belly (Berkshire, day 0).

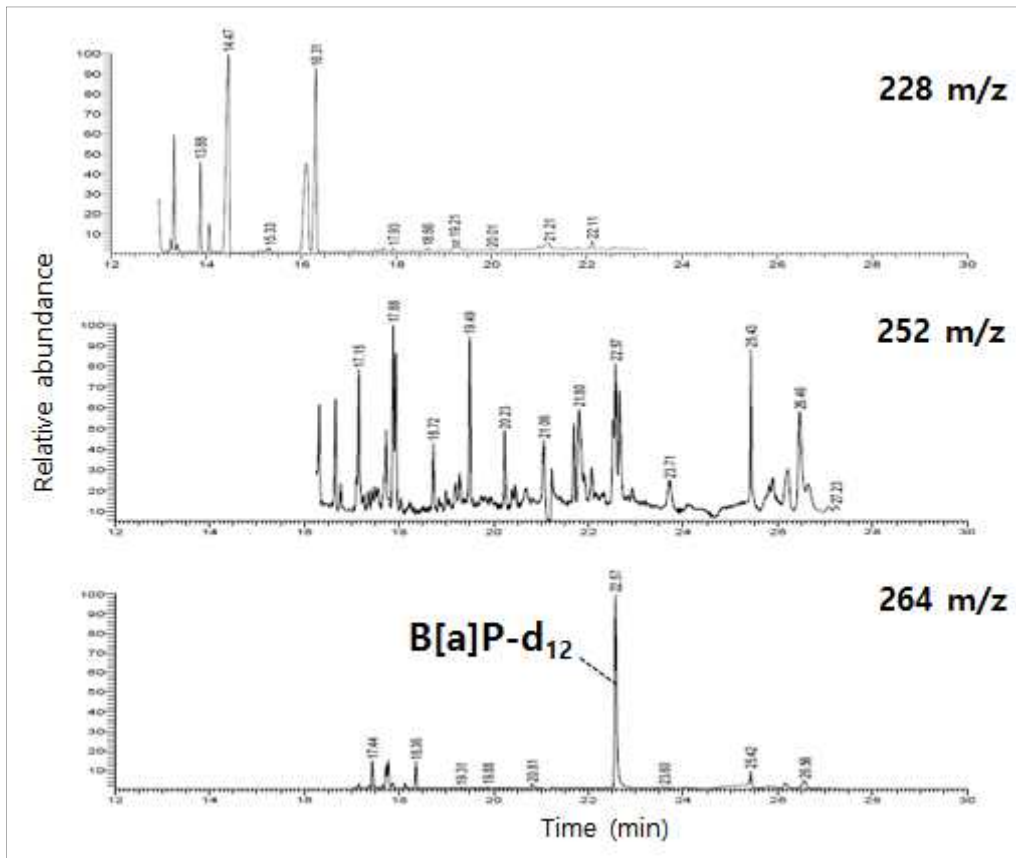


Figure 47. GC/MS chromatogram of PAHs in boiled (BO/OC) pork belly (Berkshire, day 0).

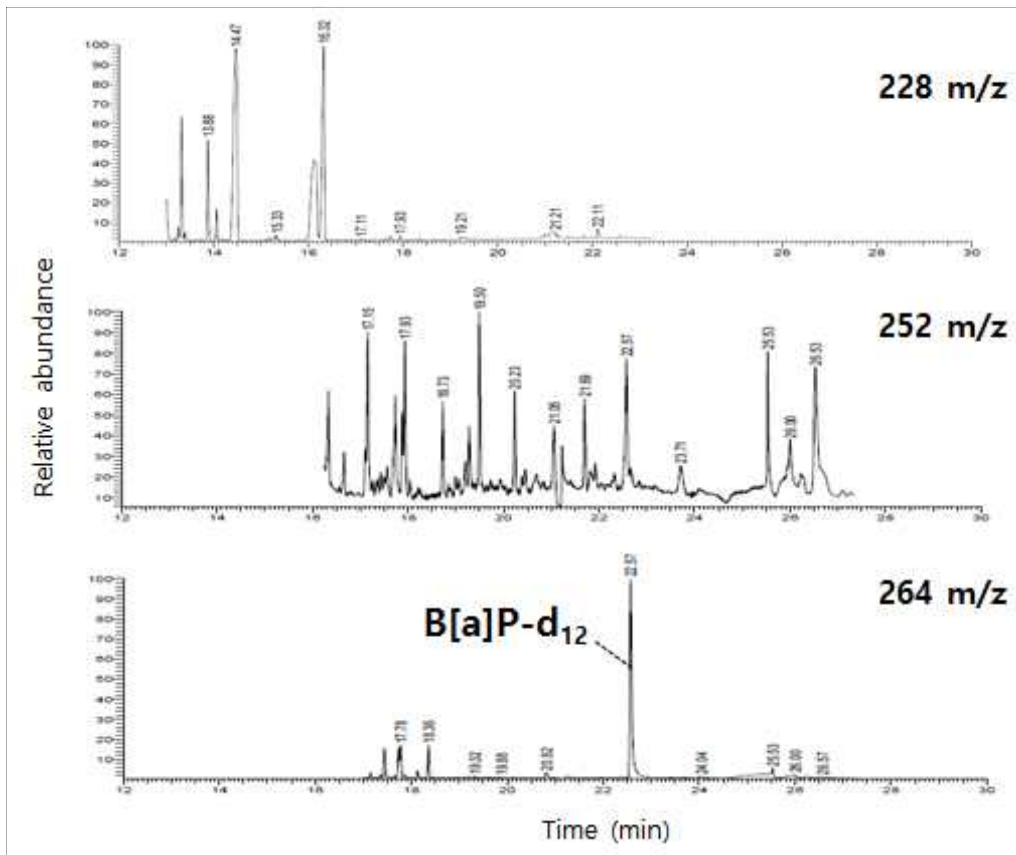


Figure 48. GC/MS chromatogram of PAHs in pan-fried (PF/C) pork belly (Berkshire, day 0).

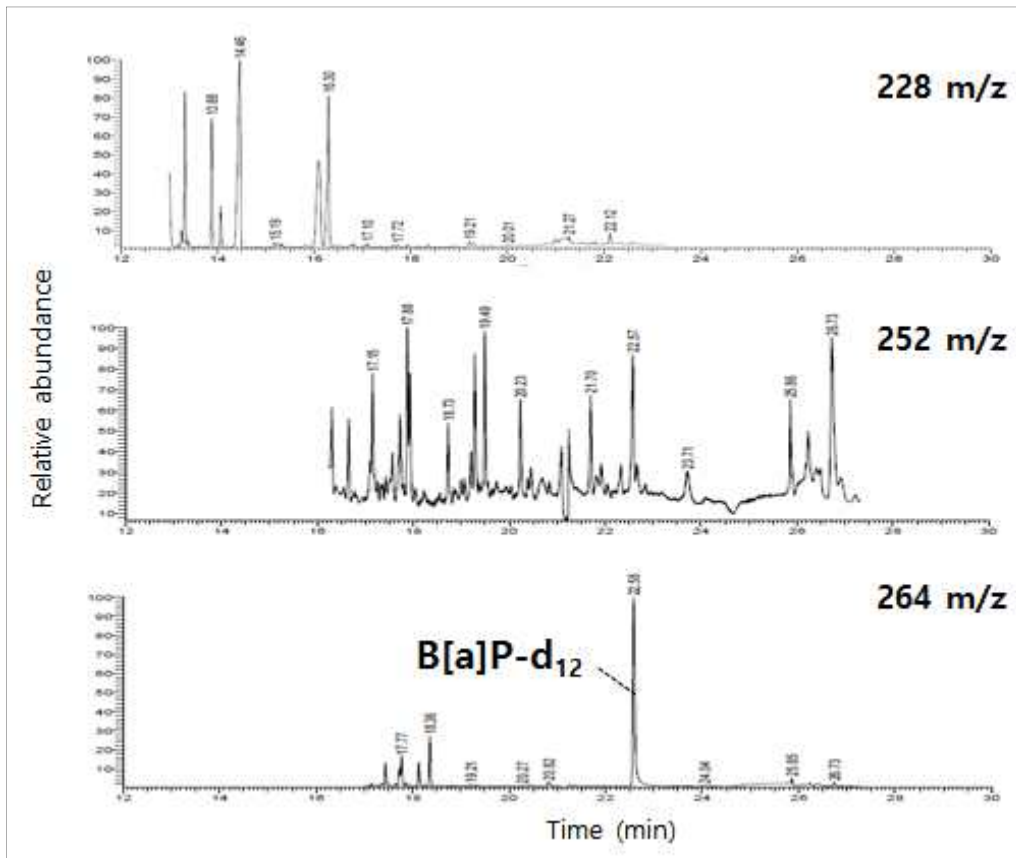


Figure 49. GC/MS chromatogram of PAHs in pan-fried (PF/OC) pork belly (Berkshire, day 0).

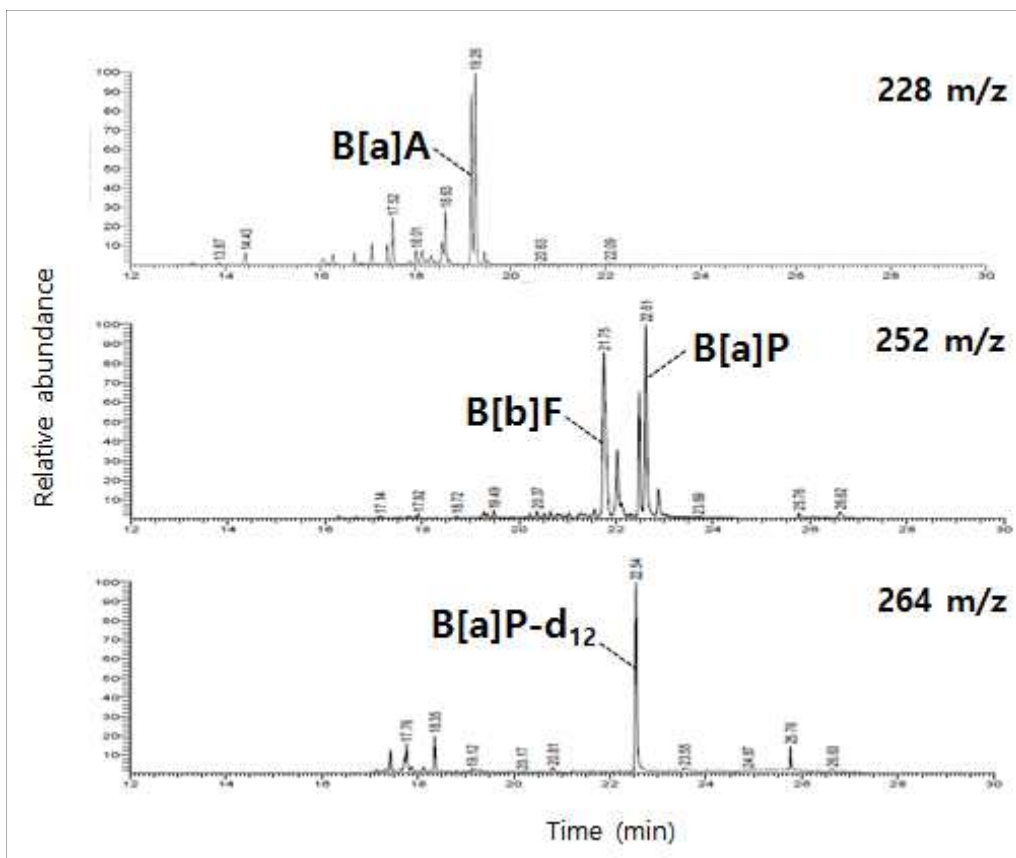


Figure 50. GC/MS chromatogram of PAHs in barbecued (BA/C) pork belly (Berkshire, day 0).

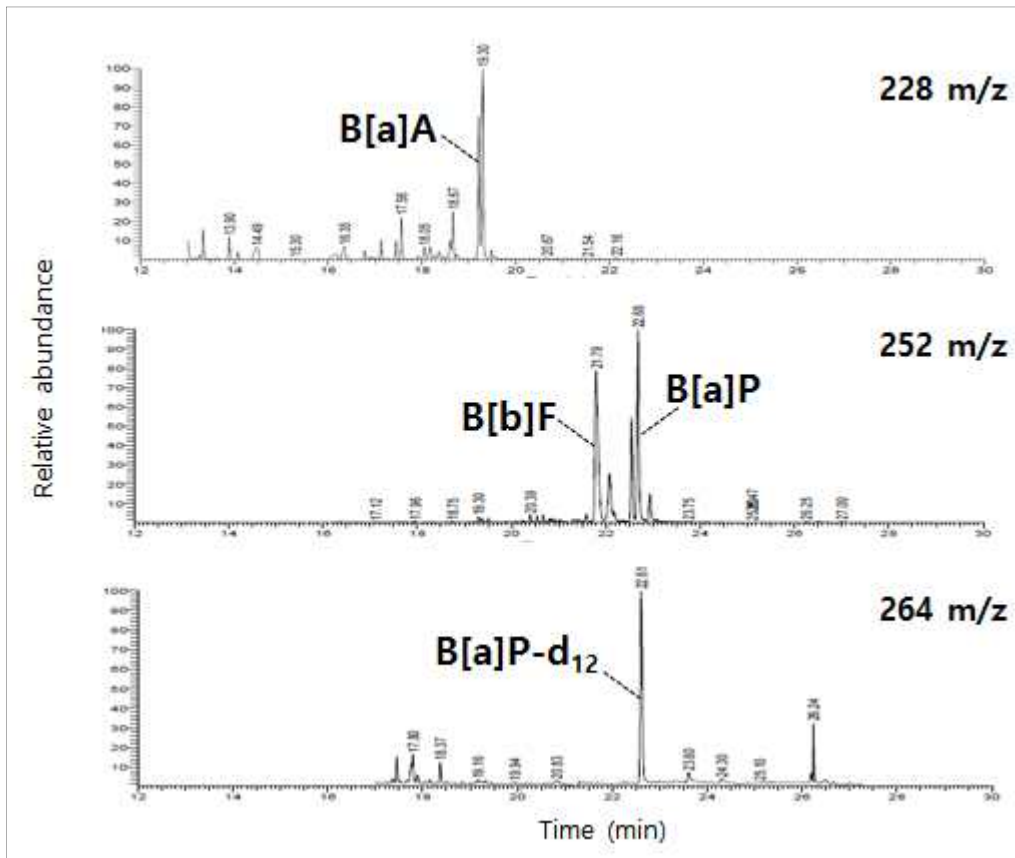


Figure 51. GC/MS chromatogram of PAHs in barbecued (BA/OC) pork belly (Berkshire, day 0).

(3) 헤테로사이클릭아민(HCAs) 함량

Table 40. Calibration of HCAs standards

HCAs	Retention time (min)	Linear range (ppm)	$y=ax+b$	r^2
4,8-DiMeIQx	8.031	10-100	$a=105.78$ $b=-12.083$	0.9996
7,8-DiMeIQx	7.853	10-100	$a=113.4$ $b=202.71$	0.9995
MeIQx	6.745	10-100	$a=111.51$ $b=-137.99$	0.9914
MeIQ	6.649	10-100	$a=51.049$ $b=-56.451$	0.9996
IQx	5.948	10-100	$a=7.18$ $b=-38.755$	0.9999
IQ	6.347	10-100	$a=5.172$ $b=-16.671$	0.9981
PhIP	10.865	10-100	$a=14.452$ $b=-18.363$	0.9997

HPLC를 이용하여 heterocyclic amines의 표준시약을 최적의 조건하에 함량을 측정하였다 (Table 40). MeIQ는 263nm에서 retention time이 6.745 min로 나타났으며, 농도별로 나온 area 값으로 함량을 확인하였다(Figure 52). MeIQ는 263nm에서 retention time 6.649min로 나타났으며, 농도별로 나온 area 값으로 함량을 확인하였다(Figure 53). IQx는 315nm에서 retention time 5.948min로 나타났으며, 농도별로 나온 area 값으로 함량을 확인하였다(Figure 54). IQ는 315nm에서 retention time 6.347min로 나타났으며, 농도별로 나온 area 값으로 함량을 확인하였다 (Figure 55). PhIP는 315nm에서 retention time 10.865min로 나타났으며, 농도별로 나온 area 값으로 함량을 확인하였다(Figure 56). 4,8-DiMeIQx는 263nm에서 retention time 8.031min로 나타났으며, 농도별로 나온 area 값으로 함량을 확인하였다(Figure 57). 7,8-DiMeIQx는 263nm에서 retention time 7.853min로 나타났으며, 농도별로 나온 area 값으로 함량을 확인하였다(Figure 58).

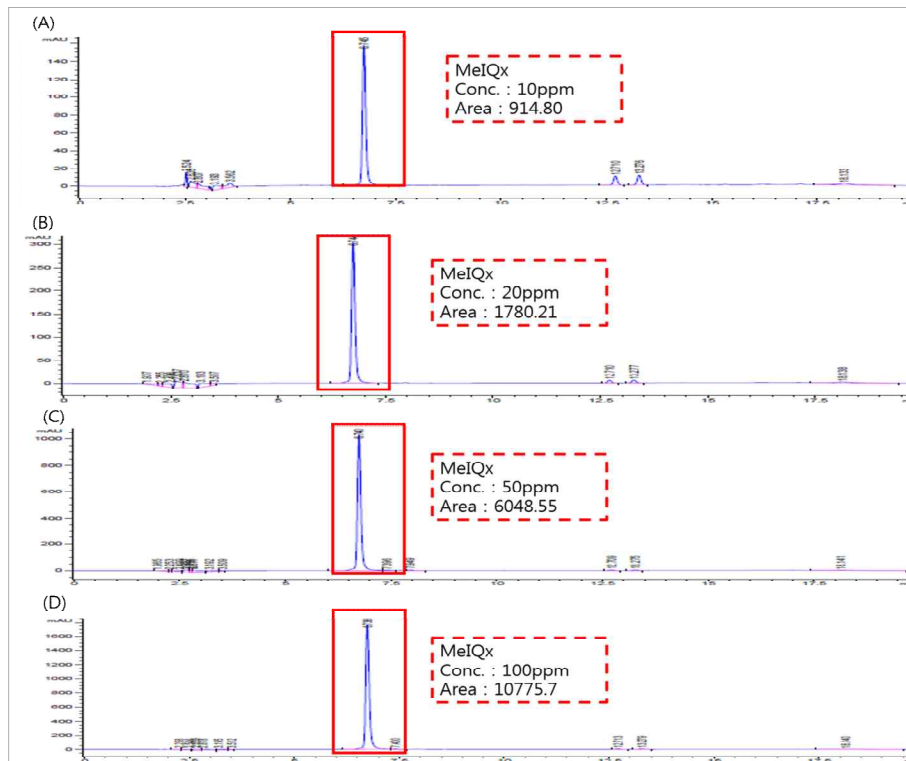


Figure 52. HPLC chromatogram of MeIQx.

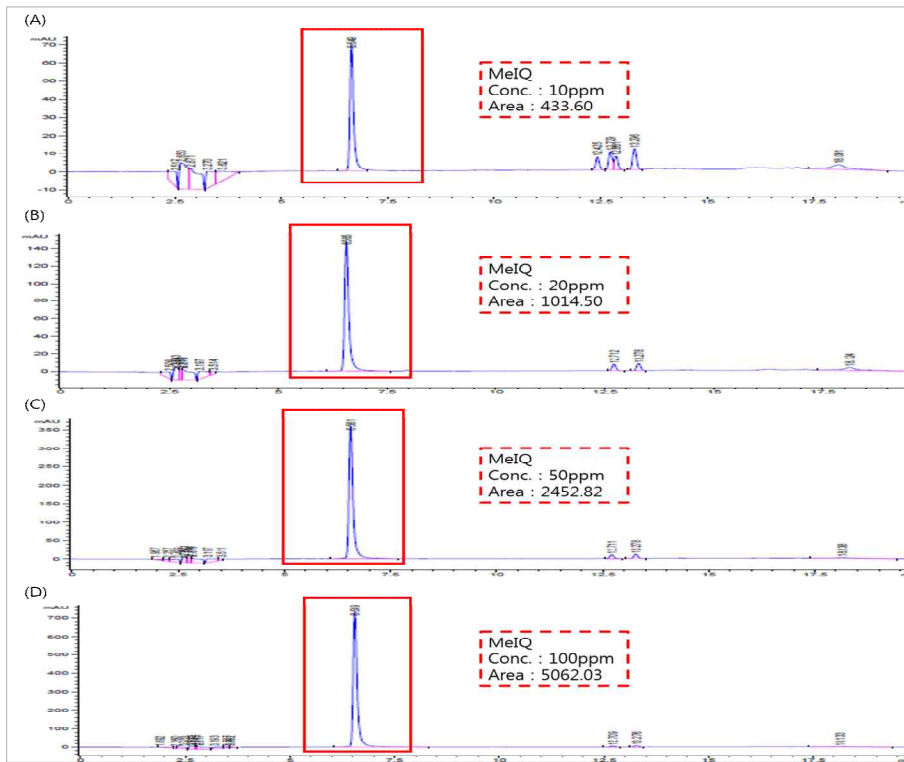


Figure 53. HPLC chromatogram of MeIQ.

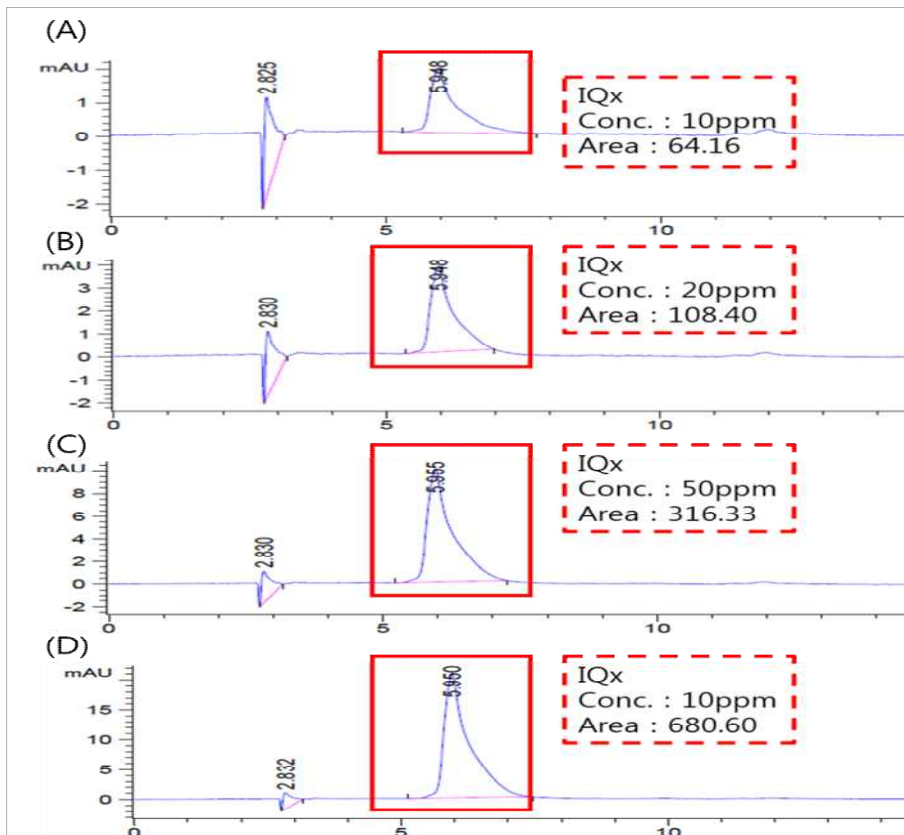


Figure 54. HPLC chromatogram of IQx.

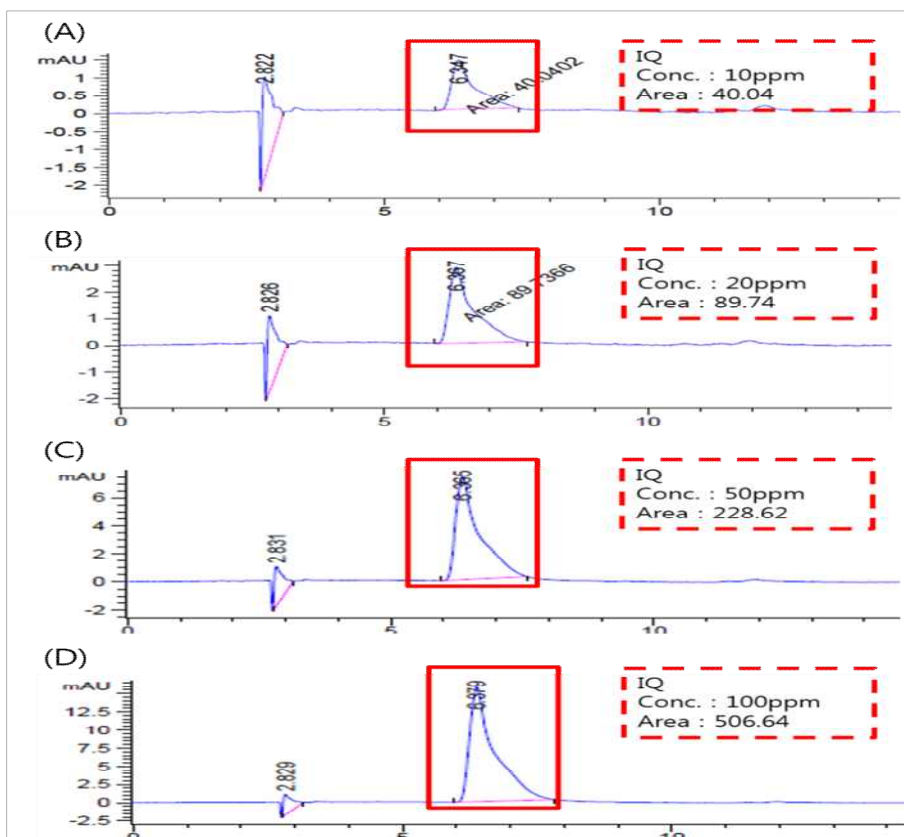


Figure 55. HPLC chromatogram of IQ.

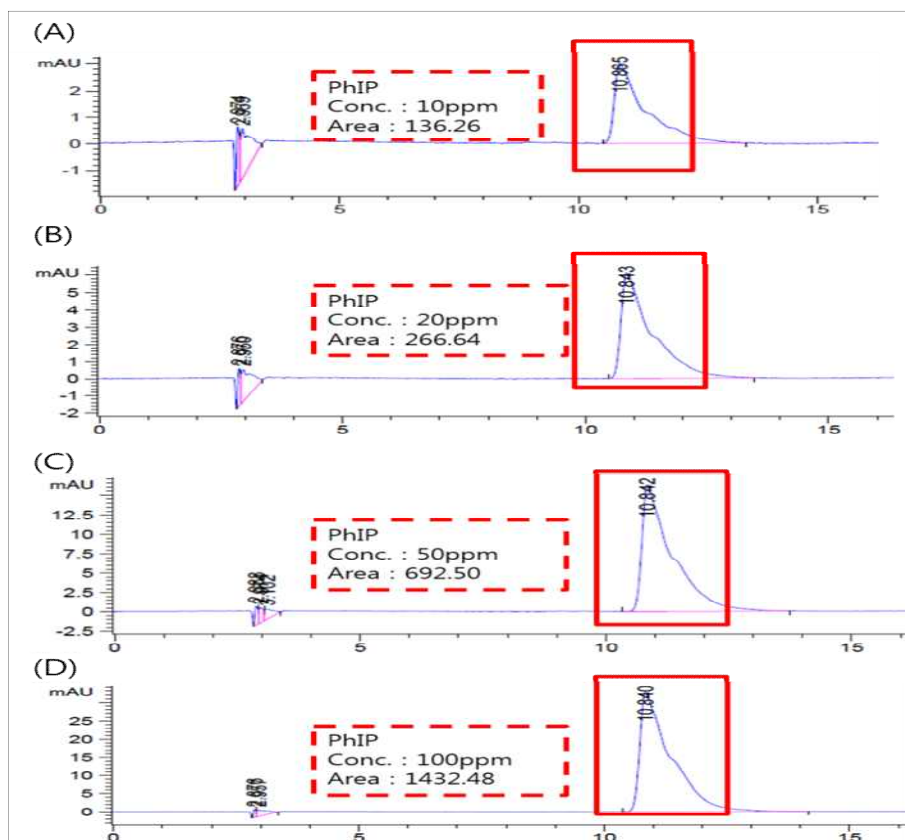


Figure 56. HPLC chromatogram of PhIP.

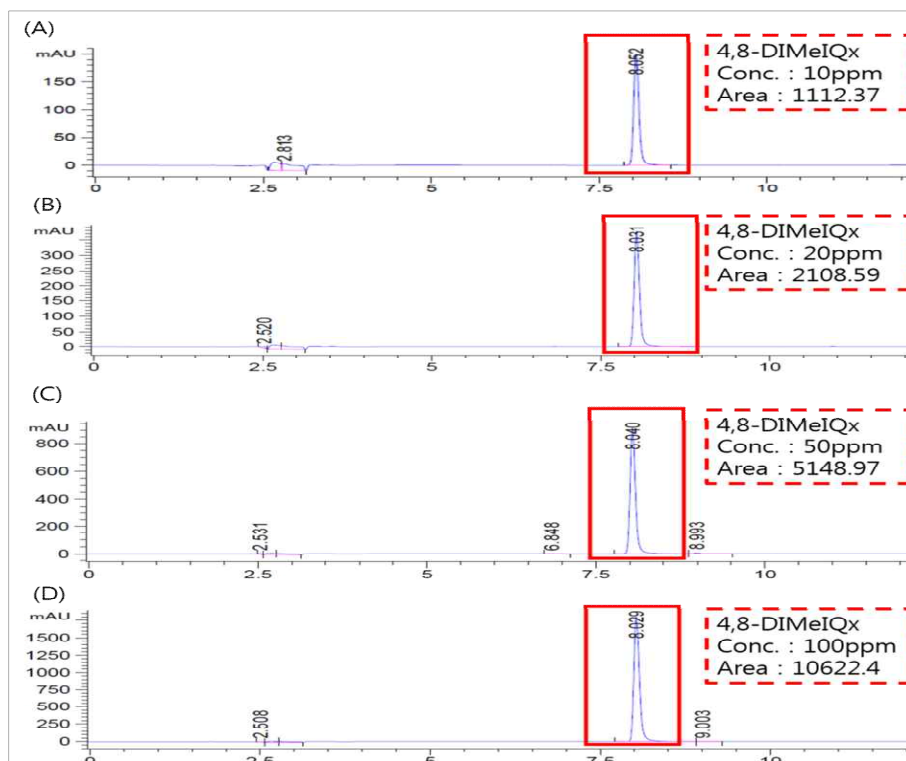


Figure 57. HPLC chromatogram of 4,8-DiMeIQx

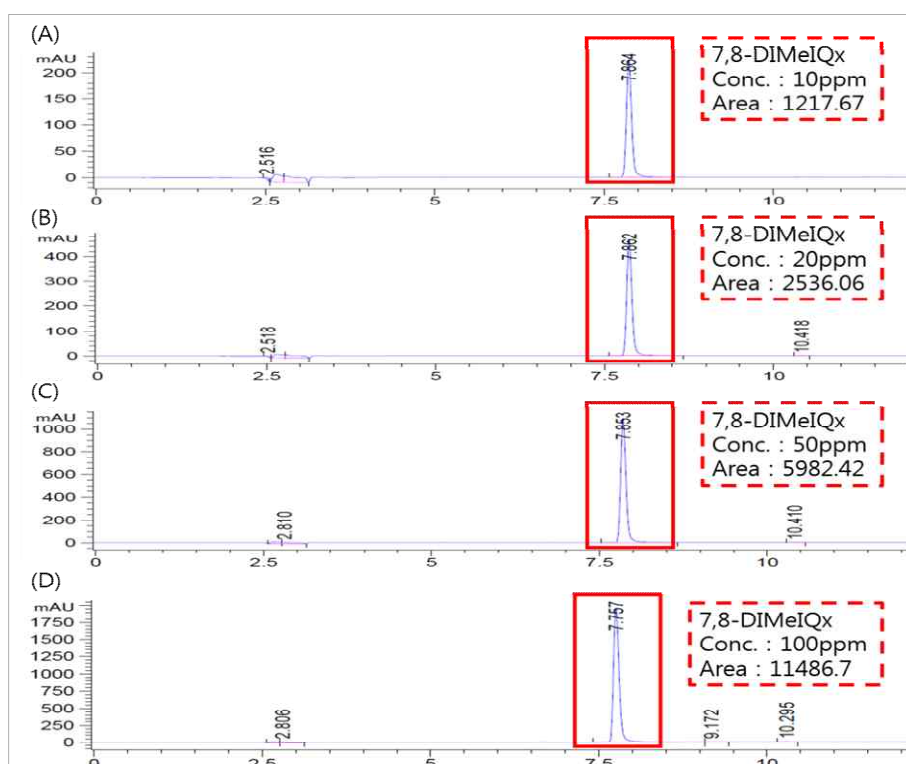


Figure 58. HPLC chromatogram of 7,8-DiMeIQx.

Table 41. Changes of HCAs contents in pork belly by cooking conditions

HCAs (ppm)	Treatment			
	RAW	BO/OC	PF/OC	BA/OC
4,8-DiMeIQx	nd	nd	nd	0.11
7,8-DiMeIQx	nd	nd	0.20	0.09
MeIQx	nd	nd	nd	nd
MeIQ	nd	nd	nd	0.36
IQx	nd	nd	nd	3.81
IQ	12.78	0.68	6.26	nd
PhIP	nd	nd	nd	nd

nd, not detected; RAW, raw; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

가열조건에 따른 백색돈 삼겹살 내 HCAs 함량 변화는 Table 41에 나타내었다. 가열조건에 따른 백색돈 삼겹살의 HPLC 크로마토그램은 Figure 59에 제시하였다. 백색돈 삼겹살 생육(RAW)에서 6.1min에 피크가 나타나 IQ가 12.78 ppm 검출되었다. 삶기 과조리(BO/OC)법에서 6.4min에 피크가 나타나 IQ가 0.68 ppm 검출되었다. 팬프라이링 과조리(PF/OC)법은 6.4min, 7.8min에 피크가 나타나 IQ와 7,8-DiMeIQx가 각각 6.26, 0.2 ppm이 검출되었다. 바비큐 과조리(BA/OC)법은 5.8min, 6.6min, 7.5min, 8.1min에서 피크가 나타났으며 각각 IQx, MeIQ, 7,8-DiMeIQx, 4,8-DiMeIQx가 3.81, 0.36, 0.09, 0.11 ppm이 검출되었다.

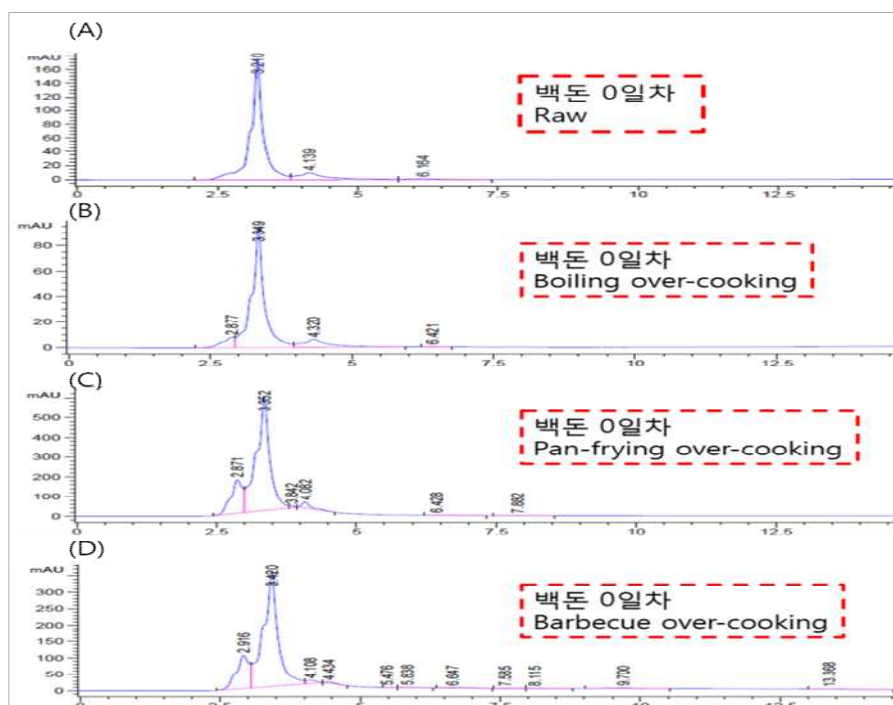


Figure 59. HPLC chromatogram of HCAs by cooking conditions in pork belly(LYD, day 0).

Table 42. Changes of HCAs contents in pork belly (LYD) by cooking conditions during refrigerated storage ($0\pm 2^{\circ}\text{C}$)

HCAs (ng/g)	Treatment	Storage (days)			
		0	5	10	15
4,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	4.06	1.64	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	15.17	25.27	3.08
	PF/OC	1.52	nd	nd	12.84
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	13.35	11.91	15.54	69.78
	BA/OC	96.52	36.09	107.47	335.11
7,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	1.72	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	25.63	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	0.96	5.94	131.73
MeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	24.45	nd
	PF/OC	2.92	3.39	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	2.09	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	nd
MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	177.84	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	nd

IQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	9.52	nd	nd	nd
	BO/OC	2.64	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	35.35	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	9.61	nd	23.95	45.09
	BA/OC	116.08	74.62	130.28	61.43
IQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	nd
PhIP	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	nd

nd, not detected; RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

가열조건에 따른 냉장($0\pm 2^{\circ}\text{C}$) 저장 기간 동안 백색돈 삼겹살 내 HCAs 함량 변화를 분석한 결과는 Table 42에 나타내었다. 분석 방법의 변경되었음에 따라 검출량의 차이를 보였으며, 분석법 검증하였을 때 보다 정확하다고 판단하여 추가로 보완 및 함량을 측정하였다. 저장 0일차 팬프라이닝 과조리(PF/OC)에서 4,8-DiMeIQx 1.52 ng/g, MeIQx 2.92 ng/g가 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 4,8-DiMeIQx 13.35 ng/g과 IQx 9.61 ng/g이 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 4,8-DiMeIQx 96.52 ng/g, IQx 116.08 ng/g이 검출되었다. 저장 5일차 팬프라이닝 조리(PF/C)에서 4,8-DiMeIQx 15.17 ng/g이 검출되었으며, 팬프라이닝 과조리(PF/OC)에서 MeIQx 3.39 ng/g이 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 4,8-DiMeIQx 11.91 ng/g, MeIQx 2.09 ng/g이 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 4,8-DiMeIQx 36.09 ng/g, 7,8-DiMeIQx 0.96 ng/g, IQx 74.62 ng/g이 검출되었다. 저장 10일차 팬프라이닝 조리(PF/C)에서 4,8-DiMeIQx 25.27 ng/g, 7,8-DiMeIQx 25.63 ng/g, MeIQx 24.45 ng/g, IQx 35.35 ng/g이 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 4,8-DiMeIQx 15.54 ng/g, IQx 23.95 ng/g이 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서

4,8-DiMeIQx 107.47 ng/g, 7,8-DiMeIQx 5.94 ng/g, IQx 130.28 ng/g 검출되었다. 조리 15일차 팬 프라이링 조리(PF/C)에서 4,8-DiMeIQx 3.08 ng/g 검출되었으며, 팬프라이링 과조리(PF/OC)에서 4,8-DiMeIQx 12.84 ng/g 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 4,8-DiMeIQx 69.78 ng/g, IQx 45.09 ng/g 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 4,8-DiMeIQx 335.11 ng/g, 7,8-DiMeIQx 131.73 ng/g, IQx 61.43 ng/g 검출되었다. 저장 기간 별로 비교하였을 때, 0-5일까지 4,8-DiMeIQs와 IQx의 함량은 감소하다가 증가하는 경향을 확인하였다. 또한, 조리 방법 별 비교하였을 때, 과조리(OC)에서 더 많은 HCAs가 검출되었음을 확인하였다.

Table 43. Changes of HCAs contents in pork belly (LYD) by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

HCAs (ng/g)	Treatment	Storage (days)			
		0	5	10	15
4,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	3.59
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	42.15	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	3.28	nd
	BA/OC	19.48	nd	11.43	nd
7,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	19.40
	BO/OC	nd	4.61	nd	5.79
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	10.14	nd	nd
	PF/OC	40.71	55.47	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	27.04	9.04	60.22
	BA/OC	nd	49.13	70.79	nd
MeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	3.88
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	2.94
	PF/OC	30.95	nd	nd	3.09
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	6.82	nd	5.13
	BA/OC	3.77	1.56	1.88	26.54

MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	16.99	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	5.73	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	12.87
PhIP	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	213.37	nd	169.12
	BO/OC	nd	203.23	nd	176.87
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	204.75	nd	182.93
	PF/OC	291.20	163.65	nd	179.22
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	192.99	161.25	nd	229.82
	BA/OC	174.44	99.65	nd	131.40
IQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	2.92
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	2.65	4.37	nd	4.54
	PF/OC	41.56	7.50	nd	3.74
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	8.56	7.47	nd
	BA/OC	10.95	17.24	20.13	41.84
IQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	16.11	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	14.30

nd, not detected; RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

가열조건에 따른 냉장($9\pm 2^{\circ}\text{C}$) 저장 기간 동안 백색돈 삼겹살 내 HCAs 함량 변화를 분석한 결과는 Table 43에 나타내었다. 저장 0일차 팬프라이닝 조리(PF/C)에서 IQx 2.56 ng/g 검출되었으며, 팬프라이닝 과조리(PF/OC)에서 4,8-DiMeIQx 42.15 ng/g, 7,8-DiMeIQx 40.71 ng/g, MeIQx 30.95 ng/g, MeIQ 16.99 ng/g, PhIP 291.20 ng/g, IQx 41.56 ng/g, IQ 16.11 ng/g 검출되었으며, 바비큐

조리(BA/C)에서 PhIP 192.99 ng/g 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 4,8-DiMeIQx 19.48 ng/g, MeIQx 3.77 ng/g, PhIP 174.44 ng/g, IQx 10.95 ng/g 검출되었다. 저장 5일차 팬프라이밍 조리(PF/C)에서 7,8-DiMeIQx 10.14 ng/g, PhIP 204.75 ng/g, IQx 4.37 ng/g 검출되었으며, 팬프라이밍 과조리(PF/OC)에서 7,8-DiMeIQx 55.47 ng/g, PhIP 163.65 ng/g, IQx 7.50 ng/g 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 7,8-DiMeIQx 27.04 ng/g, MeIQx 6.82 ng/g, MeIQ 5.73 ng/g, PhIP 161.25 ng/g 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 7,8-DiMeIQx 49.13 ng/g, MeIQx 1.56 ng/g, PhIP 99.65 ng/g, IQx 17.24 ng/g 검출되었다. 저장 10일차 바비큐 조리(BA/C)에서 4,8-DiMeIQx 3.28 ng/g, 7,8-DiMeIQx 9.04 ng/g, IQx 7.47 ng/g 검출되었으며 바비큐 과조리(BA/OC)에서 4,8-DiMeIQx 11.43 ng/g, 7,8-DiMeIQx 70.79 ng/g, MeIQx 1.88 ng/g, IQx 20.13 ng/g 검출되었다. 저장 15일차 팬프라이밍 조리(PF/C)에서 MeIQx 2.94 ng/g, PhIP 182.93 ng/g, IQx 4.54 ng/g 검출되었으며, 팬프라이밍 과조리(PF/OC)에서 MeIQx 3.09 ng/g, PhIP 179.22 ng/g, IQx 3.74 ng/g 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 7,8-DiMeIQx 60.22 ng/g, MeIQx 5.13 ng/g, PhIP 229.82 ng/g 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 MeIQx 26.54 ng/g, MeIQ 12.87 ng/g, PhIP 131.40 ng/g, IQx 41.84 ng/g, IQ 14.30 ng/g 검출되었다. 저장기간이 길수록 더 많은 함량의 HCAs가 검출된 것으로 나타났고, 조리과 과조리에서 검출된 HCAs 함량은 비슷하였음을 확인하였다.

Table 44. Changes of HCAs contents in pork belly (Berkshire) by cooking conditions during refrigerated storage ($0\pm 2^{\circ}\text{C}$)

HCAs (ppm)	Treatment	Storage (days)			
		0	5	10	15
4,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	nd
7,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	0.02
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	0.02
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	0.01
	RAW	nd	nd	nd	0.02
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	0.07	nd	nd
MeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd

MeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	nd
MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	nd	nd	nd
PhIP	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	0.28
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	0.27	nd	0.45
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	0.14
	BA/OC	nd	2.09	nd	nd
IQx	RAW	3.52	4.43	nd	nd
	BO/C	nd	nd	2.88	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	3.52	4.43	nd	nd
	PF/C	nd	nd	2.84	nd
	PF/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	3.52	4.43	nd	nd
	BA/C	nd	nd	3.51	nd
	BA/OC	nd	0.28	nd	nd
IQ	RAW	nd	nd	nd	2.42
	BO/C	nd	nd	nd	0.35
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	2.42
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	nd	0.75	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	2.42
	BA/C	nd	nd	nd	0.45
	BA/OC	nd	nd	nd	nd

nd, not detected; RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

가열조건에 따른 냉장($0\pm 2^{\circ}\text{C}$) 저장 기간 동안 후색돈 삼겹살 내 HCAs 함량 변화를 분석한 결과는 Table 44에 나타내었다. 0일차 생육(RAW)에서 5.8 min에 피크가 나타나 IQx 3.52 ppm이 검출되었다. 저장 5일차에는 생육(RAW)에서 6.0 min에 피크가 나타나 IQx가 4.43 ppm 검출되었으며, 팬프라이닝 과조리(PF/OC)법에서 6.3 min, 10.9 min에 피크가 나타나 IQ, PhIP가 각각 0.75, 0.27 ppm 검출되었다. 또한, 저장 5일차에 바비큐 과조리(BA/OC)법에서도 6.0 min, 7.7 min, 10.9 min에 피크가 나타나 IQx, 7,8-DiMeIQx, PhIP가 0.28, 0.07, 2.09 ppm 이 검출되었다. 저장 10일차에는 삶기 조리(BO/C)법에서 5.7 min에 피크가 나타나 IQx가 2.88 ppm 검출되었으며, 팬프라이닝 조리(PF/C)법에서 5.7 min에 피크가 나타났으며 이는 IQx가 미량 함유되어 있고, Barbecue cooking에서 10.8 min에 피크가 나타나 PhIP가 2.84 ppm 검출되었다. 저장 15일차에는 생육(RAW)에서 6.3 min, 7.5 min에 피크가 나타나 IQ, 7,8-DiMeIQx가 각각 2.42, 0.02 ppm이 검출되었으며, 삶기 조리(BO/C)법에서 6.3 min에서 피크가 나타나 IQ가 0.35 ppm이 함유되어 있었으며, 삶기 과조리(BO/OC)법에서 10.8 min에 피크가 나타나 PhIP가 0.28 ppm 함유되어 있었다. 또한 팬프라이닝 조리(PF/C)법에서 7.6min, 10.3min에 피크가 나타나 7,8-DiMeIQx, PhIP가 각각 0.01, 0.45 ppm이 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 6.4 min, 10.9 min에 피크가 나타나 IQ, PhIP가 0.45, 0.14 ppm이 검출되었다.

Table 45. Changes of HCAs contents in pork belly (Berkshire) by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

HCAs (ng/g)	Treatment	Storage (days)			
		0	5	10	15
4,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	28.61	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	35.95	3.74
	BA/OC	nd	50.34	92.31	nd
7,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	3.32	nd	nd
	BO/OC	nd	2.22	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	75.63
	PF/OC	26.89	nd	nd	167.03
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	10.35
	BA/OC	nd	nd	nd	188.69

MeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	1.63	nd	nd
	BO/OC	nd	1.73	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	1.86	nd	nd
	PF/OC	31.38	2.76	nd	1.33
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	2.07	2.31	nd	nd
	BA/OC	4.65	6.56	nd	1.70
MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	7.29	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	nd	5.93	10.37	nd
PhIP	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	151.24	nd	nd
	BO/OC	nd	152.60	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	152.18	nd	nd
	PF/OC	nd	186.43	nd	190.22
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	183.49	nd	nd
	BA/OC	152.84	134.90	255.58	nd
IQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	8.50	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	6.92
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	10.43	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	7.04
	BA/OC	4.72	8.60	9.05	11.56
IQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BO/C	nd	nd	nd	nd
	BO/OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PF/C	nd	nd	nd	nd
	PF/OC	25.01	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BA/C	nd	nd	nd	nd
	BA/OC	4.72	7.97	nd	nd

nd, not detected; RAW, raw; BO/C, boiling/cooking; BO/OC, boiling/over-cooking; PF/C, pan-frying/cooking; PF/OC, pan-frying/over-cooking; BA/C, barbecue/cooking; BA/OC, barbecue/over-cooking.

가열조건에 따른 냉장($9\pm 2^{\circ}\text{C}$) 저장 기간 동안 후색돈 삼겹살 내 HCAs 함량 변화를 분석한 결과는 Table 45에 나타내었다. 저장 0일차 팬프라이닝 과조리(PF/OC)에서 4,8-DiMeIQx 28.61 ng/g, 7,8-DiMeIQx 26.89 ng/g, MeIQx 31.38 ng/g, MeIQ 7.29 ng/g, IQx 10.43 ng/g, IQ 25.01 ng/g 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 MeIQx 2.07 ng/g 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 MeIQ 4.65 ng/g, PhIP 152.84 ng/g, IQ 4.72 ng/g, IQ 4.72 ng/g 검출되었다. 저장 5일차 팬프라이닝 조리(PF/C)에서 MeIQx 1.86 ng/g, PhIP 152.18 ng/g 검출되었으며, 팬프라이닝 과조리(PF/OC)에서 2.76 ng/g, PhIP 186.43 ng/g 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 MeIQ 2.31 ng/g, PhIP 183.49 ng/g 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 4,8-DiMeIQx 50.34 ng/g, MeIQx 6.56 ng/g, MeIQ 5.93 ng/g, PhIP 134.90 ng/g, IQx 8.60 ng/g, IQ 7.97 ng/g 검출되었다. 저장 10일차 바비큐 조리(BA/C)에서 4,8-DiMeIQx 35.95 ng/g 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 4,8-DiMeIQx 92.31 ng/g, MeIQ 10.37 ng/g, PhIP 255.58 ng/g, IQx 9.05 ng/g 검출되었다. 저장 15일차 팬프라이닝 조리(PF/C)에서 7,8-DiMeIQx 75.63 ng/g 검출되었으며, 팬프라이닝 과조리(PF/OC)에서 MeIQx 2.76 ng/g 검출되었으며, 바비큐 조리(BA/C)에서 4,8-DiMeIQx 3.74 ng/g, 7,8-DiMeIQx 10.35 ng/g, IQx 7.04 ng/g 검출되었으며, 바비큐 과조리(BA/OC)에서 7,8-DiMeIQx 188.69 ng/g, MeIQx 1.70 ng/g, IQx 11.56 ng/g 검출되었다. 저장기간이 길어짐에 따라 HCAs 함량이 증가 또는 감소하는 경향은 보이지 않았으나, 0일 저장 시 가장 적은 HCAs 함량이 검출되었다. 또한, 전반적으로 과조리하였을 때 조리했을 때 보다 더 많은 HCAs 함량이 나타났다.

[위탁연구기관 : 중앙대학교]

○ 삼겹살의 가열조건에 따른 단기 독성 검사

가. 연구 방법

(1) 유해물질 생성을 억제시키는 천연소재에 따른 세포 활성 측정

(가) MTT(3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) 방법

각 샘플의 세포 독성측정을 하고자, 96well plate에 SH-SY5Y cell을 100 μL cell seeding 한 후 24시간 배양하고 100 μL 샘플을 처리하여 37 $^{\circ}\text{C}$ 인큐베이터에서 3시간 배양하였다. MTT 시약을 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 제조 후 20 μL 처리하고 호일로 감싸 37 $^{\circ}\text{C}$ 인큐베이터에서 4시간 배양한 후, DMSO 100 μL 를 주입하고 호일로 감싸 실온에서 10분 반응시킨 후 ELISA 540nm에서 측정하였다.

(나) 패티 제조법

Table 46의 비율로 키친에이드를 이용하여 4분간 믹싱한 후 80 g씩 반죽하여 1.5cm 두께로 모양을 제조하였다. 앞면은 230 $^{\circ}\text{C}$, 뒷면은 200 $^{\circ}\text{C}$ 로 맞춰진 팬에 패티의 각 면을 5분간 구워 사용하였다.

Table 46. Content of patty

Ingredients	Content (g)	Content (%)
Pork hind	134.8	67.40
Fat	40.56	20.28
Ice	19.44	9.72
Regal brine mix	7.8	3.9
natural substances	Content of Table 47	Content of Table 47
Total ingredients	202.6+Content of Table 47	101.3+Content of Table 47

Table 47. Content of natural substances

No.	Ingredients	Content (g)	Content (%)
1	클로브분말	0.206	0.1
2	생강분말	1.013	0.5
3	사과분말	1.013	0.5
4	계피가루	1.013	0.5
5	샐러리분말	1.418	0.7
6	고춧가루	1.418	0.7
7	총각김치국물	16.208	8.0
8	홍삼농축액	0.810	0.4
9	홍차가루	1.418	0.7

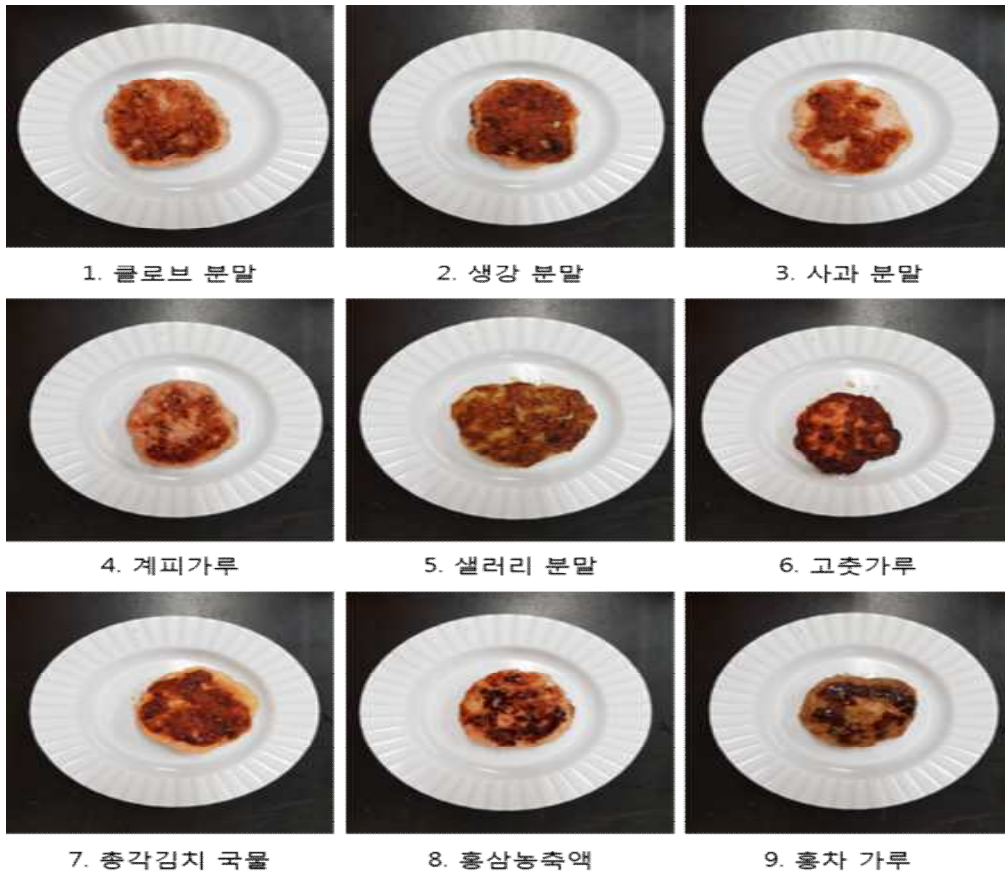


Figure 60. Representative image of patty with natural substances.

(다) 패티 추출 방법

패티 4g에 물 20ml을 넣고 60°C 워터베스에서 140rpm으로 1시간 반응시킨 후 거즈로 건더기를 제거하고, 3000rpm에서 15분 원심분리하여 기름층을 제거하고 중간층을 사용하였다.



Figure 61. Process of extraction in patty.

(2) 가열조건에 따른 육제품(patty) 내 HCAs 함량 분석

(가) 패티 제조 방법

Table 48의 비율로 키친에이드를 이용하여 3분간 믹싱한 후 20 g씩 반죽하여 1 cm 두께로 모양을 제조하였다. 300°C로 맞춰진 팬에 패티의 각 면을 10분간 굽고 조리된 패티의 무게를 측정하여 냉동 보관하였다.

HCAs는 4,8-DiMeIQx, MeIQx를 이용하였으며, 이를 비교하기 위한 CON은 MeOH를 이용하였다. 또한, HCA의 존재를 파악하기 위하여 패티 제조 시 HCA를 첨가한 샘플 (Patty with HCA)과 패티 제조 시 HCA 첨가하고 추출 후 HCA를 한번 더 첨가한 샘플 (Add HCA at patty with HCA)을 비교하였다.

Table 48. Formulation of patty

Ingredients	Content (g)	Content (%)
Pork hind	177	88.5
Fat	20	10
NaCl	3	1.5
Tota ingredientl	200	100
HCA standard	25 ppm 500 µl	12.5 ppm 250 µl

(나) 패티 추출

믹서로 갈아진 패티 2g에 2ml D.W.와 0.5N sodium hydroxide 1ml, 12% Zinc sulfate 1ml을 넣고 볼텍싱한 후 80°C 워터베스에서 20분간 150rpm으로 반응시켰다. 식힌 후 1ml 10% ammonium acetate를 넣고 볼텍싱하였다. 3000rpm에서 5분간 원심분리하여 상층액을 Whatman No.1 필터로 필터링하고 HPLC를 이용하기 전 0.45 µm MCE 필터로 필터링하였다.

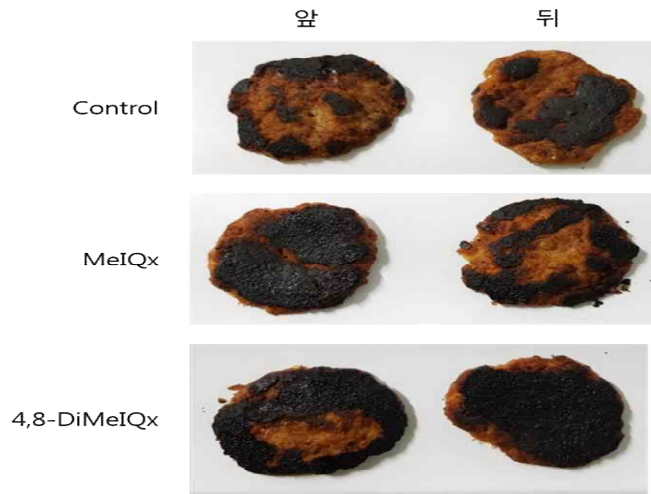


Figure 62. Representative image of patty with heterocyclic amine.

(3) 삼겹살의 가열 조건 및 저장 기간에 따른 실험동물을 이용한 독성 평가

(가) 실험 설계

세 가지 조리 방법 (boiling, pan-frying, barbecue)과 저장 기간 (0일, 15일)에 따라 과조리 (over-cooking)된 삼겹살을 이용하였다.

Table 49. Feed ratio of each group

Group	Feed ratio
CON (CTL)	General feed
Group 1 (G1)	General feed (75%) and raw pork belly with 0 day storage at 0°C (25%)
Group 2 (G2)	General feed (75%) and boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C (25%)
Group 3 (G3)	General feed (75%) and pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C (25%)
Group 4 (G4)	General feed (75%) and barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C (25%)
Group 5 (G5)	General feed (75%) and raw pork belly with 15 days storage at 0°C (25%)
Group 6 (G6)	General feed (75%) and boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C (25%)
Group 7 (G7)	General feed (75%) and pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C (25%)
Group 8 (G8)	General feed (75%) and barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C (25%)

(나) 실험동물 및 실험기간

실험에 사용된 실험동물은 ICR mice (Female, 8주령)으로 실험 시작 전 12시간 동안 절식 시킨 후 총 21일간 처리군별로 각각의 사료를 급여하였다. 실험 종료 후 12시간 절식하여 희생시켰다.

(다) 실험과정 모식도



Figure 63. Representative image of animal experiment.

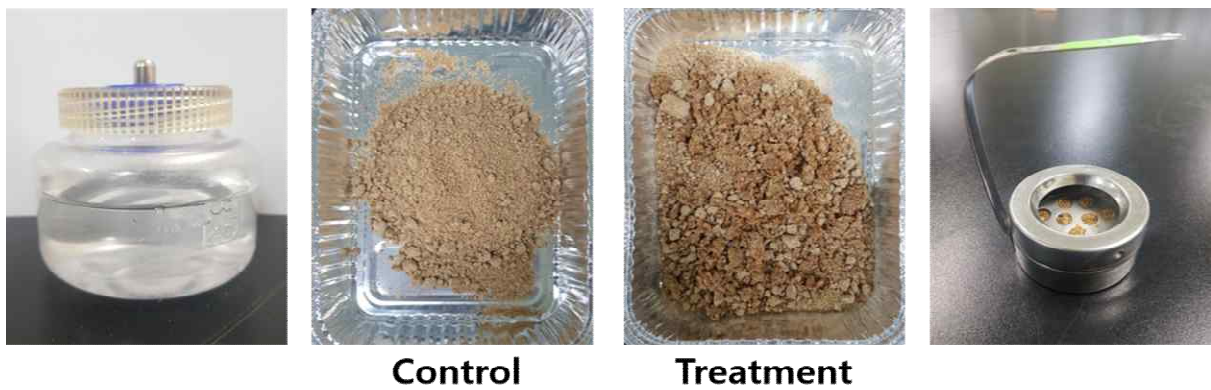


Figure 64. Preparation of feed and water.

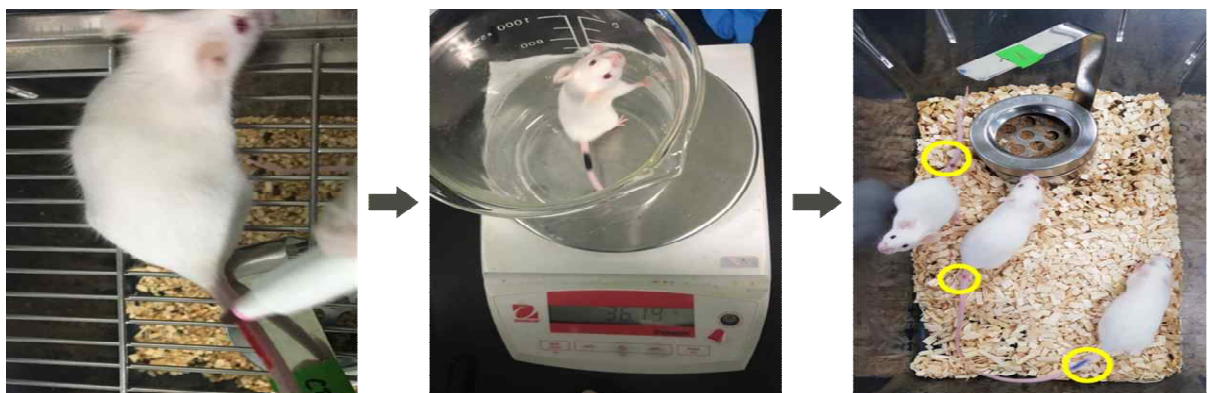


Figure 65. Identification of mice and measurement of body weight.

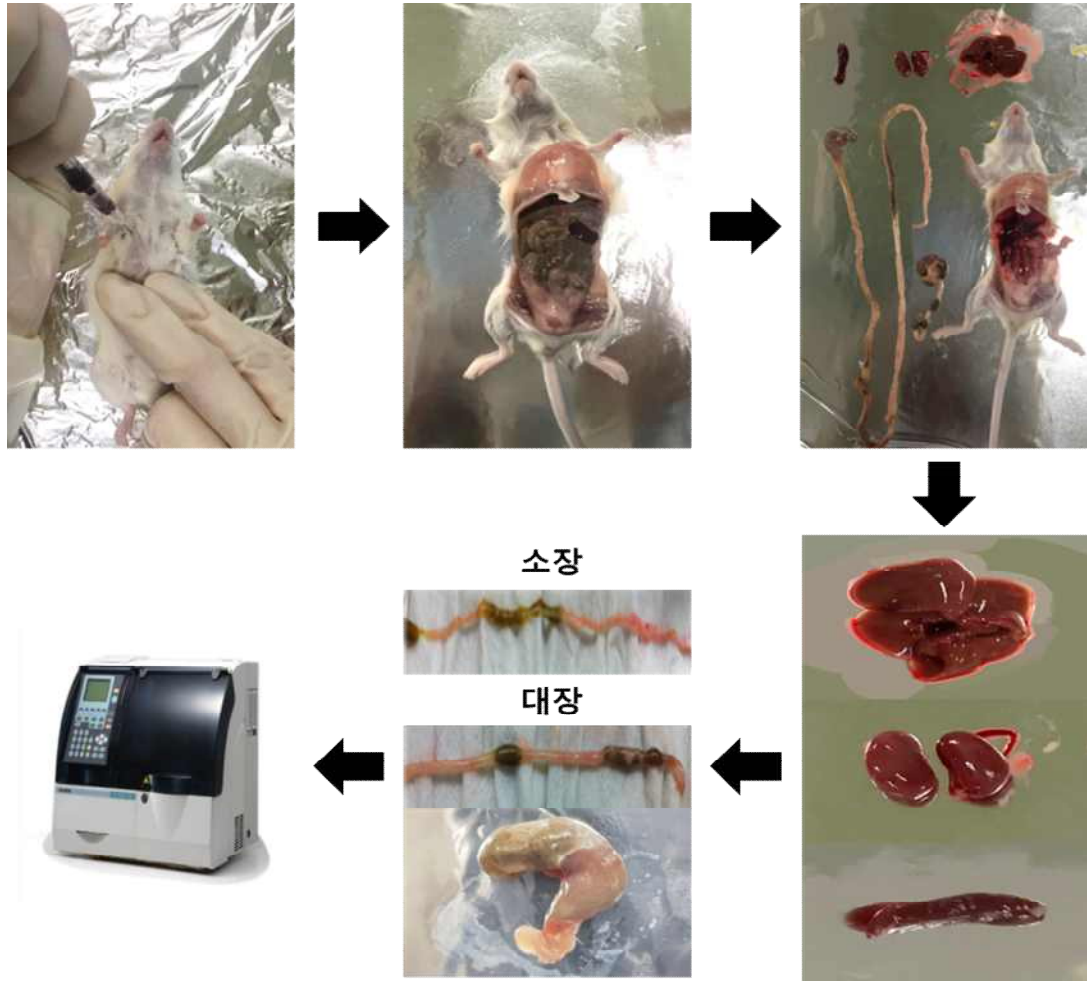


Figure 66. Extract of main digestive organs.

(라) 장기 무게 및 혈액 분석

단기 독성 실험을 실시하여 혈액 채취, 개복 후 육안적 관찰 및 장기 무게를 측정하였다.

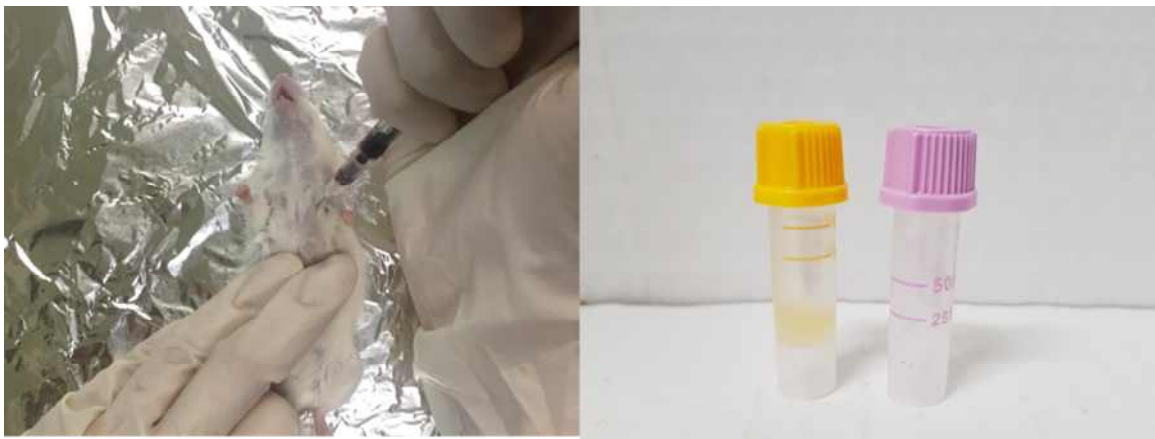


Figure 67. Extract of blood (serum, whole blood).

나. 연구 결과

(1) 유해물질 생성을 억제시키는 천연소재에 따른 세포 활성 측정

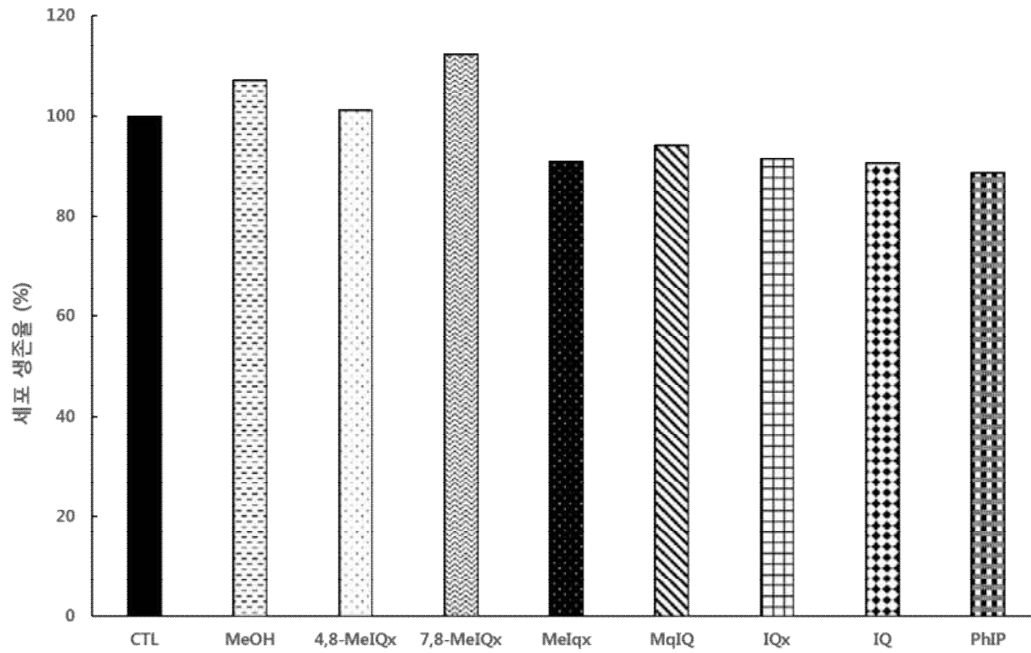


Figure 68. Cell viability on heterocyclic amine 1,000 ppm.

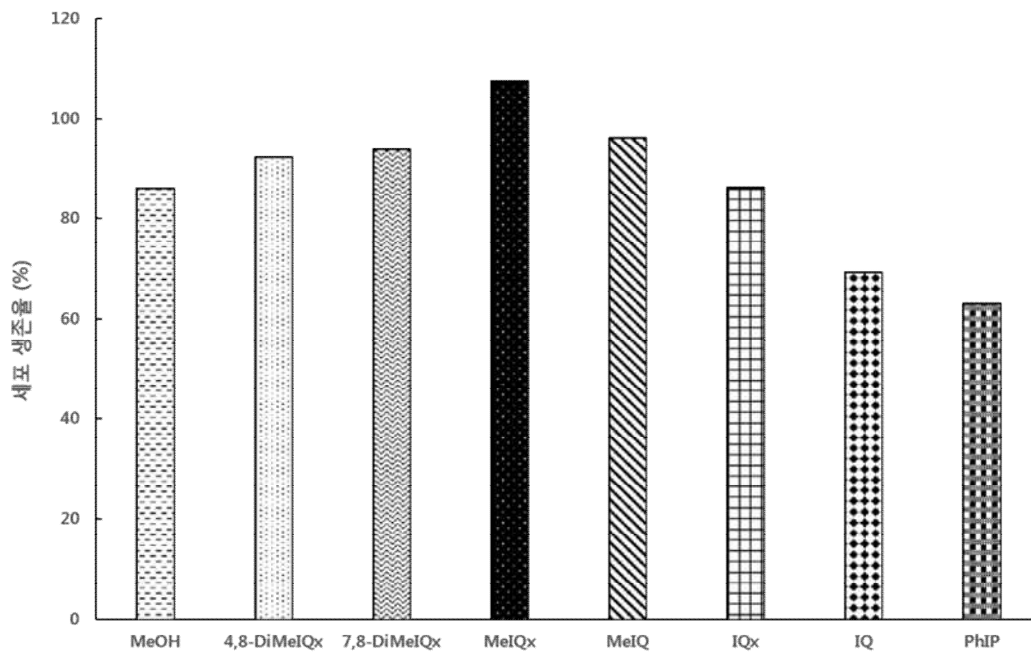


Figure 69. Cell viability on heterocyclic amine 250 ppm.

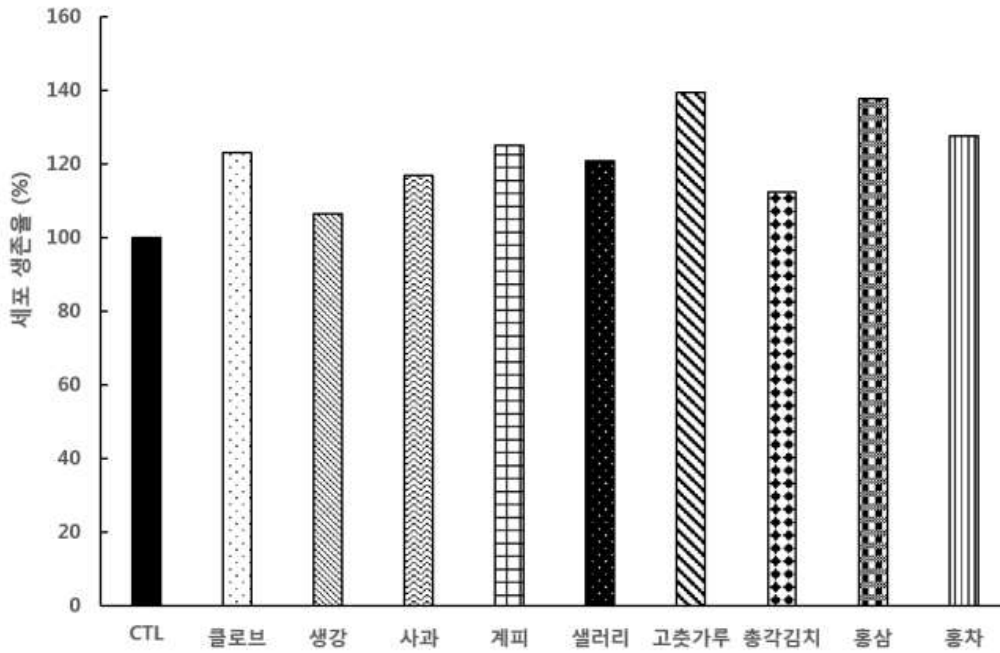


Figure 70. Cell viability on patty extract with natural substances (1/2 dilution).

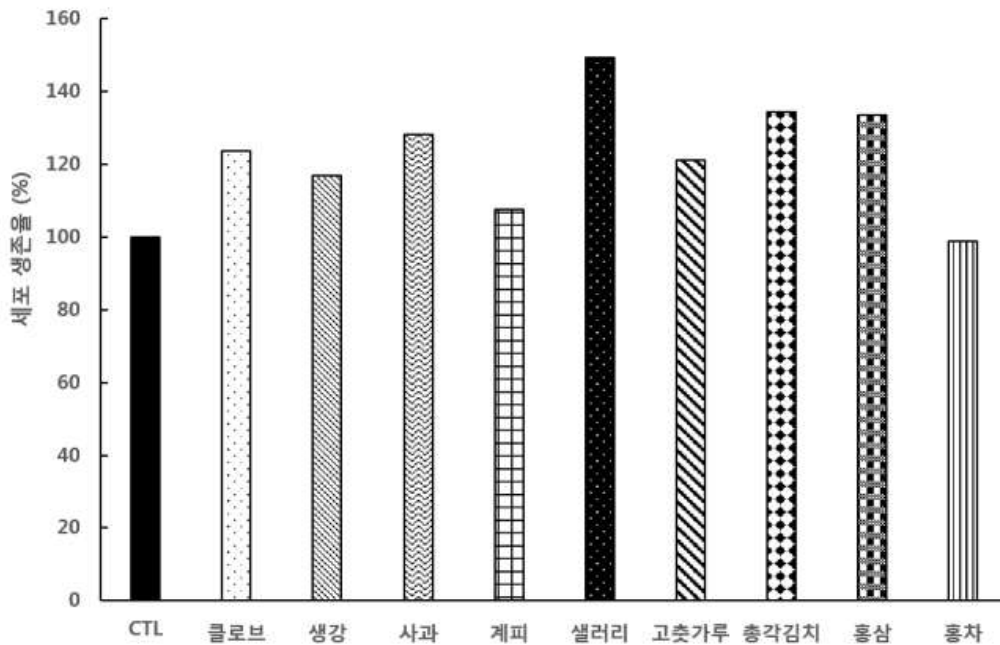


Figure 71. Cell viability on patty extract with natural substances (1/4 dilution).

HCA를 이용한 세포 활성도는 Figure 68-69에 제시하였고, 이는 세포 활성 감소에 영향을 주는 것으로 판단되었다. 천연소재를 첨가한 패티에 대한 세포 활성도는 Figure 70-71에 제시하였고, 천연소재를 첨가한 패티가 첨가하지 않은 일반 패티에 비해 세포 활성에 도움을 주었다고 판단되었다. 또한, 패티 추출물의 농도가 높을수록 세포 활성이 좋고 그 중에서도 고춧가루와 홍삼의 세포 활성도가 가장 높게 나타났다.

(2) 가열조건에 따른 육제품(patty) 내 HCAs 함량 분석

Table 50. Quantitative analysis of heterocyclic amines in patty (unit : ppm)

HCAs	retention time	Treatment		
		CON (CTL)	Patty with HCA	Add HCA at patty with HCA
4,8-DiMeIQx	8.426	0.57	2.74	39.45
MeIQx	7.293	0.07	0.22	34.77

HCA를 첨가한 패티를 HPLC로 측정 한 결과는 Table 50에 제시하였다. 추출 후 첨가한 패티가 8.4min에서 높은 양의 4,8-DiMeIQx를 보였다. 따라서 8.4min에서 보이는 피크가 4,8-DiMeIQx를 나타낸다.

(3) 0°C 저장 백색돈 삼겹살의 가열 조건 및 저장 기간에 따른 실험동물을 이용한 독성 평가

(가) 체중 변화

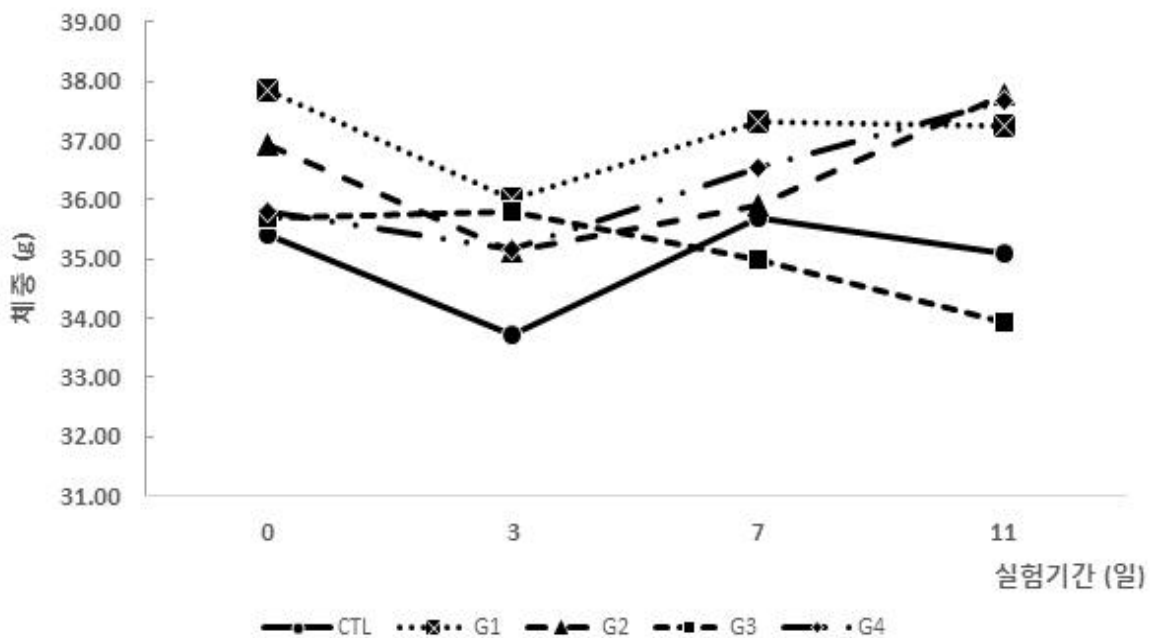


Figure 72. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage 0 day at 0°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 0°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C).

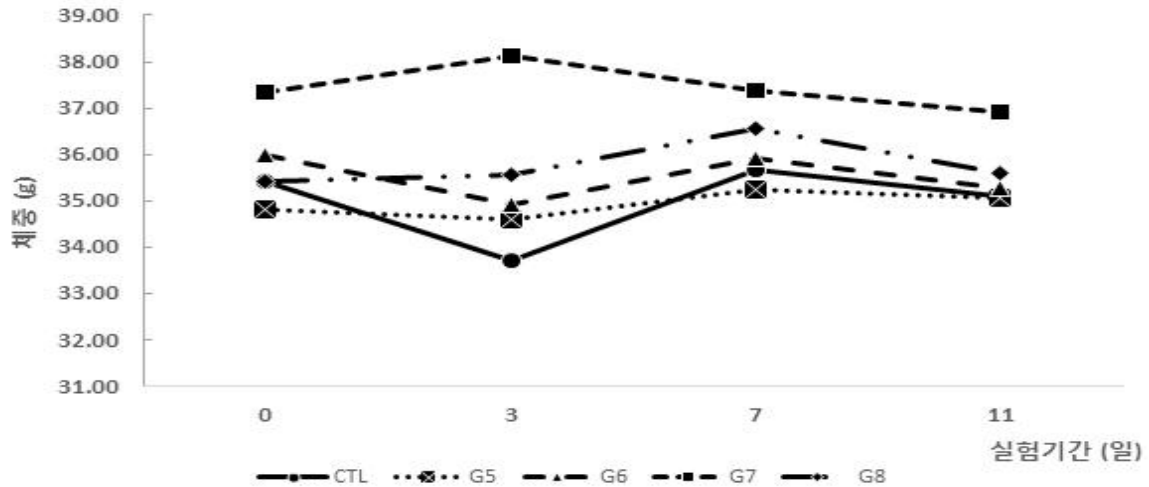


Figure 73. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 15 days at 0°C (CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 0°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C).

0°C 에서 0일 저장한 삼겹살을 섭취한 마우스 체중의 변화는 Figure 72에 제시하였다. 마우스의 체중 변화는 CTL 및 G1에서 큰 차이를 보이지 않았으나, G2 및 G4 처리군에서 체중이 증가하였고, G3는 감소하였다. 0°C 에서 15일 저장한 삼겹살을 섭취한 마우스 체중의 변화는 Figure 73에 제시하였다. 모든 처리구에서 마우스 체중 변화는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

(나) 장기 무게 및 혈액 분석

Table 51. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage 0 day at 0°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4
Liver	g	2.36±0.15	2.19±0.36	2.18±0.27	2.15±0.06	2.38±0.15
Stomach	g	0.83±0.15	0.81±0.06	0.77±0.34	0.98±0.11	0.87±0.22
Spleen	g	0.24±0.03 ^a	0.22±0.01 ^{ab}	0.22±0.03 ^{ab}	0.18±0.03 ^b	0.24±0.01 ^a
Kidney	g	0.67±0.06	0.60±0.08	0.60±0.02	0.64±0.04	0.71±0.08
Small intestine	cm	8.17±1.61	9.67±0.58	9.50±0.00	9.83±1.44	9.67±1.44
Large intestine	g	1.60±0.26	1.29±0.15	1.20±0.23	1.33±0.22	1.67±0.29
intestine	cm	50.00±3.12	52.17±1.16	48.50±2.78	50.83±1.76	51.83±5.30

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 0°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, ^{a-b} Means with different superscription within the same column differ ($p < 0.05$).

조리방법에 따른 0°C 저장 백색돈 삼겹살을 급여한 그룹 별 장기 무게 및 길이는 Table 51에 제시하였다. 간 무게의 경우 CTL은 $2.36 \pm 0.15g$, G1는 $2.19 \pm 0.36g$, G2는 $2.18 \pm 0.27g$, G3는 $2.15 \pm 0.06g$, G4는 $2.38 \pm 0.15g$ 를 나타내었고, 위 무게의 경우 CTL은 $0.83 \pm 0.15g$, G1는 $0.81 \pm 0.06g$, G2는 $0.77 \pm 0.34g$, G3는 $0.98 \pm 0.11g$, G4는 $0.87 \pm 0.22g$ 를 나타내었고, 비장 무게의 경우 CTL은 $0.24 \pm 0.03g$, G1는 $0.22 \pm 0.01g$, G2는 $0.22 \pm 0.03g$, G3는 $0.18 \pm 0.03g$, G4는 $0.24 \pm 0.01g$ 를 나타내었으며, 신장 무게의 경우 CTL은 $0.67 \pm 0.06g$, G1는 $0.60 \pm 0.08g$, G2는 $0.60 \pm 0.02g$, G3는 $0.64 \pm 0.04g$, G4는 $0.71 \pm 0.08g$ 를 나타내었다. 소장 무게의 경우 CTL은 $2.62 \pm 0.23g$, G1은 $2.31 \pm 0.32g$, G2는 $2.42 \pm 0.30g$, G3는 $2.19 \pm 0.09g$, G4는 $2.54 \pm 0.15g$ 를, 길이의 경우 CTL은 $50.00 \pm 3.12cm$, G1은 $52.17 \pm 1.16cm$, G2는 $48.50 \pm 2.78cm$, G3는 $50.83 \pm 1.76cm$, G4는 $51.83 \pm 5.30cm$ 를 나타내었으며, 대장 무게의 경우 CTL은 $1.60 \pm 0.26g$, G1은 $1.29 \pm 0.15g$, G2는 $1.20 \pm 0.23g$, G3는 $1.33 \pm 0.22g$, G4는 $1.67 \pm 0.29g$ 를, 길이의 경우 CTL은 $8.17 \pm 1.61cm$, G1은 $9.67 \pm 0.58cm$, G2는 $9.50 \pm 0.00cm$, G3는 $9.83 \pm 1.44cm$, G4는 $9.67 \pm 1.44cm$ 를 나타내었다.

Table 52. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 15 days at 0°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G5	G6	G7	G8
Liver	g	2.36 ± 0.15	2.37 ± 0.16^b	2.44 ± 0.06^{ab}	2.78 ± 0.06^a	2.34 ± 0.23^b
Stomach	g	0.83 ± 0.15	0.84 ± 0.16	0.90 ± 0.10	1.09 ± 0.15	0.93 ± 0.05
Spleen	g	0.24 ± 0.03^a	0.19 ± 0.02	0.24 ± 0.02	0.27 ± 0.06	0.24 ± 0.04
Kidney	g	0.67 ± 0.06	0.62 ± 0.07	0.68 ± 0.04	0.71 ± 0.06	0.69 ± 0.12
Small intestine	g	2.62 ± 0.23	2.52 ± 0.38	2.48 ± 0.21	2.57 ± 0.20	2.68 ± 0.22
Large intestine	cm	8.17 ± 1.61	49.17 ± 8.28	48.33 ± 8.39	50.83 ± 6.05	47.00 ± 4.36
Large intestine	g	1.60 ± 0.26	1.40 ± 0.17	1.36 ± 0.16	1.49 ± 0.17	1.43 ± 0.16
Large intestine	cm	50.00 ± 3.12	9.67 ± 0.76	10.00 ± 0.87	9.00 ± 2.50	9.83 ± 0.58

¹⁾ CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 0°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, ^{a-b} Means with different superscription within the same column differ ($p < 0.05$).

조리방법에 따른 0°C 저장 백색돈 삼겹살을 급여한 그룹 별 장기 무게 및 길이는 Table 52에 제시하였다. 간 무게의 경우 G5는 $2.37 \pm 0.16g$, G6는 $2.44 \pm 0.06g$, G7는 $2.78 \pm 0.06g$, G8는 $2.34 \pm 0.23g$ 를 나타내었고, 위 무게의 경우 G5는 $0.84 \pm 0.16g$, G6는 $0.90 \pm 0.10g$, G7는 $1.09 \pm 0.15g$, G8는 $0.93 \pm 0.05g$ 를 나타내었고, 비장 무게의 경우 G5는 $0.24 \pm 0.03g$, G6는 $0.24 \pm 0.02g$, G7는 $0.27 \pm 0.06g$, G8는 $0.24 \pm 0.04g$ 를 나타내었고, 신장 무게의 경우 G5는 $0.62 \pm 0.07g$, G6는 $0.68 \pm 0.04g$, G7는 $0.71 \pm 0.06g$, G8는 $0.69 \pm 0.12g$ 를 나타내었다. 소장 무게의 경우 G5는 $2.52 \pm 0.38g$, G6는 $2.48 \pm 0.21g$, G7는 $2.57 \pm 0.20g$, G8는 $2.68 \pm 0.22g$ 를, 길이의 경우 G5는 $49.17 \pm 8.28cm$, G6는 $48.33 \pm 8.39cm$, G7는 $50.83 \pm 6.05cm$, G8는 $47.00 \pm 4.36cm$ 를 나타내었으며, 대장 무게의 경우 G5는 $1.40 \pm 0.17g$, G6는 $1.36 \pm 0.16g$, G7는 $1.49 \pm 0.17g$, G8는 $1.43 \pm 0.16g$ 를, 길이의 경우 G5는 $9.67 \pm 0.76cm$, G6는 $10.00 \pm 0.87cm$, G7는 $9.00 \pm 2.50cm$, G8는 $9.83 \pm 0.58cm$ 를 나타내었다.

Table 53. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 0 day at 0°C

Traits ¹⁾	CTL	G1	G2	G3	G4
TP (g/dL)	5.77±0.32	6.07±0.12	6.07±0.23	5.90±0.20	6.00±0.14
ALB (g/dL)	3.80±0.17	3.97±0.06	4.00±0.17	3.83±0.06	3.80±0.00
AST (IU/L)	136.23±43.38	109.33±4.59	122.13±65.22	130.83±60.04	116.80±58.27
ALT (IU/L)	30.93±2.06	34.87±3.76	35.53±3.05	35.50±3.54	37.40±17.25
LDH (IU/L)	278.70±83.01	268.63±66.28	226.70±62.00	359.27±169.12	310.50±48.51
GLU (mg/dL)	216.47±25.42	197.73±5.29	202.93±24.55	220.33±28.11	222.30±24.89
BUN (mg/dL)	146.00±1.83	18.13±2.80	21.30±3.29	17.30±1.67	20.25±0.78
IP (mg/dL)	7.60±1.04	6.67±1.18	7.37±1.16	8.73±2.66	7.85±0.78
UA (mg/dL)	0.77±0.67	0.50±0.61	0.63±0.45	1.97±1.65	1.15±0.49
CREA (mg/dL)	0.32±0.01	0.34±0.02	0.33±0.03	0.36±0.04	0.33±0.05
CHOL (mg/dL)	125.47±19.41	153.17±35.62	167.67±39.13	132.60±21.92	176.25±2.90
TG (mg/dL)	127.13±34.69	63.40±35.36	50.40±19.95	78.45±12.66	94.85±11.95
HDL (mg/dL)	69.47±11.56	86.15±9.40	84.63±13.51	67.80±10.04	88.05±0.64
LDL (mg/dL)	9.17±1.40	17.05±2.33	15.80±1.56	-	14.30±2.12
T-bili (mg/dL)	-	-	9.35±0.64	-	10.00
Ca (mg/dL)	9.10±0.26	-	0.10±0.00	-	0.10

¹⁾TP = total protein; ALB = albumin; AST = aspartate aminotransferase; ALT = alanine aminotransaminase; LDH = lactate dehydrogenase; GLU = glucose; BUN = blood urea nitrogen; IP = inorganic phosphorus; UA = urea uric acid; CREA = creatinine; CHOL = total cholesterol; TG = triglyceride; HDL = high density lipoprotein; LDL = low density lipoprotein; T-bili = total bilirubin; Ca = calcium. CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 0°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C.

0°C에서 0일 저장된 조리 방법 별 삼겹살을 섭취한 그룹에 따른 생화학적 분석결과는 Table 53에 제시하였다. 혈당량을 나타내는 glucose 함량의 정상치는 62-175g/dL로 실험결과 모든 그룹이 정상치보다 높게 나왔고 그 중 0°C에서 0일 저장된 Barbecue over-cooking 제품이 가장 높게 나타났다. 간 질환의 여부를 알 수 있는 total bilirubin 함량의 정상치는 0-0.9mg/dL로 실험결과 삼겹살을 급여한 그룹이 정상치보다 높게 나타났다. Total protein, albumin, aspartate aminotransferase, alanine aminotransaminase, lactate dehydrogenase, inorganic phosphorus, urea uric acid, creatinine, high density lipoprotein과 같은 생화학과 관련된 요소들은 모두 유의차가 없는 것으로 나타났다.

Table 54. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 15 days at 0°C

Traits ¹⁾	CTL	G5	G6	G7	G8
TP (g/dL)	5.77±0.32	5.8±0.57	5.70±0.30	5.90±0.50	5.87±0.12
ALB (g/dL)	3.80±0.17	3.75±0.35	3.73±0.15	3.77±0.12	3.90±0.10
AST (IU/L)	136.23±43.38	78.7±25.31	97.57±44.26	116.97±26.10	144.40±91.22
ALT (IU/L)	30.93±2.06	27.30±0.85	36.37±1.27	48.80±20.32	43.73±17.47
LDH (IU/L)	278.70±83.01	263.65±32.60	222.27±40.74	251.57±69.27	298.8±106.79
GLU (mg/dL)	216.47±25.42	215.80±26.02	229.57±30.37	232.50±23.77	187.53±36.99
BUN (mg/dL)	146.00±1.83	-	21.97±1.64	21.17±2.16	18.23±3.69
IP (mg/dL)	7.60±1.04	-	7.83±1.02	8.47±1.30	8.00±0.46
UA (mg/dL)	0.77±0.67	-	0.93±0.59	0.73±0.70	0.67±0.35
CREA (mg/dL)	0.32±0.01	-	0.33±0.01	0.34±0.01	0.33±0.02
CHOL (mg/dL)	125.47±19.41	-	158.80±30.97	152.47±15.64	121.53±21.88
TG (mg/dL)	127.13±34.69	-	72.60±47.09	101.10±25.77	67.50±31.08
HDL (mg/dL)	69.47±11.56	-	87.75±21.14	81.77±3.31	64.20±7.28
LDL (mg/dL)	9.17±1.40	-	12.25±1.77	13.10±3.15	10.83±4.22
T-bili (mg/dL)	0	-	9.75±0.21	9.67±0.21	9.70±0.36
Ca (mg/dL)	9.10±0.26	-	0.05±0.07	0.10±0.01	0.07±0.06

¹⁾TP = total protein; ALB = albumin; AST = aspartate aminotransferase; ALT = alanine aminotransaminase; LDH = lactate dehydrogenase; GLU = glucose; BUN = blood urea nitrogen; IP = inorganic phosphorus; UA = urea uric acid; CREA = creatinine; CHOL = total cholesterol; TG = triglyceride; HDL = high density lipoprotein; LDL = low density lipoprotein; T-bili = total bilirubin; Ca = calcium. CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 0°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C.

0°C에서 15일 저장된 조리 방법 별 삼겹살을 섭취한 그룹에 따른 생화학적 분석결과는 Table 54에 제시하였다. 혈당량을 나타내는 glucose 함량의 정상치는 62-175g/dL로 실험결과 모든 그룹이 정상치보다 높게 나왔으며, 이는 췌장염, 부신피질기능항진이 의심된다. Total protein, albumin, aspartate aminotransferase, alanine aminotransaminase, lactate dehydrogenase, inorganic phosphorus, urea uric acid, creatinine, high density lipoprotein과 같은 생화학과 관련된 요소들은 모두 유의차가 없는 것으로 나타났다.

Table 55. Whole blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 0 day at 0°C

Traits ¹⁾	CTL ²⁾	G1	G2	G3	G4
WBC ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	4.27 \pm 1.59	2.51 \pm 0.73	4.48 \pm 2.20	2.64 \pm 0.64	4.45 \pm 1.54
RBC ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	7.00 \pm 1.25	7.88 \pm 0.19	7.14 \pm 1.81	8.11 \pm 0.23	7.27 \pm 0.81
HGB (g/dL)	7.90 \pm 5.96	12.90 \pm 0.17	11.47 \pm 2.48	12.90 \pm 0.30	11.90 \pm 1.32
HCT (%)	43.47 \pm 6.52	47.87 \pm 1.93	42.43 \pm 11.19	49.43 \pm 2.71	45.03 \pm 4.85
MCV (fL)	62.37 \pm 2.02	60.80 \pm 1.15	59.37 \pm 0.75	61.00 \pm 1.57	61.97 \pm 2.32
MCH (pg)	11.77 \pm 8.72	16.40 \pm 0.26	16.20 \pm 0.72	15.93 \pm 0.32	16.37 \pm 0.12
MCHC (g/dL)	18.73 \pm 13.80	27.00 \pm 0.92	27.27 \pm 1.53	26.13 \pm 1.14	26.43 \pm 0.83
CHCM (g/dL)	25.73 \pm 0.64	25.83 \pm 0.67	25.93 \pm 1.02	25.10 \pm 1.11	25.27 \pm 1.44
RDW (%)	12.40 \pm 0.60	11.83 \pm 0.15	12.03 \pm 0.32	12.47 \pm 0.55	12.23 \pm 0.47
HDW (g/dL)	2.04 \pm 0.15	2.10 \pm 0.03	2.10 \pm 0.15	2.14 \pm 0.09	2.04 \pm 0.02
PLT ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	391.33 \pm 267.79	334.00 \pm 81.63	167.67 \pm 142.21	137.00 \pm 38.31	177.67 \pm 136.26
MPV (fL)	11.17 \pm 3.32	9.43 \pm 0.61	11.37 \pm 3.49	10.50 \pm 0.36	10.23 \pm 2.15
PDW (%)	58.57 \pm 2.22	67.07 \pm 0.87	74.63 \pm 3.10	77.97 \pm 7.07	73.63 \pm 3.35
PCT (%)	0.39 \pm 0.21	0.31 \pm 0.08	0.16 \pm 0.12	0.14 \pm 0.03	0/17 \pm 0.11
WBC differential counting					
Neut (%)	15.27 \pm 1.92	15.73 \pm 2.87	19.30 \pm 8.65	15.40 \pm 3.80	13.03 \pm 2.10
Lym (%)	73.83 \pm 3.90	56.53 \pm 24.05	68.03 \pm 10.53	72.80 \pm 4.14	76.77 \pm 5.75
Mono (%)	1.90 \pm 0.36	2.87 \pm 1.87	2.63 \pm 0.74	2.13 \pm 1.18	2.43 \pm 0.75
Eos (%)	7.30 \pm 1.66	22.93 \pm 26.88	8.83 \pm 2.71	7.20 \pm 1.82	6.30 \pm 3.18
Baso (%)	1.03 \pm 0.15	3.17 \pm 4.88	0.33 \pm 0.15	1.13 \pm 0.67	0.47 \pm 0.31

¹⁾WBC = white blood cell; RBC = red blood cell; HGB = hemoglobin; HCT = hematocrit; MCV = mean corpuscular volume; MCH = mean corpuscular hemoglobin; MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration; CHCM = cellular hemoglobin concentration meat; RDW = red cell distribution width; HDW = hemoglobin distribution width; PLT = platelet; MPV = mean platelet volume; PDW = platelet distribution width; PCT = procalcitonin.

²⁾CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 0°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C

0°C 에서 0일 저장된 조리 방법 별 삼겹살을 섭취한 그룹에 따른 혈액학적 분석결과는 Table 55에 제시하였다. Eosonophils은 호산구의 함량을 나타내며 0°C 에서 0일 저장된 Raw를 급여한 그룹에서 높게 나타났다. 이는 염증성 질환이 발생되었다고 판단된다. white blood cell, red blood cell, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, cellular hemoglobin concentration meat, red cell distribution width, hemoglobin distribution width, mean platelet volume, platelet distribution width, procalcitonin와 같은 혈액학과 관련된 요소들은 모두 유의차가 없는 것으로 나타났다.

Table 56. Whole blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 15 days at 0°C

Traits ¹⁾	CTL	G5	G6	G7	G8
WBC ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	4.27 \pm 1.59	5.91 \pm 0.35	7.43 \pm 1.79	5.83 \pm 3.14	3.46 \pm 3.04
RBC ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	7.00 \pm 1.25	9.73 \pm 0.67	8.75 \pm 0.59	9.39 \pm 0.60	6.14 \pm 5.32
HGB (g/dL)	7.90 \pm 5.96	14.95 \pm 0.49	13.83 \pm 1.12	15.13 \pm 1.00	9.97 \pm 8.64
HCT (%)	43.47 \pm 6.52	56.70 \pm 1.84	52.07 \pm 5.53	57.03 \pm 3.90	36.23 \pm 31.12
MCV (fL)	62.37 \pm 2.02	58.35 \pm 2.19	59.37 \pm 2.44	60.80 \pm 0.60	57.50 \pm 4.26
MCH (pg)	11.77 \pm 8.72	15.35 \pm 0.64	15.80 \pm 0.26	16.13 \pm 0.06	11.03 \pm 9.65
MCHC (g/dL)	18.73 \pm 13.80	26.35 \pm 0.07	26.60 \pm 0.78	26.57 \pm 0.21	18.50 \pm 16.06
CHCM (g/dL)	25.73 \pm 0.64	25.95 \pm 0.07	26.13 \pm 0.59	26.13 \pm 0.29	27.02 \pm 0.69
RDW (%)	12.40 \pm 0.60	12.60 \pm 0.42	12.20 \pm 0.56	13.03 \pm 0.85	14.63 \pm 2.02
HDW (g/dL)	2.04 \pm 0.15	2.30 \pm 0.02	2.23 \pm 0.07	2.29 \pm 0.04	2.35 \pm 0.21
PLT ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	391.33 \pm 267.79	1063.50 \pm 420.73	445.00 \pm 301.83	918.00 \pm 108.39	329.00 \pm 315.53
MPV (fL)	11.17 \pm 3.32	11.05 \pm 0.92	10.93 \pm 1.00	10.63 \pm 0.95	10.17 \pm 0.65
PDW (%)	58.57 \pm 2.22	59.35 \pm 5.02	70.50 \pm 9.85	58.53 \pm 0.83	68.80 \pm 6.72
PCT (%)	0.39 \pm 0.21	1.20 \pm 0.57	0.48 \pm 0.33	0.98 \pm 0.20	0.34 \pm 0.33
WBC differential counting					
Neut (%)	15.27 \pm 1.92	8.75 \pm 1.34	11.63 \pm 2.55	13.37 \pm 1.95	12.53 \pm 7.28
Lym (%)	73.83 \pm 3.90	79.45 \pm 0.92	76.73 \pm 6.81	67.80 \pm 18.11	66.90 \pm 16.03
Mono (%)	1.90 \pm 0.36	2.45 \pm 0.49	1.43 \pm 0.49	2.00 \pm 0.26	3.67 \pm 4.80
Eos (%)	7.30 \pm 1.66	7.70 \pm 0.71	9.17 \pm 4.28	15.77 \pm 16.41	15.80 \pm 7.21
Baso (%)	1.03 \pm 0.15	0.80 \pm 0.71	0.40 \pm 0.20	0.67 \pm 0.25	0.87 \pm 0.49

¹WBC = white blood cell; RBC = red blood cell; HGB = hemoglobin; HCT = hematocrit; MCV = mean corpuscular volume; MCH = mean corpuscular hemoglobin; MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration; CHCM = cellular hemoglobin concentration meat; RDW = red cell distribution width; HDW = hemoglobin distribution width; PLT = platelet; MPV = mean platelet volume; PDW = platelet distribution width; PCT = procalcitonin.

²CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 0°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C

0°C에서 15일 저장된 조리 방법 별 삼겹살을 섭취한 그룹에 따른 혈액학적 분석 결과는 Table 56에 제시하였다. Eosinophils은 호산구의 함량을 나타내며 모든 그룹이 전체적으로 높게 나타났다. 이는 염증성 질환이 발생되었다고 판단된다. White blood cell, red blood cell, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, cellular hemoglobin concentration meat, red cell distribution width, hemoglobin distribution width, mean platelet volume, platelet distribution width, procalcitonin와 같은 혈액학과 관련된 요소들은 모두 유의차가 없는 것으로 나타났다.

(4) 9°C 저장 백색돈 삼겹살의 가열 조건 및 저장 기간에 따른 실험동물을 이용한 독성 평가

(가) 체중 변화 및 섭취량

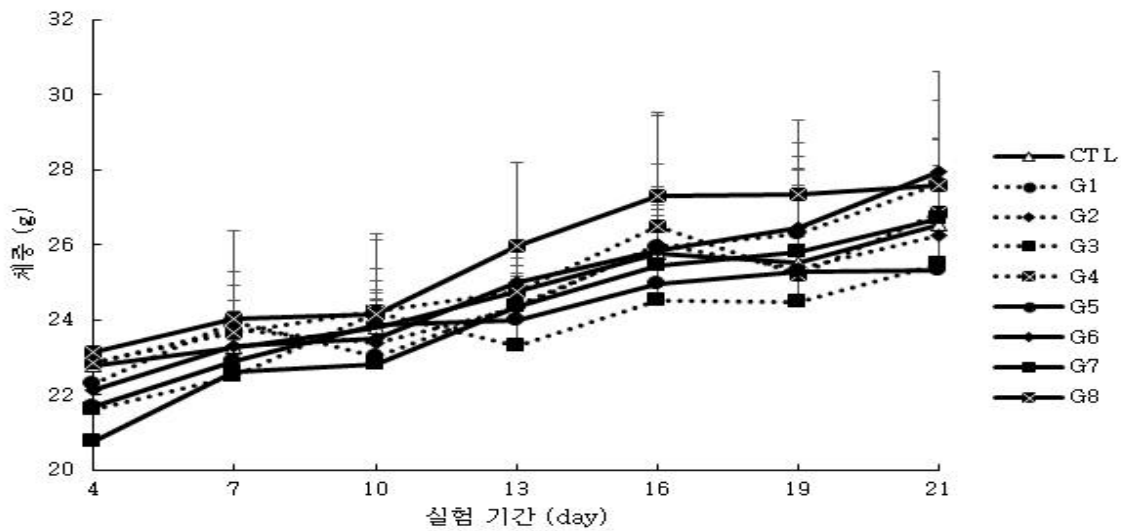


Figure 74. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 9°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G5: raw pork belly with 15 days storage at 9°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C).

9°C에서 저장 기간 및 조리 방법에 따른 백색돈 삼겹살을 급여한 그룹의 체중 변화는 Figure 74에 제시하였다. 모든 그룹이 실험 기간 동안 체중이 증가하는 것을 확인하였고, 가장 높은 증체량을 보인 그룹은 15일 저장 pan frying over cooking 삼겹살이다. 0일 저장한 삼겹살 대비 15일 저장한 삼겹살의 증체량이 높은 것으로 나타났다.

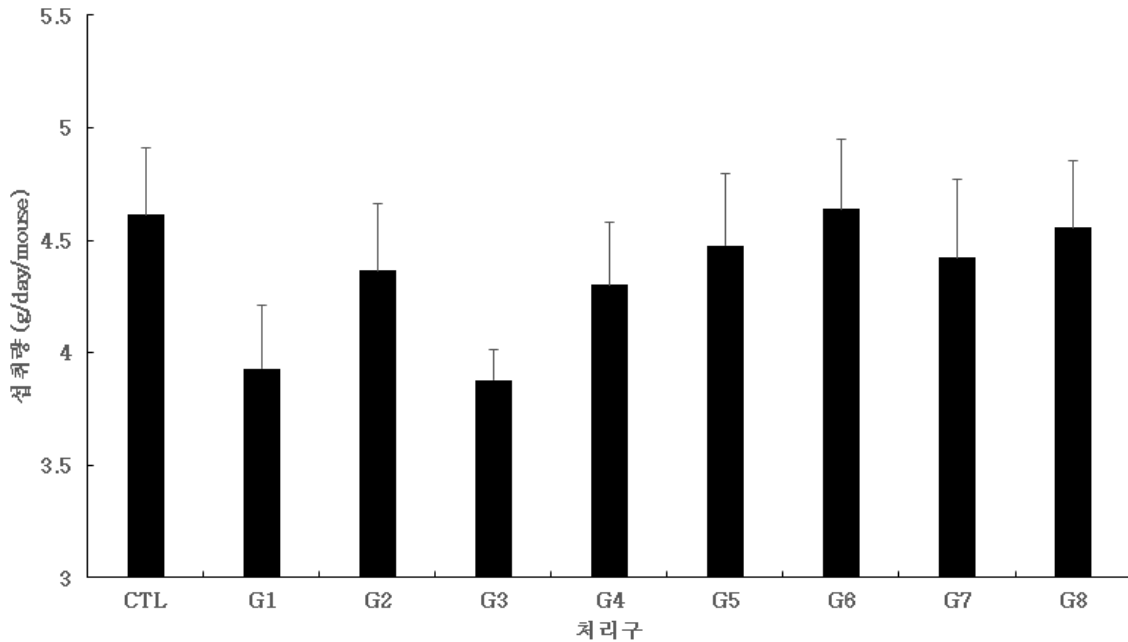


Figure 75. Feed intake of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 9°C , G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G5: raw pork belly with 15 days storage at 9°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C).

9°C에서 저장 기간 및 조리 방법에 따른 백색돈 삼겹살을 급여한 그룹의 일일 섭취량은 Figure 75에 제시하였다. 가장 높은 섭취량을 보인 그룹은 15일 저장 boiling over cooking 삼겹살이며 가장 적은 섭취량을 보인 그룹은 0일 저장 pan fry over cooking 삼겹살이다. 0일 저장한 삼겹살 대비 15일 저장한 삼겹살의 섭취량이 높은 것을 확인하였으며, 이는 사료 효율과 관련하여 일치하는 결과로 확인하였다.

(나) 장기 무게 및 혈액 분석

Table 57. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage 0 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4
Liver	g	1.88±0.19	2.14±0.40	1.92±0.31	2.09±0.10	2.09±0.47
Stomach	g	0.68±0.21	0.59±0.17	0.47±0.12	0.60±0.05	0.44±0.08
Spleen	g	0.15±0.03	0.23±0.07	0.15±0.05	0.18±.03	0.17±0.03
Kidney	g	0.69±0.06	0.72±0.11	0.74±0.06	0.66±0.06	0.77±0.09
Small intestine	cm	2.30±0.33	2.62±0.18	2.21±0.28	2.17±0.25	2.12±0.36
Large intestine	cm	50.03±2.55	46.87±1.50	48.50±1.57	46.20±0.10	46.40±2.17
Small intestine	g	0.98±0.03	1.41±0.37	0.92±0.27	0.78±0.03	0.90±0.15
Large intestine	cm	10.93±1.50	10.90±1.71	12.30±1.35	9.73±0.40	11.03±0.91

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 9°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C

조리방법에 따른 9°C 저장 백색돈 삼겹살을 급여한 그룹 별 장기 무게 및 길이는 Table 57에 나타내었다. 간 무게의 경우 CTL은 1.88±0.19g, G1는 2.14±0.40g, G2는 1.92±0.31g, G3는 2.09±0.10g, G4는 2.09±0.47g를 나타내었고, 위 무게의 경우 CTL은 0.68±0.21g, G1는 0.59±0.17g, G2는 0.47±0.12g, G3는 0.60±0.05g, G4는 0.44±0.08g를 나타내었고, 비장 무게의 경우 CTL은 0.15±0.03g, G1는 0.23±0.07g, G2는 0.15±0.05g, G3는 0.18±.03g, G4는 0.17±0.03g를 나타내었으며, 신장 무게의 경우 CTL은 0.69±0.06g, G1는 0.72±0.11g, G2는 0.74±0.06g, G3는 0.66±0.06g, G4는 0.77±0.09g를 나타내었다. 소장 무게의 경우 CTL은 2.30±0.33g, G1는 2.62±0.18g, G2는 2.21±0.28g, G3는 2.17±0.25g, G4는 2.12±0.36g를, 길이의 경우 CTL은 50.03±2.55cm, G1는 46.87±1.50cm, G2는 48.50±1.57cm, G3는 46.20±0.10cm, G4는 46.40±2.17cm를 나타내었으며, 대장 무게의 경우 CTL은 0.98±0.03g, G1는 1.41±0.37g, G2는 0.92±0.27g, G3는 0.78±0.03g, G4는 0.90±0.15g를, 길이의 경우 CTL은 10.93±1.50cm, G1는 10.90±1.71cm, G2는 12.30±1.35cm, G3는 9.73±0.40cm, G4는 11.03±0.91cm를 나타내었다.

Table 58. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage 15 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G5	G6	G7	G8
Liver	g	1.88±0.19	1.73±0.25	2.29±0.41	2.18±0.22	2.24±0.41
Stomach	g	0.68±0.21	0.46±0.04	0.77±0.10	0.72±0.03	0.71±0.07
Spleen	g	0.15±0.03	0.14±0.01	0.22±0.05	0.18±0.02	0.18±0.01
Kidney	g	0.69±0.06	0.80±0.03	0.80±0.07	0.81±0.04	0.82±0.18
Small intestine	g	2.30±0.33	1.97±0.22	2.45±0.31	2.24±0.09	2.45±0.24
	cm	50.03±2.55	48.17±0.58	51.50±3.17	48.33±1.87	47.23±2.05
Large intestine	g	0.98±0.03	0.94±0.16	1.28±0.22	1.13±0.06	1.07±0.08
	cm	10.93±1.50	10.43±0.85	11.33±1.07	11.13±0.84	10.50±0.75

¹⁾ CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 9°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C

조리방법에 따른 9°C 저장 백색돈 삼겹살을 급여한 그룹 별 장기 무게 및 길이는 Table 58에 제시하였다. 간 무게의 경우 G5는 1.73±0.25g, G6는 2.29±0.41g, G7는 2.18±0.22g, G8는 2.24±0.41g를 나타내었고, 위 무게의 경우 G5는 0.46±0.04g, G6는 0.77±0.10g, G7는 0.72±0.03g, G8는 0.71±0.07g를 나타내었고, 비장 무게의 경우 G5는 0.14±0.01g, G6는 0.22±0.05g, G7는 0.18±0.02g, G8는 0.18±0.01g를 나타내었고, 신장 무게의 경우 G5는 0.80±0.03g, G6는 0.80±0.07g, G7는 0.81±0.04g, G8는 0.82±0.18g를 나타내었다. 소장 무게의 경우 G5는 1.97±0.22g, G6는 2.45±0.31g, G7는 2.24±0.09g, G8는 2.45±0.24g를, 길이의 경우 G5는 48.17±0.58cm, G6는 51.50±3.17cm, G7는 48.33±1.87m, G8는 47.23±2.05cm를 나타내었 으며, 대장 무게의 경우 G5는 0.94±0.16g, G6는 1.28±0.22g, G7는 1.13±0.06g, G8는 1.07±0.08g를, 길이의 경우 G5는 10.43±0.85cm, G6는 11.33±1.07cm, G7는 11.13±0.84cm, G8 는 10.50±0.75cm를 나타내었다.

Table 59. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 0 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4
Whole blood						
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/μL	10.03±0.53	9.20±0.21	9.19±0.45	9.33±0.31	9.39±0.27
HGB	g/dL	16.33±0.67	14.80±0.46	14.87±0.40	15.43±0.31	15.10±0.87
HCT	%	61.27±2.37	57.87±1.53	56.53±2.07	59.03±0.57	57.00±1.35
RBC Indices						
MCV	fL	61.13±1.27	62.90±0.61	61.57±0.80	63.30±1.59	60.70±1.61
MCH	pg	16.33±0.59	16.07±0.29	16.17±0.46	16.53±0.71	16.07±0.47
MCHC	g/dL	26.70±0.35	25.57±0.21	26.27±0.40	26.10±0.70	26.50±1.10
RDW	%	12.67±0.38	12.53±0.67	13.03±0.40	12.60±0.10	13.43±0.67
MPV	fL	6.77±1.70	6.37±0.49	6.00±0.30	6.03±0.06	6.67±1.69
PLT	× 10 ³ cells/μL	621.33±304.08	527.00±104.50	848.33±94.32	569.33±170.54	509.00±286.07
WBC	× 10 ³ cells/μL	10.94±1.48	8.78±3.22	8.75±1.06	8.19±0.94	8.07±1.21
WBC Differential Counting						
NEU	× 10 ³ cells/μL	2.29±0.62	1.09±0.73	1.81±0.26	1.57±0.36	1.35±0.25
LYM	× 10 ³ cells/μL	7.87±1.23	6.96±2.43	6.15±1.11	5.95±0.77	5.72±0.69
MONO	× 10 ³ cells/μL	0.22±0.08	0.09±0.05	0.15±0.02	0.19±0.04	0.12±0.03
EOS	× 10 ³ cells/μL	0.37±0.10	0.54±0.29	0.49±0.27	0.34±0.06	0.74±0.77
BASO	× 10 ³ cells/μL	0.04±0.01	0.03±0.02	0.02±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01
LUC	× 10 ³ cells/μL	0.15±0.05	0.07±0.05	0.13±0.09	0.10±0.01	0.11±0.07
Serum						
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.12±0.03	0.09±0.04	0.13±0.08	0.12±0.03	0.14±0.02
AST	U/L	99.17±16.15	156.00±162.74	80.43±19.27	141.33±155.27	82.50±6.12
ALT	U/L	16.40±4.26	26.40±26.38	13.733±2.85	23.83±31.33	14.77±1.59
GGT	U/L	1.27±0.31	3.00±1.59	1.27±0.45	4.27±1.17	1.03±0.15
BUN	mg/dL	20.94±1.18	19.42±4.23	16.01±1.76	19.55±3.03	17.02±0.88
Crea	mg/dL	0.31±0.07	0.35±0.05	0.32±0.02	0.23±0.12	0.32±0.01

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 9°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C.

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; LUC:

³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 60. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 15 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4
Whole blood						
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/μL	10.03±0.53	9.24±0.75	9.350.56	9.33±0.61	9.03±0.36
HGB	g/dL	16.33±0.67	14.07±2.84	15.200.36	14.80±0.36	14.87±0.12
HCT	%	61.27±2.37	57.77±5.11	56.932.25	57.97±2.38	55.20±.35
RBC Indices						
MCV	fL	61.13±1.27	62.50±0.66	60.90±1.93	62.20±2.41	61.13±2.10
MCH	pg	16.33±0.59	15.10±1.92	16.27±0.59	15.87±0.68	16.50±0.66
MCHC	g/dL	26.70±0.35	24.13±3.06	26.70±0.44	25.53±0.85	26.97±0.25
RDW	%	12.67±0.38	13.57±0.90	13.23±0.55	12.87±0.38	13.50±0.35
MPV	fL	6.77±1.70	6.67±0.64	6.40±0.44	6.30±0.44	5.93±0.15
PLT	×10 ³ cells/μL	621.33±304.08	610.67±278.69	833.67±179.60	893.00±35.34	836.00±69.55
WBC	×10 ³ cells/μL	10.94±1.48	5.392.48	6.04±3.71	6.73±2.29	4.87±0.18
WBC Differential Counting						
NEU	×10 ³ cells/μL	2.29±0.62	1.050.60	1.23±0.87	1.00±0.34	0.79±.23
LYM	×10 ³ cells/μL	7.87±1.23	3.71.65	4.28±2.68	4.98±2.28	3.62±0.16
MONO	×10 ³ cells/μL	0.22±0.08	0.070.03	0.08±0.05	0.11±0.05	0.08±0.01
EOS	×10 ³ cells/μL	0.37±0.10	0.500.46	0.39±0.32	0.53±0.23	0.32±0.21
BASO	×10 ³ cells/μL	0.04±0.01	0.020.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.00
LUC	×10 ³ cells/μL	0.15±0.05	0.040.00	0.05±0.04	0.09±0.03	0.04±0.03
Serum						
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.12±0.03	0.14±0.01	0.14±0.05	0.12±0.02	0.13±0.01
AST	U/L	99.17±16.15	83.43±40.60	71.53±9.31	82.17±33.15	60.60±7.02
ALT	U/L	16.40±4.26	11.87±1.64	15.70±2.27	13.87±2.76	55.40±65.65
GGT	U/L	1.27±0.31	1.23±1.01	0.77±0.40	1.00±0.26	0.73±0.06
BUN	mg/dL	20.94±1.18	19.66±2.43	19.85±3.20	20.03±3.66	17.28±3.56
Crea	mg/dL	0.31±0.07	0.33±0.03	0.34±0.01	0.34±0.02	0.32±0.02

¹⁾ CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 9°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C.

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; LUC:

³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

9°C에서 0일 저장된 조리 방법 별 백색돈 삼겹살을 섭취한 그룹에 따른 혈액 분석결과는 Table 59에 제시하였으며, 15일 저장된 백색돈 삼겹살을 섭취한 그룹의 분석 결과는 Table 60에 제시하였다. 모든 혈액학적 분석 및 혈청학적 분석 결과 정상범위 내 수치를 보였다.

(5) 0°C 저장 흑색돈 삼겹살의 가열 조건 및 저장 기간에 따른 실험동물을 이용한 독성 평가

(가) 체중 변화

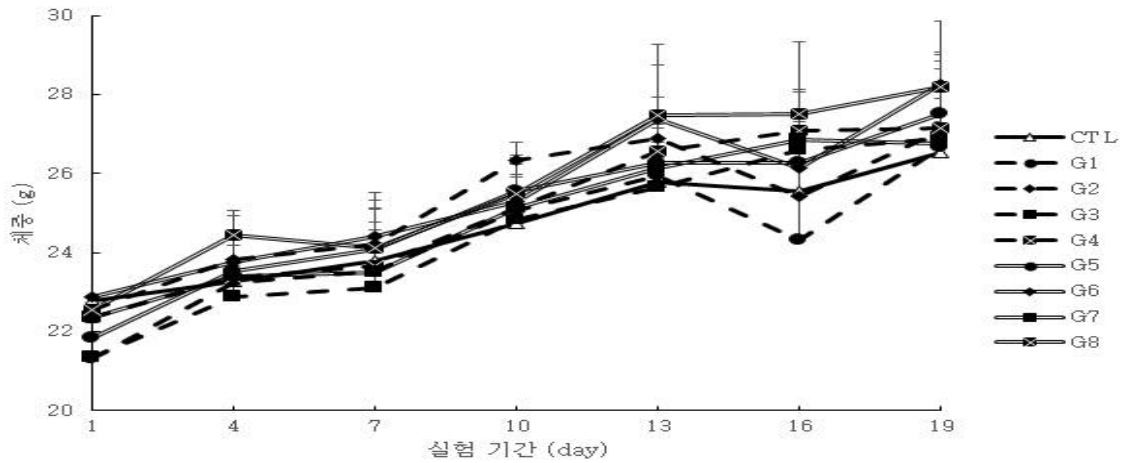


Figure 76. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period at 0°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 0°C , G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G5: raw pork belly with 15 days storage at 0°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C).

0°C에서 저장 기간 및 조리 방법에 따른 흑색돈 삼겹살을 급여한 그룹의 체중 변화는 Figure 76에 제시하였다. 실험 기간 동안 0일 저장 raw 삼겹살, 0일 저장 boiling over cooking 삼겹살, 15일 저장 boiling over cooking 저장 삼겹살을 제외한 모든 그룹의 체중은 증가하였다.

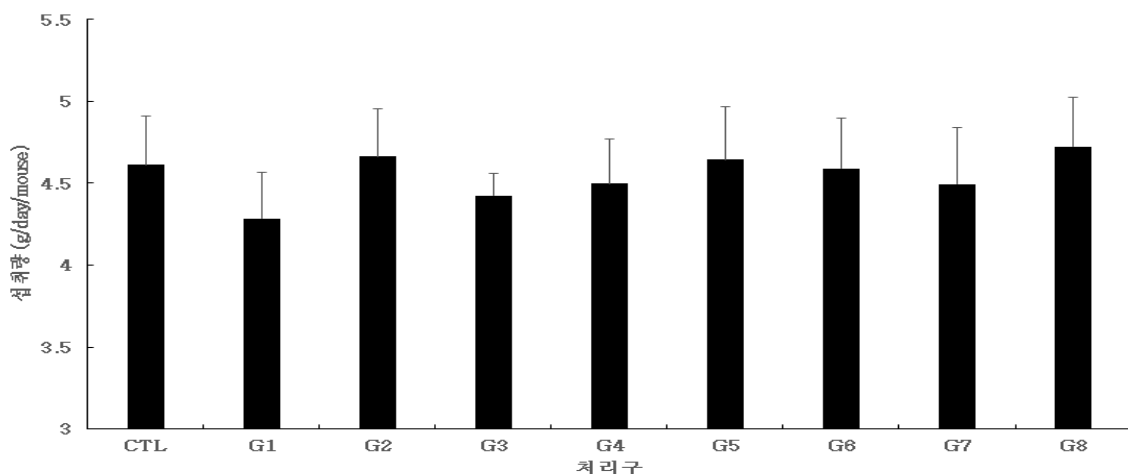


Figure 77. Feed intake of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period at 0°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 0°C , G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G3: pan fry over

cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G5: raw pork belly with 15 days storage at 0°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C).

0°C에서 저장 기간 및 조리 방법에 따른 흑색돈 삼겹살을 급여한 그룹의 일일 섭취량은 Figure 77에 제시하였다. 가장 높은 섭취량을 보인 그룹은 15일 저장 barbecue over cooking 삼겹살이고, 가장 적은 섭취량을 보인 그룹은 0일 저장 raw 삼겹살이다.

(나) 장기 무게 및 혈액 분석

Table 61. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage 0 day at 0°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4
Liver	g	1.88±0.19	2.05±0.40	1.96±0.24	1.93±0.07	1.93±0.13
Stomach	g	0.68±0.21	0.65±0.17	0.59±0.14	0.66±0.06	0.71±0.15
Spleen	g	0.15±0.03	0.17±0.12	0.16±0.01	0.16±0.02	0.16±0.06
Kidney	g	0.69±0.06	0.73±0.12	0.72±0.05	0.72±0.08	0.81±0.09
Small intestine	cm	2.30±0.33	2.07±0.28	2.22±0.27	2.31±0.37	2.27±0.09
Large intestine	cm	50.03±2.55	47.47±4.28	49.80±4.61	53.83±4.76	49.43±1.78
Small intestine	g	0.98±0.03	1.02±0.22	0.93±0.13	1.11±0.23	1.00±0.07
Large intestine	cm	10.93±1.50	10.83±1.17	11.47±0.21	11.40±0.89	11.83±0.64

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 0°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C

조리방법에 따른 0°C 저장 흑색돈 삼겹살을 급여한 그룹 별 장기 무게 및 길이는 Table 61에 나타내었다. 간 무게의 경우 CTL은 1.88±0.19g, G1는 2.05±0.40g, G2는 1.96±0.24g, G3는 1.93±0.07g, G4는 1.93±0.13g를 나타내었고, 위 무게의 경우 CTL은 0.68±0.21g, G1는 0.65±0.17g, G2는 0.59±0.14g, G3는 0.66±0.06g, G4는 0.71±0.15g를 나타내었고, 비장 무게의 경우 CTL은 0.15±0.03g, G1는 0.17±0.12g, G2는 0.16±0.01g, G3는 0.16±0.02g, G4는 0.16±0.06g를 나타내었으며, 신장 무게의 경우 CTL은 0.69±0.06g, G1는 0.73±0.12g, G2는 0.72±0.05g, G3는 0.72±0.08g, G4는 0.81±0.09g를 나타내었다. 소장 무게의 경우 CTL은 2.30±0.33g, G1은 2.07±0.28g, G2는 2.22±0.27g, G3는 2.31±0.37g, G4는 2.27±0.09g를, 길이의 경우 CTL은 50.03±2.55cm, G1은 47.47±4.28cm, G2는 49.80±4.61cm, G3는 53.83±4.76cm, G4는 49.43±1.78cm를 나타내었으며, 대장 무게의 경우 CTL은 0.98±0.03g, G1은 1.02±0.22g, G2는 0.93±0.13g, G3는 1.11±0.23g, G4는 1.00±0.07g를, 길이의 경우 CTL은 10.93±1.50cm, G1은 10.83±1.17cm, G2는 11.47±0.21cm, G3는 11.40±0.89cm, G4는 11.83±0.64cm를 나타내었다.

Table 62. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage 15 days at 0°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G5	G6	G7	G8
Liver	g	1.88±0.19	1.91±0.22	2.00±0.15	2.04±0.12	1.39±1.03
Stomach	g	0.68±0.21	0.69±0.14	0.64±0.13	0.66±0.07	0.56±0.05
Spleen	g	0.15±0.03	0.18±0.02	0.17±0.05	0.17±0.03	0.15±0.03
Kidney	g	0.69±0.06	0.73±0.05	0.77±0.09	0.75±0.02	0.77±0.07
Small intestine	g	2.30±0.33	2.35±0.42	2.17±0.21	2.23±0.03	2.22±0.39
	cm	50.03±2.55	49.40±5.34	51.37±5.41	48.80±3.20	50.10±5.21
Large intestine	g	0.98±0.03	1.30±0.23	1.04±.32	1.05±.09	0.97±0.20
	cm	10.93±1.50	11.87±0.64	10.57±1.95	12.47±0.60	11.73±1.27

¹⁾ CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 0°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C

조리방법에 따른 0°C 저장 흑색돈 삼겹살을 급여한 그룹 별 장기 무게 및 길이는 Table 62에 제시하였다. 간 무게의 경우 G5는 1.91±0.22g, G6는 2.00±0.15g, G7는 2.04±0.12g, G8는 1.39±1.03g를 나타내었고, 위 무게의 경우 G5는 0.69±0.14g, G6는 0.64±0.13g, G7는 0.66±0.07g, G8는 0.56±0.05g를 나타내었고, 비장 무게의 경우 G5는 0.18±0.02g, G6는 0.17±0.05g, G7는 0.17±0.03g, G8는 0.15±0.03g를 나타내었고, 신장 무게의 경우 G5는 0.73±0.05g, G6는 0.77±0.09g, G7는 0.75±0.02g, G8는 0.77±0.07g를 나타내었다. 소장 무게의 경우 G5는 2.35±0.42g, G6는 2.17±0.21g, G7는 2.23±0.03g, G8는 2.22±0.39g를, 길이의 경우 G5는 49.40±5.34cm, G6는 51.37±5.41cm, G7는 48.80±3.20m, G8는 50.10±5.21cm를 나타내었 으며, 대장 무게의 경우 G5는 1.30±0.23g, G6는 1.04±.32g, G7는 1.05±.09, G8는 0.97±0.20g 를, 길이의 경우 G5는 11.87±0.64cm, G6는 10.57±1.95cm, G7는 12.47±0.60cm, G8는 11.73±1.27cm를 나타내었다.

Table 63. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period 0 day at 0°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4
Whole blood						
RBC ²⁾	×10 ³ cells/μL	10.03±0.53	9.33±0.43	9.44±0.60	9.63±0.37	10.05±0.02
HGB	g/dL	16.33±0.67	15.17±0.78	15.63±.78	15.30±.46	15.70±0.36
HCT	%	61.27±2.37	57.60±2.80	57.80±2.52	57.30±2.44	61.47±0.91
RBC Indices						
MCV	fL	61.13±1.27	61.77±0.51	61.33±1.19	59.53±1.27	61.13±0.80
MCH	pg	16.33±0.59	16.27±0.15	16.53±0.40	15.90±.20	15.60±0.36
MCHC	g/dL	26.70±0.35	26.30±0.36	26.97±0.51	26.73±0.84	25.60±0.87
RDW	%	12.67±0.38	12.77±0.95	12.97±.87	12.87±.21	12.93±0.32
MPV	fL	6.77±1.70	6.30±0.17	6.50±0.46	6.10±.10	6.63±0.61
PLT	×10 ³ cells/μL	621.33±304.08	774.33±226.30	607.33±59.16	791.33±91.54	870.00±291.61
WBC	×10 ³ cells/μL	10.94±1.48	8.09±2.85	8.06±1.78	11.82±2.31	4.42±3.09
WBC Differential Counting						
NEU	×10 ³ cells/μL	2.29±0.62	1.24±.29	1.34±0.43	1.43±.15	0.63±0.39
LYM	×10 ³ cells/μL	7.87±1.23	5.92±2.67	5.68±1.34	9.66±0.41	3.36±2.53
MONO	×10 ³ cells/μL	0.22±0.08	0.19±0.06	0.15±0.02	0.17±0.04	0.09±0.09
EOS	×10 ³ cells/μL	0.37±0.10	0.58±0.07	0.79±0.10	0.37±0.10	0.28±0.16
BASO	×10 ³ cells/μL	0.04±0.01	0.04±0.00	0.03±.01	0.05±0.02	0.02±0.01
LUC	×10 ³ cells/μL	0.15±0.05	0.12±0.02	0.08±.02	0.13±0.06	0.04±0.03
Serum						
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.12±0.03	0.12±0.01	0.12±0.01	0.14±0.01	0.12±0.01
AST	U/L	99.17±16.15	82.45±32.46	65.63±7.88	82.60±18.56	137.40±72.67
ALT	U/L	16.40±4.26	12.45±0.36	11.83±3.05	24.10±1.16	66.93±88.44
GGT	U/L	1.27±0.31	0.60±0.49	0.80±0.36	1.33±0.47	1.77±0.74
BUN	mg/dL	20.94±1.18	16.17±0.69	15.74±1.66	19.22±3.43	20.03±2.14
Crea	mg/dL	0.31±0.07	0.32±0.00	0.32±0.02	0.31±0.01	0.33±0.05

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 0°C , G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C , G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C , G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 0°C

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; LUC:

³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 64. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period 15 days at 0°C

	Unit	CTL ¹⁾	G5	G6	G7	G8
Whole blood						
RBC ²⁾	×10 ³ cells/μL	10.03±0.53	9.87±0.23	9.34±0.40	9.37±0.56	9.92±0.50
HGB	g/dL	16.33±0.67	15.37±0.25	15.30±0.60	15.30±0.44	15.90±0.28
HCT	%	61.27±2.37	58.90±2.55	57.47±2.43	58.20±2.19	59.50±2.97
RBC Indices						
MCV	fL	61.13±1.27	59.70±1.22	61.57±.92	62.13±1.84	60.00±0.00
MCH	pg	16.33±0.59	15.60±0.26	16.40±0.80	16.33±0.64	16.05±0.49
MCHC	g/dL	26.70±0.35	26.10±0.95	26.63±0.97	26.33±0.31	26.70±0.85
RDW	%	12.67±0.38	12.67±0.46	12.73±0.06	12.70±0.40	12.15±0.21
MPV	fL	6.77±1.70	6.20±0.36	6.20±0.30	6.33±0.29	6.60±0.42
PLT	×10 ³ cells/μL	621.33±304.08	998.67±242.97	788.33±51.16	848.00±9.87	755.00±305.47
WBC	×10 ³ cells/μL	10.94±1.48	7.85±4.28	4.59±4.07	5.32±3.32	6.38±4.24
WBC Differential Counting						
NEU	×10 ³ cells/μL	2.29±0.62	1.49±0.96	0.79±0.77	0.78±0.54	1.17±0.64
LYM	×10 ³ cells/μL	7.87±1.23	5.67±3.05	2.97±2.73	3.99±2.71	4.62±3.59
MONO	×10 ³ cells/μL	0.22±0.08	0.18±0.08	0.09±0.06	0.12±.08	0.12±0.06
EOS	×10 ³ cells/μL	0.37±0.10	0.37±0.26	0.67±0.62	0.34±0.10	0.41±0.11
BASO	×10 ³ cells/μL	0.04±0.01	0.03±0.02	0.02±0.01	0.02±0.02	0.02±0.01
LUC	×10 ³ cells/μL	0.15±0.05	0.11±0.01	0.05±0.04	0.07±0.05	0.04±0.03
Serum						
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.12±0.03	0.13±0.03	0.13±0.01	0.14±.02	0.13±0.03
AST	U/L	99.17±16.15	91.80±40.19	64.70±14.00	150.43±139.58	121.60±72.61
ALT	U/L	16.40±4.26	13.63±1.40	11.30±1.56	25.47±22.30	13.60±3.56
GGT	U/L	1.27±0.31	1.10±0.36	0.85±0.07	2.20±2.18	1.93±1.45
BUN	mg/dL	20.94±1.18	19.64±2.69	17.44±0.17	17.55±3.78	15.98±1.01
Crea	mg/dL	0.31±0.07	0.34±0.03	0.34±0.02	0.34±0.02	0.33±0.02

¹⁾ CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 0°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 0°C

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; LUC:

³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

0°C에서 0일 저장된 조리 방법 별 흑색돈 삼겹살을 섭취한 그룹에 따른 혈액 분석결과는 Table 63에 제시하였으며, 15일 저장된 흑색돈 삼겹살을 섭취한 그룹의 분석 결과는 Table 64에 제시하였다. 백혈구 수치를 나타내는 WBC 항목의 경우 그룹 별 차이를 보였지만 정상 범위를 보였으며, 이외 혈액학적 분석 및 혈청학적 분석 결과 정상범위 내 수치를 확인하였다.

(6) 9°C 저장 흑색돈 삼겹살의 가열 조건 및 저장 기간에 따른 실험동물을 이용한 독성 평가

(가) 체중 변화

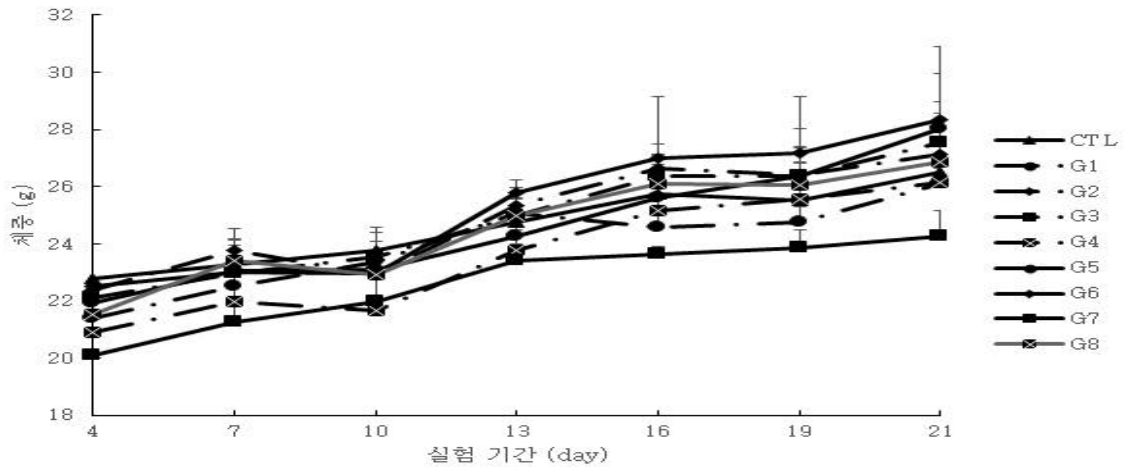


Figure 78. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 9°C , G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G5: raw pork belly with 15 days storage at 9°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C).

9°C에서 저장 기간 및 조리 방법에 따른 흑색돈 삼겹살을 급여한 그룹의 체중 변화는 Figure 78에 제시하였다. 실험 기간 동안 모든 그룹의 체중은 증가하였고, 15일 저장 raw 삼겹살 급여한 그룹의 체중이 가장 높은 증체량을 보였다.

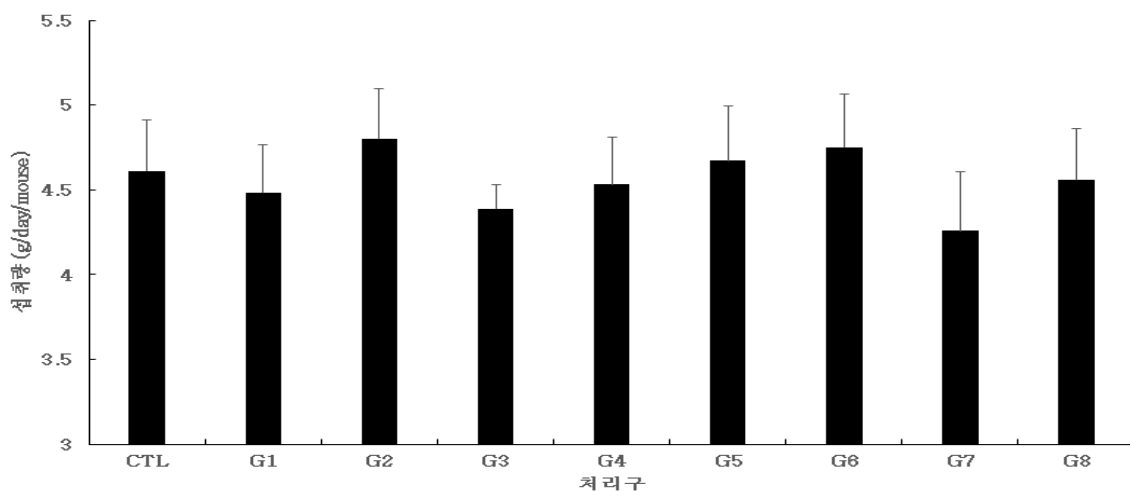


Figure 79. Feed intake of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 9°C , G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G3: pan fry over

cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G5: raw pork belly with 15 days storage at 9°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C).

9°C에서 저장 기간 및 조리 방법에 따른 흑색돈 삼겹살을 급여한 그룹의 일일 섭취량은 Figure 79에 제시하였다. 가장 높은 섭취량을 나타낸 그룹은 0일 저장 boiling over cooking 삼겹살이며, 가장 적은 섭취량을 나타낸 그룹은 15일 저장 pan frying over cooking 삼겹살이다.

(나) 장기 무게 및 혈액 분석

Table 65. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage 0 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4
Small intestine	g	0.23±0.33	1.88±0.89	2.32±0.38	2.23±0.27	2.11±0.17
Large intestine	cm	50.03±2.55	49.20±2.39	48.97±2.25	48.10±4.46	50.33±5.55
Small intestine	g	0.98±0.03	1.55±0.46	1.09±0.14	1.11±0.12	1.21±0.54
Large intestine	cm	10.93±1.50	11.93±1.79	12.47±1.85	12.37±0.59	11.17±1.61

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 9°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C

조리방법에 따른 9°C 저장 흑색돈 삼겹살을 급여한 그룹 별 장 무게 및 길이는 Table 65에 나타내었다. 소장 무게의 경우 CTL은 2.30±0.33g, G1은 1.88±0.89g, G2는 2.32±0.38g, G3는 2.23±0.27g, G4는 2.11±0.17g를, 길이의 경우 CTL은 50.03±2.55cm, G1은 49.20±2.39cm, G2는 48.97±2.25cm, G3는 48.10±4.46cm, G4는 50.33±5.55cm를 나타내었으며, 대장 무게의 경우 CTL은 0.98±0.03g, G1은 1.55±0.46g, G2는 1.09±0.14g, G3는 1.11±0.12g, G4는 1.21±0.54g를, 길이의 경우 CTL은 10.93±1.50cm, G1은 11.93±1.79cm, G2는 12.47±1.85cm, G3는 12.37±0.59cm, G4는 11.17±1.61cm를 나타내었다.

Table 66. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage 15 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G5	G6	G7	G8
Small intestine	g	0.23±0.33	2.45±0.19	2.53±0.66	1.54±0.05	2.10±0.52
Large intestine	cm	50.03±2.55	47.03±3.37	50.40±3.22	43.20±2.65	47.97±1.45
Small intestine	g	0.98±0.03	1.49±0.34	1.23±0.10	0.72±0.07	0.86±0.01
Large intestine	cm	10.93±1.50	11.57±0.50	12.73±1.86	10.33±0.58	10.40±0.96

¹⁾ CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 9°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C

조리방법에 따른 9°C 저장 흑색돈 삼겹살을 급여한 그룹 별 장 무게 및 길이는 Table 66에 제시하였다. 소장 무게의 경우 G5은 2.45±0.19g, G6는 2.53±0.66g, G7는 1.54±0.05g, G8는 2.10±0.52g를, 길이의 경우 G5은 47.03±3.37cm, G6는 50.40±3.22cm, G7는 43.20±2.65m, G8는 47.97±1.45cm를 나타내었으며, 대장 무게의 경우 G5은 1.49±0.34g, G6는 1.23±0.10g, G7는 0.72±0.07g, G8는 0.86±0.01g를, 길이의 경우 G5은 11.57±0.50cm, G6는 12.73±1.86cm, G7는 10.33±0.58cm, G8는 10.40±0.96cm를 나타내었다.

Table 67. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period 0 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4
Whole blood						
RBC ²⁾	×10 ³ cells/μL	10.03±0.53	9.63±0.29	10.29±.40	10.56±0.50	9.71±0.33
HGB	g/dL	16.33±0.67	15.20±0.00	16.20±0.66	16.37±0.47	15.73±0.38
HCT	%	61.27±2.37	58.00±0.85	61.70±3.01	63.23±3.23	59.37±1.72
RBC Indices						
MCV	fL	61.13±1.27	60.35±0.92	59.97±0.02	59.87±0.35	61.13±1.42
MCH	pg	16.33±0.59	15.80±0.42	15.73±0.42	15.57±0.46	16.23±0.15
MCHC	g/dL	26.70±0.35	26.20±0.28	26.27±0.04	26.00±0.79	26.50±0.46
RDW	%	12.67±0.38	13.05±0.49	12.47±0.40	12.97±0.12	13.20±0.62
MPV	fL	6.77±1.70	6.50±0.57	6.30±0.62	6.30±0.36	6.27±0.15
PLT	×10 ³ cells/μL	621.33±304.08	925.50±429.21	639.00±218.50	906.67±109.46	841.67±98.68
WBC	×10 ³ cells/μL	10.94±1.48	6.76±4.16	7.13±3.83	7.40±4.10	7.56±1.93
WBC Differential Counting						
NEU	×10 ³ cells/μL	2.29±0.62	1.37±1.22	1.37±0.88	0.96±0.23	1.26±0.63
LYM	×10 ³ cells/μL	7.87±1.23	4.87±2.58	4.83±0.11	5.61±3.64	5.56±1.68
MONO	×10 ³ cells/μL	0.22±0.08	0.17±0.12	0.16±0.13	0.16±0.08	0.17±0.03
EOS	×10 ³ cells/μL	0.37±0.10	0.21±0.11	0.64±0.49	0.53±0.04	0.40±0.21
BASO	×10 ³ cells/μL	0.04±0.01	0.03±0.01	0.03±0.02	0.03±0.02	0.03±0.01
LUC	×10 ³ cells/μL	0.15±0.05	0.13±0.13	0.09±0.03	0.10±0.14	0.14±0.14
Serum						
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.12±0.03	0.12±0.01	0.16±0.04	0.08±0.02	0.11±0.02
AST	U/L	99.17±16.15	99.55±44.05	117.50±43.80	158.17±50.01	92.77±30.73
ALT	U/L	16.40±4.26	12.25±2.05	18.90±0.79	18.17±4.88	14.83±2.76
GGT	U/L	1.27±0.31	1.10±0.57	1.20±0.30	2.37±1.10	1.18±0.35
BUN	mg/dL	20.94±1.18	17.72±1.30	17.00±1.61	17.44±2.03	19.06±2.57
Crea	mg/dL	0.31±0.07	0.34±0.02	0.35±0.01	0.34±0.03	0.34±0.02

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly with 0 day storage at 9°C, G2: boiling over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G3: pan fry over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C, G4: barbecue over cooking pork belly with 0 day storage at 9°C.

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; LUC:

³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 68. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period 15 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G5	G6	G7	G8
Whole blood						
RBC ²⁾	×10 ³ cells/μL	10.03±0.53	10.38±0.18	10.00±0.32	9.87±0.18	9.89±0.01
HGB	g/dL	16.33±0.67	16.37±0.25	15.23±0.35	15.50±.42	15.85±.78
HCT	%	61.27±2.37	61.03±1.59	58.20±2.19	57.50±0.85	58.50±.39
RBC Indices						
MCV	fL	61.13±1.27	58.80±1.67	58.23±2.55	58.25±0.21	55.10±3.39
MCH	pg	16.33±0.59	15.77±0.31	15.20±0.46	15.70±0.14	16.05±0.78
MCHC	g/dL	26.70±0.35	26.80±0.30	26.13±0.40	26.90±0.42	27.15±0.21
RDW	%	12.67±0.38	12.80±0.56	13.30±0.70	12.85±0.49	12.25±0.49
MPV	fL	6.77±1.70	6.17±0.67	6.53±0.15	6.60±0.85	6.55±0.49
PLT	×10 ³ cells/μL	621.33±304.08	664.00±28.84	986.67±379.55	843.50±267.99	673.00±214.96
WBC	×10 ³ cells/μL	10.94±1.48	12.27±2.06	5.69±0.98	4.26±1.53	5.26±3.28
WBC Differential Counting						
NEU	×10 ³ cells/μL	2.29±0.62	1.77±0.40	0.67±0.35	0.56±0.30	1.04±0.83
LYM	×10 ³ cells/μL	7.87±1.23	9.14±2.04	4.22±0.66	3.06±1.55	3.27±2.30
MONO	×10 ³ cells/μL	0.22±0.08	0.26±0.03	0.15±0.04	0.09±0.02	0.12±0.13
EOS	×10 ³ cells/μL	0.37±0.10	0.88±±0.45	0.53±0.05	0.49±0.38	0.78±0.03
BASO	×10 ³ cells/μL	0.04±0.01	0.07±0.03	0.02±0.01	0.02±0.00	0.03±.002
LUC	×10 ³ cells/μL	0.15±0.05	0.15±0.06	0.10±0.05	0.05±0.04	0.03±0.03
Serum						
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.12±0.03	0.07±0.05	0.10±0.05	0.15±0.03	0.12±0.05
AST	U/L	99.17±16.15	147.93±47.74	98.00±22.71	80.80±14.17	123.53±49.80
ALT	U/L	16.40±4.26	23.53±0.98	11.87±1.17	12.63±2.25	15.83±3.44
GGT	U/L	1.27±0.31	1.50±0.89	1.13±0.32	0.83±0.06	1.23±0.38
BUN	mg/dL	20.94±1.18	17.23±0.88	19.05±1.90	16.79±2.56	14.86±2.15
Crea	mg/dL	0.31±0.07	0.35±0.01	0.32±0.03	0.36±0.01	0.36±0.03

¹⁾ CTL: general feed, G5: raw pork belly with 15 days storage at 9°C, G6: boiling over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G7: pan fry over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C, G8: barbecue over cooking pork belly with 15 days storage at 9°C.

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; LUC:

³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

9°C에서 0일 저장된 조리 방법 별 흑색돈 삼겹살을 섭취한 그룹에 따른 혈액 분석결과는 Table 67에 제시하였으며, 15일 저장된 흑색돈 삼겹살을 섭취한 그룹의 분석 결과는 Table 68에 제시하였다. 모든 혈액학적 분석 및 혈청학적 분석 결과 정상범위 내 수치를 확인하였다.

결론적으로 저장 기간에 따른 동물 실험 결과, 0일차 저장한 삼겹살에서 상대적으로 높은 간 질환, 염증질환을 나타내는 혈액분석 수치가 나타났지만, 장기 성장, 사료 효율, 증체량 등 전반적인 단기 독성 검사 결과 저장 기간에 따라 독성이 발생하지 않았다. 또한 조리 방법에 따른 단기 독성 결과는 정상범위 내 수치를 보였으며, 유의적 차이가 나타나지 않았다. 백색돈 및 흑색돈에 따른 동물 실험 결과, 유의적인 차이를 보이지 않았고, 정상으로 확인하였다.

2-2. 2차년도 연구 수행 내용 및 결과

[주관기관 : 우진푸드]

○ 기능성 천연소재와 전통식품 활용 유해물질 저감 육제품 산업화

가. 숙성삼겹살 - 원료의 확보 (생산량에 따른 원료확보)

(1) 국내산 : 대형육가공공장(일 작업두수 1,000두 이상 : 부경농협, 목우촌, 선진축산 등



[국내 대형육가공공장 홈페이지]

(2) 수입산 : 국내유통되는 세계 각 나라의 삼겹살 확보



[국내에 유통되는 수입산 삼겹살]

나. 생산 방법에 따른 원료 및 생산장비 확보

(1) 양념육 : 고속절단기, 칼집기, 별집 칼집기, 텀블러, 팩포장기(보유기기)



[양념육 제조를 위한 신규 생산장비 확보]

(2) 소시지 : 초파, 믹스기 혹은 silent cutter, 스타퍼, 훈연 열처리기기, 2차살균탱크, 진공포장기 혹은 열성형 진공포장기(보유기기)



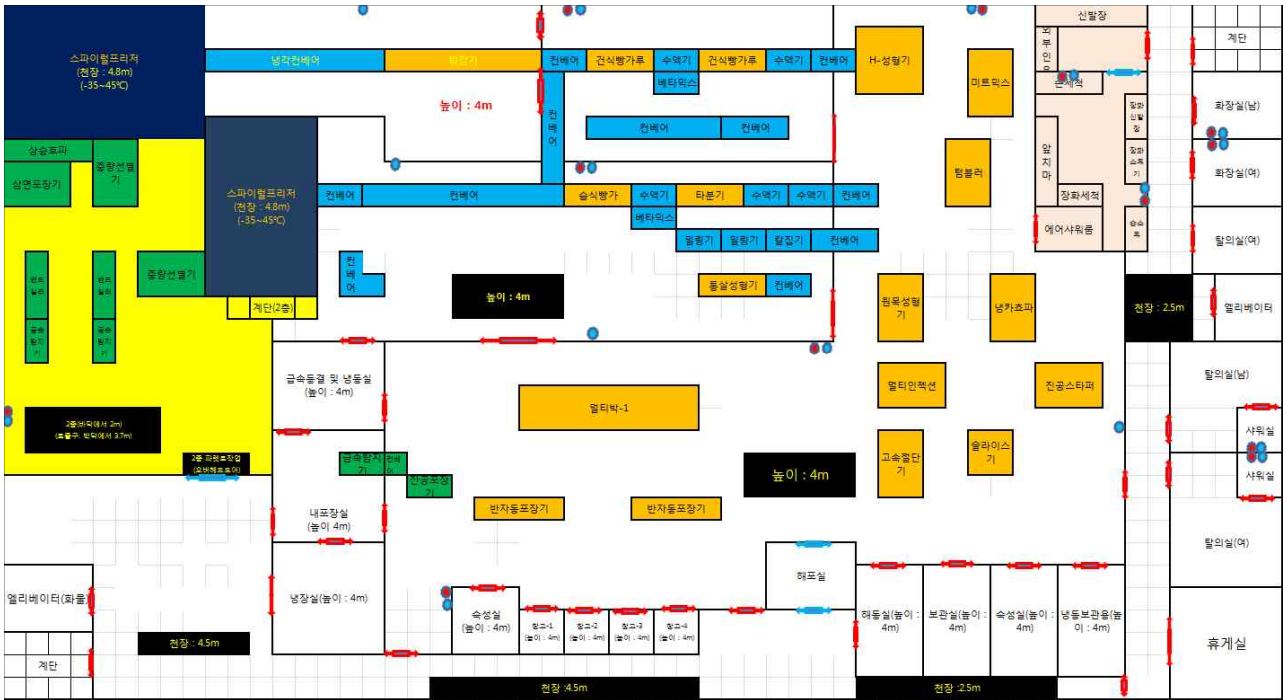
[소시지 제조를 위한 신규 생산장비 확보]

(3) 햄류 : 초파, 믹스기 혹은 믹스기, 스타퍼, 혼연 열처리기기, 2차살균탱크, 진공포장기 혹은 열성형 진공포장기 등



[햄류 제조를 위한 신규 생산장비 확보]

다. 생산 작업장 및 냉장 냉동 보관 창고 및 급속동결실 등(현재 70% 완성 중인 작업장 평면도)



[생산 작업장 및 냉장 냉동 보관 창고 및 급속동결실 평면도]

라. 유해물질 생산 저감화 기술이 적용된 숙성삼겹살 3종을 선별하여 시제품 생산

(1) 유해물질 생산 저감화 기술이 적용된 숙성삼겹살 3종을 선별

[선정된 3종의 숙성삼겹살]

순번	천연소재 및 전통식품 첨가 삼겹살	배합재료
1	한방 삼겹살	홍차분말, 마늘분말, 소금, 한방액*, 정제수
2	블랙커런트 삼겹살	블랙커런트, 소금, 정제수
3	고추장 삼겹살	고추장, 정제수

* 한방액 : 감초, 계피, 팔각, 클로버, 생강

(2) 유해물질 생산 저감화 기술이 적용된 숙성삼겹살 3종의 원가분석

(가) 한방삼겹살

한방삼겹살						
입력단	장/봉	10	봉/박스	6	생산박스	
제품명: 한방삼겹살	중량		사이즈(mm)	고기구분	생산량/장	작업일자
원목17	kg			삼겹살	1,000	2018-10-29
구분	품명	단가	투입량	금액(원)	함량(g)	비고(Loss)
원재료	삼겹살	8,000	2,000.0	16,000,000		
	계			16,000,000		
부재료	품명	단가/kg	사용량(loss3%)	사용금액(원)	함량(g)	비고(Loss)
	한방액	5,000	50	100,000		
	정제염	500	12	6,000		
	계		150,000	106,000		
원.부재료비계				106,000		
포장재료	진공포장지	250	400	100,000		
	종이박스	1,200	200	240,000		
				-		
	기타			100,000		
	계			440,000		
포장재료비계				440,000		
구분	일당	인원	경비금액			
노무비	총괄	291,660	-	-		
	공장장	204,160	-	-		
	남(대리급)	145,830	1	145,830		
	남(일반)	128,330	3	384,990		
	여(일반)	110,750	5	553,750		
	복리후생비	20,000	9	180,000		
고정경비	전기요금	4,500,000	22	204,545		
	상하수비	600,000	22	27,273		
	임대료	4,000,000	22	181,818		
	수선, 소모품,	2,000,000	22	90,909		
	가스, 칩 등	15,000,000	22	227,273		
	운송비	2,000,000	22	90,909		
	금융수수료	100,000,000	22	37,879		
노무비, 고정비계				2,125,176		99
생산량/kg	2,000	제조비계/kg	18,671,176		생산원가/kg@	9,336
					부가세(10%)/kg@	10,269
					이윤(30%)/kg@	13,350

[한방 첨가 숙성삼겹살 원가]

(나) 블랙커런트 삼겹살

블랙삼겹살						
입력란	장/봉	10	봉/박스	6	생산박스	
제품명: 블랙삼겹살	중량		사이즈(mm)	고기구분	생산량/장	작업일자
원목17	kg		삼겹살	1,000	2018-10-29	
구분	품명	단가	투입량	금액(원)	합량(g)	비고(Loss)
원재료	삼겹살	8,000	2,000.0	16,000,000		
	계			16,000,000		
부재료	품명	단가/kg	사용량(loss3%)	사용금액(원)	합량(g)	비고(Loss)
	블랙커런트	35,000	30	1,050,000		
	정제염	500	12	6,000		
	계		150,000	1,056,000		
원. 부재료비계				1,056,000		
포장재료	진공포장지	250	400	100,000		
	종이박스	1,200	200	240,000		
				-		
	기타			100,000		
	계			440,000		
포장재료비계				440,000		
구분	일당	인원	경비금액			
노무비	총괄	291,660	-	-		
	공장장	204,160	-	-		
	남(대리급)	145,830	1	145,830		
	남(일반)	128,330	3	384,990		
	여(일반)	110,750	5	553,750		
	복리후생비	20,000	9	180,000		
고정경비	전기요금	4,500,000	22	204,545		
	상하수비	600,000	22	27,273		
	임대료	4,000,000	22	181,818		
	수선, 소모품,	2,000,000	22	90,909		
	가스, 칩 등	15,000,000	22	227,273		
	운송비	2,000,000	22	90,909		
	금융수수료	100,000,000	22	37,879	860,606	
노무비, 고정비계				2,125,176		99
생산량/kg	2,000	제조비계/kg	19,621,176	생산원가/kg@	9,811	
				부가세(10%)/kg@	10,792	
				이윤(30%)/kg@	14,029	

[블랙커런트 첨가 숙성삼겹살 원가]

(다) 고추장 삼겹살

고추장삼겹살(30%)						
입력년	장/봉	10	봉/박스	6	생산박스	
제품명: 고추장삼겹살	중량		사이즈(mm)	고기구분	생산량/장	작업일자
원목17	kg		삼겹살	1,000	2018-10-29	
구분	품명	단가	투입량	금액(원)	합량(g)	비고(Loss)
원재료	삼겹살	8,000	2,000.0	16,000,000		
	계			16,000,000		
부재료	품명	단가/kg	사용량(loss3%)	사용금액(원)	합량(g)	비고(Loss)
	고추장	2,000	600	1,200,000		
	정제염	500	12	6,000		
	계		150,000	1,206,000		
원.부재료비계				1,206,000		
포장재료	진공포장지	250	400	100,000		
	종이박스	1,200	200	240,000		
				-		
	기타			100,000		
	계			440,000		
포장재료비계				440,000		
구분	일당	인원	경비금액			
노무비	총괄	291,660	-	-		
	공장장	204,160	-	-		
	남(대리급)	145,830	1	145,830		
	남(일반)	128,330	3	384,990		
	여(일반)	110,750	5	553,750		
	복리후생비	20,000	9	180,000		
고정경비	전기요금	4,500,000	22	204,545		
	상하수비	600,000	22	27,273		
	임대료	4,000,000	22	181,818		
	수선, 소모품,	2,000,000	22	90,909		
	가스, 칩 등	15,000,000	22	227,273		
	운송비	2,000,000	22	90,909		
	금융수수료	100,000,000	22	37,879	860,606	
노무비, 고정비계				2,125,176		99
생산량/kg	2,000	제조비계/kg	19,771,176	생산원가/kg@	9,886	
				부가세(10%)/kg@	10,874	
				이윤(30%)/kg@	14,136	

[고추장 첨가 숙성삼겹살 원가]

[제1협동연구기관 : 경상국립대학교]

○ 천연소재와 전통식품을 이용한 숙성 삼겹살 유통기한 설정

• 숙성 삼겹살 제조공정 확립

가. 제조공정도

공정명	사용기계
원부재료 준비	Knife, Balance
슬라이스	Slicer
염지혼합	Mixer
숙성	냉장고
가공혼합	Tumbler
충전	수작업
합기포장	Vacuum chamber
냉장보관	냉장고

나. Formula

원부재료명	구성비(%)		
	한약액	블랙커런트	고추장
삼겹살	94.52	95.15	71.94
정제수	4.49	2.85	6.47
소금	0.57	0.57	-
마늘	0.19	-	-
한약액	0.24	-	-
블랙커런트	-	1.43	-
고추장	-	-	21.58
합계	100	100	100

다. 공정별 작업표준

(1) 원부재료 준비

(가) Knife를 활용하여 삼겹살을 정형한다.

(나) 각종 부재료를 Balance를 활용하여 계량한다.

(2) 슬라이스 : Slicer를 활용하여 삼겹살을 2cm 두께로 슬라이싱한다.

(3) 염지혼합 : Mixer를 활용하여 삼겹살에 부재료를 고루 뿌린 후 8분간 믹싱 후 3분 정제하여 추가로 7분간 믹싱한다(최종 혼합물에 온도가 15℃ 이하가 되도록 관리).

(4) 숙성 : 염지혼합물을 공기 접촉이 안 되게 비닐로 밀착시킨 후 냉장온도(5℃)에서 24시간 숙성시킨다.

(5) 가공혼합 : Tumbler를 활용하여 10분간 텀블링한다(최종 혼합물의 온도는 15℃ 이하 관리).

(6) 충전 : 혼합물을 Nylon 3방 필름에 계량하여 수작업으로 충전한다.

- (7) 합기포장 : Vacuum chamber를 활용하여 합기상태로 썰링한다.
- (8) 냉장보관 : 합기포장된 육을 냉장온도(0~10℃)에서 보관한다.

• **숙성 삼겹살 유통기한 설정 실험**

가. 연구 방법

- (1) 실험 대상 육 : 백색돈 및 흑색돈
- (2) 처리구

처리구	C	T1	T2	T3
재료	대조구	한약액	블랙커런트	고추장
첨가수준(%)	-	0.24	1.43	21.58

* 재료 선정 배경

18년도 유해물질 저감을 위한 항산화성이 뛰어난 천연소재 탐색을 위해 문헌조사를 통해 23종 후보군을 발굴하여 천연재료 19종(노니, 셀러리, 블랙커런트, 블랙엘더베리, 블루베리, 아로니아, 상추, 사과, 엉겅퀴, 계피, 클로브, 생강, 마늘, 양파, 홍차추출물분말, 고춧가루, 체리농축액, 홍삼농축액, 레드와인) 및 전통식품 4종(간장, 된장, 고추장, 총각김치액)에 대한 항산화성을 검토하였다.

23종 중 우수 항산화성 소재 6종[천연소재 5종(클로브분말, 계피분말, 홍차추출물분말, 생강분말, 블랙커런트분말), 전통식품 1종(고추장)]을 발굴하였다.

이 6종 중 삼겹살에 첨가 시 관능적 품질(색, 맛 등) 및 상품성을 고려하여 천연소재 블랙커런트 분말과 전통식품 고추장은 올해 과제 수행 시 백색돈 및 흑색돈 삼겹살에 적용하고, 나머지 천연소재 4종(클로브분말, 계피분말, 홍차추출물분말, 생강분말)은 단독 사용 시 관능상 및 상품성상 한계가 있어 한약 복합액 0.035% 용액(감초, 생강 각각 0.01, 계피, 팔각(스타아니스, 대회향), 클로브 각각 0.005%)을 제조하여 시험에 활용하였다. 즉 19년 백색돈 및 흑색돈 삼겹살에 3종(블랙커런트분말, 고추장, 한약 복합액)을 적용 시험하였다.

- (3) 저장조건 및 기간 : 9±1℃/0, 1, 2주

- (4) 실험항목 및 방법

(가) pH

pH는 시료 3 g을 증류수 27 mL와 함께 혼합한 다음 13,000 rpm (T25B, IKA Works Sdn. Bhd., Malaysia)에서 20초간 균질하고 pH 4와 10 buffer solution으로 보정한 pH meter(Seven Easy pH, Mettler-Toledo AG, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

(나) 수분

AOAC(1990) 방법에 따라 건조법으로 실시하였다. 시료를 세절 한 후 알루미늄 접시를 이용하여 3g씩 균일하게 측정하여 100℃에서 24시간 건조한 후 실온에서 20분간 방냉 시킨 다음 무게를 측정하여 ((용기무게+시료무게)-건조 후 무게)/시료무게 × 100의 식으로 계산하였다.

(다) 유수분리 및 보수력

가열하지 않은 시료를 분쇄(NFN-3561SN, NEC., Korea)하여 80°C의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다.

유수분리(Water and fat loss) = (총 시료중량 - (처리 후 중량 - 용기무게)) / 총시료중량 × 100
보수력(WHC, water holding capacity) = (총시료중량 - 유리 수분 무게) / 총시료중량 × 100

(라) 육색(CIE L*, a*, b*)

시료는 일정한 규격으로 절단하여 30분간 실온에서 방치한 다음 킴 와이프스(킴테크 킴와이프스, 유한킴벌리, 서울, 대한민국)를 이용하여 표면의 수분을 제거한 후 동일한 부분을 측정하였으며 육색은 Minolta chroma meter(Minolta Co. CR-400, Japan)를 사용하여 명도값(Lightness)을 나타내는 L*값, 적색도(Redness)를 나타내는 a*값과 황색도(Yellowness)를 나타내는 b*값을 각각 3회 반복하며 측정하였다. Minolta chroma meter의 표준화 작업은 표준색판(Y = 92.8, x = 0.3134, y = 0.3193)을 이용하였다.

(마) 전단가

신선육과 가열육의 전단가(Shear force)는 Instron 3343 (US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 측정하였다. 신선육의 전단가는 슬라이스 된 삼겹살을 일정한 규격으로 정형한 후 결과 직각방향으로 knife형 plunger를 이용하여 절단하여 측정하였다. 가열육의 전단가는 신선육을 일관성 있게 채취하여 진공팩에 넣어 80°C 항온수조에서 40분간 가열 후 물기를 제거하고 4°C에서 2시간 방치한 후 동일하게 자른 후 측정하였다.

(바) 관능평가

관능검사는 훈련된 관능검사 요원으로 하여금 순위법을 이용하여 주어진 시료에 따라 평가하게 하였다. 처리구별 시료는 일정한 규격으로 정형화하였으며, 각각의 시료를 세 자리 수의 코드와 함께 랜덤으로 7명의 관능검사 요원들에게 제공하였다. 각 관능요원은 육색, 다즙성, 연도, 풍미, 이취, 전체기호도를 각 항목에 따라 평가하였다.

(사) 지방산패도(TBARS)

지방산패도(Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)는 Tarladgis 등(1960)의 추출 방법에 따라 TBA(2-thiobarbituric acid) 수치로 나타내었으며, 시료 5g에 butyl-ated hydroxyanisole(BHA) 50 µl와 증류수 15 mL를 가해 polytron homogenizer(MSE, USA)로 14,000rpm에서 30초간 균질화시켰다. 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90°C의 항온수조에서 15분간 열처리한 후, 냉각시켜 3,000rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 Spectrophotometer를 이용하여 531 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. TBARS 값은 시료 kg당 mg malondialdehyde(MA) 양으로 표시(mg MA/kg)하였다.

(아) 휘발성염기태질소화합물(VBN)

휘발성염기태질소화합물(VBN)은 Pearson(1976)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 3 g에 증류수 27 mL를 섞은 다음 13,000 rpm에서 20초간 균질한 후 균질액을 Whatman No. 1 filter paper를 이용하여 여과하였으며, 여과액 1 mL를 Conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL과 지시약(0.066% Methyl red + 0.066% Bromocresol green) 30 μL를 첨가하였다. Conway unit은 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 반쯤 닫은 후 50% K₂CO₃ 1mL를 외실에 주입 한 다음, 즉시 밀폐시키고 용기를 수평으로 교반한 후 37°C에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 붕산용액을 적정하였다. VBN의 수치는 아래 식으로 환산한 다음 100 g 시료 당 mg으로 표기하였다.

$$\text{VBN value (mg/100 g meat)} = [0.28 \times (\text{titration volume of sample solution titration volume of blank}) \times 10] \times 100$$

(자) 미생물학적 특성 평가 (TPC / Coliform)

미생물실험은 AOAC(1995)에 따라 시행하였다. 미생물은 시료 25 g과 멸균 증류수 250 mL을 stomacher(78860ST Nom, Interscience, France)로 균질 시킨 다음 1 mL을 준비된 9 mL 증류수에 넣어 순차적으로 희석한 후 희석액 1 mL을 미리 준비한 plate count agar(Difco, USA), E coli/coliform count plate petrifilm(3M Healthcare, Minnesota, USA)에 접종하고 37°C에서 48시간 배양한 후 나타나는 colony forming unit(CFU)를 log/g로 표시하였다.

(차) DPPH

DPPH는 시료 5g을 팔콘 튜브에 넣고 75% 에탄올 15 mL을 가한 후, Homogenizer를 이용하여 10,000 rpm/20초 균질하고, 3,000 rpm/15분 원심분리를 하였다. 원심분리 후 상층액을 주사기필터로 걸러준 뒤, 75% 에탄올을 이용하여 최종 20 mL로 보정하였다. 추출된 시료를 각 시험관에 농도별로 가하고 시험관에 75% 에탄올을 가하여 농도 조절을 하였다. 시료, blank, reference 제조하여 vortexing해준 후, 실온에서 20분 방치 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리 후 상층액을 석영 셀 혹은 플라스틱 셀에 가하고 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 측정하여 아래 식으로 환산하였다.

$$\text{라디칼 소거능(Antiradical activity)} = [1 - (\text{시료 흡광도} - \text{Reference 흡광도})] \times 100$$

(카) POV

POV 실험은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출된 지방으로 shanthan and Decker (1994)의 방법을 변형한 Soyer (2010) 방법을 이용하여 측정하였다. 시험관에 추출한 지방 0.01-0.3 g을 넣고 9.8 mL의 클로로포름/메탄을 혼합물을 넣는다.(Blank는 지방없이 시약만 첨가) 2-4 초간 혼합한 후 30% 티오시안산 암모늄 용액 50 μL를 시험관에 넣고 다시 2-4 초간 혼합 한다. Iron (II) 용액 50 μL를 넣고 상온에서 5분간 방치 후 500 nm에서 흡광도를 측정하여 meq O₂/kgfat로 나타내었다.

지방 kg당 milliequivalents 으로 과산화물가 계산:

$$\text{Peroxide value (meq O}_2\text{/kgfat)} = [(\text{샘플의 흡광도} - \text{블랭크 흡광도}) \times \text{검량선 (41.52)} / (55.84 \times \text{샘플중량 (g) x 2})]$$

(타) 유리아미노산 함량

유리아미노산 함량은 Henderson 등(2000)의 방법에 준하여 분석하였다. 분쇄된 시료 3g을 원심분리 튜브에 취한 후 H₂O 10mL가하여 1분 동안 균질한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상등액 1mL을 취하여 튜브에 옮기고 16% Trichloroacetic acid 1 mL을 가하여 5,000 rpm에서 20분 원심분리 하였다. 상등액 1 mL을 튜브에 옮긴 다음 핵산 1 mL을 가하여 혼합하고 원심분리 5,000 rpm에서 20분 원심분리 한 후 물층 아래를 채취하여 0.2 μm 필터로 걸러서 Diode array detector가 장착된 HPLC(Agilent 1100, Agilent Technologies, USA)에 주입하였다. Column은 Zorbax Eclipse AAA(4.6 mm × 150 mm thickness 5 μm)를 사용하였으며, 이동상 A는 40 mM Na₂HPO₄(pH 7.8), B는 Acetonitrile: MeOH: distilled water = 45:45:10(v/v/v)을 제조하여 사용하였다. 외부표준물질(ESTD)으로 Agilent Technologies사(USA)에서 생산되는 Amino acid standard(0.25 nM/μL)와 glutamine(Sigma-aldrich, USA)를 사용하였고 OPA(ortho-phthalaldehyde) reagent, Fmoc(fluorenyl-methoxy carbonyl chloride) reagent(Agilent technologies, USA)를 각각 유도체로 사용하였다.

(파) 지방산 조성

지방산 조성은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출된 지방으로 분석에 이용하였다. 20 mg의 지질을 시험관에 넣고 4% H₂SO₄ in Methanol을 3 mL가한 후 20분 동안 가열하면서 5분마다 vortexing을 실시하였다. 방냉 이후 1 mL hexane을 가하여 지방산을 추출하고 이를 GC machine (model 6890 N, Agilent Technologies Inc., CA, USA)로 분석하였다. 분석조건 중 column은 Supelco SP-2560 column (100-m long x 0.25-mm i.d.0.20-um film thickness)였다.

(하) 통계처리

SAS program(Statistics Analytical System, USA, 1999)의 GLM(General Linear Model) 방법으로 분석하였다. 처리 평균 간의 평균값 비교를 위해 Duncan의 다중검정(Multiple Range Test)을 이용하여 유의성 검정(α=0.05)을 실시하였다.

나. 연구 결과

(1) 백색돈 실험 결과

Table 69. Physicochemical characteristics of pork belly (LYD) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
pH	0	5.92±0.05 ^{Ac}	5.86±0.01 ^{Bb}	5.34±0.03 ^{Da}	5.63±0.02 ^{Ca}
	1	6.16±0.05 ^{Aa}	5.91±0.01 ^{Ba}	5.07±0.03 ^{Db}	5.31±0.06 ^{Cb}
	2	6.07±0.04 ^{Ab}	5.76±0.02 ^{Bc}	4.86±0.04 ^{Cc}	4.55±0.01 ^{Dc}
Moisture (%)	0	53.00±1.53 ^{Aa}	50.99±0.76 ^{Ba}	54.49±0.17 ^{Aa}	49.12±0.25 ^{Cc}
	1	41.67±0.29 ^{Db}	52.50±0.34 ^{Ba}	48.89±0.92 ^{Cb}	54.00±0.33 ^{Aa}
	2	40.35±0.53 ^{Cb}	46.38±1.21 ^{Bb}	41.49±0.31 ^{Cc}	52.43±0.37 ^{Ab}
WHC (%)	0	60.38±1.20 ^{Aa}	54.27±1.58 ^{Ba}	55.95±1.79 ^{Ba}	59.23±2.04 ^{Aa}
	1	33.61±1.36 ^{Cb}	41.71±1.56 ^{Bb}	43.04±2.46 ^{Bb}	55.09±0.32 ^{Ab}
	2	31.78±2.29 ^{Bb}	33.87±0.92 ^{Bc}	31.96±2.33 ^{Bc}	46.55±2.05 ^{Ac}
Cooking loss (%)	0	36.56±1.08 ^A	31.36±1.58 ^{Cb}	34.33±1.50 ^{ABc}	32.37±0.86 ^{BCb}
	1	38.89±2.11 ^{BC}	41.94±2.45 ^{ABa}	44.07±1.92 ^{Ab}	36.76±2.41 ^{Ca}
	2	39.52±1.50 ^B	39.05±2.16 ^{Ba}	47.12±0.72 ^{Aa}	31.30±1.95 ^{Cb}
Water and fat loss	0	33.59±0.76 ^{Bb}	32.22±0.58 ^{Bc}	39.53±1.38 ^{Ab}	28.77±1.10 ^{Cb}
	1	42.64±0.66 ^{Aa}	34.25±0.74 ^{Cb}	38.41±0.09 ^{Bb}	22.59±0.79 ^{Dc}
	2	43.60±0.35 ^{Ba}	41.87±0.55 ^{Ca}	45.61±0.67 ^{Aa}	32.62±0.31 ^{Da}
Fresh meat Shear force (kg/cm ²)	0	2.75±0.26 ^{ABb}	2.34±0.21 ^{Bb}	2.97±0.19 ^{Aab}	2.35±0.21 ^{Bb}
	1	2.58±0.14 ^{Bb}	2.72±0.11 ^{Bab}	2.65±0.26 ^{Bb}	3.61±0.33 ^{Aa}
	2	4.42±0.02 ^{Aa}	3.20±0.48 ^{Ba}	3.40±0.24 ^{Ba}	4.06±0.05 ^{Aa}
Cooked meat Shear force (kg/cm ²)	0	2.77±0.21 ^{ABb}	2.66±0.26 ^{ABb}	3.04±0.11 ^{Ab}	2.44±0.20 ^{Bb}
	1	2.08±0.09 ^{Bc}	1.93±0.06 ^{Bc}	2.70±0.13 ^{Ac}	2.01±0.16 ^{Bc}
	2	5.31±0.20 ^{Aa}	3.80±0.09 ^{Ba}	4.01±0.12 ^{Ba}	3.69±0.26 ^{Ba}

Table 69는 기능성 천연 항산화제를 첨가한 백색돈의 저장기간 중 이화학적 특성을 나타내었다. pH의 경우 처리간에는 대조구보다 세 처리구들이 낮았으며, 특히 T2 및 T3구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 감소하는 경향을 보였다.

수분 함량의 경우 처리간에는 저장초기에는 T3구가 가장 낮았으나, 1, 2주차에는 대조구보다 세 처리구들이 높았으며, 특히 T3구가 높게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 T3구를 제외하고 감소하는 경향을 보였다.

보수력의 경우 처리간에는 저장초기에는 대조구가 가장 높았으나, 1, 2주차에는 대조구보다 세 처리구들이 높았으며, 특히 T3구가 높게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 감소하는 경향을 보였다.

가열감량과 유수분리율 두 항목 모두 처리간에는 T2구가 가장 높고 T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 증가하는 경향을 보였다.

신선육 전단가의 경우 처리간 및 저장기간 경과로 일정한 경향을 보이지 않았다.

가열육 전단가의 경우 처리간에는 T2구가 다른 처리구들에 비해 가장 높게 나타났는데 이는 가열감량 및 유수분리율이 높은 것에 기인되어 결국 연도가 낮음을 의미하였다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

Table 70. Instrumental color of fresh pork belly (LYD) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
L*	0	49.24±1.95 ^{Aab}	49.18±0.89 ^{Ab}	40.62±1.33 ^{Bc}	38.48±1.71 ^{Bb}
	1	51.00±2.03 ^{ABa}	53.16±1.00 ^{Aa}	48.80±0.80 ^{Ba}	43.46±1.24 ^{Ca}
	2	46.39±0.88 ^{Ab}	42.48±0.44 ^{Bc}	46.22±0.87 ^{Ab}	41.56±0.90 ^{Ba}
a*	0	13.35±0.93 ^C	19.32±0.39 ^{Ba}	11.91±0.76 ^{Ca}	22.40±1.78 ^{Aab}
	1	14.48±1.66 ^B	2.68±0.83 ^{Dc}	10.24±0.77 ^{Cb}	21.03±1.46 ^{Ab}
	2	14.11±0.76 ^B	9.09±0.97 ^{Cb}	9.37±0.39 ^{Cb}	25.43±1.61 ^{Aa}
b*	0	9.46±0.36 ^{Ca}	13.09±0.38 ^{Ba}	2.29±0.34 ^{Db}	27.41±1.73 ^{Ab}
	1	9.75±0.66 ^{Ba}	9.10±1.26 ^{Bb}	5.83±0.43 ^{Ca}	32.04±1.57 ^{Aa}
	2	7.75±0.78 ^{Bb}	7.90±0.95 ^{Bb}	5.78±0.60 ^{Ba}	32.11±1.80 ^{Aa}
W	0	20.86±2.10 ^B	9.92±1.80 ^{Cc}	33.76±1.04 ^{Aa}	-43.74±3.59 ^{Da}
	1	21.75±1.20 ^B	25.86±4.30 ^{ABa}	31.32±0.57 ^{Aab}	-52.67±3.86 ^{Cab}
	2	23.14±1.46 ^{AB}	18.79±2.56 ^{Bb}	28.88±2.07 ^{Ab}	-54.78±6.01 ^{Cb}
c	0	16.37±0.70 ^C	23.34±0.51 ^{Ba}	12.13±0.79 ^D	34.87±1.50 ^{Ab}
	1	17.71±1.98 ^B	9.49±1.44 ^{Cc}	11.78±0.85 ^C	38.26±2.01 ^{Aab}
	2	16.11±0.80 ^B	12.07±1.04 ^{Cb}	11.02±0.52 ^C	40.56±1.90 ^{Aa}
h	0	35.03±1.98 ^{Ba}	34.11±0.47 ^{Bc}	10.85±1.28 ^{Cb}	51.68±1.34 ^{Ab}
	1	31.74±2.14 ^{Cab}	74.53±1.40 ^{Aa}	29.65±1.14 ^{Ca}	56.50±1.07 ^{Ba}
	2	29.44±1.53 ^{Cb}	42.30±2.02 ^{Bb}	32.29±1.75 ^{Ca}	51.90±0.24 ^{Ab}

Table 70은 기능성 천연 향산화제를 첨가한 백색 신선돈육의 저장기간 중 육색을 나타내었다. 명도(L*)의 경우 처리간에는 대조구보다 세 처리구들이 낮았으며, 특히 T3구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 대조구와 T1구는 감소하였으며, T2와 T3구는 증가하는 경향을 보였다. 적색도(a*)의 경우 처리간에는 T3가 가장 높았으며, 저장기간이 경과할수록 T1과 T2구는 감소하였으며, T3구는 증가하는 경향을 보였다.

황색도(b*)의 경우 처리간에는 T3가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 대조구와 T1구는 감소하였으며, T2와 T3구는 증가하는 경향을 보였다.

백색도(W)의 경우 처리간에는 T2가 가장 높았으며, T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 감소하는 경향을 보였다.

채도(c)의 경우 처리간에는 T3가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

색상(h)의 경우 처리간에는 T3가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

Table 71. Instrumental color of cooked pork belly (LYD) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
L*	0	63.75±0.32 ^{Ab}	63.20±0.33 ^{Ab}	63.11±2.07 ^{Aa}	51.68±2.24 ^{Bab}
	1	71.38±0.32 ^{Aa}	68.43±1.51 ^{Ba}	56.80±1.41 ^{Cb}	53.43±1.42 ^{Da}
	2	64.56±0.69 ^{Bb}	68.37±0.92 ^{Aa}	51.83±1.98 ^{Cc}	49.70±1.51 ^{Cb}
a*	0	7.61±0.27 ^{Ba}	4.49±0.35 ^C	3.82±0.60 ^{Cc}	18.06±1.13 ^{Ab}
	1	4.25±0.61 ^{Bc}	4.50±0.27 ^B	4.81±0.45 ^{Bb}	20.11±1.53 ^{Ab}
	2	6.71±0.34 ^{Bb}	3.54±1.10 ^C	7.21±0.07 ^{Ba}	22.53±0.46 ^{Aa}
b*	0	10.39±0.33 ^B	10.59±0.24 ^{Ba}	7.87±1.08 ^{Cab}	35.24±1.20 ^{Ab}
	1	9.20±0.87 ^B	9.69±0.19 ^{Bb}	7.00±0.06 ^{Cb}	41.38±1.73 ^{Aa}
	2	10.37±0.52 ^B	9.62±0.44 ^{BCb}	8.68±0.79 ^{Ca}	32.78±1.06 ^{Ab}
W	0	32.58±1.31 ^{Bb}	31.43±0.80 ^{Bb}	39.51±2.11 ^{Aa}	-54.04±5.82 ^{Ca}
	1	43.79±2.59 ^{Aa}	39.35±1.04 ^{ABa}	35.81±1.59 ^{Ba}	-70.71±4.93 ^{Cb}
	2	33.45±2.26 ^{Bb}	39.51±2.15 ^{Aa}	25.80±4.18 ^{Cb}	-48.64±2.79 ^{Da}
c	0	12.88±0.43 ^{Ba}	11.50±0.31 ^{Ba}	8.79±0.72 ^{Cb}	39.27±2.05 ^{Ab}
	1	10.16±0.55 ^{Bb}	10.69±0.09 ^{Bab}	8.50±0.30 ^{Cb}	46.44±1.46 ^{Aa}
	2	12.35±0.60 ^{Ba}	10.28±0.74 ^{Cb}	11.29±0.66 ^{BCa}	39.79±0.65 ^{Ab}
h	0	53.77±0.24 ^{Cc}	67.05±1.44 ^{Ab}	64.40±1.65 ^{Ba}	62.88±0.67 ^{Ba}
	1	65.02±2.14 ^{Aa}	65.10±1.72 ^{Ab}	55.52±2.27 ^{Bb}	63.51±0.54 ^{Aa}
	2	57.11±0.80 ^{Bb}	70.38±1.76 ^{Aa}	50.18±2.21 ^{Cc}	55.48±1.37 ^{Bb}

Table 71는 기능성 천연 항산화제를 첨가한 백색돈의 저장기간 중 가열육색을 나타내었다. 명도(L*)의 경우 처리간에는 대조구보다 세 처리구들이 낮았으며, 특히 T3구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 T1구는 증가하였으나 T2구는 감소하는 경향을 보였다. 적색도(a*)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았으며, 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다. 황색도(b*)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다. 백색도(W)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다. 채도(c)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다. 색상(h)의 경우 처리간에는 T1구가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 72. Sensory properties of pork belly (LYD) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
Color	0	1.86±0.38 ^{Bb}	1.29±0.49 ^A	3.71±0.49 ^D	2.86±0.38 ^C
	1	1.73±0.47 ^{Bab}	1.27±0.47 ^A	3.73±0.47 ^D	3.27±0.47 ^C
	2	1.29±0.49 ^{Aa}	1.71±0.49 ^A	3.71±0.49 ^B	3.29±0.49 ^B
Juiciness	0	2.43±0.53 ^{Ba}	1.57±0.53 ^A	3.43±0.53 ^C	1.71±0.49 ^A
	1	3.64±0.50 ^{Cb}	1.55±0.52 ^A	3.18±0.40 ^B	1.64±0.50 ^A
	2	3.71±0.49 ^{Bb}	1.57±0.53 ^A	3.29±0.49 ^B	1.57±0.53 ^A
Tenderness	0	2.43±0.53 ^{Ba}	1.57±0.53 ^{Aa}	3.86±0.38 ^C	1.43±0.53 ^A
	1	2.36±0.50 ^{Ba}	2.64±0.50 ^{Bb}	3.55±0.52 ^C	1.55±0.52 ^A
	2	3.43±0.53 ^{Bb}	1.43±0.53 ^{Aa}	3.43±0.53 ^B	1.71±0.49 ^A
Flavor	0	4.00±0.00 ^C	1.14±0.38 ^A	2.43±0.53 ^B	2.43±0.53 ^{Bb}
	1	3.82±0.40 ^C	1.45±0.52 ^A	2.36±0.50 ^B	2.55±0.52 ^{Bb}
	2	4.00±0.00 ^C	1.43±0.53 ^A	2.71±0.49 ^B	1.86±0.38 ^{Aa}
Off-Flavor	0	3.71±0.49 ^C	1.29±0.49 ^A	3.29±0.49 ^C	2.57±0.53 ^B
	1	3.45±0.52 ^C	1.55±0.52 ^A	3.45±0.52 ^C	2.36±0.50 ^B
	2	3.57±0.53 ^C	1.29±0.49 ^A	3.43±0.53 ^C	2.29±0.49 ^B
Overall acceptability	0	3.43±0.53 ^C	1.14±0.38 ^{Aab}	3.57±0.53 ^C	2.29±0.49 ^B
	1	3.55±0.52 ^C	1.45±0.52 ^{Ab}	3.27±0.47 ^C	2.36±0.50 ^B
	2	3.71±0.49 ^C	1.00±0.00 ^{Aa}	3.29±0.49 ^C	2.29±0.49 ^B

Table 72는 기능성 천연 향산화제를 첨가한 백색돈의 저장기간 중 관능검사 결과를 나타내었다. 육색(Color)의 경우 처리간에는 T1>대조구>T2, T3구 순이었으며, 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다. 다즙성(Juiciness)의 경우 처리간에는 T1과 T3구가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다. 연도(Tenderness)의 경우 처리간에는 T1구가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다. 맛(Flavor), 이취(Off-Flavor) 및 전체적 기호도(Overall acceptability)의 경우 처리간에는 대조구보다 처리구들이 높게 나타났으며, T1구가 가장 높게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 73. Chemical and microbial characteristics of pork belly (LYD) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
TBARS (mg MA/kg)	0	0.36±0.01 ^{Dc}	0.57±0.02 ^{Cc}	1.61±0.02 ^{Ab}	1.00±0.02 ^{Bb}
	1	0.66±0.04 ^{Da}	1.37±0.03 ^{Bb}	1.94±0.03 ^{Aa}	1.21±0.01 ^{Ca}
	2	0.53±0.02 ^{Db}	1.49±0.02 ^{Ba}	1.61±0.02 ^{Ab}	1.05±0.03 ^{Cb}
VBN (mg%)	0	6.92±0.08 ^{Bc}	5.52±0.32 ^{Cc}	6.69±0.42 ^{Bc}	9.82±0.16 ^{Ac}
	1	9.26±0.23 ^{Cb}	11.82±0.21 ^{Ab}	10.80±0.21 ^{Bb}	12.24±0.29 ^{Ab}
	2	19.94±0.21 ^{Aa}	13.79±0.07 ^{Ca}	12.52±0.21 ^{Da}	16.77±0.37 ^{Ba}
POV	0	1.81±0.11 ^{Bb}	2.00±0.05 ^A	1.90±0.03 ^{AB}	0.86±0.02 ^{Cb}
	1	2.06±0.04 ^{Aa}	1.96±0.11 ^A	1.98±0.16 ^A	0.70±0.03 ^{Bc}
	2	1.81±0.03 ^{Bb}	2.08±0.08 ^A	1.96±0.10 ^A	1.07±0.10 ^{Ca}
TPC (log ₁₀ CFU)	0	4.37±0.04 ^{Cc}	4.57±0.04 ^{Bc}	4.55±0.01 ^{Bc}	5.72±0.01 ^{Ac}
	1	7.72±0.06 ^{Cb}	8.10±0.06 ^{Bb}	8.02±0.05 ^{Bb}	8.38±0.01 ^{Ab}
	2	8.50±0.01 ^{Ca}	8.52±0.01 ^{Ca}	9.48±0.01 ^{Aa}	8.82±0.07 ^{Ba}
<i>Lactobacillus</i> (log ₁₀ CFU)	0	4.20±0.04 ^{Cc}	4.22±0.03 ^{Cb}	4.60±0.02 ^{Bc}	5.59±0.04 ^{Ac}
	1	7.58±0.01 ^{Cb}	8.21±0.03 ^{Ba}	8.24±0.04 ^{Bb}	8.57±0.02 ^{Ab}
	2	8.02±0.04 ^{Da}	8.47±0.15 ^{Ca}	9.48±0.07 ^{Aa}	8.88±0.02 ^{Ba}
<i>Coliform</i> (log ₁₀ CFU)	0	3.40±0.00 ^{Bc}	3.40±0.02 ^{BCc}	3.34±0.03 ^{Cc}	3.53±0.02 ^{Ac}
	1	4.33±0.01 ^{Db}	5.02±0.03 ^{Bb}	5.68±0.01 ^{Ab}	4.49±0.04 ^{Cb}
	2	5.28±0.14 ^{Ca}	7.06±0.08 ^{Aa}	6.16±0.01 ^{Ba}	5.18±0.01 ^{Ca}

Table 73은 기능성 천연 향산화제를 첨가한 백색돈의 저장기간 중 화학적 및 미생물학적 특성을 나타내었다.

지방산패도(TBARS)의 경우 처리간에는 대조구보다 세 처리구들이 높았으며, 특히 T2구가 가장 높게 나타났다. 이는 처리구들에 활용한 양념 고유의 색에 의해 흡광도 측정 시 영향을 미쳐 TBARS값이 높은 것으로 판단되며, 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

휘발성염기태질소화합물(VBN)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았는데 이는 고추장 발효에 의해 유리아미노산 등 휘발성물질이 과량 분비된 것에 기인되는 것으로 판단되며, T1 및 T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

과산화물가(POV)의 경우 처리간에는 T1구가 가장 높았으며, T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

총균수(TPC) 및 유산균수(*Lactobacillus*)의 경우 처리간에는 대조구보다 세 처리구들이 높았으며, 특히 T3구가 가장 높게 나타났는데 이는 양념들이 함유한 과량의 유산균들이 총균수의 주종을 이루고 있다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

대장균군수(*Coliform*)의 경우 처리간에는 저장 2주차에 T1구가 가장 높았으며, 대조구와 T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

Table 74. Free amino acid composition of pork belly (LYD) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
P-Ser	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.55±0.78
	1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.37±0.52
	2	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Tau	0	3.92±0.02 ^a	4.66±0.12 ^a	5.04±0.42 ^a	2.37±3.35
	1	3.84±0.10 ^a	4.20±0.04 ^b	4.17±0.04 ^b	4.32±1.06
	2	0.00±0.00 ^{Cb}	3.27±0.02 ^{Bc}	4.90±0.13 ^{Abb}	4.16±0.74 ^{AB}
Urea	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.34±0.47	0.00±0.00
	1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	2	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Asp	0	0.58±0.01 ^a	0.49±0.32	0.21±0.29	0.41±0.00 ^a
	1	0.30±0.00 ^{ABb}	0.31±0.01 ^{AB}	0.35±0.00 ^A	0.27±0.04 ^{Bb}
	2	0.09±0.13 ^{Bb}	0.19±0.00 ^{AB}	0.29±0.01 ^A	0.30±0.06 ^{Abb}
Thr	0	0.00±0.00	0.49±0.69	0.26±0.37	0.00±0.00
	1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	2	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Ser	0	0.89±0.01 ^a	0.61±0.86	0.36±0.50 ^{ab}	0.00±0.00
	1	0.31±0.43 ^{ab}	0.47±0.01	0.97±0.00 ^a	1.11±1.56
	2	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00
Glu	0	2.05±0.01	1.23±1.74 ^{ab}	1.23±1.74 ^{ab}	0.00±0.00
	1	1.40±1.97	3.68±0.03 ^a	4.07±0.04 ^a	8.96±12.67
	2	0.00±0.00	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	10.85±15.34
Sar	0	0.13±0.00 ^A	0.00±0.00 ^B	0.00±0.00 ^B	0.00±0.00 ^B
	1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	2	0.84±1.18	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
a-AAA	0	0.09±0.01 ^a	0.10±0.00 ^b	0.10±0.13	0.26±0.09
	1	0.10±0.01 ^{Ba}	0.09±0.01 ^{Bc}	0.13±0.00 ^B	0.33±0.08 ^A
	2	0.00±0.00 ^{Bb}	0.13±0.00 ^{Ba}	0.07±0.09 ^B	0.29±0.05 ^A
Gly	0	1.61±0.01 ^{Bb}	2.02±0.22 ^{ABab}	1.91±0.30 ^{ABb}	2.18±0.08 ^A
	1	1.72±0.07 ^b	1.69±0.01 ^b	1.87±0.01 ^b	2.17±0.36
	2	2.71±0.03 ^a	2.25±0.00 ^a	2.89±0.06 ^a	2.56±0.45
Ala	0	3.71±0.03 ^{Bc}	4.09±0.13 ^{Bc}	4.63±0.81 ^{ABb}	5.33±0.18 ^A
	1	5.32±0.21 ^b	5.02±0.01 ^b	4.93±0.05 ^b	5.65±0.92
	2	7.89±0.08 ^{Aa}	5.81±0.01 ^{Ba}	7.01±0.14 ^{ABa}	6.58±1.14 ^{AB}
Cit	0	0.41±0.01 ^b	0.17±0.24 ^{ab}	0.30±0.01 ^a	0.30±0.01
	1	0.45±0.01 ^{ABa}	0.56±0.00 ^{Aa}	0.32±0.14 ^{Ba}	0.34±0.07 ^{AB}
	2	0.00±0.00 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Bb}	0.30±0.05 ^A
a-ABA	0	0.08±0.00 ^{Aa}	0.09±0.01 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Bb}	0.00±0.00 ^B
	1	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^b	0.04±0.06 ^b	0.06±0.08
	2	0.03±0.01 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Cb}	0.16±0.01 ^{Aa}	0.03±0.01 ^B
Val	0	0.77±0.07 ^{Bc}	1.47±0.54 ^{ABb}	1.58±0.83 ^{ABb}	2.23±0.09 ^A
	1	1.43±0.11 ^{Bb}	1.47±0.01 ^{Bb}	1.82±0.00 ^{ABb}	2.48±0.51 ^A
	2	2.93±0.02 ^a	2.77±0.02 ^a	3.41±0.11 ^a	3.37±0.62

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
Cys	0	0.14±0.11	0.03±0.04 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00
	1	0.25±0.11	0.25±0.04 ^a	0.18±0.01 ^a	0.25±0.14
	2	0.01±0.01 ^B	0.03±0.00 ^{Bb}	0.14±0.03 ^{Aa}	0.19±0.04 ^A
Met	0	0.27±0.04 ^{Bc}	0.47±0.01 ^{ABc}	0.60±0.37 ^{ABb}	0.89±0.04 ^A
	1	0.84±0.04 ^b	0.80±0.00 ^b	1.14±0.02 ^b	1.39±0.46
	2	1.52±0.04 ^{Ba}	1.43±0.01 ^{Ba}	2.12±0.07 ^{Aa}	1.92±0.35 ^{AB}
Ile	0	0.49±0.01 ^{Bc}	0.62±0.09 ^{ABc}	0.91±0.55 ^{ABb}	1.36±0.08 ^A
	1	0.80±0.02 ^{Bb}	0.80±0.01 ^{Bb}	1.23±0.02 ^{ABb}	1.85±0.52 ^A
	2	1.93±0.04 ^a	1.91±0.01 ^a	2.31±0.03 ^a	2.34±0.42
Leu	0	0.91±0.01 ^{Bc}	1.30±0.06 ^{ABc}	1.83±1.10 ^{ABb}	2.67±0.09 ^{Ab}
	1	1.71±0.04 ^{Bb}	1.67±0.00 ^{Bb}	2.90±0.05 ^{Ab}	3.61±0.69 ^{Aab}
	2	3.58±0.06 ^{Ba}	3.86±0.01 ^{Ba}	5.69±0.07 ^{Aa}	5.21±0.89 ^{Aa}
Tyr	0	0.63±0.07 ^a	0.49±0.69	1.14±0.65	1.62±0.03 ^{ab}
	1	0.33±0.07 ^{Bb}	0.45±0.00 ^B	0.39±0.06 ^B	1.78±0.40 ^{Aa}
	2	0.19±0.01 ^{Bb}	0.70±0.00 ^A	0.21±0.06 ^B	0.87±0.16 ^{Ab}
Phe	0	0.72±0.13 ^{Bc}	1.21±0.04 ^{ABb}	1.66±0.62 ^{Ab}	2.07±0.05 ^A
	1	1.27±0.15 ^{BCb}	1.11±0.00 ^{Cc}	1.72±0.16 ^{Bab}	2.33±0.32 ^A
	2	2.13±0.04 ^{Ba}	2.42±0.01 ^{ABa}	2.89±0.13 ^{Aa}	3.03±0.51 ^A
b-Ala	0	0.65±0.05 ^b	2.20±1.82	1.04±0.21 ^a	1.16±0.03 ^a
	1	0.82±0.06 ^{Aa}	0.71±0.00 ^{AB}	0.47±0.19 ^{Bb}	0.75±0.11 ^{ABb}
	2	0.70±0.01 ^{ABab}	0.68±0.22 ^{AB}	0.33±0.00 ^{Bb}	0.91±0.17 ^{Aab}
b-AiBA	0	0.33±0.13	0.13±0.18	0.35±0.49	0.68±0.02 ^a
	1	0.28±0.00	0.27±0.01	0.48±0.24	0.25±0.02 ^b
	2	0.21±0.01 ^B	0.19±0.22 ^B	0.27±0.01 ^{AB}	0.57±0.09 ^{Aa}
g-ABA	0	0.00±0.00 ^{Bc}	0.01±0.01 ^{Bc}	0.41±0.32 ^{ABc}	0.64±0.01 ^A
	1	0.08±0.00 ^{Db}	0.20±0.00 ^{Cb}	3.01±0.01 ^{Ab}	0.55±0.08 ^B
	2	3.07±0.04 ^{Ba}	2.42±0.01 ^{Ca}	6.08±0.08 ^{Aa}	0.59±0.10 ^D
EOHNH ₂	0	0.20±0.01	0.22±0.30	0.25±0.16	0.35±0.01
	1	0.37±0.11	0.41±0.01	0.33±0.00	0.41±0.01
	2	0.26±0.00	0.41±0.12	0.34±0.01	0.43±0.08
NH ₃	0	0.79±0.01 ^c	1.69±0.88	1.13±0.23 ^b	1.32±0.04
	1	1.10±0.00 ^b	1.29±0.00	1.26±0.00 ^{ab}	1.21±0.19
	2	1.87±0.01 ^a	1.57±0.01	1.62±0.07 ^a	1.62±0.27
Hylys	0	0.00±0.00	0.45±0.63	0.55±0.78	0.55±0.78
	1	0.37±0.52	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	2	0.77±0.00	0.41±0.57	0.50±0.71	0.83±0.14
Orn	0	0.07±0.00 ^{ABc}	0.05±0.07 ^{Bc}	0.15±0.04 ^{ABc}	0.18±0.01 ^{Ab}
	1	0.28±0.01 ^{Bb}	0.57±0.01 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{ABb}	0.38±0.15 ^{ABb}
	2	0.30±0.01 ^{Ba}	0.31±0.00 ^{Bb}	0.55±0.01 ^{Ba}	2.74±0.47 ^{Aa}
Lys	0	0.76±0.02 ^a	1.30±0.11 ^a	1.33±0.89 ^{ab}	1.99±0.04 ^b
	1	0.41±0.01 ^{Bc}	0.36±0.00 ^{Bc}	0.79±0.03 ^{Bb}	2.54±0.32 ^{Aab}
	2	0.55±0.01 ^{Bb}	0.63±0.03 ^{Bb}	2.66±0.00 ^{Aa}	3.46±0.59 ^{Aa}

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
His	0	0.28±0.01 ^c	0.20±0.28 ^b	0.37±0.14 ^a	0.48±0.01 ^b
	1	0.58±0.02 ^{ABb}	0.59±0.00 ^{ABab}	0.47±0.00 ^{Ba}	0.64±0.08 ^{ABab}
	2	0.87±0.01 ^{Aa}	0.92±0.01 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Bb}	0.79±0.13 ^{Aa}
Ans	0	1.54±0.07	0.84±1.19	1.59±0.09	1.70±0.25 ^{ab}
	1	1.45±0.08 ^{AB}	1.56±0.16 ^{AB}	1.17±0.13 ^B	1.75±0.21 ^{Aa}
	2	1.48±0.00	1.13±0.05	0.96±1.35	1.04±0.18 ^b
Car	0	77.39±0.08 ^{Aa}	72.32±2.52 ^{ABa}	69.12±6.89 ^{ABa}	65.89±2.33 ^{Ba}
	1	74.18±2.74 ^{Aa}	71.46±0.10 ^{Aa}	65.41±0.12 ^{Aab}	50.95±7.93 ^{Bab}
	2	66.13±0.63 ^{Ab}	66.62±0.04 ^{Ab}	53.93±0.09 ^{Bb}	45.10±7.64 ^{Bb}
Arg	0	0.66±0.01 ^a	1.24±0.16 ^a	1.70±1.59	2.86±0.06 ^a
	1	0.08±0.00 ^{Bb}	0.06±0.00 ^{Bb}	0.03±0.04 ^B	3.38±0.45 ^{Aa}
	2	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00	0.00±0.00 ^b

Table 74은 기능성 천연 향산화제를 첨가한 백색돈의 저장기간 중 유리 아미노산 특성을 나타내었다. 처리간에는 Sar, Cit, a-ABA, b-Ala, Car를 제외한 대부분 유리 아미노산들은 대조구보다 다른 세 처리구들이 높게 나타났으며, a-AAA, Val, Cys, Ile, Leu, Tyr, Phe, Orn은 T3구가 다른 세 처리구들보다 높았으며, Met은 T2 및 T3구가 가장 높게 나타났다. 저장기간 경과로 Gly, Ala, Val, Met, Ile, Leu, Phe, NH₃, Orn, His, Arg 등 많은 유리아미노산들이 증가한 반면, Tau, Asp, Ser, Glu, Cit, a-ABA, Tyr, b-Ala, Car는 감소하였으며, Lys은 대조구와 T1구는 감소한 반면 T2와 T3구는 증가하였다.

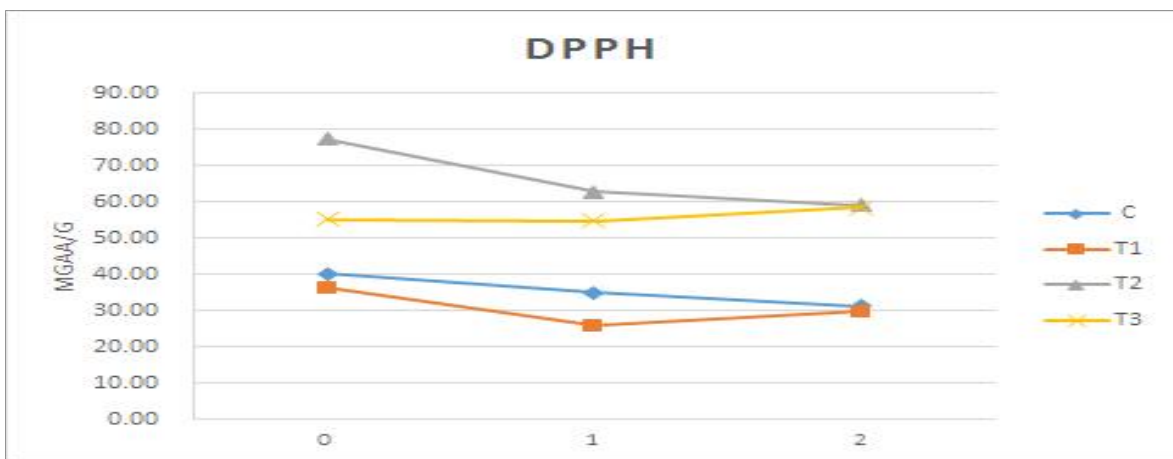


Figure 80. DPPH radical scavenging activity of 0.25% pork belly (LYD).

Figure 80은 기능성 천연 향산화제를 첨가한 백색돈의 저장기간 중 농도 0.25% 시 DPPH 변화를 나타내었다. 처리간에 저장초기에는 T2>T3>대조구, T1 순으로 낮았으며, 2주차 역시 비슷한 경향으로 T2, T3>대조구, T1 순으로 낮게 나타났다. 저장기간 경과로 모든 처리구들이 낮아져 저장초기에는 T2(80), T3(55), 대조구 및 T1(40) 수준이었으나 2주 후 T2 및 T3(60), 대조구 및 T1(30) 수준으로 낮아졌다.

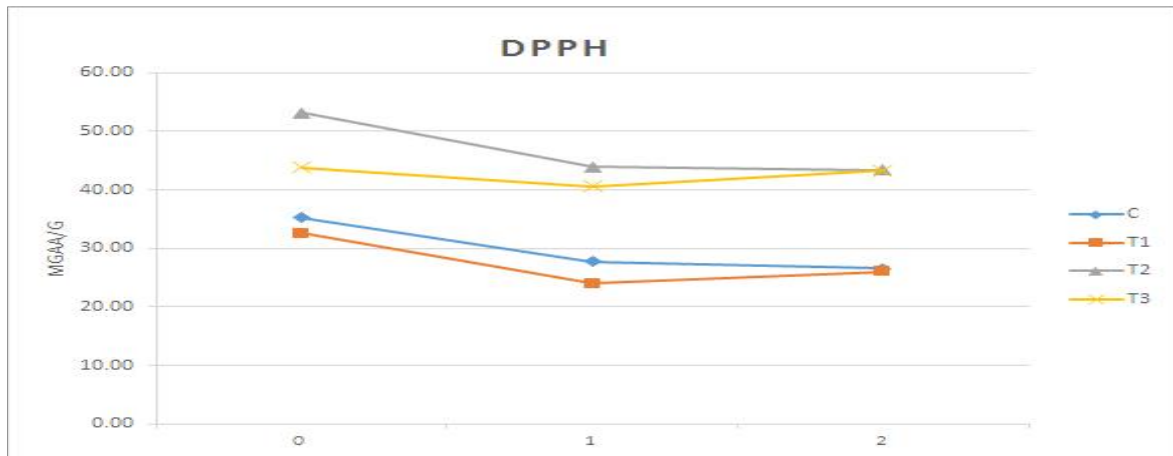


Figure 81. DPPH radical scavenging activity of pork belly (LYD) (mean value of 0.05%, 0.1%, and 0.25%).

Figure 81은 기능성 천연 항산화제를 첨가한 백색돈의 저장기간 중 0.05, 0.1, 0.25% 3가지 농도 평균값에 대한 DPPH 변화를 나타내었다. 처리간에 저장초기에는 T2>T3>대조구, T1 순으로 낮았으며, 2주차 역시 비슷한 경향으로 T2, T3>대조구, T1 순으로 낮게 나타나 Figure 80의 결과와 동일하였다. 저장기간 경과로 모든 처리구들이 낮아져 저장초기에는 T2(55), T3(45), 대조구 및 T1(35) 수준이었으나 2주 후 T2 및 T3(42), 대조구 및 T1(25) 수준으로 낮아져 Figure 80의 결과와 동일하였다.

Table 75. Fatty acid composition of pork belly (LYD) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
C10:0	0	0.09±0.00 ^a	0.09±0.00	0.08±0.00	0.08±0.00
	1	0.08±0.00 ^b	0.09±0.01	0.08±0.00	0.08±0.00
	2	0.09±0.00 ^a	0.08±0.00	0.09±0.01	0.09±0.01
C12:0	0	0.08±0.00 ^{Bb}	0.08±0.00 ^{Bb}	0.09±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^{Bb}
	1	0.12±0.00 ^{Aa}	0.09±0.00 ^{Ba}	0.08±0.00 ^{Cb}	0.08±0.00 ^{Cb}
	2	0.08±0.00 ^{Bb}	0.09±0.00 ^{Aa}	0.07±0.00 ^{Cc}	0.09±0.00 ^{Aa}
C14:0	0	1.31±0.01 ^{Cc}	1.33±0.00 ^{Bb}	1.45±0.01 ^{Aa}	1.34±0.00 ^{Bb}
	1	1.48±0.00 ^{Ba}	1.54±0.01 ^{Aa}	1.36±0.01 ^{Cb}	1.37±0.01 ^{Ca}
	2	1.39±0.01 ^{Bb}	1.54±0.01 ^{Aa}	1.31±0.01 ^{Dc}	1.36±0.01 ^{Ca}
C15:0	0	0.04±0.00 ^{Bb}	0.04±0.00 ^{Bb}	0.05±0.00 ^A	0.05±0.00 ^{Aa}
	1	0.05±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.05±0.00	0.05±0.00 ^a
	2	0.04±0.00 ^{Bb}	0.05±0.00 ^{Aa}	0.05±0.00 ^A	0.04±0.00 ^{Bb}
C16:0	0	24.23±0.08 ^{Db}	25.37±0.03 ^{Bc}	25.76±0.08 ^{Aa}	25.06±0.04 ^{Ca}
	1	25.13±0.05 ^{Ba}	26.41±0.08 ^{Ab}	24.85±0.07 ^{Cb}	25.00±0.07 ^{BCa}
	2	25.20±0.04 ^{Ca}	26.65±0.05 ^{Aa}	25.77±0.00 ^{Ba}	24.68±0.05 ^{Db}

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
C16:1	0	2.41±0.00 ^{Bb}	2.11±0.01 ^{Cc}	2.42±0.01 ^{Bab}	2.52±0.01 ^{Ab}
	1	2.23±0.02 ^{Cc}	2.84±0.04 ^{Ab}	2.40±0.01 ^{Bb}	2.38±0.01 ^{Bc}
	2	2.65±0.03 ^{Ba}	2.98±0.05 ^{Aa}	2.46±0.03 ^{Ca}	2.59±0.03 ^{Ba}
C17:0	0	0.27±0.01 ^{Db}	0.28±0.00 ^{Cb}	0.33±0.01 ^{Bb}	0.34±0.00 ^{Aa}
	1	0.30±0.00 ^{Da}	0.34±0.00 ^{Ba}	0.38±0.00 ^{Aa}	0.32±0.01 ^{Cb}
	2	0.31±0.01 ^{Ca}	0.34±0.01 ^{Ba}	0.37±0.01 ^{Aa}	0.30±0.00 ^{Cc}
C17:1	0	0.33±0.01 ^{Bc}	0.28±0.01 ^{Cb}	0.35±0.01 ^{Bb}	0.41±0.01 ^{Aa}
	1	0.35±0.01 ^{Db}	0.40±0.00 ^{Ba}	0.45±0.01 ^{Aa}	0.36±0.00 ^{Cb}
	2	0.38±0.00 ^{Ca}	0.40±0.00 ^{Ba}	0.42±0.00 ^{Aa}	0.36±0.00 ^{Db}
C18:0	0	13.56±0.05 ^{Db}	15.97±0.02 ^{Aa}	14.87±0.06 ^{Bb}	13.94±0.06 ^{Ca}
	1	13.91±0.00 ^{Aa}	13.54±0.06 ^{Bb}	13.60±0.05 ^{Bc}	14.02±0.06 ^{Aa}
	2	13.48±0.04 ^{Bb}	13.39±0.01 ^{Bc}	15.05±0.01 ^{Aa}	13.18±0.05 ^{Cb}
C18:1n9c	0	47.80±0.11 ^{Aa}	42.69±0.03 ^{Dc}	43.91±0.08 ^{Cc}	44.79±0.07 ^{Bb}
	1	44.50±0.03 ^{Bb}	44.40±0.09 ^{Bb}	44.87±0.08 ^{Ab}	44.07±0.08 ^{Cc}
	2	47.84±0.11 ^{Aa}	45.28±0.01 ^{Ca}	45.57±0.03 ^{Ba}	45.26±0.08 ^{Ca}
C18:1n9t	0	0.13±0.05	0.16±0.01	0.17±0.04	0.17±0.04
	1	0.16±0.00	0.16±0.06	0.16±0.04	0.16±0.05
	2	0.18±0.00	0.21±0.01	0.19±0.00	0.16±0.04
C18:2n6c	0	7.23±0.04 ^{Db}	9.29±0.01 ^{Aa}	7.82±0.03 ^{Cb}	8.70±0.03 ^{Bc}
	1	9.28±0.02 ^{Ba}	7.62±0.04 ^{Db}	8.97±0.04 ^{Ca}	9.47±0.04 ^{Aa}
	2	6.05±0.02 ^{Dc}	6.57±0.01 ^{Bc}	6.37±0.01 ^{Cc}	9.22±0.04 ^{Ab}
C18:3n3	0	0.43±0.01 ^{Cb}	0.55±0.01 ^{Bb}	0.81±0.01 ^{Aa}	0.57±0.00 ^{Bc}
	1	0.65±0.05 ^{Ca}	0.82±0.01 ^{Aa}	0.73±0.01 ^{Bb}	0.63±0.01 ^{Cb}
	2	0.51±0.00 ^{Cb}	0.79±0.01 ^{Aa}	0.51±0.01 ^{Cc}	0.73±0.01 ^{Ba}
C20:0	0	0.24±0.00 ^{Aa}	0.22±0.00 ^{Ba}	0.21±0.00 ^B	0.22±0.01 ^B
	1	0.21±0.00 ^{Bb}	0.17±0.00 ^{Cb}	0.21±0.00 ^B	0.22±0.00 ^A
	2	0.21±0.00 ^{Ab}	0.17±0.00 ^{Bb}	0.22±0.01 ^A	0.22±0.00 ^A
C20:1n9	0	1.00±0.01 ^{Aa}	0.76±0.03 ^C	0.88±0.02 ^B	0.92±0.02 ^B
	1	0.80±0.00 ^{Bb}	0.80±0.01 ^B	0.89±0.02 ^A	0.90±0.03 ^A
	2	0.95±0.04 ^{Aa}	0.81±0.02 ^C	0.84±0.03 ^{BC}	0.89±0.02 ^{AB}
C20:2n6	0	0.38±0.00 ^{Bb}	0.41±0.01 ^{Aa}	0.34±0.00 ^{Cb}	0.38±0.00 ^{Bb}
	1	0.41±0.01 ^{Ba}	0.33±0.01 ^{Cb}	0.44±0.00 ^{Aa}	0.42±0.01 ^{Ba}
	2	0.31±0.01 ^{Bc}	0.29±0.00 ^{Cc}	0.29±0.00 ^{Cc}	0.39±0.01 ^{Ab}
C20:3n3	0	0.08±0.00 ^B	0.09±0.00 ^{Bb}	0.13±0.01 ^{Aa}	0.09±0.00 ^{Bb}
	1	0.09±0.00 ^D	0.12±0.00 ^{Aa}	0.11±0.00 ^{Bb}	0.10±0.00 ^{Ca}
	2	0.08±0.01 ^B	0.12±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^{Bc}	0.10±0.00 ^{Ba}
C20:3n6	0	0.08±0.00 ^A	0.06±0.00 ^C	0.07±0.00 ^{Bab}	0.07±0.00 ^B
	1	0.07±0.00 ^{AB}	0.06±0.00 ^B	0.08±0.01 ^{Aa}	0.08±0.01 ^A
	2	0.06±0.01	0.06±0.01	0.06±0.00 ^D	0.08±0.01

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
C20:4n6	0	0.31±0.01 ^A	0.20±0.00 ^{Db}	0.23±0.00 ^{Cc}	0.24±0.00 ^{Bc}
	1	0.22±0.01 ^D	0.23±0.00 ^{Ca}	0.27±0.00 ^{Ba}	0.29±0.01 ^{Aa}
	2	0.19±0.13	0.19±0.00 ^C	0.25±0.01 ^b	0.27±0.00 ^b
C21:0	0	0.07±0.01 ^{Aa}	0.05±0.01 ^{AB}	0.06±0.01 ^{AB}	0.04±0.00 ^{Bab}
	1	0.01±0.01 ^{Bb}	0.04±0.00 ^A	0.05±0.01 ^A	0.05±0.01 ^{Aa}
	2	0.03±0.00 ^{Bb}	0.05±0.01 ^{AB}	0.06±0.01 ^A	0.03±0.00 ^{Bb}
EFA	0	7.96±0.01 ^{Db}	10.04±0.01 ^{Aa}	8.86±0.03 ^{Cb}	9.52±0.04 ^{Bc}
	1	10.14±0.08 ^{Ba}	8.66±0.04 ^{Db}	9.96±0.03 ^{Ca}	10.38±0.02 ^{Aa}
	2	6.75±0.11 ^{Dc}	7.54±0.00 ^{Bc}	7.12±0.01 ^{Cc}	10.21±0.04 ^{Ab}
MUFA	0	51.65±0.16 ^{Ab}	45.99±0.00 ^{Dc}	47.72±0.17 ^{Cc}	48.79±0.14 ^{Ba}
	1	48.03±0.05 ^{Bc}	48.59±0.21 ^{Ab}	48.76±0.16 ^{Ab}	47.86±0.16 ^{Bb}
	2	52.00±0.05 ^{Aa}	49.67±0.05 ^{Ba}	49.48±0.01 ^{BCa}	49.25±0.16 ^{Ca}
PUFA	0	8.50±0.02 ^{Db}	10.60±0.01 ^{Aa}	9.40±0.04 ^{Cb}	10.05±0.04 ^{Bc}
	1	10.70±0.08 ^{Ba}	9.17±0.05 ^{Cb}	10.58±0.03 ^{Ba}	10.96±0.03 ^{Aa}
	2	7.19±0.14 ^{Dc}	8.00±0.00 ^{Bc}	7.54±0.00 ^{Cc}	10.77±0.04 ^{Ab}
UFA	0	60.15±0.13 ^{Aa}	56.59±0.01 ^{Db}	57.12±0.14 ^{Cb}	58.85±0.11 ^{Bb}
	1	58.73±0.04 ^{Bc}	57.76±0.15 ^{Ca}	59.35±0.12 ^{Aa}	58.83±0.13 ^{Bb}
	2	59.19±0.09 ^{Bb}	57.67±0.05 ^{Ca}	57.02±0.02 ^{Db}	60.02±0.11 ^{Aa}
SFA	0	39.86±0.13 ^{Dc}	43.41±0.01 ^{Aa}	42.88±0.14 ^{Ba}	41.16±0.11 ^{Ca}
	1	41.28±0.04 ^{Ba}	42.25±0.15 ^{Ab}	40.66±0.12 ^{Cb}	41.18±0.13 ^{Ba}
	2	40.82±0.09 ^{Cb}	42.34±0.05 ^{Bb}	42.99±0.02 ^{Aa}	39.98±0.11 ^{Db}
n3	0	0.51±0.01 ^{Cb}	0.64±0.01 ^{Bb}	0.94±0.01 ^{Aa}	0.66±0.00 ^{Bc}
	1	0.74±0.05 ^{Ca}	0.94±0.01 ^{Aa}	0.84±0.01 ^{Bb}	0.73±0.01 ^{Cb}
	2	0.60±0.01 ^{Cb}	0.90±0.01 ^{Aa}	0.58±0.01 ^{Cc}	0.83±0.01 ^{Ba}
n6	0	7.99±0.03 ^{Db}	9.96±0.02 ^{Aa}	8.46±0.04 ^{Cb}	9.40±0.04 ^{Bc}
	1	9.97±0.04 ^{Ba}	8.23±0.04 ^{Db}	9.74±0.04 ^{Ca}	10.24±0.04 ^{Aa}
	2	6.60±0.13 ^{Cc}	7.10±0.01 ^{Bc}	6.97±0.01 ^{Bc}	9.95±0.04 ^{Ab}
UFA/SFA	0	1.51±0.01 ^{Aa}	1.30±0.00 ^{Db}	1.34±0.01 ^{Cb}	1.43±0.00 ^{Bb}
	1	1.42±0.00 ^{Bc}	1.37±0.01 ^{Ca}	1.46±0.01 ^{Aa}	1.43±0.01 ^{Bb}
	2	1.45±0.00 ^{Bb}	1.36±0.00 ^{Ca}	1.33±0.00 ^{Db}	1.51±0.01 ^{Aa}
MUFA/SFA	0	1.30±0.01 ^{Aa}	1.06±0.00 ^{Db}	1.12±0.01 ^{Cc}	1.19±0.01 ^{Bb}
	1	1.16±0.00 ^{Bc}	1.15±0.01 ^{Ba}	1.20±0.01 ^{Aa}	1.17±0.01 ^{Bb}
	2	1.28±0.01 ^{Ab}	1.18±0.01 ^{Ca}	1.15±0.00 ^{Db}	1.24±0.01 ^{Ba}
n3/n6	0	0.06±0.00 ^{Cc}	0.06±0.00 ^{Cc}	0.11±0.00 ^{Aa}	0.07±0.00 ^{Bb}
	1	0.08±0.01 ^{BCb}	0.11±0.00 ^{Ab}	0.09±0.01 ^{Bb}	0.07±0.00 ^{Cb}
	2	0.09±0.00 ^{Ba}	0.13±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^{Cb}	0.08±0.00 ^{Ca}
EFA/SFA	0	0.20±0.00 ^{Cb}	0.23±0.00 ^{Aa}	0.21±0.00 ^{Bb}	0.23±0.00 ^{Ac}
	1	0.25±0.01 ^{Aa}	0.21±0.01 ^{Bb}	0.24±0.00 ^{Aa}	0.25±0.00 ^{Ab}
	2	0.17±0.01 ^{Cc}	0.18±0.00 ^{Bc}	0.17±0.00 ^{Cc}	0.26±0.00 ^{Aa}

Table 75은 기능성 천연 항산화제를 첨가한 백색돈의 저장기간 중 지방산 특성을 나타내었다. 처리간에는 EFA, PUFA, n6 지방산, EFA/SFA 비율은 대조구보다 세 처리구들이 높게 나타난 반면, MUFA, MUFA/SFA 비율은 낮게 나타났다. 한편 T1구의 경우 n3 지방산, n3/n6 지방산 비율은 가장 높게 나타났으며, T2구의 경우 SFA는 가장 높게 나타난 반면 UFA, n3 지방산, UFA/SFA, MUFA/SFA, n3/n6 지방산 비율은 가장 낮게 나타났다. T3구의 경우 네 처리구들 중에 EFA, PUFA, UFA, n6 지방산, UFA/SFA, EFA/SFA 비율은 가장 높은 반면 MUFA, SFA, n3/n6 지방산 비율은 가장 낮게 나타나 전체적으로 볼 때 대조구보다는 세 처리구들이 건강에 유익한 지방산들이 많았으며, 특히 T3, T1, T2, 대조구 순이었다.

저장기간 경과로 대조구의 경우 MUFA, SFA, n3/n6 지방산 비율은 증가하고, 나머지 대부분 지방산 항목들은 감소하였다. T1구의 경우 MUFA, UFA, n3, UFA/SFA, MUFA/SFA, n3/n6 지방산 비율은 증가한 반면, EFA, PUFA, SFA, n6 지방산, EFA/SFA은 감소하였다. T2구의 경우 MUFA, MUFA/SFA 비율을 제외한 대부분의 지방산 항목들은 감소하거나 변화가 없었다. T3구의 경우 SFA는 감소한 반면 다른 모든 지방산 항목들은 증가하였다.

백색돈에 기능성 천연 항산화제[대조구, T1(한약액), T2(블랙커런트), T3(고추장)]를 첨가하여 냉장온도에서 2주간 저장시험을 한 이상의 결과를 요약하자면 처리간에는 pH, 명도, Sar, Cit, a-ABA, b-Ala, Car는 대조구보다 세 처리구들이 낮은 반면, 수분, 보수력, 지방산패도(특히 T2), 총균수, 유산균수(특히 T3), 대부분 아미노산, 맛, 이취, 전체적 기호도(T1구가 가장 높게) 및 건강에 유익한 EFA 및 n3 지방산을 비롯한 불포화지방산은 대조구보다 세 처리구들이 높았다.

특히 가열감량, 유수분리율, 가열육 전단가는 T2구가 가장 높고 T3구가 가장 낮았으며, 적색도, 황색도, 채도, 색상, 휘발성염기태질소화합물, a-AAA, Val, Cys, Ile, Leu, Tyr, Phe, Orn 및 EFA 및 n3 지방산을 비롯한 불포화지방산은 T3구가 가장 높은 반면, 명도, 백색도, 과산화물가는 T3구가 가장 낮았다.

관능 육색(T1>대조구>T2, T3구), 다즙성(T1과 T3구가 가장 높고, T2구가 가장 낮게), 연도(T1구가 가장 높고, T2구가 가장 낮게), DPPH(T2>T3>대조구, T1) 순이었다.

저장기간 경과로 pH, 수분 함량, 보수력, 신선 백색도, Tau, Asp, Ser, Glu, Cit, a-ABA, Tyr, b-Ala, Car, DPPH는 감소하는 반면, 가열감량, 유수분리율, 가열육 전단가, 신선 색상, 가열 적색도, 지방산패도, 휘발성염기태질소화합물, 총균수, 유산균수, Gly, Ala, Val, Met, Ile, Leu, Phe, NH₃, Orn, His, Arg은 증가하였다.

결론적으로 품질면에서 백색돈의 4개[대조구, T1(한약액), T2(블랙커런트), T3(고추장)] 처리구 중 T3(고추장)구가 가장 양호하였으며, T1(한약액), T2(블랙커런트), 대조구 순으로 냉장온도에서 2주간 유통하는 데는 품질상 문제가 없었다.

(2) 흑색돈 실험 결과

Table 76. Physicochemical characteristics of pork belly (Berkshire) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
pH	0	6.10±0.07 ^{Ab}	6.02±0.00 ^{Bb}	5.09±0.03 ^{Da}	5.38±0.03 ^{Cc}
	1	6.28±0.04 ^{Aa}	6.09±0.01 ^{Ba}	5.02±0.05 ^{Da}	5.49±0.02 ^{Cb}
	2	5.84±0.03 ^{Bc}	5.89±0.02 ^{Ac}	4.90±0.02 ^{Db}	5.53±0.02 ^{Ca}
Moisture (%)	0	49.67±1.25 ^{Ba}	52.04±1.73 ^{Ab}	48.20±0.64 ^B	48.42±0.27 ^B
	1	45.03±1.86 ^{Cb}	56.16±1.87 ^{Aa}	46.50±0.79 ^{BC}	49.06±0.87 ^B
	2	44.81±0.69 ^{Bb}	50.17±0.22 ^{Ab}	46.44±1.22 ^B	49.27±1.00 ^A
WHC (%)	0	50.14±0.12 ^{Ba}	50.86±1.48 ^{Ba}	49.96±0.68 ^{Ba}	56.16±1.93 ^{Aa}
	1	42.02±1.71 ^{Bb}	53.05±1.80 ^{Aa}	31.32±2.27 ^{Cb}	50.68±1.55 ^{Ab}
	2	36.97±1.66 ^{Cc}	42.51±2.60 ^{Bb}	23.23±2.00 ^{Dc}	52.61±0.87 ^{Ab}
Cooking loss (%)	0	32.75±2.02 ^{Cb}	32.24±1.83 ^{Cb}	44.89±0.86 ^A	36.26±0.93 ^B
	1	36.00±1.92 ^{Bab}	38.39±1.69 ^{Ba}	44.97±1.58 ^A	36.13±1.40 ^B
	2	39.36±1.94 ^{Ba}	34.18±1.83 ^{Cb}	44.43±1.49 ^A	35.85±1.71 ^C
Water and fat loss	0	46.72±0.22 ^{Aa}	41.03±0.73 ^{Ba}	41.91±0.92 ^{Bab}	32.15±0.72 ^{Ca}
	1	40.03±1.97 ^{Ab}	33.57±1.81 ^{Bc}	40.68±1.28 ^{Ab}	28.57±0.59 ^{Cb}
	2	44.69±0.93 ^{Aa}	37.12±0.74 ^{Bb}	44.17±1.77 ^{Aa}	28.86±1.22 ^{Cb}
Fresh meat Shear force (kg/cm ²)	0	3.63±0.39 ^{Bb}	3.06±0.26 ^{Cab}	3.46±0.14 ^{BC}	4.29±0.22 ^{Aa}
	1	3.22±0.11 ^{Bb}	3.53±0.37 ^{ABa}	3.57±0.57 ^{AB}	4.29±0.11 ^{Aa}
	2	4.35±0.45 ^{Aa}	2.50±0.27 ^{Bb}	2.85±0.34 ^B	2.84±0.57 ^{Bb}
Cooked meat Shear force (kg/cm ²)	0	3.65±0.44 ^A	2.81±0.06 ^{Cb}	3.38±0.14 ^{AB}	2.95±0.10 ^{BCa}
	1	3.26±0.13 ^{AB}	3.02±0.15 ^{ABa}	3.39±0.18 ^A	2.89±0.19 ^{Ba}
	2	3.37±0.24 ^A	2.64±0.03 ^{Bc}	3.53±0.17 ^A	2.50±0.19 ^{Bb}

Table 76는 기능성 천연 항산화제를 첨가한 흑색돈의 저장기간 중 이화학적 특성을 나타내었다. pH의 경우 처리간에는 대조구보다 세 처리구들이 낮았으며, 특히 T2구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 T3구를 제외한 나머지 세 처리구들은 감소하는 경향을 보였다.

수분 함량의 경우 T1구가 세 처리구들보다 높았으며, 특히 대조구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 감소하는 경향을 보였다.

보수력의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 감소하는 경향을 보였다.

가열감량은 T2구가 가장 높았으며, T1구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간 경과로 일정한 경향을 보이지 않았다.

유수분리율은 대조구와 T2구가 가장 높았으며, T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간 경과로 T1 및 T3구가 감소하는 경향이였다.

신선육 전단가의 경우 처리간 및 저장기간 경과로 일정한 경향을 보이지 않았다.

가열육 전단가의 경우 처리간에는 T2구가 가장 높았으며, T3구가 가장 낮게 나타났다. T2구가 다른 처리구들에 비해 가장 높게 나타났는데 이는 가열감량 및 유수분리율이 높은 것에 기인되어 결국 연도가 낮음을 의미하였다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

Table 77. Instrumental color of fresh pork belly (Berkshire) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
L*	0	43.36±1.50 ^{Ab}	42.02±1.57 ^{Ac}	35.07±0.70 ^{Cb}	38.23±0.54 ^{Ba}
	1	42.38±1.94 ^{Bb}	46.01±1.72 ^{Ab}	37.79±0.88 ^{Ca}	34.93±0.52 ^{Dc}
	2	46.97±1.34 ^{Ba}	49.99±1.18 ^{Aa}	37.52±1.46 ^{Ca}	36.66±1.08 ^{Cb}
a*	0	22.72±0.69 ^{Aa}	17.59±1.26 ^{Ba}	12.63±0.75 ^{Ca}	19.12±1.02 ^{Ba}
	1	17.28±0.85 ^{Ab}	7.49±1.46 ^{Cc}	9.85±0.73 ^{Bb}	15.65±1.31 ^{Ab}
	2	11.38±1.43 ^{Bc}	11.95±0.61 ^{Bb}	10.32±0.35 ^{Bb}	20.54±1.27 ^{Aa}
b*	0	11.88±0.53 ^{Ba}	9.56±1.27 ^C	3.58±0.35 ^{Dab}	24.02±1.17 ^{Aa}
	1	4.12±0.83 ^{Cb}	9.50±1.18 ^B	3.93±0.45 ^{Ca}	17.80±1.32 ^{Ab}
	2	5.20±1.31 ^{Cb}	7.79±0.88 ^B	2.82±0.56 ^{Db}	23.77±0.89 ^{Aa}
W	0	7.72±2.13 ^{Cb}	13.34±2.15 ^{Bb}	24.32±1.39 ^{Ab}	-35.15±1.27 ^{Db}
	1	30.03±0.95 ^{Aa}	15.86±1.09 ^{Cb}	25.99±1.37 ^{Bb}	-17.46±1.87 ^{Da}
	2	32.04±1.85 ^{Aa}	25.28±1.11 ^{Ca}	29.07±0.94 ^{Ba}	-34.64±1.70 ^{Db}
c	0	25.65±0.80 ^{Ba}	20.00±1.73 ^{Ca}	13.13±0.82 ^{Da}	30.70±1.54 ^{Aa}
	1	17.78±0.74 ^{Bb}	12.10±1.81 ^{Cb}	10.62±0.54 ^{Cb}	23.76±1.92 ^{Ab}
	2	12.52±1.84 ^{Bc}	14.27±1.00 ^{Bb}	10.71±0.48 ^{Cb}	31.41±1.41 ^{Aa}
h	0	27.60±0.80 ^{Ca}	30.57±2.08 ^{Bb}	15.82±0.59 ^{Db}	51.48±0.14 ^{Aa}
	1	14.45±1.50 ^{Cc}	51.30±1.51 ^{Aa}	21.86±1.63 ^{Ba}	49.07±1.07 ^{Ab}
	2	23.66±1.65 ^{Cb}	33.04±1.70 ^{Bb}	14.87±1.94 ^{Db}	49.19±1.18 ^{Ab}

Table 77은 기능성 천연 항산화제를 첨가한 흑색 신선돈육의 저장기간 중 육색을 나타내었다. 명도(L*)의 경우 처리간에는 대조구와 T1구가 가장 높았으며, T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 증가하는 경향을 보였다.

적색도(a*)의 경우 처리간에는 대조구가 가장 높았으며, T1구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 감소하는 경향을 보였다.

황색도(b*)의 경우 처리간에는 T3가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 감소하는 경향을 보였다.

백색도(W)의 경우 처리간에는 대조구가 가장 높았으며, T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 증가하는 경향을 보였다.

채도(c)의 경우 처리간에는 T3가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 감소하는 경향을 보였다.

색상(h)의 경우 처리간에는 T3가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 78. Instrumental color of cooked pork belly (Berkshire) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
L*	0	62.68±1.47 ^{Aa}	53.58±1.91 ^{Bc}	38.38±1.41 ^{Db}	43.59±1.51 ^{Ca}
	1	59.20±1.75 ^{Bb}	63.79±1.69 ^{Aa}	49.34±1.84 ^{Ca}	45.20±1.68 ^{Da}
	2	50.60±1.63 ^{Bc}	60.01±1.68 ^{Ab}	36.45±1.67 ^{Cb}	38.92±1.85 ^{Cb}
a*	0	5.95±0.45 ^{Bb}	7.38±0.64 ^{Ba}	8.21±1.61 ^{Bab}	20.13±1.52 ^{Aa}
	1	8.31±0.80 ^{Ba}	4.75±0.35 ^{Db}	6.84±1.15 ^{Cb}	14.88±0.32 ^{Ab}
	2	7.80±0.22 ^{Ca}	6.30±0.75 ^{Da}	9.54±0.33 ^{Ba}	19.42±0.47 ^{Aa}
b*	0	11.67±0.22 ^{Bb}	9.88±1.48 ^B	5.29±1.67 ^C	31.08±1.71 ^{Aa}
	1	13.02±1.21 ^{Bab}	10.18±0.79 ^C	6.87±0.76 ^D	25.64±1.98 ^{Ab}
	2	14.36±0.99 ^{Ba}	12.12±1.82 ^B	6.46±1.16 ^C	30.27±1.59 ^{Aa}
W	0	27.67±1.91 ^{Aa}	25.94±1.64 ^{Ab}	22.50±1.51 ^{Bb}	-54.31±1.68 ^{Cb}
	1	22.15±1.96 ^{Cb}	33.24±1.17 ^{Aa}	27.39±2.27 ^{Ba}	-34.37±1.63 ^{Da}
	2	8.19±1.39 ^{Cc}	21.32±1.88 ^{Ac}	14.40±1.72 ^{Bc}	-52.56±1.97 ^{Db}
c	0	13.10±0.40 ^{Bb}	12.38±0.79 ^{Bab}	9.98±1.60 ^C	38.59±1.41 ^{Aa}
	1	15.47±1.06 ^{Ba}	11.25±0.71 ^{Cb}	9.70±1.30 ^C	29.27±1.74 ^{Ab}
	2	16.35±0.76 ^{Ba}	13.71±1.31 ^{Ca}	11.55±0.81 ^D	36.15±1.32 ^{Aa}
h	0	63.03±1.36 ^{Aa}	53.62±1.50 ^{Cb}	33.22±1.59 ^{Db}	58.90±1.78 ^{Bab}
	1	56.03±1.37 ^{Cb}	64.59±2.00 ^{Aa}	45.63±2.07 ^{Da}	60.86±0.54 ^{Ba}
	2	62.10±1.30 ^{Aa}	64.82±1.73 ^{Aa}	35.58±1.67 ^{Cb}	56.63±1.89 ^{Bb}

Table 78은 기능성 천연 항산화제를 첨가한 흑색돈의 저장기간 중 가열육색을 나타내었다. 명도(L*)의 경우 처리간에는 대조구와 T1구가 가장 높았고, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 T1구는 증가하였으나 대조구와 T3구는 감소하는 경향을 보였다. 적색도(a*)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았으며, T1구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다. 황색도(b*)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다. 백색도(W)의 경우 처리간에는 T1구가 가장 높았으며, T3구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 보였다. 채도(c)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았으며 T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다. 색상(h)의 경우 처리간에는 T1구가 가장 높고 T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 79. Sensory properties of pork belly (Berkshire) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
Color	0	2.33±0.52 ^{Bb}	1.17±0.41 ^A	3.83±0.41 ^C	2.67±0.52 ^{Ba}
	1	2.29±0.49 ^{Bab}	1.14±0.38 ^A	3.86±0.38 ^C	2.71±0.49 ^{Bab}
	2	1.71±0.49 ^{Aa}	1.29±0.49 ^A	3.71±0.49 ^{AB}	3.29±0.49 ^{Bb}
Juiciness	0	3.67±0.52 ^B	3.17±0.41 ^{Bc}	1.67±0.52 ^{Aa}	1.50±0.55 ^A
	1	3.43±0.53 ^C	2.29±0.49 ^{Bb}	3.57±0.53 ^{Cb}	1.57±0.53 ^A
	2	3.71±0.49 ^B	1.57±0.53 ^{Aa}	3.29±0.49 ^{Bb}	1.57±0.53 ^A
Tenderness	0	3.50±0.55 ^{Cb}	1.33±0.52 ^{Aa}	3.33±0.52 ^{Ca}	2.33±0.52 ^{Bb}
	1	2.57±0.53 ^{Ba}	2.29±0.49 ^{Bb}	4.00±0.00 ^{Cb}	1.14±0.38 ^{Aa}
	2	3.57±0.53 ^{Bb}	1.57±0.53 ^{Aa}	3.43±0.53 ^{Ba}	1.57±0.53 ^{Aa}
Flavor	0	3.50±0.55 ^{Ca}	1.67±0.52 ^A	2.33±0.52 ^C	3.17±0.41 ^{Bb}
	1	4.00±0.00 ^{Cb}	1.14±0.38 ^A	1.86±0.38 ^B	2.71±0.49 ^{Cab}
	2	4.00±0.00 ^{Cb}	1.43±0.53 ^A	2.43±0.53 ^B	2.29±0.49 ^{Ba}
Off-Flavor	0	3.50±0.55 ^C	1.33±0.52 ^A	2.50±0.55 ^{Ba}	2.33±0.52 ^{Cab}
	1	3.86±0.38 ^C	1.29±0.49 ^A	2.43±0.53 ^{Ba}	2.57±0.53 ^{Bb}
	2	3.71±0.49 ^C	1.29±0.49 ^A	3.29±0.49 ^{Cb}	1.86±0.38 ^{Ba}
Overall acceptability	0	3.50±0.55 ^C	1.17±0.41 ^A	2.50±0.55 ^{Ba}	2.50±0.55 ^B
	1	3.71±0.49 ^C	1.29±0.49 ^A	2.43±0.53 ^{Ba}	2.71±0.49 ^B
	2	3.71±0.49 ^C	1.00±0.00 ^A	3.29±0.49 ^{Cb}	2.43±0.53 ^B

Table 79는 기능성 천연 향산화제를 첨가한 흑색돈의 저장기간 중 관능검사 결과를 나타내었다. 육색(Color)의 경우 처리간에는 T1구가 가장 높았으며, T2구가 가장 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

다즙성(Juiciness)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았으며, 대조구가 가장 낮고, 다음으로 T2구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

연도(Tenderness)의 경우 처리간에는 T1구가 가장 높았으며, 대조구가 가장 낮고, 다음으로 T2구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

맛(Flavor), 이취(Off-Flavor) 및 전체적 기호도(Overall acceptability)의 경우 처리간에는 T1구가 가장 높았으며, 대조구가 가장 낮고, 다음으로 맛은 T2구가, 이취 및 전체적 기호도는 T3구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 80. Chemical and microbial characteristics of pork belly (Berkshire) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
TBARS (mg MA/kg)	0	0.19±0.02 ^{Db}	0.95±0.13 ^{Cc}	1.75±0.11 ^{Bc}	2.31±0.15 ^{Ab}
	1	0.45±0.02 ^{Ca}	1.85±0.37 ^{Bb}	7.36±0.52 ^{Aa}	2.14±0.09 ^{Bb}
	2	0.45±0.05 ^{Da}	2.59±0.05 ^{Ca}	5.67±0.25 ^{Ab}	3.07±0.25 ^{Ba}
VBN (mg%)	0	3.70±0.08 ^{Dc}	4.73±0.37 ^{Cc}	6.55±0.14 ^{Bb}	17.75±0.28 ^{Ab}
	1	9.12±0.29 ^{Cb}	11.82±0.21 ^{Bb}	6.41±0.14 ^{Db}	18.26±0.29 ^{Ab}
	2	12.76±0.08 ^{Ca}	15.37±0.37 ^{Ba}	8.32±0.32 ^{Da}	19.80±0.29 ^{Aa}
TPC (log ₁₀ CFU)	0	4.52±0.01 ^{Bc}	3.96±0.01 ^{Cc}	3.50±0.02 ^{Dc}	5.28±0.03 ^{Ac}
	1	7.78±0.08 ^{Bb}	8.21±0.01 ^{Ab}	6.52±0.08 ^{Cb}	5.79±0.04 ^{Db}
	2	8.91±0.07 ^{Aa}	8.74±0.02 ^{Ba}	7.77±0.04 ^{Ca}	7.28±0.01 ^{Da}
<i>Lactobacillus</i> (log ₁₀ CFU)	0	4.19±0.10 ^{Bc}	3.74±0.02 ^{Cb}	3.61±0.18 ^{Cc}	5.05±0.06 ^{Ac}
	1	7.99±0.06 ^{Bb}	8.38±0.01 ^{Aa}	6.92±0.01 ^{Cb}	6.10±0.03 ^{Db}
	2	8.49±0.06 ^{Aa}	8.47±0.06 ^{Aa}	7.91±0.03 ^{Ba}	7.50±0.03 ^{Ca}
<i>Coliform</i> (log ₁₀ CFU)	0	3.40±0.00 ^{Bc}	3.40±0.02 ^{BCc}	3.34±0.03 ^{Ca}	3.53±0.02 ^A
	1	5.56±0.04 ^{Ab}	5.51±0.03 ^{Ab}	2.39±0.13 ^{Cc}	3.51±0.02 ^B
	2	6.93±0.11 ^{Aa}	6.16±0.11 ^{Ba}	3.00±0.06 ^{Db}	3.54±0.03 ^C

Table 80은 기능성 천연 항산화제를 첨가한 흑색돈의 저장기간 중 화학적 및 미생물학적 특성을 나타내었다.

지방산패도(TBARS)의 경우 처리간에는 T2구가 가장 높았으며, 대조구가 가장 낮았고, 다음으로 T1구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

휘발성염기태질소화합물(VBN)의 경우 처리간에는 T3구가 가장 높았는데 이는 고추장 발효에 의해 유리아미노산 등 휘발성물질이 과량 분비된 것에 기인되는 것으로 판단되며, T2구가 가장 낮았고, 다음으로 대조구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

총균수(TPC) 및 유산균수(*Lactobacillus*)의 경우 처리간에는 대조구와 T1구가 가장 높았으며, T3구가 가장 낮았고, 다음으로 T2구가 낮게 나타났다. 특히 양념들이 함유한 과량의 유산균들이 총균수의 주종을 이루고 있다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

대장균군수(*Coliform*)의 경우 처리간에는 대조구가 가장 높게 나타났으며, T2구가 가장 낮았고, 다음으로 T3구가 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

Table 81. Free amino acid compounds of pork belly (Berkshire) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
Tau	0	6.27 ± 0.09 ^{Ab}	5.10 ± 0.01 ^{Ca}	6.09 ± 0.07 ^{Ba}	4.54 ± 0.02 ^{Da}
	1	6.93 ± 0.01 ^{Aa}	4.85 ± 0.04 ^{Cb}	5.72 ± 0.04 ^{Bb}	4.00 ± 0.11 ^{Db}
	2	5.84 ± 0.03 ^{Ac}	4.87 ± 0.01 ^{Bb}	4.50 ± 0.07 ^{Cc}	3.75 ± 0.04 ^{Dc}
Asp	0	0.81 ± 0.01 ^{Bb}	0.52 ± 0.01 ^{Ba}	0.52 ± 0.01 ^{Bb}	5.87 ± 0.26 ^{Aa}
	1	0.31 ± 0.01 ^{Cc}	0.14 ± 0.00 ^{Db}	0.45 ± 0.01 ^{Bc}	4.76 ± 0.04 ^{Ab}
	2	0.98 ± 0.01 ^{Ba}	0.15 ± 0.01 ^{Db}	0.65 ± 0.01 ^{Ca}	4.65 ± 0.17 ^{Ab}
Thr	0	0.84 ± 0.01 ^{Bc}	0.70 ± 0.00 ^{Bc}	0.65 ± 0.04 ^{Bc}	1.78 ± 0.23 ^A
	1	1.22 ± 0.01 ^{Bb}	1.08 ± 0.01 ^{Cb}	0.77 ± 0.00 ^{Db}	1.84 ± 0.08 ^A
	2	1.58 ± 0.01 ^{Ba}	1.21 ± 0.00 ^{Ca}	1.05 ± 0.01 ^{Da}	2.10 ± 0.06 ^A
Ser	0	1.07 ± 0.01 ^{Ba}	0.84 ± 0.01 ^{Bb}	0.37 ± 0.52 ^B	3.06 ± 0.40 ^A
	1	0.23 ± 0.00 ^{Cc}	0.97 ± 0.00 ^{Ba}	1.03 ± 0.01 ^B	3.12 ± 0.23 ^A
	2	0.61 ± 0.00 ^{Cb}	0.06 ± 0.00 ^{Dc}	1.08 ± 0.01 ^B	3.35 ± 0.01 ^A
AspNH ₂	0	0.37 ± 0.01 ^{Ba}	0.34 ± 0.00 ^{Ba}	0.48 ± 0.02 ^{Bc}	1.78 ± 0.87 ^A
	1	0.00 ± 0.00 ^{Bb}	0.00 ± 0.00 ^{Bb}	0.65 ± 0.01 ^{Bb}	1.64 ± 0.53 ^A
	2	0.00 ± 0.00 ^{Cb}	0.00 ± 0.00 ^{Cb}	0.69 ± 0.00 ^{Ba}	2.17 ± 0.04 ^A
Glu	0	1.96 ± 0.01 ^{Bb}	2.31 ± 0.01 ^{Bb}	2.47 ± 0.01 ^{Bc}	11.90 ± 0.47 ^{Aa}
	1	1.84 ± 0.00 ^{Dc}	5.25 ± 0.11 ^{Ba}	2.92 ± 0.00 ^{Cb}	10.82 ± 0.11 ^{Ab}
	2	5.89 ± 0.01 ^{Ba}	5.07 ± 0.01 ^{Ca}	3.71 ± 0.06 ^{Da}	10.96 ± 0.11 ^{Ab}
Sar	0	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.43 ± 0.04 ^{Aa}	0.00 ± 0.00 ^B
	1	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00 ^b	0.00 ± 0.00
	2	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00 ^b	0.08 ± 0.11
α-AAA	0	0.12 ± 0.00 ^{BCa}	0.10 ± 0.01 ^C	0.27 ± 0.04 ^{Ab}	0.18 ± 0.01 ^{Bc}
	1	0.10 ± 0.01 ^{Cb}	0.09 ± 0.01 ^C	0.47 ± 0.01 ^{Aa}	0.26 ± 0.01 ^{Bb}
	2	0.13 ± 0.01 ^{Ca}	0.09 ± 0.00 ^D	0.52 ± 0.00 ^{Aa}	0.31 ± 0.01 ^{Ba}
Gly	0	1.82 ± 0.01 ^{Bc}	1.53 ± 0.01 ^{Cc}	1.38 ± 0.01 ^{Dc}	2.03 ± 0.00 ^{Aa}
	1	2.34 ± 0.01 ^{Ab}	1.72 ± 0.00 ^{Cb}	1.52 ± 0.01 ^{Db}	1.98 ± 0.01 ^{Bb}
	2	2.43 ± 0.01 ^{Aa}	1.97 ± 0.01 ^{Ba}	1.77 ± 0.04 ^{Ca}	1.94 ± 0.01 ^{Bc}
Ala	0	5.06 ± 0.02 ^{Ac}	3.72 ± 0.01 ^{Cc}	3.57 ± 0.01 ^{Dc}	4.79 ± 0.01 ^{Bc}
	1	7.67 ± 0.03 ^{Aa}	4.58 ± 0.01 ^{Cb}	3.84 ± 0.02 ^{Db}	5.03 ± 0.02 ^{Bb}
	2	7.38 ± 0.04 ^{Ab}	5.82 ± 0.03 ^{Ba}	4.63 ± 0.08 ^{Da}	5.15 ± 0.02 ^{Ca}
Cit	0	0.38 ± 0.01 ^{Aa}	0.35 ± 0.00 ^{Bb}	0.16 ± 0.00 ^{Cc}	0.17 ± 0.00 ^C
	1	0.43 ± 0.02 ^{Ba}	1.11 ± 0.01 ^{Aa}	0.35 ± 0.01 ^{Cb}	0.00 ± 0.00 ^D
	2	0.21 ± 0.01 ^b	0.06 ± 0.01 ^c	0.48 ± 0.01 ^a	0.22 ± 0.30
α-ABA	0	0.06 ± 0.01 ^{Ab}	0.05 ± 0.00 ^{Ab}	0.00 ± 0.00 ^{Bc}	0.00 ± 0.00 ^B
	1	0.10 ± 0.02 ^b	0.06 ± 0.00 ^a	0.18 ± 0.01 ^b	0.15 ± 0.10
	2	0.17 ± 0.00 ^{Aa}	0.00 ± 0.00 ^{Bc}	0.20 ± 0.01 ^{Aa}	0.05 ± 0.06 ^B
Val	0	0.99 ± 0.04 ^{Bc}	0.78 ± 0.05 ^{Cc}	0.72 ± 0.04 ^{Cb}	2.85 ± 0.02 ^{Ab}
	1	1.38 ± 0.06 ^{Bb}	1.24 ± 0.00 ^{Bb}	0.96 ± 0.03 ^{Cb}	3.09 ± 0.08 ^{Aab}
	2	2.26 ± 0.01 ^{Ba}	1.78 ± 0.01 ^{Ca}	1.37 ± 0.13 ^{Da}	3.20 ± 0.11 ^{Aa}

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
Cys	0	0.00±0.00 ^C	0.00±0.00 ^C	0.12±0.07 ^B	0.28±0.01 ^A
	1	0.00±0.00 ^C	0.00±0.00 ^C	0.60±0.02 ^A	0.35±0.07 ^B
	2	0.00±0.00	0.00±0.00	0.38±0.28	0.40±0.08
Met	0	0.45±0.01 ^{Bc}	0.45±0.00 ^{Bc}	0.31±0.02 ^{Cc}	1.07±0.00 ^{Ac}
	1	1.02±0.18 ^{Bb}	0.80±0.01 ^{Bb}	0.90±0.02 ^{Bb}	1.53±0.04 ^{Ab}
	2	1.44±0.01 ^{Ba}	1.12±0.01 ^{Ca}	1.20±0.16 ^{Ca}	1.77±0.06 ^{Aa}
Cysthi	0	0.00±0.00 ^B	0.00±0.00 ^B	0.00±0.00 ^{Bb}	0.45±0.01 ^{Aa}
	1	0.00±0.00 ^B	0.00±0.00 ^B	0.38±0.01 ^{Aa}	0.37±0.04 ^{Aab}
	2	0.00±0.00 ^B	0.00±0.00 ^B	0.28±0.17 ^{Aab}	0.33±0.03 ^{Ab}
Ile	0	0.62±0.01 ^{Bb}	0.51±0.00 ^{Cc}	0.64±0.01 ^{Bb}	2.46±0.02 ^{Ac}
	1	0.61±0.01 ^{Db}	0.69±0.01 ^{Cb}	1.44±0.03 ^{Ba}	2.80±0.01 ^{Ab}
	2	1.33±0.00 ^{Ca}	1.16±0.01 ^{Ca}	1.69±0.16 ^{Ba}	2.95±0.03 ^{Aa}
Leu	0	1.23±0.00 ^{Bc}	1.01±0.00 ^{Dc}	1.03±0.00 ^{Cc}	4.28±0.01 ^{Ac}
	1	1.44±0.01 ^{Db}	1.62±0.01 ^{Cb}	2.13±0.01 ^{Bb}	5.25±0.07 ^{Ab}
	2	2.66±0.04 ^{Ca}	2.45±0.03 ^{Da}	3.14±0.07 ^{Ba}	5.78±0.06 ^{Aa}
Tyr	0	0.78±0.01 ^{Ba}	0.74±0.01 ^{Ca}	0.58±0.01 ^{Db}	2.04±0.01 ^{Ab}
	1	0.14±0.00 ^{Db}	0.38±0.01 ^{Cb}	1.07±0.02 ^{Ba}	2.49±0.03 ^{Aa}
	2	0.18±0.08 ^{Cb}	0.23±0.08 ^{Cb}	0.99±0.11 ^{Ba}	2.53±0.01 ^{Aa}
Phe	0	1.22±0.00 ^{Bb}	0.99±0.01 ^{Cc}	0.83±0.04 ^{Dc}	2.55±0.01 ^{Ac}
	1	1.11±0.02 ^{Cb}	1.33±0.01 ^{Bb}	1.18±0.01 ^{Cb}	3.09±0.06 ^{Ab}
	2	1.82±0.21 ^{Ba}	1.66±0.16 ^{Ba}	1.60±0.04 ^{Ba}	3.27±0.04 ^{Aa}
b-Ala	0	0.80±0.01 ^B	0.80±0.05 ^{Ba}	0.49±0.01 ^C	1.93±0.01 ^{Aa}
	1	0.70±0.14 ^B	0.67±0.01 ^{Bb}	0.36±0.16 ^C	1.67±0.03 ^{Ab}
	2	0.68±0.01 ^C	0.78±0.01 ^{Ba}	0.42±0.00 ^D	1.56±0.03 ^{Ac}
b-AiBA	0	0.28±0.02 ^C	0.27±0.03 ^{Ca}	0.57±0.03 ^B	0.65±0.00 ^{Ac}
	1	0.10±0.14	0.19±0.01 ^b	0.83±0.50	0.84±0.00 ^D
	2	0.24±0.06 ^C	0.20±0.02 ^{Cb}	1.15±0.00 ^A	0.92±0.01 ^{Ba}
g-ABA	0	0.00±0.00 ^{Cc}	0.02±0.00 ^{Cb}	0.52±0.01 ^{Bab}	1.27±0.01 ^{Aa}
	1	0.04±0.00 ^{Cb}	0.03±0.00 ^{Cb}	0.53±0.01 ^{Ba}	1.09±0.01 ^{Ab}
	2	0.40±0.00 ^{Da}	1.69±0.01 ^{Aa}	0.50±0.01 ^{Cb}	1.00±0.01 ^{Bc}
EOHNH ₂	0	0.29±0.00 ^A	0.22±0.02 ^{Bb}	0.28±0.01 ^A	0.24±0.00 ^B
	1	0.26±0.12	0.17±0.01 ^C	0.18±0.01	0.24±0.05
	2	0.33±0.09	0.33±0.00 ^a	0.22±0.06	0.22±0.00
NH ₃	0	0.88±0.01 ^{Cc}	0.81±0.00 ^{Dc}	0.96±0.00 ^B	1.37±0.01 ^{Aa}
	1	1.42±0.03 ^{Ab}	1.20±0.01 ^{Bb}	0.86±0.02 ^C	1.23±0.01 ^{Bb}
	2	1.52±0.01 ^{Ba}	1.76±0.00 ^{Aa}	0.91±0.06 ^D	1.13±0.02 ^{Cc}
Hylys	0	0.00±0.00 ^b	0.32±0.45	0.33±0.47	0.56±0.03 ^a
	1	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00 ^b
	2	0.65±0.01 ^a	0.00±0.00	0.35±0.49	0.00±0.00 ^b
Orn	0	0.03±0.00 ^c	0.10±0.00 ^c	0.07±0.00 ^c	0.08±0.05 ^c
	1	0.31±0.00 ^{Ca}	0.76±0.01 ^{Aa}	0.12±0.00 ^{Db}	0.35±0.01 ^{Ba}
	2	0.27±0.00 ^{Bb}	0.26±0.00 ^{Bb}	0.62±0.01 ^{Aa}	0.22±0.00 ^{Cb}

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
Lys	0	1.06 ± 0.00 ^{Ca}	1.26 ± 0.01 ^{Ba}	0.64 ± 0.00 ^{Dc}	2.61 ± 0.01 ^{Ac}
	1	0.60 ± 0.00 ^{Cb}	0.91 ± 0.01 ^{Bb}	1.01 ± 0.00 ^{Bb}	4.13 ± 0.08 ^{Ab}
	2	0.39 ± 0.00 ^{Dc}	0.52 ± 0.01 ^{Cc}	1.08 ± 0.03 ^{Ba}	4.84 ± 0.08 ^{Aa}
1Mehis	0	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00 ^b
	1	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.02 ^b
	2	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.08 ± 0.00 ^{Aa}
His	0	0.35 ± 0.00 ^{Ac}	0.31 ± 0.00 ^{Bc}	0.24 ± 0.01 ^{Cc}	0.36 ± 0.01 ^{Ac}
	1	0.61 ± 0.00 ^{Ab}	0.55 ± 0.01 ^{Bb}	0.30 ± 0.00 ^{Db}	0.49 ± 0.01 ^{Cb}
	2	0.77 ± 0.01 ^{Aa}	0.72 ± 0.01 ^{Ba}	0.33 ± 0.00 ^{Da}	0.56 ± 0.01 ^{Ca}
3Mehis	0	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00 ^b
	1	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.02 ^b
	2	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.08 ± 0.00 ^{Aa}
Ans	0	1.81 ± 0.03 ^{ABa}	1.85 ± 0.08 ^{AB}	2.71 ± 0.07 ^{Ab}	0.86 ± 1.21 ^{Bb}
	1	1.71 ± 0.04 ^{Db}	1.89 ± 0.01 ^C	3.61 ± 0.00 ^{Aa}	2.53 ± 0.00 ^{Bab}
	2	1.45 ± 0.00 ^{Cc}	1.81 ± 0.01 ^B	0.00 ± 0.00 ^{Dc}	3.53 ± 0.09 ^{Aa}
Car	0	69.67 ± 0.16 ^{Ba}	72.83 ± 0.49 ^{Aa}	72.07 ± 0.01 ^{Aa}	35.22 ± 0.82 ^{Ca}
	1	67.45 ± 0.18 ^{Ab}	67.70 ± 0.06 ^{Ab}	64.80 ± 0.37 ^{Bb}	31.25 ± 0.66 ^{Cb}
	2	58.43 ± 0.34 ^{Bc}	64.25 ± 0.08 ^{Ac}	64.13 ± 1.09 ^{Ab}	27.12 ± 0.43 ^{Cc}
Arg	0	0.85 ± 0.00 ^{Ca}	1.22 ± 0.01 ^{Ba}	0.55 ± 0.00 ^{Db}	2.85 ± 0.01 ^{Ac}
	1	0.00 ± 0.00 ^{Cb}	0.07 ± 0.00 ^{Cb}	0.92 ± 0.01 ^{Ba}	3.65 ± 0.06 ^{Ab}
	2	0.00 ± 0.00 ^{Cb}	0.00 ± 0.00 ^{Cc}	0.39 ± 0.01 ^{Bc}	3.93 ± 0.04 ^{Aa}

Table 81는 기능성 천연 향산화제를 첨가한 흑색돈의 저장기간 중 유리 아미노산 특성을 나타내었다.

처리간에는 Glu, Tyr, 3Mehis는 대조구보다 다른 세 처리구들이 높게 나타났으며, Tau, Gly, Ala, EOHNH₂, Hylys, 1Mehis, His는 대조구보다 다른 세 처리구들이 낮게 나타났다.

Asp, Thr, Ser, AspNH₂, Glu, Val, Cys, Met, Cysthi, Ile, Leu, Tyr, Phe, b-Ala, b-AiBA, g-ABA, Lys, Arg는 T3구가 가장 높았으며, a-AAA, a-ABA, Ans는 T2구가 가장 높고, Orn, Car는 T1구가 가장 높게 나타났다.

Tau, Sar, Hylys, 1Mehis, 3Mehis, Car는 T3구가 가장 낮았으며, Thr, Gly, Ala, NH₃, Val, Phe, b-Ala, His는 T2구가 가장 낮고, Asp(대조구 포함), AspNH₂, Ile, Leu, a-AAA, a-ABA, b-AiBA, Met, Cysthi는 T1구가 가장 낮게 나타났다.

저장기간 경과로 Tau, Car는 감소한 반면, Thr, Glu, a-AAA, Gly, Ala, Val, Met, Ile, Leu, Orn, His 등 많은 유리아미노산들이 증가하였다. Tyr, Lys, Arg는 대조구와 T1구는 감소한 반면, T2 및 T3구는 증가하였다. g-ABA는 반대로 대조구와 T1구는 증가하였고, T2 및 T3구는 감소하였다.

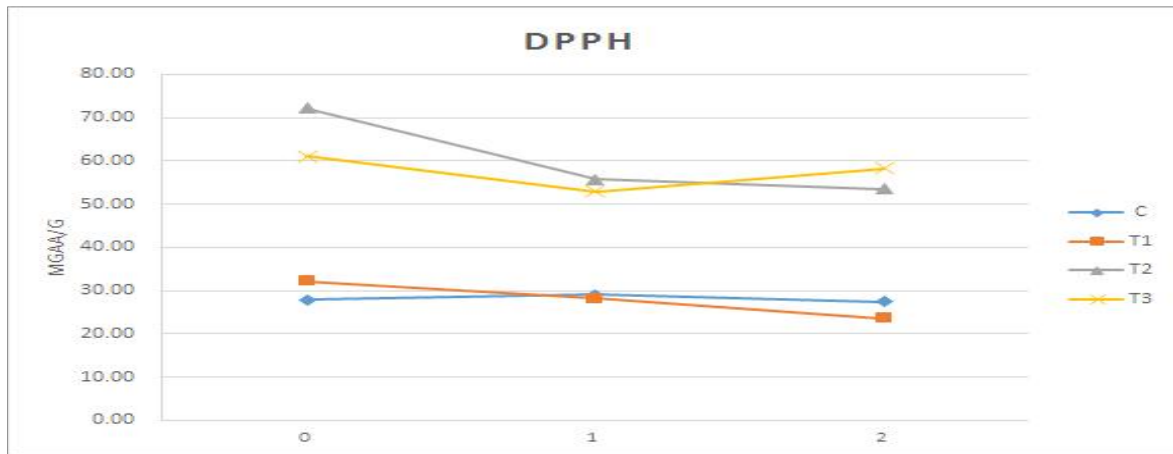


Figure 82. DPPH radical scavenging activity of 0.25% pork belly (Berkshire).

Figure 82는 기능성 천연 항산화제를 첨가한 흑색돈의 저장기간 중 농도 0.25% 시 DPPH 변화를 나타내었다.

처리간에 저장초기에는 T2>T3>T1, 대조구 순으로 낮았으며, 2주차 역시 비슷한 경향으로 T3, T2>대조구, T1 순으로 낮게 나타났다.

저장기간 경과로 모든 처리구들이 낮아져 저장초기에는 T2(72), T3(60), T1 및 대조구(30 전후) 수준이었으나 2주 후 T3 및 T2(55 전후), 대조구 및 T1(25 전후) 수준으로 낮아졌다.

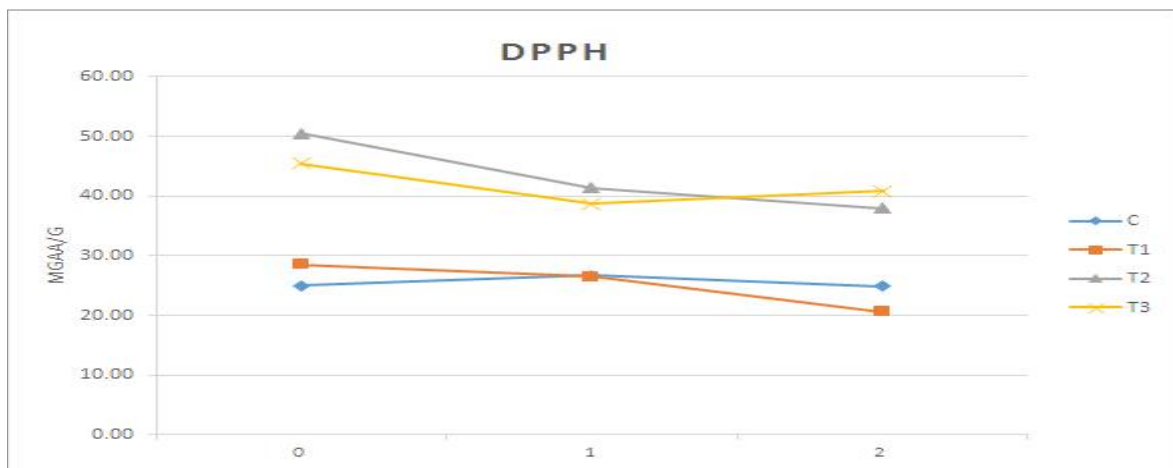


Figure 83. DPPH radical scavenging activity of pork belly (Berkshire) (mean value of 0.05%, 0.1%, and 0.25%).

Figure 83은 기능성 천연 항산화제를 첨가한 흑색돈의 저장기간 중 0.05, 0.1, 0.25% 3가지 농도 평균값에 대한 DPPH 변화를 나타내었다. 처리간에 저장초기에는 T2>T3>T1, 대조구 순으로 낮았으며, 2주차 역시 비슷한 경향으로 T3, T2>대조구, T1 순으로 낮게 나타났다. 저장기간 경과로 모든 처리구들이 낮아져 저장초기에는 T2(50), T3(45), T1 및 대조구(25 전후) 수준이었으나 2주 후 T3 및 T2(40 전후), 대조구 및 T1(20 전후) 수준으로 낮아졌다. Figure 82의 결과와 동일하였다.

Table 82. Fatty acid composition of pork belly (Berkshire) during storage at 9°C

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
C10:0	0	0.08±0.00 ^b	0.08±0.00 ^b	0.08±0.00 ^b	0.08±0.00
	1	0.09±0.00 ^{Aa}	0.09±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^{Bb}	0.08±0.00 ^B
	2	0.09±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^{Bb}	0.09±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^B
C12:0	0	0.08±0.00 ^b	0.08±0.00 ^{ab}	0.08±0.00	0.08±0.00
	1	0.09±0.00 ^{Aa}	0.09±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^B	0.08±0.00 ^B
	2	0.08±0.00 ^b	0.08±0.01 ^b	0.08±0.00	0.09±0.01
C14:0	0	1.43±0.00 ^{Ac}	1.42±0.00 ^{Ba}	1.37±0.00 ^{Ca}	1.34±0.00 ^{Db}
	1	1.51±0.00 ^{Aa}	1.41±0.00 ^{Bb}	1.34±0.00 ^{Cb}	1.31±0.00 ^{Dc}
	2	1.44±0.00 ^{Ab}	1.33±0.00 ^{Cc}	1.31±0.00 ^{Dc}	1.40±0.00 ^{Ba}
C15:0	0	0.05±0.00 ^A	0.04±0.00 ^B	0.05±0.00 ^A	0.04±0.00 ^B
	1	0.04±0.00	0.04±0.00	0.05±0.01	0.04±0.00
	2	0.03±0.01	0.04±0.00	0.05±0.00	0.04±0.00
C16:0	0	24.78±0.00 ^{Ac}	23.05±0.01 ^{Dc}	24.12±0.01 ^{Bb}	23.63±0.01 ^{Cb}
	1	25.06±0.01 ^{Aa}	23.97±0.01 ^{Cb}	24.23±0.00 ^{Ba}	23.34±0.01 ^{Dc}
	2	24.91±0.01 ^{Ab}	24.06±0.01 ^{Ba}	23.96±0.03 ^{Cc}	24.02±0.02 ^{Ba}
C16:1	0	2.79±0.01 ^{Ab}	2.66±0.00 ^{Ba}	2.63±0.04 ^{Ba}	2.50±0.03 ^{Cb}
	1	2.81±0.01 ^{Ab}	2.47±0.04 ^{Db}	2.63±0.01 ^{Ba}	2.57±0.00 ^{Ca}
	2	2.86±0.01 ^{Aa}	2.45±0.00 ^{Cb}	2.45±0.01 ^{Cb}	2.62±0.00 ^{Ba}
C17:0	0	0.30±0.00 ^{Aa}	0.25±0.01 ^C	0.28±0.00 ^{Bb}	0.26±0.01 ^{Ca}
	1	0.26±0.00 ^{ABb}	0.25±0.01 ^B	0.27±0.01 ^{Ac}	0.23±0.01 ^{Cb}
	2	0.26±0.00 ^{Bb}	0.25±0.01 ^C	0.31±0.00 ^{Aa}	0.26±0.01 ^{BCa}
C17:1	0	0.32±0.01 ^{Aa}	0.30±0.01 ^{Ba}	0.29±0.01 ^{Bb}	0.29±0.01 ^{Bab}
	1	0.27±0.00 ^{Ab}	0.26±0.00 ^{Bb}	0.27±0.00 ^{Ac}	0.27±0.00 ^{Ab}
	2	0.27±0.00 ^{Cb}	0.27±0.01 ^{Cb}	0.33±0.00 ^{Aa}	0.30±0.01 ^{Ba}
C18:0	0	12.09±0.01 ^{Bb}	10.87±0.01 ^{Dc}	12.73±0.01 ^{Ac}	11.77±0.01 ^{Cb}
	1	12.39±0.01 ^{Ca}	12.64±0.01 ^{Bb}	13.02±0.01 ^{Aa}	11.52±0.00 ^{Dc}
	2	12.39±0.01 ^{Ca}	13.29±0.00 ^{Aa}	12.80±0.01 ^{Bb}	11.95±0.00 ^{Da}
C18:1n9c	0	45.72±0.01 ^{Ca}	47.41±0.02 ^{Aa}	43.61±0.01 ^{Dc}	46.06±0.05 ^{Bb}
	1	43.96±0.03 ^{Cc}	44.07±0.04 ^{Bc}	43.91±0.01 ^{Cb}	47.09±0.02 ^{Aa}
	2	45.51±0.11 ^{Bb}	45.77±0.04 ^{Ab}	44.48±0.01 ^{Ca}	45.74±0.01 ^{Ac}
C18:1n9t	0	0.19±0.00	0.20±0.00 ^{ab}	0.20±0.00 ^a	0.20±0.01
	1	0.19±0.00	0.19±0.01 ^b	0.20±0.00 ^a	0.19±0.01
	2	0.10±0.13	0.22±0.01 ^a	0.19±0.01 ^b	0.18±0.01
C18:2n6c	0	9.48±0.01 ^{Dc}	10.66±0.01 ^{Cb}	11.80±0.02 ^{Aa}	10.87±0.01 ^{Ba}
	1	10.72±0.01 ^{Ca}	11.74±0.01 ^{Aa}	11.30±0.05 ^{Bb}	10.50±0.01 ^{Db}
	2	9.55±0.01 ^{Db}	9.63±0.01 ^{Cc}	11.30±0.01 ^{Ab}	10.53±0.01 ^{Bb}

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
C18:3n3	0	0.61±0.01 ^{Bb}	0.65±0.02 ^{ABa}	0.66±0.00 ^{Aa}	0.67±0.01 ^{Aa}
	1	0.72±0.01 ^{Aa}	0.64±0.01 ^{Ba}	0.60±0.01 ^{Cb}	0.63±0.01 ^{BCb}
	2	0.62±0.01 ^{Bb}	0.55±0.01 ^{Cb}	0.60±0.01 ^{Bb}	0.64±0.00 ^{Aab}
C20:0	0	0.21±0.00 ^{Ba}	0.18±0.00 ^{Cc}	0.24±0.00 ^{Aa}	0.21±0.01 ^{Bb}
	1	0.18±0.00 ^{Cb}	0.21±0.00 ^{Bb}	0.25±0.00 ^{Aa}	0.21±0.00 ^{Bab}
	2	0.18±0.00 ^{Cb}	0.22±0.00 ^{Aa}	0.20±0.01 ^{Bb}	0.22±0.00 ^{Aa}
C20:1n9	0	0.93±0.04 ^{Ba}	1.07±0.04 ^{Aa}	0.81±0.03 ^C	0.99±0.04 ^{AB}
	1	0.77±0.03 ^{Bb}	0.91±0.03 ^{Ab}	0.80±0.03 ^B	0.94±0.04 ^A
	2	0.80±0.03 ^{Bb}	0.88±0.04 ^{ABb}	0.86±0.03 ^{AB}	0.95±0.04 ^A
C20:2n6	0	0.46±0.00 ^{Da}	0.57±0.00 ^{Aa}	0.50±0.01 ^{Cb}	0.52±0.00 ^{Ba}
	1	0.45±0.00 ^{Cab}	0.56±0.01 ^{Aa}	0.52±0.01 ^{Bb}	0.51±0.01 ^{Bb}
	2	0.45±0.01 ^{Db}	0.47±0.01 ^{Cb}	0.57±0.01 ^{Aa}	0.49±0.00 ^{Bc}
C20:3n3	0	0.10±0.00 ^{Bab}	0.11±0.00 ^{Aa}	0.09±0.00 ^{Cab}	0.11±0.00 ^{Aa}
	1	0.11±0.01 ^{Aa}	0.10±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^{Bb}	0.10±0.00 ^{Ab}
	2	0.09±0.00 ^b	0.09±0.01 ^b	0.10±0.01 ^a	0.09±0.00 ^c
C20:3n6	0	0.08±0.00	0.09±0.00 ^a	0.09±0.00 ^a	0.09±0.01
	1	0.08±0.00	0.08±0.00 ^{ab}	0.08±0.00 ^{ab}	0.08±0.00
	2	0.08±0.01	0.08±0.01 ^b	0.08±0.01 ^b	0.08±0.00
C20:4n6	0	0.24±0.00 ^{Dc}	0.28±0.00 ^{Ba}	0.33±0.01 ^{Aa}	0.26±0.00 ^{Cb}
	1	0.27±0.00 ^{Ba}	0.25±0.00 ^{Cb}	0.28±0.01 ^{ABb}	0.29±0.01 ^{Aa}
	2	0.26±0.01 ^{Bb}	0.25±0.00 ^{Bb}	0.23±0.00 ^{Cc}	0.28±0.00 ^{Aa}
C21:0	0	0.07±0.01	0.07±0.02	0.07±0.01	0.06±0.01
	1	0.06±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01
	2	0.07±0.01	0.05±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00
EFA	0	10.34±0.00 ^{Dc}	11.58±0.01 ^{Cb}	12.78±0.02 ^{Aa}	11.80±0.01 ^{Ba}
	1	11.71±0.01 ^{Ca}	12.63±0.00 ^{Aa}	12.17±0.05 ^{Bb}	11.42±0.01 ^{Dc}
	2	10.42±0.01 ^{Cb}	10.43±0.01 ^{Cc}	12.12±0.01 ^{Ab}	11.45±0.01 ^{Bb}
MUFA	0	49.94±0.01 ^{Ca}	51.63±0.01 ^{Aa}	47.53±0.06 ^{Dc}	50.03±0.01 ^{Bb}
	1	48.00±0.01 ^{Bc}	47.89±0.03 ^{Cc}	47.80±0.03 ^{Db}	51.05±0.00 ^{Aa}
	2	49.53±0.01 ^{Bb}	49.57±0.01 ^{Bb}	48.30±0.04 ^{Ca}	49.78±0.00 ^{Ac}
PUFA	0	10.98±0.01 ^{Dc}	12.35±0.00 ^{Cb}	13.46±0.02 ^{Aa}	12.52±0.01 ^{Ba}
	1	12.34±0.00 ^{Ca}	13.37±0.01 ^{Aa}	12.84±0.06 ^{Bb}	12.11±0.00 ^{Db}
	2	11.03±0.00 ^{Cb}	11.05±0.00 ^{Cc}	12.86±0.01 ^{Ab}	12.11±0.02 ^{Bb}
UFA	0	60.91±0.00 ^{Da}	63.98±0.01 ^{Aa}	60.98±0.03 ^{Cb}	62.54±0.01 ^{Bb}
	1	60.34±0.01 ^{Dc}	61.26±0.02 ^{Bb}	60.64±0.03 ^{Cc}	63.16±0.00 ^{Aa}
	2	60.56±0.01 ^{Db}	60.62±0.01 ^{Cc}	61.15±0.04 ^{Ba}	61.89±0.01 ^{Ac}
SFA	0	39.09±0.00 ^{Ac}	36.03±0.01 ^{Dc}	39.02±0.03 ^{Bb}	37.47±0.01 ^{Cb}
	1	39.67±0.01 ^{Aa}	38.75±0.02 ^{Cb}	39.36±0.03 ^{Ba}	36.84±0.00 ^{Dc}
	2	39.45±0.01 ^{Ab}	39.38±0.01 ^{Ba}	38.85±0.04 ^{Cc}	38.12±0.01 ^{Da}

Items	Storage (weeks)	C	T1	T2	T3
n3	0	0.72±0.01 ^{Bb}	0.76±0.01 ^{Aa}	0.75±0.00 ^{Aa}	0.78±0.01 ^{Aa}
	1	0.83±0.01 ^{Aa}	0.74±0.01 ^{Ba}	0.68±0.01 ^{Cc}	0.74±0.01 ^{Bb}
	2	0.71±0.01 ^{Bb}	0.63±0.01 ^{Cb}	0.69±0.00 ^{Bb}	0.73±0.00 ^{Ab}
n6	0	10.27±0.02 ^{Dc}	11.59±0.01 ^{Cb}	12.71±0.02 ^{Aa}	11.74±0.01 ^{Ba}
	1	11.51±0.01 ^{Ca}	12.63±0.02 ^{Aa}	12.17±0.06 ^{Bb}	11.37±0.01 ^{Db}
	2	10.32±0.00 ^{Db}	10.42±0.01 ^{Cc}	12.17±0.01 ^{Ab}	11.37±0.01 ^{Bb}
UFA/SFA	0	1.56±0.00 ^{Ca}	1.78±0.00 ^{Aa}	1.56±0.00 ^{Cb}	1.67±0.00 ^{Bb}
	1	1.52±0.00 ^{Dc}	1.58±0.00 ^{Bb}	1.54±0.00 ^{Cc}	1.71±0.00 ^{Aa}
	2	1.54±0.01 ^{Cb}	1.54±0.00 ^{Cc}	1.58±0.01 ^{Ba}	1.62±0.00 ^{Ac}
MUFA/SFA	0	1.28±0.00 ^{Ca}	1.43±0.00 ^{Aa}	1.22±0.00 ^{Db}	1.34±0.01 ^{Bb}
	1	1.21±0.00 ^{Cc}	1.24±0.00 ^{Bc}	1.21±0.00 ^{Cc}	1.39±0.00 ^{Aa}
	2	1.26±0.00 ^{Bb}	1.26±0.00 ^{Bb}	1.24±0.00 ^{Ca}	1.31±0.00 ^{Ac}
n3/n6	0	0.07±0.00	0.07±0.01	0.06±0.00	0.07±0.00
	1	0.07±0.00	0.06±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01
	2	0.07±0.00 ^A	0.06±0.00 ^B	0.06±0.00 ^B	0.06±0.00 ^B
EFA/SFA	0	0.26±0.00 ^{Cb}	0.32±0.00 ^{Bb}	0.33±0.00 ^{Aa}	0.32±0.01 ^{Ba}
	1	0.30±0.01 ^{Ca}	0.33±0.00 ^{Aa}	0.31±0.00 ^{Bb}	0.31±0.00 ^{Bab}
	2	0.26±0.00 ^{Cb}	0.26±0.00 ^{Cc}	0.31±0.00 ^{Ab}	0.30±0.00 ^{Bb}

Table 82는 기능성 천연 향산화제를 첨가한 흑색돈의 저장기간 중 지방산 특성을 나타내었다. 처리간에는 MUFA, MUFA/SFA, n6 지방산, UFA/SFA, EFA/SFA 비율은 대조구보다 세 처리구들이 높게 나타난 반면, SFA는 낮게 나타났다. 한편 T1구의 경우 n3 지방산이 가장 낮게 나타났으며, T2구의 경우 EFA, PUFA, n6 지방산, EFA/SFA 비율은 가장 높게 나타난 반면, MUFA는 가장 낮게 나타났다. T3구의 경우 네 처리구들 중에 MUFA, UFA, n3 지방산, UFA/SFA, MUFA/SFA 비율은 가장 높고, SFA는 가장 낮게 나타나 전체적으로 볼 때 대조구보다는 세 처리구들이 건강에 유익한 지방산들이 많았으며, 특히 T3, T2, T1, 대조구 순이었다. 저장기간 경과로 대조구의 경우 EFA, PUFA, SFA, n6 지방산은 증가한 반면, MUFA, UFA, UFA/SFA, MUFA/SFA 비율은 감소하였다. T1과 T3구의 경우 SFA는 증가한 반면, 다른 모든 지방산 항목들은 감소하였다. T2구의 경우 MUFA, UFA, UFA/SFA, MUFA/SFA 비율은 증가한 반면, 그 외 대부분의 지방산 항목들은 감소하였다.

흑색돈에 기능성 천연 향산화제[대조구, T1(한약액), T2(블랙커런트), T3(고추장)]를 첨가하여 냉장온도에서 2주간 저장시험을 한 이상의 결과를 요약하자면 처리간에는 pH, 적색도, 백색도, 다즙성, 연도, 대장균균수, Tau, Gly, Ala, EOHNH₂, Hylys, 1Mehis, His는 대조구보다 세 처리구들이 낮은 반면, 지방산패도(특히 T2), Glu, Tyr, 3Mehis 및 건강에 유익한 EFA 및 n3 지방산을 비롯한 불포화지방산(T3, T2, T1, 대조구 순)은 대조구보다 세 처리구들이 높았다.

특히 가열감량, 유수분리율, 가열육 전단가는 T2구가 가장 높고 T3구가 가장 낮았으며, 보수력, 황색도, 채도, 색상, 가열육 적색도, 다즙성, 휘발성염기태질소화합물, Asp, Thr, Ser, AspNH₂, Glu, Val, Cys, Met, Cysthi, Ile, Leu, Tyr, Phe, b-Ala, b-AiBA, g-ABA, Lys, Arg는 T3구가 가장 높은 반면, 백색도, 맛, 이취, 전체적 기호도, 총균수, 유산균수, Tau, Sar, Hylys,

1Mehis, 3Mehis, Car는 T3구가 가장 낮았다.

보수력은 T2구가 가장 낮고, 가열감량, 적색도, Asp(대조구 포함), AspNH₂, Ile, Leu, a-AAA, a-ABA, b-AiBA, Met, Cysthi는 T1구가 가장 낮게 나타났다.

유수분리율은 대조구와 T2구가 가장 높고, 명도 총균수, 유산균수는 대조구와 T1구가 가장 높고, T3구 가장 낮게 나타났다.

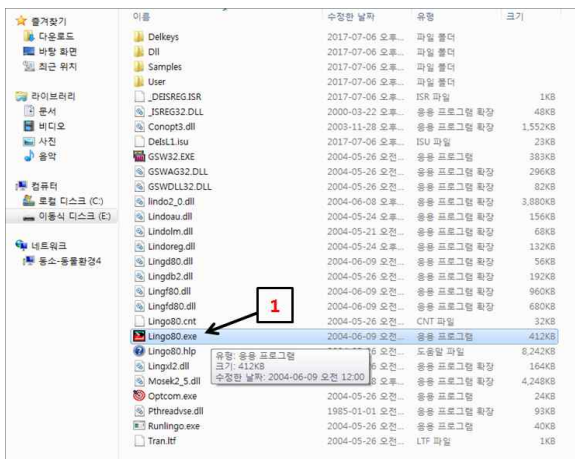
황색도, 채도, 색상, 가열육 명도, 육색, 휘발성염기태질소화합물, Thr, Gly, Ala, NH₃, Val, Phe, b-Ala, His는 T2구가 가장 낮았으며, 가열 백색도, 색상, 육색, 연도, 맛, 이취, 전체적 기호도, Orn, Car는 T1구가 가장 높았으며, a-AAA, a-ABA, Ans는 T2구가 가장 높게 나타났다. 한편 DPPH(T2>T3>T1, 대조구) 순이었다.

저장기간 경과로 pH, 수분 함량, 보수력, 적색도, 황색도, 채도, 가열 백색도, Tau, Car 및 DPPH는 감소하는 반면, 가열육 전단가, 명도, 백색도, 가열육 적색도 및 황색도, 지방산패도, 휘발성염기태질소화합물, 총균수, 유산균수, 대장균수, Thr, Glu, a-AAA, Gly, Ala, Val, Met, Ile, Leu, Orn, His는 증가하였다.

결론적으로 품질면에서 흑색돈의 4개[대조구, T1(한약액), T2(블랙커런트), T3(고추장)] 처리구 중 T3(고추장)구가 가장 양호하였으며, T1(한약액), 대조구, T2(블랙커런트) 순으로 냉장온도에서 2주간 유통하는 데는 품질상 문제가 없었다.

• 육제품 배합비 3종(돈가스, 떡갈비, 훈제오리) 개발

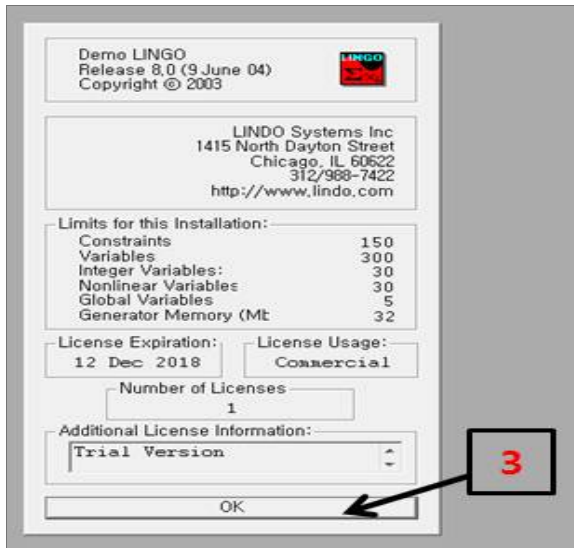
가. LCF(least cost formulation) program 활용법



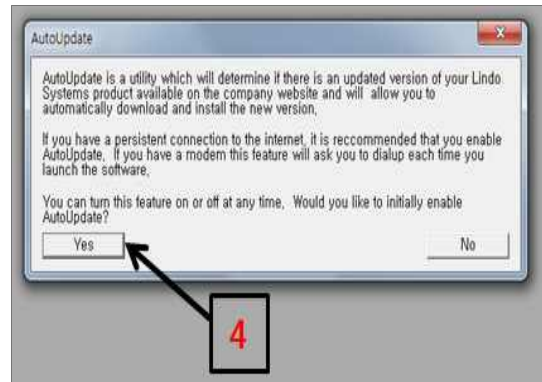
① Lingo80.exe를 실행



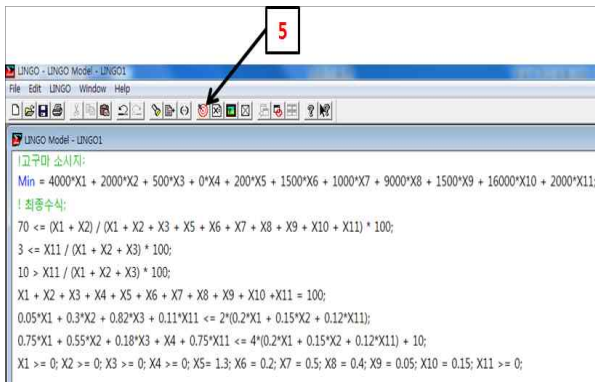
② Demo를 클릭한다.



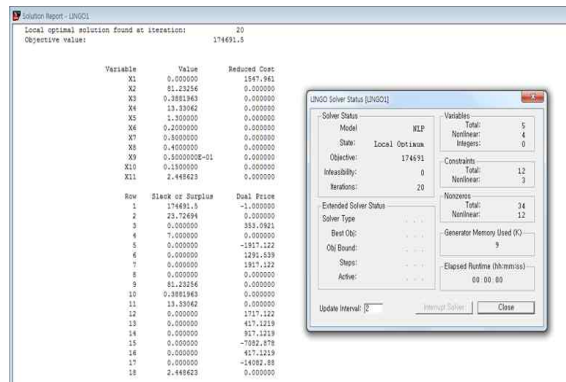
③ OK를 누른다



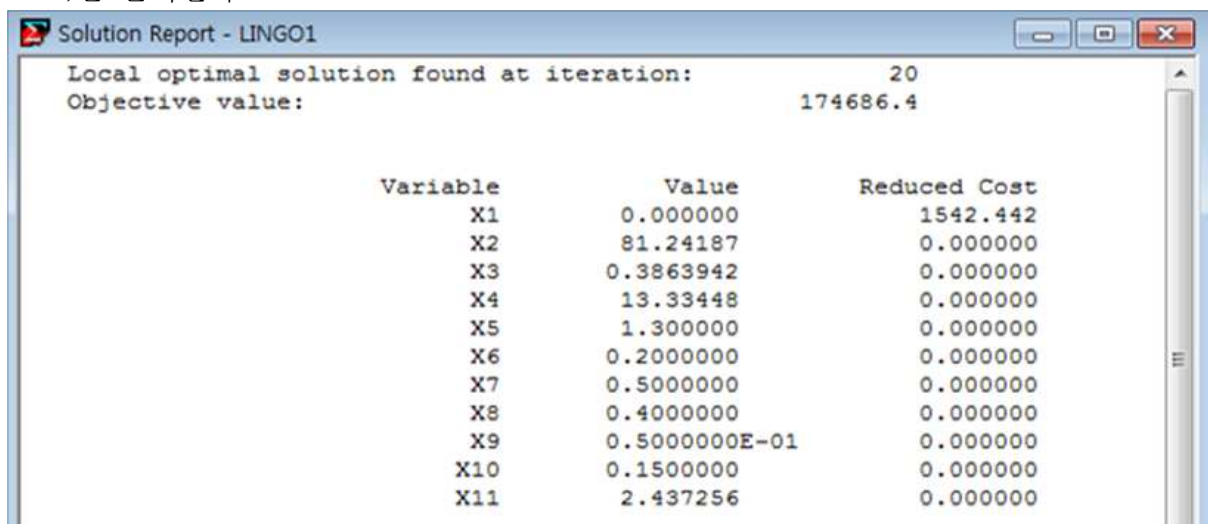
④ Yes를 누른다.



⑤ 최종식을 복사하여 넣은 다음 (Solve)을 클릭한다.



⑥ Close를 클릭한다.



⑦ 최소 가격비와 성분비 값이 나온다.

Figure 84. Using method of LCF (least cost formulation) program.

나. 3종 제품 개발

(1) 돈가스 제품 개발

(가) 제조공정도

	공정명	사용기계
	원료육 준비	Frozen slicer, Tenderizer
	염지혼합	밀폐 용기
	숙성	냉장고
	계란 입히기	Batter
	빵가루 입히기	Batter
	열처리	Smoke House, Grill, Pan
	냉각	-
	급속동결	Freezer
	포장	Vacuum chamber
	박싱	Taping machine
	냉동보관	냉동고

(나) Formula


원부재료명	구성비(%)
돈육	66.60
빵가루	23.10
밀가루	4.60
계란	1.42
우유(분유)	1.70
소금	0.55
후추	0.30
생강	0.50
마늘	0.68
양파	0.40
L-글루탐산나트륨	0.04
폴리인산나트륨	0.04
시나몬	0.01
산탄검	0.04
지방산글리세린	0.02
총계	100

(다) 공정별 작업표준

- ① 원부재료 준비
 - ㉠ 돼지 등심을 두께 1cm로 슬라이스하여 연육기로 2회 다진다.
 - ㉡ Spiced oil을 적당량 용기에 준비
 - ② 염지혼합 및 숙성 : 준비된 등심을 Spiced oil을 발라 4℃ 냉장고에서 1일간 재운다.
 - ③ 계란 입히기 : 미즈파우더:물을 1:2로 혼합하여 재운 등심에 옷을 입힌다.
 - ④ 배터링 : 빵가루를 고루 입힌다(생빵가루 사용 시 눅눅하지 않음).
 - ⑤ 열처리
 - ㉠ 가스레인지에 불을 켜고 팬을 가열시킨다.
 - ㉡ 달구어진 팬에 버터를 녹여 두른 후 중간 불에서 약 7분간 굽는다.
 - ㉢ 표면에 육즙이 베어나올 때까지 기다린 후 뒤집어준다.
 - ⑥ 냉각 : 제품 표면온도 10℃ 이하 되도록 냉각
 - ⑦ 급속동결 : -40℃ 이하 온도에서 신속하게 동결시킨다.
 - ⑧ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 썰링한다(내부 PE).
 - ⑨ 박싱 : Tapping machine을 이용하여 카톤박스에 포장
 - ⑩ 냉동보관 : 진공포장된 육을 -18℃ 이하 온도에서 보관한다.
- * 제품의 특징 및 주의사항
- ㉠ 자주 뒤집으면 육질이 질겨진다.
 - ㉡ 적당량은 표면에 묻어 날 수 있는 정도이며 덩어리져서는 안 된다.

(2) 떡갈비 제품 개발

(가) 제조공정도

	공정명	사용기계
	원료육 준비	Chopper
	가공혼합	Mixer
	성형	Press
	열처리	Smoke House, Grill
	냉각	-
	포장	Vacuum chamber
	박싱	Taping machine
	냉장보관	냉장고

(나) Formula

원부재료명	구성비(%)
돈육	69.98
양파	9.01
L-글루탐산나트륨	0.17
설탕	0.14

물엿	3.05
고과당	3.47
후추	0.62
소금	0.23
마늘	1.39
떡갈비	1.81
생강	0.35
전분	1.48
빵가루	5.13
간장	1.94
파	0.55
카라멜	0.28
참기름	0.42
총계	100

(다) 공정별 작업표준

① 원부재료 준비

㉠ 햄육과 지방은 8mm로 Chopping한다.

㉡ 나머지 부재료는 계량하여 준비, 성형틀은 깨끗하게 씻어서 준비

② 가공혼합

㉠ Chopping된 햄육에 NPS를 투입하여 결합력이 생기면 지방을 투입하여 Mixing 한다.

㉡ 나머지 부재료를 투입하여 섞은 뒤 냉장실에서 재운다.

③ 성형

㉠ 재워둔 재료를 100g 크기로 계량한다.

㉡ 준비된 성형틀에 약간의 알콜을 뿌린 후 성형틀로 모양을 만든다.

④ 열처리

㉠ 가스레인지에 불을 켜고 팬을 가열시킨다.

㉡ 달구어진 팬에 버터를 조금 녹힌 후 중간불에서 약 7분간 굽는다.

㉢ 표면에 육즙이 베어나올 때까지 기다린 후 뒤집어준다.

㉣ Grill에서 익힐시 78℃에서 30분 익힌다.

⑤ 냉각 : 제품 표면온도 10℃ 이하 되도록 냉각

⑥ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 씰링한다(내부 PE).

⑦ 박싱 : Tapping machine을 이용하여 카톤박스에 포장

⑧ 냉장보관 : 진공포장된 육을 냉장온도(0~10℃)에서 보관한다.

(3) 훈제오리 제품 개발

(가) 제조공정도

	공정명	사용기계
	원부재료 준비	Knife
	염지액 주입	Injector
	텀블링	Tumbler
	숙성	냉장고
	수세	-
	열처리	Smoke house
	냉각	-
	세절	Slicer
	포장	Vacuum chamber
	박싱	Taping machine
	냉장보관	냉장고

(나) Formula

원부재료명	구성비(%)
오리육	96.66
오리시즈닝	3.05
L-글루탐산나트륨	0.26
아질산나트륨	0.01
에리토브산나트륨	0.01
소브산칼륨	0.01
총계	100

(다) 공정별 작업표준

- ① 원부재료 준비 : Knife를 활용하여 오리를 정형한다.
- ② 염지액 주입 : 오리 무게의 18%에 해당하는 염지액을 Injection한다.
- ③ 텀블링 : 염지액을 주입한 육을 Tumbler에 넣고 7분간 텀블링 후 5분간 정치 후 추가로 8분간 텀블링한다(최종 혼합물의 온도는 15℃ 이하 관리).
- ④ 숙성 : 텀블링한 육을 비닐봉지에 싸서 4℃ 냉장고에서 1~2일간 숙성
- ⑤ 수세 : 염지 후 표면에 과다하게 묻어있는 소금을 흐르는 물에 세척
- ⑥ 열처리 : 쇠고리를 육에 끼운 후 Smoke house에서 Drying 60℃/30분, Smoking 65℃/40분, Cooking 78℃/100분(중심온도 72~74℃ 도달 시까지 총 160분 소요)
- ⑦ 냉각 : 제품 표면온도 10℃ 이하 되도록 냉각
- ⑧ 세절 : Slicer로 크기에 맞도록 세절
- ⑨ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 썰링한다(내부 PE).
- ⑩ 박싱 : Taping machine을 이용하여 카톤박스에 포장
- ⑪ 냉장보관 : 진공포장된 육을 냉장온도(0~10℃)에서 보관한다.

○ 기능성 천연소재와 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발

가. 연구 방법

(1) 천연소재 및 전통식품 적용 숙성 삼겹살의 가열 및 저장 조건

천연소재(한방, 블랙커런트) 및 전통식품(고추장)이 첨가된 백색돈(LYD)와 흑색돈(Berkshire) 숙성삼겹살(가로 10cm × 세로 5 cm × 두께 0.4 cm)은 진공포장하여 $9\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 10일 동안 저장하며 0, 5, 10일차에 꺼내어 실험에 이용하였다(Figure 85-86).



Figure 85. Photographs of fresh pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food.

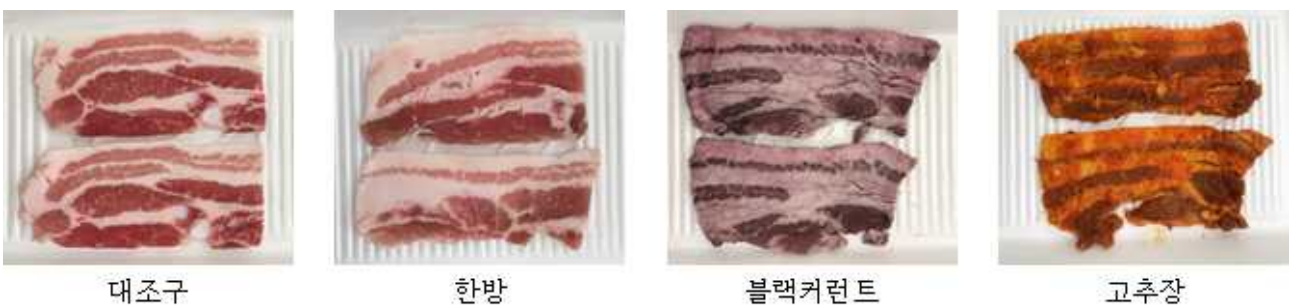


Figure 86. Photographs of fresh pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food.

(2) 가열조건

(가) 삶기(boiling, BOL)

삶는 조리 방법은 스테인리스 냄비(지름 20cm, 높이 10.5cm)에 삼겹살이 잠길 정도(약 5배)의 증류수를 넣고 100°C 에서 조리(cooking)과 과조리(over-cooking)를 각각 5분, 20분 동안 가열하였다(Figure 87-88).

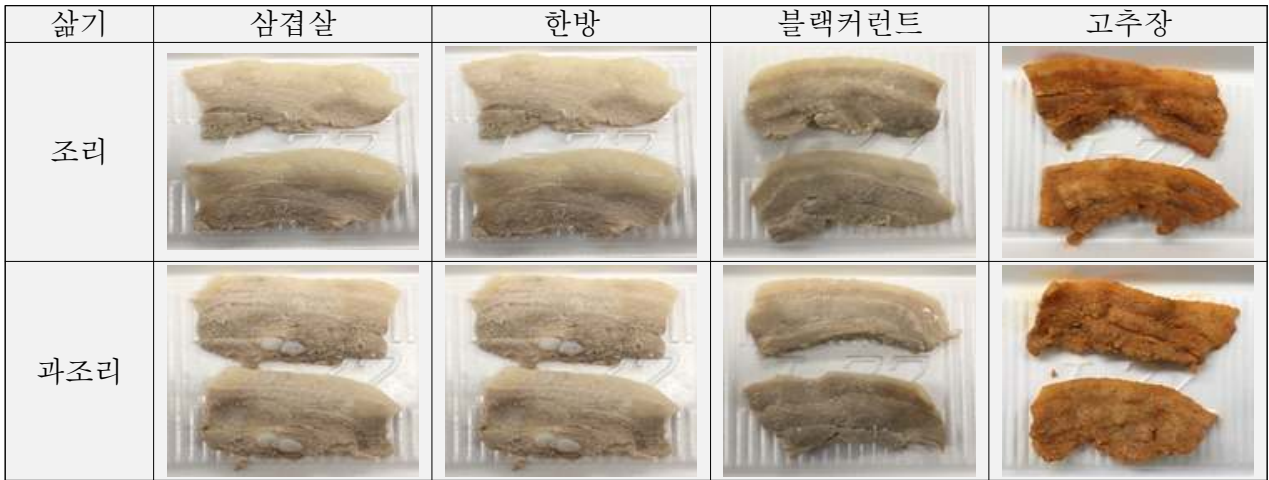


Figure 87. Photograph of boiled pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food.

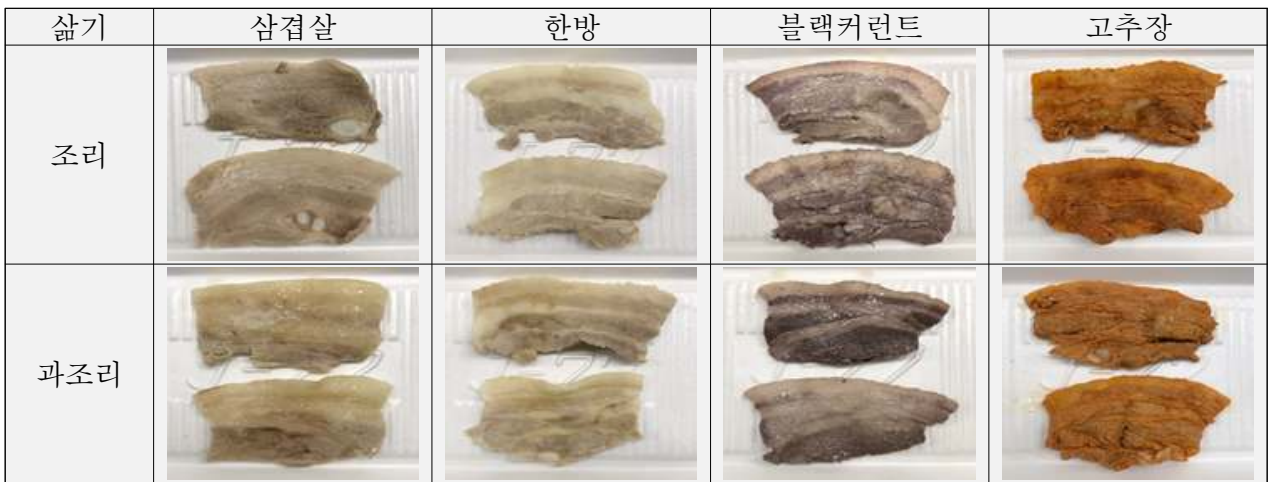


Figure 88. Photograph of boiled pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food.

(나) 팬프라이닝(pan-frying, PFR)

팬프라이닝 방법은 전기 그릴(가로 55 cm, 세로 31 cm, 높이 14 cm)을 사용하였으며, 팬의 중심부 온도가 190°C가 되도록 가열한 후 조리과 과조리로 각각 전/후면을 2/1.5분, 3.5/2.5분의 조건으로 가열하였다(Figure 89-90).

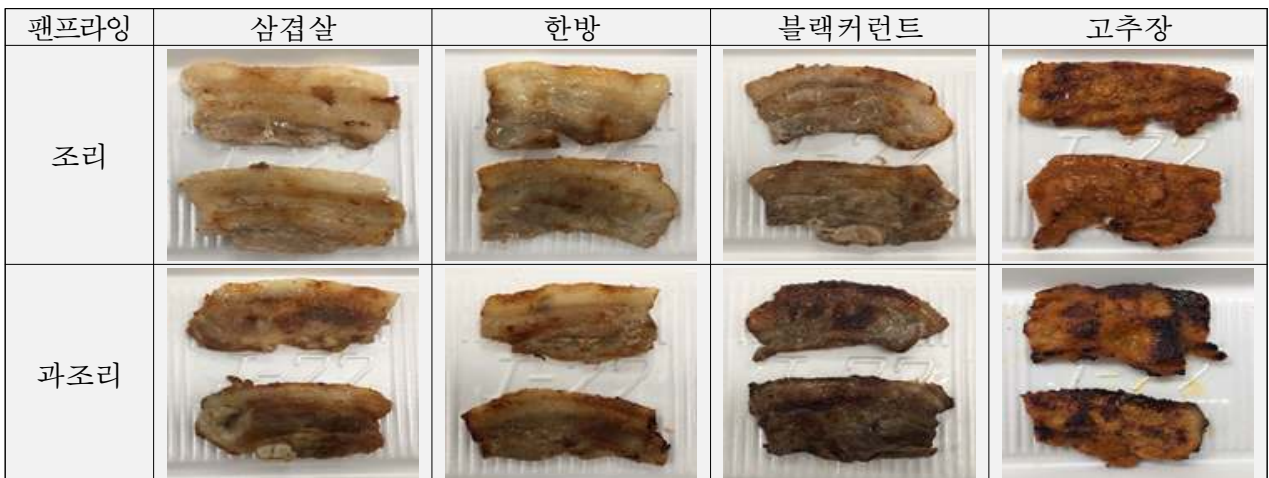


Figure 89. Photograph of pan-fried pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food.

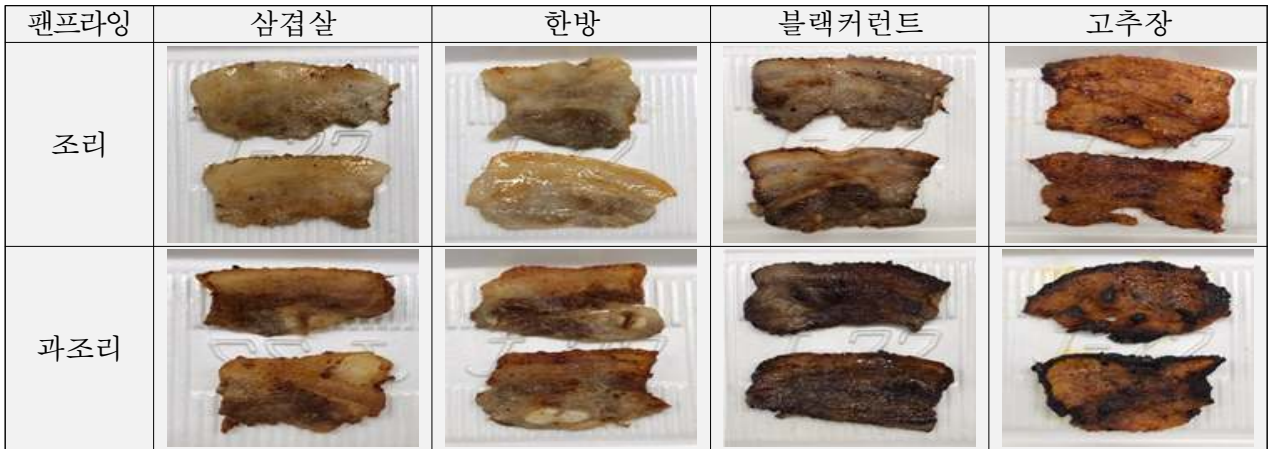


Figure 90. Photograph of pan-fried pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food.

(다) 바비큐(barbecue, BBQ)

바비큐 방법은 직사각형 화로(가로 55 cm, 세로 34 cm)에 달궈진 숯(약 600°C)을 넣고 그릴 판에 삼겹살을 올려서 가열조건에 따라서 조리과 과조리로 각각 전/후면 2/1.5분, 3/2분의 조건으로 가열하였다(Figure 91-92).

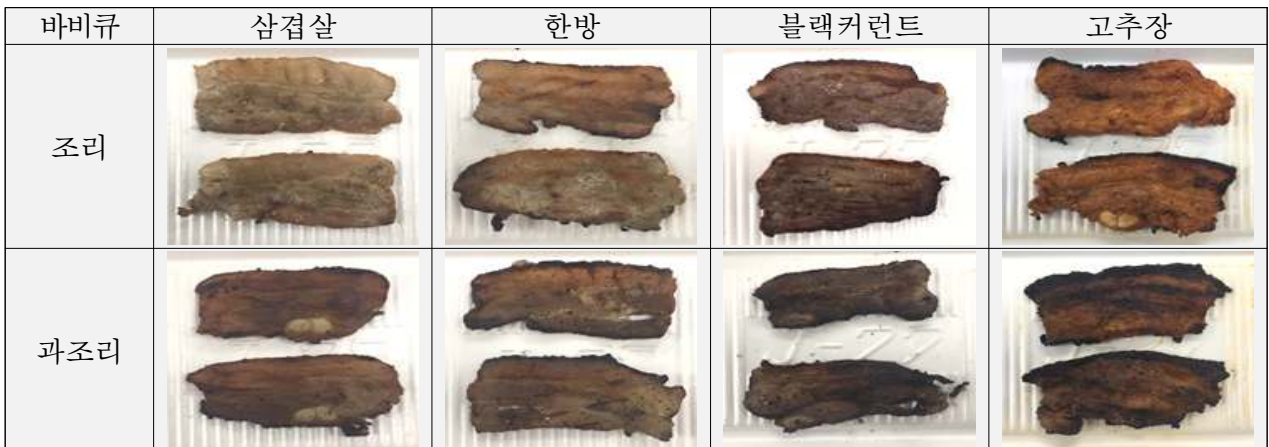


Figure 91. Photograph of barbecued pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food.



Figure 92. Photograph of barbecued pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food.

Table 83. Treatment by cooking method and doneness

No.	Cooking method	Doneness	Treatment	Abbreviation
1	Uncooked	raw	Raw	RAW
2	Boiling	cooking	Boiling	BOL
3		over-cooking	Boiling over-cooking	BOL-OC
4	Pan-frying	cooking	Pan-frying	PFR
5		over-cooking	Pan-frying over-cooking	PRF-OC
6	Barbecue	cooking	Barbecue	BBQ
7		over-cooking	Barbecue over-cooking	BBQ-OC

(3) 저장기간 중 품질특성 변화

(가) pH

pH는 시료 10g을 90mL의 증류수와 함께 homogenizer(PolyTron ® PT-2500E, Kinematica, Switzerland)한 후, pH meter(Orion 230A, Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA)로 측정하였다.

(나) 미생물

시료 10 g에 멸균생리식염수 90 mL을 멸균 bag에 넣고 stomacher (Bag Mixer 400, Interscience, France)를 이용하여 40초간 균질화하였다. 균질액은 멸균생리식염수를 이용하여 각각의 희석배수로 희석하였다. 일반세균수, Lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.를 배양하기 위하여 각각 plate count agar, MRS agar, violet red bile glucose agar (VRBG), cetrimide agar (CN) 선택배지를 사용하였다(MBcell, Korea). 각 희석액 1mL을 페트리디쉬에 분주한 후 각각의 선택배지를 무균적으로 분주한 후 응고시켜 배양하였다. 일반세균수는 37°C 48시간, Lactic acid bacteria는 혐기성 jar에 넣고 37°C 48±2시간, Enterobacteriaceae와 *Pseudomonads* Spp.는 30°C 24±2시간 동안 배양한 후 각각의 전형적인 콜로니를 계수하였다.

(다) 전단력

전단력 분석은 Texture Analyzer TA 1(LLOYD Instruments, Berwyn, PA, USA)를 사용하여 측정하였다. 삼겹살을 polyethylene bag에 넣고 삼겹살의 심부 온도가 75±2°C에 도달할 때까지 항온수조에서 20분간 가열한 후, 근섬유 방향과 직각이 되도록 4×8×0.3 cm로 잘라 준비하였다. V blade로 load cell 500N과 cross-head speed 50 mm/min 조건으로 측정하였다.

(라) TBARS(thiobarbituric acid reactive substances)

시료 내 TBARS 함량은 Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 5 g에 50 μ L 7.2% BHA를 넣고 15 mL 증류수를 가해 균질화하였다. 균질액 1 mL에 2 mL의 20mM TBA(15% TCA 용해) 시약을 가하고, 혼합 후 90°C에서 15분간 가열시켰다. 가열 후 찬물에서 식힌 다음 2,000xg의 속도로 10분간 원심분리 시켰다. 상층액을 UV/VIS spectrophotometer (Molecular Device, M2e, Sunnyvale, CA, USA) 를 이용하여 531 nm에서 측정하였고, 공시료는 시료대신 증류수를 가하여 같은 방법으로 측정하였다. TBARS 값은 흡광도 수치에 5.88을 곱하여 나타내었다.

$$\text{TBARS(mg malonaldehyde/kg)} = (\text{시료 흡광도} - \text{공시료 흡광도}) \times 5.88$$

(마) 휘발성염기태질소(volatile basic nitrogen, VBN)

시료 내 VBN 함량은 식품공전법의 conway unit을 사용하는 미량확산법을 이용하여 측정하였다(식품공전, 2019). 시료 5 g에 25 mL 증류수를 넣고 30분간 교반을 실시한 후 여과지 (Whatman No.1)를 이용하여 여과하였다. Conway unit 외실에는 시료 여과액과 포화 K_2CO_3 각각 1 mL을 넣고 내실에는 0.01N H_2SO_4 1 mL을 첨가하여 즉시 밀폐하였다. 밀폐한 Conway unit을 25°C에서 1시간 방치한 후 Conway unit 내실에 Brunswik 지시약 (0.2 g methyl red와 0.1g methylene blue/100mL ethanol) 20 μ L를 첨가하고 0.01N NaOH로 적정하였다. VBN 함량은 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{VBN(mg/100 g)} = 0.14 \times (b-a) \times F / W \times 100 \times D$$

a : 시료의 적정한 NaOH의 양 (mL), b : 공시료의 적정한 NaOH의 양(mL),

F : 0.01 N NaOH의 표준화 지수, W : 시료의 무게 (g), D : 회석배수

(4) 유해물질

(가) 바이오제닉 아민(biogenic amine)

바이오제닉 함량은 Eerola 등(1993)의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 2 g에 0.4M perchloric acid를 넣어 균질화 시킨 후, 원심분리(849xg, 10분, 4°C)하여 상등액을 취하였다. 침전물에 0.4M perchloric acid을 다시 가한 후 위 조작을 반복하여 얻은 총 추출액의 부피가 25 mL이 되도록 하였다. 추출액 0.2 mL에 2M sodium hydroxide (40 μ L), sodium hydrogen carbonate (60 μ L)를 넣어 혼합한 뒤 0.4 mL dansyl chloride (10mg/ml acetone)를 넣고 40°C에서 45분간 반응시켰다. 반응물의 dansyl chloride를 25% ammonium hydroxide를 이용하여 제거 후 280 μ L acetonitrile를 넣은 후 0.22 μ m 멤브레인 필터로 여과하여 HPLC(Agilent 1260, USA) 분석에 이용하였다. 컬럼은 Poroshell 120 EC-C18(4.6 \times 150 mm, 4 μ m, Agilent, USA)으로 254 nm에서 검출하였다. 유속은 1.0 mL/min으로 하여, 0.1M ammonium acetate (이동상 A)와 acetonitrile(이동상 B)를 gradient 조건(0 min, 50% B; 19 min, 90% B)으로 실시하였다. 결과는 표준물질 putrescine(PUT), cadaverine(CAD), histamine(HIM), tyramine(TYM), 및 spermidine(SPD)(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 사용하여 μ g/g으로 나타내었으며, 표준물질의 크로마토그램은 Figure 93에 나타내었다.

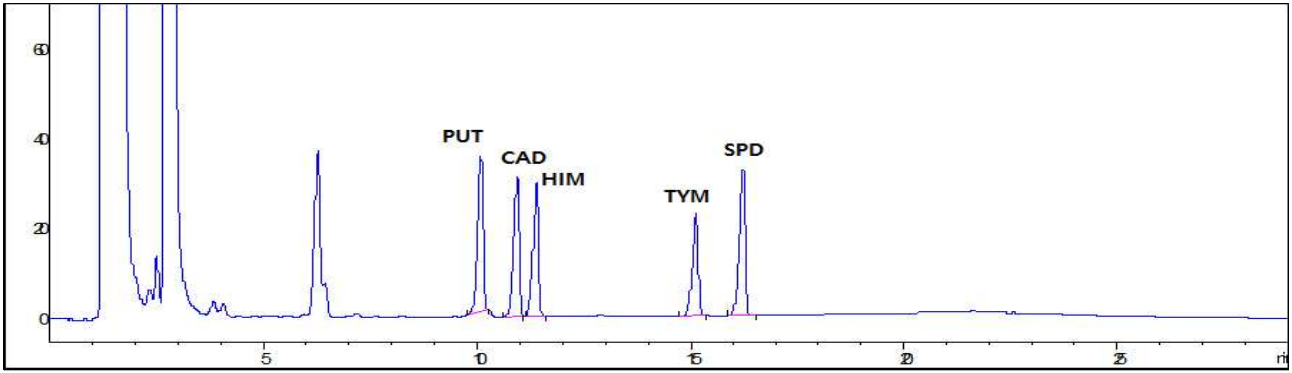


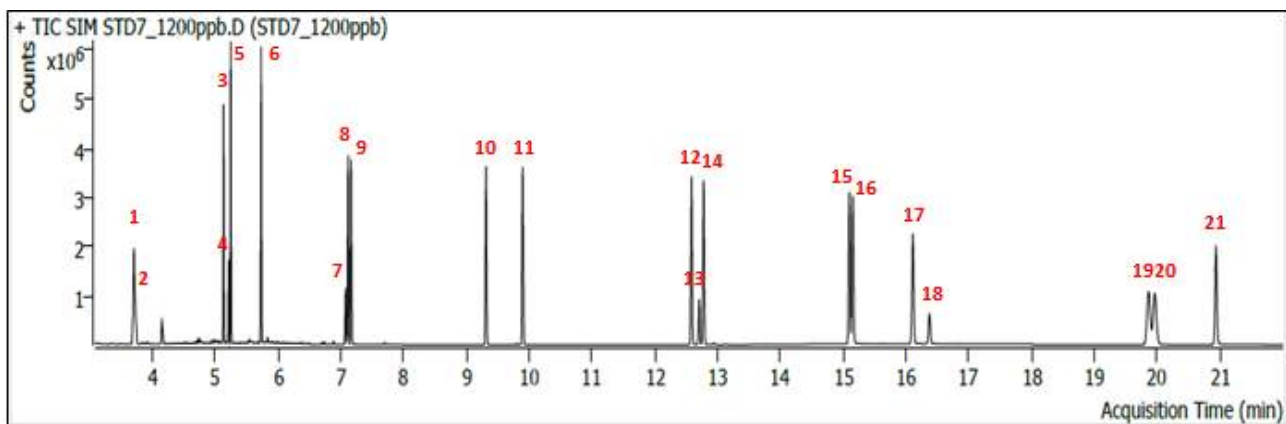
Figure 93. HPLC chromatogram of BA standard.

(나) 방향족탄화수소류(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)

시료 2.5 g을 정밀히 취한 후 5 mL의 ethyl acetate:acetonitrile (20:80, v/v)를 이용하여 20 분간 진탕 추출한다. 원심분리(3,000 xg, 7분)한 후 상등액을 새로운 튜브에 옮긴다. 다시 5 mL의 ethyl acetate:acetonitrile (20:40, v/v)를 넣고 20분간 진탕 추출한 후 원심분리 하여 상등액을 회수한다. 회수된 상등액은 감압농축을 이용하여 2mL로 농축시킨 후 0.5mL의 증류수를 넣고 잘 혼합하여 Captiva EMR-Lipid 카트리지 (Agilent, USA)에 여과한다. 최종적으로 에틸아세테이트:아세토나이트릴:증류수 (16:64:20) 0.625 mL로 용출시킨다. 용출액 1.875 mL과 2.625 mL 증류수, 1.2 mL isooctane을 넣고 강하게 섞어준다. 이후 원심분리하여 상등액을 GC/MS 분석에 이용하였다. GC/MS 분석 조건은 Table 84와 같다. 표준물질은 9.375, 18.75, 37.5, 75, 150, 300, 600, 1200 ng/mL로 희석하여 정량에 이용하였다(Figure 95). 표준물질과 내부표준물질(naphthalene-d8, acenaphthene-d10, phenanthrene-d10, chrysene-d12, perylene-d12)의 피크에 대한 면적비를 y축으로 표준물질의 농도를 x축으로 하여 검량곡선을 작성하였다(Table 84, Figure 94-95).

Table 84. PAHs GC/MS conditions

Traits	Conditions
GC/MS	Agilent 8890 GC, Agilent 5977B GC/MSD
Column	DB-EUPAH (20 m × 0.18 mm id, 0.14 μm)
Carrier gas	He, 1.2mL/min, constant flow
Injection	Splitless, 1μL
Oven	Initial temperature 70°C, Hold 1min
	30°C/min to 190°C
	10°C/min to 290°C, Hold 5min
Injector Temp.	30°C/min to 320°C, Hold 1min
	300°C
MS Detector	Electron ionization : 70eV
	MS Inlet line temp. : 310°C
	Source temp. : 290°C
	Selective ion monitoring mode



- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1: Naphthalene-d8 (ISTD) | 7: Phenanthrene-d10 (ISTD) | 13: Chrysene-d12 (ISTD) | 19: Indeno[1,2,3-cd]pyrene |
| 2: Naphthalene | 8: Phenathrene | 14: Chrysene | 20: Dibenzo[a,h]anthracene |
| 3: Acenaphthylene | 9: Anthracene | 15: Benzo[b]fluoranthene | 21: Benzo[ghi]perylene |
| 4: Acenaphthene-d10 (ISTD) | 10: Fluoranthene | 16: Benzo[k]fluoranthene | |
| 5: Acenaphthene | 11: Pyrene | 17: Benzo[a]pyrene | |
| 6: Fluorene | 12: Benzo[a]anthracene | 18: Perylene-d12 (ISTD) | |

Figure 94. GC/MS chromatogram of 16 PAHs standard.

Table 85. Quantitative condition, accuracy and recovery rate of 16 PAHs

NO.	PAHs	Retention time (min)	Qualitative ion (m/z)	Quantitative ion (m/z)	Accuracy (%)	Relative recovery (%)
1	Naphthalene	3.707	128	129, 102	110.29	116.53
2	Acenaphthylene	5.134	152	151, 153	115.95	131.87
3	Acenaphthene	5.248	153	152, 154	111.43	116.12
4	Fluorene	5.729	166	165, 167	129.27	108.47
5	Phenathrene	7.115	178	176, 152	107.86	109.59
6	Anthracene	7.163	178	176, 152	108.39	112.61
7	Fluoranthene	9.312	202	200, 203	116.62	108.55
8	Pyrene	9.893	202	200, 203	117.39	88.71
9	Benzo[a]anthracene	12.586	228	226, 229	103.03	110.29
10	Chrysene	12.777	228	226, 229	103.26	107.32
11	Benzo[b]fluoranthene	15.090	252	250, 253	102.83	93.32
12	Benzo[k]fluoranthene	15.153	252	250, 253	101.98	113.89
13	Benzo[a]pyrene	16.110	252	250, 253	96.96	96.56
14	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	19.861	276	274, 277	94.62	86.78
15	Dibenzo[a,h]anthracene	19.957	278	276, 279	99.06	110.75
16	Benzo[ghi]perylene	20.936	276	138, 277	98.39	76.67

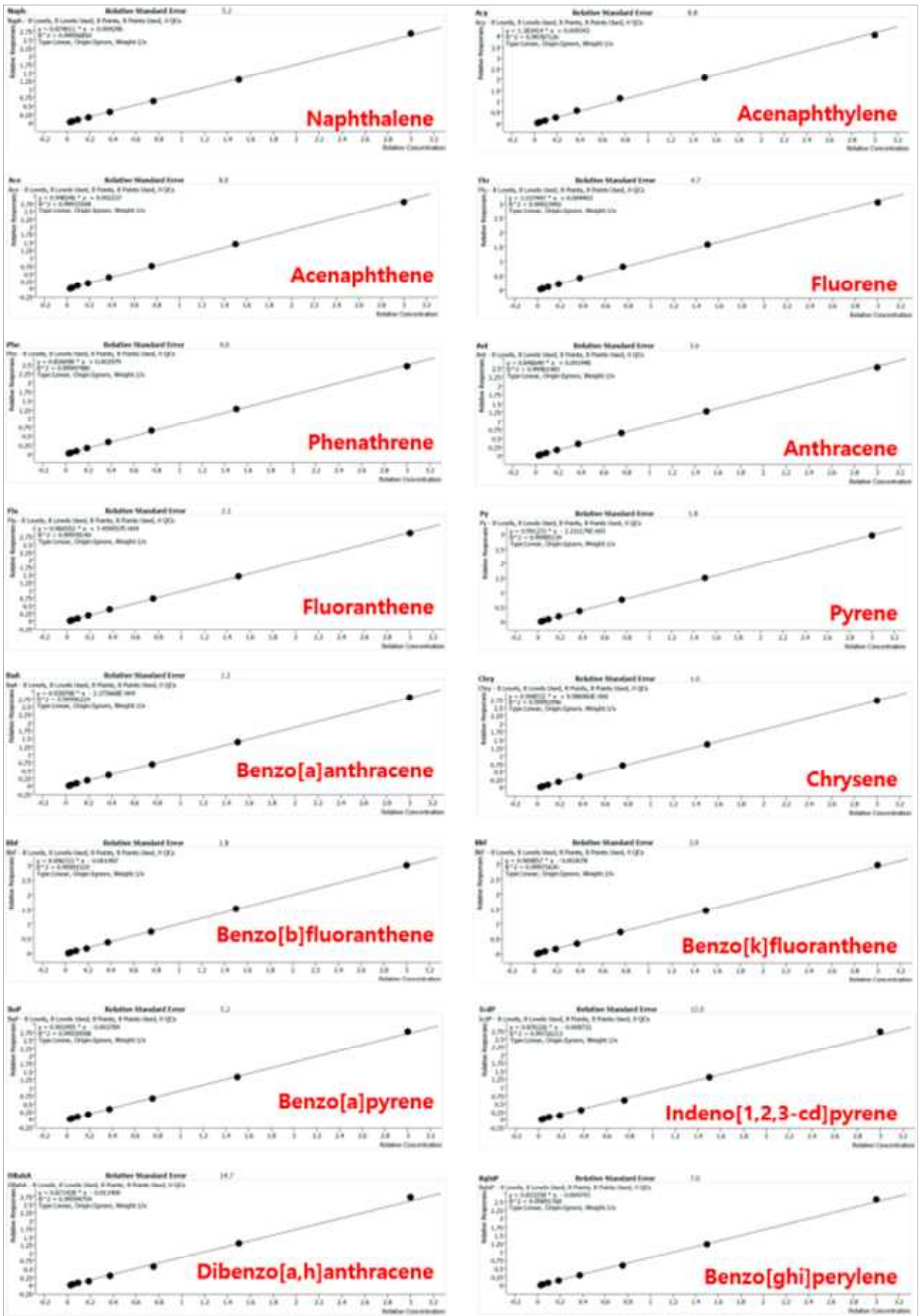


Figure 95. Calibration curve of 16 PAHs standard.

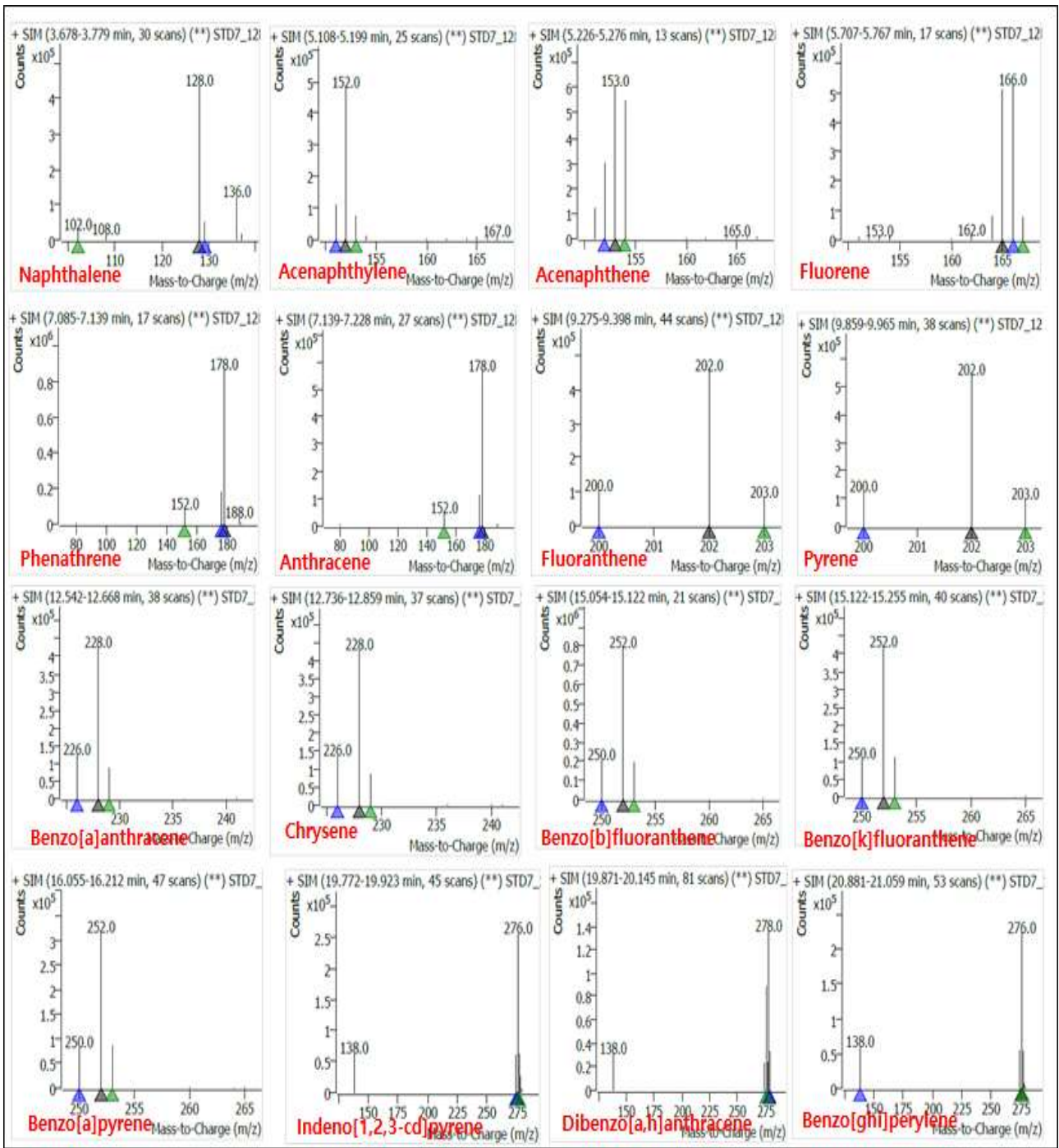


Figure 96. Mass spectrum of 16 PAHs standard.

(다) 헤테로사이클릭아민(heterocyclic amine, HCA)

표준시약 물질은 Toronto Research Chemicals사에서 구입한 7종 HCAs (4,8-DiMeIQx, 7,8-DiMeIQx, IQ, IQx, MeIQ, MeIQx, PhIP)을 500 ppm 또는 5,000 ppm이 되도록 Methanol로 용해하였고 필요에 따라 Methanol로 희석하여 사용하였다 (Table 86, Figure 97).

Table 86. Type and abbreviation of HCA standard substances (DiMeIQx, PhIP, MeIQ, MeIQx, IQx, IQ)

NO.	Standard	Abbreviation
1	2-Amino-3,7,8-trimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	7,8-DiMeIQx
2	2-Amino-3,4,8-trimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	4,8-DiMeIQx
3	2-Amino-1-methayl-6-phenylimidazo[4,5-b] pyridine	PhIP
4	2-Amino-3,4-dimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoline	MeIQ
5	2-Amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline	MeIQx
6	2-Amino-3-methyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	IQx
7	2-Amino-3-methyl-3H-imidazo[4,5-f]quinoline	IQ

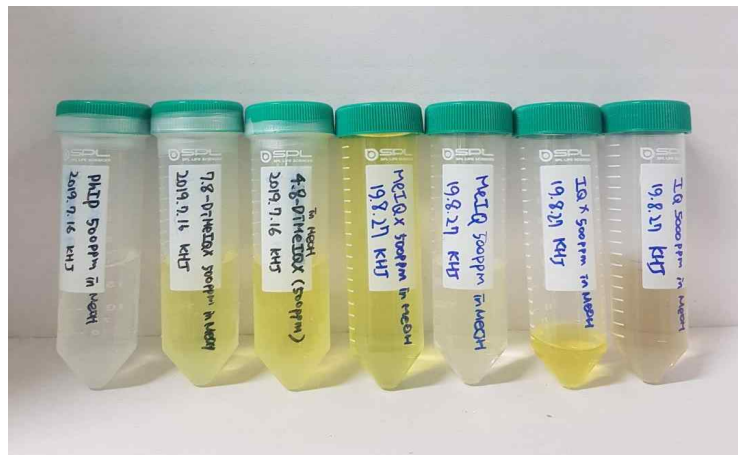


Figure 97. HCA standard solution in methanol.

삼겹살 내 HCAs 함량은 명 (2007)의 방법을 참고하여 분석하였다(Figure 98). 시료 3 g 에 1 M Sodium hydroxide를 넣고 균질한 후 Acetonitrile과 Methaneol을 넣는다. Water bath에 서 200 rpm으로 반응시킨 후 소니케이션하고 원심분리하여 상층액을 모아 건조시켜 유기 용매를 제거한다. Extrelut materials에 흡착시키고 Dichloromethane:ethyl acetate (1:1 v/v) 80 ml을 세 번에 나눠 용출시킨 후 유기용매를 건조시킨다. 건조된 용액에 1M Sodium hydroxide와 10% Methanol을 넣고 Methanol과 증류수로 전처리한 C18 cartridge에 적재한다. 그런 다음, 증류수로 세척한 후 2% Acetic acid in 70% Methanol 2 mL로 용출시키고 0.45 μ m 멤브레인 필터로 여과한 후 HPLC에 주입하였다. 분석에 이용된 기기는 HPLC Agilent 1100 Series (Agilent, USA)로 분석 조건은 Table 87에 나타내었다. 각각 표준물질의 검정곡선을 그린 뒤, 표준물질의 면적과 시료의 면적을 비교하여 헤테로사이클릭 아민 함량을 분석하였다. 헤테로사이클릭 아민 표준 시약 물질의 HPLC 크로마토그램은 Figure 99에 나타내었고, 표준물질의 검량선은 Table 88에 나타내었다.

모든 실험 결과는 평균치±표준편차로 표시하였고, 자료의 통계 처리는 IBM SPSS statistics 25를 이용하여 일원 배치 분산 분석으로 진행하였다. Student-Newman-Keuls의 다중 범위 검정을 이용하여 $p < 0.05$ 의 유의수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 평가하였다.



Figure 98. Diagram of HCA extraction process in pork belly.

Table 87. HPLC conditions of HCA

Traits	Conditions		
Column	FORTIS H ₂ O (250 × 4.6 mm, 5 μM)		
Injection volumn	10 μL		
Mobile A	50 nM Ammonium acetate adjust pH 3.6 by acetic acid		
Mobile B	Acetonitrile		
Flow	1 mL/min		
Stop time	30 min		
Detector	263 nm		
Temperature	Room temperature		
Gradient	Time	A (%)	B (%)
	0-15 min	90-40	10-60
	15-20 min	40-90	60-10
	20-30	90	10

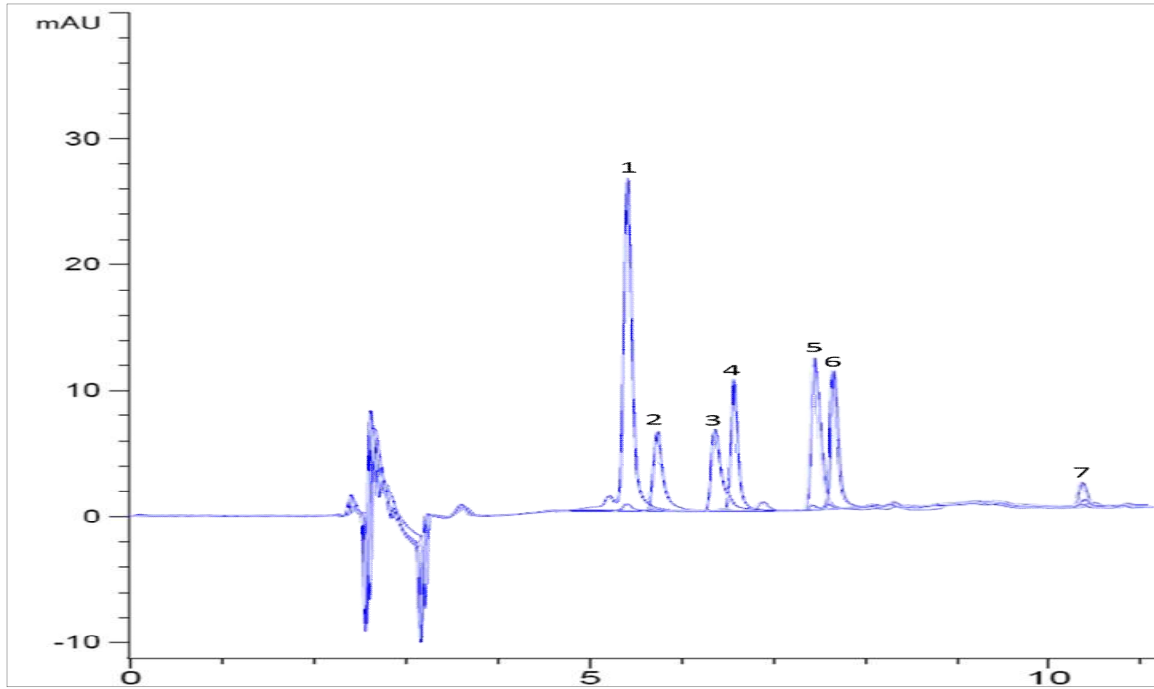


Figure 99. HPLC chromatogram of 7 HCAs standard.

(1: IQx, 2: IQ, 3: MeIQ, 4: MeIQx, 5: 7,8-DiMeIQx, 6: 4,8-DiMeIQx, 7: PhIP)

Table 88. Calibration curve of HCA standard

HCAs	Retention time (min)	y=ax+b	r ²
IQx	5.472	a=514.88 b=-382.68	0.995
IQ	5.731	a=261.52 b=-211.53	0.999
MeIQ	6.384	a=259.99 b=-240.26	0.998
MeIQx	6.534	a=431.43 b=-380.3	0.998
7,8-DiMeIQx	7.526	a=517.72 b=-486.56	0.996
4,8-DiMeIQx	7.708	a=395 b=-313.23	0.992
PhIP	10.492	a=54.469 b=-40.469	0.998

(5) 통계 분석

본 실험의 모든 결과는 SAS program(ver. 9.4 Statistics Analytical System)의 General Linear Model(GLM) 방법을 이용하여 분산 분석하였다. 처리군의 평균값 간의 비교를 위해 tukey 방법에 의해 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

나. 연구 결과

(1) 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 유해물질 저해 효과 스크리닝

(가) 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 방향족탄화수소류(PAHs) 저해 효과 스크리닝

Table 89. List of pork belly treated with natural substances and traditional food

No.	treatment	Natural matters
1	Contorl (pork belly)	-
2	Medicinal plants 1X	Clove, cinnamon, ginger, garlic, salt complex
3	Medicinal plants 3X	Clove, cinnamon, ginger, garlic, salt complex(3 times)
4	Blackcurrant 1X	Blackcurrant, salt
5	Blackcurrant 3X	Blackcurrant, salt (3 times)
6	Black tea powder 1X	Black tea powder, salt
7	Black tea powder 3X	Black tea powder, salt (3 times)
8	Gochujang 1X	Gochujang
9	Gochujang 3X	Gochujang (3 times)

1차 년도의 연구 결과를 토대로 3가지 천연소재(한방, 블랙커런트, 홍차)와 1가지 전통식품(고추장)을 선정하였다(Table 89). 각각의 천연소재 및 전통식품을 첨가한 숙성삼겹살을 농도별 1배 또는 3배로 제작하여 이후 PAHs, HCAs 저감 효과를 검증하였다.

Table 90. PAHs content and inhibitory effect of barbecued pork belly treated with natural substances and traditional food (1)

Treatment	PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)				Rank of PAHs inhibition rate
	B[a]P	B[a]A	B[b]F	Total PAHs ³⁾	
Contorl (pork belly)	89.98(0) ¹⁾	113.21(0)	99.04(0)	302.23(0)	8
Medicinal plants 1X	9.42(90)	161.84(-43)	108.91(-10)	280.17(7)	7
Medicinal plants 3X	46.07(49)	153.79(-36)	115.92(-17)	315.78(-4)	9
Blackcurrant 1X	0.00 ²⁾ (100)	27.26(79)	0.00 ²⁾ (100)	27.26(91)	3
Blackcurrant 3X	0.00 ²⁾ (100)	56.22(50)	6.30(94)	62.52(79)	4
Black tea powder 1X	5.69(94)	19.71(83)	0.00 ²⁾ (100)	25.40(92)	2
Black tea powder 3X	19.39(78)	34.00(70)	30.12(70)	83.50(72)	5
Gochujang 1X	17.89(80)	49.87(56)	40.99(59)	108.75(64)	6
Gochujang 3X	0.00 ²⁾ (100)	9.16(92)	0.00 ²⁾ (100)	9.16(97)	1

¹⁾ PAH contents (inhibition rate, %) : the PAHs inhibition rate (%) determined based on PAHs contents of pork belly, and - value means an increase in content. ²⁾ Detected below the quantitative limit. ³⁾ Total PAHs : B[a]P+B[a]A+B[b]F

천연소재 및 전통식품 적용 숙성삼겹살을 바비큐-과조리 조건으로 조리하였으며, 앞면 3분, 뒷면은 2분 동안 조리하였다. 숙성삼겹살 내 PAHs 분석은 식품공전법에 의거하여 실시하였으며 합량 및 저해효과는 Table 90에 나타내었다. 삼겹살 처리구의 총 PAHs는 302.23 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 였으며, 천연물질 및 전통식품을 첨가함에 따라 고추장삼겹살 3배>홍차분말삼겹살>블랙삼겹살>블랙삼겹살 3배>홍차분말삼겹살 3배>고추장삼겹살 순으로 PAHs를 저감시켰다. 특히 PAHs 저감율이 가장 높은 처리구로 고추장삼겹살 3배로, 다음으로 홍차분말삼겹살, 블랙삼겹살 순으로 B[a]P와 B[b]F이 검출한계 이하로 측정되어 감소율이 높았다.

Table 91. PAHs content and inhibitory effect of barbecued pork belly treated with natural substances and traditional food (2)

Treatment	PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)				Rank of PAHs inhibition rate
	B[a]P	B[a]A	B[b]F	Total PAHs ³⁾	
Control (pork belly)	154.78(0) ¹⁾	52.28(0)	206.89(0)	413.91(0)	9
Medicinal plants 1X	35.60(77)	18.43(65)	50.63(76)	104.67(75)	8
Medicinal plants 3X	38.68(75)	16.76(68)	48.41(77)	103.85(75)	7
Blackcurrant 1X	21.61(86)	3.56(93)	0.00 ²⁾ (100)	25.18(94)	3
Blackcurrant 3X	39.28(75)	11.02(79)	35.41(83)	85.71(79)	6
Black tea powder 1X	0.00 ²⁾ (100)	0.00 ²⁾ (100)	0.00 ²⁾ (100)	0.00 ²⁾ (100)	1
Black tea powder 3X	35.46(77)	6.83(87)	35.28(83)	77.57(81)	5
Gochujang 1X	28.45(82)	6.59(87)	28.88(86)	63.93(85)	4
Gochujang 3X	3.47(98)	2.11(92)	0.00 ²⁾ (100)	9.16(99)	2

¹⁾ PAH contents (inhibition rate, %) : the PAHs inhibition rate (%) determined based on PAHs contents of pork belly. ²⁾ Detected below the quantitative limit. ³⁾ Total PAHs : B[a]P+B[a]A+B[b]F

바비큐된 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 내 PAHs 합량 분석 2차 결과는 Table 91에 나타내었다. 1차 결과와 유사하게 총 PAHs 저감율은 홍차분말삼겹살>고추장삼겹살 3배>블랙삼겹살>고추장삼겹살>홍차분말삼겹살 3배>블랙삼겹살 3배>한방삼겹살 3배>한방삼겹살 순으로 나타났다. 최종적으로 홍차분말, 고추장, 블랙커런트가 바비큐로 인해 생성되는 PAHs 생성 억제 효과를 보이는 것으로 판단된다.

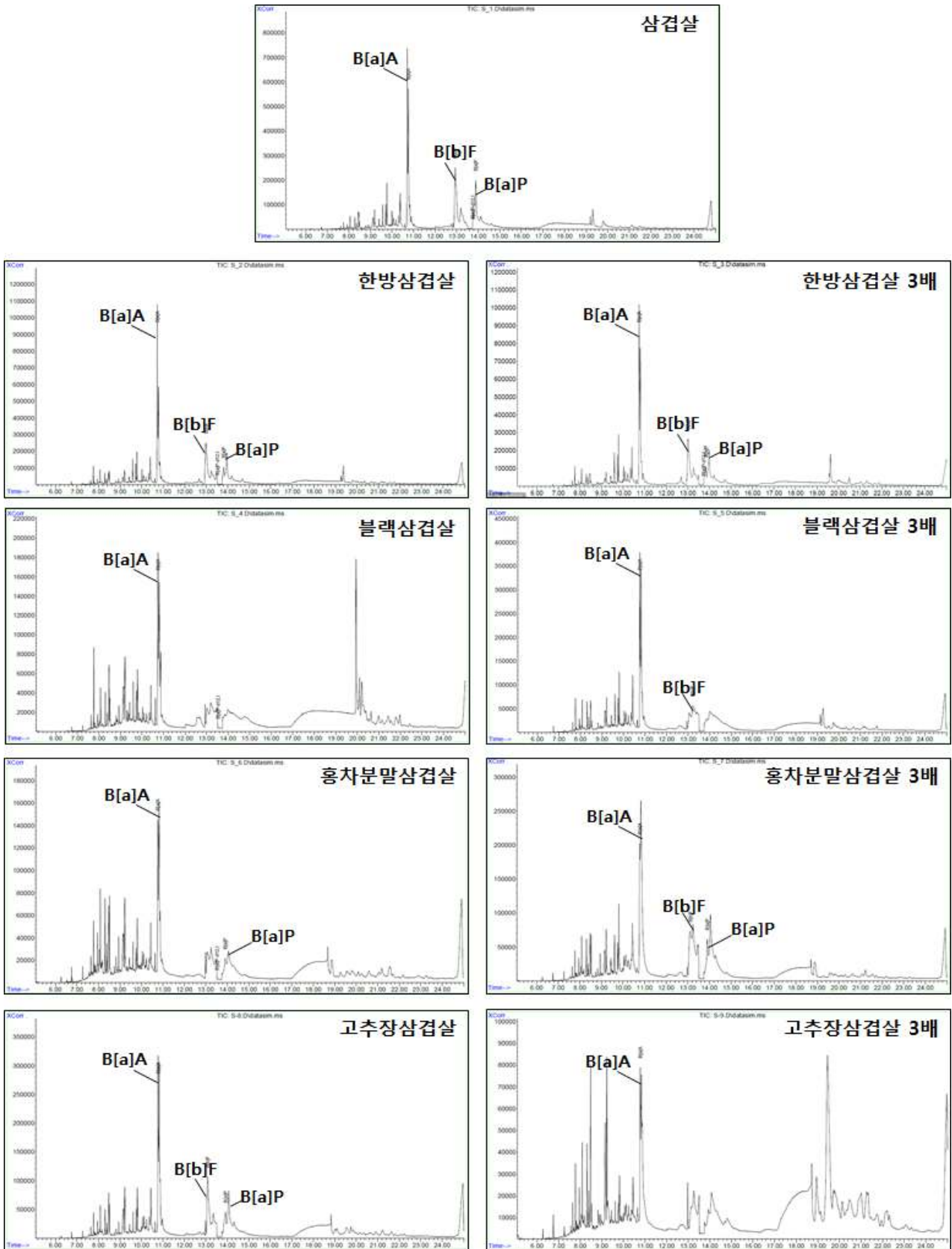


Figure 100. GC/MS chromatogram of PAHs in pork belly treated with natural substances and traditional food.

(나) 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 헤테로사이클릭아민(HCAs) 저해 효과 스크리닝

Table 92. HCA contents in pork belly treated with natural substances and traditional food by treat concentration

Treatment		HCAs (ng/g)								
Natural matters	Cooking method	IQx	IQ	MeIQ	MeIQx	7,8-DiMeIQx	4,8-DiMeIQx	PhIP	Total HCAs	
CON	RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	BA/C	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	BA/OC	57.20 ±4.12	47.11 ±0.92	nd	nd	nd	nd	nd	104.31	
Blackcurrant	RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	1X	BA/C	4.39 ±0.36	nd	7.29 ±1.91	2.47 ±0.05	nd	nd	nd	14.15
		BA/OC	3.28 ±0.61	nd	3.54 ±0.98	nd	5.31 ±2.03	nd	nd	12.13
		RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0
	3X	BA/C	1.51 ±2.13	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1.51
		BA/OC	8.42 ±1.25	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8.42
Black tea powder	RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	1X	BA/C	0.62 ±0.88	nd	nd	nd	2.43 ±3.44	nd	nd	3.05
		BA/OC	3.88 ±1.26	nd	2.69 ±0.75	nd	6.53 ±9.23	nd	nd	13.1
	RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	3X	BA/C	nd	nd	nd	nd	3.47 ±4.90	nd	nd	3.47
		BA/OC	nd	nd	2.69 ±0.75	nd	12.45 ±17.60	nd	nd	15.14
Medicinal plants	RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	1X	BA/C	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0
		BA/OC	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0
	RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	3X	BA/C	nd	nd	nd	2.84 ±1.30	nd	nd	nd	2.84
		BA/OC	6.24 ±0.60	nd	nd	nd	nd	nd	nd	6.24
Gochujang	RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	1X	BA/C	1.41 ±1.99	nd	nd	3.38 ±0.81	nd	nd	nd	4.79
		BA/OC	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0
	RAW	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
	3X	BA/C	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0
		BA/OC	21.84 ±8.76	nd	nd	6.14 ±4.47	nd	nd	nd	27.98

RAW, Raw; BA/Q, Barbecue cooking; BA/OC, Barbecue over cooking; nd, not detected; Total HCAs, IQx + IQ + MeIQ + MeIQx + 4,8-DiMeIQx + 7,8-DiMeIQx + PhIP; Data presented as mean ± SD.

천연소재 및 전통식품 적용 삼겹살을 숯불화로 사용하여 바비큐 조건으로 조리하였으며, 앞 1분, 뒤 2분 동안 조리(cooking)하였고, 앞 3분, 뒤 3분 동안 과조리(over-cooking)하였다. 농도 별 천연소재 및 전통식품을 적용한 삼겹살의 헤테로사이클릭 아민 함량은 Table 92에 나타내었다. 농도 별 천연소재 및 전통식품을 적용하여 바비큐 조리 및 과조리 했을 때 모든 처리구에서 헤테로사이클릭 아민 함량이 감소하는 것을 보였다. 그 중 가장 헤테로사이클릭 아민 저감 효과가 좋은 처리구는 한방 1배이며, 고추장 1배, 한방 3배 순으로 저감 효과가 높았다. 따라서 헤테로사이클릭 아민 저감 효과가 있을 것이라고 예상되는 천연소재 및 전통식품은 한방으로 판단된다.

(다) 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 스크리닝 관능평가

Table 93. Sensory properties of pork belly treated with natural substances and traditional food

Sensory properties	CON	Medicinal plants 1X	Medicinal plants 3X	Blackcurrant 1X	Blackcurrant 3X	Black tea powder 1X	Black tea powder 3X	Gochujang 1X	Gochujang 3X
Aroma	6.60 ±1.673	6.60 ±1.673	5.20 ±2.049	7.80 ±0.837	6.80 ±2.168	7.00 ±1.000	6.20 ±1.789	6.80 ±1.789	7.40 ±1.817
Color	7.40 ±0.548	6.80 ±0.447	6.20 ±0.837	8.60 ±0.548	5.60 ±1.140	6.80 ±1.643	5.40 ±1.517	6.40 ±1.342	6.80 ±1.643
Flavor	7.00 ±1.225	7.20 ±1.095	4.00 ±2.449	7.80 ±0.837	7.40 ±0.894	7.40 ±1.140	5.60 ±2.608	7.00 ±1.732	6.80 ±1.304
Juiciness	5.00 ±1.871	6.40 ±0.548	6.80 ±1.304	6.80 ±1.643	6.80 ±1.095	7.00 ±1.000	6.60 ±1.517	6.80 ±1.304	6.80 ±1.789
Tenderness	5.20 ±1.924	6.80 ±1.095	7.00 ±1.000	6.40 ±1.673	7.20 ±1.095	6.80 ±0.837	6.60 ±1.817	6.40 ±1.817	6.40 ±1.817
Overall acceptability	6.40 ±1.140	6.60 ±0.548	4.80 ±1.789	7.80 ±1.304	7.00 ±1.000	7.40 ±1.342	5.60 ±2.074	6.40 ±2.702	6.60 ±2.074

Mean ±SD, 1:extremely bad ~ 9:extremely good

Table 94. Sensory evaluation opinion of pork belly treated with natural substances and traditional food

Treatment	Opinion
Control (pork belly)	그냥 그런 삼겹살 / 맛있는 편이 아니라 느낌 / 일반적인 맛임, 두께가 너무 얇아서 숯불구이에 어울리지 않음 / 딱딱하고, 다즙성이 없음
Medicinal plants 1X	한방맛이 별로, 잔맛이 심함 / 족발 향이 느껴짐 계피 향이 강함 / 다즙성이 없음 / 미세하게 나는 한방향이 좋음
Medicinal plants 3X	너무 진함, 다시는 먹고 싶지 않음 / 향이 강하고 너무 씹 / 쓴맛과 강한 향신료 냄새 / 색이 좋지 않음 / 한방 향이 너무 강함
Blackcurrant 1X	감칠맛이 느껴짐 / 삼겹살과 비슷한 풍미 / 고기색이 일반 삼겹살과 유사 / 냄새가 좋고, 부드러움 / 일반 고기와 비슷함
Blackcurrant 3X	맛있지만 조금 짠 / 조금 짠 느낌이 강함 / 냄새가 좋음 / 블랙커런트 색이남
Black tea powder 1X	고기맛이 잘 느껴짐, 풍미가 좋음 / 홍차 향이 어울리지 않음 / 풍미가 강함 / 일반 고기와 비슷함
Black tea powder 3X	고기 맛도 양념 맛도 안 느껴짐 / 홍차 향이 너무 강하고, 쓴 느낌 / 색이 약간 어두움 / 홍차 향이 나지만 역하지 않음
Gochujang 1X	조금 더 맵다면 좋겠음 / 향이 약함 / 맛이 좋음 / 색이 좋지 못함 / 고추장 향이 거의 없었으며, 느끼한 향이남
Gochujang 3X	고추장 맛이 좀 진함, 그리고 느끼함 / 고추장 향이 너무 강함 / 진한 고추장 맛이 좋음 / 딱딱함 / 저농도 보다 느끼함이 덜하지만 느끼한 향이남

천연소재(한방, 블랙커런트, 홍차) 및 전통식품(고추장)을 첨가한 숙성삼겹살 관능평가 결과는 Table 93에 나타내었으며, 관능평가 시 패널들의 의견은 Table 94에 나타내었다. 관능평가 결과 블랙삼겹살과 홍차분말삼겹살이 다른 처리구에 비해 높은 냄새, 향미, 종합적기호도 점수를 나타내었다. 블랙삼겹살과 고추장삼겹살은 제외하고는 고농도 처리구(3배)가 저농도 처리구보다 낮은 향미 점수를 나타내었다. 관능패널들의 의견을 종합해본 결과 블랙삼겹살과 홍차분말삼겹살이 긍정적인 평가를 얻었으며, 한방삼겹살의 경우 한방향이 너무 강하고 색이 진하다는 의견이 있었다. 또한 고추장삼겹살의 경우 진한 고추장의 영향으로 느끼하다는 의견이 있었다.

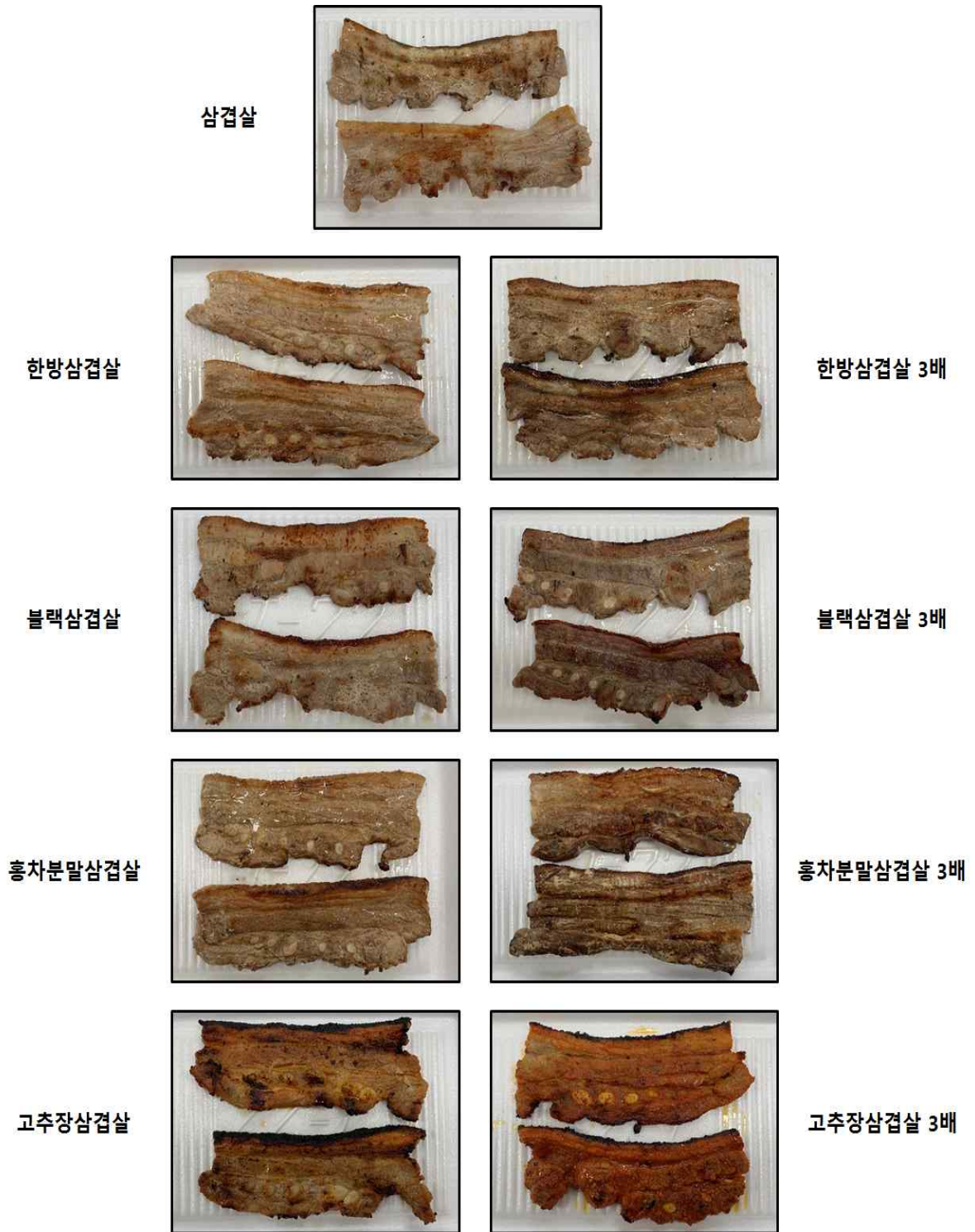


Figure 101. Photographs of barbecued pork belly treat with national substances and traditional food.

(2) 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 내 저장기간 중 품질 변화

(가) 천연소재 및 전통식품 첨가 백색돈 숙성삼겹살 내 저장기간 중 품질 변화

Table 95. Effects of natural substances and traditional food on pH and shear force of pork belly (LYD) during refrigerated storage ($9\pm 2^\circ\text{C}$)

Treatment	Storage (days)			SEM	
	0	5	10		
CON	5.82 ^{Ba}	5.78 ^{Bb}	5.59 ^{Bc}	0.010	
Medicinal plants	5.88 ^{Ab}	6.01 ^{Aa}	5.65 ^{Ac}	0.009	
pH	Blackcurrant	4.97 ^{Db}	5.04 ^{Ca}	4.71 ^{Dc}	0.009
	Gochujang	5.70 ^{Cb}	5.75 ^{Ba}	5.22 ^{Cc}	0.003
	SEM	0.007	0.009	0.008	
CON	14.80 ^{Aa}	13.02 ^{Aab}	10.68 ^{Ab}	0.614	
Medicinal plants	15.55 ^{Aa}	13.10 ^{Aab}	11.02 ^{Ab}	0.647	
Shear force (N)	Blackcurrant	15.10 ^{Aa}	13.09 ^{Aab}	10.80 ^{Ab}	0.879
	Gochujang	14.49 ^{Aa}	12.78 ^{Aa}	10.20 ^{Ab}	0.430
	SEM	0.675	0.827	0.419	

^{A-D} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

최종적으로 선정된 천연소재(한방, 블랙커런트) 및 전통식품(고추장) 첨가에 따른 백색돈 숙성삼겹살 내 저장기간 중 pH 및 전단력 변화는 Table 95에 나타내었다. 천연소재 및 전통식품을 첨가하지 않은 대조구의 초기 pH는 5.82였으며, 블랙커런트 첨가 삼겹살이 4.97로 유의적으로 가장 낮았다. 저장기간이 증가함에 따라 저장 10일차에 저장 0일차보다 pH가 감소하였다 ($p < 0.05$).

전단력의 경우 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p < 0.05$), 연도가 증가하였음을 확인하였다. 그러나 모든 저장기간 동안 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 전단력의 차이를 보이지 않았다.

Table 96. Effects of natural substances and traditional food on microbial counts of pork belly (LYD) during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

Microorganisms (Log CFU/g)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
Total aerobic bacteria	CON	3.57 ^{Bc}	6.64 ^{Cb}	7.98 ^{Ca}	0.030
	Medicinal plants	3.36 ^{Bc}	6.49 ^{Cb}	8.59 ^{Ba}	0.082
	Blackcurrant	3.29 ^{Bc}	7.20 ^{Bb}	8.59 ^{Ba}	0.098
	Gochujang	5.41 ^{Ac}	7.60 ^{Ab}	8.77 ^{Aa}	0.063
	SEM	0.105	0.064	0.028	
Lactic acid bacteria	CON	2.81 ^{Bc}	6.31 ^{Bb}	7.68 ^{Ca}	0.088
	Medicinal plants	2.29 ^{Bc}	6.20 ^{Cb}	8.24 ^{Ba}	0.051
	Blackcurrant	2.71 ^{Bc}	7.03 ^{Ab}	8.47 ^{ABa}	0.023
	Gochujang	3.85 ^{Ac}	7.01 ^{Ab}	8.61 ^{Aa}	0.078
	SEM	0.096	0.009	0.059	
Enterobacteriaceae	CON	2.94 ^{Bc}	6.02 ^{Bb}	7.34 ^{Ba}	0.205
	Medicinal plants	3.10 ^{Bc}	6.48 ^{Ab}	7.90 ^{Aa}	0.059
	Blackcurrant	2.54 ^{Bc}	5.51 ^{Cb}	6.07 ^{Ca}	0.036
	Gochujang	4.20 ^{Ac}	6.15 ^{Ba}	5.46 ^{Db}	0.041
	SEM	0.178	0.035	0.057	
<i>Pseudomonads</i> spp.	CON	1.65 ^{ABc}	4.36 ^{Bb}	6.97 ^{Aa}	0.051
	Medicinal plants	1.65 ^{ABc}	4.69 ^{Ab}	6.78 ^{Aa}	0.048
	Blackcurrant	1.48 ^{Bc}	3.50 ^{Cb}	4.31 ^{Ca}	0.017
	Gochujang	1.98 ^{Ab}	4.59 ^{Aa}	4.66 ^{Ba}	0.092
	SEM	0.075	0.030	0.060	

^{A-D} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

저장기간별 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 백색돈 내 미생물(Total aerobic bacteria, Lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 변화는 Table 96에 나타내었다. Total aerobic bacteria는 총 호기성균이며, Lactic acid bacteria은 젖산균으로 발효 및 숙성과정에서 젖산을 생성하여 식품의 pH를 감소시킬 수 있다. Enterobacteriaceae와 *Pseudomonads* spp.는 부패성균으로 식육의 부패 시 그 수가 증가하는 것으로 알려져 있다. 저장 0일차의 대조구의 total aerobic bacteria는 3.57 Log CFU/g으로 한방과 블랙커런트 첨가 삼겹살과 유의적인 차이를 보이지 않았지만 고추장 첨가 삼겹살은 5.41 Log CFU/g으로 유의적으로 가장 높았다. 또한, 고추장 첨가 삼겹살은 대조구, 한방, 블랙커런트 첨가 삼겹살보다 높은 lactic acid bacteria와 Enterobacteriaceae수를 나타내었다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 전통 발효식품인 고추장 첨가의

영향인 것으로 사료된다. 이후 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구의 미생물 수는 증가하였다($p < 0.05$). 저장 5일차에 블랙커런트와 고추장 첨가 삼겹살이 대조구 보다 높은 total aerobic bacteria 수를 나타내었지만 이와 같은 결과는 높은 lactic acid bacteria 수 인 것으로 판단되었다($p < 0.05$). 반면에 블랙커런트 첨가 삼겹살은 대조구보다 낮은 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp. 수를 나타내었다($p < 0.05$). 저장 10일차에 또한 블랙커런트와 고추장 첨가 삼겹살이 대조구 보다 높은 total aerobic bacteria 수를 나타내었으며, 높은 lactic acid bacteria 수를 나타내었다($p < 0.05$). 저장 10일차에 대조구는 부패성균인 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp. 수가 각각 7.34와 6.97 Log CFU/g이었지만 블랙커런트와 고추장 첨가 삼겹살은 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp. 수가 각각 5.46~6.07, 4.31~4.66 Log CFU/g으로 부패성균의 증식을 효과적으로 억제하였다($p < 0.05$). 단, 한방 첨가 삼겹살은 저장 10일차에 대조구보다 높은 Enterobacteriaceae 수를 나타내었다($p < 0.05$).

Table 97. Effects of natural substances and traditional food on TBARS and VBN of pork belly (LYD) during refrigerated storage ($9 \pm 2^\circ\text{C}$)

Traits	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
TBARS (mg MDA/kg)	CON	0.16 ^{Db}	0.51 ^{Ca}	0.57 ^{Da}	0.006
	Medicinal plants	0.79 ^{Ab}	1.10 ^{Aa}	1.11 ^{Aa}	0.030
	Blackcurrant	0.41 ^{Cc}	0.73 ^{Bb}	0.82 ^{Ca}	0.003
	Gochujang	0.54 ^{Bb}	0.84 ^{Ba}	0.88 ^{Ba}	0.030
	SEM	0.010	0.035	0.008	
VBN (mg/100g)	CON	6.60 ^{Bc}	15.77 ^{Ab}	32.92 ^{Aa}	0.274
	Medicinal plants	6.74 ^{Bc}	16.33 ^{Ab}	24.87 ^{Ba}	0.209
	Blackcurrant	6.04 ^{Bc}	8.35 ^{Cb}	15.10 ^{Da}	0.202
	Gochujang	12.19 ^{Ab}	12.37 ^{Bb}	16.80 ^{Ca}	0.202
	SEM	0.242	0.203	0.225	

^{A-D} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 저장기간별 TBARS와 VBN 함량 변화는 Table 97에 나타내었다. 지질산패도를 나타내는 TBARS 함량의 경우 저장 0일차에 대조구가 0.16mg MDA/kg 였으나, 천연소재 및 전통식품을 첨가함에 따라 TBARS 함량이 유의적으로 증가하였다. 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 TBARS 함량이 증가하였다. 저장 10일차에는 한방 첨가 삼겹살이 1.11mg MDA/kg으로 가장 높은 TBARS 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

단백질변패도를 나타내는 VBN 함량은 저장 0일차에 대조구와 한방, 블랙커런트 첨가 삼겹살이 6.04~6.74mg/100g으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 고추장 첨가 삼겹살은 12.19mg/100g으로 가장 높은 VBN 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구의 VBN 함량은 유의적으로 증가하였다. 저장 5일차와 10일차에 대조구는 각각 15.77와 32.92mg/100g였으나, 블랙커런트와 고추장 첨가 삼겹살은 대조구보다 유의적으로 낮은 VBN 함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 저장 5일에 블랙커런트와 10일차에 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 대조구보다 낮은 부패성균을 나타낸 결과와 일치하였다

(나) 천연소재 및 전통식품 첨가 흑색돈 숙성삼겹살 내 저장기간 중 품질 변화

Table 98. Effects of natural substances and traditional food on pH and shear force of pork belly (Berkshire) during refrigerated storage ($9\pm 2^\circ\text{C}$)

Treatment	Storage (days)			SEM	
	0	5	10		
CON	6.06 ^{Ba}	6.04 ^{Aa}	5.94 ^{Ba}	0.009	
Medicinal plants	6.24 ^{Aa}	5.95 ^{Bb}	4.59 ^{Dc}	0.016	
pH	Blackcurrant	4.83 ^{Db}	4.86 ^{Db}	6.02 ^{Aa}	0.015
	Gochujang	5.68 ^{Cb}	5.73 ^{Ca}	5.51 ^{Cc}	0.008
	SEM	0.016	0.011	0.011	
CON	14.89 ^{Aa}	12.32 ^{Ab}	10.71 ^{Ab}	0.490	
Medicinal plants	14.98 ^{Aa}	12.60 ^{Aab}	10.42 ^{Ab}	0.717	
Blackcurrant	14.81 ^{Aa}	12.68 ^{Ab}	10.90 ^{Ab}	0.484	
Gochujang	14.57 ^{Aa}	13.14 ^{Aab}	10.86 ^{Ab}	0.553	
SEM	0.314	0.757	0.546		

^{A-D} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

천연소재(한방, 블랙커런트) 및 전통식품(고추장) 첨가에 따른 흑색돈 숙성삼겹살 내 저장기간 중 pH 및 전단력 변화는 Table 98에 나타내었다. 천연소재 및 전통식품을 첨가하지 않은 대조구의 초기 pH는 6.06였으며, 블랙커런트 첨가 삼겹살이 4.83로 유의적으로 가장 낮았다. 저장기간이 증가함에 따라 대조구는 유의적인 pH 변화를 보이지 않았으나, 블랙커런트를 제외한 한방과 고추장 첨가 삼겹살은 저장 10일차에 저장 0일차보다 감소하였다($p < 0.05$).

전단력의 경우 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p < 0.05$), 연도가 증가하였음을 확인하였다. 그러나 모든 저장기간 동안 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 전단력의 차이를 보이지 않았다.

Table 99. Effects of natural substances and traditional food on microbial counts of pork belly (Berkshire) during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

Microorganisms (Log CFU/g)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
Total aerobic bacteria	CON	3.79 ^{Bc}	7.07 ^{Ab}	8.25 ^{Aa}	0.098
	Medicinal plants	3.70 ^{Bc}	6.25 ^{Bb}	7.77 ^{Ca}	0.152
	Blackcurrant	3.43 ^{Bc}	5.26 ^{Cb}	7.98 ^{Ba}	0.102
	Gochujang	5.16 ^{Ac}	5.98 ^{Bb}	7.59 ^{Ca}	0.060
	SEM	0.149	0.107	0.035	
Lactic acid bacteria	CON	2.93 ^{Bc}	6.89 ^{Ab}	7.77 ^{Aa}	0.047
	Medicinal plants	2.59 ^{Cc}	5.95 ^{Bb}	6.89 ^{Ba}	0.099
	Blackcurrant	2.44 ^{Cc}	5.04 ^{Cb}	7.90 ^{Aa}	0.063
	Gochujang	4.13 ^{Ac}	5.56 ^{Bb}	6.58 ^{Ba}	0.085
	SEM	0.043	0.084	0.093	
Enterobacteriaceae	CON	3.43 ^{Ac}	6.75 ^{Ab}	8.17 ^{Aa}	0.121
	Medicinal plants	3.07 ^{ABc}	6.18 ^{ABb}	7.60 ^{Ba}	0.072
	Blackcurrant	2.04 ^{Bc}	4.15 ^{Cb}	6.28 ^{Ca}	0.093
	Gochujang	4.11 ^{Aa}	5.63 ^{Ba}	5.72 ^{Da}	0.332
	SEM	0.239	0.194	0.096	
<i>Pseudomonads</i> spp.	CON	1.94 ^{Ac}	4.88 ^{Ab}	5.66 ^{Aa}	0.062
	Medicinal plants	1.74 ^{Ac}	4.57 ^{Ab}	5.33 ^{Ba}	0.109
	Blackcurrant	1.15 ^{Bb}	3.03 ^{Ba}	3.46 ^{Da}	0.177
	Gochujang	2.03 ^{Ab}	4.36 ^{Aa}	4.56 ^{Ca}	0.054
	SEM	0.100	0.158	0.050	

^{A-D} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

저장기간별 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 흑색돈 내 미생물(Total aerobic bacteria, Lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 변화는 Table 99에 나타내었다. 저장 0일차의 대조구의 total aerobic bacteria는 3.79 Log CFU/g으로 한방과 블랙커런트 첨가 삼겹살과 유의적인 차이를 보이지 않았지만 고추장 첨가 삼겹살은 5.16 Log CFU/g으로 유의적으로 가장 높았다. 또한, 고추장 첨가 삼겹살은 대조구, 한방, 블랙커런트 첨가 삼겹살보다 높은 lactic acid bacteria와 Enterobacteriaceae 수를 나타내었다. 이와 같은 결과는 전통 발효식품인 고추장의 영향인 것으로 사료된다. 이후 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구의 미생물 수는 증가하여 저장 10일차에 대조구는 8.25 Log CFU/g의 total aerobic bacteria 수를 나타내어 가장 높았다($p < 0.05$). 저장 5일차부터 천연소재 및 전통식품 첨가에 의해 total aerobic bacteria수가

유의적으로 감소하였다. 특히 블랙커런트 처리구는 저장 5일차에 부패성 미생물 (Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 수가 각각 4.15와 3.03 Log CFU/g으로 대조구보다 유의적으로 낮아 부패성균의 증식을 효과적으로 억제시켰다. 저장 10일차에는 모든 천연소재와 전통식품 첨가 처리구에서 대조구 보다 낮은 부패성 미생물 수를 나타내었다($p < 0.05$).

Table 100. Effects of natural substances and traditional food on TBARS and VBN of pork belly (Berkshire) during refrigerated storage ($9 \pm 2^\circ\text{C}$)

Traits	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
TBARS (mg MDA/kg)	CON	0.16 ^{Dc}	0.28 ^{Db}	0.54 ^{Da}	0.004
	Medicinal plants	2.43 ^{Bb}	2.47 ^{Bb}	3.00 ^{Aa}	0.008
	Blackcurrant	3.23 ^{Ab}	4.85 ^{Aa}	2.61 ^{Bc}	0.005
	Gochujang	1.66 ^{Cc}	2.19 ^{Cb}	2.47 ^{Ca}	0.028
	SEM	0.008	0.020	0.014	
VBN (mg/100g)	CON	8.05 ^{Bc}	11.80 ^{Bb}	23.51 ^{Aa}	0.178
	Medicinal plants	7.33 ^{Bc}	9.46 ^{Cb}	19.36 ^{Ba}	0.190
	Blackcurrant	7.46 ^{Bb}	8.18 ^{Db}	11.03 ^{Ca}	0.281
	Gochujang	19.24 ^{Ab}	19.38 ^{Ab}	24.16 ^{Aa}	0.220
	SEM	0.211	0.084	0.308	

^{A-D} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 저장기간별 TBARS와 VBN 함량 변화는 Table 100에 나타내었다. 지질산패도를 나타내는 TBARS 함량의 경우 저장 0일차에 대조구가 0.16mg MDA/kg 였으나, 천연소재 및 전통식품을 첨가함에 따라 TBARS 함량이 유의적으로 증가하였다. 블랙커런트 처리구를 제외하고는 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 TBARS 함량이 증가하였다. 저장 10일차에는 한방 첨가 삼겹살이 3.00mg MDA/kg으로 가장 높은 TBARS 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

단백질변패도를 나타내는 VBN 함량은 저장 0일차에 대조구와 한방, 블랙커런트 첨가 삼겹살이 7.33~8.05mg/100g으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 고추장 첨가 삼겹살은 19.24mg/100g으로 가장 높은 VBN 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구의 VBN 함량은 유의적으로 증가하였다. 고추장 첨가 삼겹살의 경우 대조구 보다 높거나 유사한 VBN 함량을 나타내었는데, 이는 전통발효식품인 고추장에 의한 것으로 사료된다. 저장 5일차와 10일차에 대조구는 각각 11.80과 23.51mg/100g였으나, 한방과 블랙커런트첨가 삼겹살은 대조구보다 유의적으로 낮은 VBN 함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 저장 5일차와 10일차에 블랙커런트 첨가 삼겹살이 대조구보다 낮은 부패성균을 나타낸 결과와 일치하였다.

(3) 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 내 저장기간 중 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 저감 효과

(가) 천연소재 및 전통식품 첨가 백색돈 숙성삼겹살 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 저감 효과

Table 101. Changes of BAs content in pork belly (LYD) by cooking conditions during refrigerated storage (9±2°C)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	RAW	0.56 ^{Ac}	7.19 ^{Ab}	63.33 ^{Aa}	0.933
	BOL	0.53 ^{Ab}	0.71 ^{Bb}	31.48 ^{Ba}	0.353
	BOL-OC	0.49 ^{Bb}	0.62 ^{Bb}	22.49 ^{Ca}	0.254
	SEM	0.008	0.315	0.980	
	RAW	0.56 ^{Ac}	7.19 ^{Ab}	63.33 ^{Ca}	0.933
	PFR	0.55 ^{Ab}	0.58 ^{Bb}	69.50 ^{Ba}	0.270
	PFR-OC	0.56 ^{Ab}	0.87 ^{Bb}	88.69 ^{Aa}	0.379
	SEM	0.013	0.300	0.998	
	RAW	0.56 ^{Bc}	7.19 ^{Cb}	63.33 ^{Ba}	0.933
	BBQ	0.63 ^{Ac}	21.25 ^{Ab}	100.34 ^{Aa}	0.989
	BBQ-OC	0.64 ^{Ac}	11.23 ^{Bb}	95.57 ^{Aa}	0.944
	SEM	0.008	0.624	1.533	
CAD	RAW	0.00 ^{Ac}	59.70 ^{Ab}	98.28 ^{Aa}	1.977
	BOL	0.00 ^{Ac}	5.30 ^{Bb}	52.20 ^{Ba}	0.474
	BOL-OC	0.00 ^{Ac}	5.78 ^{Bb}	33.45 ^{Ca}	0.755
	SEM	0.000	1.485	1.580	
	RAW	0.00 ^{Ac}	59.70 ^{Ab}	98.28 ^{Ca}	1.977
	PFR	0.00 ^{Ac}	11.10 ^{Cb}	112.79 ^{Ba}	0.321
	PFR-OC	0.00 ^{Ac}	23.49 ^{Bb}	145.38 ^{Aa}	0.670
	SEM	0.000	1.626	1.346	
	RAW	0.00 ^{Ac}	59.70 ^{Bb}	98.28 ^{Ba}	1.977
	BBQ	0.00 ^{Ac}	78.71 ^{Ab}	151.72 ^{Aa}	1.731
	BBQ-OC	0.00 ^{Ac}	75.66 ^{Ab}	144.28 ^{Aa}	1.674
	SEM	0.000	1.760	2.571	
HIM	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.45 ^{Aa}	0.022
	BOL	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	BOL-OC	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.022	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	1.45 ^{Aa}	0.0220
	PFR	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	0.41 ^{Ca}	0.0110
	PFR-OC	0.00 ^{Ac}	0.40 ^{Ab}	1.05 ^{Ba}	0.0120
	SEM	0.000	0.010	0.025	
	RAW	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Cb}	1.45 ^{Ca}	0.022
	BBQ	0.28 ^{Bc}	0.45 ^{Bb}	6.44 ^{Aa}	0.034
	BBQ-OC	0.66 ^{Ac}	1.03 ^{Ab}	5.32 ^{Ba}	0.039
	SEM	0.024	0.035	0.037	

TYM	RAW	5.23 ^{Ac}	50.22 ^{Ab}	76.68 ^{Aa}	1.741
	BOL	0.52 ^{Bc}	2.43 ^{Bb}	39.10 ^{Ba}	0.278
	BOL-OC	0.30 ^{Cc}	1.99 ^{Bb}	33.35 ^{Ca}	0.283
	SEM	0.016	1.446	1.047	
	RAW	5.23 ^{Ac}	50.22 ^{Ab}	76.68 ^{Ba}	1.741
	PFR	5.35 ^{Ab}	4.32 ^{Bc}	70.26 ^{Ca}	0.150
	PFR-OC	4.73 ^{Bc}	7.52 ^{Bb}	103.63 ^{Aa}	0.219
	SEM	0.067	1.426	1.426	
	RAW	5.23 ^{Ac}	50.22 ^{Ab}	76.68 ^{Ba}	1.741
	BBQ	4.95 ^{Ac}	31.72 ^{Bb}	119.35 ^{Aa}	1.637
	BBQ-OC	1.22 ^{Bc}	26.05 ^{Bb}	111.36 ^{Aa}	1.478
	SEM	0.145	1.568	2.327	
SPD	RAW	3.33 ^{Aa}	3.49 ^{Aa}	2.99 ^{Ab}	0.056
	BOL	3.04 ^{Ba}	2.84 ^{Ba}	3.02 ^{Aa}	0.050
	BOL-OC	2.82 ^{Ca}	2.59 ^{Cb}	1.19 ^{Bc}	0.024
	SEM	0.049	0.051	0.035	
	RAW	3.33 ^{Ba}	3.49 ^{Ca}	2.99 ^{Cb}	0.056
	PFR	4.17 ^{Aa}	3.91 ^{Ba}	4.20 ^{Ba}	0.069
	PFR-OC	4.25 ^{Ab}	4.39 ^{Ab}	5.01 ^{Aa}	0.089
	SEM	0.088	0.081	0.041	
	RAW	3.33 ^{Ba}	3.49 ^{Ca}	2.99 ^{Cb}	0.056
	BBQ	4.34 ^{Aa}	4.41 ^{Ba}	4.43 ^{Ba}	0.079
	BBQ-OC	4.53 ^{Aa}	4.97 ^{Aa}	4.87 ^{Aa}	0.124
	SEM	0.147	0.048	0.030	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BA, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

냉장 저장 중 천연소재 및 전통식품을 첨가하지 않은 백색돈 숙성삼겹살(대조구) 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 함량의 변화는 Table 101에 나타내었다(Figure 102-104). 저장기간이 증가함에 따라 생육(RAW) 내 PUT, CAD, HIM, TYM 함량은 증가하였으며, SPD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법(BOL, BOL-OC)은 저장기간 중 증가한 PUT, CAD, HIM, TYM 함량과 SPD 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 과조리함에 따라(BOL-OC) 감소 효과가 증가하였다($p < 0.05$). 팬프라이(PFR, PFR-OC)과 바비큐(BBQ, BBQ-OC) 방법은 생육보다 바이오제닉 아민을 증가 또는 감소시키며 일정한 경향을 보이지 않았다.

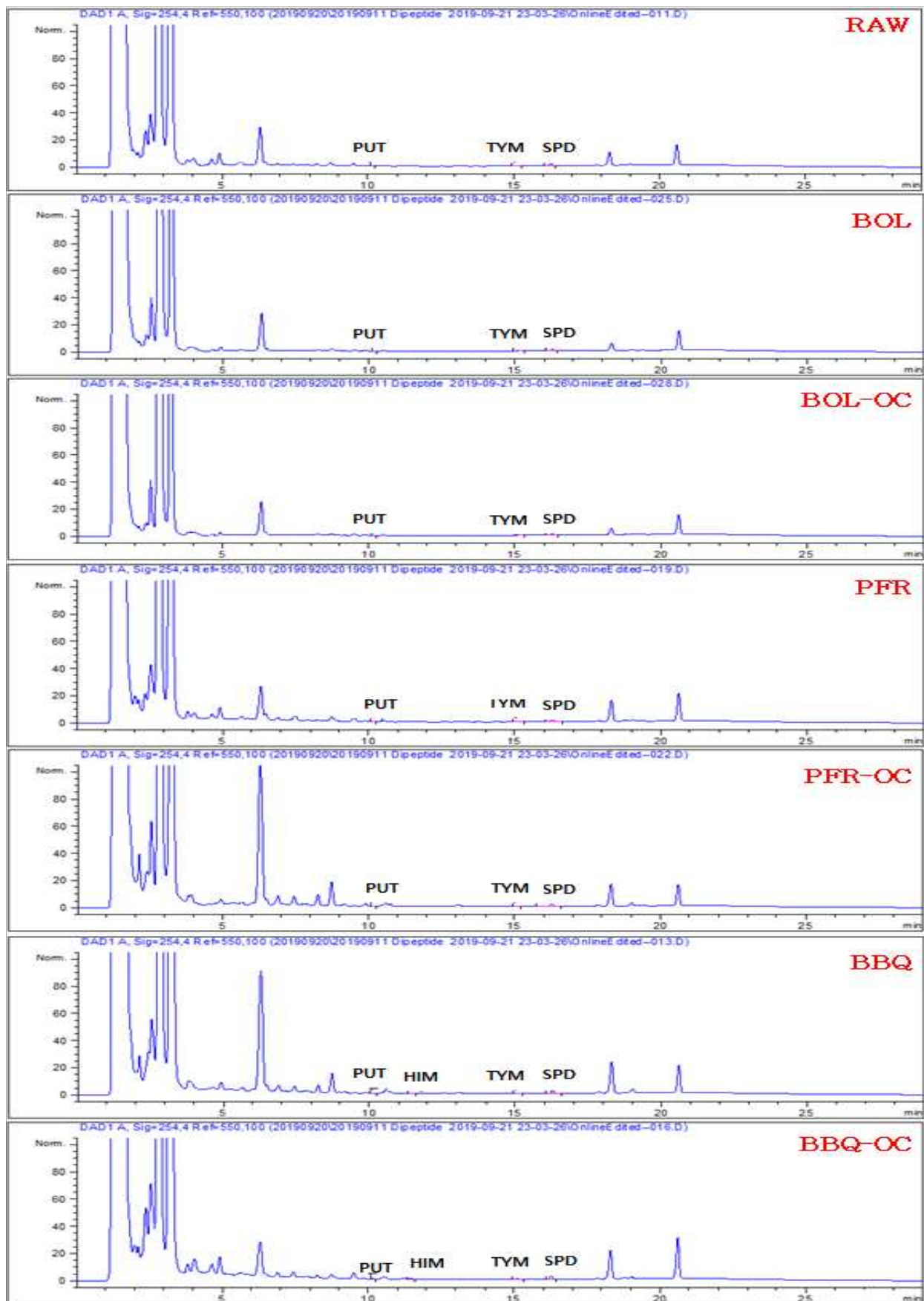


Figure 102. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) by cooking conditions at day 0 of storage.

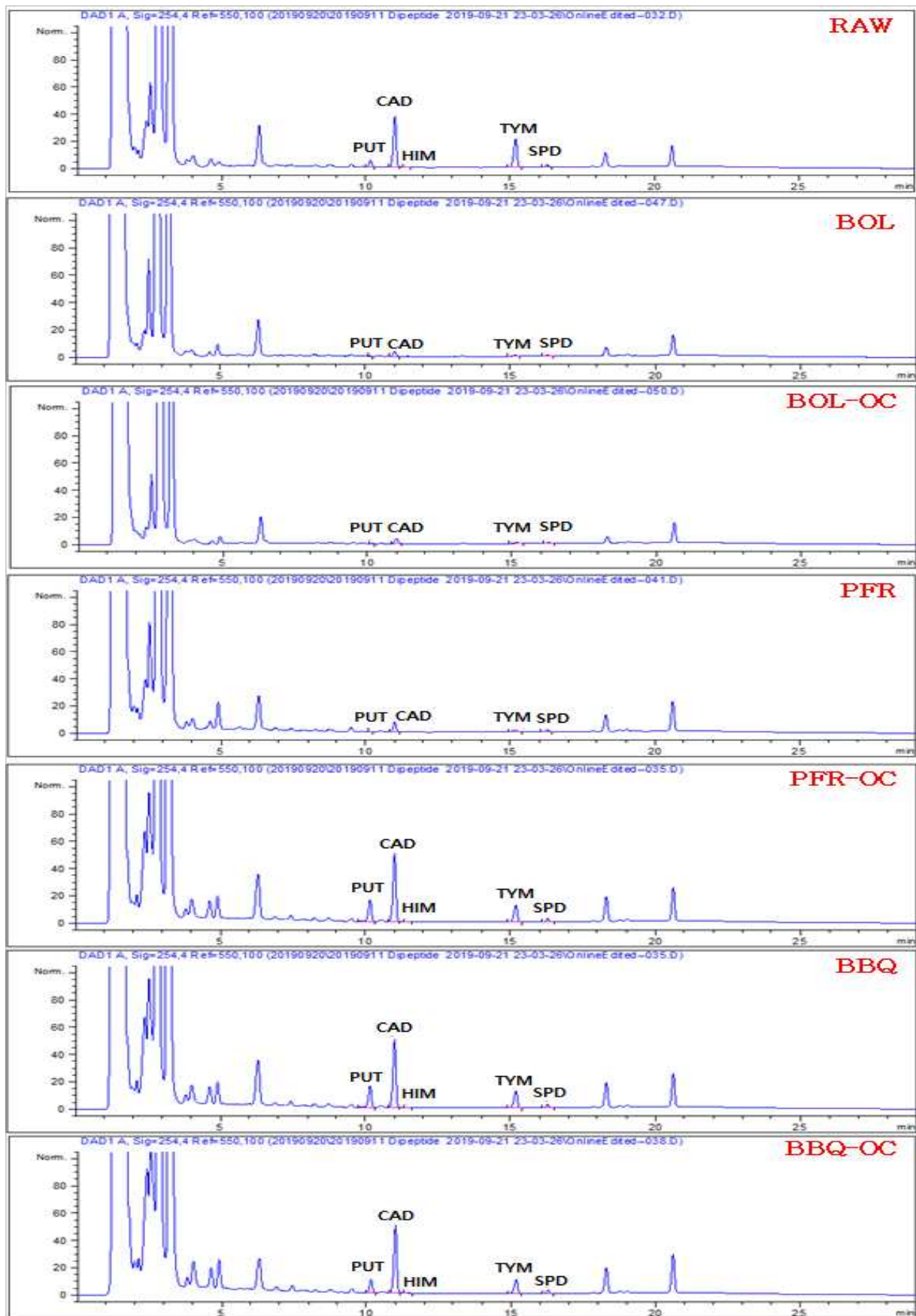


Figure 103. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) by cooking conditions at day 5 of storage.

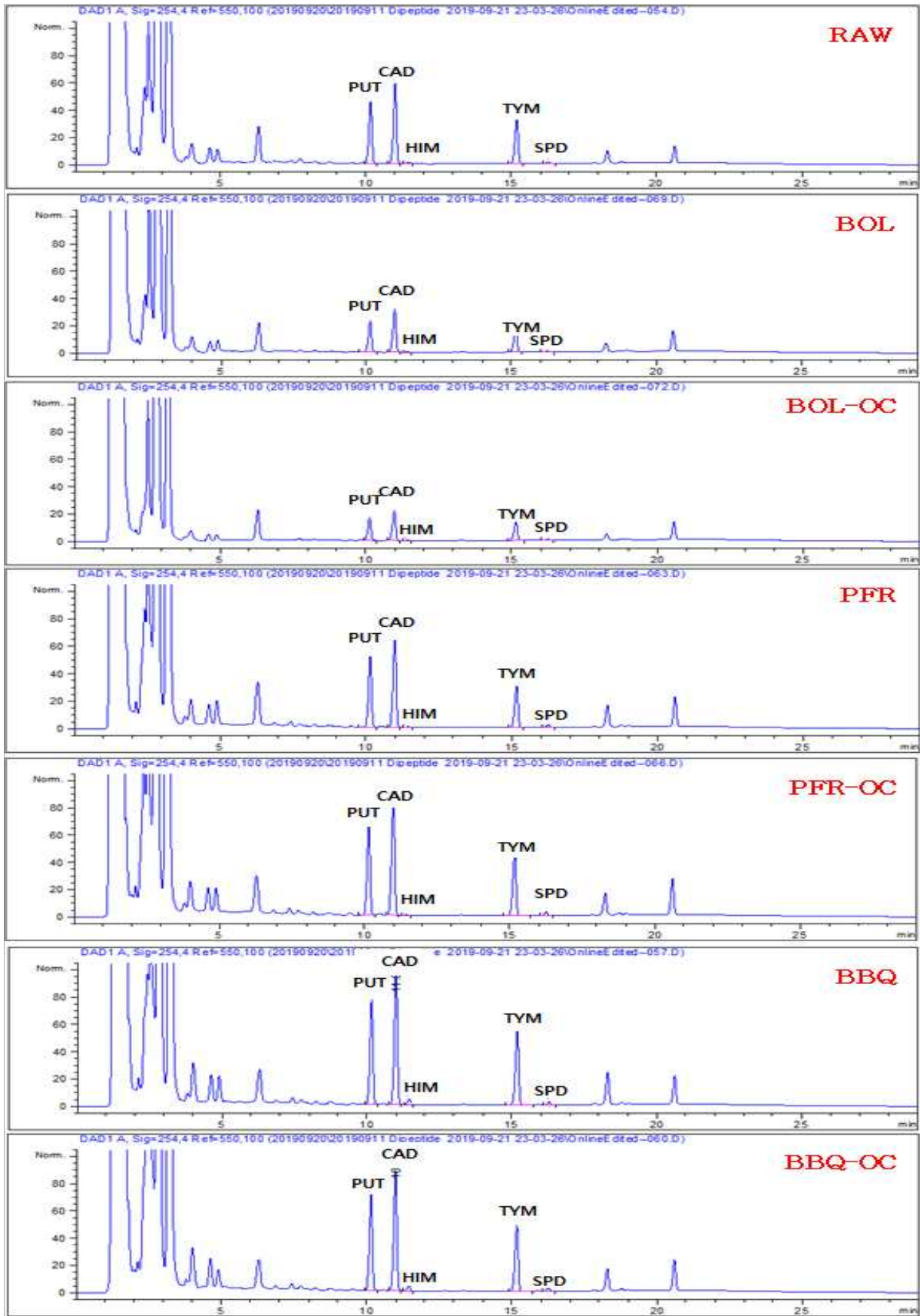


Figure 104. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) by cooking conditions at day 10 of storage.

Table 102. Changes of BAs content in pork belly (LYD) treated with medicinal plants by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	RAW	0.00 ^{Ac}	1.01 ^{Ab}	70.81 ^{Aa}	1.004
	BOL	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	29.74 ^{Ba}	0.229
	BOL-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	15.33 ^{Ca}	0.039
	SEM	0.000	0.005	1.030	
	RAW	0.00 ^{Ac}	1.01 ^{Bb}	70.81 ^{Ba}	1.004
	PFR	0.00 ^{Ac}	1.87 ^{Ab}	63.23 ^{Ca}	0.479
	PFR-OC	0.00 ^{Ac}	1.09 ^{Bb}	91.96 ^{Aa}	0.035
	SEM	0.000	0.033	1.112	
	RAW	0.00 ^{Cb}	1.01 ^{Ab}	70.81 ^{Ba}	1.004
	BBQ	0.47 ^{Ab}	0.34 ^{Cb}	94.76 ^{Aa}	2.407
	BBQ-OC	0.38 ^{Bb}	0.41 ^{Bb}	111.71 ^{Aa}	3.036
	SEM	0.004	0.012	4.002	
CAD	RAW	7.45 ^{Ac}	64.95 ^{Ab}	90.55 ^{Aa}	1.624
	BOL	3.08 ^{Bc}	14.88 ^{Bb}	47.28 ^{Ba}	0.332
	BOL-OC	1.62 ^{Bc}	9.59 ^{Bb}	23.65 ^{Ca}	0.205
	SEM	0.498	1.297	0.926	
	RAW	7.45 ^{Ac}	64.95 ^{Ab}	90.55 ^{Ca}	1.624
	PFR	7.92 ^{Ac}	35.22 ^{Cb}	106.89 ^{Ba}	0.631
	PFR-OC	8.96 ^{Ac}	44.99 ^{Bb}	140.36 ^{Aa}	0.502
	SEM	0.650	1.362	1.104	
	RAW	7.45 ^{Ac}	64.95 ^{Ab}	90.55 ^{Ba}	1.624
	BBQ	8.09 ^{Ac}	52.78 ^{Bb}	137.58 ^{Aa}	3.424
	BBQ-OC	8.42 ^{Ac}	52.70 ^{Bb}	159.25 ^{Aa}	4.703
	SEM	0.506	2.627	5.415	
HIM	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	3.64 ^{Aa}	0.019
	BOL	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	BOL-OC	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.019	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	3.64 ^{Aa}	0.019
	PFR	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.000
	PFR-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.23 ^{Ba}	0.009
	SEM	0.000	0.000	0.021	
	RAW	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	3.64 ^{Ba}	0.019
	BBQ	0.50 ^{Ab}	0.45 ^{Ab}	11.04 ^{Aa}	0.315
	BBQ-OC	0.48 ^{Ab}	0.49 ^{Ab}	13.29 ^{Aa}	0.455
	SEM	0.011	0.018	0.553	

TYM	RAW	2.62 ^{Ac}	45.59 ^{Ab}	71.61 ^{Aa}	1.371
	BOL	1.11 ^{Bc}	3.13 ^{Bb}	33.18 ^{Ba}	0.322
	BOL-OC	0.58 ^{Cc}	1.89 ^{Bb}	19.46 ^{Ca}	0.155
	SEM	0.038	1.078	0.919	
	RAW	2.62 ^{Ac}	45.59 ^{Ab}	71.61 ^{Ba}	1.371
	PFR	2.76 ^{Ac}	6.75 ^{Bb}	65.24 ^{Ca}	0.425
	PFR-OC	2.59 ^{Ac}	8.74 ^{Bb}	97.88 ^{Aa}	0.347
	SEM	0.108	1.077	1.005	
	RAW	2.62 ^{Cc}	45.59 ^{Ab}	71.61 ^{Ca}	1.371
	BBQ	3.22 ^{Bc}	11.29 ^{Bb}	98.73 ^{Ba}	1.778
	BBQ-OC	3.48 ^{Ab}	10.26 ^{Bb}	119.36 ^{Aa}	2.668
	SEM	0.044	1.178	3.282	
SPD	RAW	2.29 ^{Aa}	1.95 ^{Aab}	1.73 ^{Ab}	0.085
	BOL	1.53 ^{Bb}	1.73 ^{ABa}	1.23 ^{Bc}	0.025
	BOL-OC	1.12 ^{Cb}	1.53 ^{Ba}	0.78 ^{Cc}	0.025
	SEM	0.045	0.058	0.056	
	RAW	2.29 ^{Ca}	1.95 ^{Cab}	1.73 ^{Cb}	0.085
	PFR	2.76 ^{Bb}	3.47 ^{Ba}	2.51 ^{Bc}	0.030
	PFR-OC	3.38 ^{Ab}	3.86 ^{Aa}	3.38 ^{Ab}	0.067
	SEM	0.070	0.066	0.058	
	RAW	2.29 ^{Ba}	1.95 ^{Bab}	1.73 ^{Bb}	0.085
	BBQ	3.06 ^{Ab}	3.71 ^{Aa}	3.11 ^{Ab}	0.095
	BBQ-OC	3.08 ^{Ab}	3.88 ^{Aa}	3.57 ^{Aa}	0.107
	SEM	0.065	0.079	0.131	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

냉장 저장 중 한방 첨가 백색돈 숙성삼겹살 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 함량의 변화는 Table 102에 나타내었다(Figure 105-107). 저장기간이 증가함에 따라 대조구와 유사하게 생육(RAW) 내 PUT, CAD, HIM, TYM 함량은 증가하였으며, SPD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법(BOL, BOL-OC)은 저장기간 중 증가한 PUT, CAD, HIM, TYM 함량과 SPD 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 과조리함에 따라(BOL-OC) 감소 효과가 증가하였다($p < 0.05$). 팬프라이(PFR, PFR-OC)과 바비큐(BBQ, BBQ-OC) 방법은 저장 5일차에는 생육보다 증가 또는 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았지만 저장 10일차에는 생육보다 유의적으로 높은 바이오제닉 아민 함량을 나타내었다.

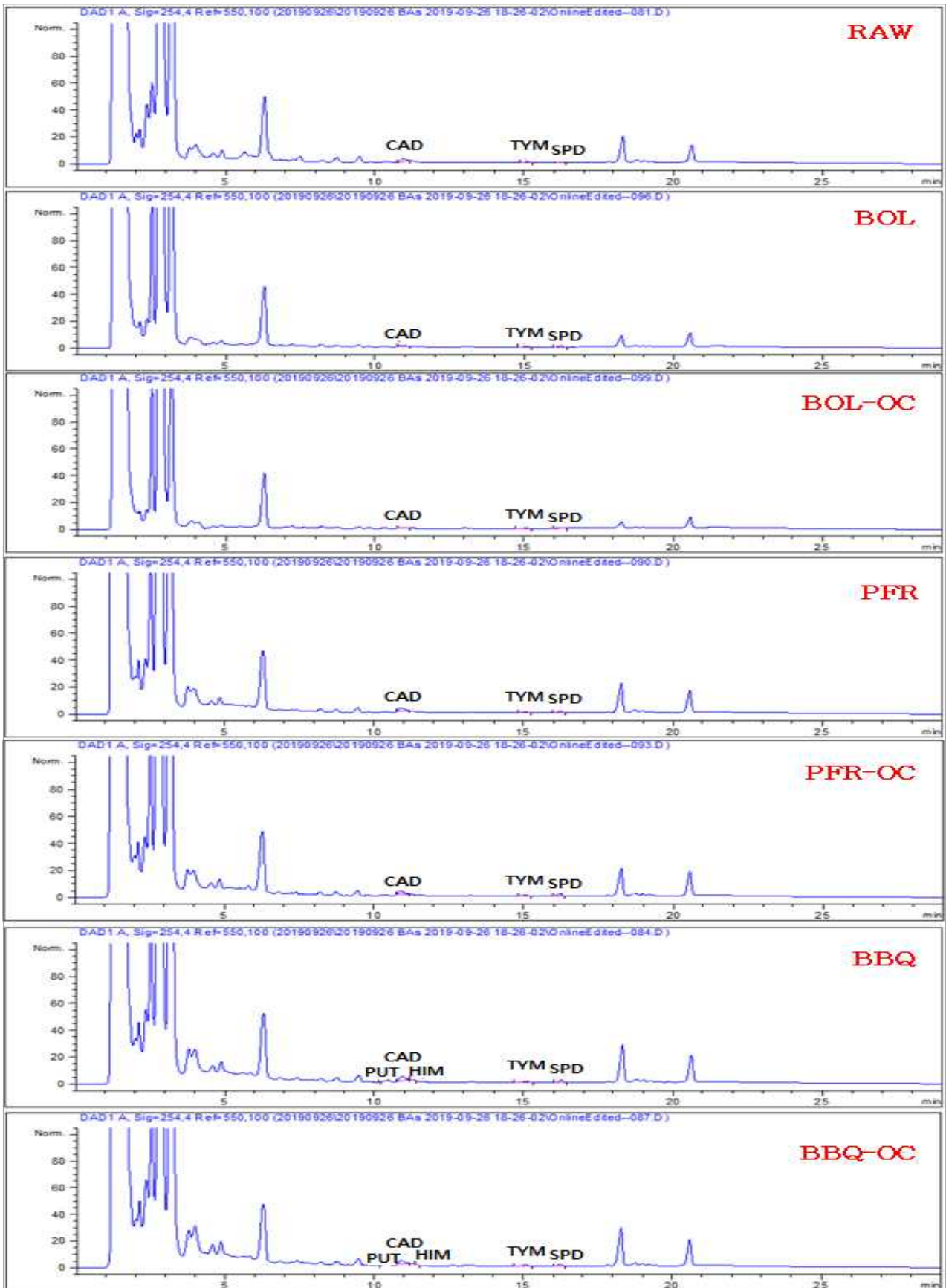


Figure 105. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 0 of storage.

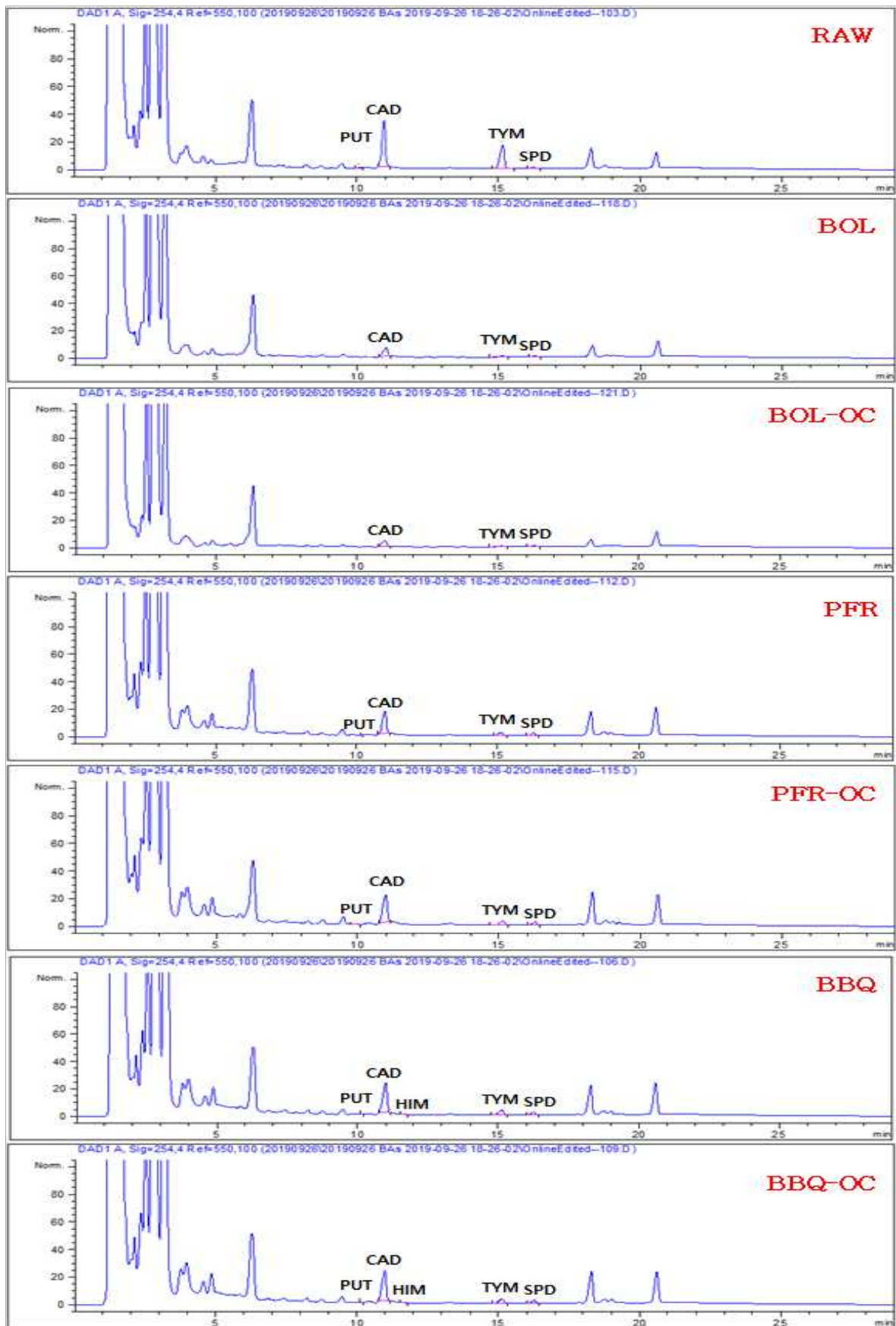


Figure 106. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 5 of storage.

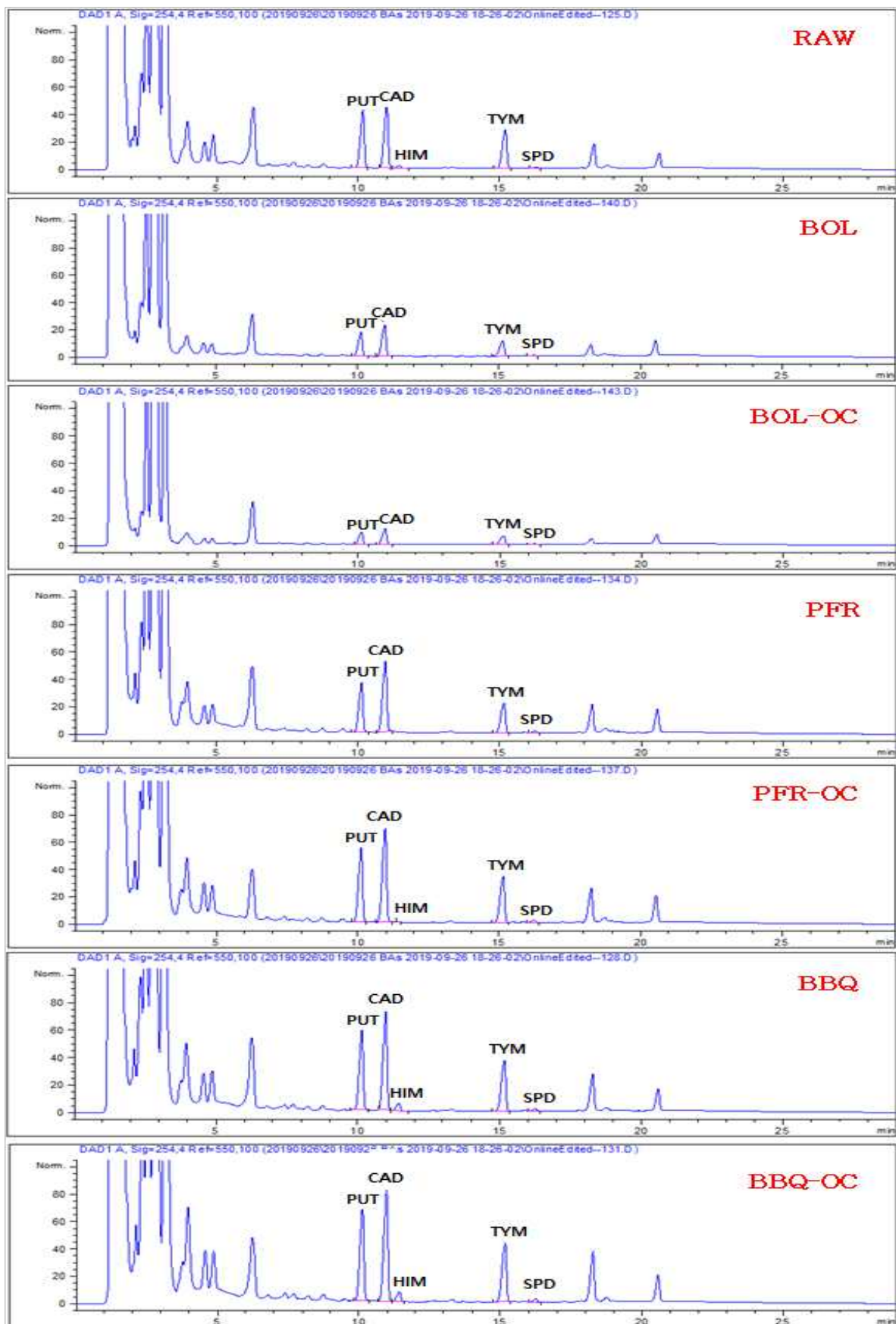


Figure 107. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 10 of storage.

Table 103. Changes of BAs content in pork belly (LYD) treated with blackcurrant by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	RAW	0.50 ^{Ab}	0.44 ^{Ab}	21.11 ^{Aa}	0.318
	BOL	0.47 ^{Bb}	0.46 ^{Ab}	1.81 ^{Ba}	0.014
	BOL-OC	0.00 ^{Cc}	0.45 ^{Ab}	0.51 ^{Ba}	0.011
	SEM	0.004	0.015	0.319	
	RAW	0.50 ^{Bb}	0.44 ^{Bb}	21.11 ^{Aa}	0.318
	PFR	0.51 ^{ABb}	0.48 ^{ABb}	16.92 ^{Ba}	0.078
	PFR-OC	0.52 ^{Ab}	0.52 ^{Ab}	22.54 ^{Aa}	0.268
	SEM	0.002	0.018	0.423	
	RAW	0.50 ^{Bb}	0.44 ^{Bb}	21.11 ^{Ba}	0.318
	BBQ	0.55 ^{Ab}	0.49 ^{ABb}	28.24 ^{Aa}	0.087
	BBQ-OC	0.52 ^{Bb}	0.54 ^{Ab}	19.63 ^{Ca}	0.059
	SEM	0.005	0.015	0.335	
CAD	RAW	0.00 ^{Ac}	12.91 ^{Ab}	58.34 ^{Aa}	0.952
	BOL	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	7.99 ^{Ba}	0.252
	BOL-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	8.24 ^{Ba}	0.144
	SEM	0.000	0.055	0.994	
	RAW	0.00 ^{Ac}	12.91 ^{Ab}	58.34 ^{Ca}	0.952
	PFR	0.00 ^{Ab}	0.37 ^{Bb}	67.35 ^{Ba}	0.263
	PFR-OC	0.00 ^{Ab}	0.23 ^{Bb}	85.20 ^{Aa}	0.446
	SEM	0.000	0.055	1.083	
	RAW	0.00 ^{Ac}	12.91 ^{Bb}	58.34 ^{Ba}	0.952
	BBQ	0.00 ^{Ac}	12.93 ^{Bb}	82.53 ^{Aa}	0.427
	BBQ-OC	0.00 ^{Ac}	27.85 ^{Ab}	86.26 ^{Aa}	0.891
	SEM	0.000	0.973	0.968	
HIM	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.12 ^{Aa}	0.073
	BOL	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	BOL-OC	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.073	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.12 ^{Ba}	0.073
	PFR	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	2.47 ^{Aa}	0.045
	PFR-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.54 ^{Ca}	0.004
	SEM	0.000	0.000	0.086	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.12 ^{Aa}	0.073
	BBQ	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.84 ^{Aa}	0.019
	BBQ-OC	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.24 ^{Ba}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.075	

TYM	RAW	5.18 ^{Ac}	15.51 ^{Ab}	68.08 ^{Aa}	0.713
	BOL	4.65 ^{Bc}	5.26 ^{Bb}	12.67 ^{Ba}	0.068
	BOL-OC	4.62 ^{Bc}	4.97 ^{Bb}	8.13 ^{Ca}	0.018
	SEM	0.052	0.074	0.711	
	RAW	5.18 ^{Ac}	15.51 ^{Ab}	68.08 ^{Aa}	0.713
	PFR	5.19 ^{Ab}	6.50 ^{Bb}	60.10 ^{Ba}	0.424
	PFR-OC	5.21 ^{Ab}	6.23 ^{Bb}	71.24 ^{Aa}	0.985
	SEM	0.075	0.064	1.284	
	RAW	5.18 ^{Ac}	15.51 ^{Ab}	68.08 ^{Ba}	0.713
	BBQ	5.59 ^{Ac}	10.55 ^{Cb}	85.42 ^{Aa}	0.829
	BBQ-OC	5.38 ^{Ac}	14.20 ^{Bb}	80.26 ^{Aa}	0.738
	SEM	0.096	0.246	1.293	
SPD	RAW	3.10 ^{Ac}	3.52 ^{Aa}	3.32 ^{Ab}	0.042
	BOL	2.59 ^{Ba}	2.60 ^{Ba}	1.77 ^{Bb}	0.026
	BOL-OC	2.46 ^{Ca}	2.27 ^{Ca}	1.83 ^{Bc}	0.055
	SEM	0.021	0.050	0.051	
	RAW	3.10 ^{Bc}	3.52 ^{Ba}	3.32 ^{Cb}	0.042
	PFR	4.04 ^{Ab}	4.35 ^{Aa}	4.10 ^{Bb}	0.041
	PFR-OC	4.02 ^{Ab}	4.25 ^{Ab}	4.59 ^{Aa}	0.054
	SEM	0.043	0.057	0.035	
	RAW	3.10 ^{Cc}	3.52 ^{Ba}	3.32 ^{Bb}	0.042
	BBQ	4.69 ^{Aa}	4.27 ^{Ab}	4.27 ^{Ab}	0.031
	BBQ-OC	4.01 ^{Bb}	4.34 ^{Aa}	4.21 ^{Aab}	0.058
	SEM	0.051	0.049	0.033	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

냉장 저장 중 블랙커런트 첨가 백색돈 숙성삼겹살 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 함량의 변화는 Table 103에 나타내었다(Figure 108-110). 저장기간이 증가함에 따라 대조구와 유사하게 생육(RAW) 내 PUT, CAD, HIM, TYM 함량은 증가하였으며, SPD 함량은 10일차에 감소하였다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법(BOL, BOL-OC)은 저장기간 중 증가한 PUT, CAD, HIM, TYM 함량과 SPD 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 과조리함에 따라(BOL-OC) 감소 효과가 증가하였다($p < 0.05$). 하지만 팬프라이(PFR, PFR-OC)과 바비큐(BBQ, BBQ-OC) 방법은 저장 5, 10일차에 생육보다 증가 또는 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았다.

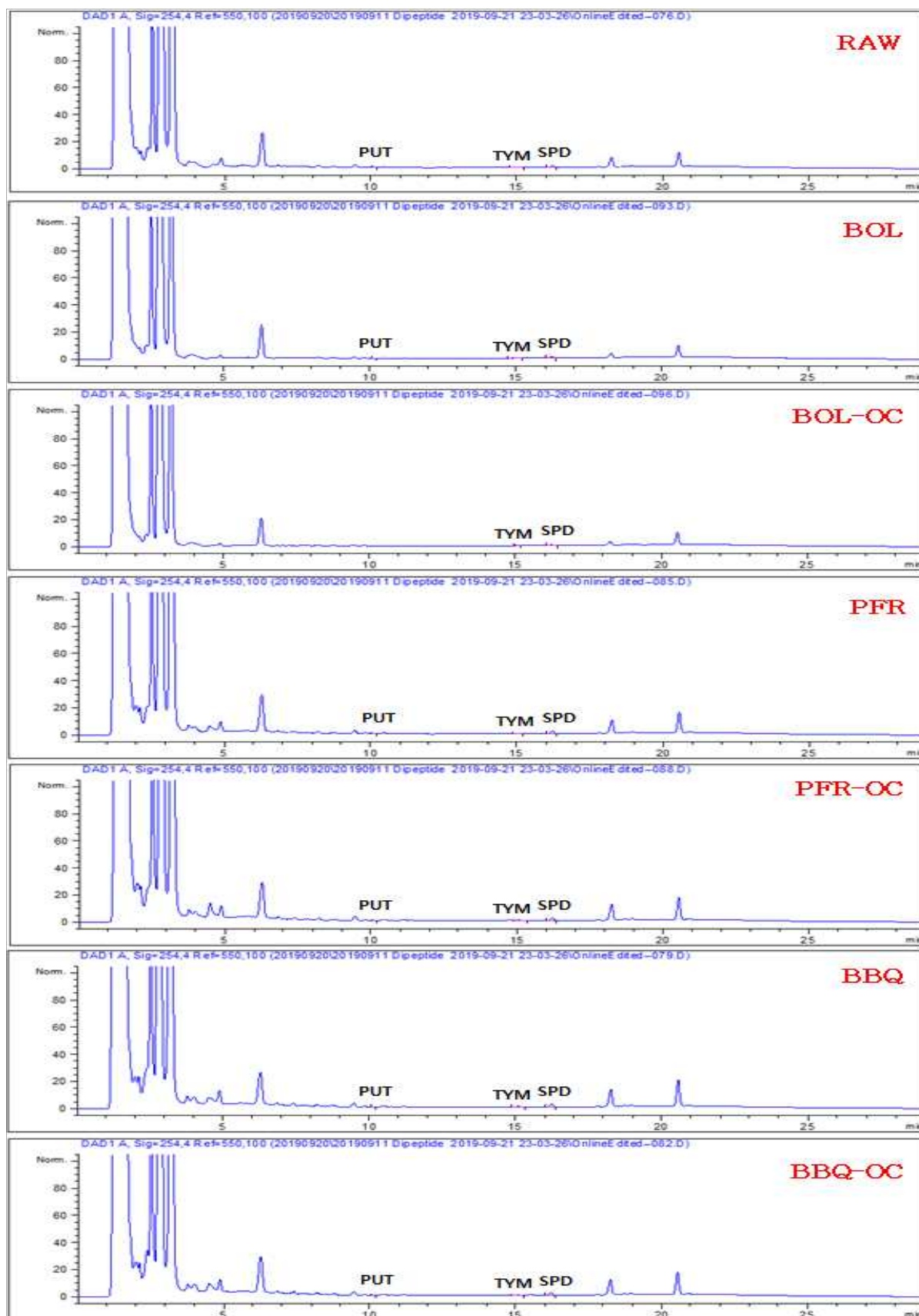


Figure 108. HPLC chromatogram of BAS content in pork belly (LYD) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 0 of storage.

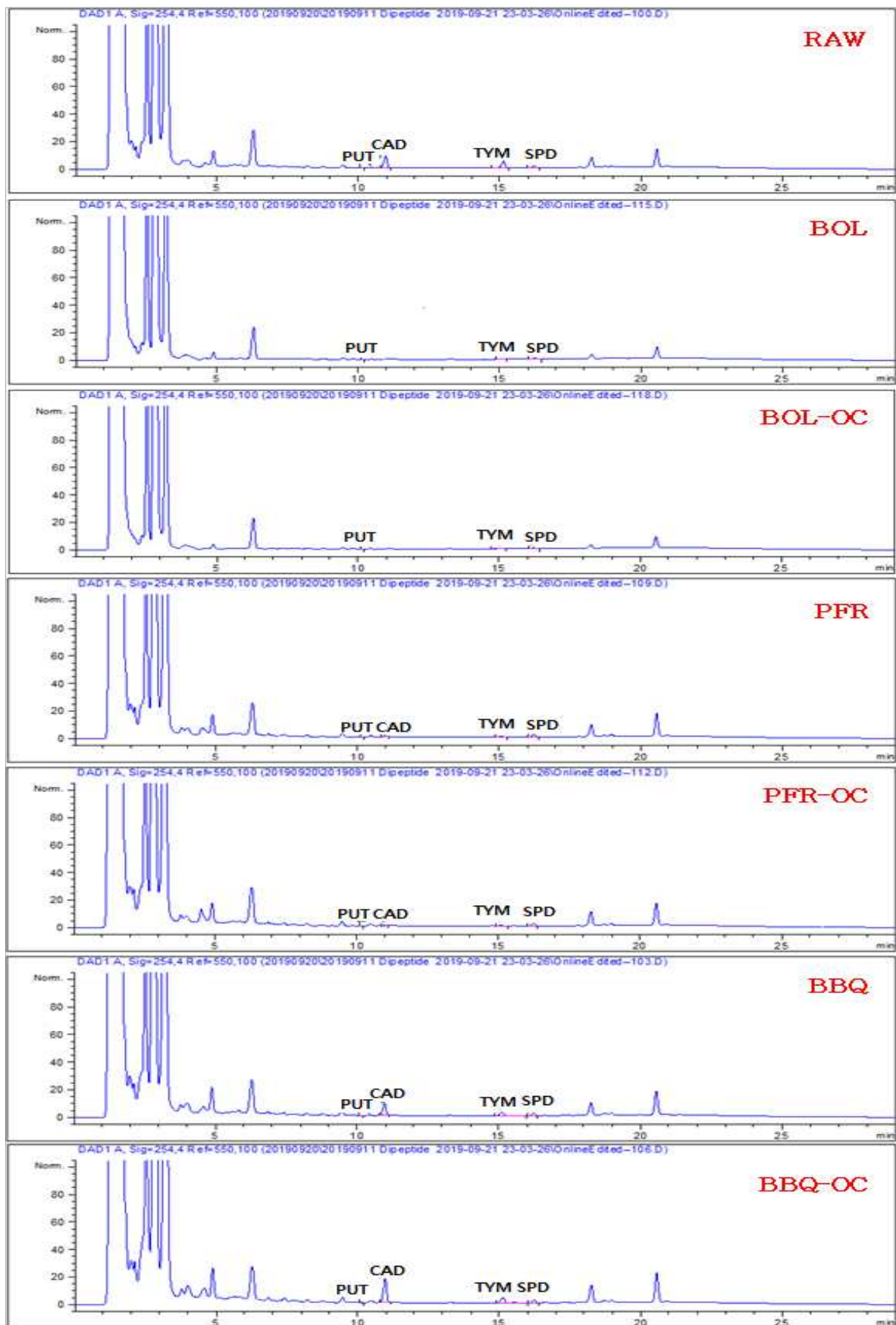


Figure 109. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 5 of storage.

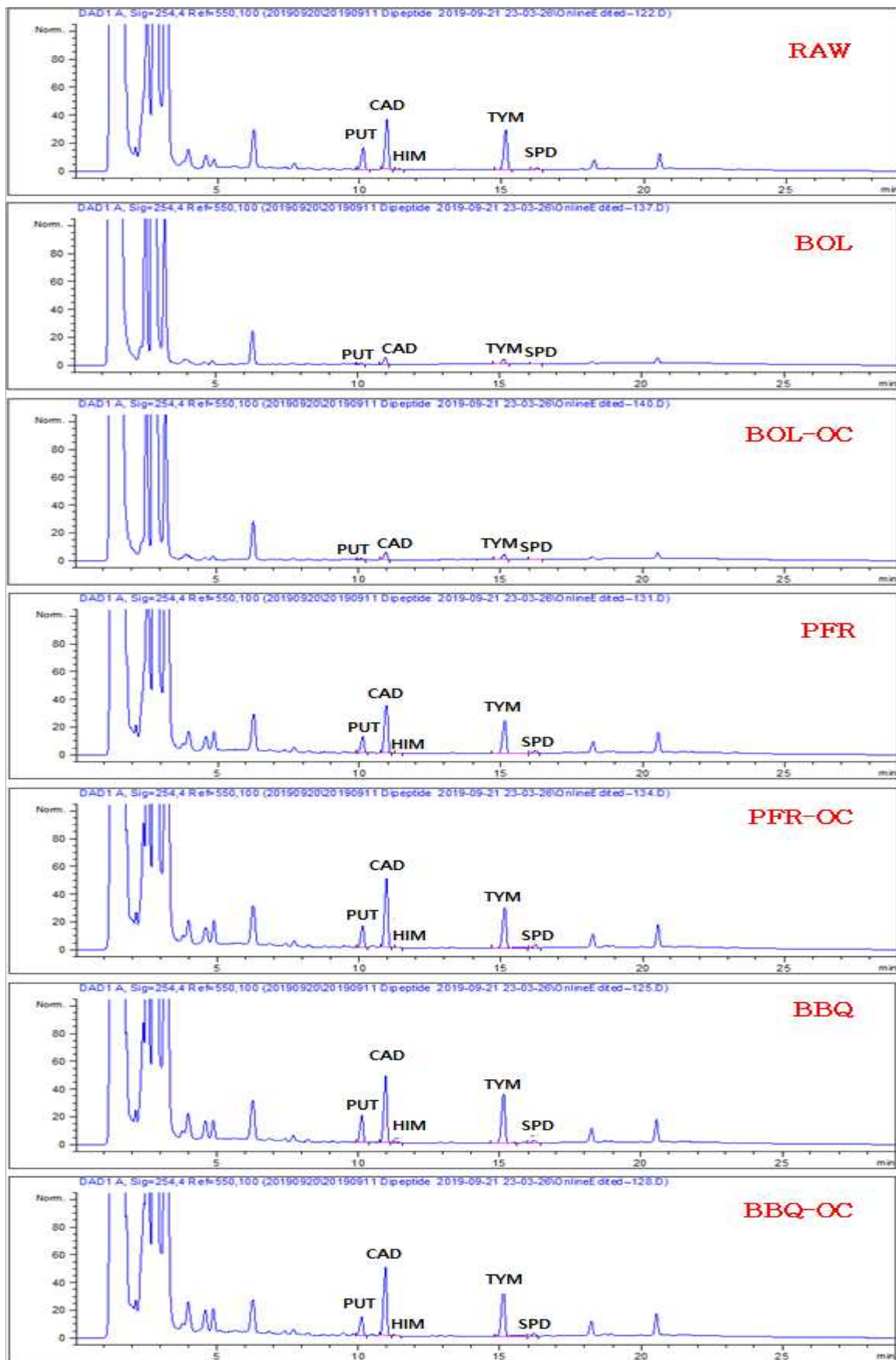


Figure 110. HPLC chromatogram of BAS content in pork belly (LYD) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 10 of storage.

Table 104. Changes of BAs content in pork belly (LYD) treated with gochujang by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	RAW	1.63 ^{Ab}	1.76 ^{Ab}	9.21 ^{Aa}	0.070
	BOL	1.16 ^{Bb}	1.14 ^{Bb}	3.19 ^{Ba}	0.019
	BOL-OC	0.90 ^{Cb}	0.93 ^{Bab}	0.97 ^{Ca}	0.011
	SEM	0.037	0.058	0.024	
	RAW	1.63 ^{Bb}	1.76 ^{Ab}	9.21 ^{Aa}	0.070
	PFR	2.08 ^{Aa}	1.61 ^{Ab}	1.09 ^{Cc}	0.031
	PFR-OC	1.93 ^{Ab}	1.73 ^{Ab}	2.49 ^{Ba}	0.076
	SEM	0.045	0.076	0.062	
	RAW	1.63 ^{ABb}	1.76 ^{ABb}	9.21 ^{Aa}	0.070
	BBQ	1.37 ^{Bb}	1.56 ^{Bb}	2.58 ^{Ba}	0.052
	BBQ-OC	1.68 ^{Ab}	1.96 ^{Aa}	1.85 ^{Cab}	0.053
	SEM	0.063	0.073	0.033	
CAD	RAW	5.61 ^{Ac}	20.86 ^{Aa}	12.59 ^{Bb}	0.768
	BOL	3.32 ^{Bb}	6.92 ^{Bb}	18.16 ^{Aa}	0.965
	BOL-OC	2.67 ^{Bb}	4.27 ^{Ba}	4.89 ^{Ca}	0.214
	SEM	0.235	0.705	1.007	
	RAW	5.61 ^{Ac}	20.86 ^{Aa}	12.59 ^{Bb}	0.768
	PFR	3.68 ^{Bb}	5.76 ^{Ba}	6.77 ^{Ca}	0.375
	PFR-OC	4.33 ^{ABb}	4.41 ^{Bb}	24.65 ^{Aa}	0.708
	SEM	0.308	0.705	0.799	
	RAW	5.61 ^{Ac}	20.86 ^{Aa}	12.59 ^{Bb}	0.768
	BBQ	3.41 ^{Bb}	3.39 ^{Bb}	16.06 ^{Aa}	0.418
	BBQ-OC	3.05 ^{Bc}	5.52 ^{Bb}	13.47 ^{Ba}	0.303
	SEM	0.212	0.762	0.480	
HIM	RAW	0.83 ^{Aa}	0.80 ^{Aa}	0.75 ^{Aa}	0.023
	BOL	0.49 ^{Bb}	0.49 ^{Bb}	0.75 ^{Aa}	0.015
	BOL-OC	0.33 ^{Ca}	0.33 ^{Ca}	0.30 ^{Ba}	0.010
	SEM	0.023	0.010	0.015	
	RAW	0.83 ^{Aa}	0.80 ^{Aa}	0.75 ^{Aa}	0.023
	PFR	0.91 ^{Aa}	0.78 ^{Ab}	0.28 ^{Bc}	0.006
	PFR-OC	0.86 ^{Aa}	0.78 ^{Ab}	0.75 ^{Ab}	0.016
	SEM	0.024	0.012	0.011	
	RAW	0.83 ^{Aa}	0.80 ^{Aa}	0.75 ^{Aa}	0.023
	BBQ	0.70 ^{Ba}	0.52 ^{Cb}	0.67 ^{Ba}	0.017
	BBQ-OC	0.76 ^{ABa}	0.70 ^{Bab}	0.64 ^{Bb}	0.019
	SEM	0.026	0.019	0.012	

TYM	RAW	7.86 ^{Ac}	41.06 ^{Ab}	81.82 ^{Aa}	1.557
	BOL	3.80 ^{Bb}	7.39 ^{Bb}	48.68 ^{Ba}	1.379
	BOL-OC	3.06 ^{Cc}	4.83 ^{Bb}	21.12 ^{Ca}	0.181
	SEM	0.153	0.915	1.870	
	RAW	7.86 ^{Ac}	41.06 ^{Ab}	81.82 ^{Aa}	1.557
	PFR	5.63 ^{Bc}	8.30 ^{Bb}	22.16 ^{Ca}	0.565
	PFR-OC	5.04 ^{Bb}	8.94 ^{Bb}	49.73 ^{Ba}	1.288
	SEM	0.171	0.913	1.881	
	RAW	7.86 ^{Ac}	41.06 ^{Ab}	81.82 ^{Aa}	1.557
	BBQ	5.49 ^{Bb}	6.17 ^{Bb}	51.45 ^{Ba}	1.403
	BBQ-OC	5.45 ^{Bc}	8.69 ^{Bb}	48.27 ^{Ba}	0.492
	SEM	0.156	0.943	1.928	
SPD	RAW	3.22 ^{Aa}	3.15 ^{Aa}	2.91 ^{Ab}	0.025
	BOL	1.85 ^{Bb}	1.58 ^{Bc}	2.60 ^{Ba}	0.023
	BOL-OC	1.50 ^{Ca}	1.51 ^{Ba}	1.14 ^{Cb}	0.026
	SEM	0.031	0.023	0.018	
	RAW	3.22 ^{Aa}	3.15 ^{Aa}	2.91 ^{Ab}	0.025
	PFR	2.50 ^{Ba}	2.42 ^{Ba}	1.54 ^{Cb}	0.041
	PFR-OC	2.27 ^{Ca}	2.03 ^{Cb}	2.14 ^{Bb}	0.028
	SEM	0.022	0.029	0.041	
	RAW	3.22 ^{Aa}	3.15 ^{Aa}	2.91 ^{Ab}	0.025
	BBQ	2.33 ^{Bb}	1.99 ^{Bc}	2.62 ^{Ba}	0.059
	BBQ-OC	2.09 ^{Ca}	2.16 ^{Ba}	2.08 ^{Ca}	0.036
	SEM	0.031	0.059	0.031	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

냉장 저장 중 고추장 첨가 백색돈 숙성삼겹살 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 함량의 변화는 Table 104에 나타내었다(Figure 111-113). 저장기간이 증가함에 따라 생육(RAW) 내 PUT, TYM 함량은 증가하였으며, CAD 함량은 5일차에 증가하였다가 10일차에 감소하였다 ($p < 0.05$). 또한 SPD 함량은 감소하였으나($p < 0.05$), HIM 함량은 저장기간별 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가열조건에 따라 삶기 방법(BOL, BOL-OC)은 저장기간 중 PUT, CAD, HIM, TYM, SPD 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 과조리함에 따라(BOL-OC) 감소 효과가 증가하였다 ($p < 0.05$). 팬프라이닝(PFR, PFR-OC)과 바비큐(BBQ, BBQ-OC) 방법 또한 저장기간 중 생성된 바이오제닉아민 함량을 유의적으로 감소시켰다.

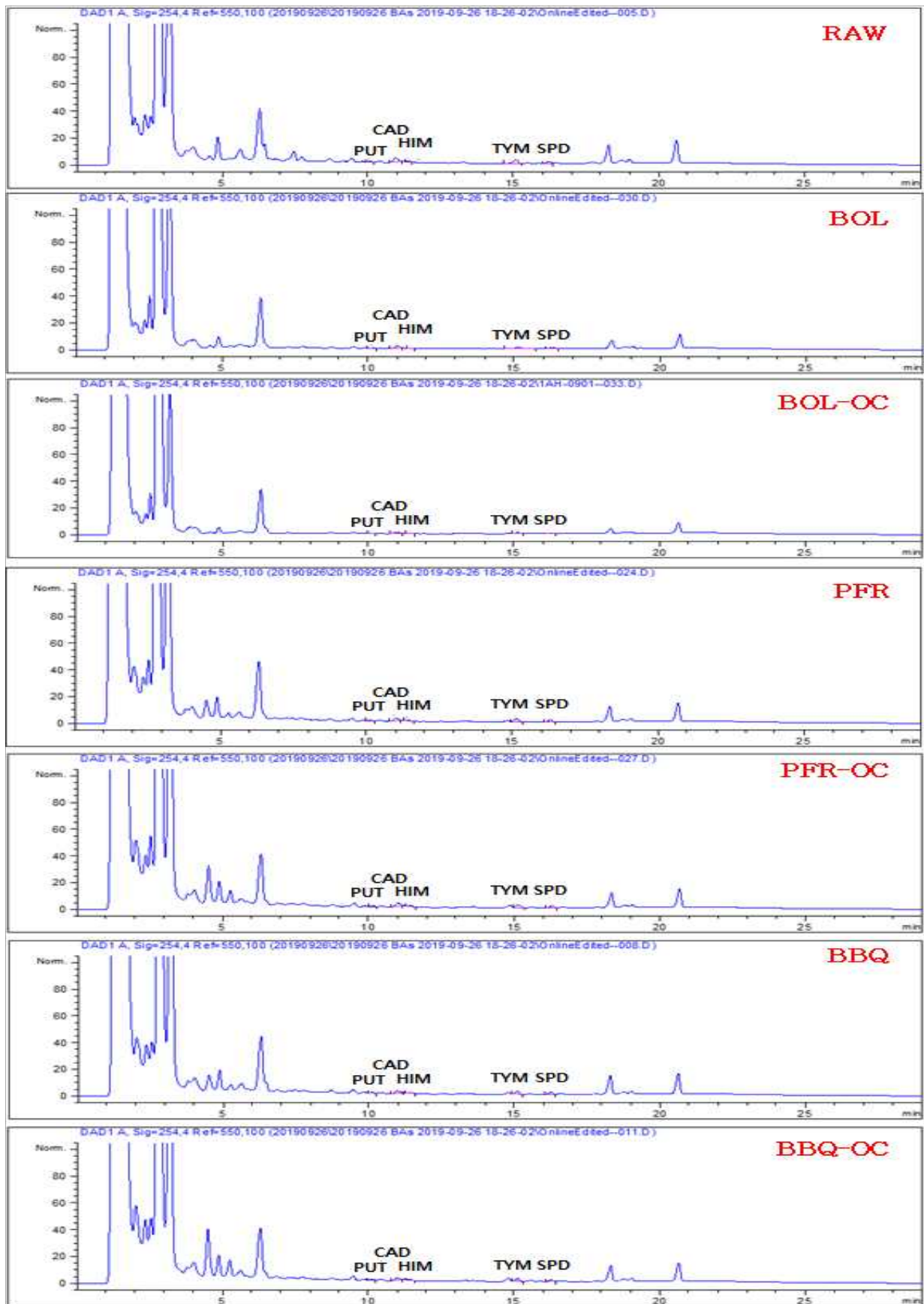


Figure 111. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) treated with gochujang by cooking conditions at day 0 of storage.

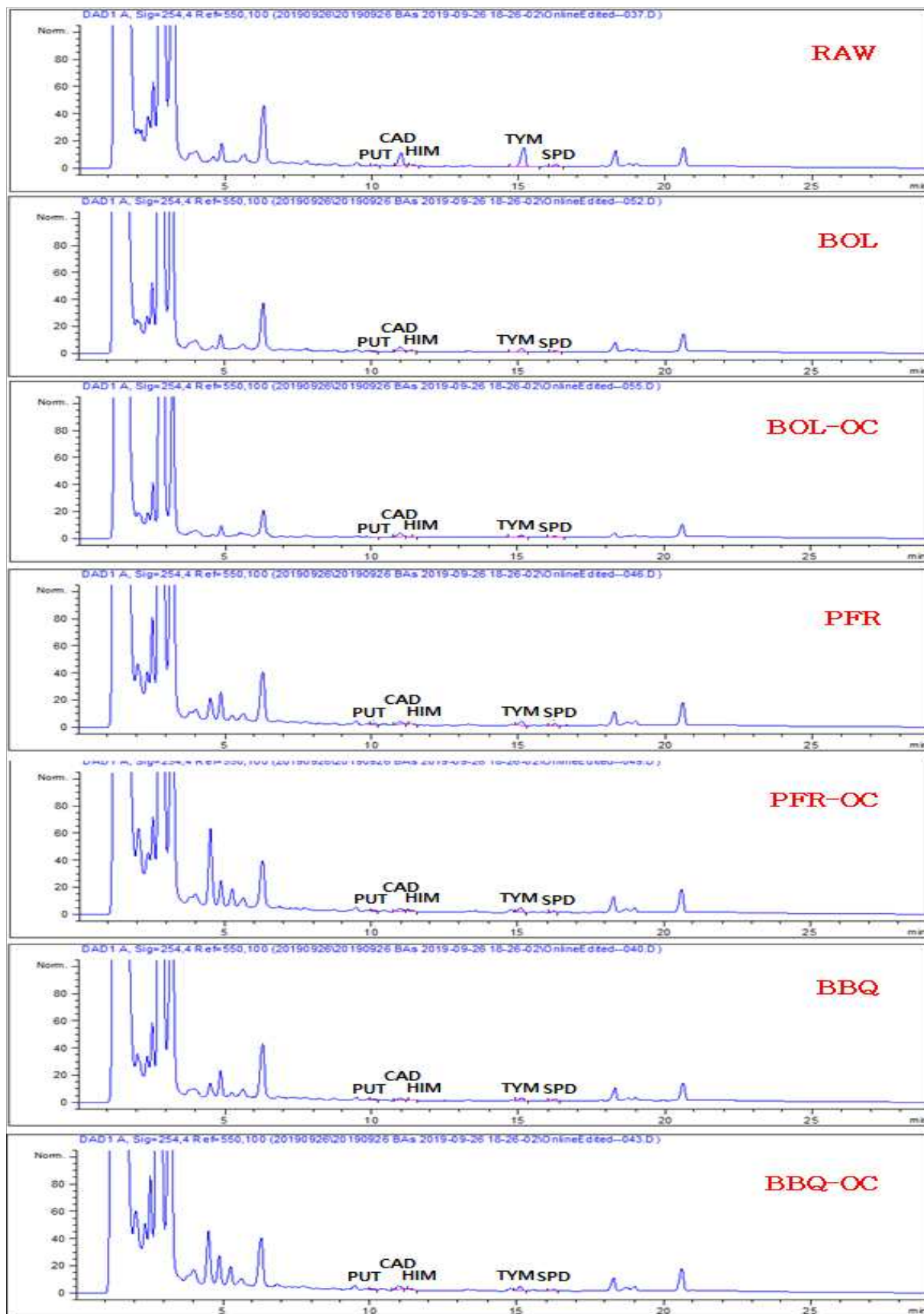


Figure 112. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) treated with gochujang by cooking conditions at day 5 of storage.

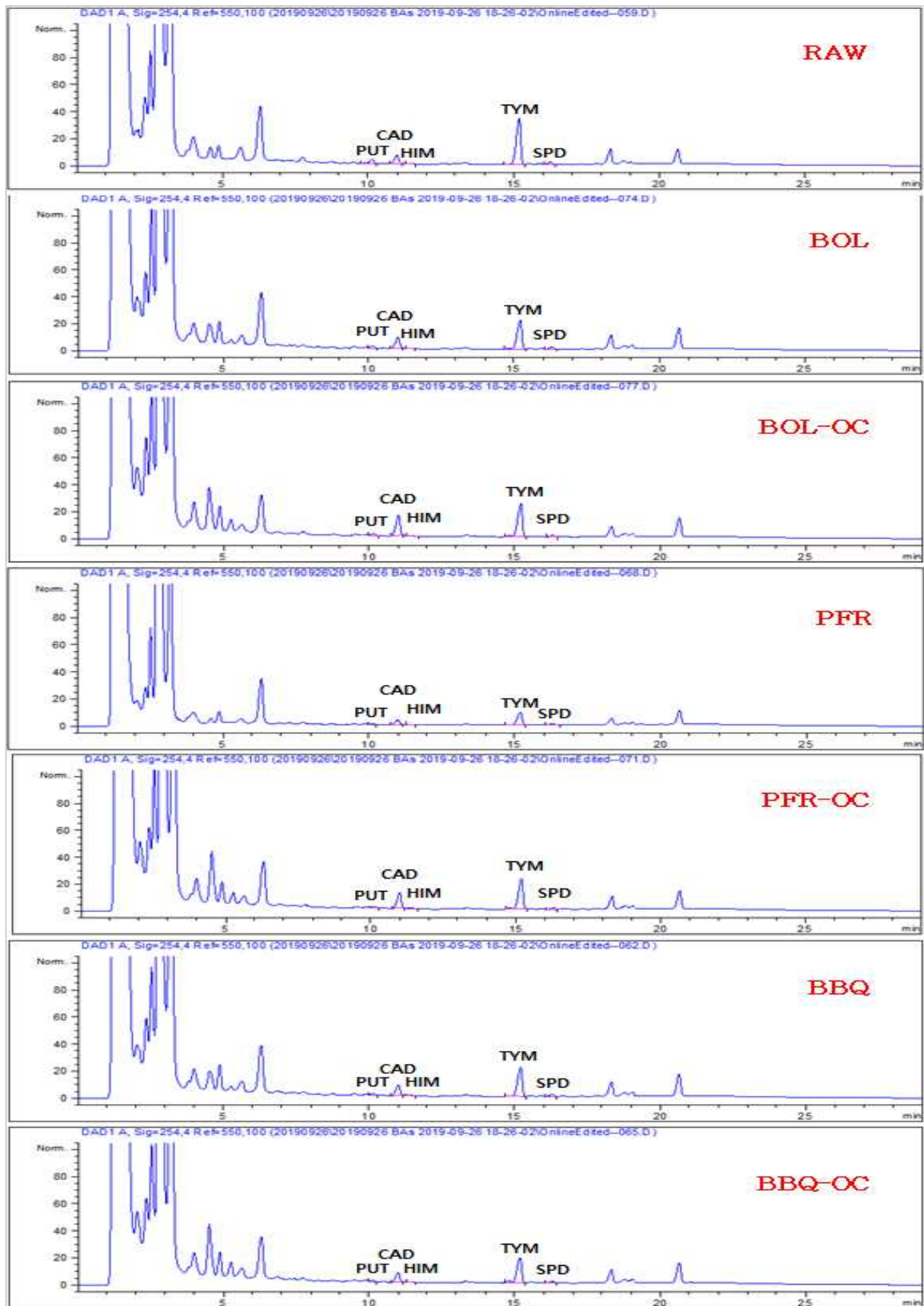


Figure 113. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (LYD) treated with gochujang by cooking conditions at day 10 of storage.

(나) 천연소재 및 전통식품 첨가 백색돈 숙성삼겹살 내 저장조건에 따른 바이오제닉 아민 저감 효과

Table 105. Changes of BAs content in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	CON	0.56 ^{Bc}	7.19 ^{Ab}	63.33 ^{Ba}	0.933
	Medicinal plants	0.00 ^{Cb}	1.01 ^{BCb}	70.81 ^{Aa}	1.004
	Blackcurrant	0.50 ^{Bb}	0.44 ^{Cb}	21.11 ^{Ca}	0.318
	Gochujang	1.63 ^{Ab}	1.76 ^{Bb}	9.21 ^{Da}	0.070
	SEM	0.032	0.260	1.192	
CAD	CON	0.00 ^{Bc}	59.70 ^{Ab}	98.28 ^{Aa}	1.977
	Medicinal plants	7.45 ^{Ac}	64.95 ^{Ab}	90.55 ^{Ba}	1.624
	Blackcurrant	0.00 ^{Bc}	12.91 ^{Bb}	58.34 ^{Ca}	0.952
	Gochujang	5.61 ^{Ac}	20.86 ^{Ba}	12.59 ^{Db}	0.768
	SEM	0.465	1.767	1.640	
HIM	CON	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	1.45 ^{Ba}	0.022
	Medicinal plants	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	3.64 ^{Aa}	0.019
	Blackcurrant	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	1.12 ^{Ca}	0.073
	Gochujang	0.83 ^{Aa}	0.80 ^{Aa}	0.75 ^{Da}	0.023
	SEM	0.017	0.007	0.068	
TYM	CON	5.23 ^{Bc}	50.22 ^{Ab}	76.68 ^{ABa}	1.741
	Medicinal plants	2.62 ^{Cc}	45.59 ^{ABb}	71.61 ^{BCa}	1.371
	Blackcurrant	5.18 ^{Bc}	15.51 ^{Cb}	68.08 ^{Ca}	0.713
	Gochujang	7.86 ^{Ac}	41.06 ^{Bb}	81.82 ^{Aa}	1.557
	SEM	0.142	1.737	1.686	
SPD	CON	3.33 ^{Aa}	3.49 ^{Aa}	2.99 ^{Bb}	0.056
	Medicinal plants	2.29 ^{Ca}	1.95 ^{Cab}	1.73 ^{Cb}	0.085
	Blackcurrant	3.10 ^{Bc}	3.52 ^{Aa}	3.32 ^{Ab}	0.042
	Gochujang	3.22 ^{ABa}	3.15 ^{Ba}	2.91 ^{Bb}	0.025
	SEM	0.044	0.066	0.058	

^{A-D} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine.

냉장 저장(9±2°C) 중 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 내 바이오제닉 아민 함량 비교는 Table 105에 나타내었다(Figure 114). 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살은 저장기간이 증가함에 따라 PUT, CAD, HIM, TYM 함량이 증가하였으며, SPD 함량은 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 0일차에 고추장 첨가로 인해 삼겹살 내 PUT, CAD, HIM, TYM 함량이 대조구보다 높았다($p < 0.05$). 그러나 저장기간이 증가함에 따라 저장 5일차에는 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 대조구보다 유의적으로 낮은 PUT 함량을 나타내었으며, 블랙커런트와 고추장 첨가 삼겹살이 대조구보다 낮은 CAD, TYM 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 또한 한방 첨가 삼겹살이 대조구보다 낮은 TYM 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 10일차에는 한방 첨가 삼겹살이 CAD, SPD 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 블랙커런트 첨가 삼겹살이 PUT, CAD, HIM, TYM 함량을 유의적으로 감소시켰다. 또한, 고추장 첨가 삼겹살이 PUT, CAD, HIM 함량을 감소시켰다. 특히 고추장 첨가 삼겹살은 저장 10일차에 대조구에 비해 PUT, CAD, HIM 함량을 각각 85.46%, 87.19%, 48.28% 감소시켰다(Figure 114). 결과적으로 숙성삼겹살에 첨가된 천연소재 및 전통식품에 따라 고추장>블랙커런트>한방 순으로 저장과정 중 생성되는 바이오제닉아민을 억제하는 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 블랙커런트와 고추장의 첨가가 저장기간 중 숙성삼겹살 내 부패성균의 증식을 효과적으로 억제하였다는 결과와 일치하였다(Table 96).

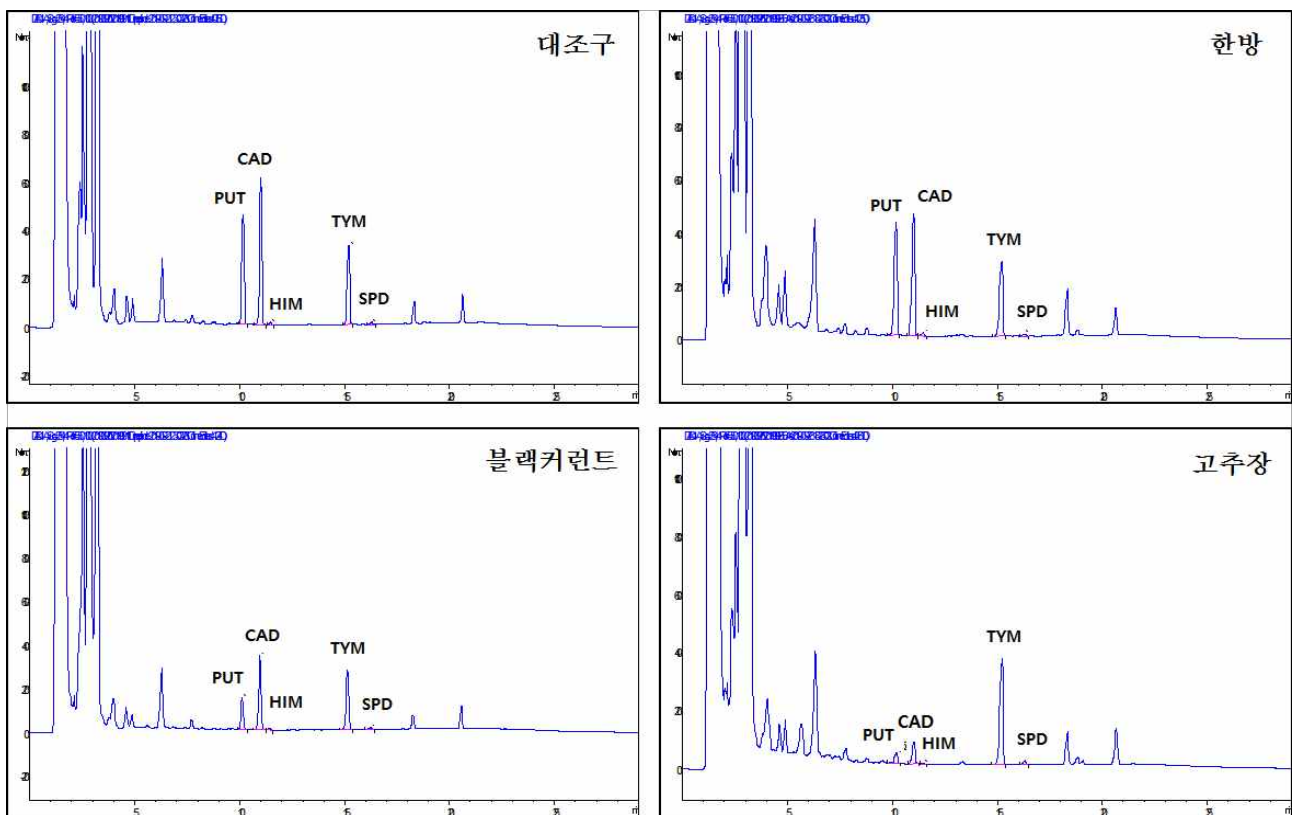


Figure 114. HPLC chromatogram of BAs in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food at day 10 of storage.

(다) 천연소재 및 전통식품 첨가 흑색돈 숙성삼겹살 내 기열조건에 따른 바이오제닉 아민 저감 효과

Table 106. Changes of BAs content in pork belly (Berkshire) by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	RAW	0.00 ^{Ac}	9.23 ^{Ab}	45.84 ^{Aa}	0.060
	BOL	0.00 ^{Ac}	1.90 ^{Cb}	33.06 ^{Ba}	0.092
	BOL-OC	0.00 ^{Ac}	1.98 ^{Bb}	22.50 ^{Ca}	0.097
	SEM	0.000	0.011	0.146	
	RAW	0.00 ^{Ac}	9.23 ^{Ab}	45.84 ^{Ca}	0.060
	PFR	0.00 ^{Ac}	5.93 ^{Bb}	105.02 ^{Ba}	0.199
	PFR-OC	0.00 ^{Ac}	5.46 ^{Cb}	119.60 ^{Aa}	0.087
	SEM	0.000	0.028	0.223	
	RAW	0.00 ^{Ac}	9.23 ^{Ab}	45.84 ^{Ca}	0.060
	BBQ	0.00 ^{Ac}	0.91 ^{Cb}	86.87 ^{Ba}	0.095
	BBQ-OC	0.00 ^{Ab}	1.57 ^{Bb}	98.43 ^{Aa}	0.468
	SEM	0.000	0.009	0.481	
CAD	RAW	3.01 ^{Ac}	46.94 ^{Ab}	74.00 ^{Aa}	0.094
	BOL	0.00 ^{Bc}	17.27 ^{Bb}	50.01 ^{Ba}	0.157
	BOL-OC	0.00 ^{Bc}	15.31 ^{Cb}	35.46 ^{Ca}	0.091
	SEM	0.058	0.107	0.165	
	RAW	3.01 ^{Bc}	46.94 ^{Cb}	74.00 ^{Ca}	0.094
	PFR	2.59 ^{Bc}	51.77 ^{Bb}	156.58 ^{Ba}	0.314
	PFR-OC	9.03 ^{Ac}	55.88 ^{Ab}	176.84 ^{Aa}	0.231
	SEM	0.194	0.227	0.267	
	RAW	3.01 ^{Bc}	46.94 ^{Ab}	74.00 ^{Ca}	0.094
	BBQ	2.36 ^{Bc}	24.88 ^{Cb}	129.62 ^{Ba}	0.215
	BBQ-OC	10.16 ^{Ac}	36.68 ^{Bb}	142.42 ^{Aa}	0.786
	SEM	0.297	0.213	0.734	
HIM	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.06 ^{Ba}	0.001
	BOL	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.10 ^{Aa}	0.005
	BOL-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.80 ^{Ca}	0.003
	SEM	0.000	0.000	0.006	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.06 ^{Ca}	0.001
	PFR	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	3.89 ^{Aa}	0.005
	PFR-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	3.38 ^{Ba}	0.008
	SEM	0.000	0.000	0.009	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	1.06 ^{Ca}	0.001
	BBQ	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	2.45 ^{Ba}	0.014
	BBQ-OC	0.00 ^{Ac}	0.98 ^{Ab}	3.52 ^{Aa}	0.014
	SEM	0.000	0.009	0.018	

TYM	RAW	2.36 ^{A_c}	31.36 ^{A_b}	51.95 ^{A_a}	0.173
	BOL	0.93 ^{B_c}	11.94 ^{B_b}	45.17 ^{B_a}	0.093
	BOL-OC	0.64 ^{C_c}	9.93 ^{C_b}	30.07 ^{C_a}	0.100
	SEM	0.048	0.030	0.214	
	RAW	2.36 ^{B_c}	31.36 ^{B_b}	51.95 ^{C_a}	0.173
	PFR	2.20 ^{B_c}	40.58 ^{A_b}	126.51 ^{B_a}	0.150
	PFR-OC	3.74 ^{A_c}	40.97 ^{A_b}	137.05 ^{A_a}	0.125
	SEM	0.053	0.129	0.221	
	RAW	2.36 ^{B_c}	31.36 ^{A_b}	51.95 ^{C_a}	0.173
	BBQ	2.52 ^{B_c}	27.75 ^{B_b}	94.90 ^{B_a}	0.100
	BBQ-OC	3.48 ^{A_c}	27.93 ^{B_b}	107.30 ^{A_a}	0.475
	SEM	0.066	0.075	0.506	
SPD	RAW	2.02 ^{A_a}	1.89 ^{A_a}	1.18 ^{B_b}	0.032
	BOL	1.84 ^{B_a}	1.73 ^{B_b}	1.40 ^{A_c}	0.033
	BOL-OC	1.54 ^{C_a}	1.49 ^{C_a}	1.17 ^{B_b}	0.024
	SEM	0.037	0.030	0.020	
	RAW	2.02 ^{C_a}	1.89 ^{C_a}	1.18 ^{C_b}	0.032
	PFR	2.94 ^{B_b}	3.53 ^{B_a}	3.62 ^{B_a}	0.032
	PFR-OC	4.28 ^{A_ab}	4.33 ^{A_a}	4.04 ^{A_b}	0.066
	SEM	0.031	0.030	0.068	
	RAW	2.02 ^{C_a}	1.89 ^{C_a}	1.18 ^{B_b}	0.032
	BBQ	3.27 ^{A_b}	3.04 ^{B_c}	3.66 ^{A_a}	0.006
	BBQ-OC	3.09 ^{B_b}	3.68 ^{A_a}	3.61 ^{A_a}	0.022
	SEM	0.025	0.026	0.013	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

냉장 저장 중 천연소재 및 전통식품을 첨가하지 않은 흑색돈 숙성삼겹살(대조구) 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 함량의 변화는 Table 106에 나타내었다(Figure 115-117). 저장 기간이 증가함에 따라 생육(RAW) 내 PUT, CAD, HIM, TYM 함량은 증가하였으며, SPD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 삶기 방법(BOL, BOL-OC)은 저장기간 중 증가한 PUT, CAD, TYM 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 과조리함에 따라(BOL-OC) 감소 효과는 증가하였다($p < 0.05$). HIM, SPD의 경우 증가 또는 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았다. 팬프라이닝(PER, PER-OC)과 바비큐(BBQ, BBQ-OC) 방법은 생육보다 증가 또는 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았다.

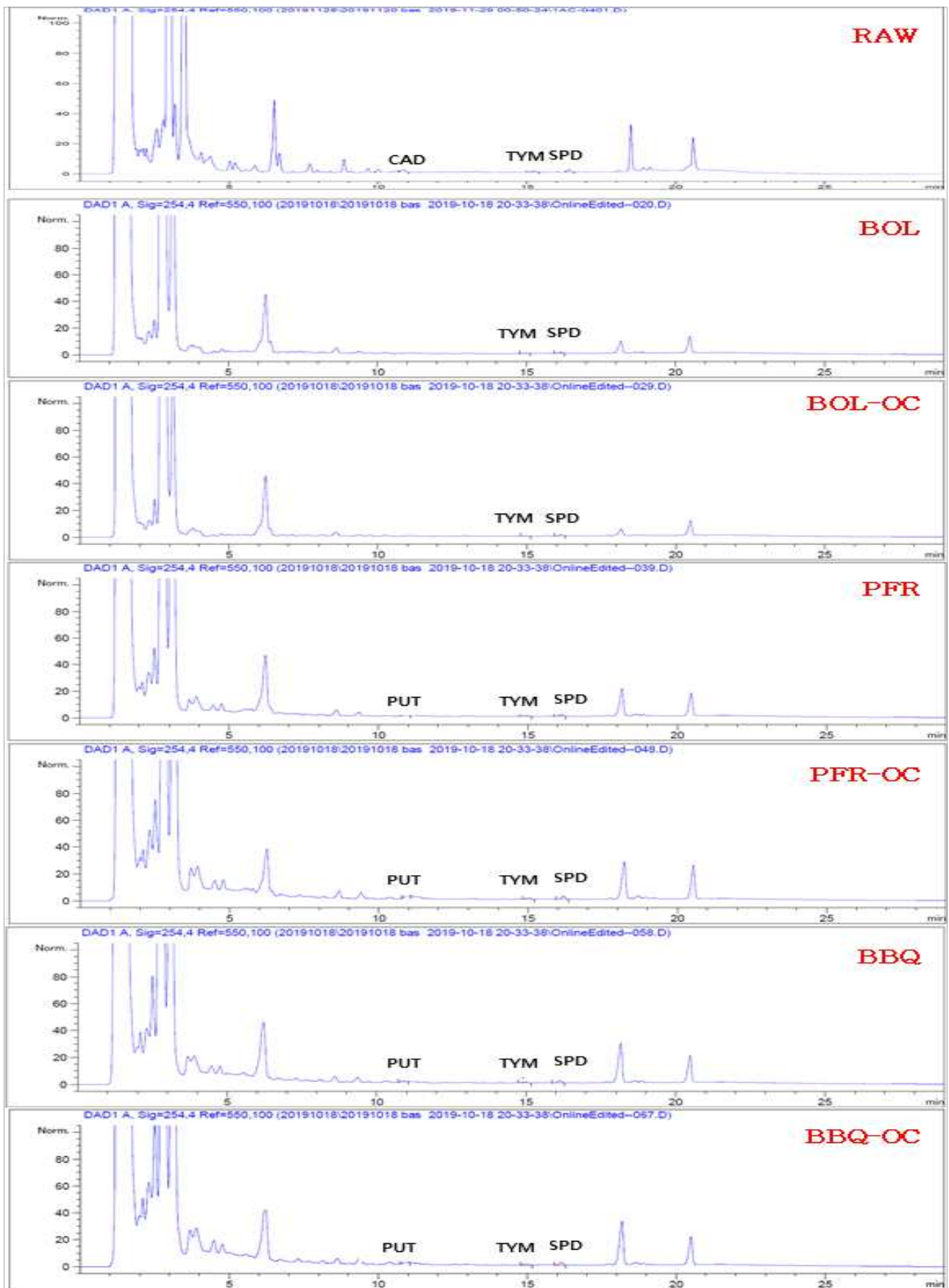


Figure 115. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (Berkshire) by cooking conditions at day 0 of storage.

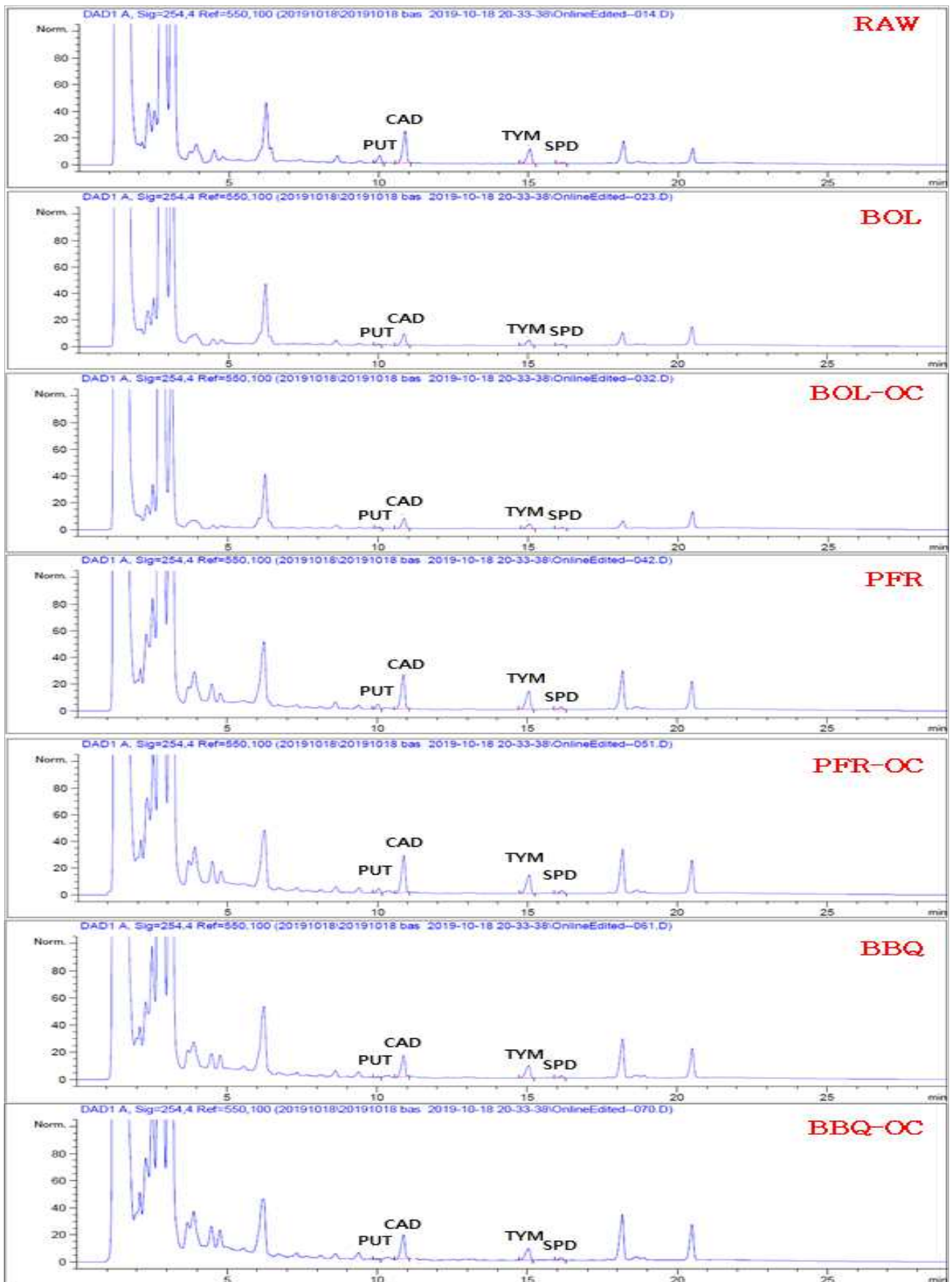


Figure 116. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (Berkshire) by cooking conditions at day 5 of storage.

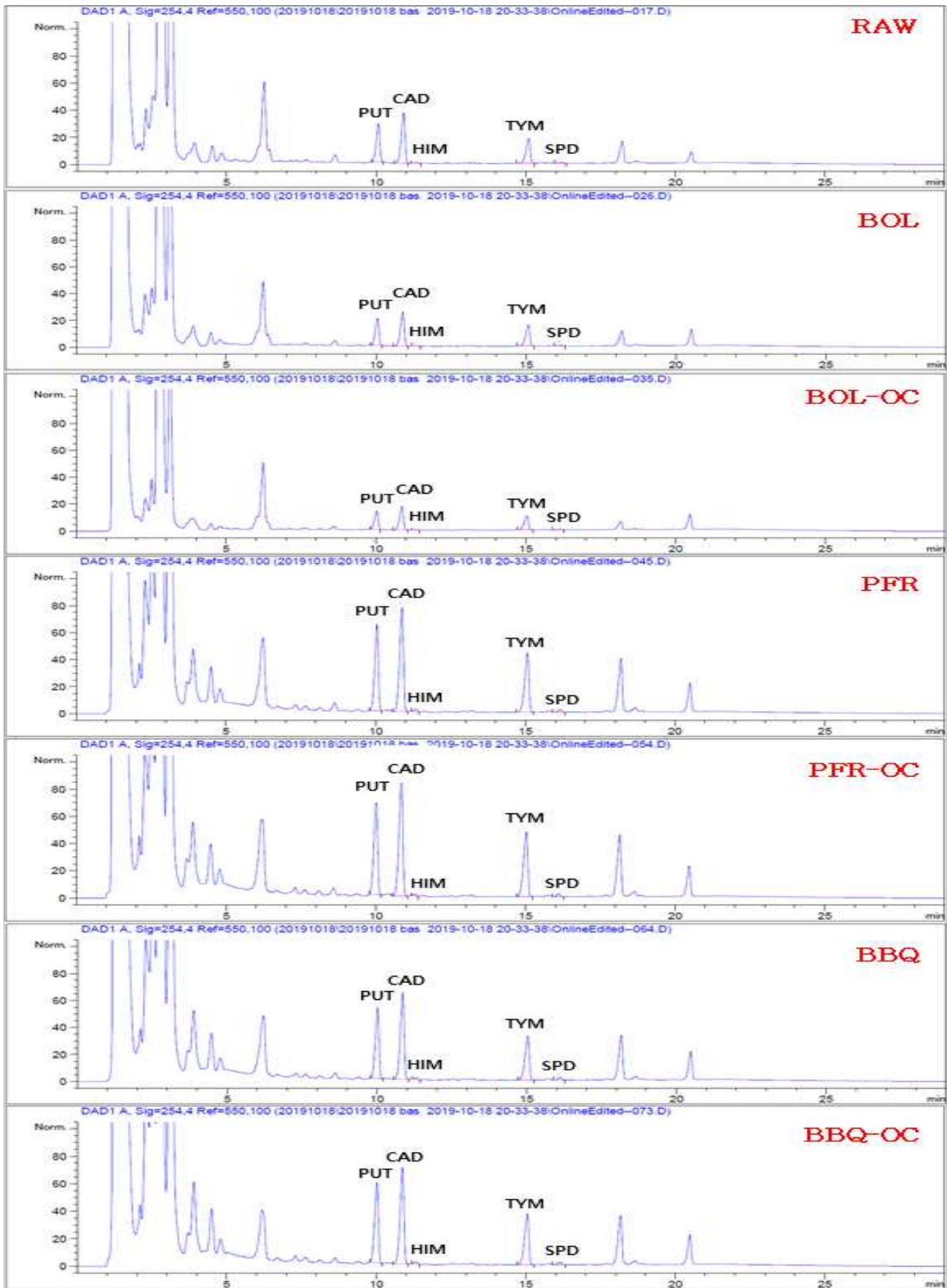


Figure 117. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (Berkshire) by cooking conditions at day 10 of storage.

Table 107. Changes of BAs content in pork belly (Berkshire) treated with medicinal plants by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	RAW	0.00 ^{Ab}	0.33 ^{Ab}	54.48 ^{Aa}	0.818
	BOL	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	27.08 ^{Ba}	0.519
	BOL-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	14.60 ^{Ca}	0.457
	SEM	0.000	0.005	1.071	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.33 ^{Cb}	54.48 ^{Ca}	0.818
	PFR	0.00 ^{Ab}	1.97 ^{Ab}	129.72 ^{Ba}	0.830
	PFR-OC	0.00 ^{Ac}	1.36 ^{Bb}	154.69 ^{Aa}	0.181
	SEM	0.000	0.047	1.178	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.33 ^{Ab}	54.48 ^{Ca}	0.818
	BBQ	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	90.10 ^{Ba}	0.654
	BBQ-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	100.02 ^{Aa}	0.344
	SEM	0.000	0.005	1.102	
CAD	RAW	14.00 ^{Ac}	41.67 ^{Ab}	67.57 ^{Aa}	1.309
	BOL	8.42 ^{Bc}	15.19 ^{Bb}	35.85 ^{Ba}	0.774
	BOL-OC	4.83 ^{Cc}	10.25 ^{Cb}	19.40 ^{Ca}	0.625
	SEM	0.134	0.813	1.423	
	RAW	14.00 ^{Cc}	41.67 ^{Ab}	67.57 ^{Ca}	1.309
	PFR	17.73 ^{Bc}	34.62 ^{Bb}	168.51 ^{Ba}	1.192
	PFR-OC	27.30 ^{Ac}	41.00 ^{Ab}	204.45 ^{Aa}	0.399
	SEM	0.204	0.878	1.575	
	RAW	14.00 ^{Cc}	41.67 ^{Bb}	67.57 ^{Ca}	1.309
	BBQ	23.02 ^{Bc}	53.37 ^{Ab}	110.16 ^{Ba}	0.826
	BBQ-OC	26.38 ^{Ac}	56.78 ^{Ab}	123.76 ^{Aa}	0.449
	SEM	0.448	0.893	1.265	
HIM	RAW	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	BOL	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	BOL-OC	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.000	
	RAW	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	PFR	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	3.08 ^{Ba}	0.059
	PFR-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	4.22 ^{Aa}	0.103
	SEM	0.000	0.000	0.119	
	RAW	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.000
	BBQ	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.81 ^{Ba}	0.022
	BBQ-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.20 ^{Aa}	0.025
	SEM	0.000	0.000	0.034	

TYM	RAW	2.56 ^{Ac}	23.78 ^{Ab}	48.24 ^{Aa}	0.935
	BOL	1.24 ^{Bc}	4.55 ^{Bb}	29.49 ^{Ba}	0.674
	BOL-OC	0.00 ^{Cc}	3.10 ^{Bb}	14.92 ^{Ca}	0.335
	SEM	0.035	0.541	1.071	
	RAW	2.56 ^{Bc}	23.78 ^{Bb}	48.24 ^{Ca}	0.935
	PFR	3.00 ^{Bc}	20.26 ^{Bb}	121.02 ^{Ba}	0.896
	PFR-OC	3.62 ^{Ac}	24.21 ^{Ab}	138.44 ^{Aa}	0.240
	SEM	0.119	0.559	1.670	
	RAW	2.56 ^{Bc}	23.78 ^{Ab}	48.24 ^{Ca}	0.935
	BBQ	2.41 ^{Bc}	10.79 ^{Bb}	86.27 ^{Ba}	0.470
	BBQ-OC	3.08 ^{Ac}	12.54 ^{Bb}	93.18 ^{Aa}	0.048
	SEM	0.051	0.533	1.481	
SPD	RAW	1.50 ^{Aa}	1.17 ^{Ab}	1.02 ^{Ac}	0.022
	BOL	0.97 ^{Ba}	0.63 ^{Bc}	0.81 ^{Bb}	0.024
	BOL-OC	0.62 ^{Ca}	0.49 ^{Cb}	0.46 ^{Cb}	0.020
	SEM	0.023	0.025	0.018	
	RAW	1.50 ^{Ca}	1.17 ^{Cb}	1.02 ^{Cc}	0.022
	PFR	2.64 ^{Bb}	2.46 ^{Bc}	3.57 ^{Ba}	0.040
	PFR-OC	3.22 ^{Ab}	3.27 ^{Ab}	4.12 ^{Aa}	0.090
	SEM	0.046	0.054	0.072	
	RAW	1.50 ^{Ba}	1.17 ^{Cb}	1.02 ^{Cc}	0.022
	BBQ	2.46 ^{Aa}	2.49 ^{Ba}	2.04 ^{Bb}	0.053
	BBQ-OC	2.49 ^{Ab}	2.83 ^{Aa}	2.36 ^{Ab}	0.044
	SEM	0.022	0.062	0.031	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

냉장 저장 중 한방 첨가 흑색돈 숙성삼겹살 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 함량의 변화는 Table 107에 나타내었다(Figure 118-120). 저장 기간이 증가함에 따라 생육(RAW) 내 PUT, CAD, TYM 함량은 증가하였으며, SPD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). 하지만 HIM은 저장 5일차까지는 검출되지 않다가 저장 10일차에 팬프라이닝과 바비큐 처리구에서 검출되었다. 가열조건에 따라 삶기 방법(BOL, BOL-OC)은 저장기간 중 증가한 PUT, CAD, TYM과 SPD 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 과조리함에 따라(BOL-OC) 감소 효과가 증가하였다($p < 0.05$). 팬프라이닝(PER, PER-OC)과 바비큐(BBQ, BBQ-OC) 방법은 5일차 TYM을 제외하고는 대부분 생육보다 유의적으로 높은 바이오제닉 아민 함량을 나타내었다.

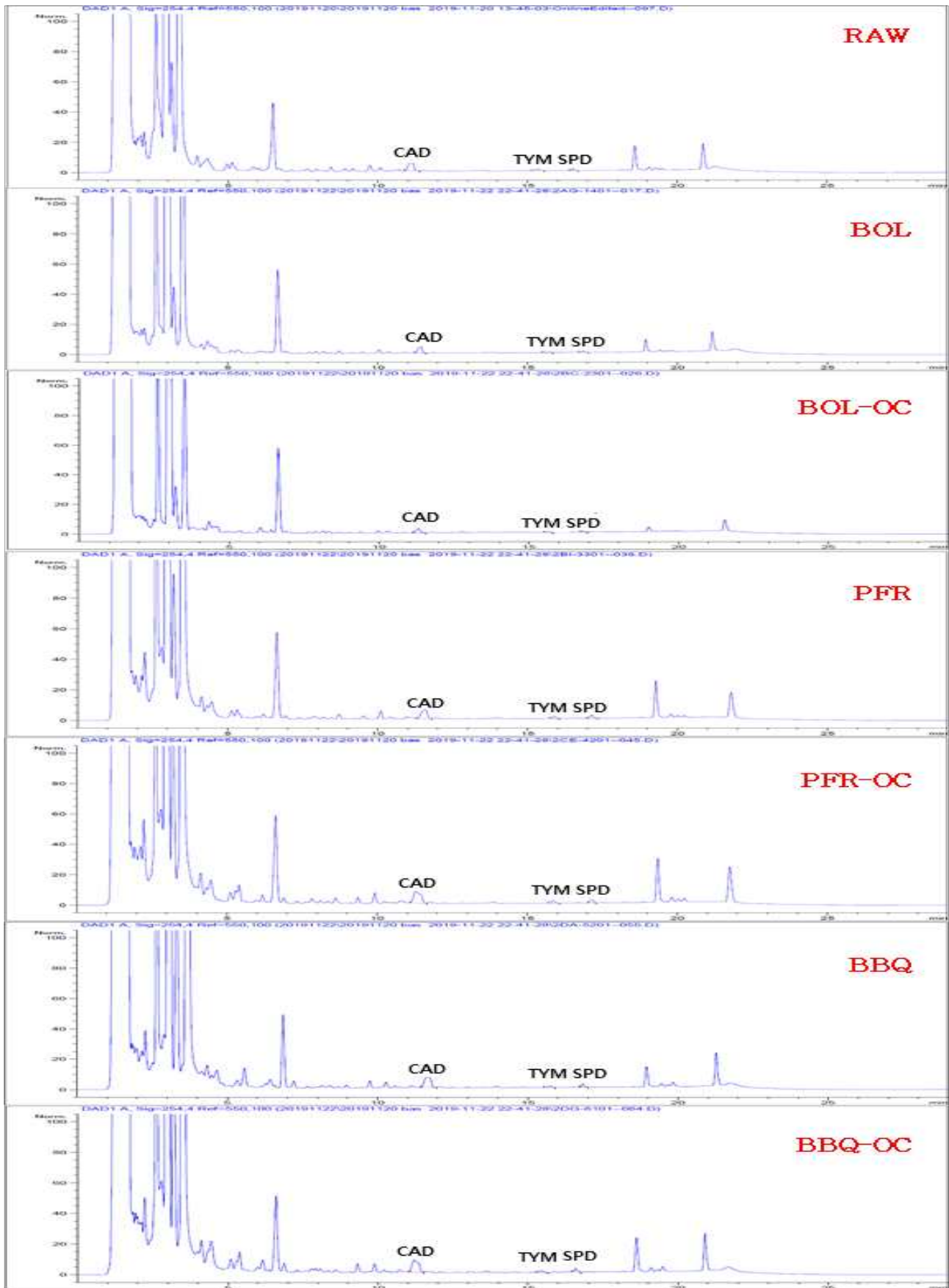


Figure 118. HPLC chromatogram of BAS content in pork belly (Berkshire) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 0 of storage.

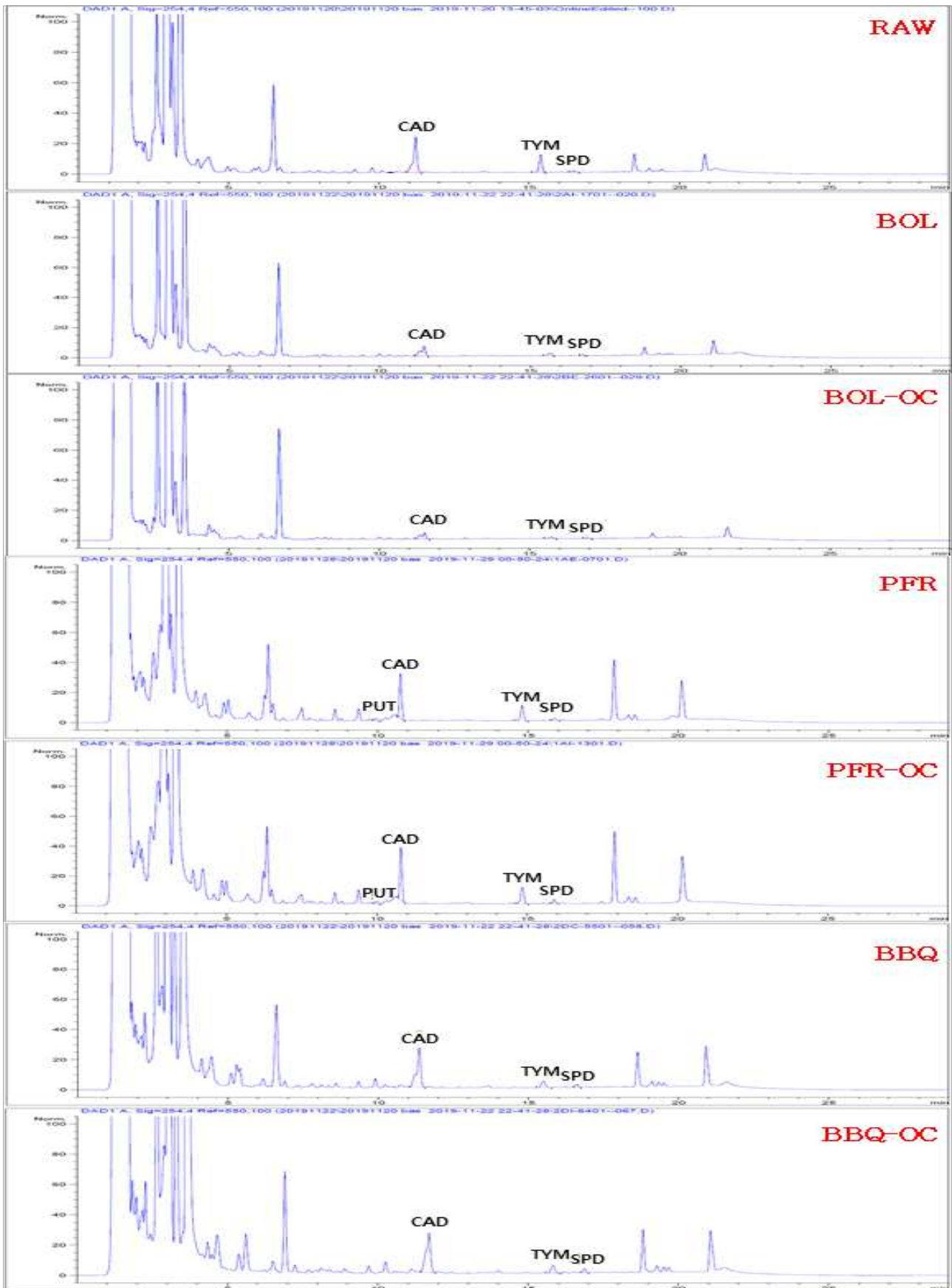


Figure 119. HPLC chromatogram of BAS content in pork belly (Berkshire) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 5 of storage.

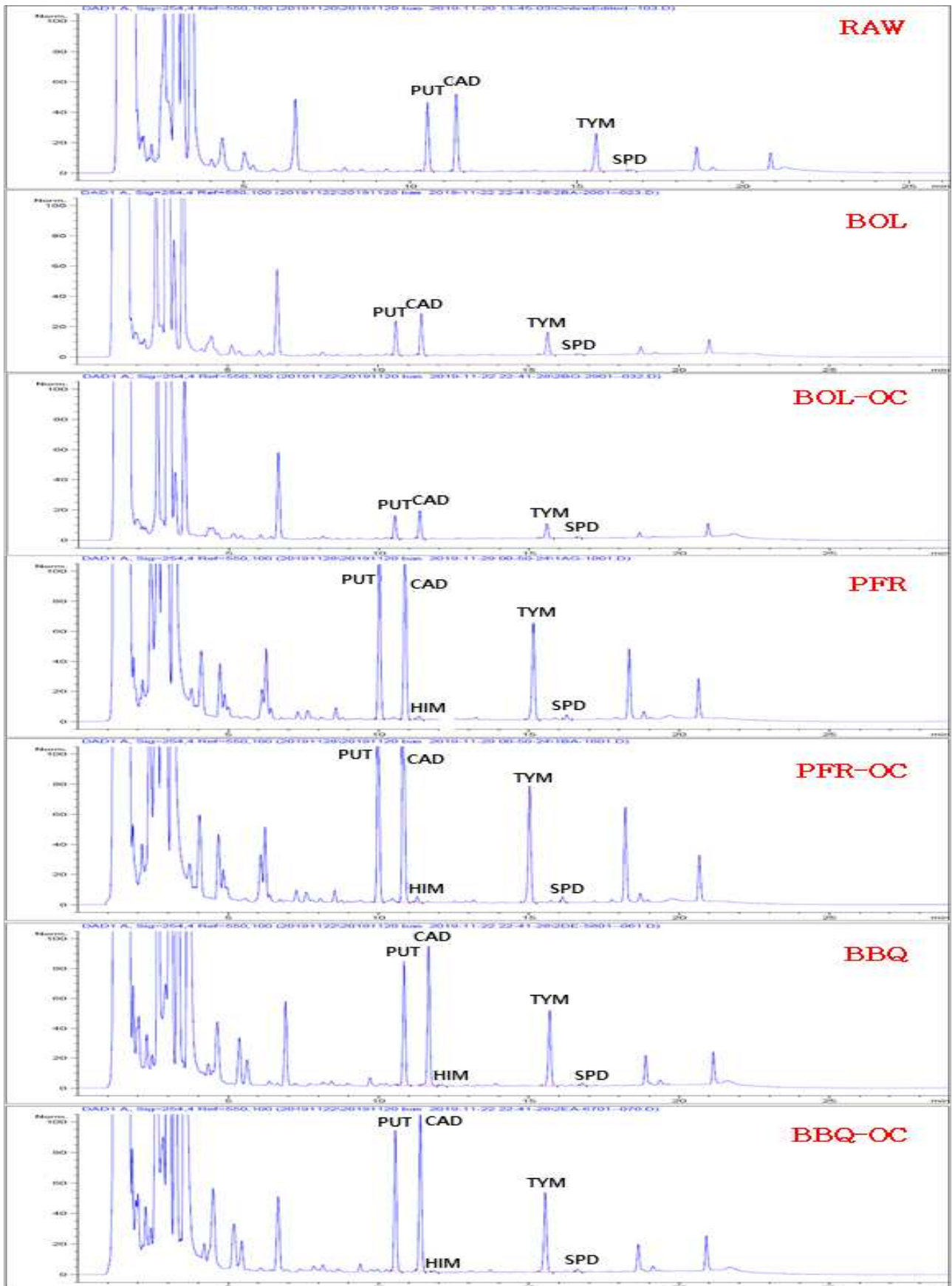


Figure 120. HPLC chromatogram of BAS content in pork belly (Berkshire) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 10 of storage.

Table 108. Changes of BAs content in pork belly (Berkshire) treated with blackcurrant by cooking conditions during refrigerated storage ($9\pm 2^{\circ}\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	2.16 ^{Aa}	0.005
	BOL	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.26 ^{Ca}	0.010
	BOL-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.51 ^{Ba}	0.002
	SEM	0.000	0.000	0.011	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	2.16 ^{Ca}	0.005
	PFR	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	7.17 ^{Aa}	0.006
	PFR-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	4.44 ^{Ba}	0.105
	SEM	0.000	0.000	0.105	
	RAW	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	2.16 ^{Ca}	0.005
	BBQ	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	7.40 ^{Aa}	0.012
	BBQ-OC	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	3.55 ^{Ba}	0.025
	SEM	0.000	0.000	0.028	
CAD	RAW	7.08 ^{Ac}	11.60 ^{Ab}	19.67 ^{Aa}	0.242
	BOL	4.86 ^{Bc}	8.10 ^{Bb}	16.59 ^{Ba}	0.152
	BOL-OC	3.91 ^{Cc}	5.78 ^{Cb}	10.78 ^{Ca}	0.090
	SEM	0.094	0.170	0.228	
	RAW	7.08 ^{Cc}	11.60 ^{Cb}	19.67 ^{Ba}	0.242
	PFR	13.32 ^{Ac}	17.31 ^{Bb}	42.22 ^{Aa}	0.494
	PFR-OC	11.67 ^{Bc}	21.15 ^{Ab}	40.04 ^{Aa}	0.335
	SEM	0.194	0.209	0.577	
	RAW	7.08 ^{Bc}	11.60 ^{Cb}	19.67 ^{Ca}	0.242
	BBQ	8.31 ^{Bc}	17.53 ^{Bb}	47.93 ^{Aa}	0.473
	BBQ-OC	12.73 ^{Ac}	23.66 ^{Ab}	42.92 ^{Ba}	0.522
	SEM	0.339	0.425	0.509	
HIM	RAW	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	BOL	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	BOL-OC	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.000	
	RAW	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	PFR	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	PFR-OC	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.000	
	RAW	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	BBQ	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	BBQ-OC	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.000	

TYM	RAW	2.31 ^{Ac}	4.93 ^{Ab}	23.78 ^{Aa}	0.094
	BOL	1.13 ^{Bc}	2.37 ^{Bb}	19.44 ^{Ba}	0.099
	BOL-OC	0.78 ^{Cc}	1.63 ^{Cb}	12.18 ^{Ca}	0.066
	SEM	0.026	0.047	0.142	
	RAW	2.31 ^{Ac}	4.93 ^{Bb}	23.78 ^{Ba}	0.094
	PFR	2.27 ^{Ac}	4.89 ^{Bb}	42.19 ^{Aa}	0.229
	PFR-OC	2.23 ^{Ac}	5.46 ^{Ab}	42.15 ^{Aa}	0.159
	SEM	0.031	0.055	0.287	
	RAW	2.31 ^{Ac}	4.93 ^{Bb}	23.78 ^{Ca}	0.094
	BBQ	2.30 ^{Ac}	5.19 ^{Bb}	41.50 ^{Aa}	0.108
	BBQ-OC	2.33 ^{Ac}	5.82 ^{Ab}	29.81 ^{Ba}	0.178
	SEM	0.058	0.107	0.194	
SPD	RAW	1.56 ^{Aa}	1.64 ^{Aa}	1.64 ^{Aa}	0.049
	BOL	0.75 ^{Ba}	0.62 ^{Bb}	0.61 ^{Bb}	0.019
	BOL-OC	0.31 ^{Cb}	0.41 ^{Ca}	0.30 ^{Cb}	0.014
	SEM	0.039	0.018	0.032	
	RAW	1.56 ^{Ba}	1.64 ^{Ba}	1.64 ^{Ca}	0.049
	PFR	1.69 ^{Bb}	1.72 ^{ABb}	2.01 ^{Ba}	0.049
	PFR-OC	2.23 ^{Ab}	1.93 ^{Ac}	2.50 ^{Aa}	0.059
	SEM	0.050	0.056	0.052	
	RAW	1.56 ^{Aa}	1.64 ^{Ba}	1.64 ^{Ba}	0.049
	BBQ	1.85 ^{Ab}	1.77 ^{ABb}	2.27 ^{Aa}	0.067
	BBQ-OC	1.82 ^{Aab}	1.92 ^{Aa}	1.62 ^{Bb}	0.050
	SEM	0.068	0.050	0.047	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

냉장 저장 중 블랙커런트 첨가 흑색돈 숙성삼겹살 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 함량의 변화는 Table 108에 나타내었다(Figure 121-123). 저장 기간이 증가함에 따라 생육(RAW) 내 PUT, CAD, TYM 함량은 증가하였으며($p < 0.05$), SPD 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다. HIM은 모든 저장일차 동안 검출되지 않았다. 가열조건에 따라 삶기 방법(BOL, BOL-OC)은 저장기간 중 증가한 PUT, CAD, TYM, SPD 함량을 유의적으로 감소시켰다. 그 중 PUT를 제외한 CAD, TYM, SPD에서는 과조리함에 따라(BOL-OC) 감소 효과가 증가하였다($p < 0.05$). 팬프라이닝(PER, PER-OC)과 바비큐(BBQ, BBQ-OC) 방법은 대조구보다 BAs 함량이 증가하였으나($p < 0.05$), 조리 강도에 따른 일정한 경향을 보이지 않았다.

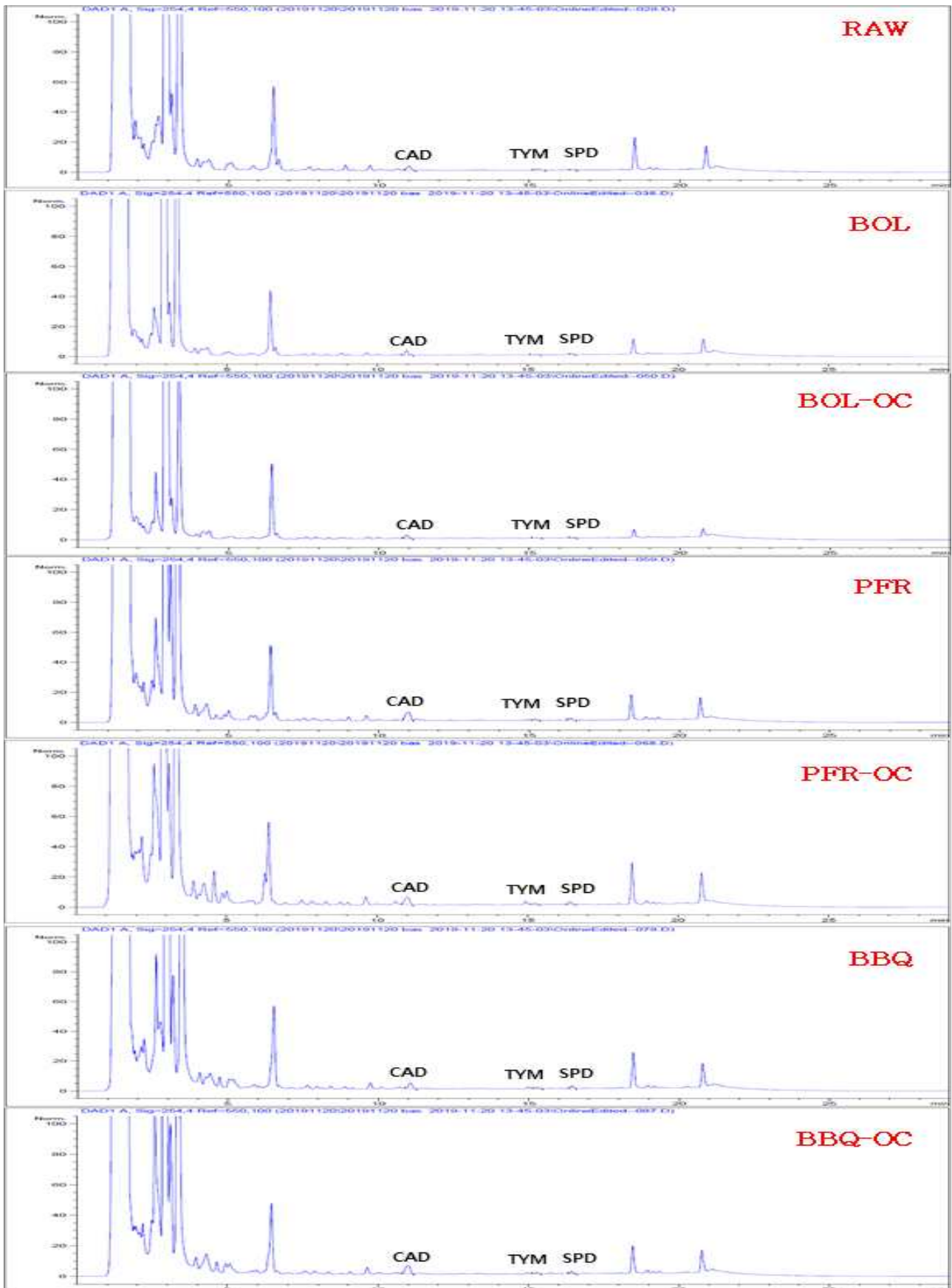


Figure 121. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (Berkshire) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 0 of storage.

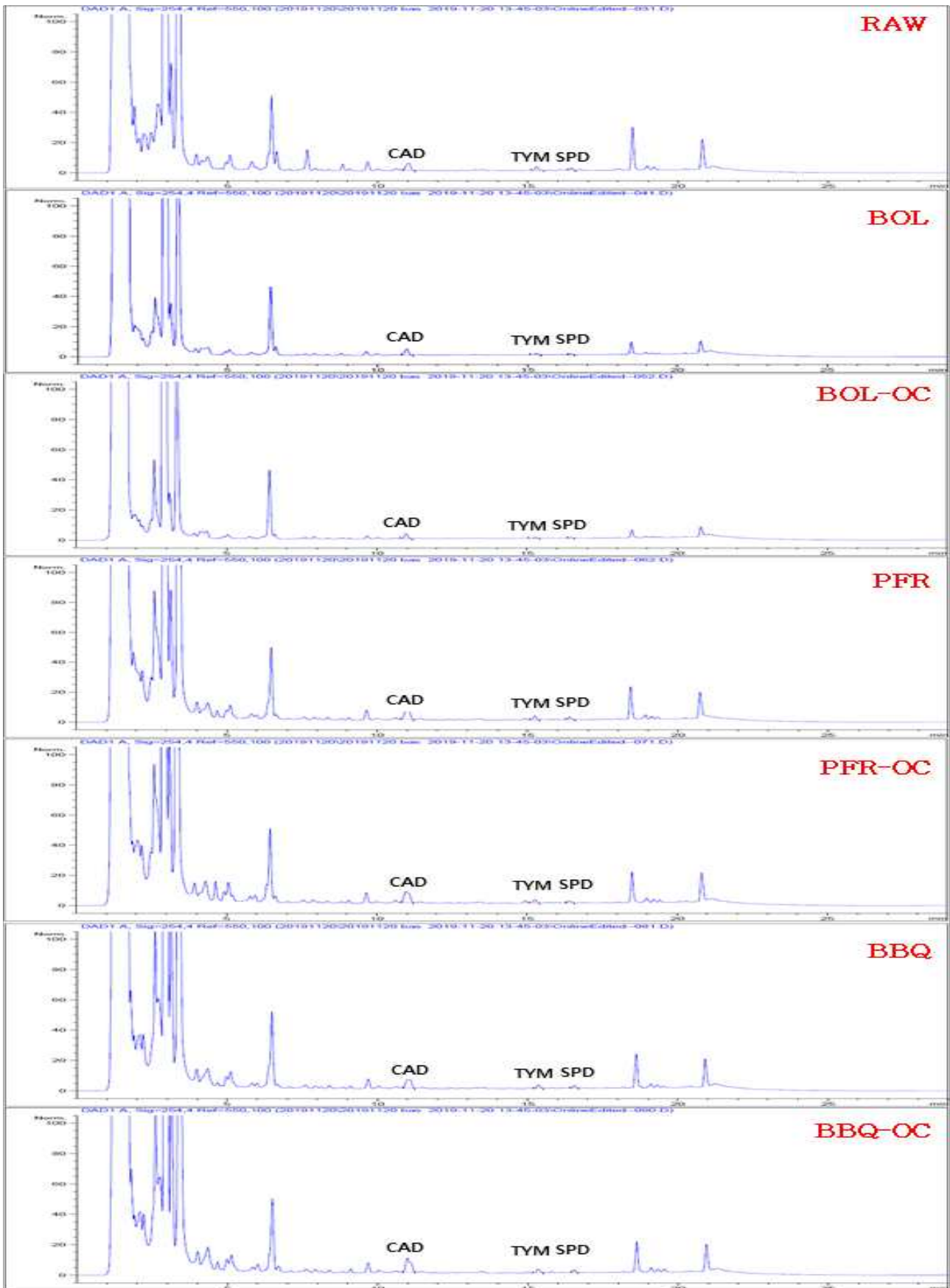


Figure 122. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (Berkshire) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 5 of storage.

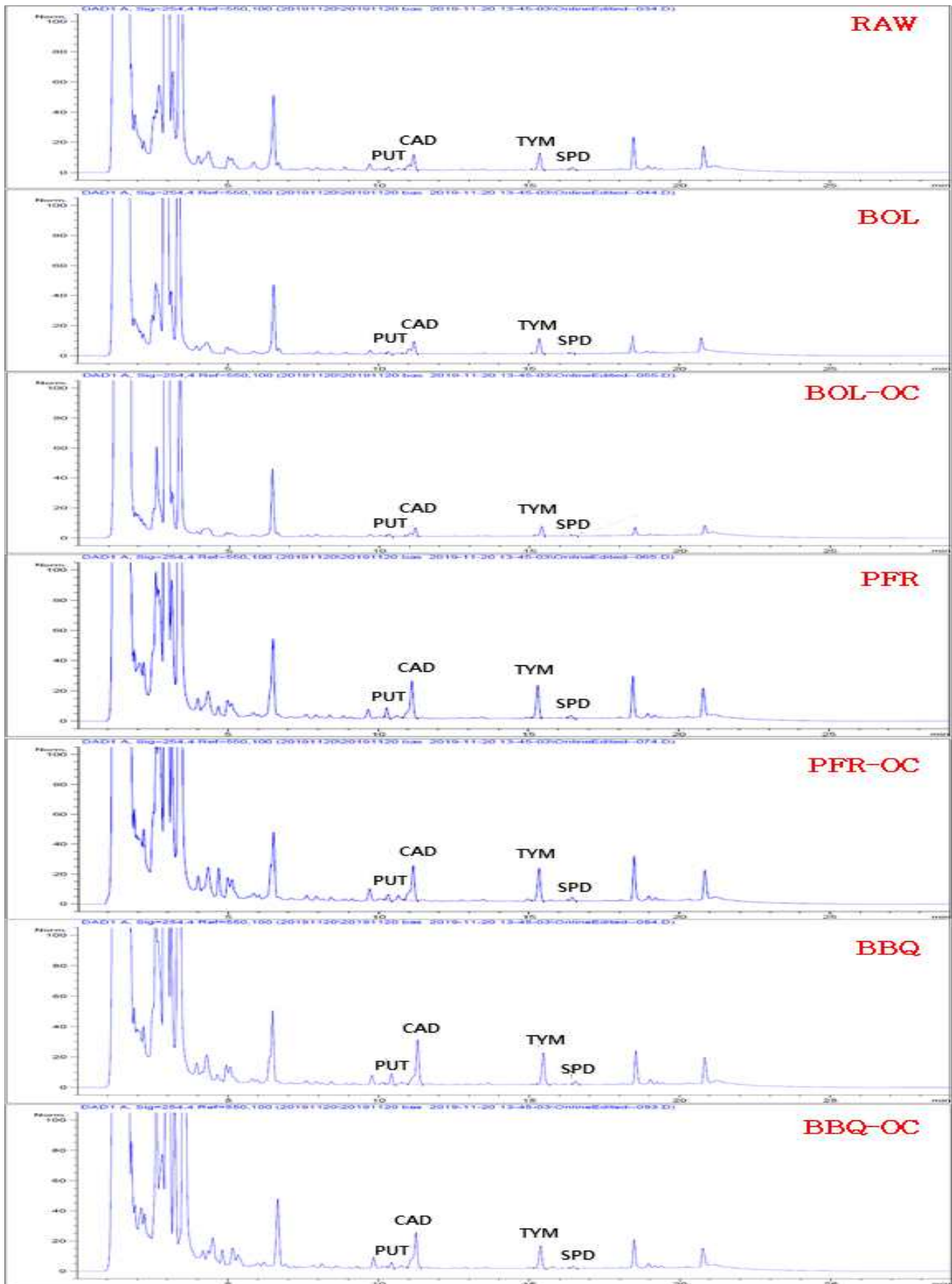


Figure 123. HPLC chromatogram of BAAs content in pork belly (Berkshire) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 10 of storage.

Table 109. Changes of BAs content in pork belly (Berkshire) treated with gochujang by cooking conditions during refrigerated storage (9±2°C)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	RAW	1.68 ^{Ab}	2.33 ^{Aa}	2.34 ^{Aa}	0.033
	BOL	0.88 ^{Bc}	1.09 ^{Bb}	1.32 ^{Ba}	0.029
	BOL-OC	0.78 ^{Bc}	0.83 ^{Cb}	0.90 ^{Ca}	0.004
	SEM	0.023	0.025	0.029	
	RAW	1.68 ^{Ab}	2.33 ^{Ba}	2.34 ^{Ba}	0.033
	PFR	1.23 ^{Bb}	2.77 ^{Aa}	2.84 ^{Aa}	0.030
	PFR-OC	0.99 ^{Cb}	1.59 ^{Ca}	1.65 ^{Ca}	0.038
	SEM	0.024	0.033	0.042	
	RAW	1.68 ^{Ab}	2.33 ^{Aa}	2.34 ^{Ba}	0.033
	BBQ	1.07 ^{Bc}	1.93 ^{Bb}	2.85 ^{Aa}	0.054
	BBQ-OC	1.02 ^{Bc}	1.63 ^{Cb}	1.98 ^{Ca}	0.005
	SEM	0.023	0.053	0.027	
CAD	RAW	3.69 ^{Ab}	6.26 ^{Aa}	2.26 ^{Cc}	0.174
	BOL	1.81 ^{Bc}	2.62 ^{Bb}	5.09 ^{Aa}	0.077
	BOL-OC	1.73 ^{Bb}	1.52 ^{Cb}	2.96 ^{Ba}	0.080
	SEM	0.074	0.178	0.074	
	RAW	3.69 ^{Bb}	6.26 ^{Aa}	2.26 ^{Cc}	0.174
	PFR	3.73 ^{Bb}	4.47 ^{Bb}	13.79 ^{Aa}	0.243
	PFR-OC	4.57 ^{Aa}	4.95 ^{Ba}	4.53 ^{Ba}	0.159
	SEM	0.166	0.203	0.214	
	RAW	3.69 ^{Bb}	6.26 ^{Ca}	2.26 ^{Cc}	0.174
	BBQ	4.31 ^{Bc}	15.57 ^{Ab}	19.09 ^{Aa}	0.314
	BBQ-OC	5.21 ^{Ac}	14.03 ^{Ba}	12.14 ^{Bb}	0.175
	SEM	0.151	0.284	0.237	
HIM	RAW	0.00	0.00	0.00	-
	BOL	0.00	0.00	0.00	-
	BOL-OC	0.00	0.00	0.00	-
	RAW	0.00	0.00	0.00	-
	PFR	0.00	0.00	0.00	-
	PFR-OC	0.00	0.00	0.00	-
	RAW	0.00	0.00	0.00	-
	BBQ	0.00	0.00	0.00	-
	BBQ-OC	0.00	0.00	0.00	-

TYM	RAW	13.36 ^{Ac}	19.78 ^{Ab}	32.94 ^{Aa}	0.195
	BOL	7.29 ^{Bc}	9.99 ^{Bb}	25.80 ^{Ba}	0.215
	BOL-OC	5.66 ^{Cc}	6.57 ^{Cb}	16.61 ^{Ca}	0.161
	SEM	0.225	0.215	0.113	
	RAW	13.36 ^{Ac}	19.78 ^{Ab}	32.94 ^{Ba}	0.195
	PFR	12.58 ^{ABc}	16.47 ^{Bb}	53.59 ^{Aa}	0.447
	PFR-OC	12.12 ^{Bc}	17.22 ^{Bb}	33.61 ^{Ba}	0.731
	SEM	0.206	0.174	0.837	
	RAW	13.36 ^{Ac}	19.78 ^{Cb}	32.94 ^{Ca}	0.195
	BBQ	12.04 ^{Bc}	24.17 ^{Ab}	79.17 ^{Aa}	0.235
	BBQ-OC	13.00 ^{ABc}	21.28 ^{Bb}	54.09 ^{Ba}	0.367
	SEM	0.226	0.158	0.390	
SPD	RAW	6.26 ^{Aa}	5.71 ^{Ab}	4.50 ^{Ac}	0.057
	BOL	3.06 ^{Ba}	2.70 ^{Bb}	2.56 ^{Bb}	0.036
	BOL-OC	2.15 ^{Ca}	1.93 ^{Cb}	1.79 ^{Cc}	0.031
	SEM	0.043	0.057	0.220	
	RAW	6.26 ^{Aa}	5.71 ^{Ab}	4.50 ^{Ac}	0.057
	PFR	4.33 ^{Ba}	4.37 ^{Ba}	3.80 ^{Bb}	0.085
	PFR-OC	3.61 ^{Ca}	3.73 ^{Ca}	3.47 ^{Ba}	0.118
	SEM	0.051	0.093	0.115	
	RAW	6.26 ^{Aa}	5.71 ^{Ab}	4.50 ^{Ac}	0.057
	BBQ	4.42 ^{Bb}	5.55 ^{Aa}	4.05 ^{Bb}	0.050
	BBQ-OC	3.88 ^{Cb}	4.77 ^{Ba}	2.80 ^{Cc}	0.018
	SEM	0.028	0.069	0.022	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

냉장 저장 중 고추장 첨가 흑색돈 숙성삼겹살 내 가열조건에 따른 바이오제닉 아민 함량의 변화는 Table 109에 나타내었다(Figure 124-126). 저장 기간이 증가함에 생육(RAW) 내 PUT, TYM 함량은 증가하였으며($p < 0.05$), SPD 함량은 유의적으로 감소하였다. 하지만 CAD의 경우 저장 10일차에 0일차 보다 낮은 CAD 함량을 나타내었다($p < 0.05$). HIM의 경우 모든 저장 일차에서 검출되지 않았다. 가열조건에 따라 삶기 방법(BOL, BOL-OC)은 저장기간 중 증가한 PUT, TYM 함량과 SPD 함량을 유의적으로 감소시켰다. 팬프라이닝(PER, PER-OC)과 바비큐(BBQ, BBQ-OC) 조리법은 일정한 경향을 보이지 않았다.

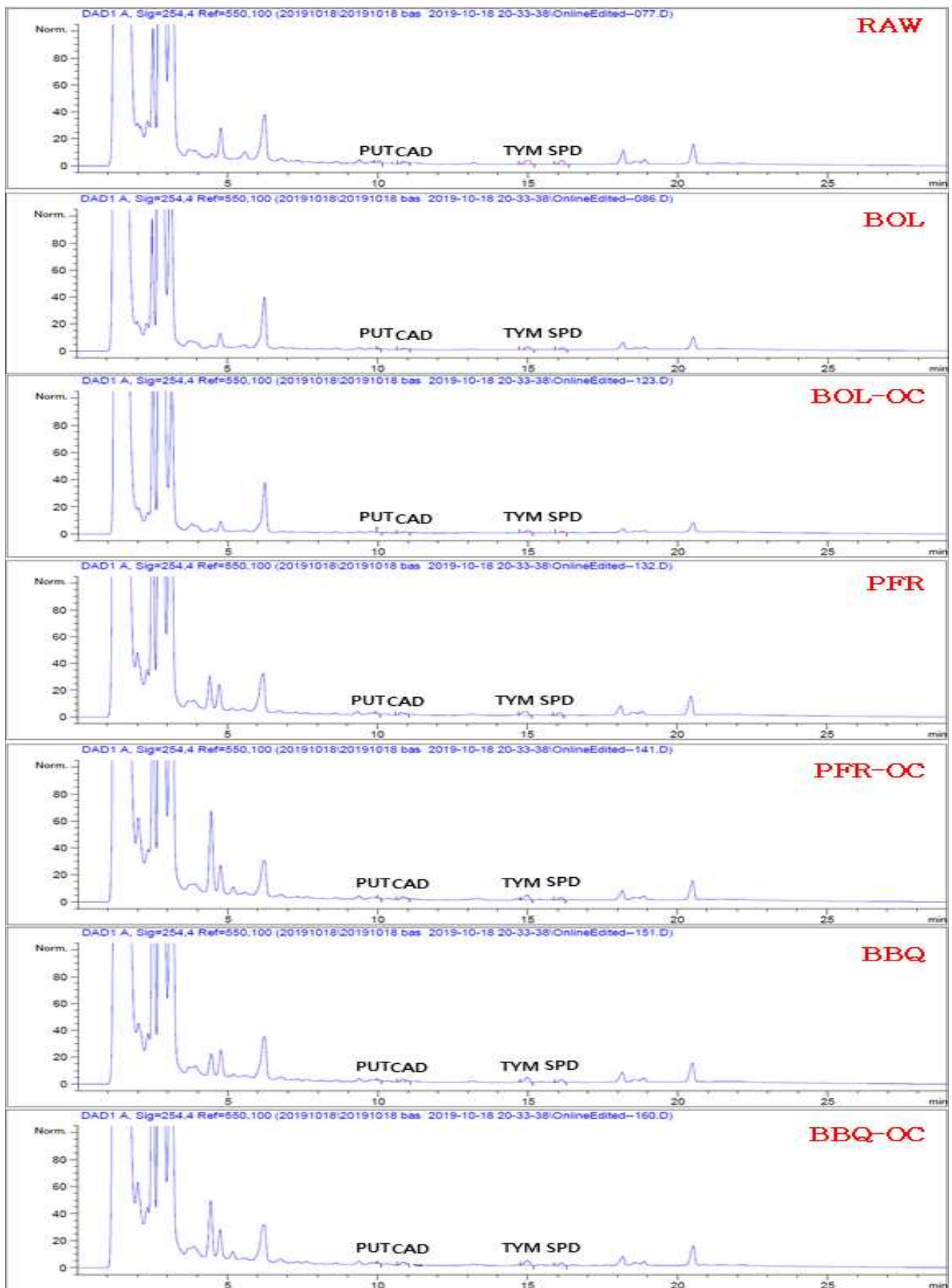


Figure 124. HPLC chromatogram of BAS content in pork belly (Berkshire) treated with gochujang by cooking conditions at day 0 of storage.

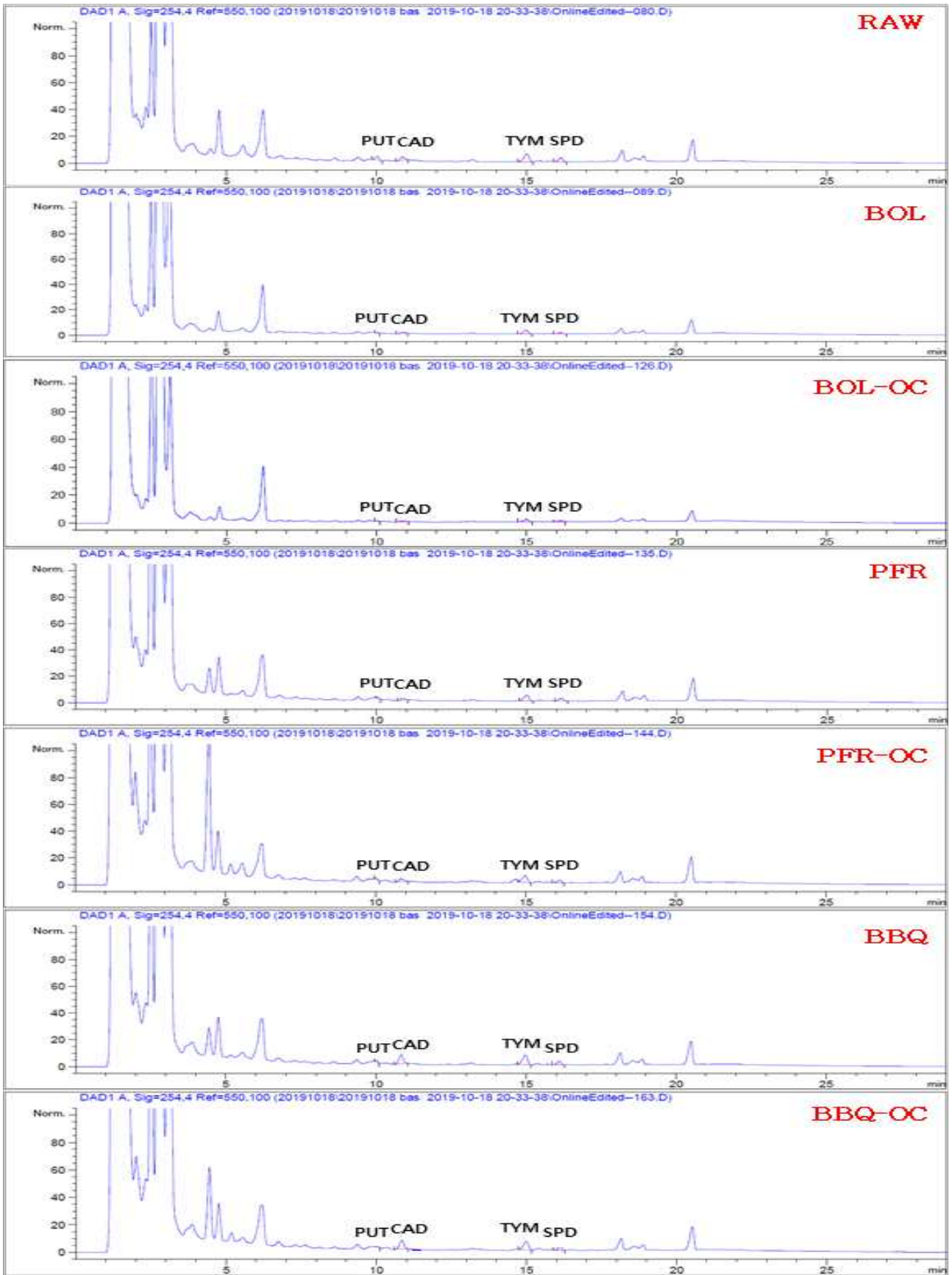


Figure 125. HPLC chromatogram of BAAs content in pork belly (Berkshire) treated with gochujang by cooking conditions at day 5 of storage.

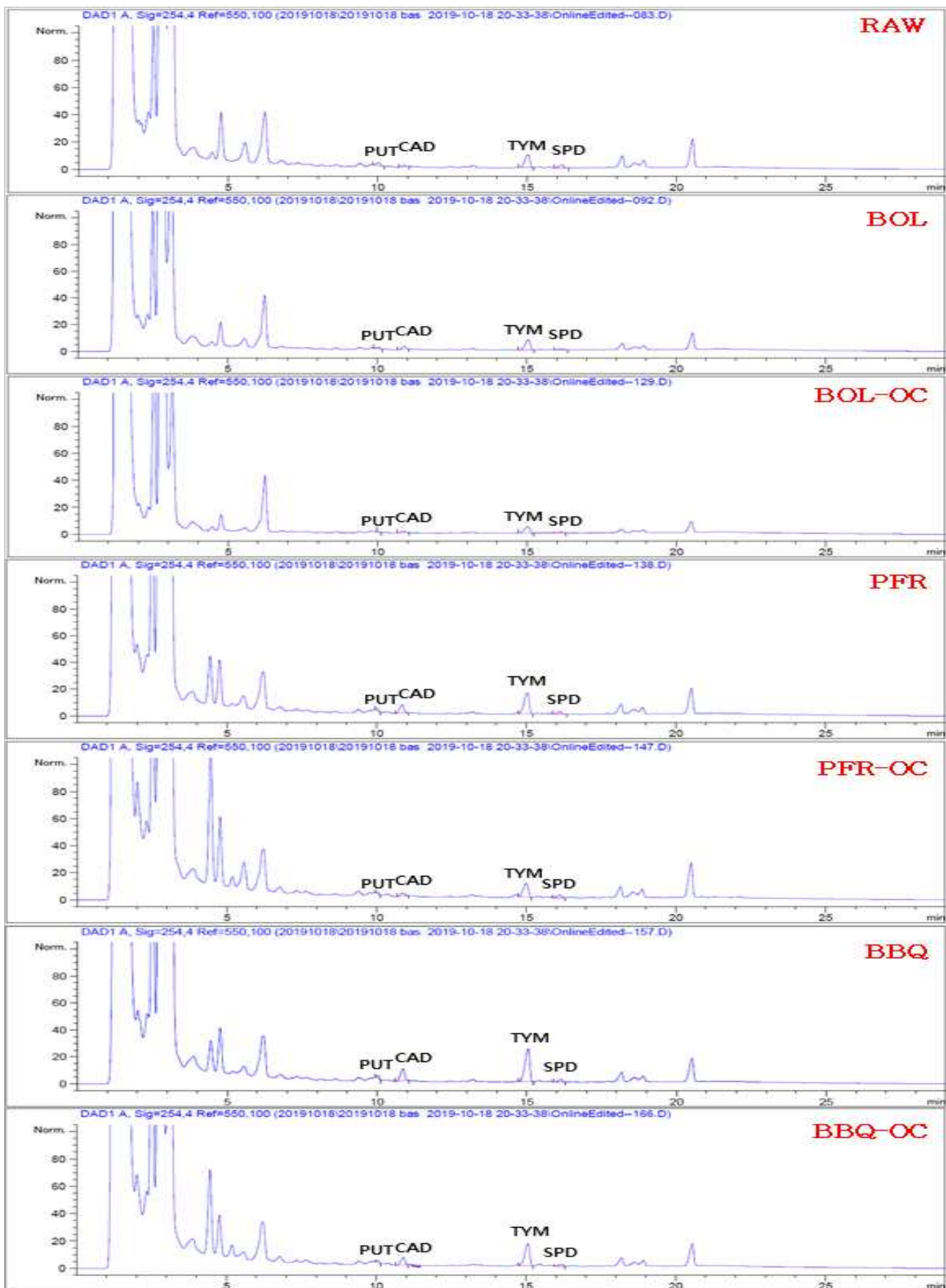


Figure 126. HPLC chromatogram of BAs content in pork belly (Berkshire) treated with gochujang by cooking conditions at day 10 of storage.

(라) 천연소재 및 전통식품 첨가 흑색돈 숙성삼겹살 내 저장조건에 따른 바이오제닉 아민 저감 효과

Table 110. Changes of BAs content in pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food during refrigerated storage ($9\pm 2^\circ\text{C}$)

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (days)			SEM
		0	5	10	
PUT	CON	0.00 ^{Bc}	9.23 ^{Ab}	45.84 ^{Ba}	0.060
	Medicinal plants	0.00 ^{Bb}	0.33 ^{Cb}	54.48 ^{Aa}	0.818
	Blackcurrant	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Db}	2.16 ^{Ca}	0.005
	Gochujang	1.68 ^{Ab}	2.33 ^{Ba}	2.34 ^{Ca}	0.033
	SEM	0.018	0.022	0.710	
CAD	CON	3.01 ^{Dc}	46.94 ^{Ab}	74.00 ^{Aa}	0.094
	Medicinal plants	14.00 ^{Ac}	41.67 ^{Bb}	67.57 ^{Ba}	1.309
	Blackcurrant	7.08 ^{Bc}	11.60 ^{Cb}	19.67 ^{Ca}	0.242
	Gochujang	3.69 ^{Cb}	6.26 ^{Da}	2.26 ^{Dc}	0.174
	SEM	0.069	0.724	0.911	
HIM	CON	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	1.06 ^{Aa}	0.001
	Medicinal plants	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	Blackcurrant	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	Gochujang	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.000
	SEM	0.000	0.000	0.001	
TYM	CON	2.36 ^{Bc}	31.36 ^{Ab}	51.95 ^{Aa}	0.173
	Medicinal plants	2.56 ^{Bc}	23.78 ^{Bb}	48.24 ^{Ba}	0.935
	Blackcurrant	2.31 ^{Bb}	4.93 ^{Db}	23.78 ^{Da}	1.692
	Gochujang	13.36 ^{Ac}	19.78 ^{Cb}	32.94 ^{Ca}	0.195
	SEM	0.112	0.473	0.691	
SPD	CON	2.02 ^{Ba}	1.89 ^{Ba}	1.18 ^{Cb}	0.032
	Medicinal plants	1.50 ^{Ca}	1.17 ^{Db}	1.02 ^{Dc}	0.022
	Blackcurrant	1.56 ^{Ca}	1.64 ^{Ca}	1.64 ^{Ba}	0.049
	Gochujang	6.26 ^{Aa}	5.71 ^{Ab}	4.50 ^{Ac}	0.057
	SEM	0.043	0.051	0.031	

^{A-D} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine.

냉장 저장($9\pm 2^{\circ}\text{C}$) 중 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 흑색돈 숙성삼겹살 내 바이오제닉 아민 함량 비교는 Table 110에 나타내었다(Figure 127). 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 흑색돈 숙성삼겹살 내 바이오제닉아민 함량은 고추장 첨가 삼겹살의 CAD를 제외하고는 저장기간이 증가함에 따라 PUT, CAD, TYM 함량이 증가하였다. SPD 함량은 블랙커런트 첨가 삼겹살을 제외하고 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). HIM 함량의 경우 대조구에서 저장 10일차에서만 $1.06\ \mu\text{g/g}$ 검출된 반면에 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살은 검출되지 않았다. 저장 0일차에 고추장 첨가 숙성삼겹살이 대조구보다 높은 PUT, TYM, SPD 함량을 나타내었으며 ($p<0.05$), CAD의 경우 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살이 대조구보다 높은 경향을 나타내었다($p<0.05$). 이후 저장기간이 증가함에 따라 저장 5일차에는 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 대조구보다 유의적으로 낮은 PUT, CAD, TYM 함량을 나타내었다. 저장 10일차에는 블랙커런트와 고추장 첨가 삼겹살이 PUT, CAD, HIM, TYM 함량을 유의적으로 감소시켰다. 특히 고추장 첨가 삼겹살은 저장 10일차에 대조구에 비해 PUT, CAD, TYM 함량을 각각 94.90%, 96.95%, 36.59% 감소시켰으며, 블랙커런트 첨가 삼겹살은 각각 95.29%, 73.42%, 54.23% 감소시켰다(Figure 127). HIM 함량의 경우 모든 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살이 100%의 감소 효과를 보였다. 결과적으로 숙성삼겹살에 첨가된 천연소재 및 전통식품 첨가에 따라 특히 PUT, CAD 함량에 있어서 고추장>블랙커런트>한방 순으로 저장과정 중 생성되는 바이오제닉 아민을 억제하는 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 블랙커런트와 고추장의 첨가가 저장기간 중 숙성삼겹살 내 부패성균의 증식을 효과적으로 억제하였다는 결과와 일치하였다(Table 99).

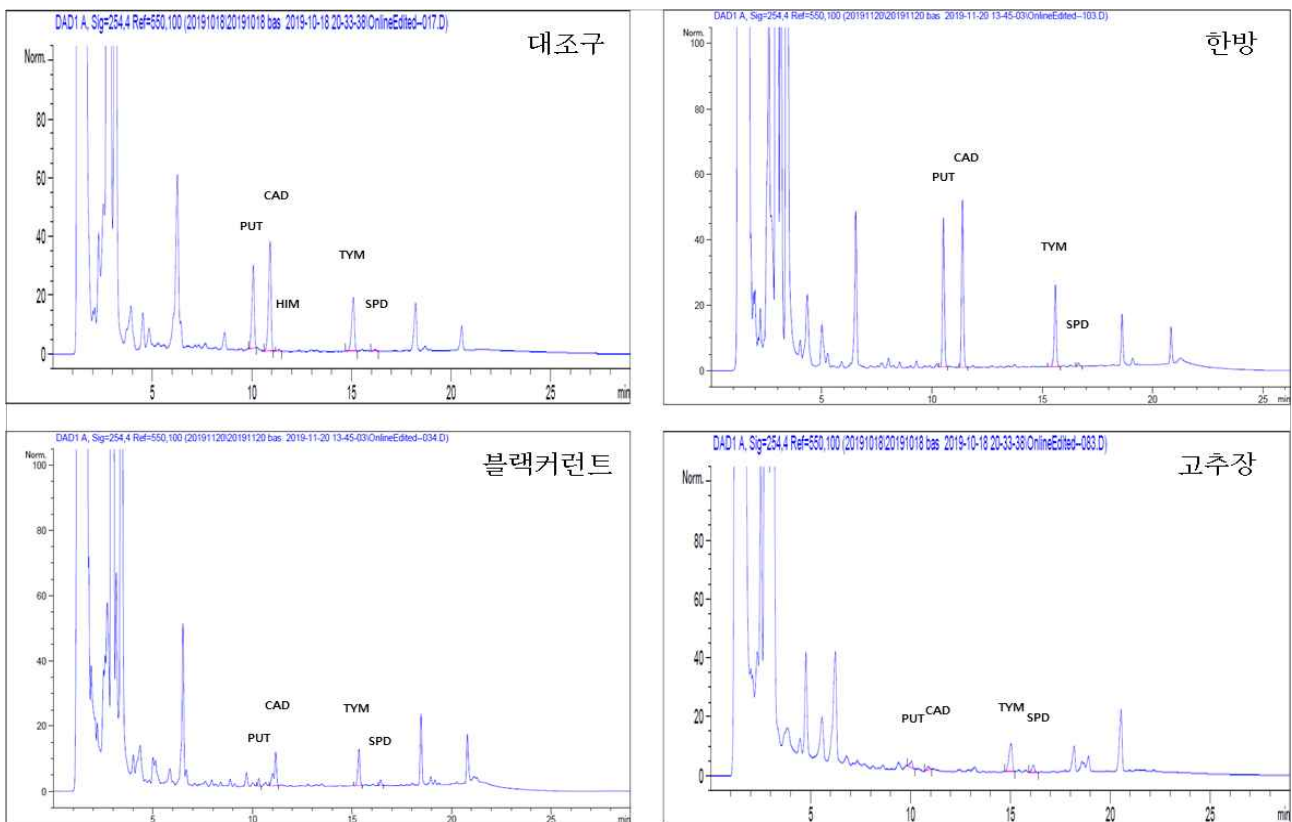


Figure 127. HPLC chromatogram of BAs in pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food at day 10 of storage.

(5) 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 내 저장기간 중 가열조건에 따른 방향족탄화수소류 (PAHs) 저감 효과

(가) 천연소재 및 전통식품 첨가 백색돈 숙성삼겹살 내 저장기간 중 가열조건에 따른 방향족탄화수소류(PAHs) 저감 효과

Table 111. PAHs content in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 0 of storage

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Cooking doneness	Treatment				SEM
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang	
Naphthalene	BBQ	141.89 ^{Aa}	119.06 ^{Bb}	90.69 ^{Bc}	65.94 ^{Bd}	1.944
	BBQ-OC	142.55 ^{Ab}	209.22 ^{Aa}	186.83 ^{Aa}	111.10 ^{Ac}	5.021
	SEM	2.992	6.765	0.840	1.601	
Acenaphthylene	BBQ	339.06 ^{Ba}	331.04 ^{Ba}	299.56 ^{Bb}	290.62 ^{Bb}	3.053
	BBQ-OC	375.81 ^{Ac}	735.04 ^{Aa}	451.21 ^{Ab}	459.74 ^{Ab}	7.053
	SEM	3.891	8.817	1.087	4.907	
Acenaphthene	BBQ	11.62 ^{Aa}	9.57 ^{Bb}	9.64 ^{Bb}	8.71 ^{Bc}	0.119
	BBQ-OC	10.67 ^{Bc}	19.67 ^{Aa}	11.50 ^{Ac}	12.92 ^{Ab}	0.207
	SEM	0.116	0.205	0.139	0.197	
Fluorene	BBQ	76.72 ^{Ba}	71.72 ^{Bb}	59.63 ^{Bc}	62.20 ^{Bc}	1.008
	BBQ-OC	82.30 ^{Ac}	171.71 ^{Aa}	96.05 ^{Ab}	97.79 ^{Ab}	1.514
	SEM	1.174	1.086	1.669	1.129	
Phenathrene	BBQ	417.21 ^{Bb}	548.33 ^{Ba}	363.02 ^{Bc}	273.60 ^{Bd}	3.863
	BBQ-OC	503.02 ^{Ac}	1042.71 ^{Aa}	643.63 ^{Ab}	473.19 ^{Ad}	4.853
	SEM	5.336	4.371	2.992	4.519	
Anthracene	BBQ	52.63 ^{Bb}	63.11 ^{Ba}	30.62 ^{Bd}	34.72 ^{Bc}	0.378
	BBQ-OC	63.83 ^{Ac}	156.82 ^{Aa}	67.36 ^{Ac}	73.61 ^{Ab}	0.798
	SEM	0.493	0.307	0.586	0.938	
Fluoranthene	BBQ	162.52 ^{Bb}	282.08 ^{Ba}	167.21 ^{Bb}	86.35 ^{Bc}	1.611
	BBQ-OC	257.26 ^{Ac}	577.65 ^{Aa}	323.93 ^{Ab}	217.14 ^{Ad}	2.677
	SEM	1.199	2.487	2.783	2.039	
Pyrene	BBQ	170.39 ^{Bc}	325.20 ^{Ba}	186.79 ^{Bb}	91.34 ^{Bd}	2.188
	BBQ-OC	304.42 ^{Ac}	725.44 ^{Aa}	380.83 ^{Ab}	260.20 ^{Ad}	4.692
	SEM	2.149	5.316	3.667	2.697	
Benzo[a]anthracene	BBQ	27.82 ^{Bb}	59.00 ^{Ba}	28.66 ^{Bb}	14.28 ^{Bc}	0.353
	BBQ-OC	50.79 ^{Ac}	130.85 ^{Aa}	66.38 ^{Ab}	40.57 ^{Ad}	0.645
	SEM	0.543	0.418	0.306	0.720	
Chrysene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	BBQ	18.85 ^{Bc}	39.24 ^{Ba}	21.76 ^{Bb}	9.34 ^{Bd}	0.340
	BBQ-OC	35.89 ^{Ac}	81.51 ^{Aa}	46.10 ^{Ab}	27.17 ^{Ad}	0.841
	SEM	0.690	0.408	0.762	0.650	

Benzo[k]fluorant hene	BBQ	11.66 ^{Bc}	28.42 ^{Ba}	15.66 ^{Bb}	6.02 ^{Bd}	0.275
	BBQ-OC	23.32 ^{Ac}	59.70 ^{Aa}	33.70 ^{Ab}	18.14 ^{Ad}	0.333
	SEM	0.356	0.294	0.232	0.326	
Benzo[a]pyrene	BBQ	31.73 ^{Bc}	73.48 ^{Ba}	37.40 ^{Bb}	16.24 ^{Bd}	0.669
	BBQ-OC	63.19 ^{Ac}	171.21 ^{Aa}	84.47 ^{Ab}	53.51 ^{Ad}	0.867
	SEM	0.777	0.771	0.435	1.007	
Indeno[1,2,3-cd] pyrene	BBQ	19.87 ^{Bc}	45.61 ^{Ba}	24.27 ^{Bb}	10.24 ^{Bd}	0.553
	BBQ-OC	42.13 ^{Ac}	94.77 ^{Aa}	54.89 ^{Ab}	31.21 ^{Ad}	1.868
	SEM	0.594	0.503	2.577	0.582	
Dibenzo[a,h]anth racene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[ghi]peryle ne	BBQ	25.25 ^{Bc}	56.32 ^{Ba}	34.55 ^{Bb}	12.86 ^{Bd}	0.733
	BBQ-OC	54.26 ^{Ac}	121.96 ^{Aa}	72.11 ^{Ab}	42.61 ^{Ad}	0.966
	SEM	0.631	0.267	1.210	1.003	
Total 16PAH	BBQ	1507.22 ^{Bb}	2052.18 ^{Ba}	1369.47 ^{Bc}	982.45 ^{Bd}	14.226
	BBQ-OC	2009.45 ^{Ac}	4298.25 ^{Aa}	2518.98 ^{Ab}	1918.90 ^{Ad}	17.472
	SEM	19.608	13.393	12.085	17.477	
4PAH	BBQ	78.40 ^{Bc}	171.72 ^{Ba}	87.82 ^{Bb}	39.86 ^{Bd}	1.289
	BBQ-OC	149.87 ^{Ac}	383.57 ^{Aa}	196.94 ^{Ab}	121.26 ^{Ad}	2.267
	SEM	1.958	1.489	1.468	2.325	

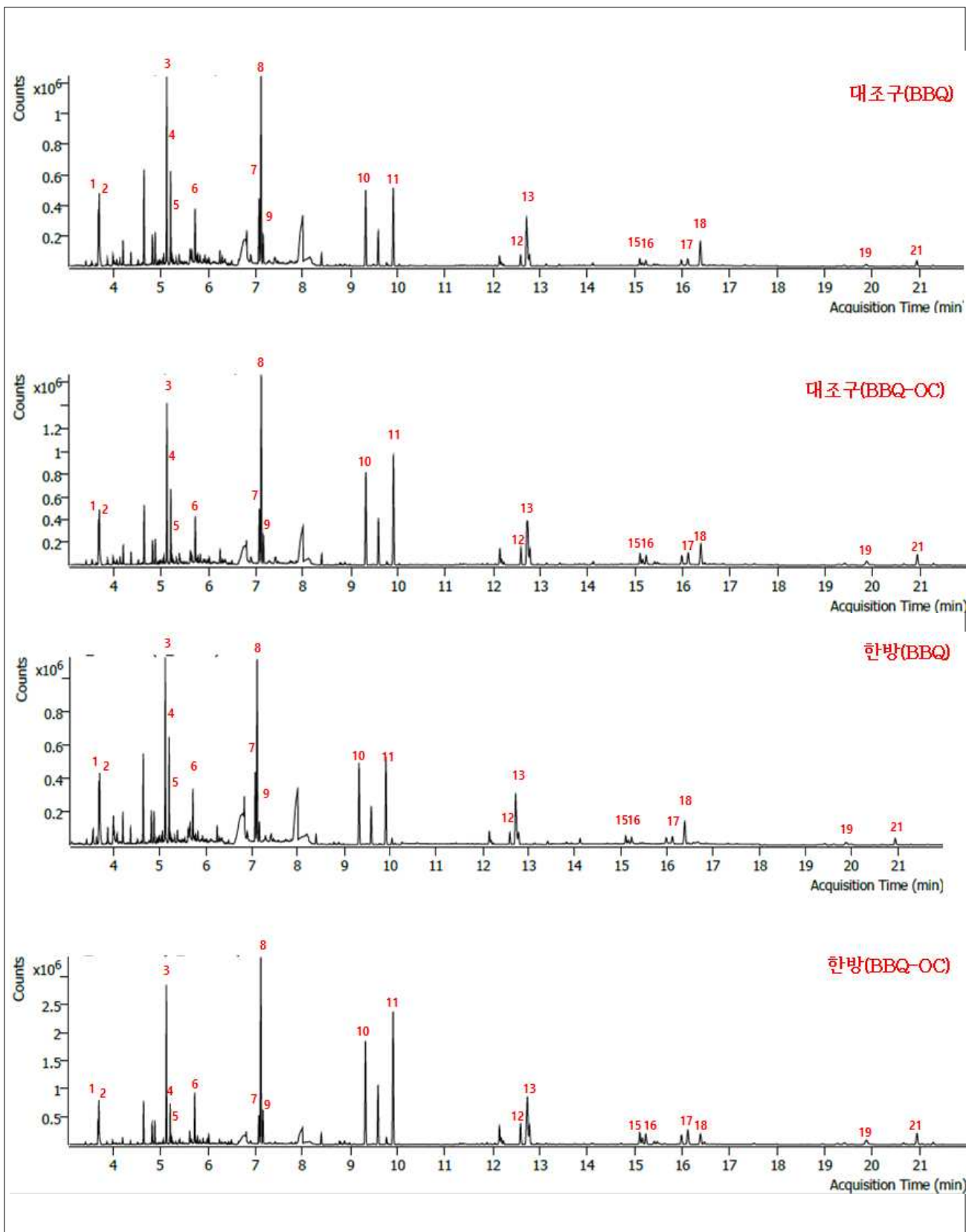
BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking; ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

저장 0일차에 천연소재 및 전통식품 첨가 백색돈 숙성삼겹살의 가열조건에 따른 PAHs 함량은 Table 111에 나타내었다(Figure 128). 주요 16가지 PAHs 중 chrysene, dibenzo[a,h]anthracene을 제외한 바비큐 조리(BBQ)로 인한 숙성삼겹살 대조구 내 생성된 총 PAHs 함량은 1507.22 μ g/kg으로 과조리(BBQ-OC)시 그 함량이 유의적으로 증가하였다. 천연소재 및 전통식품 첨가 삼겹살 또한 바비큐 과조리 시 PAHs 함량이 증가하였다($p < 0.05$). 바비큐 조리(BBQ) 시 대조구에 비해 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가에 의해 naphthalene, acenaphthylene, acenaphthene, fluorene 생성을 유의적으로 감소시켰다. Phenanthrene, anthracene 생성은 블랙커런트와 고추장 첨가에 의해 유의적으로 생성이 억제되었다. 특히 고추장 첨가 삼겹살의 경우 14가지 PAHs 종류에 대해 모두 대조구보다 유의적으로 낮은 함량을 나타내어 PAHs 저해 효과가 뛰어난 것으로 판단되었다. 결과적으로 총 PAHs와 발암성이 높은 주요 4가지 PAHs의 합계를 비교하였을 때, 조리된 고추장 첨가 삼겹살이 각각 34.82%와 349.16% 저해율을 나타내었으며, 과조리된 고추장 첨가 삼겹살의 경우 각각 4.51%와 19.09%의 저해율을 나타내었다. 이와같은 고추장의 PAHs 생성 저해효과는 과조리 시 감소하는 것으로 나타났다.



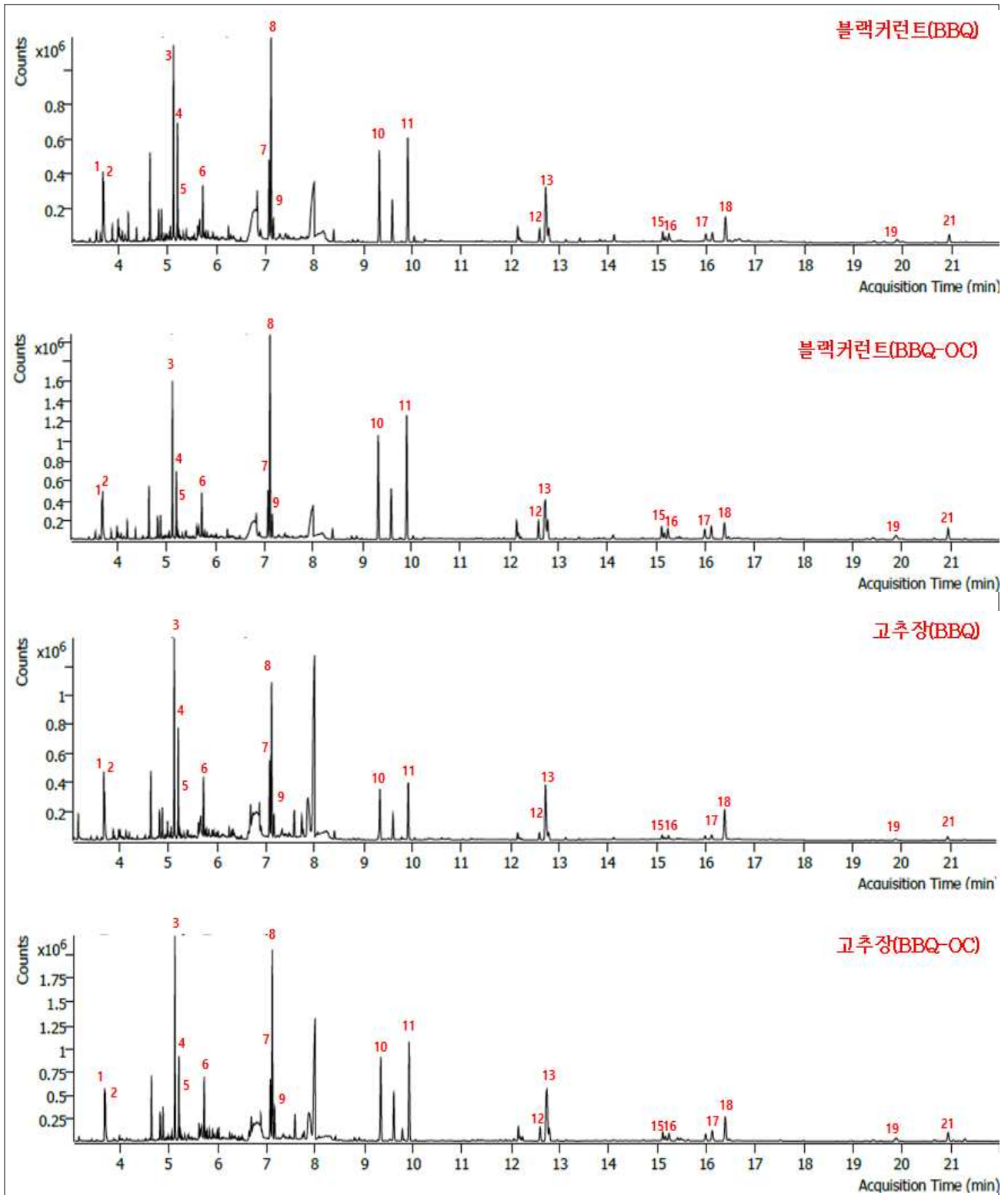


Figure 128. GC/MS chromatogram of PAHs in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 0 of storage.

1: Naphthalene-d₈ (ISTD), 2: Naphthalene, 3: Acenaphthylene, 4: Acenaphthene-d₁₀ (ISTD), 5: Acenaphthene, 6: Fluorene, 7: Phenanthrene-d₁₀ (ISTD), 8: Phenanthrene, 9: Anthracene, 10: Fluoranthene, 11: Pyrene, 12: Benzo[a]anthracene, 13: Chrysene-d₁₂ (ISTD), 15: Benzo[b]fluoranthene, 16: Benzo[k]fluoranthene, 17: Benzo[a]pyrene, 18: Perylene-d₁₂ (ISTD), 19: Indeno[1,2,3-cd]pyrene, 21: Benzo[ghi]perylene

Table 112. PAHs content in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 5 of storage

PAHs (μ g/kg)	Cooking doneness	Treatment				SEM
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang	
Naphthalene	BBQ	155.17 ^{Aa}	58.66 ^{Bb}	142.94 ^{Aa}	47.02 ^{Ab}	7.350
	BBQ-OC	145.40 ^{Aa}	94.31 ^{Ab}	139.97 ^{Aa}	49.87 ^{Ac}	3.093
	SEM	10.397	3.093	2.986	0.771	
Acenaphthylene	BBQ	407.10 ^{Ba}	178.50 ^{Bd}	357.54 ^{Bb}	287.93 ^{Ac}	5.681
	BBQ-OC	453.24 ^{Aa}	266.96 ^{Ac}	398.88 ^{Ab}	278.56 ^{Ac}	7.693
	SEM	7.951	5.378	8.219	4.817	
Acenaphthene	BBQ	17.49 ^{Aa}	6.10 ^{Bc}	11.60 ^{Bb}	11.53 ^{Ab}	0.194
	BBQ-OC	14.61 ^{Ba}	8.66 ^{Ac}	14.12 ^{Aa}	10.87 ^{Ab}	0.390
	SEM	0.288	0.274	0.341	0.324	
Fluorene	BBQ	117.11 ^{Ba}	38.42 ^{Bd}	74.30 ^{Bc}	83.17 ^{Ab}	1.809
	BBQ-OC	138.63 ^{Aa}	69.78 ^{Ad}	119.08 ^{Ab}	85.69 ^{Ac}	2.480
	SEM	3.000	1.151	2.476	1.546	
Phenathrene	BBQ	498.10 ^{Ba}	148.18 ^{Bc}	317.36 ^{Bb}	319.93 ^{Bb}	6.031
	BBQ-OC	751.04 ^{Aa}	461.73 ^{Ac}	608.05 ^{Ab}	383.87 ^{Ad}	13.665
	SEM	11.609	13.700	9.738	5.381	
Anthracene	BBQ	80.99 ^{Ba}	14.66 ^{Bd}	25.74 ^{Bc}	55.00 ^{Bb}	0.983
	BBQ-OC	118.90 ^{Aa}	42.93 ^{Ac}	61.86 ^{Ab}	67.96 ^{Ab}	2.817
	SEM	1.589	3.409	1.481	1.209	
Fluoranthene	BBQ	205.23 ^{Ba}	49.76 ^{Bc}	122.53 ^{Bb}	119.91 ^{Bb}	2.716
	BBQ-OC	405.03 ^{Aa}	239.93 ^{Ab}	291.27 ^{Ab}	164.56 ^{Ac}	12.958
	SEM	5.344	16.975	4.351	3.861	
Pyrene	BBQ	234.44 ^{Ba}	49.80 ^{Bc}	137.52 ^{Bb}	146.87 ^{Bb}	2.885
	BBQ-OC	507.13 ^{Aa}	279.05 ^{Ac}	349.36 ^{Ab}	191.03 ^{Ad}	14.937
	SEM	4.970	20.235	4.526	2.874	
Benzo[a]anthracene	BBQ	40.21 ^{Ba}	7.78 ^{Bd}	20.55 ^{Bc}	24.55 ^{Bb}	0.620
	BBQ-OC	90.37 ^{Aa}	48.35 ^{Ac}	63.67 ^{Ab}	34.50 ^{Ad}	1.223
	SEM	1.310	0.607	1.159	0.579	
Chrysene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	BBQ	26.90 ^{Ba}	6.11 ^{Bc}	15.56 ^{Bb}	15.07 ^{Bb}	0.348
	BBQ-OC	62.92 ^{Aa}	34.10 ^{Ac}	45.97 ^{Ab}	23.67 ^{Ad}	0.836
	SEM	0.788	0.607	0.679	0.435	
Benzo[k]fluoranthene	BBQ	17.38 ^{Ba}	3.20 ^{Bc}	10.53 ^{Bb}	9.35 ^{Bb}	0.394
	BBQ-OC	39.88 ^{Aa}	32.09 ^{Aab}	30.68 ^{Aab}	13.16 ^{Ab}	4.859
	SEM	0.776	6.820	0.588	0.261	

Benzo[a]pyrene	BBQ	49.64 ^{Ba}	9.36 ^{Bd}	26.16 ^{Bc}	30.62 ^{Bb}	0.859
	BBQ-OC	114.84 ^{Aa}	57.33 ^{Ac}	75.66 ^{Ab}	42.39 ^{Ad}	1.567
	SEM	1.795	0.853	1.212	0.986	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	BBQ	30.65 ^{Ba}	5.96 ^{Bc}	18.21 ^{Bb}	16.79 ^{Bb}	0.543
	BBQ-OC	72.57 ^{Aa}	36.91 ^{Ac}	53.87 ^{Ab}	24.42 ^{Ad}	0.971
	SEM	0.612	1.100	0.782	0.528	
Dibenzo[a,h]anthracene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	BBQ	38.98 ^{Ba}	7.51 ^{Bc}	24.13 ^{Bb}	21.87 ^{Bb}	0.516
	BBQ-OC	98.60 ^{Aa}	43.79 ^{Ac}	67.61 ^{Ab}	32.09 ^{Ad}	1.444
	SEM	1.259	1.222	1.011	0.775	
Total 16PAH	BBQ	1919.37 ^{Ba}	584.01 ^{Bd}	1304.65 ^{Bb}	1189.63 ^{Bc}	23.038
	BBQ-OC	3013.16 ^{Aa}	1715.90 ^{Ac}	2320.06 ^{Ab}	1402.64 ^{Ad}	52.474
	SEM	40.947	58.697	34.294	16.441	
4PAH	BBQ	116.75 ^{Ba}	23.26 ^{Bc}	62.26 ^{Bb}	70.24 ^{Bb}	1.794
	BBQ-OC	268.13 ^{Aa}	139.78 ^{Ac}	185.30 ^{Ab}	100.56 ^{Ad}	3.548
	SEM	3.798	2.055	3.019	1.963	

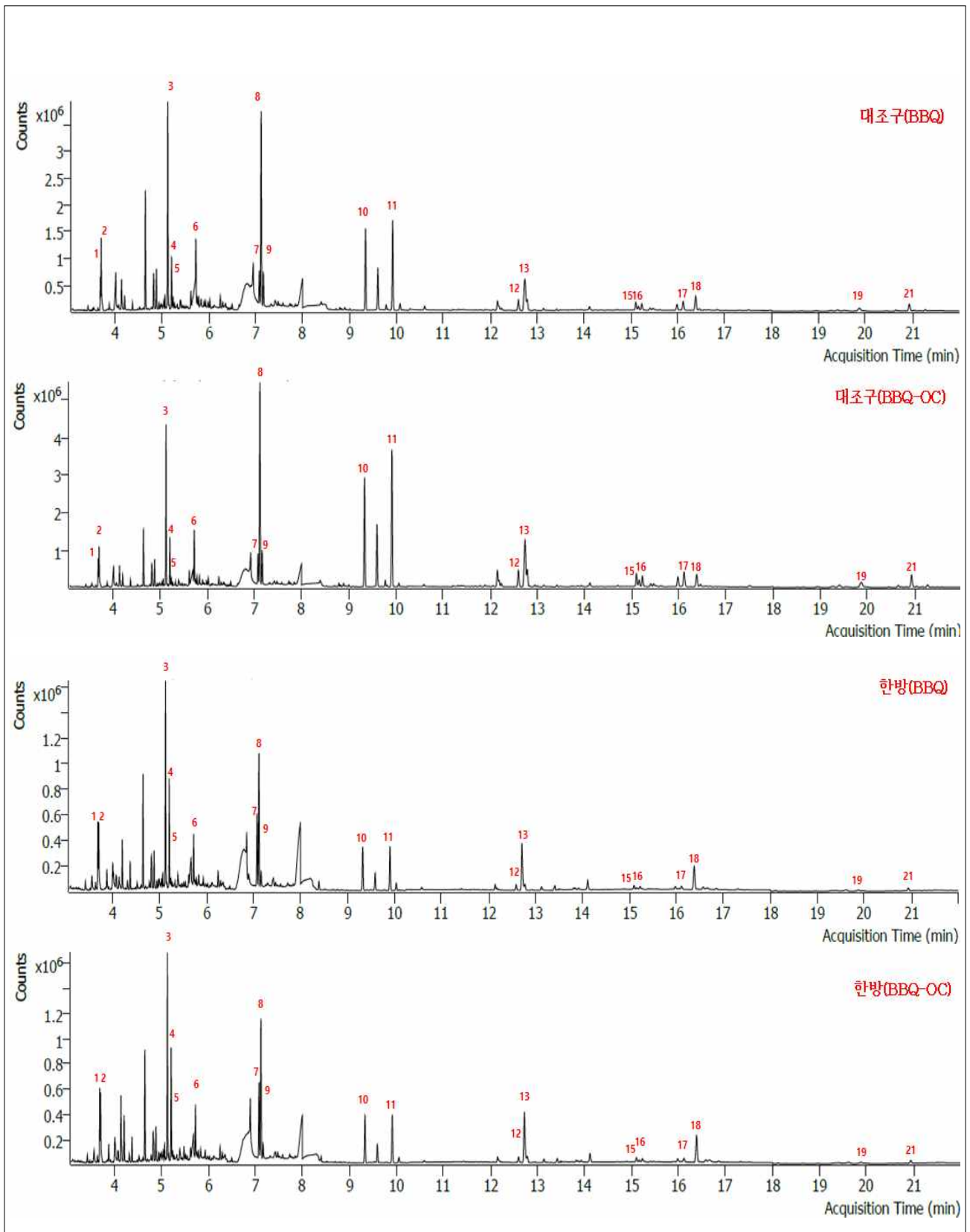
BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking; ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

저장 5일차에 천연소재 및 전통식품 첨가 백색돈 숙성삼겹살의 가열조건에 따른 PAHs 함량은 Table 112에 나타내었다(Figure 129). 주요 16가지 PAHs 중 chrysene, dibenzo[a,h]anthracene을 제외한 바비큐 조리(BBQ)로 인한 숙성삼겹살 대조구 내 생성된 총 PAHs 함량은 1919.37 μ g/kg으로 과조리(BBQ-OC)시 그 함량이 유의적으로 증가하였다. 천연소재 및 전통식품 첨가 삼겹살 또한 바비큐 과조리 시 총 PAHs 함량이 증가하였다($p < 0.05$). 천연소재 및 전통식품의 첨가는 바비큐 조리과 과조리 시 모두 대조구에 비해 유의적으로 PAHs 생성량을 감소시켰다. 이러한 저해 효과는 고추장>한방>블랙커런트 순으로 나타났다. 바비큐 조리 시 총 14가지 PAHs 함량의 저해율은 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 각각 69.57%, 32.03%, 38.02%를 나타내었으며, 과조리 시 각각 43.05%, 23.00%, 54.45%를 나타내었다. 주요 4가지 PAHs에 대한 저해율은 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 각각 조리 시 80.8%, 46.67%, 39.84%와 과조리 시 47.87%, 30.89%, 62.5%를 나타내었다. 결과적으로 바비큐 조리에서 의해 생성된 PAHs에 대한 저해효과는 결과적으로 저장 5일차에 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 바비큐 삼겹살 내 PAHs 생성 억제 효과는 한방>고추장>블랙커런트 순으로 나타났다. 이러한 저해효과는 바비큐 과조리 시 감소되었지만, 고추장 첨가 삼겹살은 과조리 시 PAHs 저해효과가 가장 높았다.



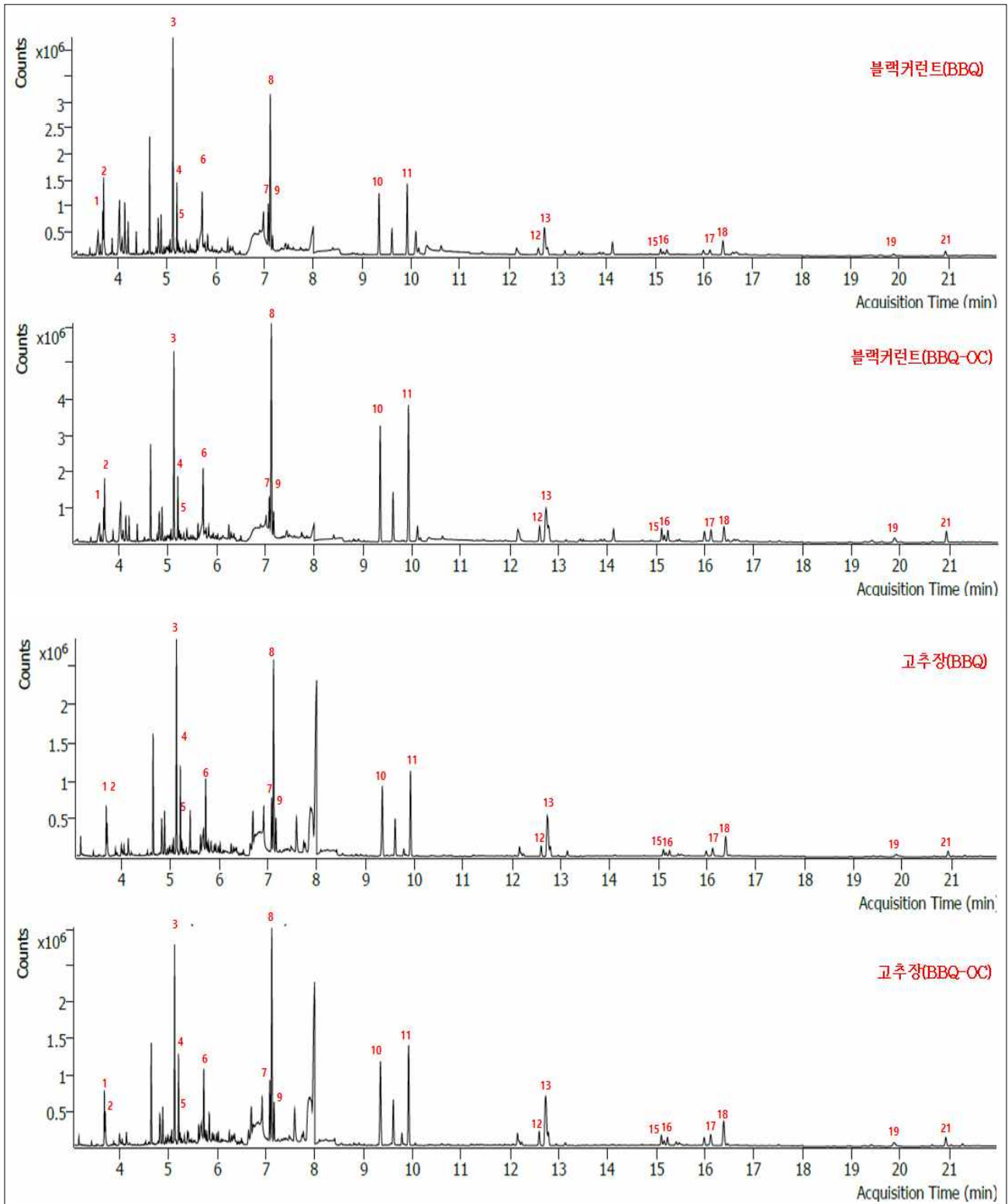


Figure 129. GC/MS chromatogram of PAHs in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 5 of storage.

1: Naphthalene-d₈ (ISTD), 2: Naphthalene, 3: Acenaphthylene, 4: Acenaphthene-d₁₀ (ISTD), 5: Acenaphthene, 6: Fluorene, 7: Phenanthrene-d₁₀ (ISTD), 8: Phenanthrene, 9: Anthracene, 10: Fluoranthene, 11: Pyrene, 12: Benzo[a]anthracene, 13: Chrysene-d₁₂ (ISTD), 15: Benzo[b]fluoranthene, 16: Benzo[k]fluoranthene, 17: Benzo[a]pyrene, 18: Perylene-d₁₂ (ISTD), 19: Indeno[1,2,3-cd]pyrene, 21: Benzo[ghi]perylene

Table 113. PAHs content in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 10 of storage

PAHs (μ g/kg)	Cooking doneness	Treatment				SEM
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang	
Naphthalene	BBQ	189.78 ^{Aa}	122.15 ^{Ab}	192.68 ^{Aa}	61.90 ^{Bc}	4.073
	BBQ-OC	130.70 ^{Bb}	96.84 ^{Bc}	150.55 ^{Ba}	87.95 ^{Ac}	3.840
	SEM	5.156	1.533	3.566	4.585	
Acenaphthylene	BBQ	536.16 ^{Aa}	261.59 ^{Bb}	504.95 ^{Aa}	191.23 ^{Bc}	7.963
	BBQ-OC	523.94 ^{Aa}	366.45 ^{Ac}	447.71 ^{Bb}	285.67 ^{Ad}	8.524
	SEM	9.016	5.316	4.936	11.757	
Acenaphthene	BBQ	15.97 ^{Aa}	5.58 ^{Bb}	15.36 ^{Aa}	4.16 ^{Bb}	0.316
	BBQ-OC	15.74 ^{Aa}	9.15 ^{Ac}	13.04 ^{Bb}	9.19 ^{Ac}	0.241
	SEM	0.205	0.139	0.139	0.486	
Fluorene	BBQ	109.46 ^{Ba}	52.06 ^{Bb}	118.40 ^{Ba}	42.58 ^{Bb}	2.811
	BBQ-OC	147.72 ^{Aa}	91.98 ^{Ac}	129.60 ^{Ab}	88.45 ^{Ac}	1.956
	SEM	3.465	1.636	1.066	2.764	
Phenathrene	BBQ	555.98 ^{Ba}	257.39 ^{Bb}	582.06 ^{Ba}	227.88 ^{Bb}	10.500
	BBQ-OC	782.97 ^{Aa}	497.60 ^{Ab}	767.47 ^{Aa}	425.57 ^{Ac}	11.656
	SEM	13.751	6.014	8.373	14.031	
Anthracene	BBQ	82.37 ^{Bb}	29.91 ^{Bc}	91.36 ^{Aa}	21.51 ^{Bd}	1.174
	BBQ-OC	138.47 ^{Aa}	70.07 ^{Ac}	92.71 ^{Ab}	53.75 ^{Ad}	2.342
	SEM	2.993	0.694	1.474	1.454	
Fluoranthene	BBQ	246.78 ^{Bb}	110.50 ^{Bc}	272.03 ^{Ba}	89.47 ^{Bc}	5.014
	BBQ-OC	424.89 ^{Aa}	262.17 ^{Ab}	394.90 ^{Aa}	181.96 ^{Ac}	7.435
	SEM	10.343	1.762	4.616	5.427	
Pyrene	BBQ	283.32 ^{Bb}	124.40 ^{Bc}	316.95 ^{Ba}	104.54 ^{Bc}	5.817
	BBQ-OC	524.26 ^{Aa}	315.77 ^{Ac}	469.44 ^{Ab}	217.93 ^{Ad}	9.386
	SEM	13.311	1.871	5.080	6.114	
Benzo[a]anthracene	BBQ	45.94 ^{Ba}	22.18 ^{Bb}	43.78 ^{Ba}	16.96 ^{Bc}	0.928
	BBQ-OC	106.04 ^{Aa}	64.49 ^{Ac}	83.00 ^{Ab}	38.33 ^{Ad}	2.012
	SEM	2.870	0.360	0.581	1.056	
Chrysene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	BBQ	30.65 ^{Ba}	15.07 ^{Bb}	29.41 ^{Ba}	12.31 ^{Bb}	0.702
	BBQ-OC	70.61 ^{Aa}	43.97 ^{Ac}	60.39 ^{Ab}	26.17 ^{Ad}	1.536
	SEM	2.198	0.347	0.361	0.809	
Benzo[k]fluoranthene	BBQ	20.92 ^{Ba}	10.05 ^{Bb}	19.77 ^{Ba}	8.18 ^{Bb}	0.564
	BBQ-OC	46.05 ^{Aa}	29.35 ^{Ac}	41.11 ^{Ab}	17.70 ^{Ad}	0.791
	SEM	1.197	0.156	0.215	0.621	

Benzo[a]pyrene	BBQ	58.37 ^{Ba}	28.06 ^{Bc}	49.35 ^{Bb}	20.49 ^{Bd}	1.397
	BBQ-OC	134.75 ^{Aa}	81.08 ^{Ac}	96.23 ^{Ab}	43.39 ^{Ad}	2.665
	SEM	3.923	0.503	0.794	1.356	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	BBQ	34.88 ^{Ba}	16.27 ^{Bb}	32.56 ^{Ba}	14.68 ^{Bb}	0.977
	BBQ-OC	78.25 ^{Aa}	49.57 ^{Ac}	68.47 ^{Ab}	28.35 ^{Ad}	2.056
	SEM	2.794	0.951	0.839	0.973	
Dibenzo[a,h]anthracene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	BBQ	44.41 ^{Ba}	19.81 ^{Bb}	39.79 ^{Ba}	17.18 ^{Bb}	1.266
	BBQ-OC	101.50 ^{Aa}	60.63 ^{Ac}	88.05 ^{Ab}	35.75 ^{Ad}	2.528
	SEM	3.537	0.998	1.021	1.202	
Total 16PAH	BBQ	2254.98 ^{Ba}	1075.02 ^{Bb}	2308.44 ^{Ba}	833.07 ^{Bc}	36.219
	BBQ-OC	3225.90 ^{Aa}	2039.12 ^{Ac}	2902.69 ^{Ab}	1540.15 ^{Ad}	51.557
	SEM	67.566	17.362	20.347	51.566	
4PAH	BBQ	134.96 ^{Ba}	65.30 ^{Bb}	122.54 ^{Ba}	49.76 ^{Bc}	2.998
	BBQ-OC	311.41 ^{Aa}	189.54 ^{Ac}	239.63 ^{Ab}	107.89 ^{Ad}	6.146
	SEM	8.948	1.083	1.409	3.211	

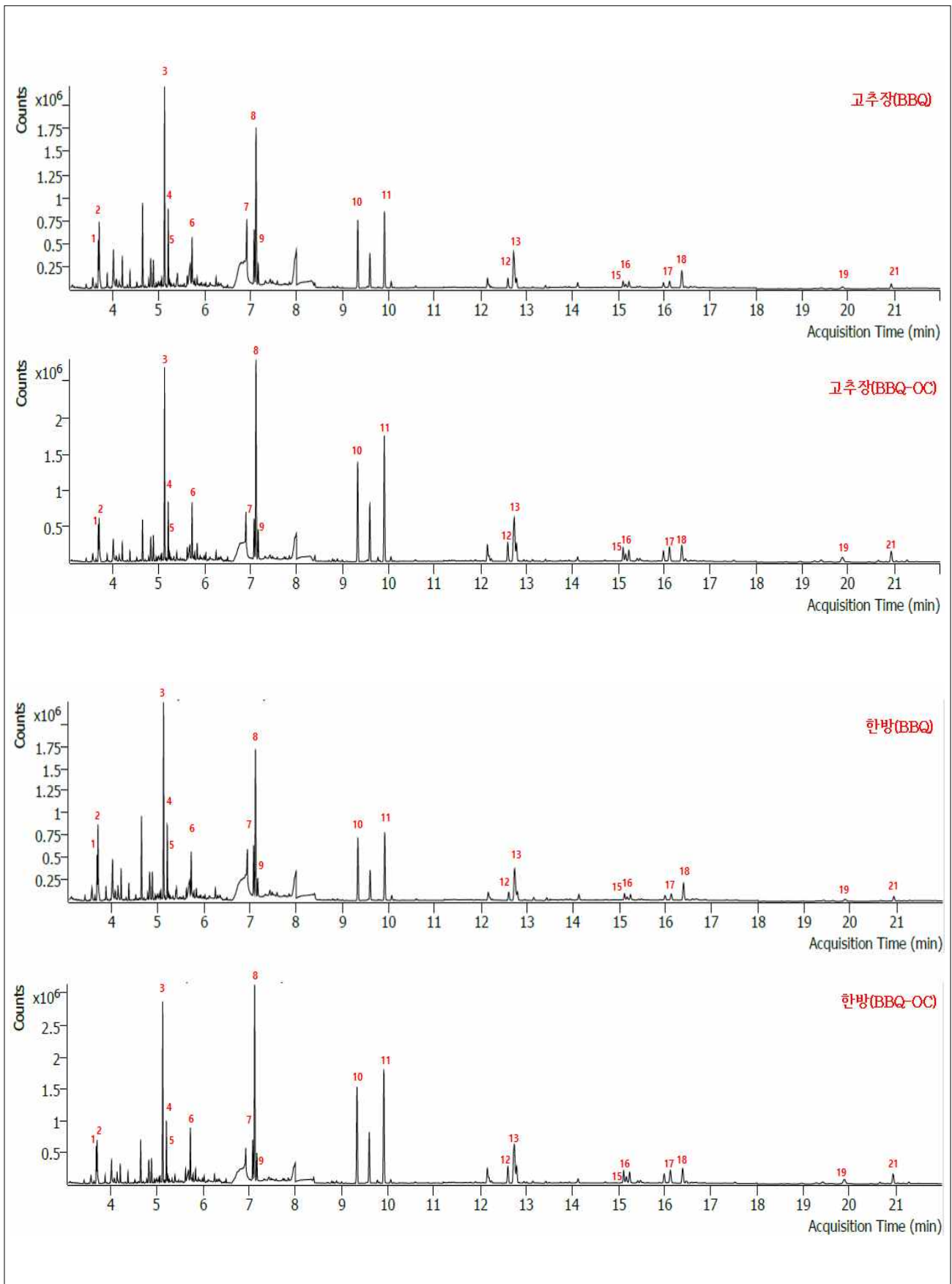
BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking; ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

저장 10일차에 천연소재 및 전통식품 첨가 백색돈 숙성삼겹살의 가열조건에 따른 PAHs 함량은 Table 113에 나타내었다(Figure 130). 주요 16가지 PAHs 중 chrysene, dibenzo[a,h]anthracene을 제외한 바비큐 조리(BBQ)로 인한 숙성삼겹살 대조구 내 생성된 총 PAHs 함량은 2254.98 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 naphthalene, acenaphthylene, acenaphthene을 제외하면 과조리(BBQ-OC)시 그 함량이 유의적으로 증가하였다. 저장 5일차와 마찬가지로 천연소재 및 전통식품의 첨가가 바비큐 조리로 인한 PAHs 생성을 저해하였다. 총 PAHs를 기준으로 바비큐 조리 시 저해율은 한방, 고추장 첨가 삼겹살이 각각 52.33%, 63.06%를 나타내었으며, 블랙커런트 첨가 삼겹살은 저해효과를 보이지 않았다. 과조리 시 총 14가지 PAHs에 대한 저해율은 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 각각 36.79%, 10.02%, 52.26%를 나타내었다. 주요 4가지 PAHs에 대한 저해율은 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 조리 시 52.62%, 9.20%, 63.13%를 나타내었으며, 과조리 시 각각 39.13%, 23.05%, 63.35%를 나타내었다. 결과적으로 저장 10일차에 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 바비큐 삼겹살 내 PAHs 생성 억제 효과는 한방 \geq 고추장 $>$ 블랙커런트 순으로 나타났다.



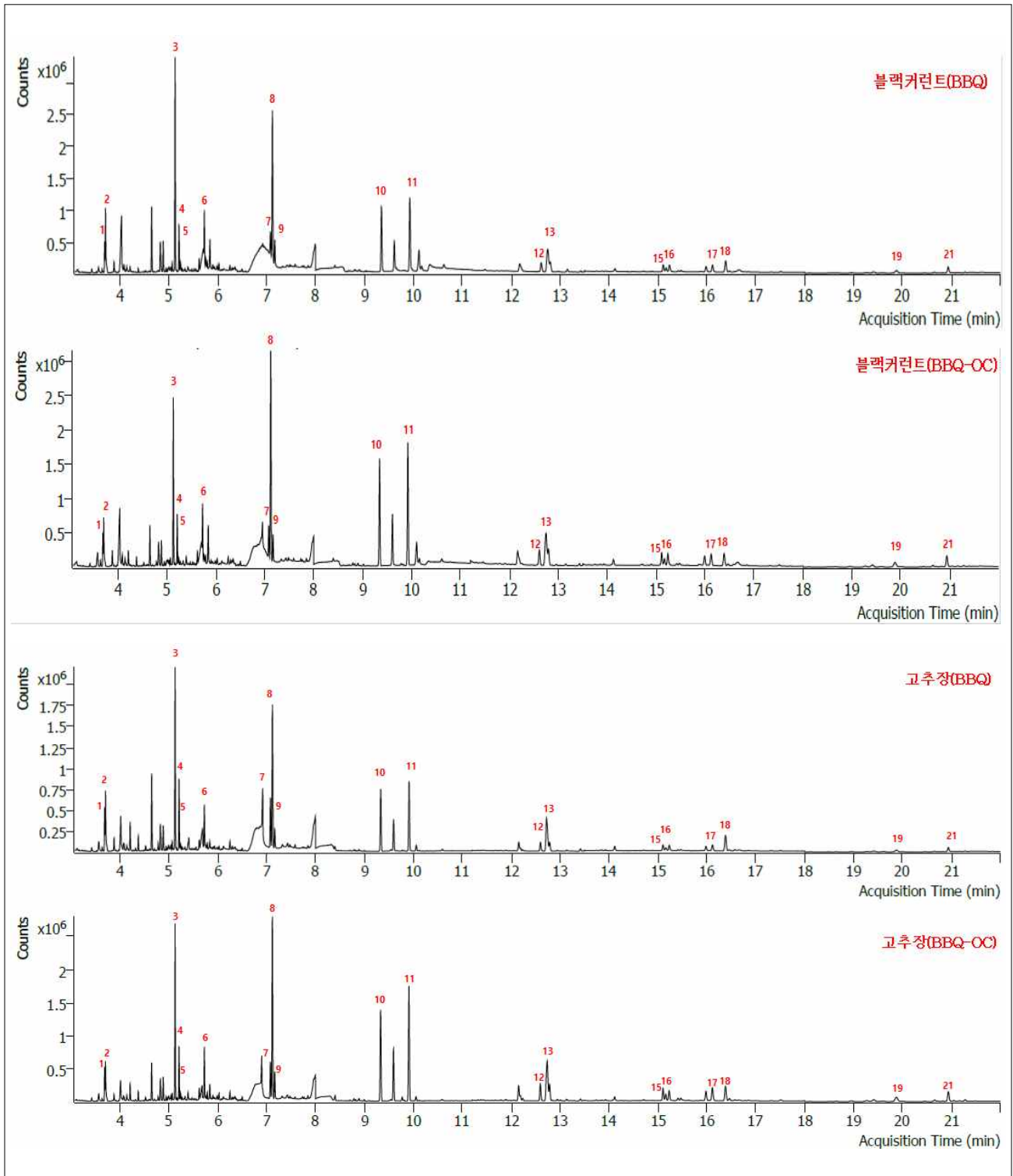


Figure 130. GC/MS chromatogram of PAHs in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 10 of storage.

1: Naphthalene-d₈ (ISTD), 2: Naphthalene, 3: Acenaphthylene, 4: Acenaphthene-d₁₀ (ISTD), 5: Acenaphthene, 6: Fluorene, 7: Phenanthrene-d₁₀ (ISTD), 8: Phenanthrene, 9: Anthracene, 10: Fluoranthene, 11: Pyrene, 12: Benzo[a]anthracene, 13: Chrysene-d₁₂ (ISTD), 15: Benzo[b]fluoranthene, 16: Benzo[k]fluoranthene, 17: Benzo[a]pyrene, 18: Perylene-d₁₂ (ISTD), 19: Indeno[1,2,3-cd]pyrene, 21: Benzo[ghi]perylene

(나) 천연소재 및 전통식품 첨가 흑색돈 숙성삼겹살 내 저장기간 중 가열조건에 따른 방향족 탄화수소류(PAHs) 저감 효과

Table 114. PAHs content in pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 0 of storage

PAHs (μ g/kg)	Cooking doneness	Treatment				SEM
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang	
Naphthalene	BBQ	141.18 ^{Ba}	116.77 ^{Ab}	136.63 ^{Aa}	65.86 ^{Bc}	1.174
	BBQ-OC	183.87 ^{Aa}	116.93 ^{Ac}	139.64 ^{Ab}	95.41 ^{Ad}	3.280
	SEM	1.601	4.406	1.162	0.974	
Acenaphthylene	BBQ	770.70 ^{Aa}	415.03 ^{Ad}	547.98 ^{Ab}	492.54 ^{Ac}	6.843
	BBQ-OC	675.96 ^{Ba}	413.79 ^{Ac}	528.22 ^{Ab}	397.49 ^{Bc}	7.556
	SEM	10.079	1.307	9.357	4.124	
Acenaphthene	BBQ	25.19 ^{Aa}	12.44 ^{Ac}	16.09 ^{Ab}	14.77 ^{Abc}	0.542
	BBQ-OC	20.95 ^{Ba}	13.55 ^{Ac}	16.62 ^{Ab}	12.19 ^{Bc}	0.330
	SEM	0.416	0.340	0.538	0.477	
Fluorene	BBQ	234.79 ^{Aa}	123.19 ^{Bb}	117.79 ^{Bb}	124.23 ^{Ab}	2.262
	BBQ-OC	173.56 ^{Ba}	154.14 ^{Ab}	146.35 ^{Ab}	126.13 ^{Ac}	2.318
	SEM	2.819	2.010	2.570	1.545	
Phenathrene	BBQ	981.65 ^{Aa}	543.74 ^{Bb}	447.63 ^{Bb}	481.81 ^{Bb}	17.413
	BBQ-OC	788.64 ^{Ba}	801.52 ^{Aa}	616.17 ^{Ab}	558.27 ^{Ac}	9.597
	SEM	24.845	3.474	12.200	3.529	
Anthracene	BBQ	228.53 ^{Aa}	116.45 ^{Bb}	79.18 ^{Bd}	104.67 ^{Bc}	1.782
	BBQ-OC	185.06 ^{Ba}	189.18 ^{Aa}	134.03 ^{Ab}	126.08 ^{Ab}	2.321
	SEM	2.554	1.360	2.874	0.702	
Fluoranthene	BBQ	606.48 ^{Aa}	291.26 ^{Bb}	241.25 ^{Bc}	255.81 ^{Bc}	4.266
	BBQ-OC	564.75 ^{Ba}	548.6 ^{Aa}	355.58 ^{Ab}	326.96 ^{Ab}	7.224
	SEM	7.088	3.389	8.101	3.666	
Pyrene	BBQ	806.65 ^{Aa}	358.40 ^{Bb}	301.10 ^{Bc}	326.88 ^{Bc}	6.307
	BBQ-OC	767.52 ^{Aa}	711.68 ^{Ab}	463.81 ^{Ac}	428.79 ^{Ac}	11.313
	SEM	10.255	5.175	13.068	5.725	
Benzo[a]anthracene	BBQ	142.18 ^{Ba}	69.77 ^{Bb}	48.79 ^{Bd}	56.59 ^{Bc}	0.754
	BBQ-OC	152.70 ^{Aa}	144.04 ^{Aa}	82.92 ^{Ab}	79.44 ^{Ab}	2.305
	SEM	1.408	2.250	2.124	0.455	
Chrysene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	BBQ	104.81 ^{Ba}	52.21 ^{Bb}	39.72 ^{Bc}	41.27 ^{Bc}	1.036
	BBQ-OC	124.06 ^{Aa}	114.77 ^{Ab}	64.28 ^{Ac}	59.83 ^{Ac}	1.381
	SEM	1.394	0.864	1.731	0.523	

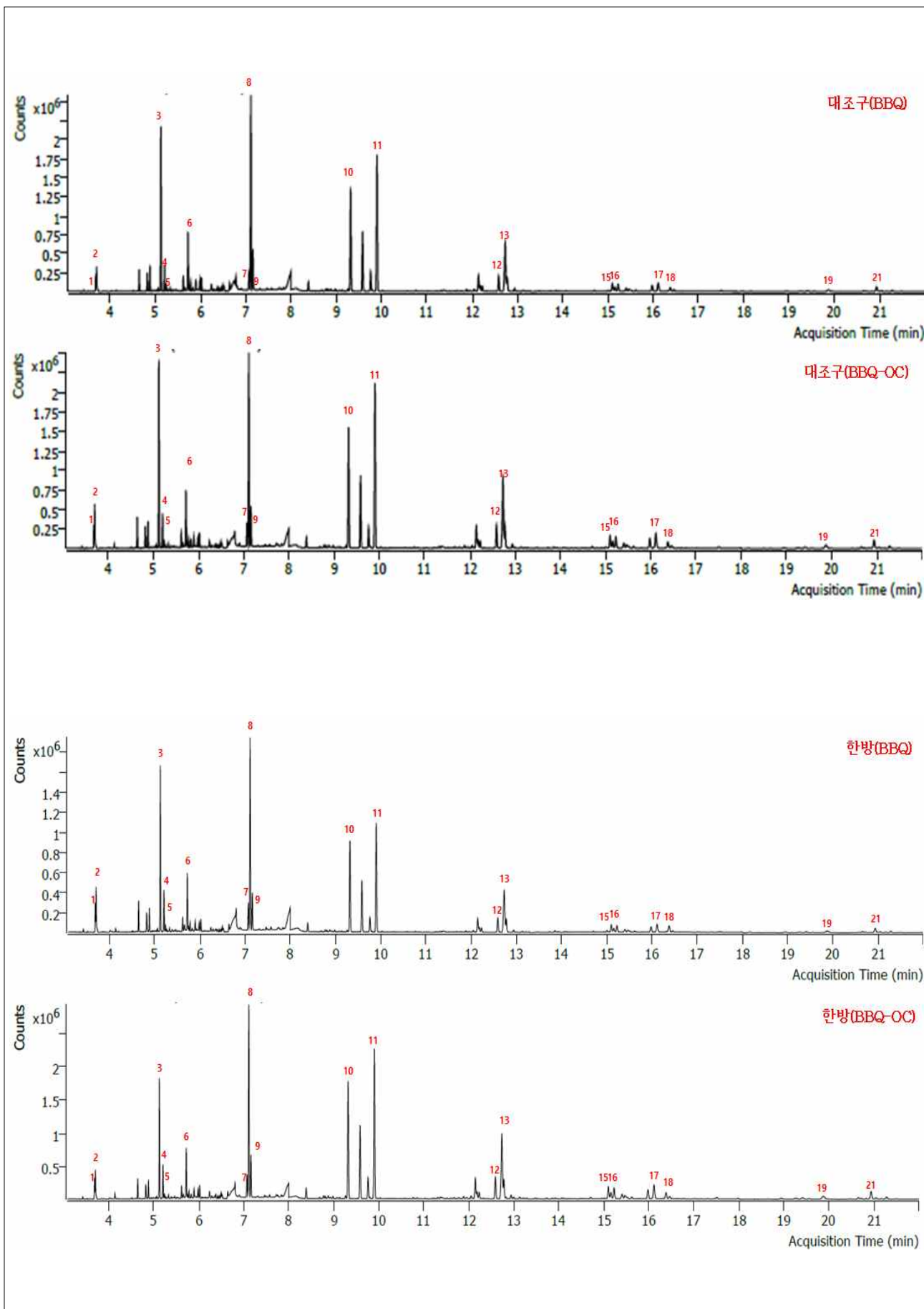
Benzo[k]fluoranthene	BBQ	63.61 ^{Ba}	30.10 ^{Bb}	23.19 ^{Bc}	23.83 ^{Bc}	0.616
	BBQ-OC	69.18 ^{Aa}	66.43 ^{Aa}	36.45 ^{Ab}	34.39 ^{Ab}	0.861
	SEM	1.088	0.541	0.703	0.518	
Benzo[a]pyrene	BBQ	214.34 ^{Ba}	97.89 ^{Bb}	67.49 ^{Bd}	81.74 ^{Bc}	1.222
	BBQ-OC	242.49 ^{Aa}	223.13 ^{Ab}	123.76 ^{Ac}	116.14 ^{Ac}	2.324
	SEM	1.580	0.584	3.026	1.339	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	BBQ	119.92 ^{Ba}	59.38 ^{Bb}	45.37 ^{Bc}	46.34 ^{Bc}	0.577
	BBQ-OC	152.23 ^{Aa}	137.10 ^{Ab}	67.93 ^{Ac}	65.77 ^{Ac}	3.107
	SEM	2.740	1.069	3.149	1.188	
Dibenzo[a,h]anthracene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	BBQ	143.99 ^{Ba}	69.22 ^{Bb}	53.71 ^{Bc}	54.54 ^{Bc}	1.139
	BBQ-OC	178.94 ^{Aa}	168.07 ^{Aa}	85.66 ^{Ab}	78.68 ^{Ab}	3.796
	SEM	3.597	3.278	2.345	1.495	
Total 16PAH	BBQ	4279.92 ^{Ba}	2355.84 ^{Bb}	2195.91 ^{Bc}	2170.85 ^{Bc}	30.161
	BBQ-OC	4583.99 ^{Aa}	3803.01 ^{Ab}	2861.41 ^{Ac}	2505.59 ^{Ad}	46.225
	SEM	45.402	11.345	58.701	21.377	
4PAH	BBQ	461.32 ^{Ba}	219.87 ^{Bb}	156.00 ^{Bd}	179.59 ^{Bc}	1.807
	BBQ-OC	519.25 ^{Aa}	481.94 ^{Ab}	270.96 ^{Ac}	255.41 ^{Ac}	5.354
	SEM	2.945	2.244	6.850	1.798	

BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking; ND, not detected.

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

저장 0일차에 천연소재 및 전통식품 첨가 흑색돈 숙성삼겹살의 가열조건에 따른 PAHs 함량은 Table 114에 나타내었다(Figure 131). 주요 16가지 PAHs 중 chrysene, dibenzo[a,h]anthracene을 제외한 바비큐 조리(BBQ)로 인한 흑색돈 숙성삼겹살 대조구 내 생성된 총 PAHs 함량은 4279.92 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 과조리(BBQ-OC)시 그 함량이 유의적으로 증가하였다. 천연소재 및 전통식품의 첨가가 바비큐 조리로 인한 PAHs 생성을 억제시켰으며, 총 PAHs를 기준으로 바비큐 조리 시 저해율은 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 각각 44.96%, 48.69%, 49.28%를 나타내었다. 과조리 시 총 PAHs에 대한 저해율은 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 각각 17.04%, 37.58%, 45.34%를 나타내어 과조리에 따른 PAHs 생성 억제효과가 감소하였다. 주요 4가지 PAHs에 대한 저해율은 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 조리 시 52.34%, 66.18%, 61.07%를 나타내었으며, 과조리 시 각각 7.19%, 47.82%, 50.81%를 나타내었다. 결과적으로 저장 0일차에 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 바비큐된 흑색돈 삼겹살 내 PAHs 생성 억제 효과는 블랙커런트 \geq 고추장>한방 순으로 나타났다.



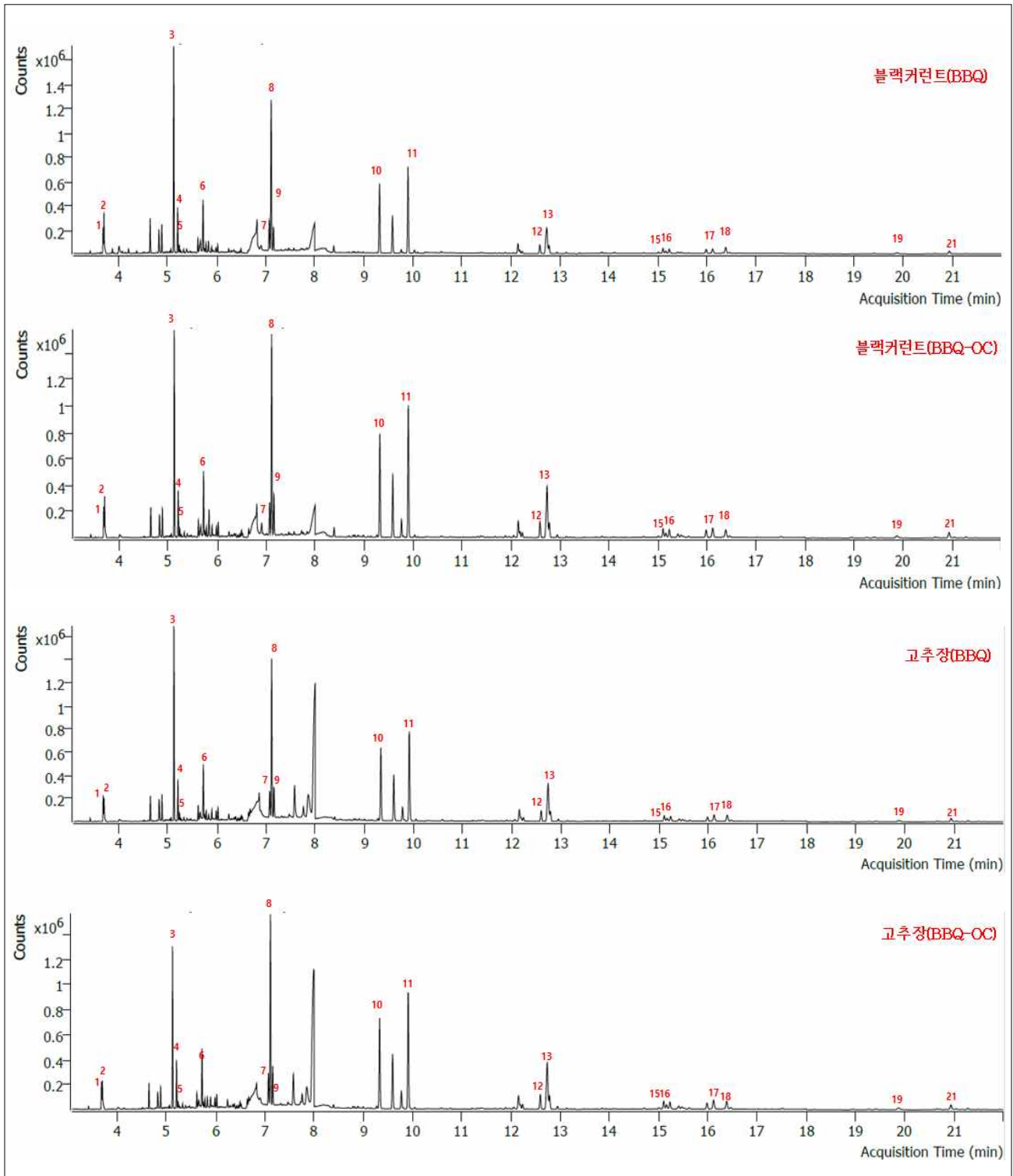


Figure 131. GC/MS chromatogram of PAHs in pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 0 of storage.

1: Naphthalene-d8 (ISTD), 2: Naphthalene, 3: Acenaphthylene, 4: Acenaphthene-d10 (ISTD), 5: Acenaphthene, 6: Fluorene, 7: Phenanthrene-d10 (ISTD), 8: Phenanthrene, 9: Anthracene, 10: Fluoranthene, 11: Pyrene, 12: Benzo[a]anthracene, 13: Chrysene-d12 (ISTD), 15: Benzo[b]fluoranthene, 16: Benzo[k]fluoranthene, 17: Benzo[a]pyrene, 18: Perylene-d12 (ISTD), 19: Indeno[1,2,3-cd]pyrene, 21: Benzo[ghi]perylene

Table 115. PAHs content in pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 5 of storage

PAHs (μ g/kg)	Cooking doneness	Treatment				SEM
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang	
Naphthalene	BBQ	99.53 ^{Ab}	75.87 ^{Bc}	183.24 ^{Ba}	99.50 ^{Bb}	1.043
	BBQ-OC	78.84 ^{Bc}	82.69 ^{Ac}	211.94 ^{Aa}	122.44 ^{Ab}	1.527
	SEM	0.317	1.492	1.752	1.203	
Acenaphthylene	BBQ	578.68 ^{Aa}	492.30 ^{Bb}	480.43 ^{Bb}	331.69 ^{Bc}	4.131
	BBQ-OC	536.45 ^{Bc}	670.20 ^{Aa}	598.88 ^{Ab}	407.98 ^{Ad}	3.593
	SEM	5.950	2.799	3.221	2.518	
Acenaphthene	BBQ	18.56 ^{Aa}	15.49 ^{Aa}	15.19 ^{Ba}	10.32 ^{Bb}	0.895
	BBQ-OC	15.05 ^{Bc}	18.83 ^{Aa}	17.17 ^{Ab}	13.25 ^{Ad}	0.318
	SEM	0.480	1.214	0.236	0.211	
Fluorene	BBQ	207.67 ^{Ba}	136.58 ^{Bb}	113.17 ^{Bc}	77.52 ^{Bd}	1.606
	BBQ-OC	192.66 ^{Ab}	233.64 ^{Aa}	131.60 ^{Ac}	121.09 ^{Ad}	1.766
	SEM	2.069	1.316	1.595	1.685	
Phenathrene	BBQ	938.45 ^{Ba}	587.14 ^{Bb}	419.55 ^{Bc}	258.20 ^{Bd}	3.942
	BBQ-OC	974.19 ^{Ab}	1132.65 ^{Aa}	505.50 ^{Ad}	568.12 ^{Ac}	5.771
	SEM	7.576	5.407	2.722	1.911	
Anthracene	BBQ	199.96 ^{Ba}	120.61 ^{Bb}	77.57 ^{Bc}	47.94 ^{Bd}	1.266
	BBQ-OC	211.90 ^{Ab}	251.82 ^{Aa}	87.93 ^{Ad}	130.48 ^{Ac}	1.478
	SEM	2.001	1.754	0.398	0.580	
Fluoranthene	BBQ	495.72 ^{Ba}	323.08 ^{Bb}	196.66 ^{Bc}	120.19 ^{Bd}	4.452
	BBQ-OC	595.13 ^{Ab}	731.19 ^{Aa}	289.76 ^{Ad}	344.57 ^{Ac}	4.289
	SEM	5.741	2.332	5.778	2.154	
Pyrene	BBQ	646.57 ^{Ba}	408.50 ^{Bb}	224.73 ^{Bc}	149.37 ^{Bd}	5.252
	BBQ-OC	790.15 ^{Ab}	949.83 ^{Aa}	358.68 ^{Ad}	455.73 ^{Ac}	10.611
	SEM	9.655	2.939	13.159	2.311	
Benzo[a]anthracene	BBQ	119.09 ^{Ba}	76.00 ^{Bb}	39.52 ^{Bc}	23.83 ^{Bd}	2.001
	BBQ-OC	154.68 ^{Ab}	179.79 ^{Aa}	61.75 ^{Ad}	81.19 ^{Ac}	1.327
	SEM	2.926	0.843	1.252	0.832	
Chrysene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	BBQ	88.18 ^{Ba}	54.29 ^{Bb}	31.75 ^{Bc}	18.15 ^{Bd}	2.423
	BBQ-OC	124.04 ^{Aa}	134.80 ^{Aa}	53.93 ^{Ab}	62.14 ^{Ab}	2.792
	SEM	3.285	3.959	0.796	0.481	

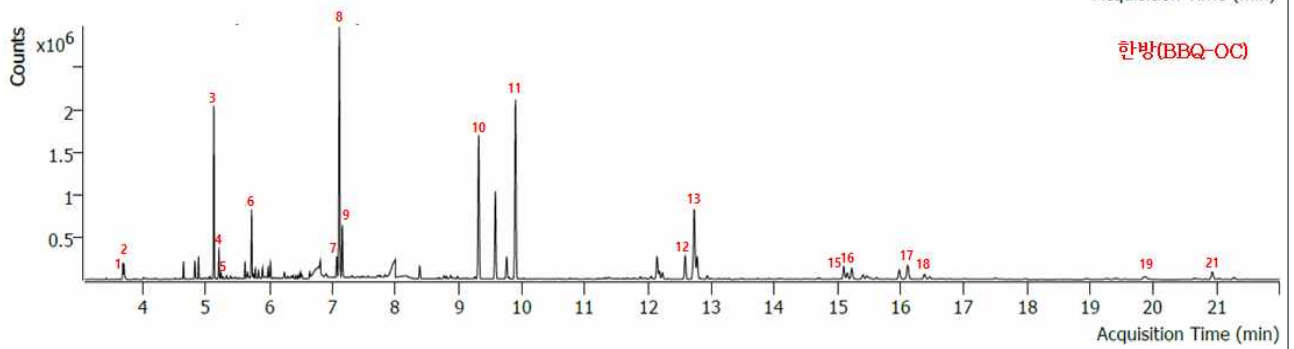
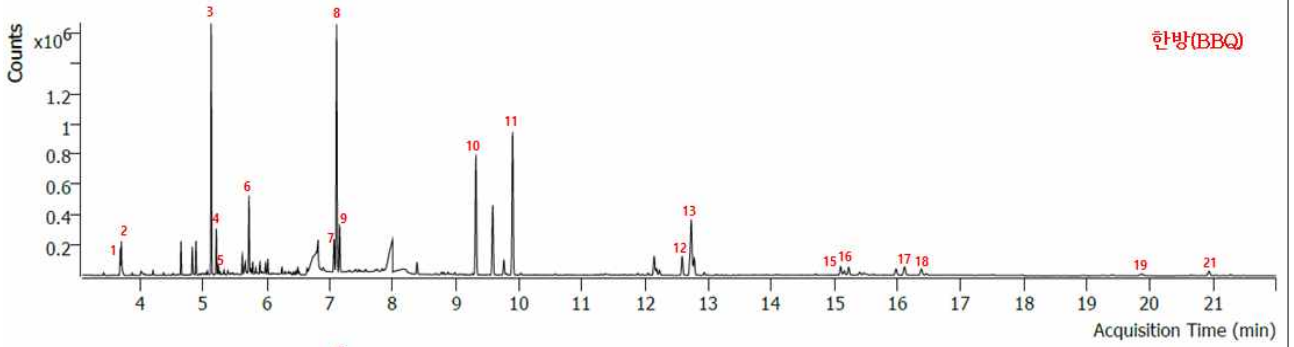
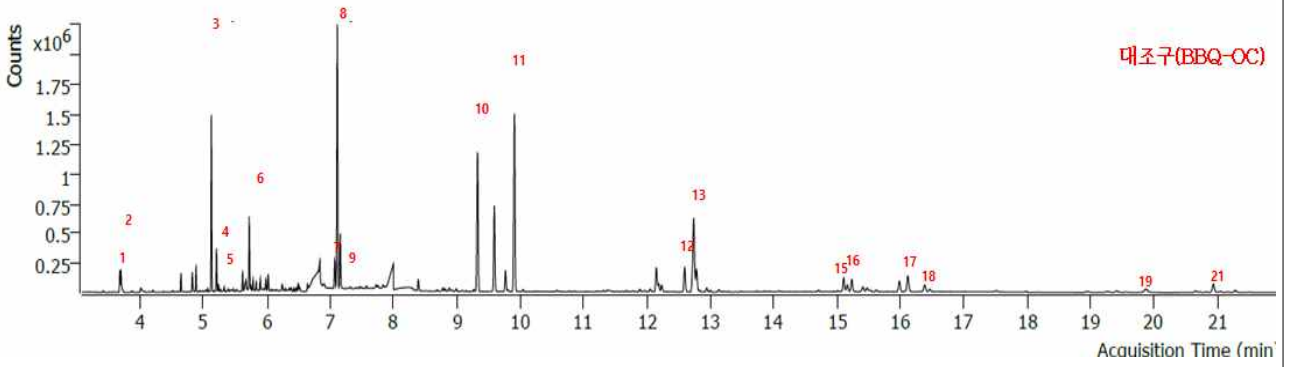
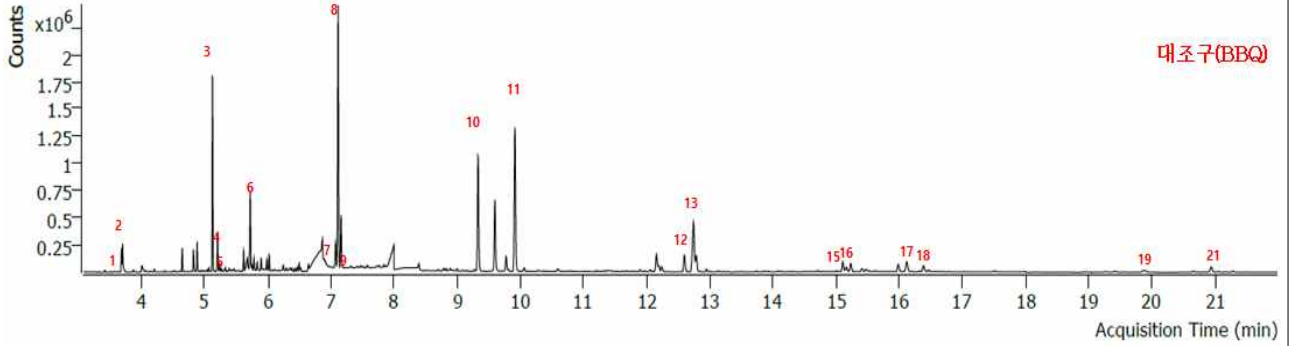
Benzo[k]fluorant hene	BBQ	51.28 ^{Ba}	33.05 ^{Bb}	18.22 ^{Bd}	22.67 ^{Bc}	0.869
	BBQ-OC	72.12 ^{Ab}	79.83 ^{Aa}	31.44 ^{Ac}	33.94 ^{Ac}	1.522
	SEM	2.130	0.989	0.624	0.490	
Benzo[a]pyrene	BBQ	160.49 ^{Ba}	106.16 ^{Bb}	51.52 ^{Bc}	34.13 ^{Bd}	2.748
	BBQ-OC	228.41 ^{Ab}	266.40 ^{Aa}	90.80 ^{Ad}	119.76 ^{Ac}	2.990
	SEM	5.134	1.552	2.039	0.253	
Indeno[1,2,3-cd] pyrene	BBQ	94.72 ^{Ba}	57.82 ^{Bb}	34.31 ^{Bc}	19.79 ^{Bc}	3.610
	BBQ-OC	137.63 ^{Ab}	163.37 ^{Aa}	67.72 ^{Ac}	69.19 ^{Ac}	1.376
	SEM	4.028	3.106	1.028	1.712	
Dibenzo[a,h]anth racene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[ghi]peryle ne	BBQ	116.87 ^{Ba}	72.25 ^{Bb}	41.27 ^{Bc}	25.68 ^{Bc}	4.691
	BBQ-OC	160.68 ^{Ab}	189.51 ^{Aa}	78.47 ^{Ac}	87.69 ^{Ab}	22.394
	SEM	6.893	2.295	0.828	1.418	
Total 16PAH	BBQ	3961.89 ^{Ba}	2653.31 ^{Bb}	1979.31 ^{Bc}	1270.35 ^{Bd}	24.592
	BBQ-OC	4460.79 ^{Ab}	5306.29 ^{Aa}	2665.98 ^{Ac}	2714.8 ^{Ac}	27.015
	SEM	42.759	13.850	23.700	9.344	
4PAH	BBQ	513.87 ^{Ba}	330.65 ^{Bb}	174.97 ^{Bc}	107.47 ^{Bd}	9.372
	BBQ-OC	696.01 ^{Ab}	802.72 ^{Aa}	286.88 ^{Ad}	360.31 ^{Ac}	6.490
	SEM	14.268	5.293	5.154	1.333	

BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking; ND, not detected.

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

저장 5일차에 천연소재 및 전통식품 첨가 흑색돈 숙성삼겹살의 가열조건에 따른 PAHs 함량은 Table 115에 나타내었다(Figure 132). 주요 16가지 PAHs 중 chrysene, dibenzo[a,h]anthracene을 제외한 바비큐 조리(BBQ)로 인한 흑색돈 숙성삼겹살 대조구 내 생성된 총 PAHs 함량은 3961.89 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 과조리(BBQ-OC)시 그 함량이 유의적으로 증가하였다. 블랙커런트와 고추장 첨가 시 흑색돈 숙성삼겹살 내 PAHs 생성을 억제하였으며, 총 PAHs를 기준으로 바비큐 조리 시 저해율은 각각 50.04%, 67.94%를 나타내었으며, 과조리 시 각각 40.24%와 39.14%를 나타내었다. 주요 4가지 PAHs에 대한 저해율은 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 조리 시 65.95%, 79.09%로 나타났으며, 과조리 시 각각 58.78%와 48.23%를 나타내었다. 단, 한방 첨가 숙성삼겹살의 경우 바비큐 조리 시에만 총 PAHs와 주요 4가지 PAHs를 각각 33.03%와 35.65% 저해 시켰다. 결과적으로 저장 5일차에 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 바비큐된 흑색돈 삼겹살 내 PAHs 생성 억제 효과는 고추장>블랙커런트 순으로 나타났으며, 한방 첨가는 바비큐 조리 시에만 PAHs 저해 효과를 나타내어 가장 낮은 저해효과를 보였다.



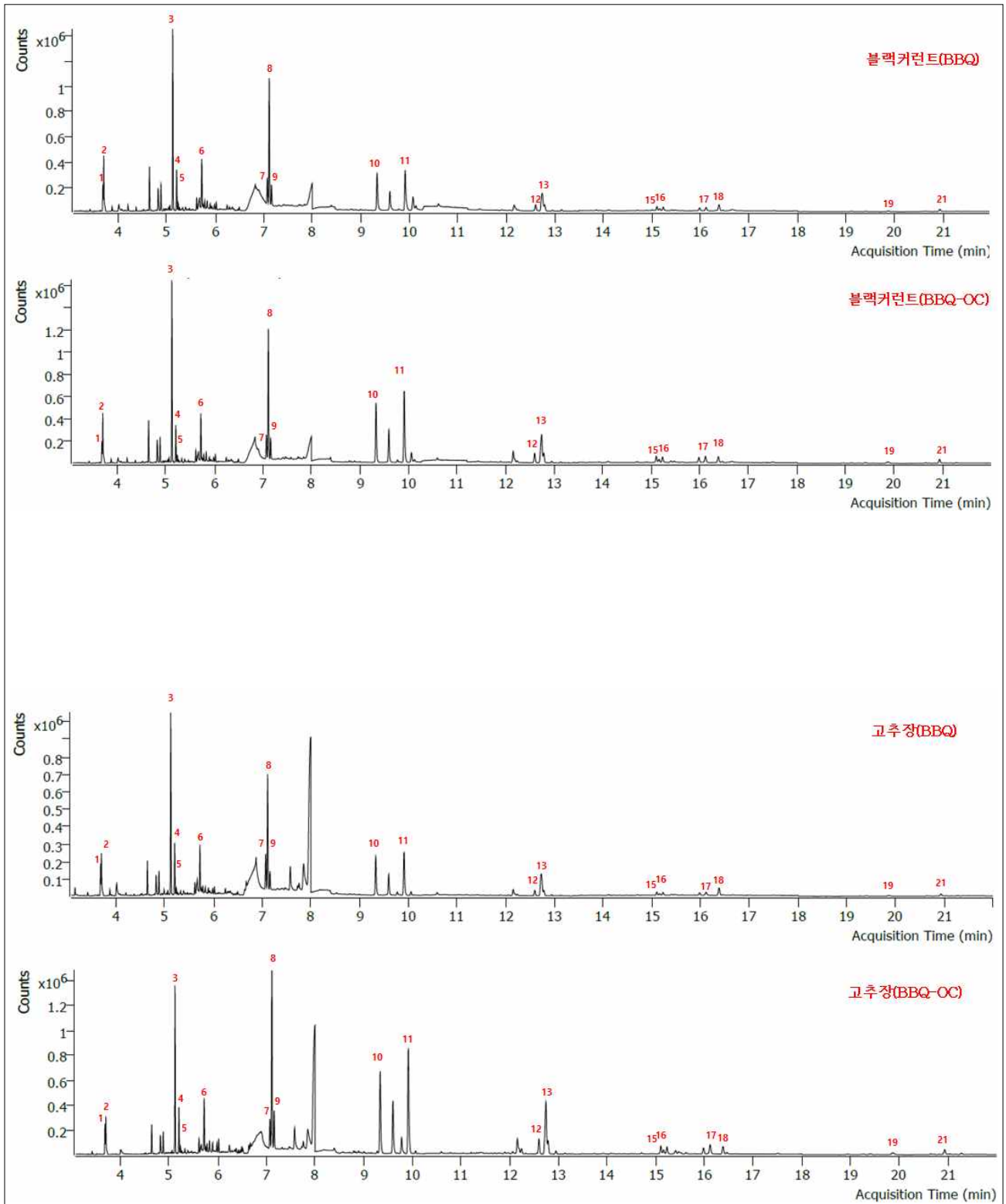


Figure 132. GC/MS chromatogram of PAHs in pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 5 of storage.

1: Naphthalene-d₈ (ISTD), 2: Naphthalene, 3: Acenaphthylene, 4: Acenaphthene-d₁₀ (ISTD), 5: Acenaphthene, 6: Fluorene, 7: Phenanthrene-d₁₀ (ISTD), 8: Phenanthrene, 9: Anthracene, 10: Fluoranthene, 11: Pyrene, 12: Benzo[a]anthracene, 13: Chrysene-d₁₂ (ISTD), 15: Benzo[b]fluoranthene, 16: Benzo[k]fluoranthene, 17: Benzo[a]pyrene, 18: Perylene-d₁₂ (ISTD), 19: Indeno[1,2,3-cd]pyrene, 21: Benzo[ghi]perylene

Table 116. PAHs content in pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 10 of storage

PAHs (μ g/kg)	Cooking doneness	Treatment				SEM
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang	
Naphthalene	BBQ	94.64 ^{Bb}	72.29 ^{Bc}	107.93 ^{Ba}	93.11 ^{Bb}	2.439
	BBQ-OC	147.5 ^{Ac}	81.3 ^{Ad}	188.90 ^{Ab}	241.5 ^{Aa}	3.876
	SEM	2.132	0.535	3.128	5.227	
Acenaphthylene	BBQ	702.98 ^{Aa}	433.25 ^{Ab}	346.04 ^{Bc}	243.31 ^{Bd}	8.613
	BBQ-OC	380.05 ^{Bc}	385.28 ^{Bc}	724.35 ^{Aa}	641.45 ^{Ab}	11.978
	SEM	7.646	9.160	2.507	16.931	
Acenaphthene	BBQ	20.05 ^{Aa}	12.62 ^{Ab}	11.34 ^{Bb}	8.85 ^{Bc}	0.338
	BBQ-OC	12.13 ^{Bb}	11.80 ^{Ab}	21.64 ^{Aa}	18.74 ^{Aa}	0.787
	SEM	0.390	0.412	0.200	1.051	
Fluorene	BBQ	193.03 ^{Aa}	126.71 ^{Ab}	94.31 ^{Bc}	74.02 ^{Bd}	2.517
	BBQ-OC	147.49 ^{Bb}	130.61 ^{Ac}	155.30 ^{Ab}	172.15 ^{Aa}	3.168
	SEM	2.628	2.398	1.958	4.031	
Phenathrene	BBQ	922.30 ^{Aa}	589.49 ^{Bb}	364.41 ^{Bc}	304.03 ^{Bd}	10.936
	BBQ-OC	864.04 ^{Ba}	686.51 ^{Ac}	679.82 ^{Ac}	762.96 ^{Ab}	13.200
	SEM	13.990	13.601	6.835	12.660	
Anthracene	BBQ	215.02 ^{Aa}	127.63 ^{Bb}	80.68 ^{Bc}	65.92 ^{Bd}	3.115
	BBQ-OC	200.63 ^{Ba}	156.87 ^{Abc}	136.93 ^{Ac}	184.64 ^{Aab}	6.511
	SEM	3.353	2.793	1.473	9.109	
Fluoranthene	BBQ	535.63 ^{Aa}	331.77 ^{Bb}	179.51 ^{Bc}	154.50 ^{Bc}	14.118
	BBQ-OC	591.75 ^{Aa}	454.25 ^{Ab}	384.79 ^{Ab}	467.06 ^{Aab}	28.151
	SEM	25.978	22.164	9.898	26.826	
Pyrene	BBQ	745.97 ^{Aa}	441.08 ^{Bb}	224.81 ^{Bc}	202.20 ^{Bc}	13.098
	BBQ-OC	815.98 ^{Aa}	645.92 ^{Ab}	506.85 ^{Ab}	625.59 ^{Ab}	35.084
	SEM	31.168	20.896	13.213	34.960	
Benzo[a]anthracene	BBQ	129.57 ^{Ba}	84.64 ^{Bb}	33.55 ^{Bc}	32.19 ^{Bc}	1.459
	BBQ-OC	173.85 ^{Aa}	122.14 ^{Ab}	85.12 ^{Ad}	105.03 ^{Ac}	2.613
	SEM	3.177	1.114	0.956	2.380	
Chrysene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	BBQ	105.41 ^{Ba}	65.85 ^{Bb}	25.46 ^{Bc}	24.44 ^{Bc}	1.708
	BBQ-OC	157.01 ^{Aa}	98.91 ^{Ab}	69.17 ^{Ad}	86.88 ^{Ac}	2.578
	SEM	2.938	1.076	2.083	2.238	

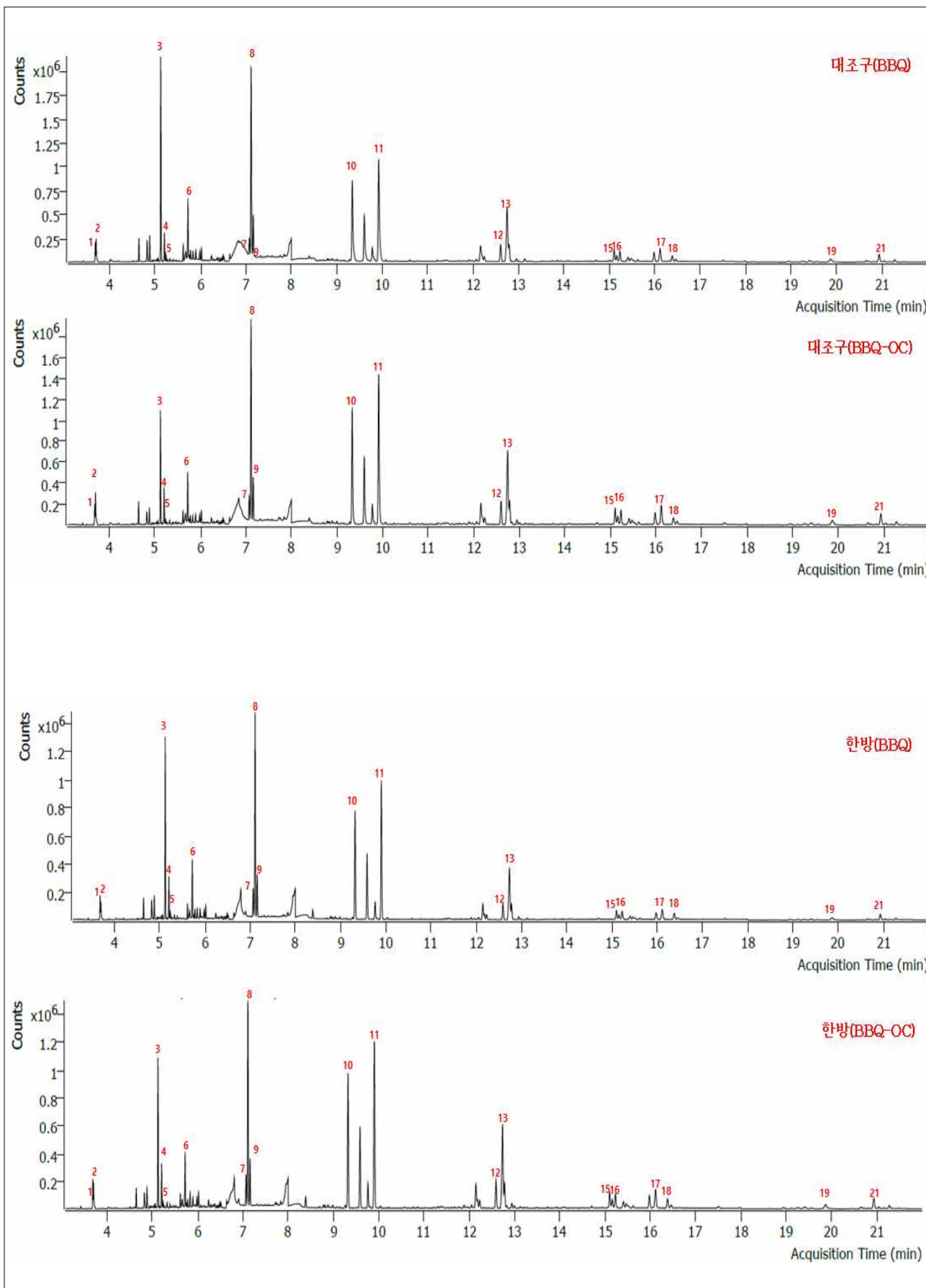
Benzo[k]fluoranthene	BBQ	56.86 ^{Ba}	37.94 ^{Bb}	30.29 ^{Bc}	28.76 ^{Bc}	0.418
	BBQ-OC	82.01 ^{Aa}	56.07 ^{Ab}	41.27 ^{Ac}	47.46 ^{Abc}	2.645
	SEM	2.931	0.536	2.114	0.998	
Benzo[a]pyrene	BBQ	198.08 ^{Ba}	125.98 ^{Bb}	47.85 ^{Bc}	48.42 ^{Bc}	1.873
	BBQ-OC	286.16 ^{Aa}	189.84 ^{Ab}	123.63 ^{Ad}	157.13 ^{Ac}	6.524
	SEM	8.299	1.768	3.232	3.116	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	BBQ	122.61 ^{Ba}	74.60 ^{Bb}	31.04 ^{Bc}	29.31 ^{Bc}	1.381
	BBQ-OC	200.93 ^{Aa}	116.23 ^{Ab}	83.16 ^{Ac}	103.61 ^{Ab}	3.235
	SEM	3.880	1.816	2.004	1.541	
Dibenzo[a,h]anthracene	BBQ	ND	ND	ND	ND	-
	BBQ-OC	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	BBQ	152.20 ^{Ba}	93.86 ^{Bb}	37.22 ^{Bc}	36.42 ^{Bc}	4.785
	BBQ-OC	219.62 ^{Aa}	136.01 ^{Ab}	99.22 ^{Ac}	123.72 ^{Abc}	5.941
	SEM	10.006	2.258	1.167	3.132	
Total 16PAH	BBQ	4337.84 ^{Aa}	2733.00 ^{Bb}	1657.65 ^{Bc}	1378.96 ^{Bd}	40.554
	BBQ-OC	4490.10 ^{Aa}	3197.90 ^{Ab}	3413.40 ^{Ab}	3864.50 ^{Aab}	166.645
	SEM	98.221	182.438	37.938	120.249	
4PAH	BBQ	593.91 ^{Ba}	381.74 ^{Bb}	150.117 ^{Bc}	147.53 ^{Bc}	5.606
	BBQ-OC	828.03 ^{Aa}	559.70 ^{Ab}	384.48 ^{Ad}	475.64 ^{Ac}	13.262
	SEM	14.482	3.662	8.522	10.902	

BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking; ND, not detected.

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

저장 10일차에 천연소재 및 전통식품 첨가 흑색돈 숙성삼겹살의 가열조건에 따른 PAHs 함량은 Table 116에 나타내었다(Figure 133). 주요 16가지 PAHs 중 chrysene, dibenzo[a,h]anthracene을 제외한 바비큐 조리(BBQ)로 인한 흑색돈 숙성삼겹살 대조구 내 생성된 총 PAHs 함량은 4337.84 μ g/kg으로 과조리(BBQ-OC)시 그 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 천연소재 및 전통식품 첨가에 따라 흑색돈 숙성삼겹살 내 PAHs 생성을 억제하였으며, 총 PAHs를 기준으로 바비큐 조리 시 저해율은 각각 37%, 61.79%, 68.21%를 나타내었으며, 과조리 시 각각 428.78%, 23.98%, 13.93%를 나타내었다. 주요 4가지 PAHs에 대한 저해율은 한방, 블랙커런트, 고추장 첨가 삼겹살이 조리 시 35.72%, 74.72%, 75.16%로 나타났으며, 과조리 시 각각 32.41%, 53.57%, 42.56%를 나타내었다. 결과적으로 저장 10일차에 천연소재 및 전통식품 첨가에 따른 바비큐된 흑색돈 삼겹살 내 PAHs 생성 억제 효과는 블랙커런트>고추장>한방 순으로 나타났다.



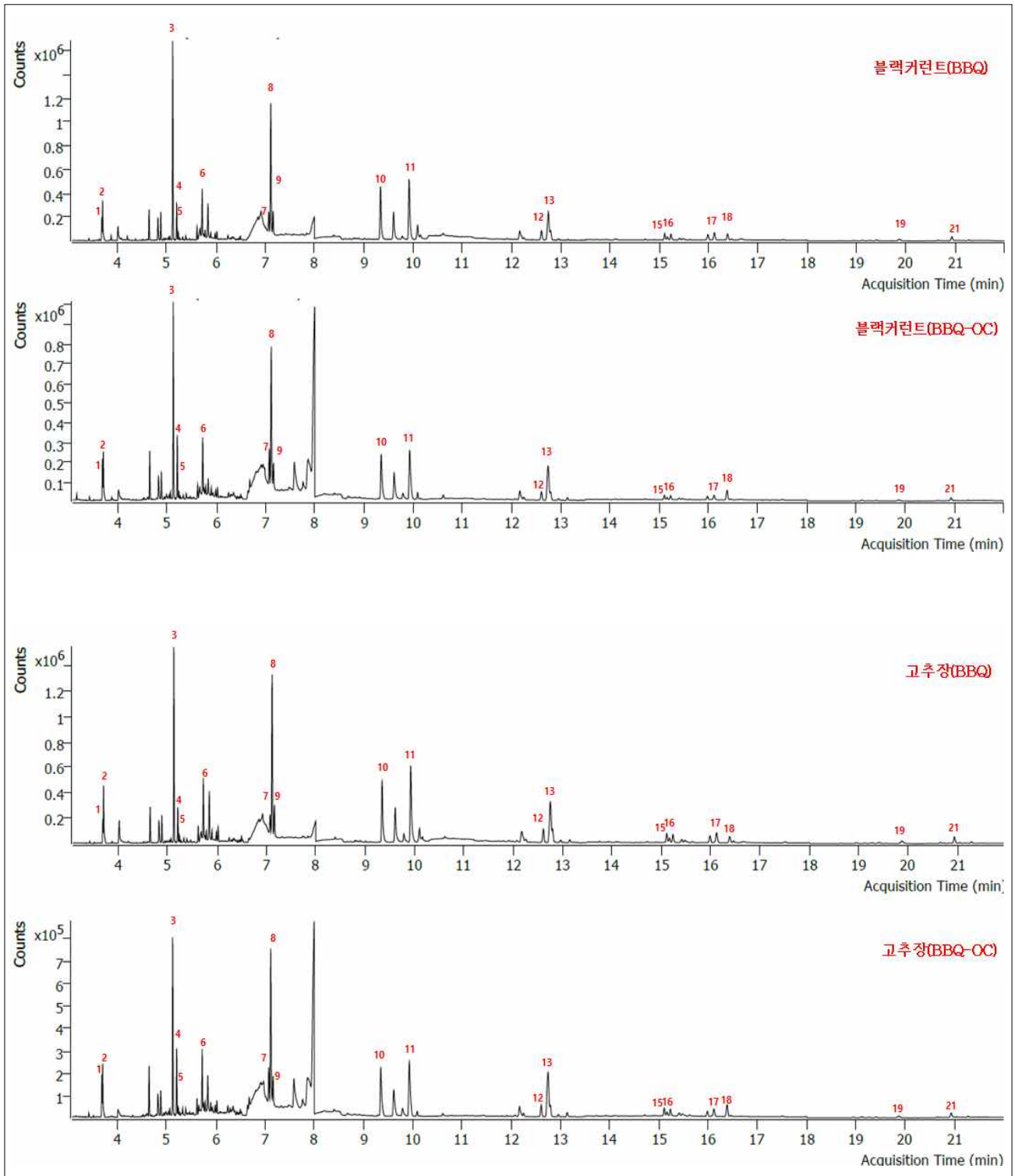


Figure 133. GC/MS chromatogram of PAHs in pork belly (Berkshire) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 10 of storage.

1: Naphthalene-d8 (ISTD), 2: Naphthalene, 3: Acenaphthylene, 4: Acenaphthene-d10 (ISTD), 5: Acenaphthene, 6: Fluorene, 7: Phenanthrene-d10 (ISTD), 8: Phenanthrene, 9: Anthracene, 10: Fluoranthene, 11: Pyrene, 12: Benzo[a]anthracene, 13: Chrysene-d12 (ISTD), 15: Benzo[b]fluoranthene, 16: Benzo[k]fluoranthene, 17: Benzo[a]pyrene, 18: Perylene-d12 (ISTD), 19: Indeno[1,2,3-cd]pyrene, 21: Benzo[ghi]perylene

(6) 천연소재 및 전통식품 첨가 숙성삼겹살 내 저장기간 중 가열조건에 따른 헤테로사이클릭아민 저감 효과

Table 117. HCAs content in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 0 of storage

HCAs (ng/g)	Cooking condition	Treatment			
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang
4,8-DiMeIQx	RAW	nd ²⁾	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
7,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
MeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd

MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
PhIP	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
IQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	7.89 ± 0.17	nd	nd	6.92 ± 2.54
IQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd

nd: not detected, RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking.

Data presented as mean ± SD.

9°C에서 0일 저장한 백색돈 삼겹살의 조리 방법 및 저장 기간에 대한 HPLC 크로마토그램은 Figure 134-137에 나타내었으며, 헤테로사이클릭 아민 함량은 Table 117에 나타내었다. 9°C에서 0일 저장한 백색돈 삼겹살을 바비큐 조리 및 과조리했을 때 IQx가 대조구와 고추장 처리구에서 검출되었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 블랙커런트와 한방 삼겹살은 헤테로사이클릭 아민이 검출되지 않았다. 따라서 0일차 저장한 백색돈 삼겹살은 블랙커런트와 한방 처리구에서 헤테로사이클릭 아민 저감 효과가 있을 것으로 판단된다.

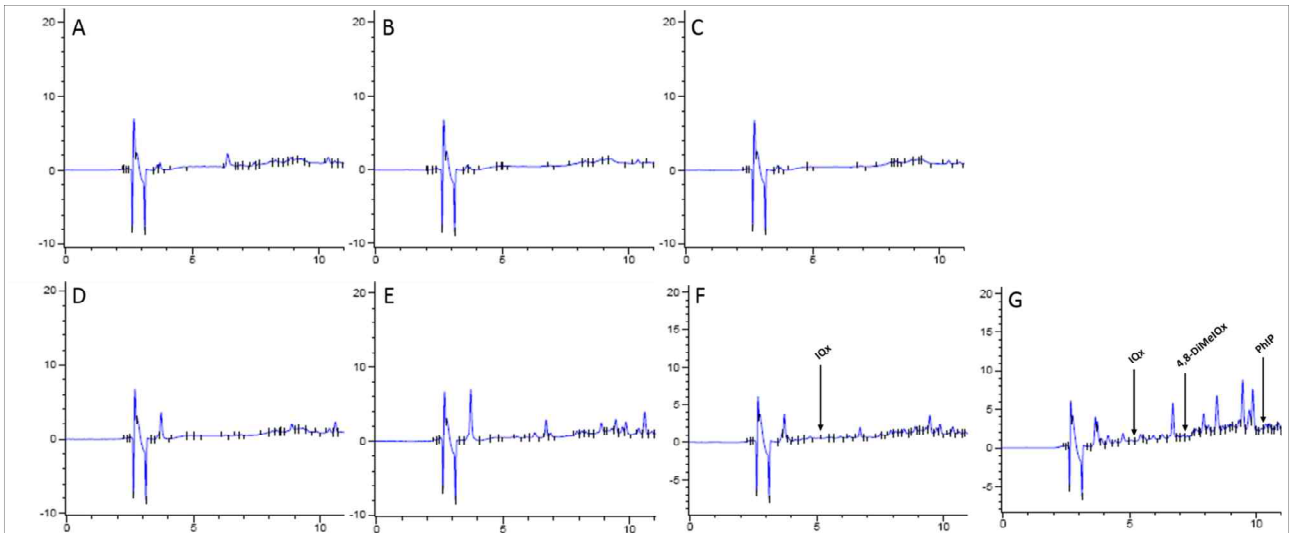


Figure 134. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 0 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

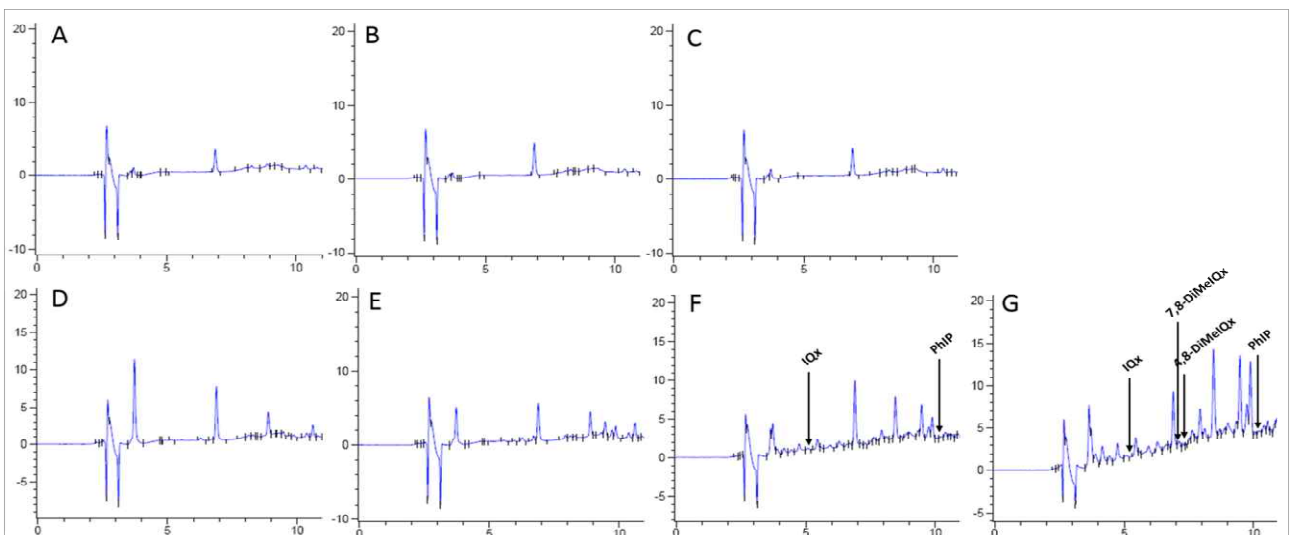


Figure 135. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 0 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

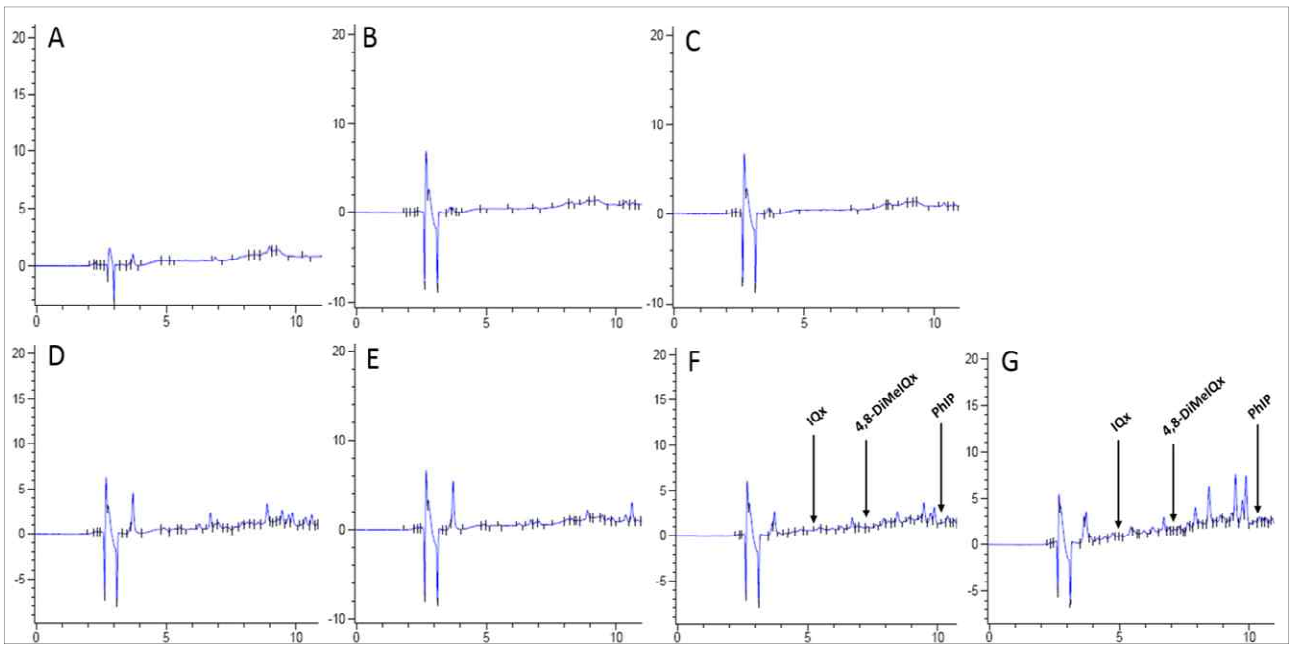


Figure 136. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 0 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

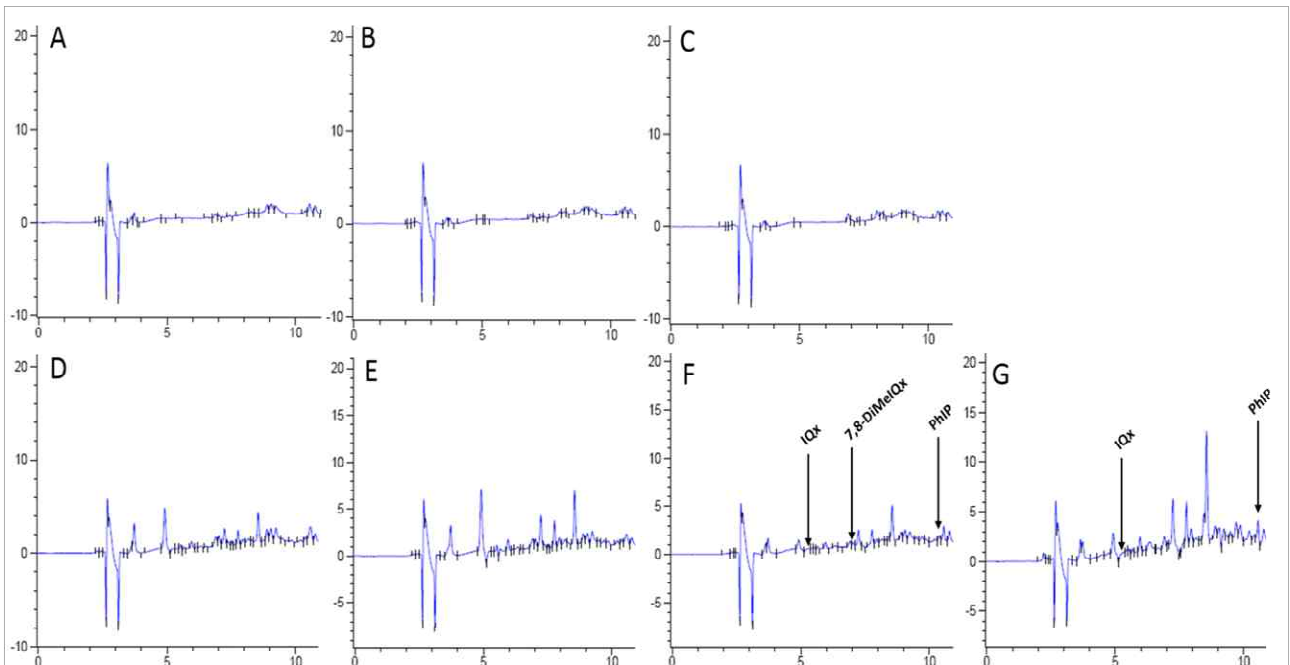


Figure 137. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with gochujang by cooking conditions at day 0 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

Table 118. HCAs content in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 5 of storage

HCAs (ng/g)	Cooking condition	Treatment			
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang
4,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	7.08 ± 6.86	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
7,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	26.63 ± 2.59 ^a	8.32 ± 2.18 ^b	12.49 ± 7.40 ^b	10.47 ± 9.74 ^b
MeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	3.09 ± 0.15	nd	nd	nd
MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	7.78 ± 1.23	nd	6.32 ± 1.46	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd

MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
PhIP	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
IQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	1.50±0.16	nd	1.73±0.88	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	2.90±1.44	nd	nd	nd
	BBQ-OC	11.00±1.04 ^a	8.13±1.54 ^b	5.90±1.78 ^b	7.06±1.69 ^b
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
IQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd

nd: not detected, RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking. Data presented as mean ± SD. ^{a-b} means within a row with different superscript differ significantly at p<0.05.

9°C 에서 5일 저장한 백색돈 삼겹살의 조리 방법 및 저장 기간에 대한 HPLC 크로마토그램은 Figure 138-141에 나타내었으며, 헤테로사이클릭 아민 함량은 Table 118에 나타내었다. 9°C 에서 5일 저장한 백색돈 삼겹살을 바비큐 조리 및 과조리했을 때 4,8-DiMeIQx, 7,8-DiMeIQx, MeIQx,

MeIQ 및 IQx가 검출되었다. 처리구간의 비교에서는 바비큐 과조리 한 경우, 대조구와 비교했을 때, 천연물 처리구 (블랙커런트, 한방 및 고추장)가 유의적으로 낮은 7,8-DiMeIQx, MeIQx와 IQx 함량을 나타내었다.

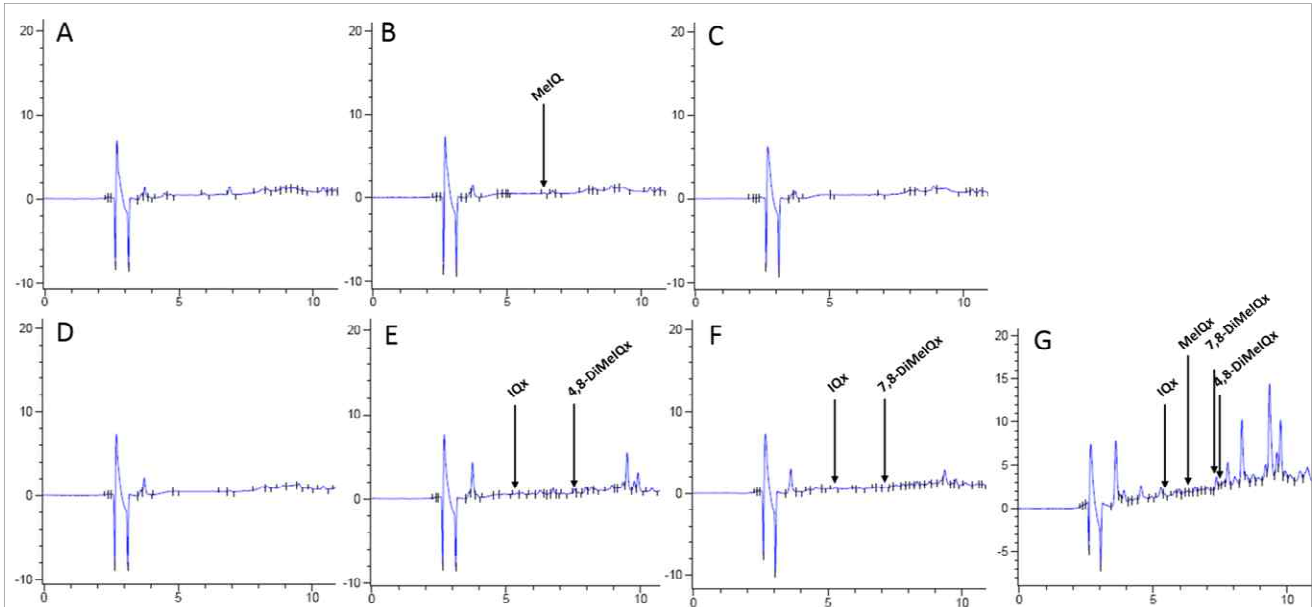


Figure 138. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 5 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

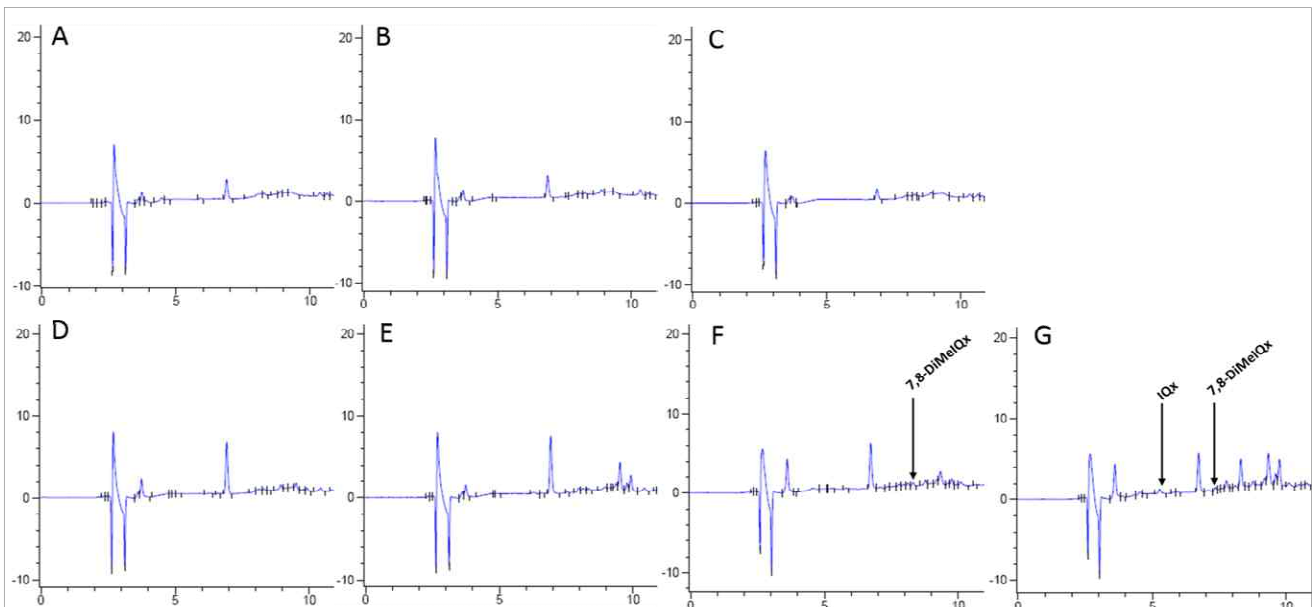


Figure 139. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 5 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

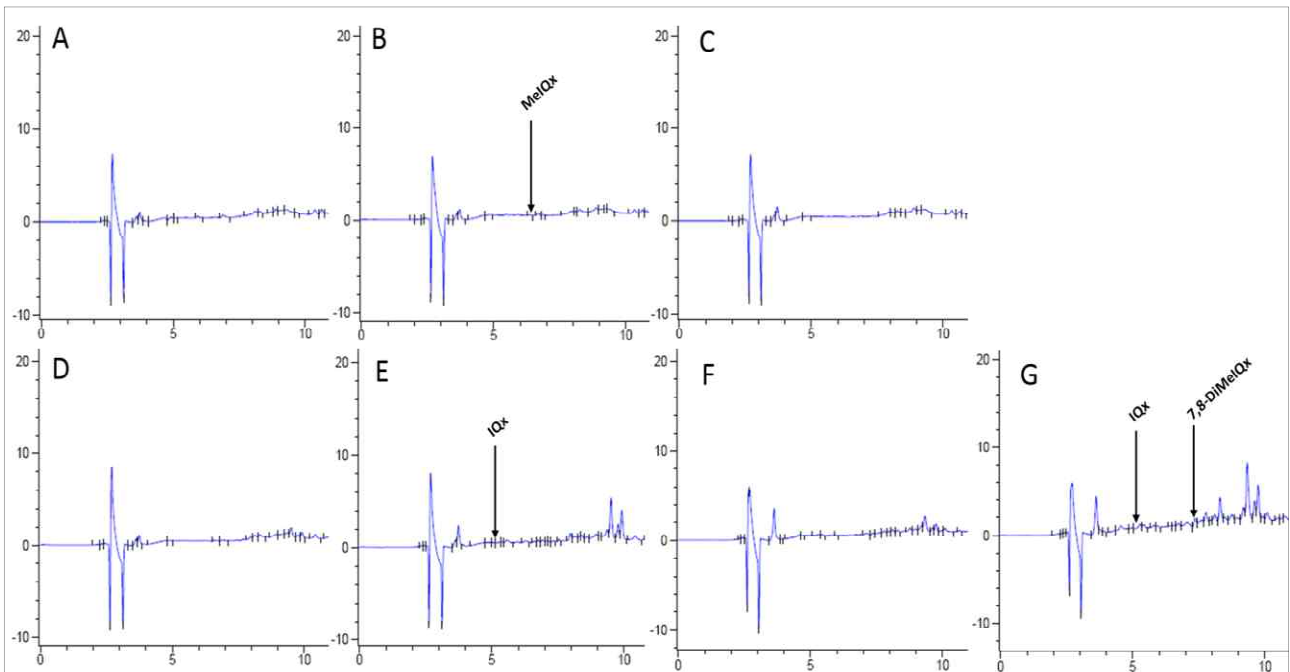


Figure 140. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 5 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

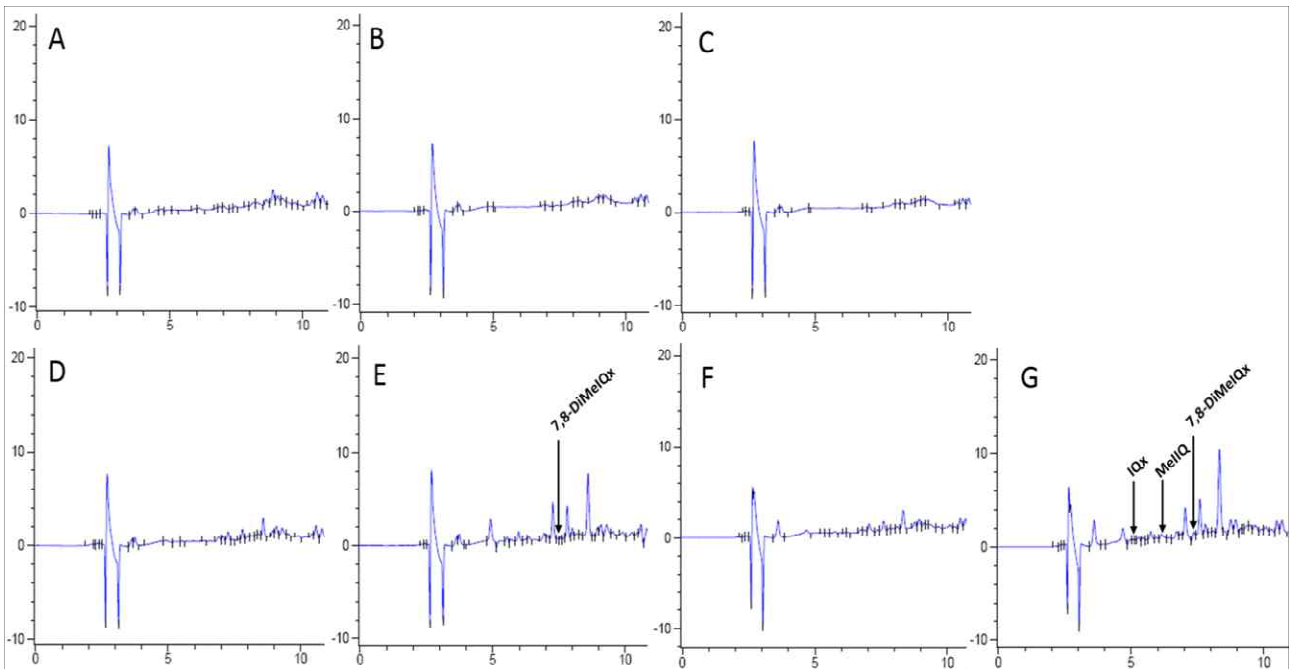


Figure 141. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with gochujang by cooking conditions at day 5 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

Table 119. HCAs content in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 10 of storage

HCAs (ng/g)	Cooking condition	Treatment			
		CON	Medicinal plants	Blackcurrant	Gochujang
4,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	76.26 ± 12.35 ^a	nd	nd	15.73 ± 2.97 ^b
7,8-DiMeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	3.97 ± 0.60	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	8.06 ± 0.29 ^a	4.77 ± 1.74 ^b	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	2.06 ± 0.46
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
MeIQx	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd

MeIQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
PhIP	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
IQ _x	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
IQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	13.85 ± 0.23	14.25 ± 0.44	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	BOL	nd	nd	nd	nd
	BOL-OC	nd	nd	nd	nd
	RAW	nd	nd	nd	nd
	PFR	nd	nd	nd	nd
	PFR-OC	nd	nd	nd	nd
IQ	RAW	nd	nd	nd	nd
	BBQ	nd	nd	nd	nd
	BBQ-OC	nd	nd	nd	nd

nd: not detected, RAW, raw; BOL, boiling; BOL-OC, boiling over-cooking; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; BBQ, barbecue; BBQ-OC, barbecue over-cooking. Data presented as mean ± SD.

^{a-b} means within a row with different superscript differ significantly at p<0.05.

9°C 에서 10일 저장한 백색돈 삼겹살의 조리 방법 및 저장 기간에 대한 HPLC 크로마토그램은 Figure 142-145에 나타내었으며, 헤테로사이클릭 아민 함량은 Table 119에 나타내었다. 9°C 에서 10일 저장한 백색돈 삼겹살을 조리 방법에 따라 조리 및 과조리했을 때 4,8-DiMeIQ_x,

7,8-DiMeIQx 및 IQx가 검출되었다. 특히 4,8-DiMeIQx는 과조리한 대조구의 바비큐에서 검출되었고, 천연물 처리구 중 블랙커런트 및 한방 처리구에서는 검출되지 않았다. 7,8-DiMeIQx 팬프라이닝 과조리 했을 때 대조구와 한방 처리구에서 검출되었으나, 블랙커런트와 고추장 처리구에서는 검출되지 않았다. IQx 또한 바비큐 과조리 했을 때 대조구와 한방 처리구에서 검출되었으나, 블랙커런트와 고추장 처리구에서는 검출되지 않았다.

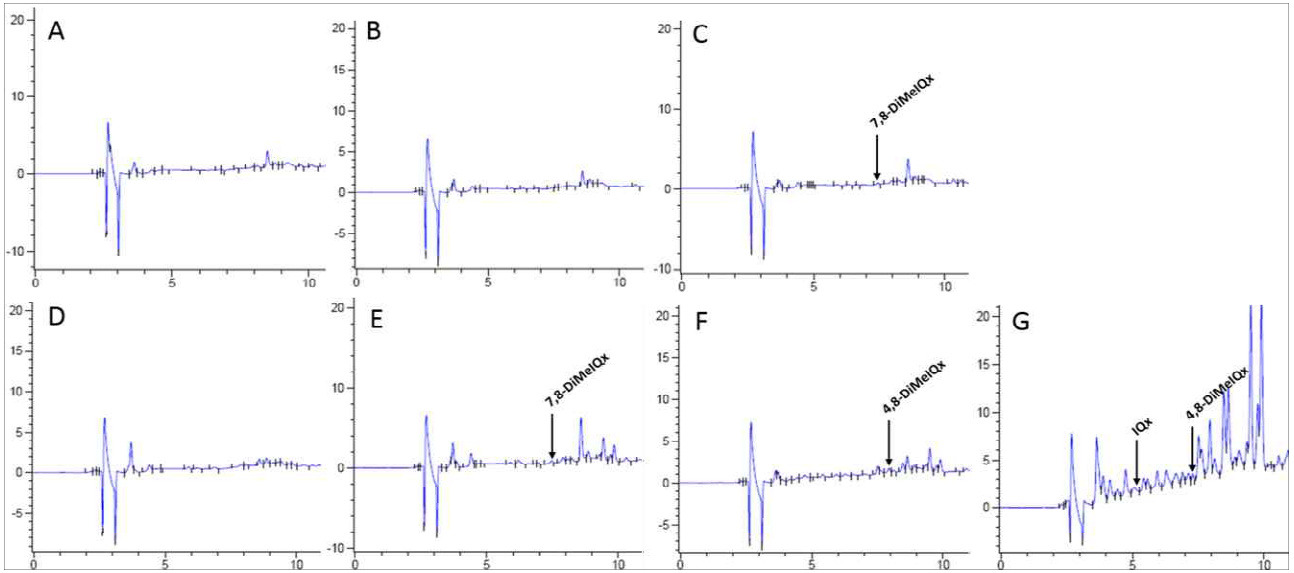


Figure 142. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with natural substances and traditional food by cooking conditions at day 10 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

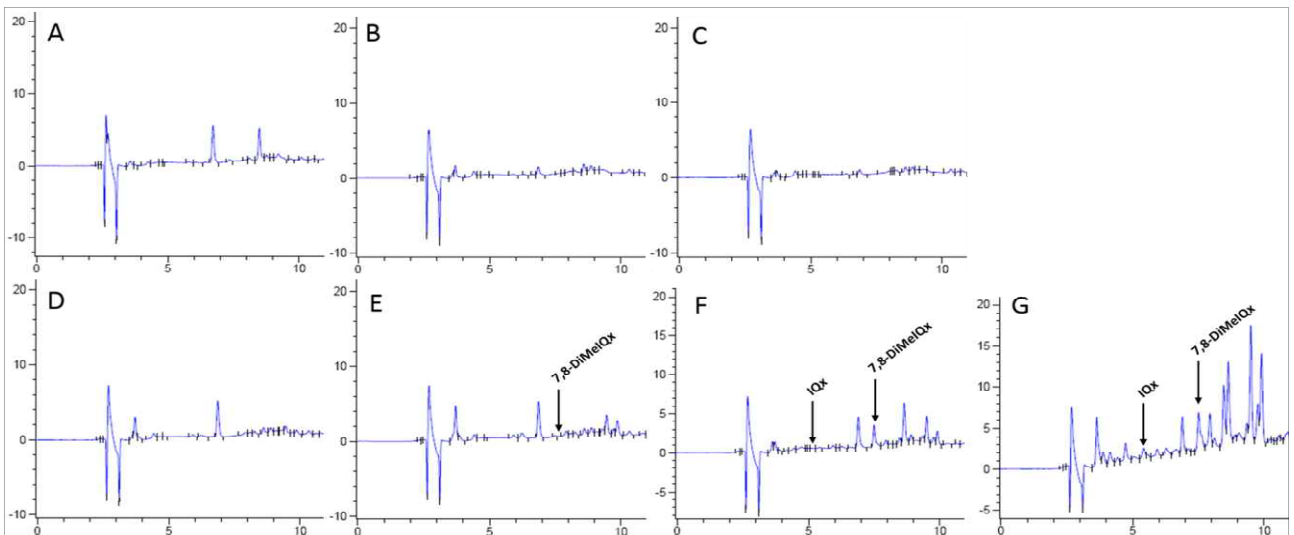


Figure 143. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with medicinal plants by cooking conditions at day 10 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

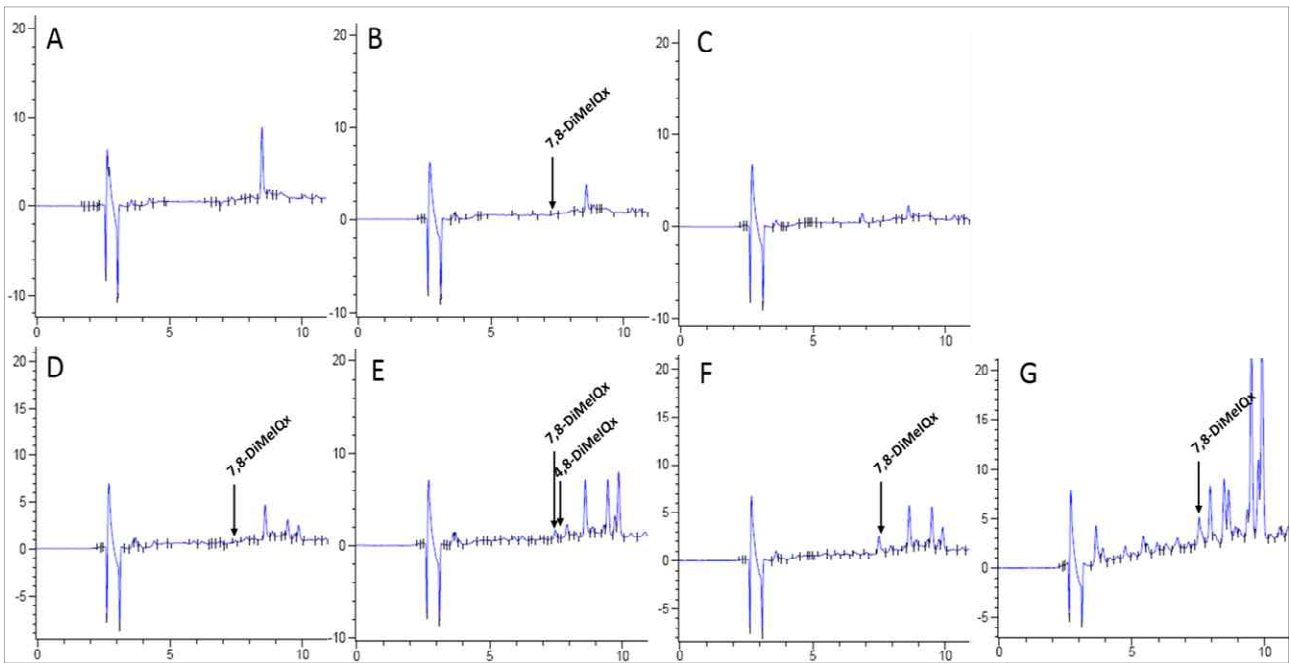


Figure 144. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with blackcurrant by cooking conditions at day 10 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

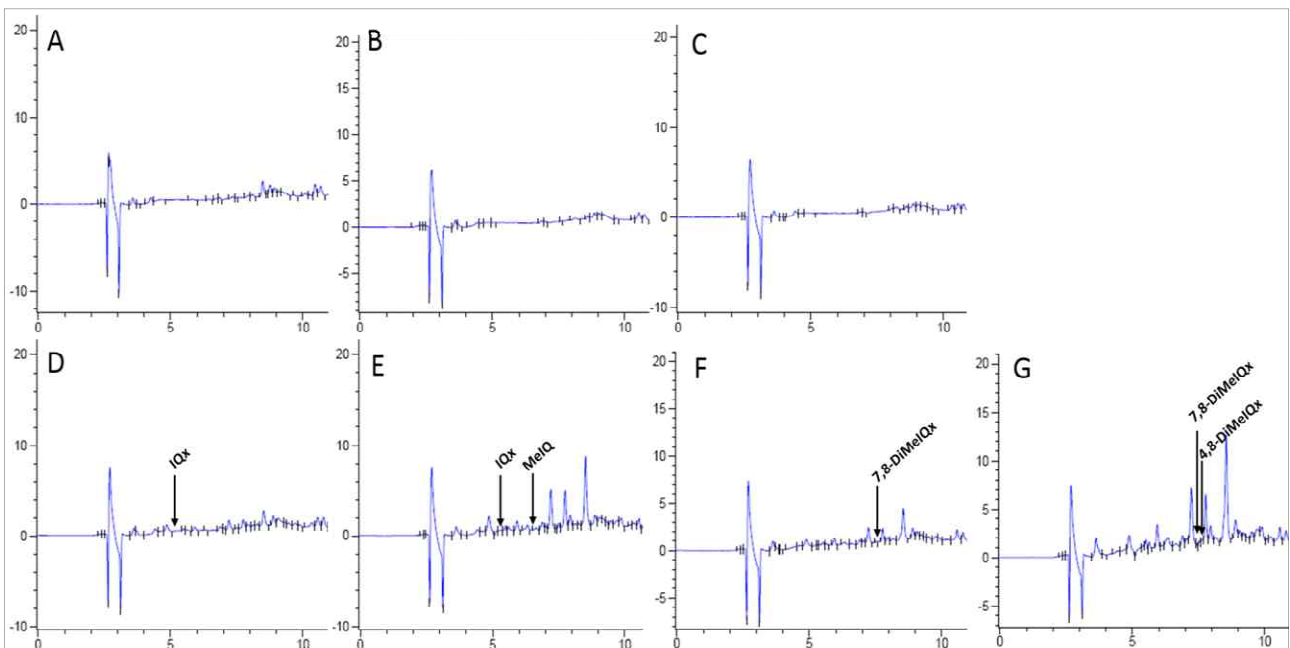


Figure 145. HPLC chromatogram of HCAs in pork belly (LYD) treated with gochujang by cooking conditions at day 10 of storage. (A: Raw, B: Boiling cooking, C: Boiling over cooking, D: Pan frying cooking, E: Pan frying over cooking, F: Barbecue cooking, G: Barbecue over cooking).

○ 천연소재와 전통식품을 이용한 숙성 삼겹살의 단기 독성 검사(실험동물)

가. 연구 방법

(1) 삼겹살의 저장 조건

천연소재 (블랙커런트, 한방) 및 전통식품 (고추장)이 적용된 흑색돈과 백색돈 삼겹살을 진공포장 하여 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 후 1일, 5일차에 조리하였다.

(2) 삼겹살의 조리 조건

(가) 비가열 (raw)

$9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 냉장고에서 저장된 천연소재 및 전통식품 적용 삼겹살을 가열하지 않고 사용하였다.



일반 삼겹살

블랙커런트 삼겹살

한방 삼겹살

고추장 삼겹살

Figure 146. Representative image of raw pork belly with natural substances and traditional food.

(나) 팬프라이 (pan-frying)

전기그릴을 사용하여 팬프라이 조건으로 조리하였으며, 190°C 로 예열된 팬에서 앞 6분, 뒤 6분 동안 과조리 (over-cooking)하였다.



일반 삼겹살

블랙커런트 삼겹살

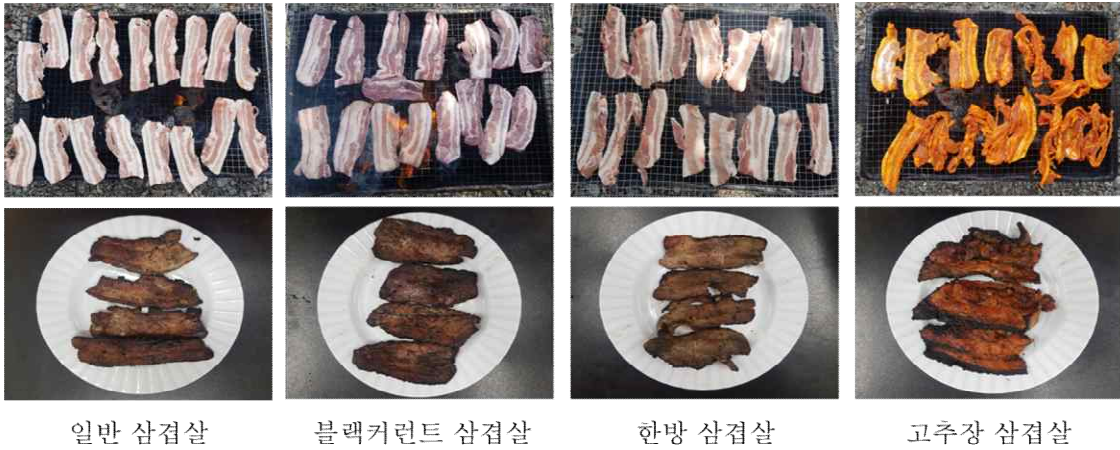
한방 삼겹살

고추장 삼겹살

Figure 147. Representative image of pan-frying over cooked pork belly with natural substances and traditional food.

(다) 바비큐 (barbecue)

숯불화로를 사용하여 바비큐 조건으로 조리하였으며, 앞 3분, 뒤 3분 동안 과조리 (over-cooking)하였다.



일반 삼겹살 블랙커런트 삼겹살 한방 삼겹살 고추장 삼겹살

Figure 148. Representative image of barbecue over cooked pork belly with natural substances and traditional food.

(3) 동물실험

(가) 실험 목적

천연소재 및 전통식품 적용 삼겹살의 저장 조건과 조리 조건에 따른 단기 독성 평가를 진행하여, 천연소재 및 전통식품의 독성 저감 효능을 검증하였다.

(나) 실험 설계

백색돈과 흑색돈을 $9 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 1~5일 저장함에 따라 동물실험을 진행하였고, 천연소재 및 전통식품과 조리 조건에 따른 단기 독성 검사를 진행하였다. 조리된 삼겹살은 일반 사료와 함께 급여할 수 있도록 믹서로 간 후 고르게 섞어주었다.



일반 삼겹살 블랙커런트 삼겹살 한방 삼겹살 고추장 삼겹살

Figure 149. Representative image of pork belly with natural substances and traditional food for experimental form.

실험에 사용된 동물은 ICR mice (4주령, 암컷)로, 한 그룹 당 네 마리의 쥐에게 일반사료 또는 조리한 삼겹살을 혼합하여 급여하였다. 일주일 적응기간 이후, 독성 검사는 21일 동안 진행되었고, 3일에 한 번씩 사료와 물을 급여하며 식이섭취량과 음수량, 쥐의 체중을 측정하였다. 그룹 내 개체는 쥐의 꼬리에 유성펜을 이용하여 색깔(검정, 빨강, 파랑)과 줄의 개수(한 줄, 두 줄)로 색칠하였다. 실험 종료 후 12시간 절식하여 희생하였고, 혈장 및 혈청을 이용하여 독성 검사를 진행하였다.

Table 120. Feed ratio of each group

Group	Feed ratio
CON (CTL)	General feed
Group 1 (G1)	General feed (75%) and raw pork belly (25%)
Group 2 (G2)	General feed (75%) and pan fry over cooked pork belly (25%)
Group 3 (G3)	General feed (75%) and barbecue over cooked pork belly (25%)
Group 4 (G4)	General feed (75%) and raw pork belly with blackcurrant (25%)
Group 5 (G5)	General feed (75%) and pan fry over cooked pork belly with blackcurrant (25%)
Group 6 (G6)	General feed (75%) and barbecue over cooked pork belly with blackcurrant (25%)
Group 7 (G7)	General feed (75%) and raw pork belly with gochujang (25%)
Group 8 (G8)	General feed (75%) and pan fry over cooked pork belly with gochujang (25%)
Group 9 (G9)	General feed (75%) and barbecue over cooked pork belly with gochujang (25%)
Group 10 (G10)	General feed (75%) and raw pork belly with medicinal plants (25%)
Group 11 (G11)	General feed (75%) and pan fry over cooked pork belly with medicinal plants (25%)
Group 12 (G12)	General feed (75%) and barbecue over cooked pork belly with medicinal plants (25%)

(다) 실험과정 모식도



Figure 150. Representative image of animal experiment.

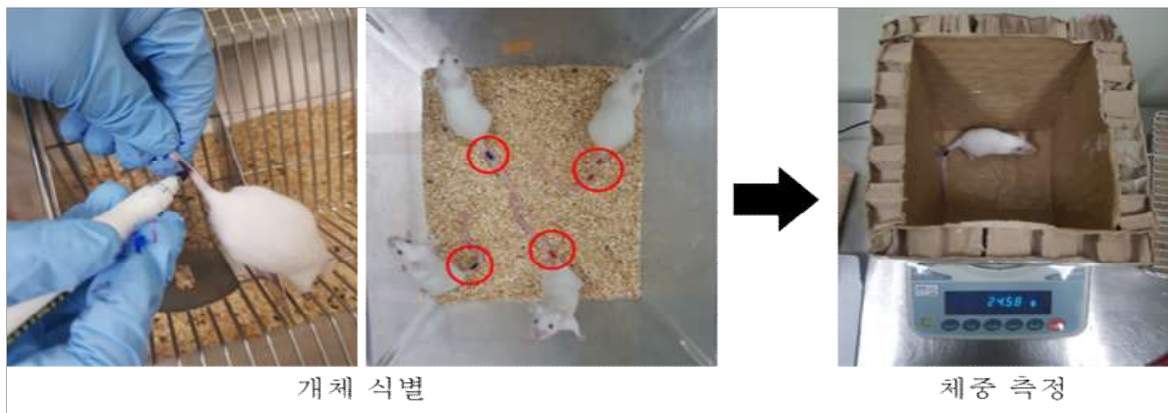


Figure 151. Identification and measurement of animal.

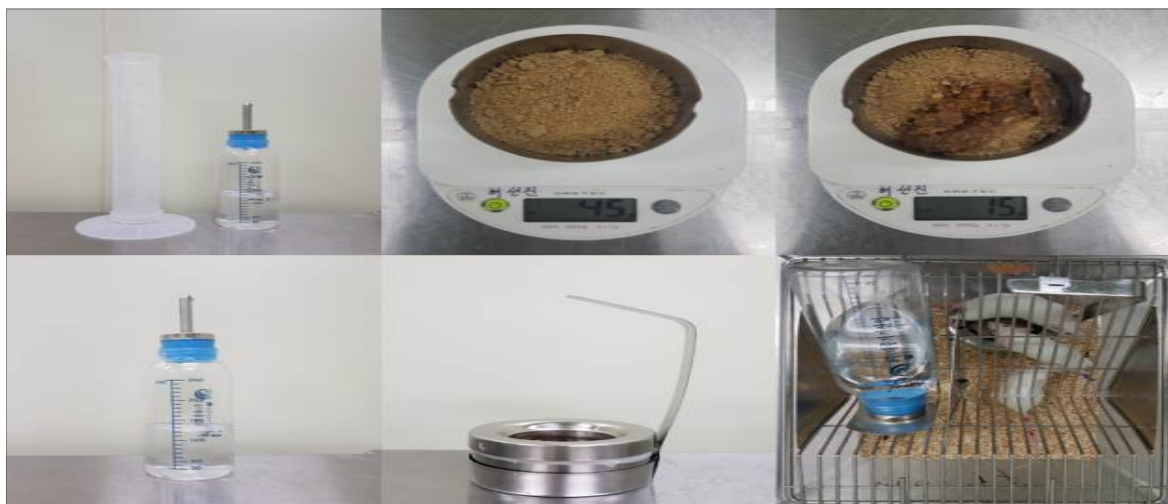


Figure 152. Preparation of feed and water.



Figure 153. Extract of main digestive organs and blood.

(라) 통계 분석

모든 실험 결과는 평균치±표준편차로 표시하였고, 자료의 통계 처리는 IBM SPSS statistics 25를 이용하여 일원 배치 분산 분석으로 진행하였다. Student-Newman-Keuls의 다중 범위 검정을 이용하여 $p < 0.05$ 의 유의수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 평가하였다.

나. 연구 결과

(1) 체중 변화

(가) $9 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 1일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 백색돈 삼겹살

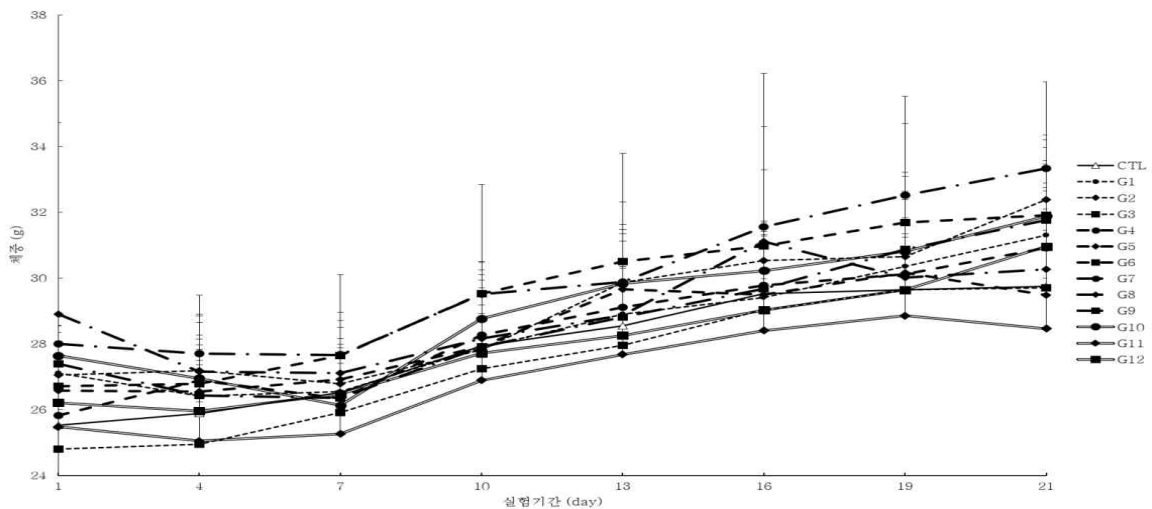


Figure 154. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (LYD) with natural materials by cooking method and storage 1 day at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

9°C 에서 1일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 체중 변화는 Figure 154에 나타내었다. 모든 처리구가 실험 기간 동안 체중이 꾸준히 증가하는 경향을 보였고, 실험을 종료하면서 과조리된 팬프라이 블랙커런트 삼겹살, 과조리된 팬프라이 고추장 삼겹살, 과조리된 팬프라이 한방 삼겹살을 급여한 그룹 간의 체중은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

(나) 9±1°C 에서 5일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 백색돈 삼겹살

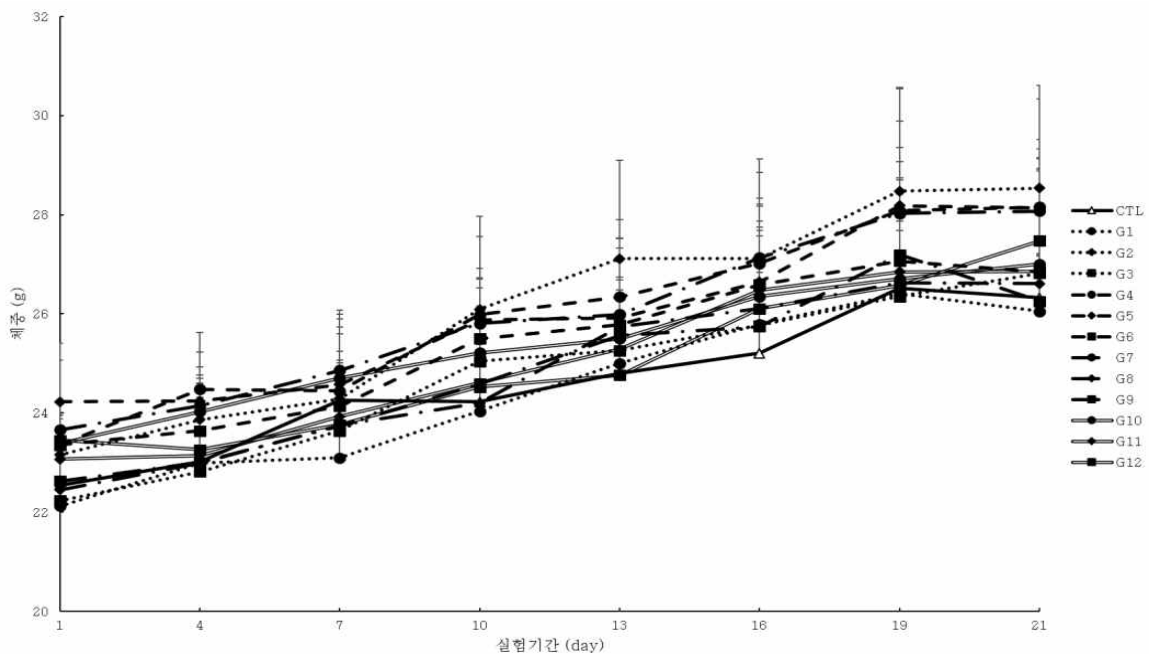


Figure 155. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (LYD) with natural materials by cooking method and storage 5 days at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

9℃에서 5일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 체중 변화는 Figure 155에 나타내었다. 모든 처리구가 실험 기간 동안 체중이 꾸준히 증가하는 경향을 보였고, 실험을 종료하면서 일반 사료, 비가열 일반 삼겹살, 팬프라이 블랙커런트 삼겹살, 바비큐 블랙커런트 삼겹살, 팬프라이 고추장 삼겹살을 급여한 그룹간의 체중 변화는 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다.

(다) 9±1℃에서 1일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 흑색돈 삼겹살

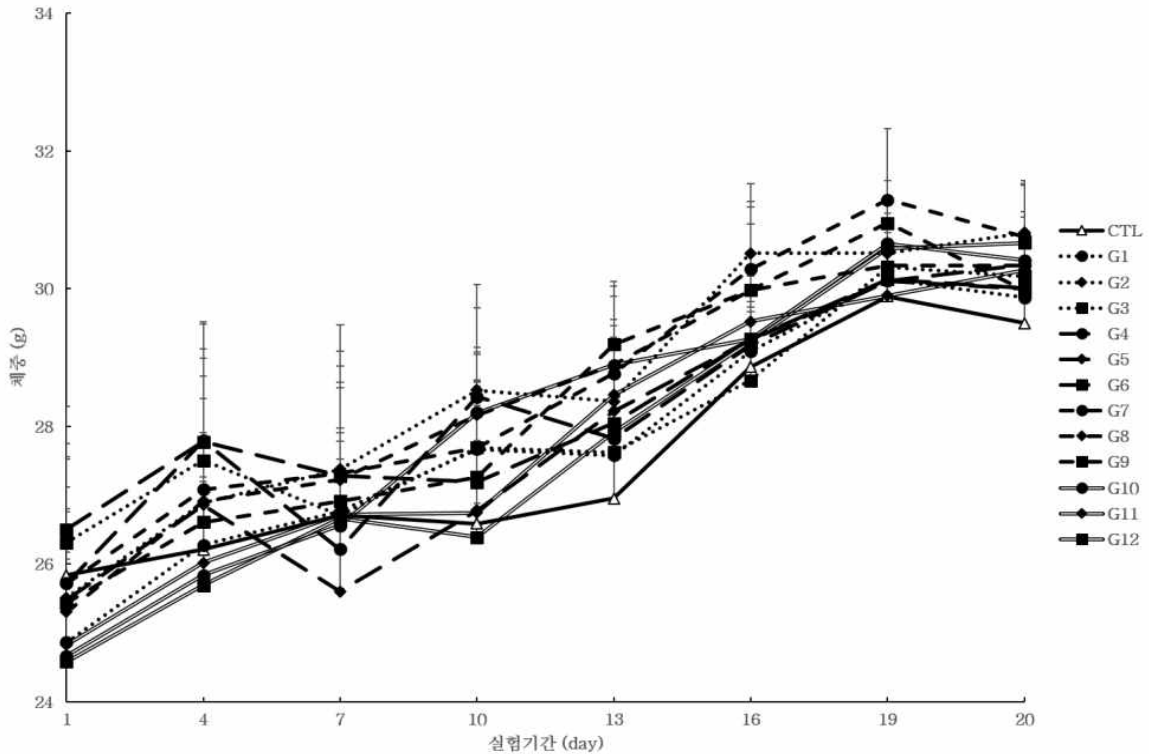


Figure 156. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with natural materials by cooking method and storage 1 day at 9℃ (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

9℃에서 1일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 체중 변화는 Figure 156에 나타내었다. 모든 처리구가 실험 기간 동안 체중이 꾸준히 증가하는 경향을 보였고, 실험을 종료하면서 비가열 일반 삼겹살, 바비큐 블랙커런트 삼겹살, 바비큐 고추장 삼겹살을 급여한 그룹간의 체중은 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다.

(라) 9±1℃에서 5일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 흑색돈 삼겹살

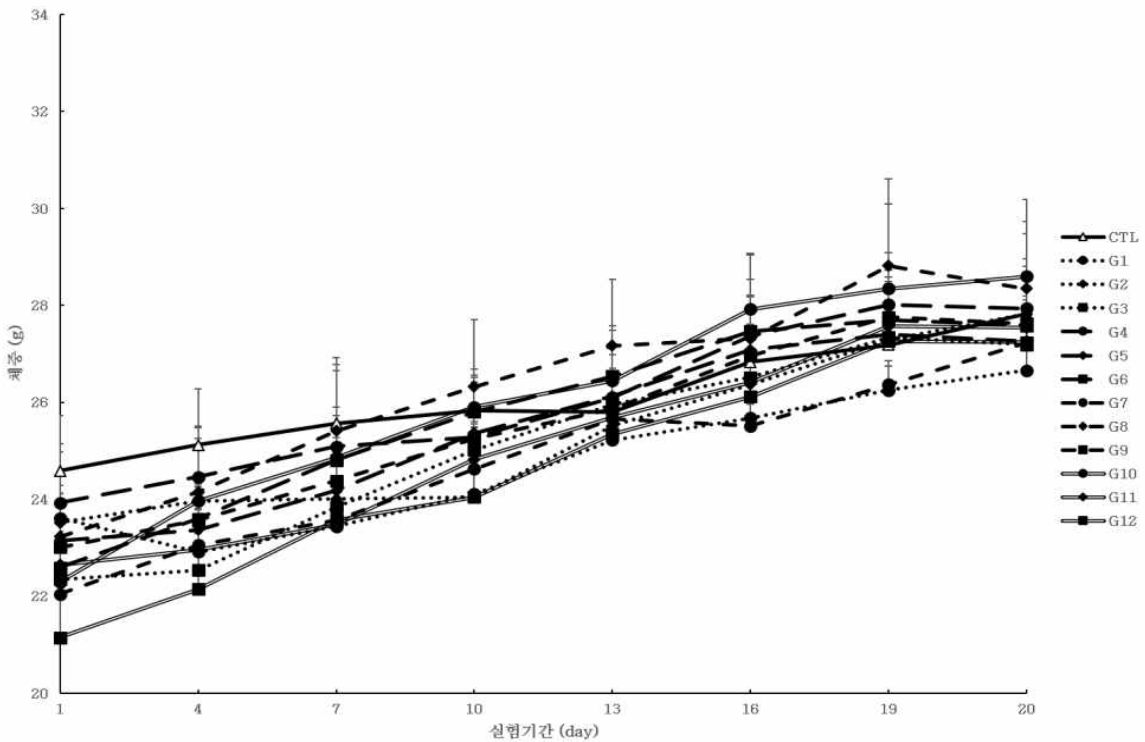


Figure 157. Change of body weight of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with natural materials by cooking method and storage 5 days at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

9°C에서 5일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 체중 변화는 Figure 157에 나타내었다. 모든 처리구가 실험 기간 동안 체중이 꾸준히 증가하는 경향을 보였고, 실험을 종료하면서 바비큐 일반 삼겹살, 비가열 블랙커런트 삼겹살, 팬프라이 블랙커런트 삼겹살, 바비큐 블랙커런트 삼겹살, 팬프라이 고추장 삼겹살, 바비큐 고추장 삼겹살을 급여한 그룹간의 체중은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

조리 방법 별 천연소재, 저장기간 및 돼지 종류에 따라서 마우스 체중 변화는 유의적으로 차이를 보이지 않지만, 팬프라이와 바비큐 삼겹살이 비가열 삼겹살에 비해 실험 종료 시 체중이 다소 감소하는 경향도 보였다. 또한, 저장 기간에 따른 천연소재, 조리 방법 및 돼지 종류에 대해서도 그룹 간 마우스의 체중변화에 있어 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 천연소재별 그룹 간 체중의 변화도 유의적인 차이가 나타나지 않은 것으로 보아 모든 소재가 실험 동물의 체중 변화에 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

(2) 식이섭취량 비교

(가) 9±1°C 에서 1일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 백색돈 삼겹살

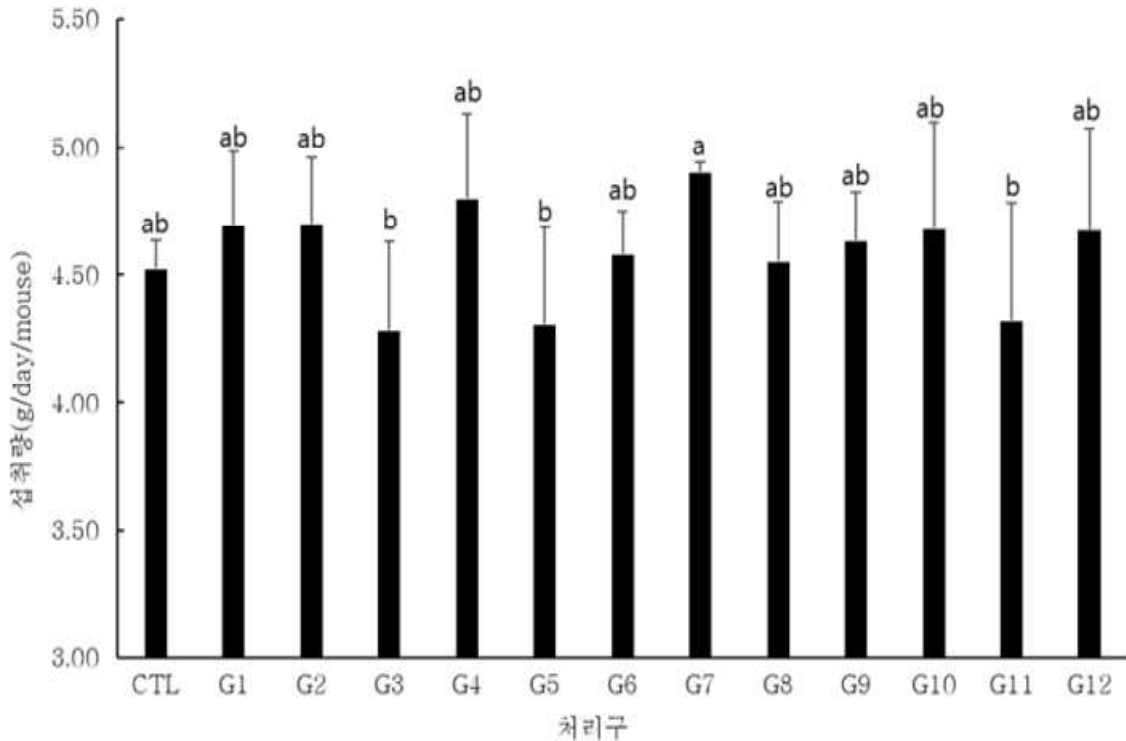


Figure 158. Feed intake of group fed general feed and pork belly (LYD) with natural materials by cooking method and storage 1 day at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

9°C 에서 1일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 일일 섭취량은 Figure 158에 나타내었다. 비가열 고추장 삼겹살을 급여한 그룹이 바비큐 일반 삼겹살, 팬프라이 블랙커런트 삼겹살, 팬프라이 한방 삼겹살을 급여한 그룹과 비교하여 유의적으로 높은 섭취량을 보였다. 천연소재의 처리 및 일반 삼겹살 내 조리 방법 별 비교하면 바비큐 일반 삼겹살, 팬프라이 블랙커런트 삼겹살, 팬프라이 고추장 삼겹살, 바비큐 고추장 삼겹살, 팬프라이 한방 삼겹살을 급여한 그룹의 사료 섭취량이 유의적으로 적게 나타났다. 9°C 에서 1일 저장한 백색돈을 급여한 그룹의 섭취량에 따라 천연소재를 비교하면 고추장을 적용했을 때 가장 높은 섭취량을 보였다.

(나) 9±1℃에서 5일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 백색돈 삼겹살

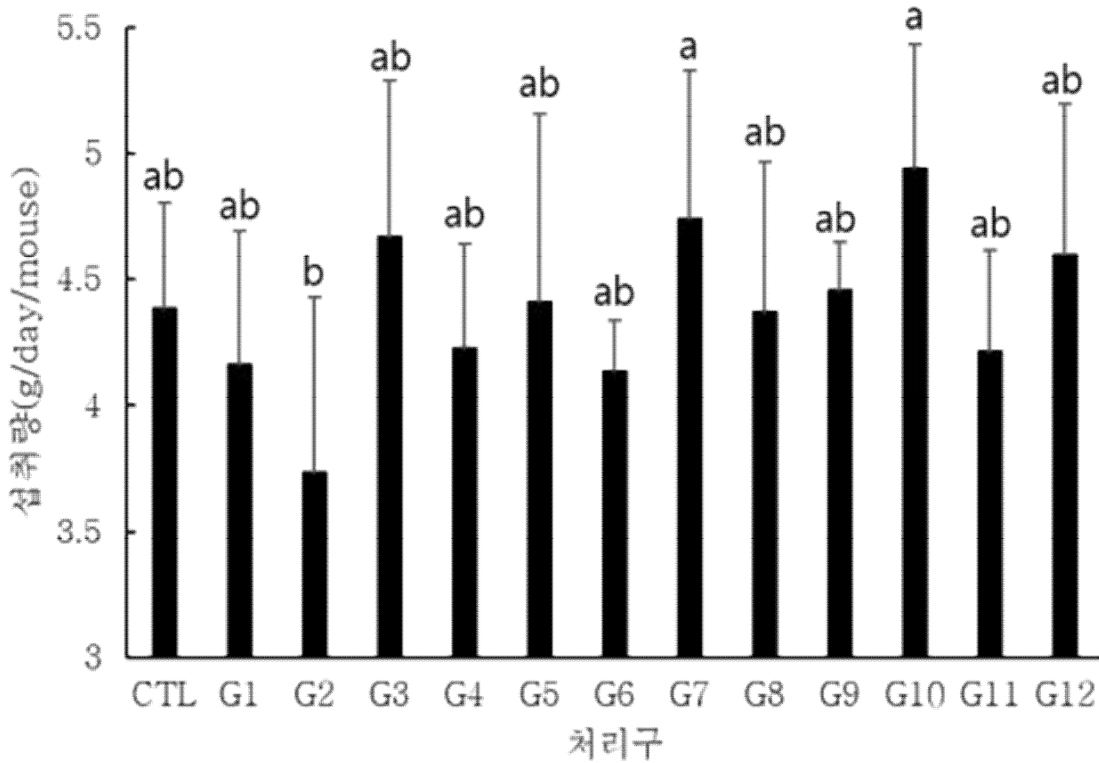


Figure 159. Feed intake of group fed general feed and pork belly (LYD) with natural materials by cooking method and storage 5 days at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

9℃에서 5일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 일일 섭취량 변화는 Figure 159에 나타내었다. 비가열 고추장 삼겹살과 비가열 한방 삼겹살을 급여한 그룹이 팬프라이 일반 삼겹살을 급여한 그룹과 비교하여 유의적으로 높은 섭취량을 보였다. 천연소재의 처리 및 일반 삼겹살 내 조리 방법 별 비교하면 팬프라이 일반 삼겹살, 팬프라이 고추장 삼겹살, 바비큐 고추장 삼겹살, 팬프라이 한방 삼겹살, 바비큐 한방 삼겹살을 급여한 그룹의 사료 섭취량이 유의적으로 적게 나타났다. 9℃에서 5일 저장한 백색돈을 급여한 그룹의 섭취량에 따라 천연소재를 비교하면 고추장을 적용했을 때 가장 높은 섭취량을 보였다.

(다) 9±1℃에서 1일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 흑색돈 삼겹살

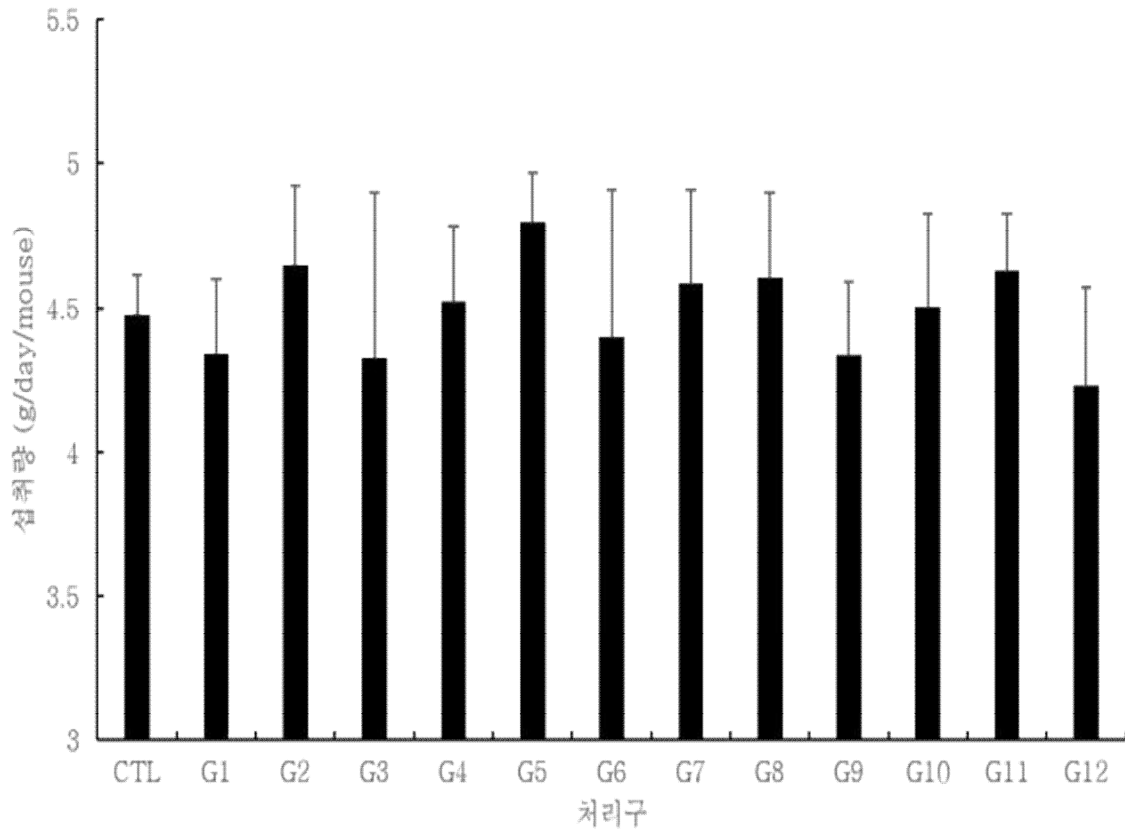


Figure 160. Feed intake of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with natural materials by cooking method and storage 1 day at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

9°C에서 1일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 일일 섭취량 변화는 Figure 160에 나타내었다. 9°C에서 1일 저장한 흑색돈 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 가열 조건에 따라 조리하여 급여했을 때 섭취량은 유의적으로 차이를 보이지 않았다.

(라) 9±1℃에서 5일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 흑색돈 삼겹살

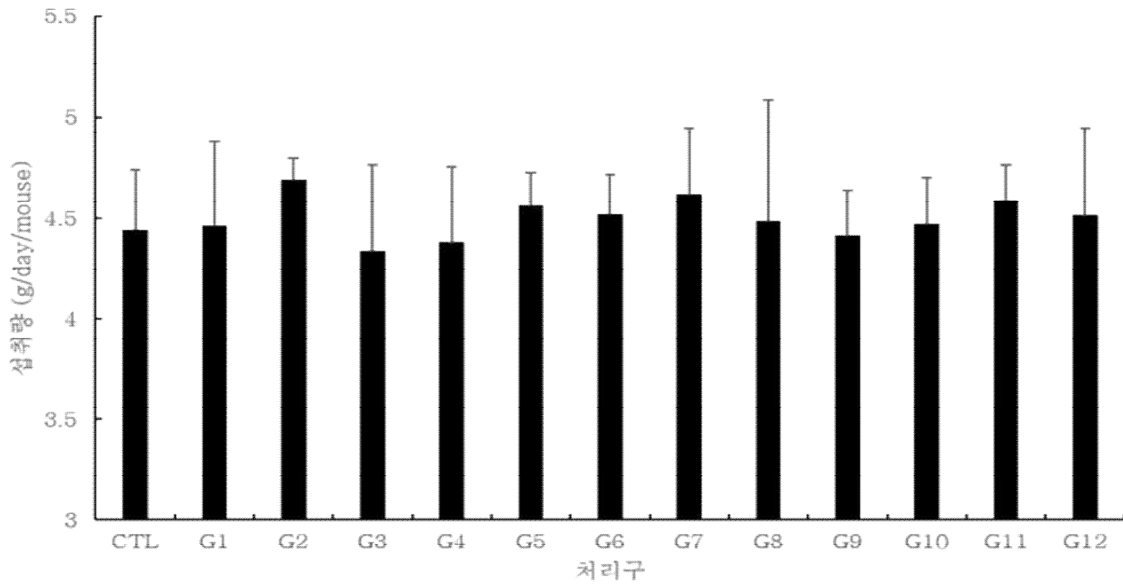


Figure 161. Feed intake of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with natural materials by cooking method and storage 5 days at 9°C (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

9°C에서 5일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 일일 섭취량 변화는 Figure 161에 나타내었다. 9°C에서 5일 저장한 흑색돈 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 가열 조건에 따라 조리하여 급여했을 때 섭취량은 유의적으로 차이를 보이지 않았다.

조리 방법 별 천연소재, 저장 기간 및 돼지 종류에 따라서 섭취량은 유의적으로 차이를 보이지 않지만, 팬프라이와 바비큐 삼겹살이 비가열 삼겹살에 비해 섭취량이 낮은 경향을 보였다. 또한, 저장 기간에 따른 천연소재, 조리 방법 및 돼지 종류에 대해서도 그룹 간 마우스의 체중 변화에 있어 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 5일차 저장한 삼겹살에 비해 1일차 저장한 삼겹살의 섭취량이 높게 나타났다.

(3) 장기 및 장의 해부학적 분석

(가) 9±1℃에서 1일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 백색돈 삼겹살

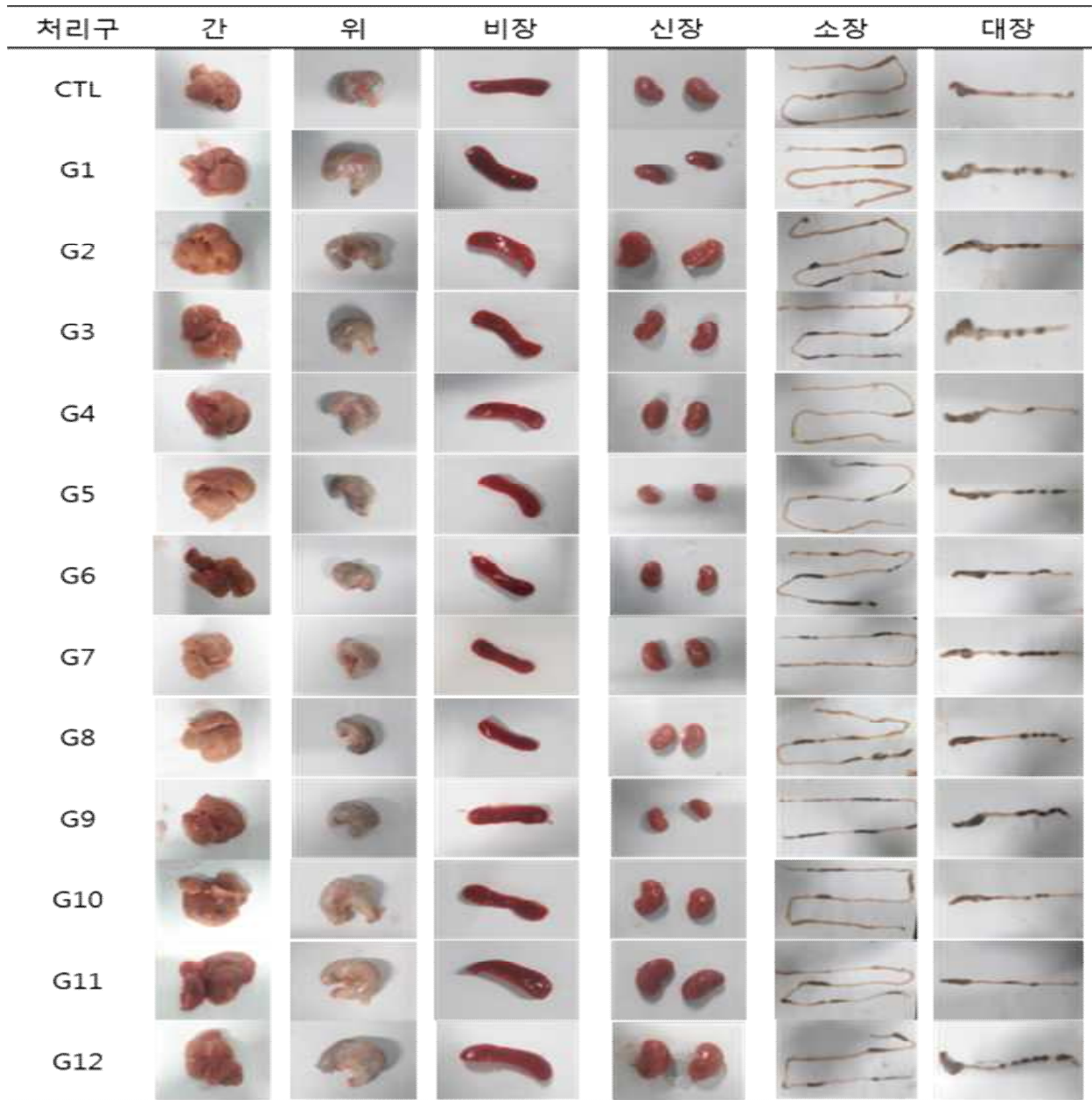


Figure 162. Representative images of organs of group fed general feed and pork belly (LYD) with natural materials by cooking method and storage 1 day at 9℃ (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

Table 121. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage 1 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Liver	g	2.29±0.31	2.46±0.51	2.35±0.21	2.25±0.22
Stomach	g	0.65±0.15	0.58±0.11	0.61±0.07	0.68±0.05
Spleen	g	0.22±0.06	0.21±0.07	0.22±0.01	0.23±0.07
Kidney	g	0.68±0.07	0.75±0.08	0.81±0.10	0.84±0.04
Small intestine	cm	2.30±0.34	2.38±0.11	2.23±0.20	2.37±0.31
Large intestine	cm	51.55±3.31	46.95±2.64	47.65±2.52	53.20±3.27
Liver	g	0.84±0.42	1.11±0.29	1.17±0.27	1.10±0.11
Stomach	g	11.83±1.56 ^{ab}	11.30±2.13 ^{ab}	11.80±1.12 ^{ab}	10.88±0.52 ^b

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly

Data presented as mean ± SD. ^{a-b} Means within each organ with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

Table 122. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) with blackcurrant by cooking method and storage 1 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Liver	g	2.29±0.31	2.44±0.19	2.38±0.26	2.22±0.28
Stomach	g	0.65±0.15	0.67±0.12	0.66±0.11	0.77±0.19
Spleen	g	0.22±0.06	0.20±0.04	0.20±0.07	0.21±0.06
Kidney	g	0.68±0.07	0.81±0.14	0.84±0.06	0.88±0.12
Small intestine	cm	2.30±0.34	2.43±0.15	2.38±0.11	2.20±0.30
Large intestine	cm	51.55±3.31	53.13±3.04	52.05±2.11	48.73±3.37
Liver	g	0.84±0.42	1.24±0.19	1.19±0.17	1.19±0.33
Stomach	g	11.83±1.56 ^{ab}	12.08±1.48 ^{ab}	11.93±1.32 ^{ab}	13.78±1.88 ^{ab}

¹⁾ CTL: general feed; G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant

Data presented as mean ± SD. ^{a-b} Means within each organ with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

Table 123. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) with gochujang by cooking method and storage 1 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Liver	g	2.29±0.31	1.86±0.85	2.35±0.22	2.50±0.37
Stomach	g	0.65±0.15	1.12±0.92	0.70±0.20	0.74±0.10
Spleen	g	0.22±0.06	0.24±0.07	0.20±.07	0.24±.10
Kidney	g	0.68±0.07	0.87±0.06	0.80±.07	0.86±0.12
Small intestine	g	2.30±0.34	2.55±0.20	2.63±0.26	2.65±0.37
Large intestine	cm	51.55±3.31	51.73±3.94	48.50±3.09	53.25±2.25
Small intestine	g	0.84±0.42	1.29±0.14	1.25±0.12	1.32±0.30
Large intestine	cm	11.83±1.56 ^{ab}	14.55±1.22 ^a	14.40±0.80 ^a	12.73±1.80 ^{ab}

¹⁾ CTL: general feed; G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang

Data presented as mean ± SD. ^{a-b} Means within each organ with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

Table 124. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) with medicinal plants by cooking method and storage 1 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Liver	g	2.29±0.31	2.29±0.24	2.07±0.19	2.67±0.45
Stomach	g	0.65±0.15	0.63±0.09	0.53±0.08	0.73±0.07
Spleen	g	0.22±0.06	0.24±0.05	0.17±0.04	0.22±0.04
Kidney	g	0.68±0.07	0.76±0.05	0.72±0.05	0.79±0.10
Small intestine	g	2.30±0.34	2.34±0.30	2.08±.21	2.37±0.48
Large intestine	cm	51.55±3.31	52.23±2.22	49.78±1.66	48.75±1.48
Small intestine	g	0.84±0.42	1.27±0.23	0.79±0.13	1.30±.24
Large intestine	cm	11.83±1.56 ^{ab}	14.15±1.08 ^a	12.98±0.92 ^{ab}	13.70±0.41 ^{ab}

¹⁾ CTL: general feed; G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants

Data presented as mean ± SD. ^{a-b} Means within each organ with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

9°C에서 1일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 장기 및 장의 모습은 Figure 162에 나타내었으며, 천연소재에 따른 그룹 별 장기와 장의 무게 및 길이는 Table 121-124에 나타내었다. 모든 그룹에서 대장 길이를 제외한 장기 및 장 성장에 대하여 유의적인 차이를 보이지 않았다. 대장 길이에 대하여 비가열 한방 삼겹살, 팬프라이 고추장 삼겹살, 비가열 고추장 삼겹살을 급여한 그룹이 바비큐 일반 삼겹살과 비교하여 유의적으로 긴 대장의 길이를 나타내었다.

(나) 9±1℃에서 5일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 백색돈 삼겹살

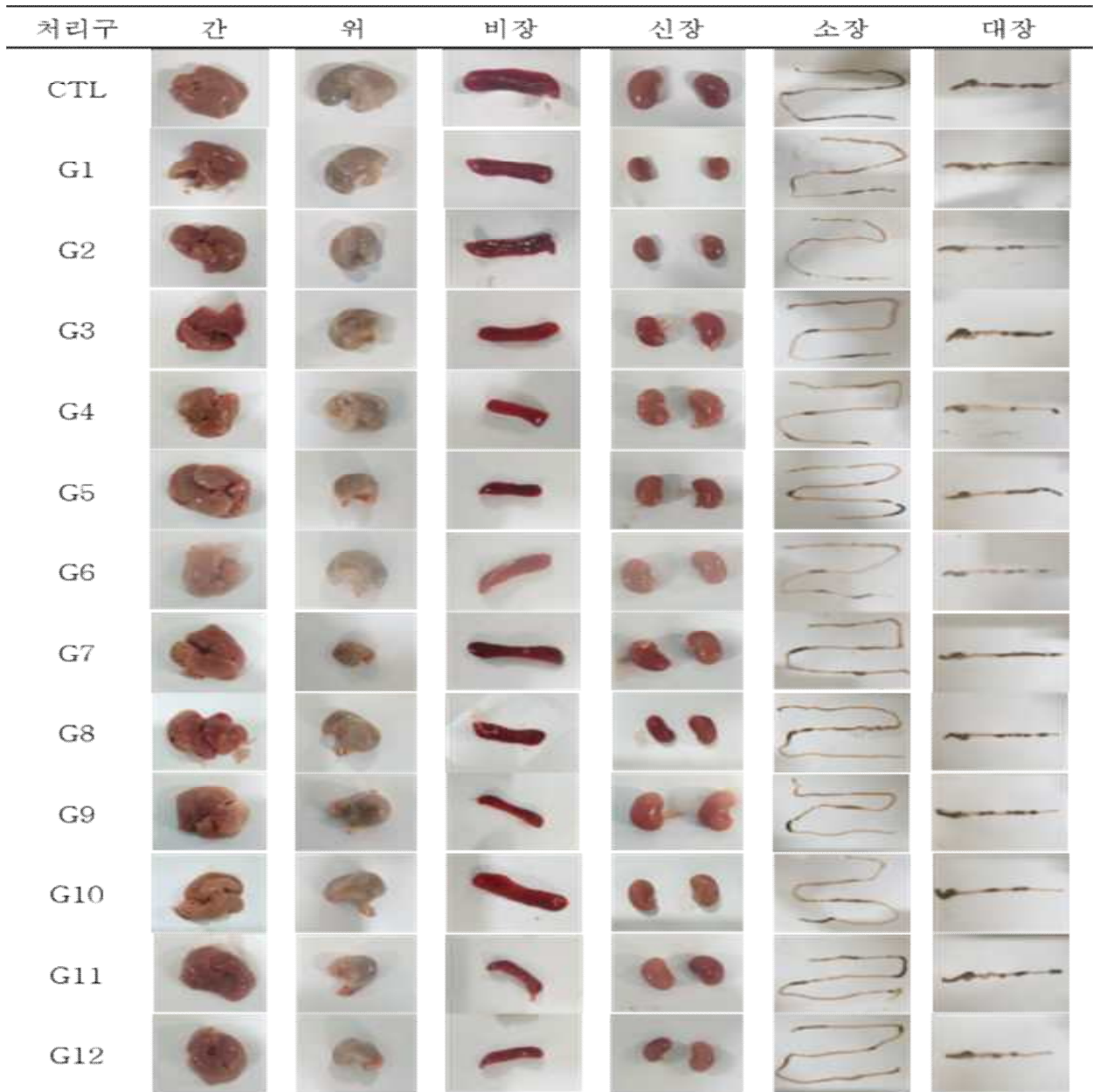


Figure 163. Representative images of organs of group fed general feed and pork belly (LYD) with natural materials by cooking method and storage 5 days at 9℃ (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

Table 125. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage 5 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Liver	g	2.48±0.29	2.12±0.11	2.17±0.17	2.35±0.20
Stomach	g	0.72±0.21	0.74±0.09	0.60±0.06	0.63±0.11
Spleen	g	0.18±0.03	0.15±0.03	0.20±0.05	0.17±0.03
Kidney	g	0.67±0.09	0.64±0.04	0.73±0.06	0.74±0.03
Small intestine	g	2.67±0.43	2.29±0.13	2.29±0.27	2.43±0.16
Large intestine	cm	46.68±5.56	46.40±2.95	47.50±3.02	43.05±3.63
Small intestine	g	1.19±0.19	1.07±0.08	1.01±0.11	1.28±0.35
Large intestine	cm	11.33±0.54	11.80±1.27	12.23±0.67	12.48±0.76

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly
Data presented as mean ± SD.

Table 126. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) with blackcurrant by cooking method and storage 5 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Liver	g	2.48±0.29	2.17±0.24	2.28±0.26	2.07±0.24
Stomach	g	0.72±0.21	0.48±0.04	0.83±0.26	0.52±0.07
Spleen	g	0.18±0.03	0.17±0.04	0.21±0.04	0.20±0.04
Kidney	g	0.67±0.09	0.74±0.06	0.80±0.06	0.81±0.10
Small intestine	g	2.67±0.43	2.25±0.27	2.60±0.37	2.12±0.44
Large intestine	cm	46.68±5.56	47.63±3.15	48.48±3.53	45.48±6.85
Small intestine	g	1.19±0.19	1.15±0.50	1.35±0.22	0.94±0.10
Large intestine	cm	11.33±0.54	12.18±0.52	13.45±0.91	12.03±0.53

¹⁾ CTL: general feed; G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant
Data presented as mean ± SD.

Table 127. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) with gochujang by cooking method and storage 5 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Liver	g	2.48±0.29	2.24±0.20	2.33±0.42	2.19±0.25
Stomach	g	0.72±0.21	0.58±0.07	0.57±0.10	0.55±0.08
Spleen	g	0.18±0.03	0.22±0.04	0.19±0.03	0.16±0.01
Kidney	g	0.67±0.09	0.82±0.07	0.75±0.12	0.68±0.04
Small intestine	cm	46.68±5.56	48.50±3.57	46.43±3.25	50.55±3.47
Large intestine	g	1.19±0.19	1.34±0.13	1.43±0.21	1.19±0.15
	cm	11.33±0.54	13.30±0.93	13.18±1.60	12.05±0.35

¹⁾ CTL: general feed; G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang
Data presented as mean ± SD.

Table 128. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (LYD) with medicinal plants by cooking method and storage 5 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Liver	g	2.48±0.29	2.24±0.30	2.25±0.23	2.47±0.16
Stomach	g	0.72±0.21	0.58±0.04	0.60±0.08	0.63±0.11
Spleen	g	0.18±0.03	0.21±0.05	0.21±0.10	0.20±0.02
Kidney	g	0.67±0.09	0.82±0.03	0.76±0.07	0.82±0.08
Small intestine	cm	46.68±5.56	47.70±5.05	46.15±2.82	46.88±1.37
Large intestine	g	1.19±0.19	1.35±0.32	1.07±0.16	1.29±0.12
	cm	11.33±0.54	13.28±1.73	12.10±1.16	12.23±0.69

¹⁾ CTL: general feed; G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants
Data presented as mean ± SD.

9°C에서 5일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 장기 및 장의 모습은 Figure 163에 나타내었으며, 그룹 별 장기와 장의 무게 및 길이는 Table 125-128에 나타내었다. 모든 그룹에서 장기 및 장 성장에 대하여 유의적인 차이를 보이지 않았다.

(다) 9±1℃ 에서 1일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 흑색돈 삼겹살

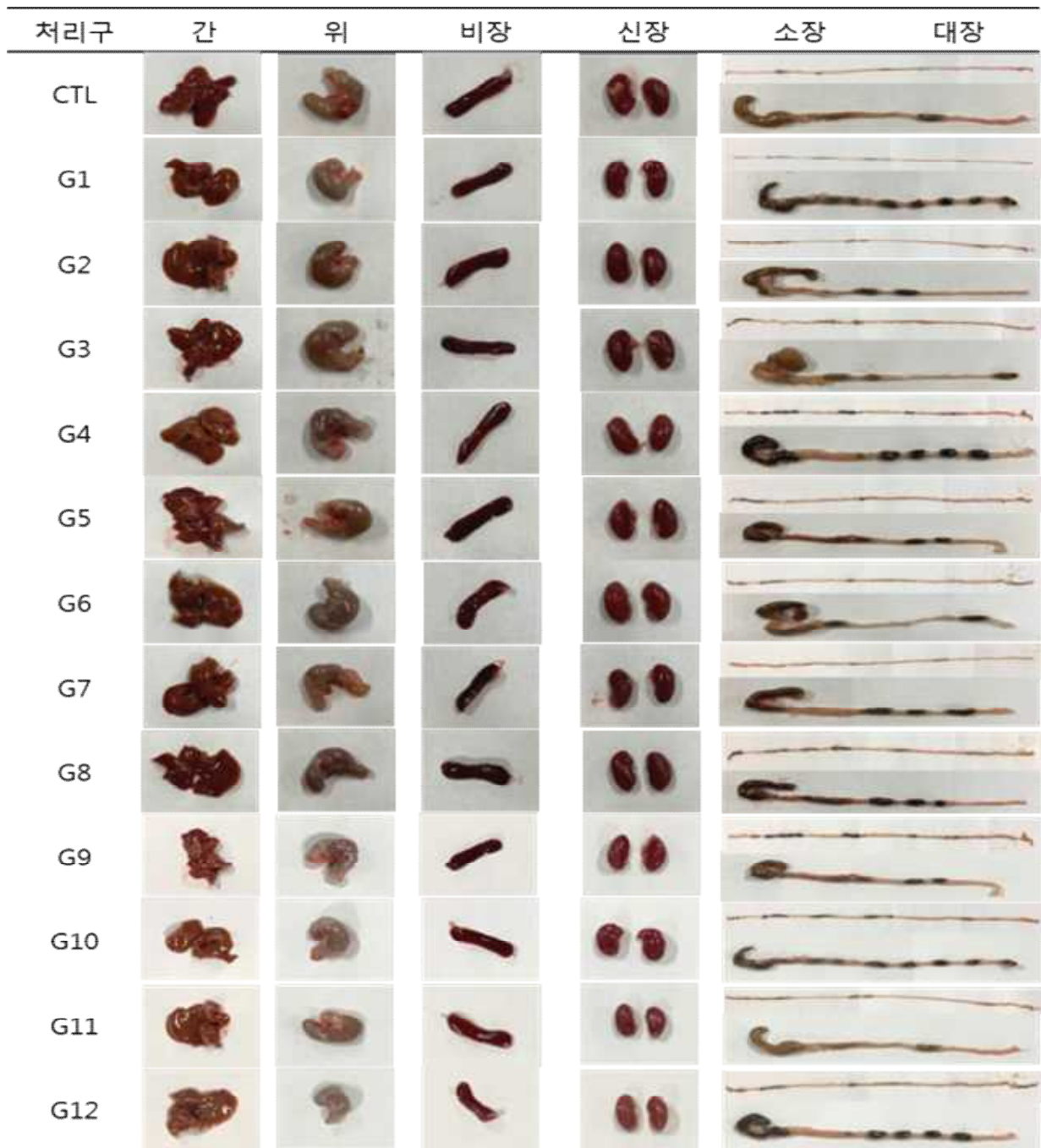


Figure 164. Representative images of organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with natural materials by cooking method and storage 1 day at 9℃ (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

Table 129. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage 1 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Liver	g	2.22±0.25	2.43±0.28	2.48±0.13	2.29±0.1
Stomach	g	0.62±0.11	0.53±0.12	0.64±0.07	0.68±0.07
Spleen	g	0.21±0.04	0.23±0.04	0.25±0.05	0.23±0.04
Kidney	g	0.76±0.06	0.73±0.06	0.83±0.09	0.86±0.05
Small intestine	cm	51.7±2.51	50.09±3.13	50.15±3.16	51.16±4.65
Large intestine	g	1.12±0.34	1.11±0.16	1.15±0.34	1.15±0.3
	cm	11.68±0.84	11.77±2.21	11.87±1.06	11.7±0.82

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly
Data presented as mean ± SD.

Table 130. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with blackcurrant by cooking method and storage 1 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Liver	g	2.22±0.25	2.33±0.12	2.39±0.22	2.3±0.18
Stomach	g	0.62±0.11	0.68±0.09	0.67±0.09	0.66±0.11
Spleen	g	0.21±0.04	0.23±0.05	0.24±0.06	0.23±0.06
Kidney	g	0.76±0.06	0.84±0.08	0.84±0.09	0.84±0.08
Small intestine	cm	51.7±2.51	52.72±2.57	50.93±3.63	50.62±3.45
Large intestine	g	1.12±0.34	1.06±0.31	1.07±0.21	1.28±0.26
	cm	11.68±0.84	12.67±0.77	12.86±0.37	14.47±1.31

¹⁾ CTL: general feed; G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant
Data presented as mean ± SD.

Table 131. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with gochujang by cooking method and storage 1 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Liver	g	2.22±0.25	2.3±0.17	2.36±0.17	2.33±0.23
Stomach	g	0.62±0.11	0.67±0.05	0.72±0.14	0.75±0.06
Spleen	g	0.21±0.04	0.25±0.05	0.22±0.05	0.21±0.04
Kidney	g	0.76±0.06	0.83±0.07	0.84±0.08	0.82±0.07
Small intestine	g	2.24±0.12	2.35±0.17	2.41±0.09	2.42±0.15
Large intestine	cm	51.7±2.51	52.92±3.33	49.48±2.28	51.08±4.43
Small intestine	g	1.12±0.34	1.23±0.17	1.38±0.22	1.17±0.23
Large intestine	cm	11.68±0.84	14.39±1.13	13.32±1.06	13.33±1.61

¹⁾ CTL: general feed; G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang
Data presented as mean ± SD.

Table 132. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with medicinal plants by cooking method and storage 1 day at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Liver	g	2.22±0.25	2.25±0.19	2.1±0.18	2.47±0.24
Stomach	g	0.62±0.11	0.71±0.11	0.65±0.09	0.74±0.08
Spleen	g	0.21±0.04	0.27±0.02	0.23±0.05	0.27±0.04
Kidney	g	0.76±0.06	0.84±0.11	0.8±0.1	0.83±0.05
Small intestine	g	2.24±0.12	2.46±0.22	2.36±0.11	2.4±0.21
Large intestine	cm	51.7±2.51	51.8±3.13	49.15±2.29	49.26±3.31
Small intestine	g	1.12±0.34	1.01±0.31	1.12±0.26	1.15±0.14
Large intestine	cm	11.68±0.84	13.3±0.79	14.09±0.91	12.93±0.94

¹⁾ CTL: general feed; G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants

Data presented as mean ± SD.

9°C에서 1일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 장기 및 장의 모습은 Figure 164에 나타내었으며, 그룹 별 장기와 장의 무게 및 길이는 Table 129-132에 나타내었다. 모든 그룹에서 장기 및 장 성장에 대하여 유의적인 차이를 보이지 않았다.

(라) 9±1℃에서 5일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 흑색돈 삼겹살

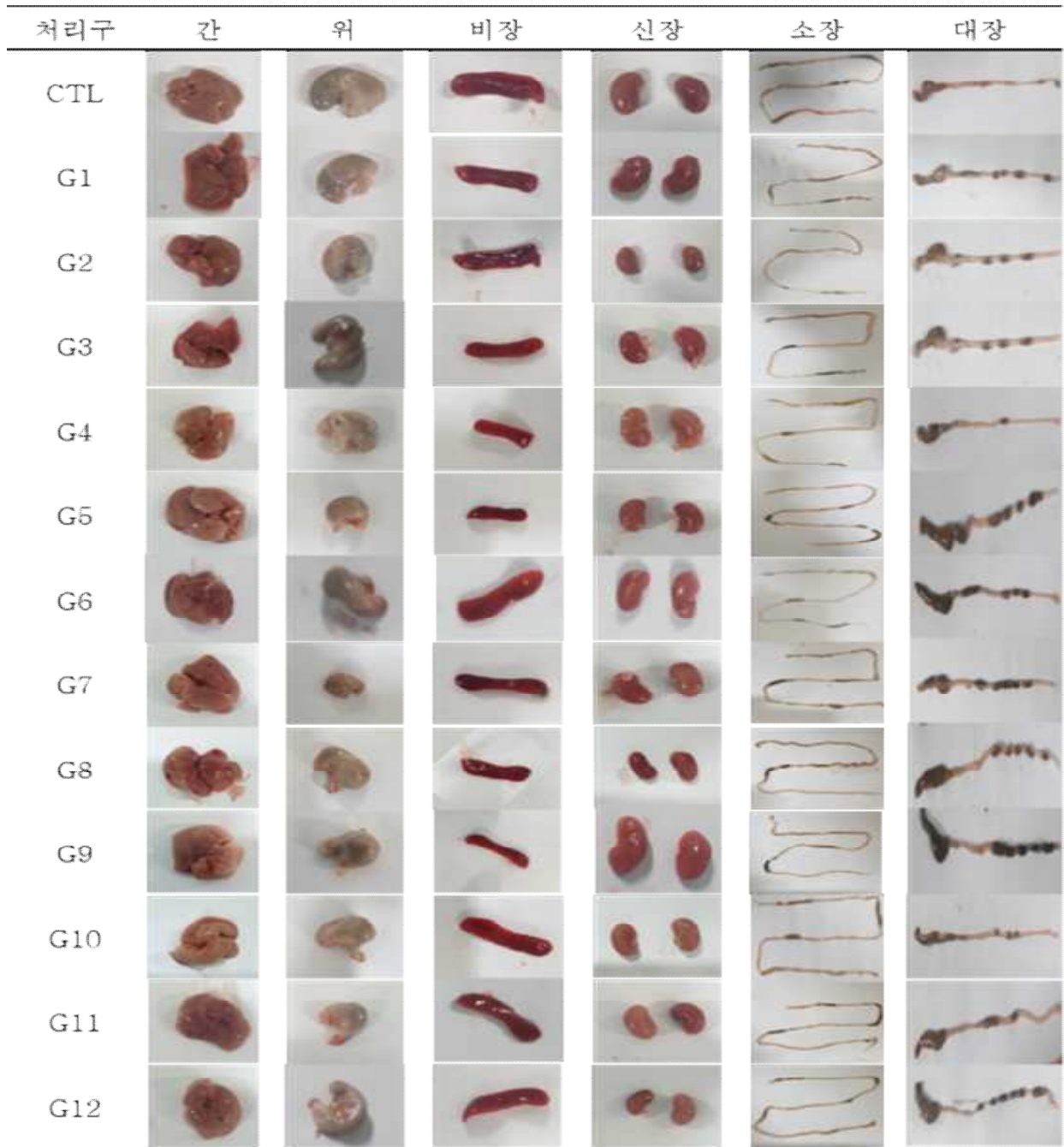


Figure 165. Representative images of organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with natural materials by cooking method and storage 5 days at 9℃ (CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly, G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant, G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang, G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants).

Table 133. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage 5 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Liver	g	2.14±0.16	2.37±0.24	2.28±0.22	2.31±0.26
Stomach	g	0.61±0.08	0.67±0.06	0.73±0.12	0.65±0.07
Spleen	g	0.19±0.05	0.25±0.04	0.25±0.05	0.19±0.05
Kidney	g	0.76±0.05	0.78±0.06	0.78±0.07	0.79±0.07
Small intestine	g	2.33±0.12	2.36±0.2	2.4±0.1	2.3±0.11
Large intestine	cm	51.07±0.94	51.2±1.71	51.16±3.93	53.66±1.57
Small intestine	g	1.17±0.16	1.14±0.17	1.27±0.17	1.07±0.14
Large intestine	cm	13.64±1.83	12.12±1.41	12.55±1.46	12.36±1.18

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly,
Data presented as mean ± SD.

Table 134. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with blackcurrant by cooking method and storage 5 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Liver	g	2.14±0.16	2.38±0.15	2.37±0.1	2.28±0.15
Stomach	g	0.61±0.08	0.71±0.09	0.66±0.1	0.7±0.09
Spleen	g	0.19±0.05	0.23±0.05	0.26±0.04	0.23±0.05
Kidney	g	0.76±0.05	0.73±0.04	0.77±0.05	0.79±0.03
Small intestine	g	2.33±0.12	2.36±0.14	2.32±0.09	2.34±0.07
Large intestine	cm	51.07±0.94	53.52±1.82	51.95±0.73	53.45±1.68
Small intestine	g	1.17±0.16	1.25±0.09	1.14±0.15	1.29±0.17
Large intestine	cm	13.64±1.83	12.56±0.88	12.33±1.34	13.98±0.67

¹⁾ CTL: general feed; G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant
Data presented as mean ± SD.

Table 135. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with gochujang by cooking method and storage 5 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Liver	g	2.14±0.16	2.36±0.16	2.41±0.24	2.32±0.19
Stomach	g	0.61±0.08	0.75±0.12	0.77±0.1	0.75±0.06
Spleen	g	0.19±0.05	0.21±0.05	0.21±0.06	0.22±0.03
Kidney	g	0.76±0.05	0.79±0.05	0.8±0.03	0.77±0.08
Small intestine	cm	51.07±0.94	51.85±2.52	52.97±2.19	52.16±2.6
Large intestine	g	1.17±0.16	1.21±0.13	1.22±0.16	1.25±0.15
	cm	13.64±1.83	12.8±1.25	12.97±1.97	12.92±1.55

¹⁾ CTL: general feed; G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang

Data presented as mean ± SD.

Table 136. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with medicinal plants by cooking method and storage 5 days at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Liver	g	2.14±0.16	2.27±0.27	2.29±0.24	2.42±0.08
Stomach	g	0.61±0.08	0.74±0.13	0.66±0.06	0.71±0.06
Spleen	g	0.19±0.05	0.23±0.04	0.25±0.03	0.25±0.06
Kidney	g	0.76±0.05	0.8±0.09	0.79±0.05	0.77±0.05
Small intestine	cm	51.07±0.94	51.77±2.52	52.93±2.51	50.81±3.06
Large intestine	g	1.17±0.16	1.07±0.17	1.21±0.15	1.25±0.21
	cm	13.64±1.83	12.44±1.11	12.55±1.43	12.88±1.22

¹⁾ CTL: general feed; G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants. Data presented as mean ± SD.

9°C에서 5일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 장기 및 장의 모습은 Figure 165에 나타내었으며, 그룹 별 장기와 장의 무게 및 길이는 Table 133-136에 나타내었다. 모든 그룹에서 장기 및 장 성장에 대하여 유의적인 차이를 보이지 않았다.

동물실험 결과 모든 그룹의 장기, 장 성장에 대하여 유의적 차이가 나타나지 않았고, 장기에 따라 그룹 별 다소 차이가 나타나지만 정상 범위 내에서 차이를 보였다. 조리 방법 별 천연소재, 저장 기간 및 돼지 종류에 따라서 장기, 장 성상은 유의적으로 차이를 보이지 않았다. 또한, 저장 기간에 따른 천연소재, 조리 방법 및 돼지 종류에 대해서도 장기, 장 성장에 대하여 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 천연소재 별 그룹 간 체중 변화도 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

(4) 혈액 분석

(가) 9±1°C 에서 1일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 백색돈 삼겹살

Table 137. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 1 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/ μL	9.23±1.50	9.77±0.33	9.61±0.31	9.92±0.81
HGB	g/dL	14.70±2.01	15.90±0.53	15.80±0.44	15.83±0.82
HCT	%	53.67±9.80	59.23±2.07	57.27±3.20	59.25±2.88
RBC Indices					
MCV	fL	57.93±1.21	60.60±0.20	59.57±1.89	59.93±3.11
MCH	pg	15.93±0.38	16.27±0.25	16.43±0.12	16.00±0.52
MCHC	g/dL	27.53±1.17	26.87±0.45	27.60±0.80	26.70±0.59
RDW	%	12.00±0.50	12.30±0.56	12.87±0.42	12.08±0.38
MPV	fL	10.70±3.99	8.17±0.72	7.53±0.85	7.30±1.05
PLT	×10 ³ cells/ μL	402.67±389.71	568.67±155.50	688.33±138.80	713.50±172.97
WBC	×10 ³ cells/ μL	4.10±1.56 ^b	3.76±2.32 ^b	5.81±3.22 ^{ab}	7.53±3.41 ^a
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/ μL	0.71±0.13	0.39±0.39	0.55±0.35	0.84±0.37
LYM	×10 ³ cells/ μL	2.97±1.33	2.87±1.75	4.43±2.73	5.76±2.96
MONO	×10 ³ cells/ μL	0.07±0.02	0.07±0.05	0.05±0.01	0.11±0.02
EOS	×10 ³ cells/ μL	0.22±0.15	0.29±0.28	0.70±0.51	0.72±0.41
BASO	×10 ³ cells/ μL	0.04±0.01	0.03±0.01	0.06±0.05	0.04±0.02
LUC	×10 ³ cells/ μL	0.10±0.03	0.11±0.14	0.07±0.06	0.07±0.03
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.53±0.12	0.51±0.10	0.44±0.25	0.55±0.02
AST	U/L	186.67±133.48	130.80±79.39	70.27±55.25	79.60±21.25
ALT	U/L	49.87±52.55 ^a	3.60±3.86 ^b	5.87±7.07 ^b	12.13±13.54 ^b
GGT	U/L	1.73±0.83	5.33±5.14	7.73±8.89	0.93±0.46
BUN	mg/dL	18.43±5.10	11.85±4.52	17.36±1.60	22.23±5.89
Crea	mg/dL	0.36±0.04	0.28±0.21	0.35±0.02	0.33±0.02

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD. ^{a-b)} Same superscript means no significantly difference within a row at p<0.05.

Table 138. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) with blackcurrant by cooking method and storage period 1 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/μL	9.23±1.50	9.40±0.35	9.87±0.35	9.98±0.30
HGB	g/dL	14.70±2.01	15.60±0.42	16.45±0.73	15.93±0.49
HCT	%	53.67±9.80	56.90±0.88	60.58±2.02	59.68±1.61
RBC Indices					
MCV	fL	57.93±1.21	60.60±1.70	61.35±1.05	59.78±0.77
MCH	pg	15.93±0.38	16.60±0.50	16.68±0.53	15.98±0.17
MCHC	g/dL	27.53±1.17	27.38±0.49	27.13±0.43	26.73±0.64
RDW	%	12.00±0.50	12.60±0.22	12.33±0.66	12.78±0.33
MPV	fL	10.70±3.99	8.50±0.85	7.83±.68	6.88±0.52
PLT	×10 ³ cells/μL	402.67±389.71	488.75±240.18	591.25±131.47	758.75±212.19
WBC	×10 ³ cells/μL	4.10±1.56 ^b	7.53±2.55 ^{ab}	9.67±4.51 ^{ab}	11.38±3.12 ^a
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/μL	0.71±0.13	1.00±0.59	0.99±0.56	0.95±0.18
LYM	×10 ³ cells/μL	2.97±1.33	5.62±2.22	7.31±3.87	9.30±2.84
MONO	×10 ³ cells/μL	0.07±0.02	0.10±0.02	0.15±0.08	0.14±0.06
EOS	×10 ³ cells/μL	0.22±0.15	0.72±0.33	1.09±0.14	0.77±0.28
BASO	×10 ³ cells/μL	0.04±0.01	0.04±0.01	0.06±0.04	0.06±0.01
LUC	×10 ³ cells/μL	0.10±0.03	0.06±0.04	0.09±0.06	0.15±0.08
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.53±0.12	0.51±0.09	0.61±0.02	0.51±0.11
AST	U/L	186.67±133.48	105.70±71.95	78.90±18.91	57.00±43.58
ALT	U/L	49.87±52.55 ^a	5.30±2.00 ^b	10.20±10.56 ^b	5.10±2.18 ^b
GGT	U/L	1.73±0.83	4.90±3.22	1.10±0.89	2.20±2.58
BUN	mg/dL	18.43±5.10	16.67±2.54	21.13±2.40	17.81±2.41
Crea	mg/dL	0.36±0.04	0.38±0.08	0.38±0.02	0.31±0.05

¹⁾ CTL: general feed; G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD. ^{a-b)} Same superscript means no significantly difference within a row at $p < 0.05$.

Table 139. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) with gochujang by cooking method and storage period 1 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.23±1.50	9.81±0.30	9.98±0.33	9.55±0.74
HGB	g/dL	14.70±2.01	15.75±0.30	16.30±0.56	15.23±0.64
HCT	%	53.67±9.80	61.40±1.81	60.10±2.64	57.38±2.89
RBC Indices					
MCV	fL	57.93±1.21	62.63±0.11	60.18±0.91	60.20±2.21
MCH	pg	15.93±0.38	16.08±0.41	16.33±0.15	15.98±0.86
MCHC	g/dL	27.53±1.17	25.68±0.61	27.15±0.34	26.50±0.54
RDW	%	12.00±0.50	12.88±0.57	12.68±0.97	13.00±0.42
MPV	fL	10.70±3.99	7.13±0.59	7.10±0.73	6.73±0.26
PLT	× 10 ³ cells/ μL	402.67±389.71	927.75±43.39	770.75±161.74	1071.25±65.28
WBC	× 10 ³ cells/ μL	4.10±1.56 ^b	10.79±2.68 ^a	11.16±2.77 ^a	10.85±2.49 ^a
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.71±0.13	1.29±0.32	1.46±0.30	1.10±1.14
LYM	× 10 ³ cells/ μL	2.97±1.33	8.47±2.46	8.68±2.42	9.06±2.25
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.07±0.02	0.11±0.02	0.11±0.02	0.13±0.05
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.22±0.15	0.76±0.33	0.75±0.36	0.42±0.22
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.04±0.01	0.06±0.03	0.06±0.03	0.05±0.02
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.10±0.03	0.12±0.08	0.12±0.04	0.09±0.05
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.53±0.12	0.56±0.03	0.60±0.06	0.54±0.04
AST	U/L	186.67±133.48	117.00±94.92	49.70±6.38	31.60±9.89
ALT	U/L	49.87±52.55 ^a	10.80±7.00 ^b	10.00±5.08 ^b	3.80±2.58 ^b
GGT	U/L	1.73±0.83	2.80±1.73	1.40±0.40	2.40±2.26
BUN	mg/dL	18.43±5.10	16.40±3.08	19.29±1.47	19.01±1.26
Crea	mg/dL	0.36±0.04	0.31±0.04	0.32±0.07	0.33±0.04

¹⁾ CTL: general feed; G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD. ^{a-b)} Same superscript means no significantly difference within a row at $p < 0.05$.

Table 140. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) with medicinal plants by cooking method and storage period 1 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.23±1.50	9.80±0.65	9.50±1.22	9.54±0.69
HGB	g/dL	14.70±2.01	15.63±0.73	15.33±1.51	15.28±0.99
HCT	%	53.67±9.80	58.83±2.32	56.88±7.53	58.03±3.60
RBC Indices					
MCV	fL	57.93±1.21	60.13±1.56	59.83±0.93	60.85±1.02
MCH	pg	15.93±0.38	15.95±0.39	16.18±0.61	16.03±0.17
MCHC	g/dL	27.53±1.17	26.58±0.33	27.03±1.05	26.35±0.44
RDW	%	12.00±0.50	13.05±0.26	12.63±0.29	12.53±0.72
MPV	fL	10.70±3.99	7.28±0.47	8.58±3.17	7.50±0.52
PLT	× 10 ³ cells/ μL	402.67±389.71	778.50±274.46	661.00±389.37	723.50±208.29
WBC	× 10 ³ cells/ μL	4.10±1.56 ^b	9.13±3.13 ^{ab}	10.67±4.13 ^{ab}	13.46±4.70 ^a
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.71±0.13	1.07±0.23	0.92±0.47	1.12±0.46
LYM	× 10 ³ cells/ μL	2.97±1.33	7.12±2.98	9.08±3.64	11.34±4.33
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.07±0.02	0.12±0.05	0.11±0.03	0.16±0.07
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.22±0.15	0.72±0.13	0.42±0.11	0.65±0.36
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.04±0.01	0.03±0.01	0.05±0.03	0.06±0.02
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.10±0.03	0.08±0.03	0.11±0.06	0.13±0.02
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.53±0.12	0.47±0.16	0.39±0.14	0.52±0.13
AST	U/L	186.67±133.48	54.20±32.23	117.90±67.77	50.50±37.91
ALT	U/L	49.87±52.55 ^a	8.40±6.54 ^b	5.40±3.37 ^b	4.10±2.41 ^b
GGT	U/L	1.73±0.83	5.00±4.41	8.80±6.27	6.00±4.01
BUN	mg/dL	18.43±5.10	16.26±0.99	17.43±3.28	24.42±5.69
Crea	mg/dL	0.36±0.04	0.30±0.05	0.36±0.00	0.31±0.09

¹⁾ CTL: general feed; G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD. ^{a-b)} Same superscript means no significantly difference within a row at $p < 0.05$.

9°C에서 1일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 혈액 분석 결과는 Table 137-140에 나타내었다. 천연물질 및 조리방법에 따른 혈액학 검사에서 면역 정보, 세균 감염, 스트레스, 염증 등을 확인할 수 있는 백혈구 수는 바비큐 한방 삼겹살을 급여한 그룹 (G12)이 일반사료를 급여한 그룹 (CTL)과 비가열 일반 삼겹살을 급여한 그룹 (G1)에 비교해 높게 나타났다. 혈청 검사의 간 및 신장과 관련된 항목에 대해서 ALT를 제외한 항목은 유의적 차이가 나타나지 않았고, ALT 항목에 대해서는 일반사료

를 급여한 그룹 (CTL)에서 유의적으로 큰 수치를 보였지만, 모두 정상 범위 내 수치를 보였다. 따라서 마우스 혈액 검사를 통해 천연소재 별 독성은 나타나지 않는 것으로 판단된다.

(나) 9±1°C 에서 5일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 백색돈 삼겹살

Table 141. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) by cooking method and storage period 5 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/ μL	9.81±0.76	9.50±0.45	9.44±1.32	9.06±0.58
HGB	g/dL	15.65±0.37	15.90±0.45	15.53±1.66	15.35±0.33
HCT	%	56.58±2.071	56.70±2.45	56.10±7.48	55.68±1.86
RBC Indices					
MCV	fL	57.80±2.09	59.68±2.04	59.48±1.52	61.58±2.17
MCH	pg	16.00±0.89	16.75±0.65	16.53±0.72	17.00±0.77
MCHC	g/dL	27.70±0.91	28.05±1.05	27.75±0.77	27.58±0.30
RDW	%	12.53±0.33	12.83±0.34	12.48±0.46	12.43±0.94
MPV	fL	6.18±0.29	6.95±1.84	7.53±1.60	7.08±1.07
PLT	×10 ³ cells/ μL	835.50±183.37	872.00±192.86	739.50±140.93	813.00±118.53
WBC	×10 ³ cells/ μL	6.88±1.81 ^b	8.25±3.20 ^{ab}	7.30±2.40 ^{ab}	11.27±0.96 ^a
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/ μL	0.93±0.38	8.25±0.40	0.63±0.19	1.23±0.21
LYM	×10 ³ cells/ μL	5.48±1.46	0.95±2.49	6.13±2.14	9.24±0.85
MONO	×10 ³ cells/ μL	0.11±0.06	6.57±0.02	0.09±0.03	0.12±0.01
EOS	×10 ³ cells/ μL	0.26±0.09	0.13±0.61	0.29±0.16	0.52±0.38
BASO	×10 ³ cells/ μL	0.02±0.01	0.50±0.02	0.05±0.02	0.07±0.04
LUC	×10 ³ cells/ μL	0.09±0.04	0.05±0.04	0.11±0.06	0.10±0.02
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.50±0.32	0.38±0.37	0.59±0.09	0.66±0.14
AST	U/L	73.30±20.39	107.40±11.03	127.90±40.84	130.60±34.79
ALT	U/L	17.30±4.21	27.80±22.34	23.90±16.06	31.40±30.26
GGT	U/L	16.00±14.04	22.20±16.12	14.90±4.49	28.60±18.95
BUN	mg/dL	23.07±2.40	25.48±3.00	23.06±5.75	33.82±4.33
Crea	mg/dL	0.35±0.23 ^b	0.18±0.08 ^b	1.07±0.87 ^a	0.04±0.00 ^b

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD. ^{a-b)} Same superscript means no significantly difference within a row at $p < 0.05$.

Table 142. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) with blackcurrant by cooking method and storage period 5 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.81±0.76	9.81±0.43	9.60±0.70	10.10±1.16
HGB	g/dL	15.65±0.37	16.13±0.62	15.57±0.87	15.90±0.36
HCT	%	56.58±2.071	58.43±2.98	57.03±2.15	58.43±3.65
RBC Indices					
MCV	fL	57.80±2.09	59.55±0.51	59.57±2.15	58.10±3.58
MCH	pg	16.00±0.89	16.45±0.58	16.23±0.25	15.87±1.65
MCHC	g/dL	27.70±0.91	27.68±1.18	27.23±0.55	27.30±1.22
RDW	%	12.53±0.33	12.53±0.25	12.70±0.70	12.17±1.10
MPV	fL	6.18±0.29	6.23±0.28	7.03±0.47	6.93±0.93
PLT	× 10 ³ cells/ μL	835.50±183.37	918.50±127.36	926.33±267.97	829.00±254.86
WBC	× 10 ³ cells/ μL	6.88±1.81 ^b	10.89±1.52 ^{ab}	13.75±0.64 ^a	9.52±4.41 ^{ab}
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.93±0.38	1.35±0.35	1.21±0.24	1.15±0.85
LYM	× 10 ³ cells/ μL	5.48±1.46	8.81±1.57	11.64±0.74	7.75±3.39
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.11±0.06	0.20±0.04	0.23±0.01	0.13±0.07
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.26±0.09	0.41±0.11	0.48±0.39	0.33±0.30
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.02±0.01	0.04±0.00	0.06±0.01	0.05±0.05
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.09±0.04	0.09±0.02	0.14±0.03	0.11±0.12
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.50±0.32	0.40±0.14	0.52±0.11	0.57±0.16
AST	U/L	73.30±20.39	137.60±39.67	77.00±27.44	142.50±100.58
ALT	U/L	17.30±4.21	20.40±7.87	13.60±9.05	21.30±11.18
GGT	U/L	16.00±14.04	16.60±12.76	6.20±7.64	17.60±16.00
BUN	mg/dL	23.07±2.40	17.79±3.41	24.92±4.02	18.81±0.99
Crea	mg/dL	0.35±0.23 ^b	0.37±0.20 ^b	0.70±0.54 ^a	0.12±0.11 ^b

¹⁾ CTL: general feed; G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD. ^{a-b)} Same superscript means no significantly difference within a row at $p < 0.05$.

Table 143. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) with gochujang by cooking method and storage period 5 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/ μL	9.81±0.76	9.19±0.47	8.59±0.45	10.30±0.36
HGB	g/dL	15.65±0.37	15.60±0.45	14.90±0.10	16.67±0.55
HCT	%	56.58±2.071	56.15±2.20	51.63±0.64	60.37±2.28
RBC Indices					
MCV	fL	57.80±2.09	61.25±3.28	60.20±2.52	58.67±1.45
MCH	pg	16.00±0.89	17.00±0.67	17.40±0.82	16.17±0.32
MCHC	g/dL	27.70±0.91	27.80±1.47	28.90±0.20	27.60±0.10
RDW	%	12.53±0.33	12.58±1.37	11.70±0.56	11.90±0.35
MPV	fL	6.18±0.29	7.40±1.43	7.07±1.17	6.67±0.21
PLT	×10 ³ cells/ μL	835.50±183.37	816.00±184.85	807.00±139.47	775.00±150.04
WBC	×10 ³ cells/ μL	6.88±1.81 ^b	11.42±3.96 ^{ab}	10.76±1.33 ^{ab}	13.32±3.50 ^a
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/ μL	0.93±0.38	0.96±0.36	0.89±0.25	1.31±0.28
LYM	×10 ³ cells/ μL	5.48±1.46	9.78±3.29	9.13±0.90	10.98±3.60
MONO	×10 ³ cells/ μL	0.11±0.06	0.18±0.07	0.14±.07	0.20±0.01
EOS	×10 ³ cells/ μL	0.26±0.09	0.30±0.18	0.32±0.28	0.54±0.16
BASO	×10 ³ cells/ μL	0.02±0.01	0.07±0.02	0.07±0.03	0.11±0.11
LUC	×10 ³ cells/ μL	0.09±0.04	0.13±0.07	0.22±0.14	0.17±0.05
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.50±0.32	0.38±0.25	1.15±0.99	0.26±0.22
AST	U/L	73.30±20.39	144.50±24.21	271.40±294.29	131.30±43.61
ALT	U/L	17.30±4.21	21.70±3.40	30.40±21.46	18.50±2.82
GGT	U/L	16.00±14.04	20.60±7.52	17.90±15.36	20.30±12.36
BUN	mg/dL	23.07±2.40	17.60±3.05	18.98±1.27	20.48±2.57
Crea	mg/dL	0.35±0.23	0.27±0.04	0.22±0.12	0.30±0.17

¹⁾ CTL: general feed; G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD. ^{a-b)} Same superscript means no significantly difference within a row at $p < 0.05$.

Table 144. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (LYD) with medicinal plants by cooking method and storage period 5 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.81±0.76	7.18±2.50	9.71±0.86	9.82±0.45
HGB	g/dL	15.65±0.37	10.73±7.39	16.10±0.64	15.98±0.35
HCT	%	56.58±2.071	44.00±16.59	57.83±4.26	57.85±2.91
RBC Indices					
MCV	fL	57.80±2.09	60.70±4.12	59.68±2.79	58.93±1.92
MCH	pg	16.00±0.89	13.33±7.30	16.63±1.09	16.28±0.45
MCHC	g/dL	27.70±0.91	21.57±11.15	27.85±1.00	27.65±0.83
RDW	%	12.53±0.33	12.10±0.85	12.03±0.99	12.60±0.57
MPV	fL	6.18±0.29	7.83±1.32	7.20±1.10	6.38±0.05
PLT	× 10 ³ cells/ μL	835.50±183.37	711.33±443.80	761.75±251.13	1061.75±178.85
WBC	× 10 ³ cells/ μL	6.88±1.81 ^b	6.73±1.92 ^b	10.44±2.17 ^a	11.90±2.16 ^a
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.93±0.38	0.78±0.39	1.16±0.46	1.02±0.25
LYM	× 10 ³ cells/ μL	5.48±1.46	5.54±1.53	8.57±1.87	10.14±1.84
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.11±0.06	0.13±0.05	0.15±0.05	0.15±0.03
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.26±0.09	0.17±0.09	0.35±0.15	0.34±0.06
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.02±0.01	0.03±0.01	0.06±0.01	0.06±0.03
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.09±0.04	0.10±0.04	0.15±0.08	0.20±0.17
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.50±0.32	0.67±0.15	0.64±0.12	0.70±0.04
AST	U/L	73.30±20.39	324.00±352.90	116.10±34.00	94.10±16.42
ALT	U/L	17.30±4.21	32.80±26.89	27.90±22.07	21.50±2.36
GGT	U/L	16.00±14.04	21.60±16.18	14.50±5.13	13.70±1.28
BUN	mg/dL	23.07±2.40	16.36±1.93	19.15±2.12	18.43±2.33
Crea	mg/dL	0.35±0.23	0.25±0.10	0.27±0.18	0.16±0.10

¹⁾ CTL: general feed; G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD. ^{a-b)} Same superscript means no significantly difference within a row at $p < 0.05$.

9°C 에서 5일 저장한 백색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 혈액 분석 결과는 Table 141-144에 나타내었다. 천연물질 및 조리방법에 따른 혈액학 검사에서 면역정보, 세균감염, 스트레스, 염증 등을 확인할 수 있는 백혈구수에 있어서 일반사료를 급여한 그룹 (CTL)에 비교해 천연물 처리군에서 높은 수치를 나타내었으나 모두 정상범위 수준이었다. 혈청 검사의 간 및 신장과 관련된 항목에서는 대부분의 항

목은 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 크레아티닌 항목에서 팬프라이닝 일반 삼겹살을 급여한 그룹 (G2)에서 유의적으로 높은 수치를 보였지만, 정상적인 범위 내 수치를 보였다. 따라서 마우스 혈액 검사에서 천연소재 별 독성은 나타나지 않은 것으로 판단된다.

(다) 9±1°C 에서 1일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 흑색돈 삼겹살

Table 145. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period 1 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/μL	9.58±1.34	9.84±0.43	9.55±1.33	9.26±0.85
HGB	g/dL	15.28±1.73	16.03±0.5	15.48±1.67	15.53±0.46
HCT	%	55.7±8.35	59.5±1.65	55.85±7.66	56.80±2.79
RBC Indices					
MCV	fL	58.05±1.18	60.50±1.47	58.53±0.39	61.50±2.77
MCH	pg	15.98±0.76	16.30±0.30	16.30±0.51	16.83±1.10
MCHC	g/dL	27.55±1.30	26.93±0.61	27.80±0.84	27.33±0.51
RDW	%	12.25±0.62	12.57±0.81	12.63±0.59	12.07±0.75
MPV	fL	8.63±4.36	6.67±0.98	8.00±1.53	7.50±1.32
PLT	×10 ³ cells/μL	704.11±396.69	761.00±126.50	664.25±115.61	652.67±181.16
WBC	×10 ³ cells/μL	6.04±2.24	4.84±4.26	6.69±1.94	8.28±2.57
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/μL	0.79±0.55	0.46±0.47	0.61±0.21	0.99±0.50
LYM	×10 ³ cells/μL	4.74±1.66	3.66±3.03	5.20±1.67	6.71±2.10
MONO	×10 ³ cells/μL	0.12±0.06	0.08±0.06	0.08±0.03	0.11±0.01
EOS	×10 ³ cells/μL	0.24±0.12	0.57±0.71	0.65±0.43	0.36±0.13
BASO	×10 ³ cells/μL	0.02±0.01	0.07±0.05	0.04±0.02	0.03±0.01
LUC	×10 ³ cells/μL	0.14±0.09	0.04±0.03	0.12±0.07	0.08±0.05
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.50±0.26	0.39±0.19	0.58±0.05	0.52±0.09
AST	U/L	125.80±132.32	77.40±34.09	93.70±51.87	108.40±69.52
ALT	U/L	38.90±47.43	4.00±5.36	8.50±8.10	11.70±10.93
GGT	U/L	6.10±5.24	12.70±14.46	8.80±9.37	6.60±6.62
BUN	mg/dL	19.25±4.90	15.50±7.20	20.38±5.79	22.72±9.48
Crea	mg/dL	0.42±0.17	0.26±0.16	0.67±0.38	0.28±0.16

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD.

Table 146. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with blackcurrant by cooking method and storage period 1 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/μL	9.58±1.34	9.65±0.48	10.18±0.05	9.87±1.07
HGB	g/dL	15.28±1.73	15.55±0.45	16.73±0.38	15.83±0.25
HCT	%	55.70±8.35	57.80±3.210	61.03±2.06	57.60±2.91
RBC Indices					
MCV	fL	58.05±1.18	59.93±0.56	59.93±2.11	58.57±3.57
MCH	pg	15.98±0.76	16.15±0.31	16.47±0.40	16.13±1.60
MCHC	g/dL	27.55±1.30	26.95±0.74	27.43±0.32	27.57±1.10
RDW	%	12.25±0.62	12.50±0.29	12.23±0.42	12.07±1.01
MPV	fL	8.63±4.36	7.63±1.78	7.63±0.68	7.30±0.89
PLT	×10 ³ cells/μL	704.00±396.69	815.00±308.11	565.00±63.65	722.00±336.79
WBC	×10 ³ cells/μL	6.04±2.24	8.58±2.46	13.22±1.46	13.37±1.91
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/μL	0.79±0.55	0.99±0.33	1.33±0.29	1.55±0.63
LYM	×10 ³ cells/μL	4.74±1.66	6.56±2.47	10.81±1.46	10.81±2.18
MONO	×10 ³ cells/μL	0.12±0.06	0.14±0.07	0.20±0.08	0.18±0.05
EOS	×10 ³ cells/μL	0.24±0.12	0.77±0.48	0.66±0.43	0.58±0.36
BASO	×10 ³ cells/μL	0.02±0.01	0.04±0.01	0.08±0.03	0.07±0.04
LUC	×10 ³ cells/μL	0.14±0.09	0.07±0.04	0.15±0.02	0.18±0.10
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.50±0.26	0.47±0.19	0.48±0.10	0.56±0.03
AST	U/L	125.80±132.32	99.30±40.06	79.30±36.69	156.90±122.70
ALT	U/L	38.90±47.43	20.30±12.51	9.00±7.70	15.10±5.58
GGT	U/L	6.10±5.24	10.70±14.62	5.00±4.96	5.60±2.65
BUN	mg/dL	19.25±4.90	18.99±3.37	21.55±5.02	19.26±0.85
Crea	mg/dL	0.42±0.17	0.35±0.02	0.52±0.37	0.18±0.14

¹⁾ CTL: general feed; G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD.

Table 147. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with gochujang by cooking method and storage period 1 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.58 ± 1.34	9.38 ± 0.60	8.89 ± 0.90	10.12 ± 0.55
HGB	g/dL	15.28 ± 1.73	15.68 ± 0.22	15.33 ± 0.76	15.73 ± 0.58
HCT	%	55.70 ± 8.35	58.65 ± 3.07	54.30 ± 4.97	58.77 ± 1.23
RBC Indices					
MCV	fL	58.05 ± 1.18	62.60 ± 0.97	61.10 ± 1.77	58.17 ± 2.02
MCH	pg	15.98 ± 0.76	16.78 ± 0.91	17.30 ± 0.95	15.57 ± 0.78
MCHC	g/dL	27.55 ± 1.30	26.78 ± 1.17	28.33 ± 1.16	26.73 ± 1.00
RDW	%	12.25 ± 0.62	12.75 ± 1.46	11.77 ± 0.59	12.6 ± 0.46
MPV	fL	8.63 ± 4.36	7.65 ± 1.33	7.43 ± 1.12	6.53 ± 0.06
PLT	× 10 ³ cells/ μL	704.00 ± 396.69	807.25 ± 176.50	741.67 ± 26.5	1015.67 ± 81.68
WBC	× 10 ³ cells/ μL	6.04 ± 2.24	12.69 ± 3.92	10.62 ± 0.98	9.85 ± 1.13
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.79 ± 0.55	1.34 ± 0.46	1.15 ± 0.09	1.21 ± 0.25
LYM	× 10 ³ cells/ μL	4.74 ± 1.66	10.42 ± 3.27	8.35 ± 0.95	7.81 ± 1.24
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.12 ± 0.06	0.15 ± 0.08	0.14 ± 0.07	0.15 ± 0.05
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.24 ± 0.12	0.55 ± 0.42	0.78 ± 0.18	0.54 ± 0.19
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.02 ± 0.01	0.07 ± 0.03	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.01
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.14 ± 0.09	0.16 ± 0.09	0.15 ± 0.16	0.10 ± 0.07
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.50 ± 0.26	0.57 ± 0.11	0.62 ± 0.08	0.50 ± 0.15
AST	U/L	125.80 ± 132.32	105.20 ± 61.90	57.30 ± 38.97	68.90 ± 51.14
ALT	U/L	38.90 ± 47.43	17.90 ± 5.69	12.00 ± 10.42	9.90 ± 8.25
GGT	U/L	6.10 ± 5.24	8.70 ± 9.57	6.80 ± 7.53	7.60 ± 11.26
BUN	mg/dL	19.25 ± 4.90	18.24 ± 0.87	18.65 ± 0.74	18.12 ± 3.07
Crea	mg/dL	0.42 ± 0.17	0.26 ± 0.02	0.26 ± 0.12	0.38 ± 0.10

¹⁾ CTL: general feed; G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD.

Table 148. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with medicinal plants by cooking method and storage period 1 day at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.58±1.34	9.44±1.13	8.95±0.92	9.99±0.2
HGB	g/dL	15.28±1.73	15.58±0.76	15.18±1.43	15.98±0.34
HCT	%	55.70±8.35	57.05±4.33	53.85±4.99	59.95±1.99
RBC Indices					
MCV	fL	58.05±1.18	60.7±3.1	60.2±2.17	60.03±1.57
MCH	pg	15.98±0.76	16.6±1.38	16.98±0.82	16.03±0.21
MCHC	g/dL	27.55±1.30	27.35±0.86	28.15±0.39	26.68±0.96
RDW	%	12.25±0.62	12.33±0.87	12.13±1.06	12.28±0.24
MPV	fL	8.63±4.36	7.4±1.19	8.98±3.02	6.85±0.61
PLT	× 10 ³ cells/ μL	704.00±396.69	901.5±274.39	498.75±297.03	769.5±239.94
WBC	× 10 ³ cells/ μL	6.04±2.24	7.89±2.72	12.38±3.18	14.72±2.66
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.79±0.55	0.73±0.37	1.17±0.44	1.23±0.29
LYM	× 10 ³ cells/ μL	4.74±1.66	6.65±2.18	10.28±2.83	12.63±2.31
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.12±0.06	0.11±0.05	0.15±0.05	0.17±0.02
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.24±0.12	0.28±0.21	0.6±0.28	0.37±0.07
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.02±0.01	0.03±0.01	0.05±0.01	0.08±0.02
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.14±0.09	0.1±0.04	0.13±0.03	0.24±0.18
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.50±0.26	0.59±0.17	0.61±0.12	0.71±0.05
AST	U/L	125.80±132.32	238.6±328.19	76±57.92	91.33±23.29
ALT	U/L	38.90±47.43	21.4±28.68	6.13±6.66	19.73±3
GGT	U/L	6.10±5.24	14.4±17.47	6.67±4.39	12.4±1.06
BUN	mg/dL	19.25±4.90	16.86±2.7	23.71±7.74	19.29±2.34
Crea	mg/dL	0.42±0.17	0.33±0.06	0.24±0.14	0.23±0.17

¹⁾ CTL: general feed; G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD.

9°C에서 1일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 혈액 분석 결과는 Table 145-148에 나타내었다. 천연물질 및 조리방법에 따른 혈액학 검사에서 WBC 수치에 대하여 모든 그룹의 수치가 정상 범위 내에서 다소 차이는 보이지만, 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 바비큐 한방 삼겹살을 급여한 그룹 (G12)에서 WBC 수치가 정상 범위 내에서 높게 나타나는 경향을 보였다. 혈청 검사의 간 및 신장과 관련된 항목인 AST, ALT, Creatinine에 대해서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 크레아티닌 항목에 대해서는 팬프라이닝 일반 삼겹살을 급여한 그룹 (G2)에서 정상 범위 내에서 높은 경향을

보였고, AST 항목은 비가열 한방 삼겹살을 급여한 그룹 (G1)에서 높은 경향을 보였으며, ALT 항목은 CTL을 제외하고 비가열 한방 삼겹살에서 높은 경향을 보였다. 따라서 마우스 혈액 검사를 통한 천연소재 별 독성은 나타나지 않는 것으로 판단된다.

(라) 9±1℃에서 5일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 흑색돈 삼겹살

Table 149. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) by cooking method and storage period 5 days at 9℃

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/ μL	9.53±0.82	9.52±0.23	9.94±0.84	9.74±0.53
HGB	g/dL	15.20±0.70	15.68±0.43	16.05±0.88	15.67±0.32
HCT	%	54.83±3.01	57.18±2.20	58.23±4.82	57.37±1.81
RBC Indices					
MCV	fL	57.60±2.41	60.00±1.97	58.60±0.48	58.93±1.86
MCH	pg	15.97±0.68	16.45±0.13	16.20±0.41	16.13±0.55
MCHC	g/dL	27.73±0.23	27.43±0.88	27.60±0.70	27.33±0.40
RDW	%	12.37±0.23	12.68±0.19	12.90±0.35	12.53±0.95
MPV	fL	7.43±1.99	8.13±1.58	7.25±0.90	6.83±1.07
PLT	×10 ³ cells/ μL	578.00±336.51	742.00±307.35	745.75±168.41	762.67±248.71
WBC	×10 ³ cells/ μL	6.72±2.47	7.33±3.15	7.88±2.83	10.96±0.10
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/ μL	0.74±0.56	0.98±0.30	0.74±0.17	1.42±0.44
LYM	×10 ³ cells/ μL	5.50±1.92	5.84±2.77	6.33±2.80	8.97±0.66
MONO	×10 ³ cells/ μL	0.14±0.05	0.10±0.03	0.07±0.03	0.12±0.01
EOS	×10 ³ cells/ μL	0.18±0.09	0.28±0.13	0.63±0.46	0.29±0.17
BASO	×10 ³ cells/ μL	0.03±0.01	0.04±0.01	0.04±0.02	0.07±0.05
LUC	×10 ³ cells/ μL	0.15±0.11	0.09±0.04	0.08±0.06	0.10±0.03
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.56±0.22	0.44±0.24	0.62±0.08	0.6±0.11
AST	U/L	101.50±54.80	124.20±66.41	85.8±60.13	108.7±35.22
ALT	U/L	19.00±7.08	16.40±18.59	12.7±12.86	24.2±21.2
GGT	U/L	11.40±17.08	14.30±13.61	10.5±9.33	14.7±19.43
BUN	mg/dL	21.73±3.71	19.86±6.88	19.95±4.25	28.6±7.94
Crea	mg/dL	0.28±0.10	0.29±0.14	0.43±0.37	0.19±0.17

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork belly, G2: pan fry over cooked pork belly, G3: barbecue over cooked pork belly ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD.

Table 150. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with blackcurrant by cooking method and storage period 5 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/ μL	9.53±0.82	9.71±0.48	9.73±0.63	10.37±0.50
HGB	g/dL	15.20±0.70	15.73±0.55	16.08±1.12	16.03±0.21
HCT	%	54.83±3.01	57.88±3.20	59.20±3.72	60.07±1.52
RBC Indices					
MCV	fL	57.60±2.41	59.58±0.52	60.88±1.04	57.97±2.80
MCH	pg	15.97±0.68	16.23±0.39	16.53±0.24	15.50±0.89
MCHC	g/dL	27.73±0.23	27.23±0.90	27.10±0.27	26.73±0.68
RDW	%	12.37±0.23	12.43±0.17	12.35±0.70	12.57±0.15
MPV	fL	7.43±1.99	7.20±1.25	7.30±0.80	6.80±0.70
PLT	×10 ³ cells/ μL	578.00±336.51	813.75±310.51	805.50±318.65	806.67±322.01
WBC	×10 ³ cells/ μL	6.72±2.47	9.49±2.84	10.43±4.79	11.99±4.30
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/ μL	0.74±0.56	1.19±0.17	0.93±0.44	1.21±0.81
LYM	×10 ³ cells/ μL	5.50±1.92	7.49±2.59	8.37±4.51	9.90±3.74
MONO	×10 ³ cells/ μL	0.14±0.05	0.16±0.05	0.17±0.08	0.17±0.07
EOS	×10 ³ cells/ μL	0.18±0.09	0.51±0.29	0.83±0.46	0.48±0.20
BASO	×10 ³ cells/ μL	0.03±0.01	0.05±0.02	0.05±0.02	0.07±0.05
LUC	×10 ³ cells/ μL	0.15±0.11	0.08±0.01	0.09±0.06	0.17±0.11
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.56±0.22	0.42±0.17	0.56±0.08	0.52±0.11
AST	U/L	101.50±54.80	119.10±72.88	74.60±21.46	101.20±118.05
ALT	U/L	19.00±7.08	15.80±12.98	13.60±11.10	9.30±7.67
GGT	U/L	11.40±17.08	12.90±12.99	3.40±5.47	5.30±3.46
BUN	mg/dL	21.73±3.71	17.91±2.52	22.58±4.06	18.30±1.91
Crea	mg/dL	0.28±0.10	0.36±0.03	0.53±0.37	0.19±0.15

¹⁾ CTL: general feed; G4: raw pork belly with blackcurrant, G5: pan fry over cooked pork belly with blackcurrant, G6: barbecue over cooked pork belly with blackcurrant ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD.

Table 151. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with gochujang by cooking method and storage period 5 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/ μL	9.53±0.82	9.56±0.46	9.17±0.92	9.96±0.50
HGB	g/dL	15.20±0.70	15.73±0.49	15.53±0.73	15.70±0.52
HCT	%	54.83±3.01	57.90±3.17	55.55±4.76	58.73±1.22
RBC Indices					
MCV	fL	57.60±2.41	60.60±2.87	60.65±1.70	59.03±1.82
MCH	pg	15.97±0.68	16.43±0.42	17.00±0.98	15.77±0.93
MCHC	g/dL	27.73±0.23	27.18±1.60	28.05±1.10	26.7±0.95
RDW	%	12.37±0.23	13.03±0.54	12.33±1.21	12.6±0.46
MPV	fL	7.43±1.99	7.05±0.50	7.33±0.94	6.50±0.00
PLT	×10 ³ cells/ μL	578.00±336.51	905.25±45.75	692.50±100.69	935.67±205.8
WBC	×10 ³ cells/ μL	6.72±2.47	11.65±4.41	10.75±2.70	11.39±1.81
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/ μL	0.74±0.56	1.16±0.37	1.18±0.41	1.40±0.12
LYM	×10 ³ cells/ μL	5.50±1.92	9.77±3.72	8.79±2.28	9.22±1.91
MONO	×10 ³ cells/ μL	0.14±0.05	0.14±0.08	0.13±0.06	0.16±0.06
EOS	×10 ³ cells/ μL	0.18±0.09	0.38±0.19	0.42±0.20	0.44±0.17
BASO	×10 ³ cells/ μL	0.03±0.01	0.07±0.03	0.07±0.03	0.05±0.01
LUC	×10 ³ cells/ μL	0.15±0.11	0.14±0.10	0.18±0.12	0.12±0.06
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.56±0.22	0.40±0.26	0.62±0.08	0.35±0.22
AST	U/L	101.50±54.80	117.30±51.56	95.70±71.13	79.70±47.03
ALT	U/L	19.00±7.08	15.20±11.14	14.90±9.48	10.40±8.19
GGT	U/L	11.40±17.08	13.50±14.17	4.60±3.72	15.80±13.94
BUN	mg/dL	21.73±3.71	14.90±2.48	19.55±1.25	19.70±2.49
Crea	mg/dL	0.28±0.10	0.31±0.04	0.27±0.09	0.31±0.05

¹⁾ CTL: general feed; G7: raw pork belly with gochujang, G8: pan fry over cooked pork belly with gochujang, G9: barbecue over cooked pork belly with gochujang ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; Data presented as mean ± SD.

Table 152. Blood analysis of group fed general feed and pork belly (Berkshire) with medicinal plants by cooking method and storage period 5 days at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.53±0.82	7.91±2.49	10.37±0.37	9.65±0.78
HGB	g/dL	15.20±0.70	11.93±6.49	16.53±0.17	15.48±1.15
HCT	%	54.83±3.01	48.38±15.91	61.95±2.19	57.53±4
RBC Indices					
MCV	fL	57.60±2.41	60.8±3.39	59.75±1.1	59.73±2.15
MCH	pg	15.97±0.68	13.83±6.02	15.95±0.52	16.05±0.13
MCHC	g/dL	27.73±0.23	22.48±9.24	26.7±0.98	26.93±0.85
RDW	%	12.37±0.23	12.55±0.86	12.68±0.26	12.65±0.67
MPV	fL	7.43±1.99	7.75±1.03	6.9±0.47	7.03±0.85
PLT	× 10 ³ cells/ μL	578.00±336.51	746.5±366.37	865.75±202.46	962.75±166.8
WBC	× 10 ³ cells/ μL	6.72±2.47	9.34±2.84	11.36±3.25	14.43±3.63
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.74±0.56	0.96±0.45	1.06±0.39	1.11±0.36
LYM	× 10 ³ cells/ μL	5.50±1.92	7.69±2.12	9.61±3.04	12.37±3.09
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.14±0.05	0.12±0.04	0.12±0.02	0.15±0.04
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.18±0.09	0.43±0.36	0.34±0.15	0.54±0.32
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.03±0.01	0.03±0	0.07±0.01	0.07±0.03
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.15±0.11	0.11±0.02	0.16±0.08	0.2±0.17
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.56±0.22	0.57±0.25	0.45±0.26	0.63±0.14
AST	U/L	101.50±54.80	253±321.53	94.4±52.65	58.8±41.52
ALT	U/L	19.00±7.08	26.1±25.98	7.07±6.6	7.6±9.15
GGT	U/L	11.40±17.08	17.3±15.92	10.53±4.16	7.33±5.06
BUN	mg/dL	21.73±3.71	16.82±1.59	18.17±1.84	23.63±7.82
Crea	mg/dL	0.28±0.10	0.26±0.08	0.28±0.14	0.32±0.11

¹⁾ CTL: general feed; G10: raw pork belly with medicinal plants, G11: pan fry over cooked pork belly with medicinal plants, G12: barbecue over cooked pork belly with medicinal plants

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; LUC:

³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Data presented as mean ± SD.

9℃에서 5일 저장한 흑색돈 일반 삼겹살 및 천연소재 적용 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 혈액 분석 결과는 Table 149-152에 나타내었다. 천연물질 및 조리방법에 따른 혈액학 검사에서 모든 검사항목에서 유의적인 차이가 나타나지 않은 것으로 보아 천연물질에 따른 독성은 나타나지 않는 것으로 판단된다.

동물실험을 통한 독성 검사를 위하여 혈액 성분과 간과 신장 질환을 확인할 수 있는 혈청 독성 평가를 진행하였을 때, 저장 기간 및 돼지 종류 내에서 천연소재 별 독성 평가 결과는 5일 저장한 백색돈 삼겹살을 제외하고 유의적으로 차이가 나타나지 않았다. 저장 기간에 따른 천연소재, 조리방법, 돼지 종류에 대해서는 유의적 차이가 나타나지 않았고 모두 정상 범위 내 수치를 보였기 때문에 독성이 나타나지 않음을 확인하였다. 질환 및 독성의 기준치를 초과하지 않았지만 일반 삼겹살 대비 혈청 독성 평가에서 블랙커런트를 적용한 삼겹살이 안정적인 수치를 보이며 조리 방법 및 저장 기간에 대하여 독성 저감 효과를 기대해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

최종적으로 전반적으로 동물 실험 결과에서 독성 기준치와 비교하였을 때 독성이 나타나지 않았다. 저장 기간에 따른 동물 실험 결과, 5일차 저장한 백색돈 및 흑색돈에 비해 1일차 저장한 백색돈 및 흑색돈에서 상대적으로 독성관련 수치가 낮은 경향을 나타냈다. 조리 방법에 따른 동물 실험 결과, 비가열, 팬프라이닝 과조리 및 바비큐 과조리 가열 방법에서 독성의 차이가 나타나지 않았다. 천연소재에 따른 동물 실험의 결과, 블랙커런트 소재를 적용한 삼겹살에서 상대적으로 독성관련 수치가 낮은 경향을 보였다. 따라서, 블랙커런트를 육제품에 적용했을 때, 조리 시 발생하는 독성 저감 효과를 기대할 수도 있고, 식육 가공품 개발에 도움을 줄 수 있을 것이라 판단되나, 통계적인 유의차가 없기 때문에 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

2-3. 3차년도 연구 수행 내용 및 결과

[주관기관 : 우진푸드]

○ 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 현장 대량생산시스템 구축 및 산업화

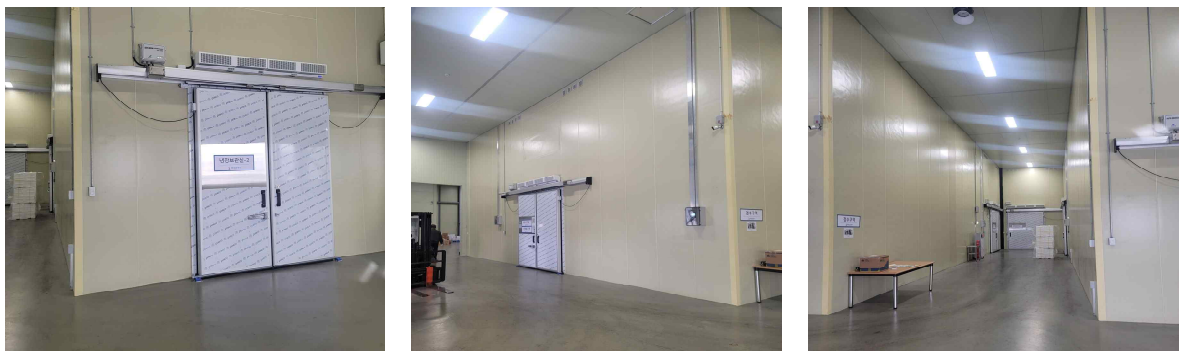
가. 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 대량 생산시스템 구축

(1) 천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품의 대량 생산 시스템 구축 및 생산

(가) 육제품의 대량생산 시스템 - 생산성 향상을 위한 설비(생산현장확보)급속동결, 냉장 동결 장소 등)

① 생산공장확보(2020년 8월 완공)

내용	면적
대지	5,000㎡
공장면적	4,319㎡
현장면적	1,833㎡
냉동창고면적	455㎡
냉장창고면적	158㎡



② 설비확보현황(위생설비, 제조설비)

[위생설비 확보현황]

설비명	세부설비명	작동 및 점검방법
위생 설비	장화소독기	정상작동, 청결상태, 온풍작동여부
	손세정대	정상작동, 청결상태, 급·배수상태
	에어샤워기	정상작동, 청결상태, 필터관리, 필터주기
	손소독기	정상작동, 청결상태, 소독액 잔량
	장화세척기	세척술 및 세척기 청결상태, 급·배수상태
	에어커튼	정상작동, 청결상태, 모터 소음
	포충등	정상작동, 청결상태, 램프상태, 끈끈이교체
	워터릴	급수여부, 노즐 파손여부, 분사 적정여부
	앞치마소독기	정상작동, 청결상태, 소독액 잔량, 온풍작동여부
	칼, 도마 소독기	정상작동, 청결상태, 소독액 잔량, 온풍작동여부
	에어건	정상작동, 컴프레서 이상여부, 분사 이상여부

[제조설비 확보현황]

설비명	세부설비명	작동 및 점검방법
제조 시설	슬라이스기	청결상태, 작동상태, 이상소음
	고속절단기	청결상태, 작동상태, 이상소음
	미트썰퍼기	정상작동, 청결상태, 소음발생, 벨트장력
	미트믹스기	정상작동, 청결상태, 소음발생, 벨트장력
	진공스타퍼	정상작동, 충전입구 상태, 청결상태
	칼집기	청결상태, 파손여부
	밀링기	청결상태, 정상작동여부, 이상소음
	수액기	이상소음, 청결상태, 소음상태
	베터믹스기	내부청결상태, 작동상태, 이상소음
	빵가루코팅기	내부청결상태, 작동상태, 이상소음
	빵가루공급기	내부청결상태, 이상소음
	H-성형기	내부청결상태, 파손여부
	타분기	청결상태, 입구상태, 이상소음
	등심성형기	성형상태, 파손여부, 청결상태
	포션육성형기	파손여부, 청결상태, 정상작동
	중량 선별기	파손여부, 청결상태, 벨트정상작동
	네트 컨베어	파손여부, 청결상태, 벨트정상작동
	벨트 컨베어	파손여부, 청결상태, 벨트정상작동
	냉각 컨베어	파손여부, 청결상태, 벨트정상작동
	진공포장기	접착부 상태, 포장의 적정 여부, 청결상태
	금속탐지기	벨트정상작동, 검출여부(부저작동), 청결상태
	밴드실러	접착부 상태, 포장의 적정 여부, 청결상태
	트레이포장기	접착부 상태, 포장의 적정 여부, 청결상태
	저울	정상작동, 청결상태, 영점확인, 검교정확인
	웨곤	파손여부, 청결상태, 마퀴 구동상태
	작업대	청결상태, 파손여부
	전기후라이어	청결상태, 튀김기정상작동, 파손여부
	골절기	파손여부, 청결상태, 이상소음

(2) 개발제품의 판로개척

(가) 인터넷쇼핑몰을 통한 판매와 지역별 생산공장 및 판로 확보

① 인터넷 쇼핑몰 판로 확보

- ㉠ 썬비앤에프(서울시 금천구소재)
- ㉡ 에스엘푸드(경기도 화성시 소재)
- ㉢ 농협몰 --- 직영
- ㉣ 11번가 --- 직영
- ㉤ 쿠팡 --- 직영
- ㉥ 똥자네 --- 대구소재



[오프라인 및 온라인 판매경로]

[인터넷 쇼핑몰을 통한 판매]

② 지역별 생산공장 확보 현황

- ㉠ 부산,경남 --- 우진푸드 본사
- ㉡ 대구, 경북, 서울, 경기 --- 우진푸드 중부지점
- ㉢ 충청, 전라, 서울, 경기 --- 대서푸드(천안시 소재)
- ㉣ 대구, 경북 --- 신규업체 선정중(경산소재..)
- ㉤ 서울, 경기 --- 신규업체 선정중(하남소재..)

③ 간편성을 갖춘 편의점을 통한 판매망구축

- ㉠ GS-25시 --- 1차 선정 후 슬리브 제작 진행중 코로나 사태로 진행중단
- ㉡ CU --- 진행중(샘플전달)
- ㉢ 행복편의점 --- 진행중(샘플전달)

④ 대규모 급식을 통한 납품처 확보

- ㉠ 이바덤 감자탕 --- 월 20,000장 납품
- ㉡ 원앤원 --- 월 8,000여장 납품
- ㉢ 대상베스트코 --- 샘플테스트 중(2021년 3월급식분)

나. 천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품의 제 1,2 협동연구기관 및 위탁연구기관에 제공

	
<p>돈가스</p>	<p>블랙커런트돈가스</p>
	
<p>훈제삼겹살</p>	<p>한방훈제삼겹살</p>



[천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품(협동연구기관 및 위탁연구기관에 제공)]

다. 본 연구결과를 통한 제품화



[천연물질 및 전통식품을 활용한 제품화 사례]

[제1협동연구기관 : 경상국립대학교]

○ 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 제조공정 확립 및 유통기한 설정

• 돈가스 제조공정 확립 및 유통기한 설정

가. 돈가스 제조공정 확립

(1) 돈가스 Formula

원부재료명	구성비(%)
돈육	65.17
빵가루	23.10
밀가루	4.60
계란	1.42
우유(분유)	1.70
소금	0.55
후추	0.30
생강	0.50
마늘	0.68
양파	0.40
L-글루탐산나트륨	0.04
폴리인산나트륨	0.04
시나몬	0.01
산탄검	0.04
지방산글리세린	0.02
블랙커런트	1.43
총계	100

(2) 돈가스 제조공정도 및 공정별 작업표준

(가) 돈가스 가열 전 냉동 유통 시

① 돈가스 제조공정도

공정명	사용기계	
원료육 준비	Frozen slicer, Tenderizer	
염지혼합	밀폐 용기	
숙성	냉장고	
계란 입히기	Batter	
빵가루 입히기	Batter	
급속동결	Freezer	
포장	Vacuum chamber	
박싱	Taping machine	
냉동보관	냉동고	

② 돈가스 공정별 작업표준

㉠ 원부재료 준비

- 돼지등심을 두께 1cm로 슬라이스하여 연육기로 2회 다진다.
- Spiced oil을 적당량 용기에 준비

㉡ 염지혼합 및 숙성 : 준비된 등심을 Spiced oil을 발라 4℃ 냉장고에서 1일간 재운다.

㉢ 계란 입히기 : 미즈파우다:물을 1:2로 혼합하여 재운 등심에 옷을 입힌다.

㉣ 배터링 : 빵가루를 고루 입힌다(생빵가루 사용 시 눅눅하지 않음).

㉤ 급속동결 : -40℃ 이하 온도에서 신속하게 동결시킨다.

㉥ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 썰링한다(내부 PE).

㉦ 박싱 : Tapping machine을 이용하여 카톤박스에 포장

㉧ 냉동보관 : 진공포장된 육을 -18℃ 이하 온도에서 보관한다.

* 제품의 특징 및 주의사항

- 자주 뒤집으면 육질이 질겨진다.
- 적당량은 표면에 묻어 날 수 있는 정도이며 덩어리져서는 안 된다.

(나) 돈가스 가열 후 냉동 유통 시

① 돈가스 제조공정도

공정명	사용기계	
원료육 준비	Frozen slicer, Tenderizer	
염지혼합	밀폐 용기	
숙성	냉장고	
계란 입히기	Batter	
빵가루 입히기	Batter	
열처리	Smoke house, Grill, Pan	
냉각	-	
급속동결	Freezer	
포장	Vacuum chamber	
박싱	Taping machine	
냉동보관	냉동고	

② 돈가스 공정별 작업표준

㉠ 원부재료 준비

- 돼지등심을 두께 1cm로 슬라이스하여 연육기로 2회 다진다.
- Spiced oil을 적당량 용기에 준비

㉡ 염지혼합 및 숙성 : 준비된 등심을 Spiced oil을 발라 4℃ 냉장고에서 1일간 재운다.

㉢ 계란 입히기 : 미즈파우다:물을 1:2로 혼합하여 재운 등심에 옷을 입힌다.

㉣ 배터링 : 빵가루를 고루 입힌다(생빵가루 사용 시 눅눅하지 않음).

㉤ 급속동결 : -40℃ 이하 온도에서 신속하게 동결시킨다.

㉞ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 썰링한다(내부 PE).

㉟ 박싱 : Tapping machine을 이용하여 카톤박스에 포장

㊱ 냉동보관 : 진공포장된 육을 -18℃ 이하 온도에서 보관한다.

* 제품의 특징 및 주의사항

- 자주 뒤집으면 육질이 질겨진다.





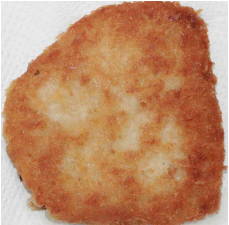











- 적당량은 표면에 묻어 날 수 있는 정도이며 덩어리져서는 안 된다.

나. 돈가스 유통기한 설정 실험 결과

(1) 돈가스 시험 설계 및 저장조건

처리구	조건	제품조건	저장조건
C	대조구	가열 전 냉동	-18℃/0, 3, 6, 9개월
T1	블랙커런트 1.43%		

- 관능 평가를 위한 가열조건 : 빵가루를 살짝 털어낸 후 Pan에 30ml 식용유를 붓고 센불 후 약한 불로 조절하면서 앞 6, 뒤 6, 총 12분 열처리함

처리구		0개월	3개월	6개월	9개월
C	가열 전				
	가열 후				
T1	가열 전				
	가열 후				

(2) 돈가스 시험 결과

Table 153. Infrared moisture (%)

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Moisture	C	64.56±0.51 ^a	63.84±0.23 ^{Aa}	61.78±1.57 ^b	61.18±0.78 ^b
	T1	64.00±0.00 ^a	61.11±0.51 ^{Bb}	59.13±1.70 ^c	60.77±0.18 ^{bc}

Table 153은 돈가스 제조 시 무침가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 수분 함량의 변화를 나타내었다.

수분 함량은 처리 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 유의적으로 낮아졌다.

Table 154. Physicochemical characteristics

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
pH	C	5.67±0.03 ^{Ab}	5.66±0.03 ^{Ab}	5.83±0.07 ^{Ba}	5.69±0.02 ^{Bb}
	T1	5.02±0.02 ^{Bb}	4.95±0.02 ^{Bc}	6.39±0.03 ^{Aa}	6.36±0.03 ^{Aa}
WHC (%)	C	94.70±0.40 ^b	96.98±1.59 ^a	96.06±1.06 ^{ab}	90.80±1.02 ^{Bc}
	T1	95.19±1.22 ^b	97.38±0.82 ^a	94.00±1.76 ^{bc}	93.05±1.18 ^{Ac}
Cooking loss (%)	C	6.71±2.13 ^b	16.57±0.66 ^a	6.27±2.34 ^b	2.64±2.18 ^b
	T1	5.39±1.04 ^b	15.72±1.24 ^a	5.51±1.70 ^b	3.67±2.48 ^b
Shear force (g/cm ²)	C	2.54±0.15	2.94±1.26	2.68±0.11 ^B	2.37±0.24 ^B
	T1	2.74±0.19	3.38±0.81	3.19±0.26 ^A	3.33±0.45 ^A

Table 154는 돈가스 제조 시 무침가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 이화학적 특성 변화를 나타내었다.

전단가는 대조구 대비 처리구가 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 pH는 유의적으로 높아지는 반면, WHC는 유의적으로 낮아졌다.

Table 155. DPPH radical scavenging activity (%)

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
DPPH	C1	13.20	9.48	5.49	3.50
	T1	36.09	13.63	11.09	9.03

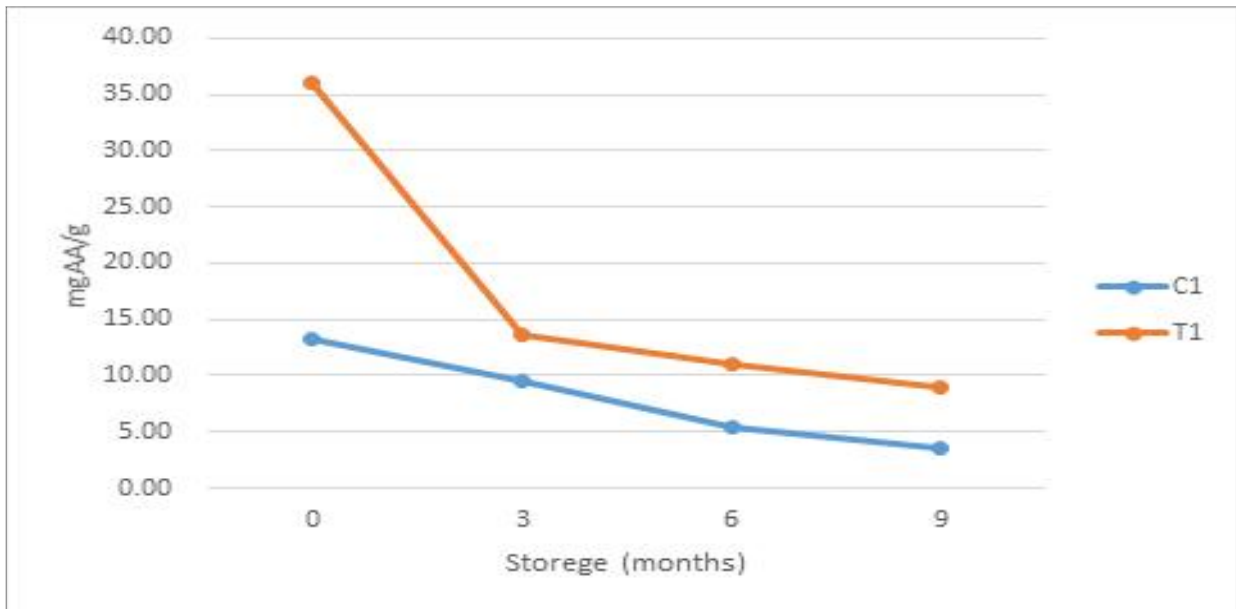


Figure 166. DPPH radical scavenging activity (%).

Table 155과 Figure 166은 돈가스 제조 시 무첨가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18°C 에서 9개월간 냉동보관하면서 DPPH 라디칼 소거능 변화를 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거능은 대조구 대비 처리구가 저장 초기에는 매우 높았으나 9개월 저장 시 그 차이가 적게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 유의적으로 낮아졌다.

Table 156. Texture properties

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Hardness (kg)	C	0.43 ± 0.07^{ab}	0.50 ± 0.07^a	0.45 ± 0.09^{Aab}	0.35 ± 0.07^{Bb}
	T1	0.46 ± 0.12^a	0.51 ± 0.10^a	0.21 ± 0.03^{Bb}	0.55 ± 0.05^{Aa}
Surf. Hardness (kgf)	C	0.43 ± 0.07^{ab}	0.50 ± 0.07^a	0.45 ± 0.09^{Aab}	0.35 ± 0.07^{Bb}
	T1	0.46 ± 0.12^a	0.51 ± 0.10^a	0.21 ± 0.03^{Bb}	0.55 ± 0.05^{Aa}
Cohesiveness (%)	C	0.43 ± 0.14	0.43 ± 0.23	0.49 ± 0.23	0.36 ± 0.15^B
	T1	0.51 ± 0.03	0.50 ± 0.09	0.56 ± 0.09	0.56 ± 0.09^A
Springiness (mm)	C	0.97 ± 0.08	1.19 ± 0.27	1.19 ± 0.43	1.17 ± 0.23
	T1	1.01 ± 0.01^a	1.00 ± 0.01^{ab}	1.00 ± 0.00^{ab}	0.99 ± 0.01^b
Gumminess (kg)	C	0.19 ± 0.06	0.21 ± 0.10	0.23 ± 0.15	0.12 ± 0.02^B
	T1	0.24 ± 0.07^a	0.26 ± 0.07^a	0.12 ± 0.03^b	0.31 ± 0.04^{Aa}
Chewiness (kg,mm)	C	0.18 ± 0.07	0.27 ± 0.20	0.32 ± 0.35	0.14 ± 0.05^B
	T1	0.24 ± 0.07^a	0.26 ± 0.07^a	0.12 ± 0.03^b	0.31 ± 0.04^{Aa}
Adhesiveness	C	0.06 ± 0.03^b	0.11 ± 0.04^{Aa}	0.08 ± 0.02^{Aab}	0.07 ± 0.03^{ab}
	T1	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.03^B	0.04 ± 0.01^B	0.05 ± 0.02

Table 156는 돈가스 제조 시 무침가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 조직감의 변화를 나타내었다. 조직감의 모든 항목(경도, 표면경도, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성, 부착성)은 대조구와 처리구 간에는 물론, 저장기간이 경과함에 따라서도 두 처리구 공히 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 157. Meat color (horizontal section)

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
L*	C	64.18±3.65 ^{ab}	60.19±0.67 ^{Ab}	63.63±2.93 ^{Ab}	67.66±3.82 ^a
	T1	63.13±1.23 ^a	57.05±1.62 ^{Bb}	55.54±1.78 ^{Bb}	63.23±2.04 ^a
a*	C	9.17±1.81 ^a	6.35±1.09 ^b	4.33±1.47 ^{Bb}	4.10±2.00 ^b
	T1	9.56±0.70 ^a	7.98±1.26 ^{ab}	7.60±0.93 ^{Ab}	5.97±1.29 ^c
b*	C	12.29±0.63 ^{Ab}	11.37±0.77 ^{Ab}	12.49±0.55 ^{Ab}	13.88±0.91 ^{Aa}
	T1	9.11±0.41 ^{Bb}	9.27±1.12 ^{Bab}	10.41±0.87 ^{Ba}	10.04±0.42 ^{Bab}
W	C	27.32±4.72 ^B	26.08±2.14	26.16±3.46	26.02±6.26 ^B
	T1	35.79±1.21 ^{Aa}	29.22±2.94 ^b	24.30±3.10 ^c	33.10±2.05 ^{Aa}
C	C	15.39±1.18 ^{Aa}	13.05±0.99 ^b	13.27±0.74 ^b	14.55±1.42 ^{Aab}
	T1	13.23±0.51 ^{Ba}	12.32±0.55 ^{bc}	12.92±0.62 ^{ab}	11.73±0.48 ^{Bc}
h	C	53.52±5.71 ^{Ab}	54.94 14.33 ^b	71.04±6.04 ^{Aa}	74.02±6.54 ^{Aa}
	T1	43.66±2.67 ^{Bc}	49.28±7.48 ^{bc}	53.87±4.93 ^{Bab}	59.43±6.28 ^{Ba}

* W = L* - 3b*.

Table 157는 돈가스 제조 시 무침가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 제품 수평 단면색의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 b*값은 유의적으로 높게 나타난 반면, L*값은 유의적으로 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 b*값은 유의적으로 높아진 반면, a*값은 유의적으로 낮아졌으며, L*값은 대조구만 유의적으로 높아졌다.

Table 158. Meat color (vertical section)

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
L*	C	60.32±1.00 ^a	51.90±2.68 ^c	54.99±0.36 ^b	58.82±0.94 ^{Ba}
	T1	60.31±0.63 ^a	55.75±3.63 ^b	56.79±1.20 ^b	60.72±1.20 ^{Aa}
a*	C	12.71±1.84 ^a	10.15±2.31 ^{Ab}	7.78±0.93 ^{Abc}	6.94±0.70 ^{Ac}
	T1	12.59±0.64 ^a	6.52±0.97 ^{Bb}	4.90±0.67 ^{Bc}	5.44±0.61 ^{Bbc}

b*	C	11.74±0.75 ^a	9.14±1.80 ^b	10.91±1.19 ^a	12.08±0.36 ^{Ba}
	T1	12.51±0.36 ^a	10.79±1.32 ^b	9.66±0.86 ^b	12.94±0.42 ^{Aa}
W	C	25.09±2.96	24.49±4.37	22.27±3.47	22.57±1.08
	T1	22.78±1.20 ^b	23.39±1.16 ^b	27.82±2.93 ^a	21.91±2.05 ^b
C	C	17.31±1.86 ^a	13.87±1.11 ^b	13.42±1.15 ^{Ab}	13.94±0.62 ^b
	T1	17.75±0.69 ^a	12.65±1.10 ^c	10.84±0.91 ^{Bd}	14.04±0.53 ^b
h	C	42.93±2.29 ^b	42.35 11.38 ^{Bb}	54.45±4.22 ^{Ba}	60.16±2.03 ^{Ba}
	T1	44.85±0.88 ^c	58.68±5.61 ^{Ab}	63.08±3.02 ^{Aab}	67.20±2.10 ^{Aa}

* W = L* - 3b*

Table 158은 돈가스 제조 시 무첨가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 제품 수직 단면색의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 b*값은 유의적으로 높게 나타난 반면, a*값은 유의적으로 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 a*값은 유의적으로 낮아졌다.

Table 159. TBARS, VBN and microorganisms

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
TBARS (mg/100g)	C	0.08±0.00 ^{Bd}	0.27±0.04 ^c	1.19±0.17 ^{Bb}	3.05±0.08 ^{Ba}
	T1	0.11±0.01 ^{Ac}	0.26±0.02 ^c	2.16±0.19 ^{Ab}	4.93±0.10 ^{Aa}
VBN (mg%)	C	7.47±0.18 ^d	9.97±0.16 ^{Ac}	12.03±0.21 ^{Ab}	13.57±0.53 ^{Aa}
	T1	6.80±2.18 ^b	8.62±0.16 ^{Bab}	8.99±0.29 ^{Bab}	9.55±0.29 ^{Ba}
TPC (log ₁₀ CFU)	C	5.13±0.07 ^{ab}	5.35±0.03 ^{Aa}	4.97±0.10 ^{Ab}	4.49±0.14 ^c
	T1	5.33±0.01 ^a	4.94±0.01 ^{Bb}	4.57±0.06 ^{Bc}	4.17±0.16 ^d
<i>Lactobacillus</i> (log ₁₀ CFU)	C	4.95±0.01 ^{Aa}	5.05±0.06 ^a	5.01±0.01 ^{Aa}	4.69±0.06 ^b
	T1	4.81±0.03 ^{Bb}	4.94±0.01 ^a	4.69±0.05 ^{Bc}	4.69±0.02 ^c
Coliform (log ₁₀ CFU)	C	2.08±0.11 ^A	2.18±0.04 ^A	2.21±0.04 ^A	1.06±1.49
	T1	1.39±0.13 ^B	1.54±0.08 ^B	1.95±0.00 ^B	0.93±1.31

Table 159, Figure 154~158은 돈가스 제조 시 무첨가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 TBARS, VBN 및 미생물수의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 VBN, TPC, LAB 및 대장균군은 유의적으로 낮게 나타난 반면, TBARS는 유의적으로 높게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 TPC 및 LAB는 유의적으로 낮아지는 반면, TBARS 및 VBN은 유의적으로 높아졌다.

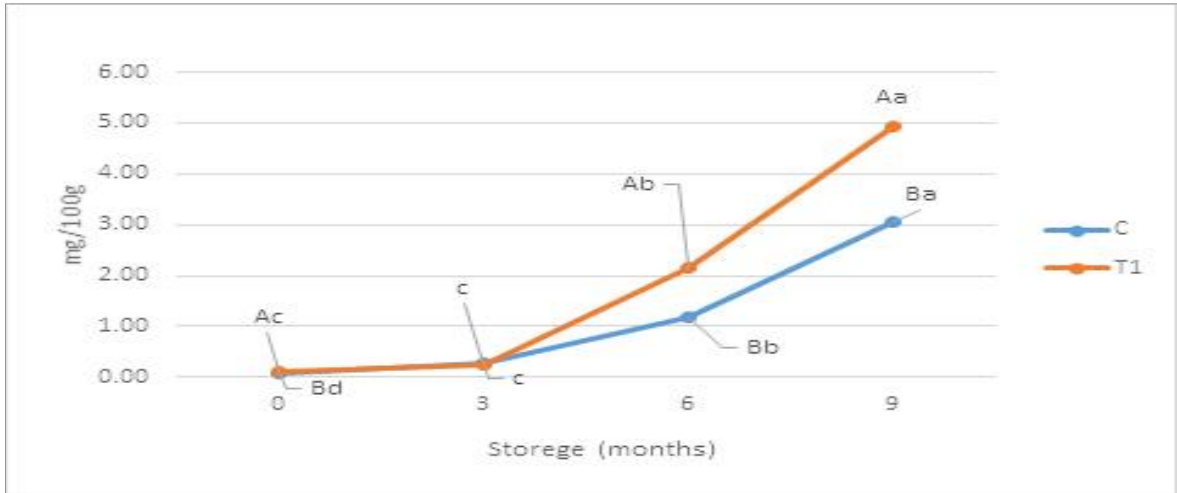


Figure 167. TBARS.



Figure 168. VBN.



Figure 169. TPC.

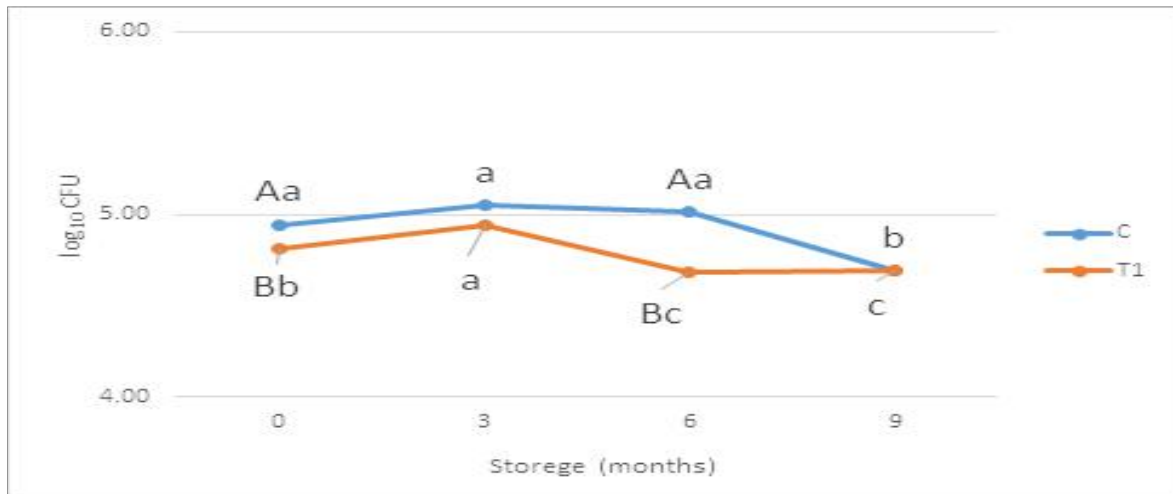


Figure 170. *Lactobacillus*.

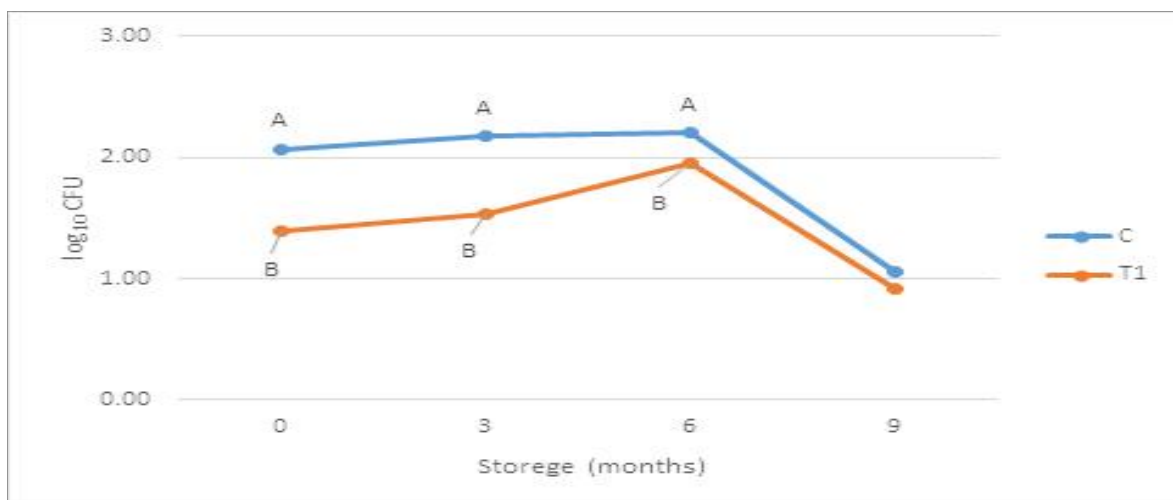


Figure 171. Coliform.

Table 160. Sensory score¹⁾ after cooking

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Aroma	C1	1.00±0.00 ^{Bb}	1.36±0.50 ^a	1.20±0.42 ^{Bab}	1.00±0.00 ^{Bb}
	T1	2.00±0.00 ^{Aa}	1.64±0.50 ^b	1.80±0.42 ^{Aab}	2.00±0.00 ^{Aa}
Flavor	C1	1.27±0.47 ^B	1.45±0.52	1.30±0.48	1.30±0.48
	T1	1.73±0.47 ^A	1.55±0.52	1.70±0.48	1.70±0.48
Color	C1	1.00±0.00 ^{Bb}	1.27±0.47 ^{Ba}	1.00±0.00 ^{Bb}	1.00±0.00 ^{Bb}
	T1	2.00±0.00 ^{Aa}	1.73±0.47 ^{Ab}	2.00±0.00 ^{Aa}	2.00±0.00 ^{Aa}
Tenderness	C1	1.82±0.40 ^{Aa}	1.36±0.50 ^b	1.30±0.48 ^b	1.50±0.53 ^{ab}
	T1	1.18±0.40 ^{Bb}	1.64±0.50 ^a	1.70±0.48 ^a	1.50±0.53 ^{ab}
Overall acceptability	C1	1.00±0.00 ^{Bb}	1.45±0.52 ^a	1.20±0.42 ^{Bab}	1.20±0.42 ^{Bab}
	T1	2.00±0.00 ^{Aa}	1.55±0.52 ^b	1.80±0.42 ^{Aab}	1.80±0.42 ^{Aab}

¹⁾ Sensory scores ranking method, 1=very good, 2=very poor.

Table 160, Figure 172~174는 돈가스 제조 시 무첨가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 가열 후 관능평가 결과의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 향, 색 및 전체 기호도가 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 유의적인 차이를 보이지 않았다.



Figure 172. Panel aroma scores.

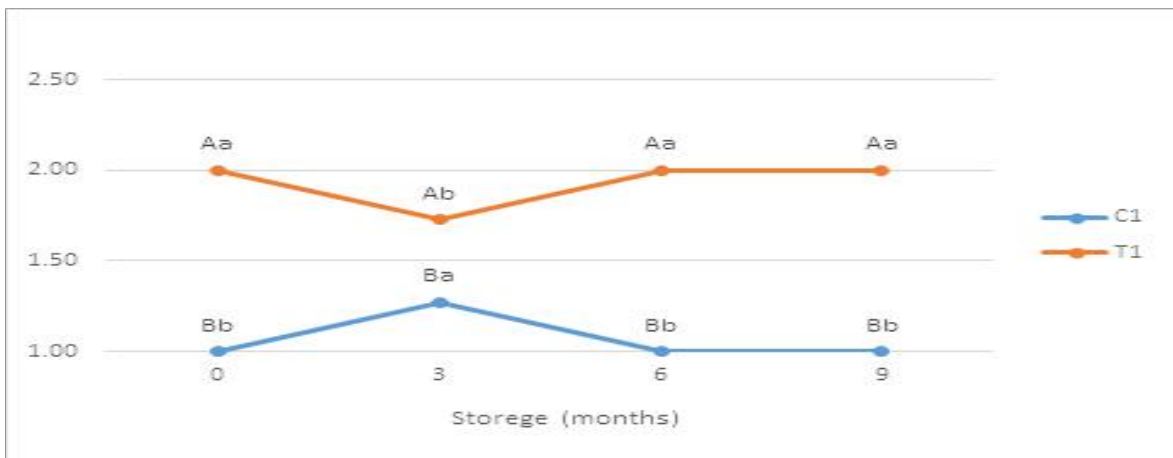


Figure 173. Panel color scores.

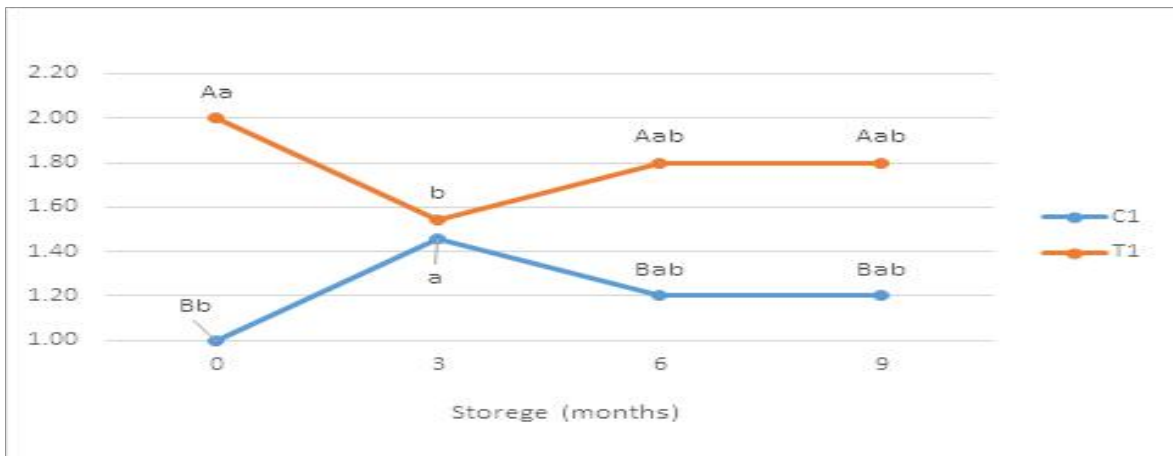


Figure 174. Panel overall acceptability scores.

Table 161. Fatty acid compositions

Items	Treatment	Storage (months)	
		0	6
C8:0	C1	0.03±0.01	0.07±0.00
	T1	0.02±0.00 ^b	0.06±0.01 ^a
C10:0	C1	0.10±0.00 ^{Ab}	0.13±0.01 ^a
	T1	0.09±0.00 ^B	0.10±0.01
C12:0	C1	0.08±0.00 ^b	0.38±0.01 ^{Aa}
	T1	0.08±0.00 ^b	0.18±0.01 ^{Ba}
C14:0	C1	1.36±0.02 ^{Ab}	1.75±0.04 ^{Aa}
	T1	1.26±0.00 ^{Bb}	1.40±0.01 ^{Ba}
C14:1	C1	0.03±0.01	0.06±0.00
	T1	0.02±0.01	0.10±0.04
C16:0	C1	25.49±0.14 ^{Ab}	27.03±0.24 ^a
	T1	23.96±0.01 ^{Bb}	27.12±0.16 ^a
C16:1	C1	2.32±0.04 ^b	2.54±0.03 ^{Aa}
	T1	2.37±0.00 ^a	2.11±0.03 ^{Bb}
C17:0	C1	0.25±0.00 ^{Bb}	0.37±0.00 ^{Ba}
	T1	0.39±0.00 ^{Ab}	0.40±0.00 ^{Aa}
C17:1	C1	0.20±0.00 ^{Bb}	0.26±0.01 ^a
	T1	0.38±0.00 ^{Aa}	0.26±0.00 ^b
C18:0	C1	15.32±0.36 ^{Aa}	10.58±0.06 ^{Ab}
	T1	13.56±0.04 ^{Ba}	9.78±0.01 ^{Bb}
C18:1n9t	C1	0.24±0.01	0.26±0.37
	T1	0.21±0.01 ^a	0.00±0.00 ^b
C18:1n9c	C1	43.54±0.42 ^a	39.20±0.67 ^b
	T1	42.46±0.16 ^a	38.34±0.48 ^b
C18:2n6c	C1	8.21±0.07 ^{Bb}	14.10±0.51 ^{Ba}
	T1	11.70±0.06 ^{Ab}	16.15±0.44 ^{Aa}
C20:0	C1	0.25±0.00 ^{Aa}	0.20±0.00 ^b
	T1	0.21±0.00 ^B	0.22±0.01
C18:3n6	C1	0.04±0.00	0.08±0.02
	T1	0.50±0.63	0.09±0.02
C20:1n9	C1	1.00±0.01 ^a	0.62±0.01 ^b
	T1	0.50±0.62	0.65±0.01
C18:3n3	C1	0.49±0.01 ^{Bb}	0.57±0.01 ^a
	T1	0.82±0.01 ^{Aa}	0.63±0.01 ^b
C21:0	C1	0.06±0.00 ^{Ab}	0.13±0.00 ^a
	T1	0.04±0.00 ^{Bb}	0.13±0.00 ^a
C20:2n6	C1	0.43±0.01 ^{Ba}	0.34±0.01 ^b
	T1	0.57±0.01 ^{Aa}	0.36±0.00 ^b
C22:0	C1	0.03±0.00 ^B	0.05±0.01
	T1	0.04±0.00 ^{Ab}	0.06±0.00 ^a

C20:3n6	C1	0.07 ± 0.00 ^{Bb}	0.16 ± 0.01 ^a
	T1	0.10 ± 0.00 ^{Ab}	0.19 ± 0.01 ^a
C22:1n9	C1	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.02
	T1	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.01
C20:3n3	C1	0.10 ± 0.00 ^B	0.07 ± 0.02
	T1	0.14 ± 0.00 ^A	0.15 ± 0.04
C20:4n6	C1	0.26 ± 0.00 ^{Bb}	0.74 ± 0.08 ^a
	T1	0.43 ± 0.02 ^{Ab}	1.04 ± 0.08 ^a
C22:2n6	C1	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.03
	T1	0.03 ± 0.01 ^b	0.09 ± 0.01 ^a
C24:0	C1	0.01 ± 0.00	0.06 ± 0.02
	T1	0.02 ± 0.01	0.10 ± 0.04
C20:5n3	C1	0.02 ± 0.00 ^b	0.07 ± 0.00 ^{Ba}
	T1	0.03 ± 0.01 ^b	0.09 ± 0.00 ^{Aa}
C24:1n9	C1	0.02 ± 0.01	0.07 ± 0.03
	T1	0.02 ± 0.01 ^b	0.08 ± 0.01 ^a
C22:6n3	C1	0.05 ± 0.04	0.12 ± 0.00
	T1	0.05 ± 0.02	0.11 ± 0.04
SFA ¹⁾	C1	42.97 ± 0.49 ^{Aa}	40.73 ± 0.31 ^{Ab}
	T1	39.68 ± 0.04 ^B	39.53 ± 0.13 ^B
MUFA ¹⁾	C1	47.37 ± 0.45 ^a	43.01 ± 0.35 ^b
	T1	45.99 ± 0.77 ^a	41.59 ± 0.47 ^b
PUFA ¹⁾	C1	9.67 ± 0.04 ^{Bb}	16.26 ± 0.67 ^a
	T1	14.34 ± 0.73 ^{Ab}	18.89 ± 0.61 ^a
n-3	C1	0.65 ± 0.04 ^{Bb}	0.83 ± 0.04 ^a
	T1	1.03 ± 0.04 ^A	0.98 ± 0.09
n-6	C1	9.03 ± 0.08 ^{Bb}	15.43 ± 0.64 ^a
	T1	13.32 ± 0.70 ^{Ab}	17.92 ± 0.52 ^a
n-9	C1	44.83 ± 0.42 ^a	40.16 ± 0.31 ^b
	T1	43.22 ± 0.76 ^a	39.12 ± 0.47 ^b
EFA ¹⁾	C1	9.00 ± 0.08 ^{Bb}	15.48 ± 0.62 ^a
	T1	13.44 ± 0.71 ^{Ab}	17.90 ± 0.51 ^a
UFA ¹⁾	C1	57.04 ± 0.49 ^{Bb}	59.27 ± 0.31 ^{Ba}
	T1	60.33 ± 0.04 ^A	60.48 ± 0.13 ^A
UFA/SFA	C1	1.33 ± 0.03 ^{Bb}	1.46 ± 0.02 ^a
	T1	1.52 ± 0.00 ^A	1.53 ± 0.01
EFA/SFA	C1	0.21 ± 0.00 ^{Bb}	0.38 ± 0.01 ^{Ba}
	T1	0.34 ± 0.01 ^{Ab}	0.45 ± 0.01 ^{Aa}
n-3/n-6*100	C1	7.22 ± 0.47 ^a	5.35 ± 0.01 ^b
	T1	7.70 ± 0.17 ^a	5.46 ± 0.35 ^b

¹⁾ SFA (saturated fatty acid), MUFA (Mono unsaturated fatty acid), PUFA (poly unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid).

Table 161 및 Figure 175~176은 돈가스 제조 시 무첨가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18°C에서 9개월간 냉동보관하면서 지방산 조성의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 UFA와 EFA/SFA는 유의적으로 높게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 PUFA, EFA, EFA/SFA, n-3/n-6는 유의적으로 높아지는 반면, MUFA는 유의적으로 낮아졌으며, 대조구의 UFA, UFA/SFA 및 n-3는 유의적으로 높아졌다.



Figure 175. UFA.

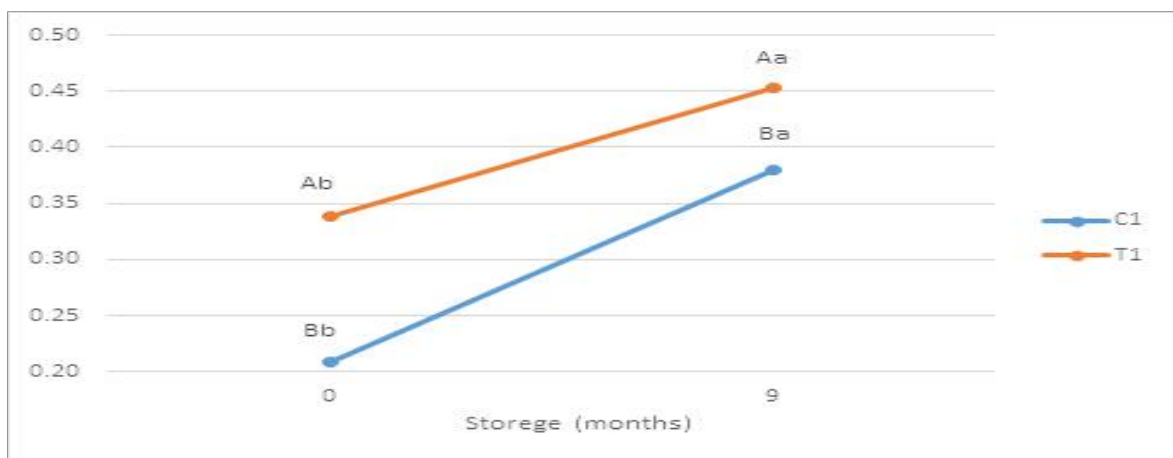


Figure 176. EFA/SFA.

Table 162. Free amino acids

Items	Treatment	Storage (months)	
		0	6
Tau	C1	1.72 ± 0.05 ^{Aa}	1.52 ± 0.01 ^{Bb}
	T1	1.55 ± 0.01 ^{Bb}	1.77 ± 0.01 ^{Aa}
Asp	C1	0.29 ± 0.04 ^a	0.10 ± 0.00 ^{Bb}
	T1	0.22 ± 0.00 ^a	0.14 ± 0.01 ^{Ab}
AspNH ₂	C1	0.00 ± 0.00 ^{Bb}	0.37 ± 0.01 ^{Aa}
	T1	0.32 ± 0.01 ^{Aa}	0.00 ± 0.00 ^{Bb}
Glu	C1	4.99 ± 0.07 ^A	5.15 ± 0.02 ^A
	T1	3.35 ± 0.04 ^{Bb}	4.54 ± 0.00 ^{Ba}

Sar	C1	0.00 ± 0.00^B	0.00 ± 0.00
	T1	0.15 ± 0.00^{Aa}	0.00 ± 0.00^b
a-AAA	C1	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	T1	0.19 ± 0.08	0.17 ± 0.06
Gly	C1	1.87 ± 0.04^{Aa}	1.31 ± 0.01^{Ab}
	T1	0.86 ± 0.00^{Bb}	1.03 ± 0.00^{Ba}
Ala	C1	3.03 ± 0.02^{Aa}	2.45 ± 0.01^{Bb}
	T1	1.96 ± 0.01^{Bb}	2.49 ± 0.00^{Aa}
Cit	C1	0.10 ± 0.14	0.16 ± 0.01^B
	T1	0.17 ± 0.00^b	0.20 ± 0.01^{Aa}
a-ABA	C1	0.00 ± 0.00^{Bb}	0.04 ± 0.00^{Ba}
	T1	0.05 ± 0.00^A	0.05 ± 0.00^A
Val	C1	0.93 ± 0.01^A	0.86 ± 0.04^A
	T1	0.52 ± 0.00^{Bb}	0.73 ± 0.01^{Ba}
Cys	C1	0.00 ± 0.00^B	0.09 ± 0.11
	T1	0.31 ± 0.02^{Aa}	0.24 ± 0.01^b
Met	C1	0.29 ± 0.01^{Bb}	0.43 ± 0.04^a
	T1	0.40 ± 0.03^A	0.42 ± 0.01
Cysthi	C1	0.00 ± 0.00^B	0.00 ± 0.00
	T1	0.21 ± 0.04^{Aa}	0.00 ± 0.00^b
Ile	C1	0.51 ± 0.01^b	0.59 ± 0.00^{Aa}
	T1	0.49 ± 0.05	0.52 ± 0.01^B
Leu	C1	1.15 ± 0.11^A	1.10 ± 0.00^A
	T1	0.66 ± 0.06^{Bb}	0.92 ± 0.00^{Ba}
Tyr	C1	0.72 ± 0.35	0.66 ± 0.00^A
	T1	0.46 ± 0.14	0.52 ± 0.00^B
Phe	C1	0.95 ± 0.76	0.59 ± 0.01^A
	T1	0.46 ± 0.15	0.52 ± 0.01^B
b-Ala	C1	0.48 ± 0.01^{Aa}	0.32 ± 0.00^{Bb}
	T1	0.33 ± 0.00^{Bb}	0.46 ± 0.01^{Aa}
b-AiBA	C1	0.15 ± 0.01^B	0.18 ± 0.01^B
	T1	0.29 ± 0.01^{Ab}	0.43 ± 0.00^{Aa}
g-ABA	C1	0.17 ± 0.01^{Bb}	0.29 ± 0.00^{Ba}
	T1	0.30 ± 0.00^{Ab}	0.44 ± 0.00^{Aa}
EOH ₂ NH ₂	C1	0.31 ± 0.02^A	0.17 ± 0.08
	T1	0.17 ± 0.00^{Ba}	0.11 ± 0.01^b
NH ₃	C1	1.59 ± 0.04^{Aa}	0.66 ± 0.02^b
	T1	0.64 ± 0.00^{Bb}	0.71 ± 0.01^a
Hyls	C1	0.68 ± 0.01^{Aa}	0.17 ± 0.00^{Bb}
	T1	0.15 ± 0.01^{Bb}	0.18 ± 0.00^{Aa}
Orn	C1	0.09 ± 0.01^A	0.09 ± 0.01
	T1	0.06 ± 0.00^{Bb}	0.09 ± 0.00^a
Lys	C1	1.40 ± 0.06^A	1.57 ± 0.00^A
	T1	0.69 ± 0.00^{Bb}	1.30 ± 0.00^{Ba}
His	C1	0.05 ± 0.07^b	0.37 ± 0.00^{Aa}
	T1	0.18 ± 0.00^b	0.26 ± 0.01^{Ba}
Ans	C1	0.00 ± 0.00^{Bb}	2.30 ± 0.04^{Ba}
	T1	2.52 ± 0.01^{Aa}	2.43 ± 0.01^{Ab}
Car	C1	78.59 ± 1.05	77.28 ± 0.08^B
	T1	81.70 ± 0.33^a	78.35 ± 0.04^{Ab}

Arg	C1	0.00±0.00 ^{Bb}	1.27±0.01 ^{Aa}
	T1	0.67±0.00 ^{Ab}	1.06±0.01 ^{Ba}
TAA ¹⁾	C1	100.00±0.00	100.00±0.00
	T1	100.00±0.00	100.00±0.00
FAA ¹⁾	C1	4.99±0.07 ^A	5.15±0.02 ^A
	T1	3.35±0.04 ^{Bb}	4.54±0.00 ^{Ba}
STAA ¹⁾	C1	4.89±0.06 ^{Aa}	3.75±0.01 ^{Ab}
	T1	2.82±0.01 ^{Bb}	3.52±0.00 ^{Ba}
SAA ¹⁾	C1	0.29±0.01 ^B	0.52±0.15
	T1	0.71±0.04 ^A	0.65±0.01
AAA ¹⁾	C1	1.66±1.10	1.25±0.01 ^A
	T1	0.92±0.30	1.04±0.01 ^B
EAA ¹⁾	C1	5.27±0.86	6.76±0.07 ^A
	T1	4.08±0.29 ^b	5.70±0.03 ^{Ba}
BAA ¹⁾	C1	3.44±1.15	4.75±0.08 ^A
	T1	3.19±0.37	4.00±0.02 ^B

¹⁾ TAA (total amino acid), FAA (flavorous amino acid: Glutamic acid), STAA (sweet taste amino acid: Threonine, Serine, Glycine, Alanine), SAA (sulfur-containing amino acid: Cysteine, Methionine), AAA (aromatic amino acid: Tyrosine, Phenylalanine), EAA (essential amino acid: Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine), BAA (bitter amino acid: Valine, Methionine, Isoleucine, Tyrosine, Phenylalanine, Histidine, Arginine).

Table 162은 돈가스 제조 시 무첨가구인 대조구와 블랙커런트를 1.43% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 유리아미노산 조성의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 FAA 및 STAA는 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 대조구의 STAA는 유의적으로 낮아지는 반면, 처리구의 FAA, STAA 및 EAA는 유의적으로 높아졌다.

돈가스 제조 시 블랙커런트를 1.43% 첨가하여 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 그 품질 특성 변화를 시험한 결과를 요약하자면 대조구 대비 처리구의 DPPH 라디칼 소거능, 수평단면 W, UFA 및 EFA/SFA는 유의적으로 높고, 전단가, TPC, LAB, 대장균군 및 VBN은 유의적으로 낮은 장점을 나타낸 반면, 수평 및 수직단면 b*값 및 TBARS는 유의적으로 높고, 수평단면 L*값 및 수직단면 a*값, 가열 관능 향, 색, 전체 기호도, FAA 및 STAA는 유의적으로 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 pH, PUFA, EFA, EFA/SFA, n-3/n-6 유의적으로 높아지고, TPC 및 LAB는 유의적으로 낮아지는 장점을 나타낸 반면, TBARS, VBN, 수평단면 b*값은 유의적으로 높아지고, 수분, DPPH 라디칼 소거능, MUFA, WHC, 수평 및 수직단면 a*값은 유의적으로 낮아지는 단점을 나타내었다. 또한 저장기간이 경과할수록 처리구별로는 대조구의 경우 수평단면 L*, UFA, UFA/SFA 및 n-3는 유의적으로 높아지는 장점을 나타낸 반면, STAA는 유의적으로 낮아지는 단점을 나타내었다. 처리구의 경우 FAA, STAA 및 EAA는 유의적으로 높아지는 장점을 나타내었다.

결론적으로 돈가스의 대조구 대비 처리구(블랙커런트 1.43%)의 UFA, EFA/SFA, DPPH 라디칼 소거능은 높고, TPC, LAB, Coliform 및 VBN은 낮은 장점을 나타낸 반면, TBARS는 높고, 가열 관능 향, 색 및 전체 기호도는 낮은 단점을 나타내었다. -18℃/9개월 보관시에도 TBARS [C(0.08~3.05), T(0.11~4.93)] 및 VBN [C(7.47~13.57), T(6.80~9.55)]은 가식권 범위 이내였고, TPC [C(5.35~4.49), T(5.33~4.17)] 및 LAB [C(5.05~4.69), T(4.94~4.69)] 역시 가식권 범위인 log 6 CFU 이내였다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 EFA/SFA는 높아지고, TPC 및 LAB는 낮아지는 장점을 나타낸 반면, TBARS, VBN는 높아지고, DPPH 라디칼 소거능은 낮아지는 단점을 나타내었다.

• 떡갈비 제조공정 확립 및 유통기한 설정

가. 떡갈비 제조공정 확립

(1) 떡갈비 Formula


원부재료명	구성비(%)
돈육	48.38
양파	9.01
L-글루탐산나트륨	0.17
설탕	0.14
물엿	3.05
고과당	3.47
후추	0.62
소금	0.23
마늘	1.39
떡갈비	1.81
생각	0.35
전분	1.48
빵가루	5.13
간장	1.94
파	0.55
카라멜	0.28
참기름	0.42
고추장	21.58
총계	100

* 육 함유량 50% 이하라 식육함유가공품 해당됨

(2) 떡갈비 제조공정도 및 공정별 작업표준

(가) 떡갈비 가열 전 냉동 유통 시

① 떡갈비 제조공정도

공정명	사용기계	
원료육 준비	Chopper	
가공혼합	Mixer	
성형	Press	
급속동결	Freezer	
포장	Vacuum chamber	
박싱	Taping machine	
냉동보관	냉동고	

② 떡갈비 공정별 작업표준

㉞ 원부재료 준비

- 햄육과 지방은 8mm로 Chopping한다.
- 나머지 부재료는 계량하여 준비, 성형틀은 깨끗하게 씻어서 준비

㉔ 가공혼합

- Chopping된 햄육에 NPS를 투입하여 결합력이 생기면 지방을 투입하여 Mixing한다.
- 나머지 부재료를 투입하여 섞은 뒤 냉장실에서 재운다.

㉕ 성형

- 재워둔 재료를 100g 크기로 계량한다.
- 준비된 성형틀에 약간의 알콜을 뿌린 후 성형틀로 모양을 만든다.

㉖ 급속동결 : -40℃ 이하 온도에서 신속하게 동결시킨다.

㉗ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 썰링한다(내부 PE).

㉘ 박싱 : Tapping machine을 이용하여 카톤박스에 포장


㉙ 냉동보관 : 진공포장된 육을 -18℃ 이하 온도에서 보관한다.

* 제품의 특징 및 주의사항

- 자주 뒤집으면 육질이 질겨진다.
- 적당량은 표면에 묻어 날 수 있는 정도이며 덩어리져서는 안 된다.

(나) 떡갈비 가열 후 냉장 유통 시

① 떡갈비 제조공정도

공정명	사용기계	
원료육 준비	Chopper	
가공혼합	Mixer	
성형	Press	
열처리	Smoke house, Grill	
냉각	-	
포장	Vacuum chamber	
박싱	Taping machine	
냉장보관	냉장고	

② 떡갈비 공정별 작업표준

㉑ 원부재료 준비

- 햄육과 지방은 8mm로 Chopping한다.
- 나머지 부재료는 계량하여 준비, 성형틀은 깨끗하게 씻어서 준비

㉒ 가공혼합

- Chopping된 햄육에 NPS를 투입하여 결합력이 생기면 지방을 투입하여 Mixing한다.
- 나머지 부재료를 투입하여 섞은 뒤 냉장실에서 재운다.

㉓ 성형

- 재워둔 재료를 100g 크기로 계량한다.
- 준비된 성형틀에 약간의 알콜을 뿌린 후 성형틀로 모양을 만든다.

㉔ 열처리

- 가스레인지에 불을 켜고 팬을 가열시킨다.

- 달구어진 팬에 버터를 조금 녹힌 후 중간불에서 약 7분간 굽는다.
- 표면에 육즙이 베어나올 때까지 기다린 후 뒤집어준다.
- Grill에서 익힐시 78℃ 에서 30분 익힌다.

㉔ 냉각 : 제품 표면온도 10℃ 이하 되도록 냉각

㉕ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 쉐어링한다(내부 PE).

㉖ 박싱 : Tapping machine을 이용하여 카톤박스에 포장

㉗ 냉장보관 : 진공포장된 육을 냉장온도(0~10℃)에서 보관한다.

나. 떡갈비 유통기한 설정 실험 결과

(1) 떡갈비 시험 설계 및 저장조건

처리구	조건	제품조건	저장조건
C2	대조구	가열 전 냉동	-18℃/0, 3, 6, 9개월
T2	고추장 21.58%		

- 관능평가를 위한 가열조건 : 떡갈비 반죽물을 사레 1.5cm 높이 성형(약 100g) 후 Pan에 10ml 식용유를 붓고 약한 불로 앞 4, 뒤 4, 총 8분 열처리함

		0개월	3개월	6개월	9개월
C2	가열 전				
	가열 후				
T2	가열 전				
	가열 후				

(2) 떡갈비 시험 결과

Table 163. Infrared moisture (%)

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Moisture	C2	56.89±0.33 ^{ab}	57.42±0.67 ^{ab}	57.76±0.51 ^{Aa}	56.63±0.33 ^{Ab}
	T2	56.06±0.96 ^a	56.51±0.81 ^a	56.22±0.19 ^{Ba}	52.31±1.90 ^{Bb}

Table 163은 떡갈비 제조 시 무첨가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 수분 함량의 변화를 나타내었다.

수분 함량은 처리 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 유의적으로 낮아졌다.

Table 164. Physicochemical characteristics

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
pH	C2	6.39±0.01 ^{Aa}	6.38±0.02 ^{Aa}	6.45±0.08 ^{Aa}	6.24±0.03 ^{Bb}
	T2	6.28±0.01 ^{Ba}	6.25±0.01 ^{Bb}	5.98±0.03 ^{Bc}	5.00±0.01 ^{Ad}
WHC (%)	C2	81.78±3.44	85.53±3.24	83.38±8.84	81.20±10.25
	T2	82.18±5.18	81.84±1.81	84.33±3.65	81.43±8.66
Cooking loss (%)	C2	9.74±1.73 ^b	15.72±1.24 ^a	14.23±0.59 ^a	13.88±1.38 ^a
	T2	10.25±1.99 ^b	15.82±2.60 ^a	15.15±1.67 ^a	12.68±0.66 ^{ab}
Shear force (g/cm ²)	C2	2.64±0.46 ^a	1.57±0.36 ^b	2.70±0.24 ^a	1.75±0.13 ^{Bb}
	T2	2.14±0.54 ^{ab}	1.78±0.31 ^b	2.40±0.11 ^a	2.12±0.08 ^{Aab}

Table 164는 떡갈비 제조 시 무첨가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 이화학적 특성 변화를 나타내었다.

대조구 대비 처리구의 전단가 및 pH는 유의적으로 낮게 나타났다.

저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 가열감량은 유의적으로 높게 나타난 반면, pH는 유의적으로 낮아졌다. 대조구의 전단가 또한 유의적으로 낮아졌다.

Table 165. DPPH radical scavenging activity (%)

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
DPPH	C1	71.51	20.77	27.78	23.70
	T1	71.38	29.09	29.89	24.11

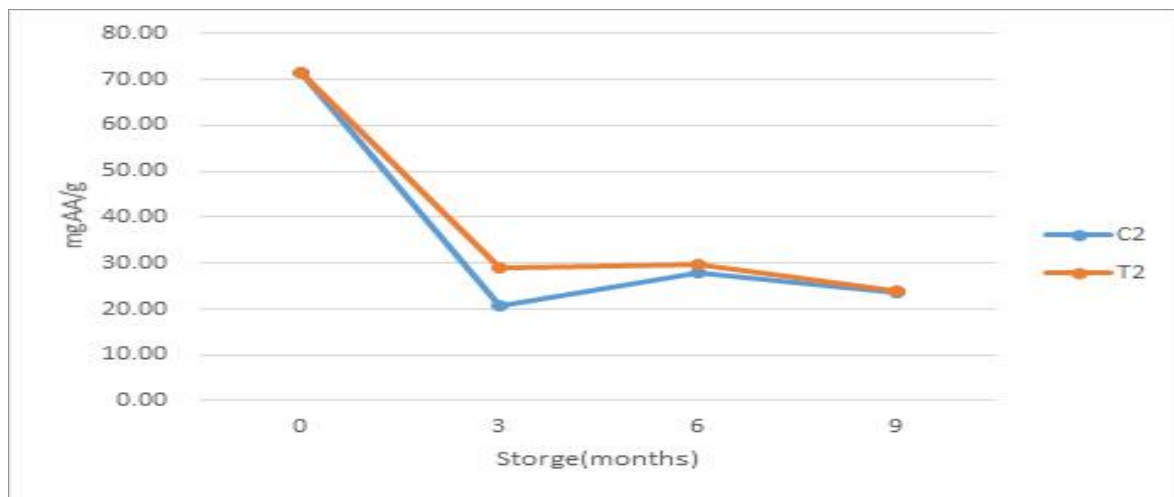


Figure 177. DPPH radical scavenging activity (%).

Table 165과 Figure 177는 떡갈비 제조 시 무첨가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18°C에서 9개월간 냉동보관하면서 DPPH 라디칼 소거능 변화를 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 대조구와 처리구 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 유의적으로 낮아졌다.

Table 166. Texture properties

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Hardness (kg)	C2	0.23±0.03 ^A	0.21±0.02	0.21±0.08	0.26±0.07 ^A
	T2	0.18±0.03 ^{Bab}	0.20±0.08 ^a	0.13±0.00 ^b	0.16±0.02 ^{Bab}
Surf. Hardness (kgf)	C2	0.23±0.03 ^A	0.21±0.02	0.21±0.08	0.26±0.07 ^A
	T2	0.18±0.03 ^{Bab}	0.20±0.08 ^a	0.13±0.00 ^b	0.16±0.02 ^{Bab}
Cohesiveness (%)	C2	0.98±0.19 ^{Ba}	0.83±0.34 ^a	0.52±0.19 ^{Bb}	0.98±0.12 ^a
	T2	1.31±0.20 ^{Aa}	0.57±0.14 ^b	1.34±0.70 ^{Aa}	1.41±0.64 ^a
Springiness (mm)	C2	2.19±0.22 ^{Ba}	1.56±0.64 ^b	1.42±0.43 ^{Bb}	2.18±0.31 ^a
	T2	2.82±0.38 ^{Aa}	1.23±0.18 ^b	2.58±0.74 ^{Aa}	2.54±0.96 ^a

Gumminess (kg)	C2	0.23±0.03 ^a	0.18±0.09 ^{ab}	0.11±0.05 ^b	0.26±0.08 ^a
	T2	0.24±0.03 ^a	0.11±0.02 ^b	0.17±0.09 ^{ab}	0.24±0.12 ^a
Chewiness (kg,mm)	C2	0.49±0.07 ^{Ba}	0.32±0.30 ^{ab}	0.18±0.13 ^b	0.57±0.24 ^a
	T2	0.67±0.12 ^{Aa}	0.13±0.03 ^b	0.50±0.34 ^{ab}	0.69±0.49 ^a
Adhesiveness	C2	0.05±0.01 ^b	0.08±0.01 ^{Aa}	0.05±0.01 ^b	0.09±0.02 ^a
	T2	0.06±0.01 ^{ab}	0.06±0.01 ^{Bab}	0.04±0.02 ^b	0.07±0.01 ^a

Table 166는 떡갈비 제조 시 무첨가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18°C 에서 9개월간 냉동보관하면서 조직감의 변화를 나타내었다. 조직감의 모든 항목(경도, 표면경도, 응집성, 탄력성, 점성, 씹힘성, 부착성)은 대조구와 처리구 간에는 물론, 저장기간이 경과함에 따라서도 두 처리구 공히 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 167. Meat surface color

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
L*	C2	55.64±1.42 ^{Aa}	56.26±0.40 ^{Aa}	56.06±0.74 ^{Aa}	51.64±0.37 ^{Ab}
	T2	49.28±1.40 ^{Bb}	49.92±4.46 ^{Bb}	49.85±0.51 ^{Bb}	58.52±1.29 ^{Ba}
a*	C2	7.67±0.84 ^{Bb}	6.75±0.54 ^{Bbc}	5.69±0.28 ^{Bc}	13.84±1.61 ^{Aa}
	T2	15.75±0.57 ^{Aa}	14.95±0.31 ^{Aa}	13.61±0.89 ^{Ab}	6.62±0.59 ^{Bc}
b*	C2	15.60±0.66 ^{Bb}	15.42±0.57 ^{Bbc}	14.56±0.98 ^{Bc}	27.48±0.49 ^{Ba}
	T2	30.48±0.95 ^{Aa}	28.98±1.03 ^{Aa}	29.03±1.34 ^{Aa}	14.96±0.75 ^{Ab}
W	C2	8.84±2.35 ^{Ab}	10.01±1.65 ^{Aab}	12.39±2.36 ^{Aa}	-30.81±1.18 ^{Ac}
	T2	-42.17±2.40 ^{Bc}	-37.01±4.23 ^{Bb}	-37.23±4.37 ^{Bb}	13.64±1.94 ^{Ba}
C	C2	17.40±0.46 ^{Bb}	16.83±0.52 ^{Bb}	15.63±0.97 ^{Bc}	30.79±1.12 ^a
	T2	34.31±1.03 ^{Aa}	32.61±0.85 ^{Ab}	32.06±1.59 ^{Ab}	16.37±0.79 ^c
h	C2	63.80±3.14 ^b	66.35±2.02 ^{Aab}	68.62±1.16 ^{Aa}	63.34±2.34 ^{Ab}
	T2	62.68±0.67 ^b	62.69±1.18 ^{Bb}	64.89±0.51 ^{Ba}	66.15±1.90 ^{Ba}

* $W = L^* - 3b^*$.

Table 167와 Figure 178은 떡갈비 제조 시 무첨가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18°C 에서 9개월간 냉동보관하면서 제품 표면 육색의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 a*값과 b*값은 유의적으로 높게 나타난 반면, L*값 및 W값은 유의적으로 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 대조구의 a*값과 b*값은 유의적으로 높아지는 반면, L*값과 W값은 유의적으로 낮아졌다. 처리구의 L*값과 W값은 유의적으로 높아지는 반면, b*값은 유의적으로 낮아졌다.

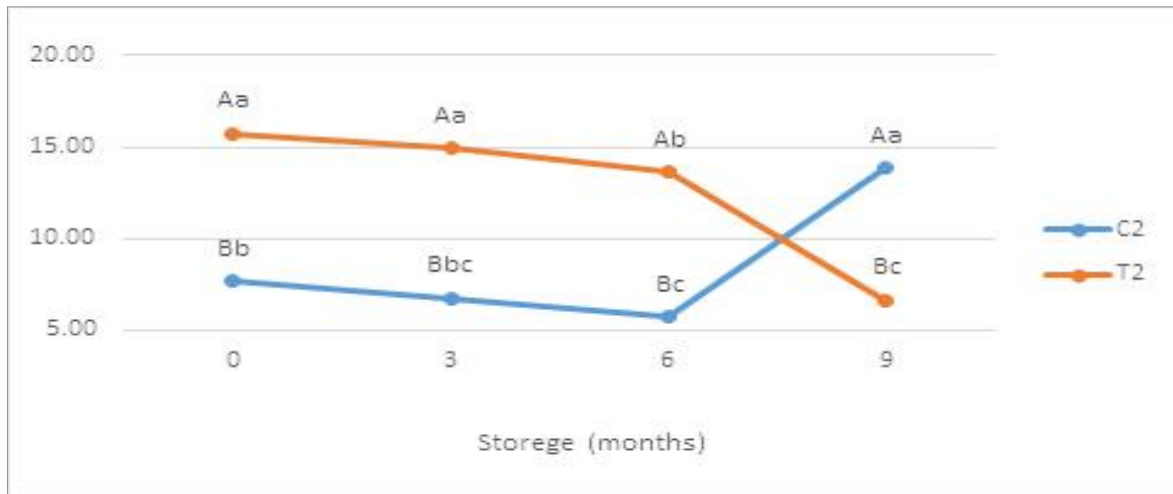


Figure 178. Meat surface color.

Table 168. TBARS, VBN and microorganisms

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
TBARS (mg/100g)	C2	0.42±0.01 ^{Bc}	0.42±0.01 ^{Ac}	2.20±0.02 ^{Bb}	2.44±0.09 ^{Aa}
	T2	0.48±0.01 ^{Ab}	0.39±0.02 ^{Bb}	2.56±0.10 ^{Aa}	2.56±0.06 ^{Aa}
VBN (mg%)	C2	12.12±0.56 ^{Bc}	13.28±0.33 ^{Bb}	13.43±0.16 ^{Bb}	16.04±0.28 ^{Ba}
	T2	16.18±0.11 ^{Ad}	17.16±0.23 ^{Ac}	17.49±0.08 ^{Ab}	20.01±0.08 ^{Aa}
TPC (log ₁₀ CFU)	C2	5.06±0.00 ^a	4.78±0.07 ^b	4.64±0.18 ^{Ab}	4.03±0.10 ^{Bc}
	T2	5.01±0.03 ^a	4.91±0.01 ^{ab}	4.89±0.01 ^{Ab}	4.71±0.07 ^{Ac}
<i>Lactobacillus</i> (log ₁₀ CFU)	C2	4.66±0.04 ^a	4.74±0.07 ^a	4.56±0.07 ^{Ba}	3.36±0.32 ^b
	T2	4.71±0.08 ^a	4.80±0.02 ^a	4.84±0.02 ^{Aa}	3.82±0.10 ^b
Coliform (log ₁₀ CFU)	C2	3.33±0.07	3.31±0.01	3.43±0.13	3.54±0.16
	T2	3.09±0.13	3.21±0.04	2.90±0.42	3.40±0.13

Table 168, Figure 179~182은 떡갈비 제조 시 무침가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 TBARS, VBN 및 미생물수의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 TBARS 및 VBN은 유의적으로 높게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 TPC 및 LAB는 유의적으로 낮아지는 반면, TBARS 및 VBN은 유의적으로 높아졌다.

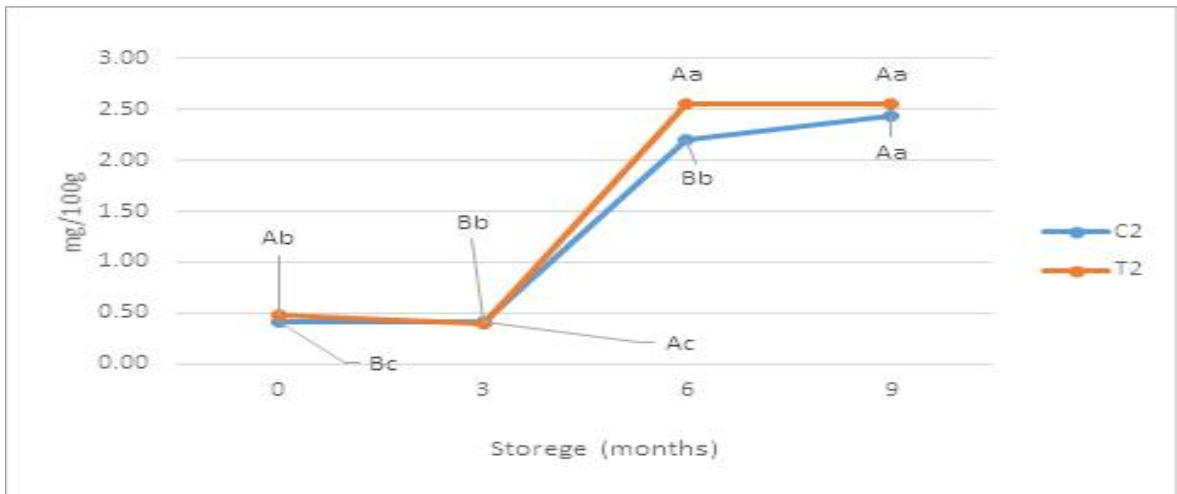


Figure 179. TBARS.

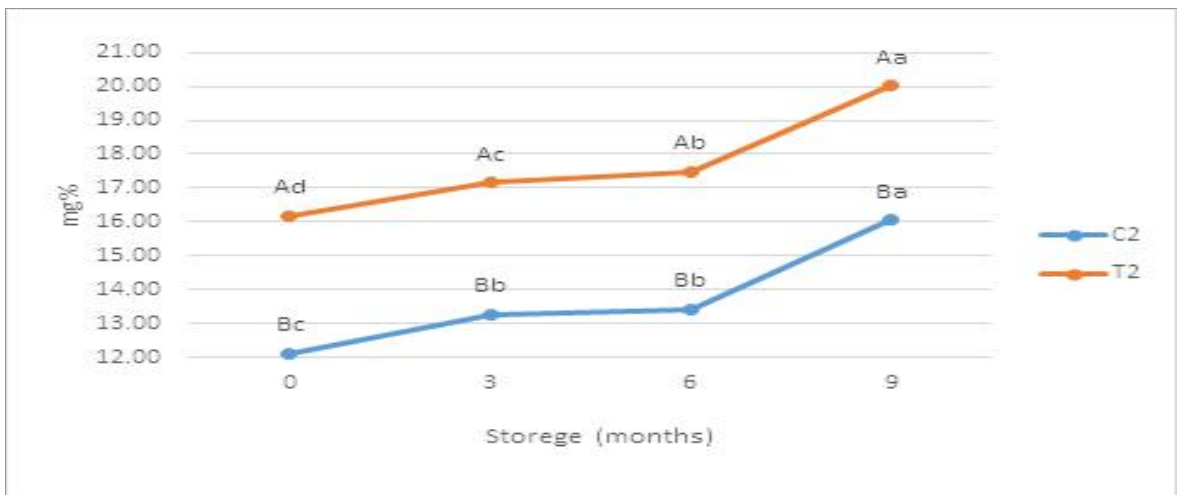


Figure 180. VBN.

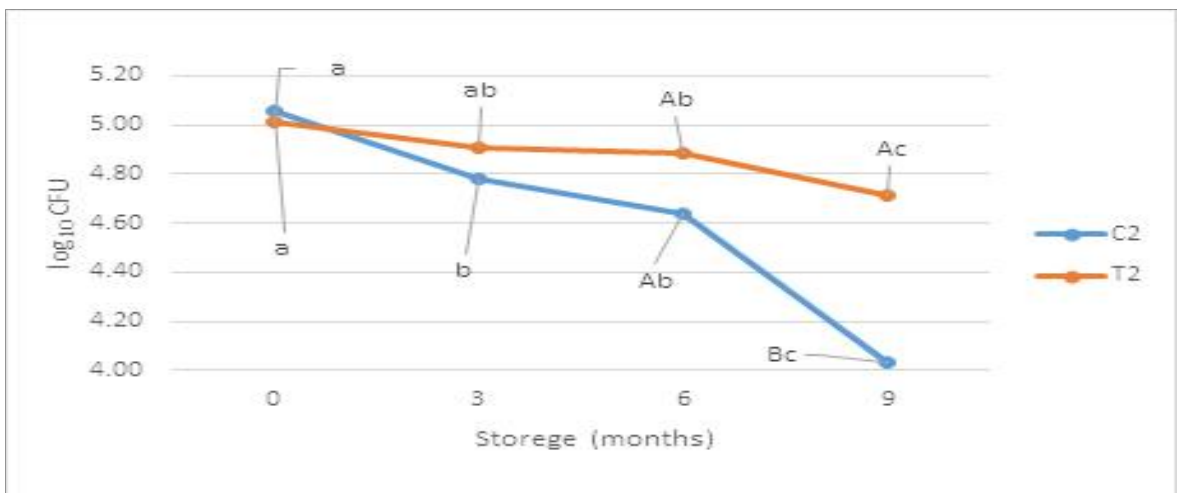


Figure 181. TPC.

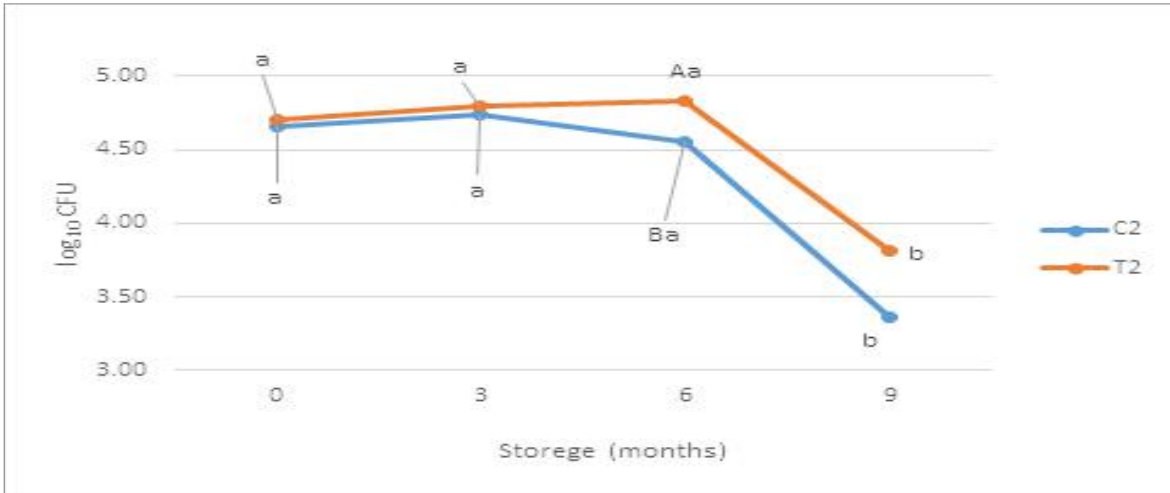


Figure 182. *Lactobacillus*.

Table 169. Sensory score¹⁾ after cooking

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Aroma	C2	1.36±0.50	1.40±0.52	1.40±0.52	1.50±0.53
	T2	1.64±0.50	1.60±0.52	1.60±0.52	1.50±0.53
Flavor	C2	1.45±0.52	1.60±0.52	1.50±0.53	1.50±0.53
	T2	1.55±0.52	1.40±0.52	1.50±0.53	1.50±0.53
Color	C2	1.36±0.50 ^{ab}	1.30±0.48 ^{ab}	1.50±0.53 ^a	1.00±0.00 ^{Bb}
	T2	1.64±0.50 ^{ab}	1.70±0.48 ^{ab}	1.50±0.53 ^b	2.00±0.00 ^{Aa}
Tenderness	C2	1.27±0.47 ^B	1.30±0.48	1.30±0.48	1.00±0.00 ^B
	T2	1.73±0.47 ^A	1.70±0.48	1.70±0.48	2.00±0.00 ^A
Overall acceptability	C2	1.36±0.50	1.60±0.52	1.50±0.53	1.20±0.42 ^B
	T2	1.64±0.50	1.40±0.52	1.50±0.53	1.80±0.42 ^A

¹⁾ Sensory scores ranking method, 1=very good, 2=very poor.

Table 169, Figure 183~185은 떡갈비 제조 시 무침가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18°C에서 9개월간 냉동보관하면서 가열 후 관능평가 결과의 변화를 나타내었다.

대조구 대비 처리구의 모든 항목(향, 맛, 색, 연도 및 전체 기호도)에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 저장기간이 경과함에 따라서도 역시 두 처리구 공히 유의적인 차이를 보이지 않았다.

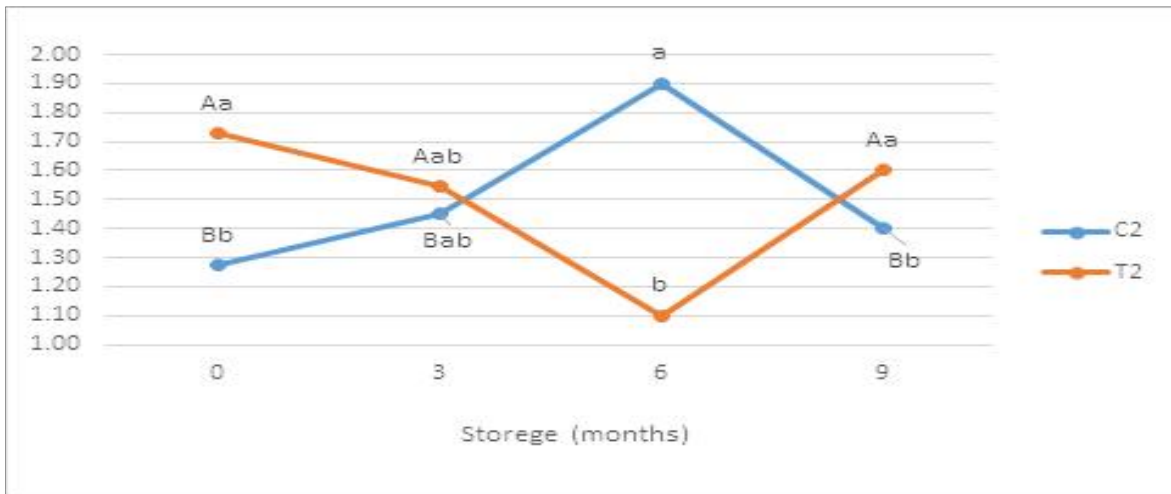


Figure 183. Panel color scores.

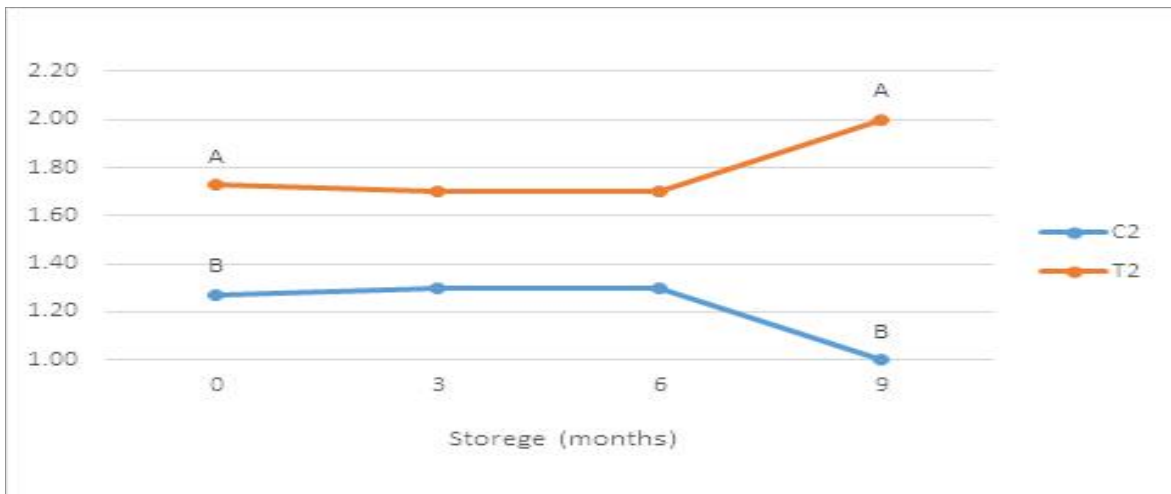


Figure 184. Panel tenderness scores.

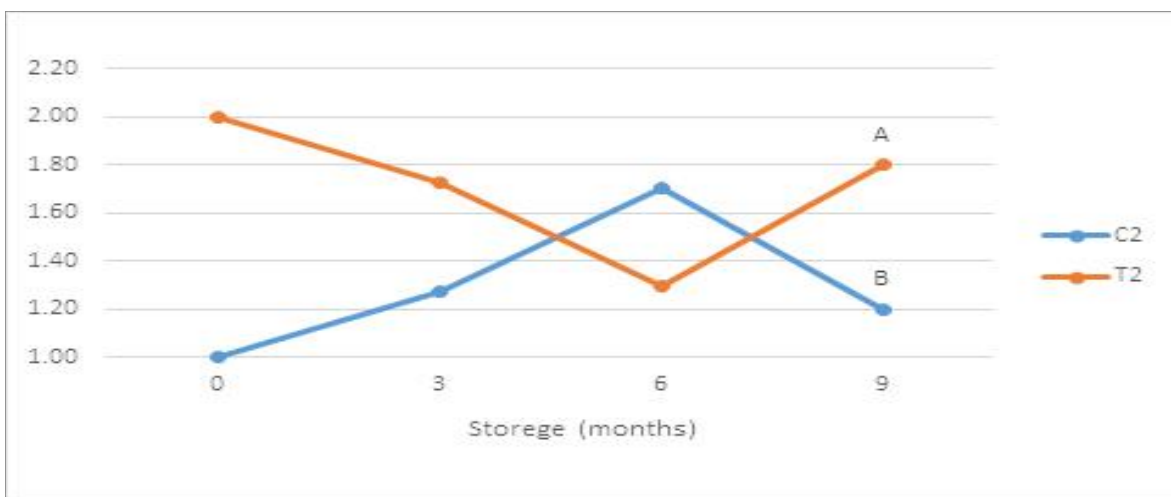


Figure 185. Panel overall acceptability scores.

Table 170. Sensory score¹⁾ before cooking

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Aroma	C2	1.27±0.47 ^{Bb}	1.45±0.52 ^b	1.90±0.32 ^{Aa}	1.40±0.52 ^b
	T2	1.73±0.47 ^{Aa}	1.55±0.52 ^a	1.10±0.32 ^{Bb}	1.60±0.52 ^a
Color	C2	1.09±0.30 ^{Bb}	1.18±0.40 ^{Bab}	1.50±0.53 ^a	1.10±0.32 ^{Bb}
	T2	1.91±0.30 ^{Aa}	1.82±0.40 ^{Aab}	1.50±0.53 ^b	1.90±0.32 ^{Aa}
Overall acceptability	C2	1.00±0.00 ^{Bb}	1.27±0.47 ^{Bb}	1.70±0.48 ^a	1.20±0.42 ^{Bb}
	T2	2.00±0.00 ^{Aa}	1.73±0.47 ^{Aa}	1.30±0.48 ^b	1.80±0.42 ^{Aa}

¹⁾ Sensory scores ranking method, 1=very good, 2=very poor.

Table 170은 떡갈비 제조 시 무첨가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18°C에서 9개월간 냉동보관하면서 가열 전 관능평가 결과의 변화를 나타내었다.

대조구 대비 처리구의 색 및 전체 기호도가 유의적으로 낮게 나타났으며, 다른 평가 항목(향, 맛, 연도)은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 171. Fatty acid compositions

Items	Treatment	Storage (months)	
		0	6
C8:0	C2	0.01±0.01	0.02±0.01
	T2	0.02±0.00	0.02±0.00
C10:0	C2	0.04±0.01	0.04±0.01
	T2	0.04±0.00 ^b	0.05±0.00 ^a
C12:0	C2	0.07±0.00	0.07±0.00
	T2	0.07±0.00	0.09±0.01
C14:0	C2	0.90±0.03	0.92±0.01 ^B
	T2	0.93±0.01 ^b	1.07±0.01 ^{Aa}
C14:1	C2	0.12±0.00 ^b	0.13±0.00 ^{Aa}
	T2	0.12±0.00 ^a	0.11±0.00 ^{Bb}
C16:0	C2	22.59±0.30	22.64±0.22
	T2	22.58±0.08	22.35±0.33
C16:1	C2	3.31±0.07	3.35±0.03
	T2	3.28±0.02	3.33±0.05
C17:0	C2	0.20±0.00 ^{Bb}	0.21±0.00 ^{Ba}
	T2	0.21±0.00 ^{Ab}	0.24±0.01 ^{Aa}
C17:1	C2	0.17±0.00 ^B	0.17±0.00 ^B
	T2	0.18±0.00 ^{Ab}	0.22±0.01 ^{Aa}
C18:0	C2	6.60±0.05	6.58±0.08 ^B
	T2	6.78±0.09	7.11±0.11 ^A

C18:1n9t	C2	0.44 ± 0.02	0.36 ± 0.13
	T2	0.35 ± 0.12	0.43 ± 0.00
C18:1n9c	C2	46.48 ± 0.47	46.31 ± 0.66
	T2	45.43 ± 0.04	46.69 ± 0.79
C18:2n6c	C2	16.04 ± 0.18 ^B	16.12 ± 0.16
	T2	16.72 ± 0.11 ^{Aa}	15.27 ± 0.23 ^b
C20:0	C2	0.11 ± 0.00 ^B	0.11 ± 0.00 ^B
	T2	0.12 ± 0.00 ^A	0.12 ± 0.00 ^A
C18:3n6	C2	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00 ^A
	T2	0.09 ± 0.01	0.07 ± 0.00 ^B
C20:1n9	C2	0.51 ± 0.01	0.51 ± 0.00 ^B
	T2	0.52 ± 0.00 ^b	0.59 ± 0.01 ^{Aa}
C18:3n3	C2	0.78 ± 0.01 ^B	0.79 ± 0.01
	T2	0.84 ± 0.00 ^{Aa}	0.76 ± 0.01 ^b
C21:0	C2	0.09 ± 0.00	0.09 ± 0.01
	T2	0.09 ± 0.01	0.12 ± 0.01
C20:2n6	C2	0.21 ± 0.01	0.20 ± 0.00 ^B
	T2	0.21 ± 0.01 ^b	0.25 ± 0.00 ^{Aa}
C22:0	C2	0.19 ± 0.00	0.20 ± 0.01 ^A
	T2	0.19 ± 0.01	0.16 ± 0.01 ^B
C20:3n6	C2	0.17 ± 0.01	0.18 ± 0.01
	T2	0.18 ± 0.01	0.16 ± 0.01
C22:1n9	C2	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.00
	T2	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00
C20:3n3	C2	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.00
	T2	0.38 ± 0.48	0.05 ± 0.01
C20:4n6	C2	0.70 ± 0.10	0.75 ± 0.02 ^A
	T2	0.56 ± 0.39	0.61 ± 0.01 ^B
C22:2n6	C2	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01
	T2	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
C24:0	C2	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01
	T2	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.01
C20:5n3	C2	0.04 ± 0.03	0.03 ± 0.00
	T2	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01
C24:1n9	C2	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.01
	T2	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.01
C22:6n3	C2	0.05 ± 0.02	0.06 ± 0.01
	T2	0.06 ± 0.01	0.07 ± 0.00
SFA ¹⁾	C2	30.81 ± 0.25	30.88 ± 0.30
	T2	31.03 ± 0.18	31.32 ± 0.48
MUFA ¹⁾	C2	51.08 ± 0.37	50.89 ± 0.49
	T2	49.92 ± 0.18	51.42 ± 0.74
PUFA ¹⁾	C2	18.11 ± 0.11 ^B	18.25 ± 0.18 ^A
	T2	19.05 ± 0.01 ^{Aa}	17.26 ± 0.25 ^{Bb}
n-3	C2	0.91 ± 0.04	0.91 ± 0.01
	T2	1.31 ± 0.47	0.90 ± 0.01

n-6	C2	17.21±0.08	17.34±0.19 ^A
	T2	17.75±0.49	16.37±0.25 ^B
n-9	C2	47.49±0.45	47.24±0.52
	T2	46.35±0.16	47.77±0.78
EFA ¹⁾	C2	17.60±0.10	17.73±0.19 ^A
	T2	18.19±0.48	16.70±0.25 ^B
UFA ¹⁾	C2	69.19±0.25	69.13±0.30
	T2	68.98±0.18	68.68±0.48
UFA/SFA	C2	2.25±0.03	2.24±0.03
	T2	2.23±0.02	2.20±0.05
EFA/SFA	C2	0.57±0.00	0.57±0.00 ^A
	T2	0.59±0.01 ^a	0.53±0.00 ^{Bb}
n-3/n-6*100	C2	5.25±0.16	5.24±0.11
	T2	7.40±2.89	5.50±0.04

¹⁾ SFA (saturated fatty acid), MUFA (Mono unsaturated fatty acid), PUFA (poly unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid).

Table 171는 떡갈비 제조 시 무첨가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18°C에서 9개월간 냉동보관하면서 지방산 조성의 변화를 나타내었다. 모든 지방산 조성 항목에서 처리 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장기간이 경과할수록 대조구의 모든 항목은 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 처리구의 PUFA와 EFA/SFA는 유의적으로 낮아졌다.

Table 172. Free amino acids

Items	Treatment	Storage (months)	
		0	6
Tau	C3	4.61±0.01 ^{Aa}	4.01±0.00 ^{Ab}
	T3	3.08±0.02 ^{Ba}	2.50±0.04 ^{Bb}
Asp	C3	0.18±0.00 ^{Ba}	0.22±0.00 ^b
	T3	0.32±0.00 ^{Aa}	0.22±0.01 ^b
Glu	C3	24.37±0.00 ^{Aa}	20.32±0.01 ^b
	T3	22.81±0.02 ^{Ba}	20.02±0.15 ^b
Gly	C3	14.56±0.01 ^{Aa}	11.90±0.00 ^b
	T3	13.72±0.00 ^{Ba}	12.01±0.10 ^b
Ala	C3	2.55±0.00 ^{Ab}	3.09±0.01 ^{Aa}
	T3	2.27±0.00 ^B	2.29±0.01 ^B
Cit	C3	0.22±0.00 ^{Aa}	0.21±0.00 ^b
	T3	0.19±0.00 ^B	0.20±0.01
α-ABA	C3	0.04±0.00	0.03±0.01
	T3	0.04±0.01	0.04±0.01
Val	C3	0.51±0.00 ^{Ab}	0.55±0.00 ^a
	T3	0.48±0.00 ^B	0.61±0.10
Met	C3	0.19±0.00 ^{Aa}	0.15±0.00 ^b
	T3	0.17±0.01 ^B	0.27±0.18

Cysthi	C3	0.03±0.00	0.03±0.00
	T3	0.04±0.01	0.16±0.15
Ile	C3	0.34±0.00 ^a	0.35±0.00 ^b
	T3	0.33±0.01	0.48±0.13
Leu	C3	0.62±0.00 ^b	0.68±0.00 ^a
	T3	0.60±0.01	0.81±0.08
Tyr	C3	0.37±0.01 ^b	0.43±0.01 ^a
	T3	0.40±0.02	0.56±0.08
Phe	C3	0.40±0.00 ^{Bb}	0.56±0.00 ^a
	T3	0.52±0.02 ^A	0.65±0.05
b-Ala	C3	0.13±0.01 ^{Bb}	0.31±0.00 ^{Aa}
	T3	0.20±0.00 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Bb}
b-AiBA	C3	0.09±0.01	0.11±0.01 ^B
	T3	0.12±0.01	0.13±0.00 ^A
g-ABA	C3	0.05±0.00	0.05±0.00 ^A
	T3	0.05±0.00 ^a	0.04±0.00 ^{Bb}
EOHNH ₂	C3	0.13±0.00 ^{Bb}	0.17±0.00 ^{Ba}
	T3	0.16±0.01 ^{Ab}	0.25±0.01 ^{Aa}
NH ₃	C3	0.54±0.00 ^{Ab}	0.55±0.00 ^{Ba}
	T3	0.47±0.00 ^{Bb}	0.63±0.01 ^{Aa}
Hyls	C3	0.13±0.00 ^A	0.13±0.00 ^B
	T3	0.12±0.00 ^{Bb}	0.15±0.00 ^{Aa}
Orn	C3	0.07±0.00 ^{Aa}	0.04±0.00 ^{Bb}
	T3	0.04±0.00 ^{Bb}	0.05±0.00 ^{Aa}
EOHNH ₂	C1	0.31±0.02 ^A	0.17±0.08
	T1	0.17±0.00 ^{Ba}	0.11±0.01 ^b
NH ₃	C1	1.59±0.04 ^{Aa}	0.66±0.02 ^b
	T1	0.64±0.00 ^{Bb}	0.71±0.01 ^a
Hyls	C1	0.68±0.01 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Bb}
	T1	0.15±0.01 ^{Bb}	0.18±0.00 ^{Aa}
Orn	C1	0.09±0.01 ^A	0.09±0.01
	T1	0.06±0.00 ^{Bb}	0.09±0.00 ^a
Lys	C3	0.69±0.01 ^{Ab}	0.72±0.00 ^{Aa}
	T3	0.57±0.00 ^{Bb}	0.63±0.00 ^{Ba}
His	C3	0.19±0.00 ^A	0.19±0.00
	T3	0.16±0.00 ^B	0.18±0.01
Ans	C3	1.06±0.01 ^{Bb}	1.58±0.03 ^{Aa}
	T3	1.23±0.00 ^A	1.06±0.08 ^B
Car	C3	46.76±0.01 ^{Bb}	52.61±0.06 ^{Ba}
	T3	50.90±0.09 ^{Ab}	54.89±0.40 ^{Aa}
Arg	C3	1.20±0.01 ^{Aa}	1.02±0.01 ^b
	T3	1.08±0.01 ^B	1.06±0.00
TAA ^d	C3	100.00±0.00	100.00±0.00
	T3	100.00±0.00	100.00±0.00

FAA ¹⁾	C3	24.37±0.00 ^{Aa}	20.32±0.01 ^b
	T3	22.81±0.02 ^{Ba}	20.02±0.15 ^b
STAA ¹⁾	C3	17.10±0.01 ^{Aa}	14.99±0.01 ^{Ab}
	T3	16.00±0.01 ^{Ba}	14.30±0.11 ^{Bb}
SAA ¹⁾	C3	0.19±0.00 ^{Aa}	0.15±0.00 ^b
	T3	0.17±0.01 ^B	0.27±0.18
AAA ¹⁾	C3	0.77±0.01 ^{Bb}	0.99±0.01 ^a
	T3	0.91±0.04 ^A	1.21±0.13
EAA ¹⁾	C3	4.13±0.00 ^{Ab}	4.22±0.03 ^a
	T3	3.90±0.06 ^B	4.70±0.53
BAA ¹⁾	C3	3.19±0.00	3.25±0.04
	T3	3.12±0.06	3.81±0.54

¹⁾ TAA (total amino acid), FAA (flavorous amino acid: Glutamic acid), STAA (sweet taste amino acid: Threonine, Serine, Glycine, Alanine), SAA (sulfur-containing amino acid: Cysteine, Methionine), AAA (aromatic amino acid: Tyrosine, Phenylalanine), EAA (essential amino acid: Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine), BAA (bitter amino acid: Valine, Methionine, Isoleucine, Tyrosine, Phenylalanine, Histidine, Arginine).

Table 172은 떡갈비 제조 시 무침가구인 대조구와 고추장을 21.58% 첨가한 처리구를 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 유리아미노산 조성의 변화를 나타내었다.

대조구 대비 처리구의 STAA는 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 FAA와 STAA는 유의적으로 낮아지는 반면, 대조구의 AAA와 EAA는 유의적으로 높아졌고, SAA는 유의적으로 낮아졌다.

떡갈비 제조 시 고추장을 21.58% 첨가하여 가열 전 상태로 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 그 품질 특성 변화를 시험한 결과를 요약하자면 대조구 대비 처리구의 표면 a*값은 유의적으로 높고, 조직감 경도 및 전단가는 유의적으로 낮은 장점을 나타낸 반면, TBARS, VBN 및 표면 b*값은 유의적으로 높고, 수분, pH, 표면 L*값 및 W값, 가열관능 연도, 가열전관능 색과 전체기호도 및 STAA는 유의적으로 낮은 단점을 나타내었다.

저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 TPC 및 LAB는 유의적으로 낮아지는 장점을 나타낸 반면, 가열감량, TBARS 및 VBN은 유의적으로 높아지고, 수분, pH, FAA 및 STAA는 유의적으로 낮아지는 단점을 나타내었다.

저장기간이 경과할수록 처리구별로는 대조구의 경우 표면 a*값, AAA 및 EAA는 유의적으로 높아지고, 전단가는 유의적으로 낮아지는 장점을 나타낸 반면, 표면 b*값은 유의적으로 높아지고, 표면 L*값과 W값 및 SAA는 유의적으로 낮아지는 단점을 나타내었다. 처리구의 경우 L*값과 W값은 유의적으로 높아지고, 표면 b*값은 유의적으로 낮아지는 장점을 나타낸 반면, PUFA 및 EFA/SFA는 유의적으로 낮아지는 단점을 나타내었다.

결론적으로 떡갈비의 대조구 대비 처리구(고추장 21.58%)의 표면 a*값은 높은 장점을 보인 반면, TBARS 및 VBN은 높고, 가열관능 연도, 가열전관능 색 및 전체기호도는 낮은 단점을 나타내었다. -18℃/9개월 보관시에도 TBARS [C(0.42~2.44), T(0.39~2.56)], VBN [C(12.12~16.04), T(16.18~20.01)]은 가식권 범위 이내였고, TPC [C(5.06~4.03), T(5.01~4.71)] 및 LAB [C(4.74~3.36), T(4.84~3.82)] 역시 가식권 범위인 log₁₀ 6이내였다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 TPC 및 LAB 낮아지는 장점을 나타내었다.

• 훈제삼겹 제조공정 확립 및 유통기한 설정

가. 훈제삼겹 제조공정 확립


(1) 훈제삼겹 Formula

원부재료명	구성비(%)
삼겹살	96.42
훈제시즈닝	3.05
L-글루탐산나트륨	0.26
아질산나트륨	0.01
에리토브산나트륨	0.01
소브산칼륨	0.01
한약액	0.24
총계	100

(2) 훈제삼겹 제조공정도 및 공정별 작업표준

(가) 훈제삼겹 가열 후 냉동

① 훈제삼겹 제조공정도

공정명	사용기계	
원부재료 준비	Knife	
염지액 주입	Injector	
텀블링	Tumbler	
숙성	냉장고	
수세	-	
열처리	Smoke house	
냉각	-	
세절	Slicer	
급속동결	Freezer	
포장	Vacuum chamber	
박싱	Taping machine	
냉동보관	냉동고	

② 훈제삼겹 공정별 작업표준

- ㉠ 원부재료 준비 : Knife를 활용하여 삼겹살을 정형한다.
- ㉡ 염지액 주입 : 삼겹살 무게의 18%에 해당하는 염지액을 Injection한다.
- ㉢ 텀블링 : 염지액을 주입한 육을 Tumbler에 넣고 7분간 텀블링 후 5분간 정치 후 추가로 8분간 텀블링한다(최종 혼합물의 온도는 15℃ 이하 관리).
- ㉣ 숙성 : 텀블링한 육을 비닐봉지에 싸서 4℃ 냉장고에서 1~2일간 숙성
- ㉤ 수세 : 염지 후 표면에 과다하게 묻어있는 소금을 흐르는 물에 세척
- ㉥ 열처리 : 쇠고리를 육에 끼운 후 Smoke house에서 Drying 60℃/30분, Smoking 65℃/40분, Cooking 78℃/100분(중심온도 72~74℃ 도달 시까지 총 160분 소요)
- ㉦ 냉각 : 제품 표면온도 10℃ 이하 되도록 냉각


- ㉠ 세절 : Slicer로 크기에 맞도록 세절
- ㉡ 급속동결 : -40℃ 이하 온도에서 신속하게 동결시킨다.
- ㉢ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 썰링한다(내부 PE).
- ㉣ 박싱 : Tapping machine을 이용하여 카톤박스에 포장
- ㉤ 냉동보관 : 진공포장된 육을 -18℃ 이하 온도에서 보관한다.

* 제품의 특징 및 주의사항

- 자주 뒤집으면 육질이 질겨진다.
- 적당량은 표면에 묻어 날 수 있는 정도이며 덩어리져서는 안 된다.

(나) 훈제삼겹 가열 후 냉장

① 훈제삼겹 제조공정도

공정명	사용기계	
원부재료 준비	Knife	
염지액 주입	Injector	
텀블링	Tumbler	
숙성	냉장고	
수세	-	
열처리	Smoke house	
냉각	-	
세절	Slicer	
포장	Vacuum chamber	
박싱	Taping machine	
냉장보관	냉장고	

② 훈제삼겹 공정별 작업표준

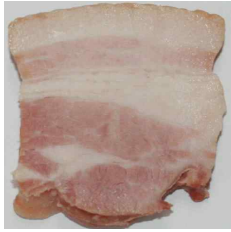

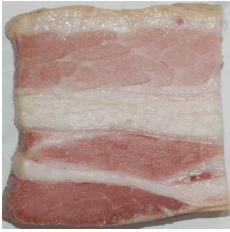
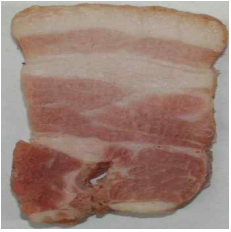
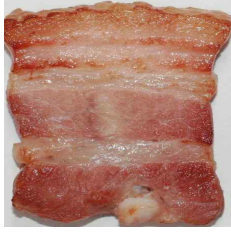
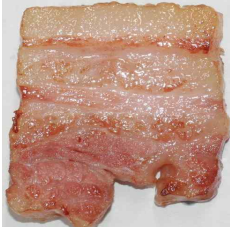
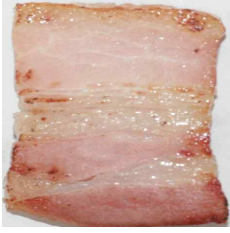
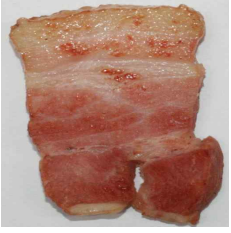

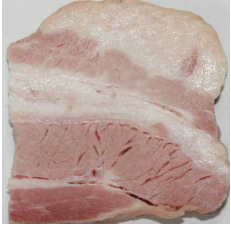
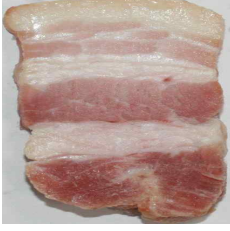
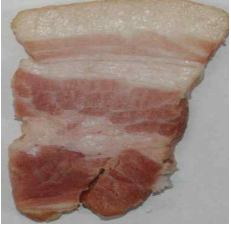
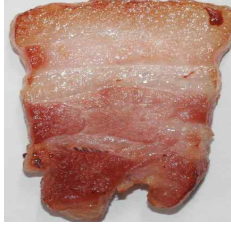
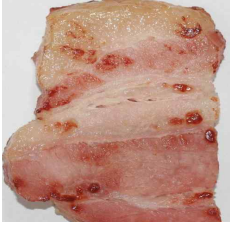
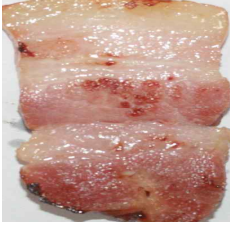
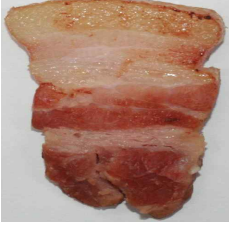
- ㉠ 원부재료 준비 : Knife를 활용하여 삼겹살을 정형한다.
- ㉡ 염지액 주입 : 삼겹살 무게의 18%에 해당하는 염지액을 Injection한다.
- ㉢ 텀블링 : 염지액을 주입한 육을 Tumbler에 넣고 7분간 텀블링 후 5분간 정치 후 추가로 8분간 텀블링한다(최종 혼합물의 온도는 15℃ 이하 관리).
- ㉣ 숙성 : 텀블링한 육을 비닐봉지에 싸서 4℃ 냉장고에서 1~2일간 숙성
- ㉤ 수세 : 염지 후 표면에 과다하게 묻어있는 소금을 흐르는 물에 세척
- ㉥ 열처리 : 쇠고리를 육에 끼운 후 Smoke house에서 Drying 60℃/30분, Smoking 65℃/40분, Cooking 78℃/100분(중심온도 72~74℃ 도달 시까지 총 160분 소요)
- ㉦ 냉각 : 제품 표면온도 10℃ 이하 되도록 냉각
- ㉧ 세절 : Slicer로 크기에 맞도록 세절
- ㉨ 진공포장 : Vacuum chamber를 활용하여 진공상태로 썰링한다(내부 PE).
- ㉩ 박싱 : Tapping machine을 이용하여 카톤박스에 포장
- ㉪ 냉장보관 : 진공포장된 육을 냉장온도(0~10℃)에서 보관한다.

나. 훈제삼겹 유통기한 설정 실험 결과

(1) 훈제삼겹 시험 설계 및 저장조건

처리구	조건	제품조건	저장조건
C3	대조구	가열 후 냉동	-18℃/0, 3, 6, 9개월
T3	한약액 0.24%		

- 관능평가를 위한 가열조건 : 0.7cm 두께로 슬라이싱한 후 Pan을 활용하여, 약한 불로 앞 1, 뒤 1, 총 2분 열처리함

		0개월	3개월	6개월	9개월
C3	가열 전				
	가열 후				
T3	가열 전				
	가열 후				

(2) 훈제삼겹살 시험 결과

Table 173. Infrared moisture (%)

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Moisture	C3	45.89±1.26 ^{Bb}	49.64±1.40 ^{Aa}	49.00±2.52 ^{ab}	40.66±1.23 ^{Ac}
	T3	48.44±0.51 ^{Aa}	46.44±1.26 ^{Ba}	47.89±1.68 ^a	36.52±0.30 ^{Bb}

Table 173은 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 수분 함량의 변화를 나타내었다. 수분 함량은 대조구 대비 처리구가 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 유의적으로 낮아졌다.

Table 174. Physicochemical characteristics

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
pH	C3	6.29±0.01 ^{Ab}	6.51±0.02 ^{Aa}	6.28±0.04 ^b	6.23±0.02 ^{Ac}
	T3	6.17±0.02 ^{Bbc}	6.61±0.00 ^{Ba}	6.22±0.07 ^b	6.14±0.02 ^{Bc}
WHC (%)	C3	93.06±1.81	90.44±5.74	91.93±3.78	92.91±3.09
	T3	92.93±1.46	95.68±1.74	88.43±2.68	89.00±8.75
Cooking loss (%)	C3	16.33±2.02 ^b	20.00±2.65 ^a	2.79±0.41 ^{Ac}	19.39±0.69 ^{ab}
	T3	18.26±0.55 ^b	23.14±1.36 ^a	1.33±0.19 ^{Bc}	21.79±4.18 ^{ab}

Table 174는 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 이화학적 특성 변화를 나타내었다. pH, WHC 및 가열감량 모두 처리 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 가열감량은 유의적으로 높아지고, pH는 유의적으로 낮아졌다.

Table 175. DPPH radical scavenging activity (%)

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
DPPH	C1	89.49	37.12	31.96	32.17
	T1	91.06	47.39	42.44	38.05

Table 175과 Figure 186은 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 DPPH 라디칼 소거능 활성의 변화를 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 대조구 대비 처리구가 저장기간 3개월 이후부터 유의적으로 높게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 유의적으로 낮아졌다.

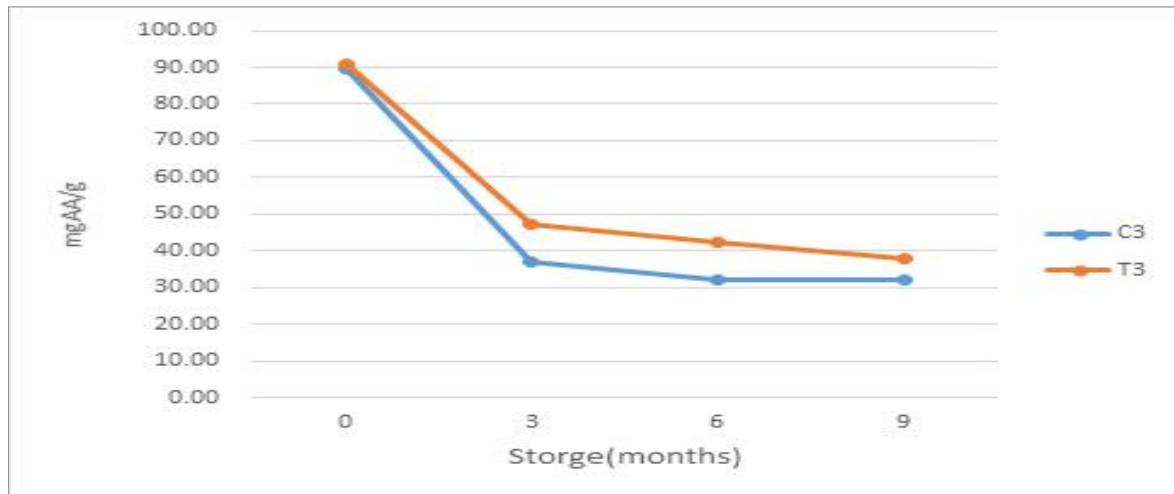


Figure 186. DPPH radical scavenging activity (%).

Table 176. Texture properties

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Hardness (kg)	C3	0.58±0.14	0.52±0.08	0.50±0.17	0.60±0.06 ^A
	T3	0.40±0.10 ^b	0.55±0.13 ^a	0.29±0.05 ^b	0.33±0.06 ^{Bb}
Surf. Hardness (kgf)	C3	0.57±0.14	0.52±0.08	0.49±0.17	0.60±0.06 ^A
	T3	0.40±0.11 ^b	0.55±0.13 ^a	0.28±0.05 ^b	0.33±0.06 ^{Bb}
Cohesiveness (%)	C3	0.43±0.13	0.39±0.04 ^B	0.49±0.08	0.43±0.08
	T3	0.47±0.07 ^{ab}	0.50±0.03 ^{Aab}	0.66±0.35 ^a	0.38±0.07 ^b
Springiness (mm)	C3	0.96±0.08	1.02±0.03	1.04±0.07	1.00±0.00
	T3	1.01±0.01	1.00±0.00	1.31±0.53	1.01±0.01
Gumminess (kg)	C3	0.26±0.12	0.20±0.04	0.25±0.10	0.25±0.02 ^A
	T3	0.19±0.07 ^{ab}	0.27±0.07 ^a	0.18±0.07 ^b	0.13±0.03 ^{Bb}
Chewiness (kg.mm)	C3	0.25±0.13	0.21±0.04	0.26±0.11	0.25±0.02 ^A
	T3	0.19±0.07	0.27±0.07	0.25±0.20	0.13±0.03 ^B
Adhesiveness	C3	0.05±0.03	0.04±0.00	0.06±0.03	0.06±0.02
	T3	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.05±0.00

Table 176는 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 조직감의 변화를 나타내었다. 조직감의 모든 항목(경도, 표면경도, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성, 부착성)은 대조구와 처리구 간에는 물론, 저장기간이 경과함에 따라서도 두 처리구 공히 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 177. Fat color on the product surface

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
L*	C3	6.29±0.01 ^{Ab}	6.51 0.02 ^{Ba}	6.28 0.04 ^b	6.23±0.02 ^{Ac}
	T3	6.17±0.02 ^{Bbc}	6.61±0.00 ^{Aa}	6.22±0.07 ^b	6.14±0.02 ^{Bc}
a*	C3	70.61±1.52 ^{Bb}	73.42±1.44 ^a	68.70±1.75 ^b	74.36±2.57 ^a
	T3	73.02±1.37 ^{Aa}	72.66±2.75 ^a	69.30±0.78 ^b	73.95±1.66 ^a
b*	C3	7.73±0.96 ^a	3.38±0.88 ^{Bc}	5.65±1.21 ^b	5.38±1.78 ^b
	T3	6.60±0.71 ^a	5.65±1.36 ^{Aab}	4.79±0.66 ^{bc}	3.87±0.43 ^c
W	C3	23.45±0.59 ^b	22.00±0.74 ^c	26.53±0.40 ^{Aa}	25.88±0.29 ^a
	T3	23.63±0.71	22.67±2.22	23.96±0.69 ^B	24.51±2.18
C	C3	0.25±2.72 ^b	7.43±3.05 ^a	-10.88±2.83 ^{Bc}	-3.28±3.19 ^b
	T3	2.13±1.23	4.64±9.27	-2.59±2.34 ^A	0.41±8.18
h	C3	24.71±0.72 ^b	22.27±0.81 ^c	27.13±0.62 ^{Aa}	26.47±0.64 ^a
	T3	24.54±0.64	22.78±2.54	24.44±0.81 ^B	24.82±2.19

$$* W = L^* - 3b^*$$

Table 177는 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18°C 에서 9개월간 냉동보관하면서 제품 표면 지방색의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 L*값은 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 b*값은 유의적으로 낮아졌다. 또한 저장기간이 경과할수록 대조구의 경우 W값은 유의적으로 높아진 반면, L*값은 유의적으로 낮아졌다.

Table 178. Meat section color

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
L*	C3	59.99±2.13 ^b	58.63±2.56 ^b	57.21±0.73 ^b	68.56±2.14 ^{Aa}
	T3	60.89±0.55 ^a	57.38±2.21 ^b	54.65±1.74 ^b	64.16±3.48 ^{Ba}
a*	C3	16.75±0.68 ^{Ba}	17.05±0.99 ^a	17.86±0.84 ^a	11.33±0.68 ^{Bb}
	T3	17.76±0.60 ^{Aab}	18.04±0.96 ^{ab}	19.42±1.21 ^a	15.96±2.35 ^{Ab}
b*	C3	8.85±0.41 ^b	9.60±0.61 ^a	8.62±0.42 ^b	8.36±0.26 ^{Bb}
	T3	9.30±0.36	9.30±0.61	9.50±0.41	9.51±0.80 ^A
W	C3	33.44±2.97 ^b	29.84±1.93 ^b	31.35±1.08 ^{Ab}	43.47±2.64 ^{Aa}
	T3	33.00±1.24 ^{ab}	29.50±2.53 ^{bc}	26.15±2.26 ^{Bc}	35.62±5.70 ^{Ba}
C	C3	18.95±0.70 ^{Ba}	19.58±0.72 ^a	19.83±0.94 ^a	14.09±0.64 ^{Bb}
	T3	20.04±0.68 ^{Aab}	20.29±1.06 ^{ab}	21.63±1.16 ^a	18.59±2.41 ^{Ab}
h	C3	27.86±1.09 ^{bc}	29.41±2.64 ^b	25.77±0.03 ^c	36.47±1.42 ^{Aa}
	T3	27.62±0.44 ^b	27.27±1.14 ^b	26.08±1.41 ^b	30.99±1.93 ^{Ba}

$$* W = L^* - 3b^*$$

Table 178과 Figure 187는 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 제품 단면색의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 a*값은 유의적으로 높게 나타난 반면, W값은 유의적으로 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 대조구의 W값은 유의적으로 높아지는 반면, a*값은 유의적으로 낮아졌다.

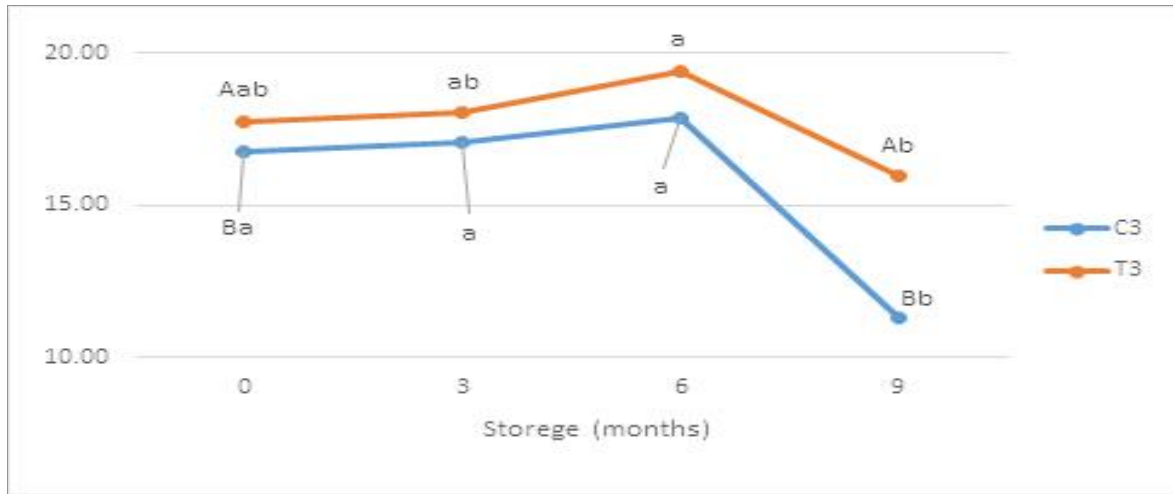


Figure 187. Meat section color (a*).

수분 함량은 처리 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 모두 유의적으로 낮아졌다.

Table 179. TBARS, VBN and microorganisms

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
TBARS (mg/100g)	C3	0.10±0.01 ^c	0.08±0.01 ^{Bc}	0.35±0.00 ^{Bb}	0.58±0.03 ^{Ba}
	T3	0.09±0.01 ^c	0.10±0.00 ^{Ac}	0.46±0.02 ^{Ab}	0.83±0.04 ^{Aa}
VBN (mg%)	C3	6.42±0.27 ^c	7.27±0.16 ^b	7.87±0.32 ^a	7.64±0.28 ^{ab}
	T3	7.01±0.52 ^b	7.61±0.24 ^{ab}	7.64±0.14 ^{ab}	7.87±0.49 ^a
TPC (log ₁₀ CFU)	C3	3.19±0.03 ^{Ba}	3.02±0.00 ^{Aa}	2.78±0.14 ^{Ab}	2.74±0.04 ^{Ab}
	T3	4.38±0.11 ^{Aa}	2.28±0.14 ^{Bb}	2.04±0.06 ^{Bb}	2.10±0.26 ^{Bb}
<i>Lactobacillus</i> (log ₁₀ CFU)	C3	2.57±0.06 ^{Aa}	2.68±0.06 ^a	2.74±0.02 ^{Aa}	2.19±0.13 ^{Ab}
	T3	2.12±0.11 ^{Ba}	1.82±0.31 ^{ab}	1.69±0.13 ^{Bab}	1.54±0.08 ^{Bb}
Coliform (log ₁₀ CFU)	C3	0.00±0.00 ^{Bb}	1.15±0.21 ^a	1.50±0.28 ^a	1.54±0.08 ^{Ba}
	T3	1.39±0.13 ^{Ab}	1.39±0.13 ^b	1.60±0.00 ^b	1.85±0.00 ^{Aa}

Table 179과 Figure 188~191은 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18°C에서 9개월간 냉동보관하면서 TBARS, VBN 및 미생물수의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 TBARS 및 대장균군은 유의적으로 높게 나타났으며, TPC 및 LAB는 유의적으로 낮게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 TPC 및 LAB는 유의적으로 낮아지는 반면, TBARS, VBN 및 대장균군은 유의적으로 높아졌다.

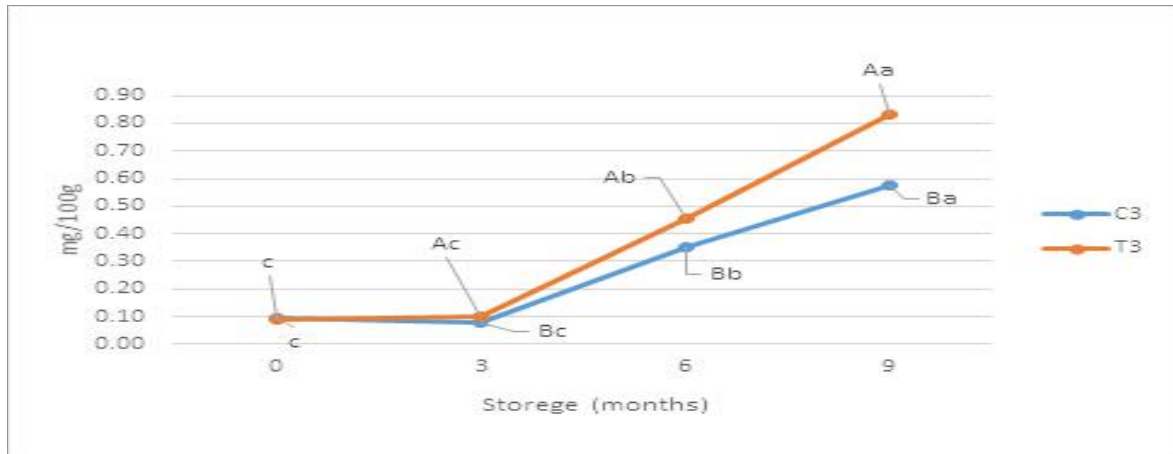


Figure 188. TBARS.

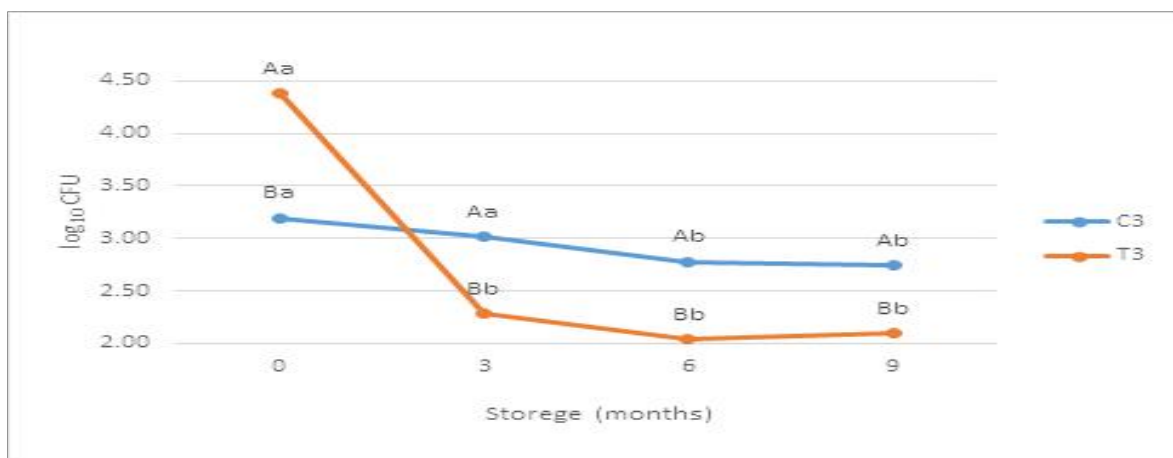


Figure 189. TPC.

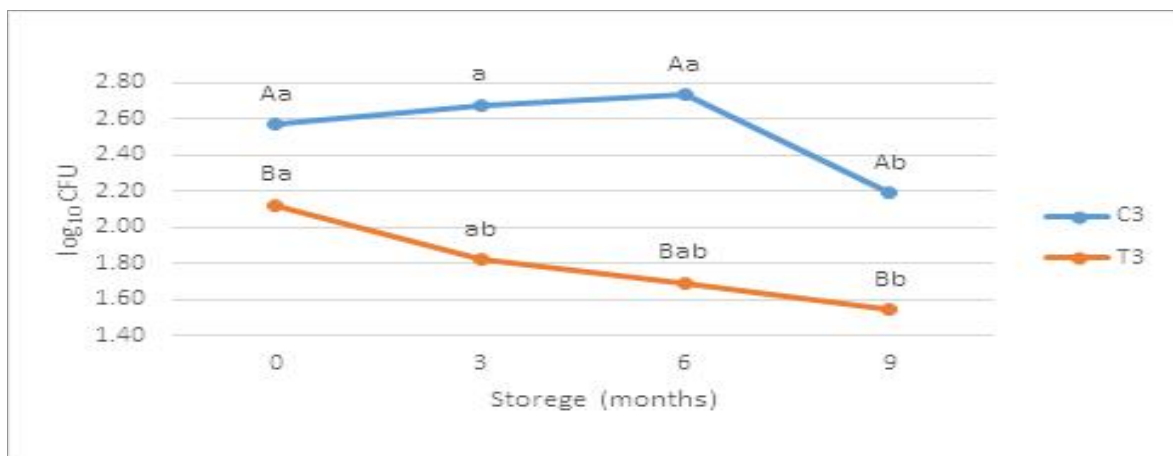


Figure 190. *Lactobacillus*.

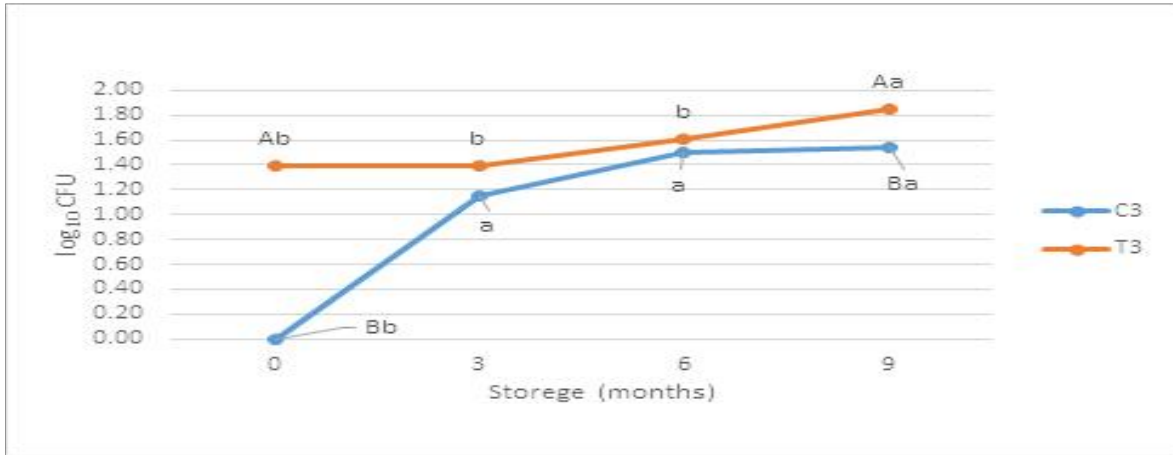


Figure 191. Coliform.

Table 180. Sensory score¹⁾ after cooking

Items	Treatment	Storage (months)			
		0	3	6	9
Aroma	C3	1.73±0.47 ^A	1.60±0.52	1.60±0.52	1.80±0.42 ^A
	T3	1.27±0.47 ^B	1.40±0.52	1.40±0.52	1.20±0.42 ^B
Flavor	C3	1.55±0.52	1.80±0.42 ^A	1.60±0.52	1.50±0.53
	T3	1.45±0.52	1.20±0.42 ^B	1.40±0.52	1.50±0.53
Color	C3	1.18±0.40 ^{Bb}	1.50±0.53 ^{ab}	1.70±0.48 ^a	1.70±0.48 ^a
	T3	1.82±0.40 ^{Aa}	1.50±0.53 ^{ab}	1.30±0.48 ^b	1.30±0.48 ^b
Tenderness	C3	1.64±0.50	1.40±0.52	1.60±0.52	1.60±0.52
	T3	1.36±0.50	1.60±0.52	1.40±0.52	1.40±0.52
Overall acceptability	C3	1.64±0.50	1.80±0.42 ^A	1.70±0.48	1.60±0.52
	T3	1.36±0.50	1.20±0.42 ^B	1.30±0.48	1.40±0.52

¹⁾ Sensory scores ranking method, 1=very good, 2=very poor.

Table 180과 Figure 192은 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18°C에서 9개월간 냉동보관하면서 가열 후 관능평가 결과의 변화를 나타내었다. 대조구 대비 처리구의 향은 유의적으로 높게 나타났으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 색이 유의적으로 낮아지는 반면, 처리구는 유의적으로 높아졌다.

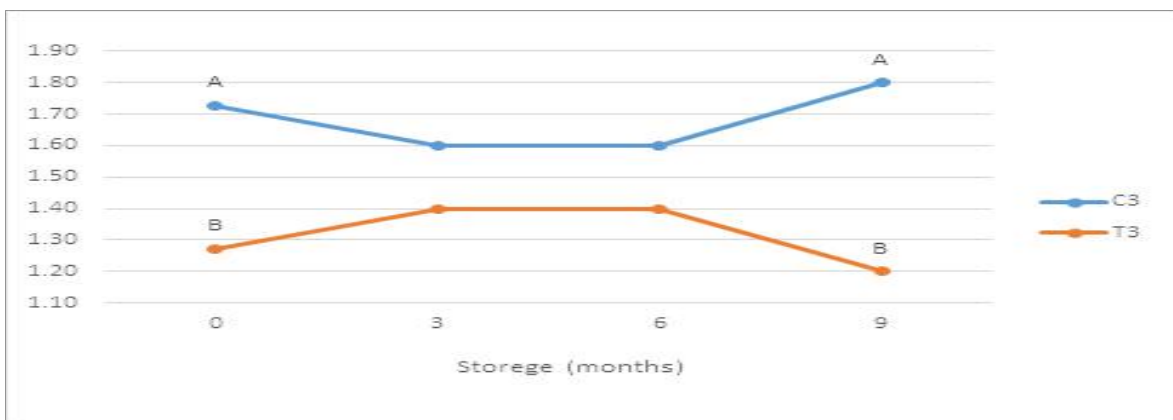


Figure 192. Panel aroma scores.

Table 181. Fatty acid compositions

Items	Treatment	Storage (months)	
		0	6
C8:0	C3	0.04±0.01	0.02±0.01
	T3	0.08±0.04	0.02±0.01
C10:0	C3	0.12±0.01	0.10±0.00 ^A
	T3	0.10±0.00 ^a	0.09±0.00 ^{Bb}
C12:0	C3	0.34±0.00 ^{Aa}	0.22±0.01 ^{Ab}
	T3	0.17±0.01 ^{Ba}	0.09±0.00 ^{Bb}
C14:0	C3	1.73±0.02 ^A	1.68±0.01 ^A
	T3	1.31±0.01 ^{Bb}	1.55±0.01 ^{Ba}
C14:1	C3	0.08±0.01 ^a	0.02±0.00 ^b
	T3	0.09±0.01 ^a	0.02±0.00 ^b
C16:0	C3	26.63±0.12 ^{Aa}	24.91±0.18 ^{Bb}
	T3	25.85±0.06 ^B	26.02±0.08 ^A
C16:1	C3	2.49±0.00 ^{Aa}	2.26±0.04 ^b
	T3	2.13±0.02 ^{Bb}	2.22±0.01 ^a
C17:0	C3	0.38±0.00 ^{Ba}	0.26±0.00 ^{Bb}
	T3	0.50±0.01 ^{Aa}	0.28±0.00 ^{Ab}
C17:1	C3	0.29±0.00 ^{Ba}	0.20±0.01 ^{Bb}
	T3	0.34±0.00 ^{Aa}	0.25±0.00 ^{Ab}
C18:0	C3	9.85±0.10 ^{Ab}	13.92±0.48 ^a
	T3	8.93±0.01 ^{Bb}	14.18±0.16 ^a
C18:1n9t	C3	0.21±0.29	0.17±0.00
	T3	0.20±0.28	0.19±0.01
C18:1n9c	C3	39.22±0.06 ^b	41.17±0.42 ^a
	T3	40.14±0.36	40.93±0.18
C18:2n6c	C3	15.03±0.28 ^a	11.96±0.16 ^{Ab}
	T3	16.24±0.35 ^a	11.03±0.03 ^{Bb}
C20:0	C3	0.19±0.01 ^B	0.20±0.01 ^B
	T3	0.21±0.00 ^{Ab}	0.23±0.00 ^{Aa}
C18:3n6	C3	0.07±0.00 ^a	0.05±0.00 ^{Ab}
	T3	0.05±0.06	0.03±0.00 ^B
C20:1n9	C3	0.60±0.01 ^{Bb}	0.80±0.01 ^{Ba}
	T3	0.69±0.01 ^{Ab}	1.01±0.01 ^{Aa}
C18:3n3	C3	0.62±0.01 ^b	0.87±0.01 ^{Aa}
	T3	0.66±0.01	0.65±0.00 ^B
C21:0	C3	0.14±0.00 ^a	0.03±0.00 ^{Bb}
	T3	0.16±0.02 ^a	0.06±0.00 ^{Ab}
C20:2n6	C3	0.34±0.00 ^{Bb}	0.51±0.01 ^{Ba}
	T3	0.39±0.00 ^{Ab}	0.60±0.01 ^{Aa}
C22:0	C3	0.05±0.02	0.02±0.00 ^B
	T3	0.06±0.00 ^a	0.03±0.00 ^{Ab}
C20:3n6	C3	0.17±0.00 ^a	0.10±0.00 ^{Ab}
	T3	0.18±0.01 ^a	0.08±0.00 ^{Bb}

C22:1n9	C3	0.05±0.02	0.03±0.00
	T3	0.07±0.01 ^a	0.03±0.00 ^b
C20:3n3	C3	0.09±0.01 ^b	0.14±0.00 ^{Aa}
	T3	0.10±0.03	0.13±0.00 ^B
C20:4n6	C3	0.87±0.04 ^a	0.32±0.00 ^{Ab}
	T3	1.01±0.08 ^a	0.23±0.00 ^{Bb}
C22:2n6	C3	0.07±0.01 ^a	0.02±0.00 ^b
	T3	0.09±0.06	0.02±0.00
C24:0	C3	0.10±0.03 ^a	0.01±0.00 ^b
	T3	0.09±0.00 ^a	0.01±0.00 ^b
C20:5n3	C3	0.07±0.01 ^a	0.02±0.00 ^b
	T3	0.06±0.01 ^a	0.02±0.00 ^b
C24:1n9	C3	0.08±0.04	0.01±0.00
	T3	0.09±0.04	0.02±0.01
C22:6n3	C3	0.15±0.10	0.03±0.01
	T3	0.08±0.01 ^a	0.04±0.01 ^b
SFA ¹⁾	C3	39.54±0.20 ^A	41.36±0.65
	T3	37.44±0.01 ^{Bb}	42.55±0.23 ^a
MUFA ¹⁾	C3	43.00±0.42	44.64±0.47
	T3	43.73±0.57	44.65±0.20
PUFA ¹⁾	C3	17.47±0.22 ^a	14.01±0.18 ^{Ab}
	T3	18.83±0.58 ^a	12.81±0.04 ^{Bb}
n-3 fatty acid	C3	0.92±0.09	1.05±0.01 ^A
	T3	0.89±0.04	0.83±0.01 ^B
n-6 fatty acid	C3	16.55±0.31 ^a	12.96±0.16 ^{Ab}
	T3	17.94±0.54 ^a	11.98±0.04 ^{Bb}
n-9 fatty acid	C3	40.14±0.40 ^b	42.17±0.44 ^a
	T3	41.17±0.61	42.16±0.18
EFA ¹⁾	C3	16.59±0.33 ^a	13.19±0.18 ^{Ab}
	T3	17.94±0.49 ^a	11.94±0.04 ^{Bb}
UFA ¹⁾	C3	60.46±0.20 ^B	58.64±0.65
	T3	62.56±0.01 ^{Aa}	57.46±0.23 ^b
UFA/SFA	C3	1.53±0.01 ^B	1.42±0.04
	T3	1.67±0.00 ^{Aa}	1.35±0.01 ^b
EFA/SFA	C3	0.42±0.00 ^{Ba}	0.32±0.01 ^b
	T3	0.48±0.01 ^{Aa}	0.28±0.00 ^b
n-3/n-6*100	C3	5.55±0.66 ^b	8.11±0.03 ^{Aa}
	T3	4.96±0.06 ^b	6.87±0.09 ^{Ba}

¹⁾ SFA (saturated fatty acid), MUFA (Mono unsaturated fatty acid), PUFA (poly unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid).

Table 181는 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18°C에서 9개월간 냉동보관하면서 지방산 조성의 변화를 나타내었다. 모든 지방산 조성 항목에서 처리 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 n-3/n-6는 유의적으로 높아지는 반면, PUFA, EFA 및 EFA/SFA는 유의적으로 낮아졌다. 한편 저장기간이 경과할수록 처리구의 UFA 및 UFA/SFA는 유의적으로 낮아졌다.

Table 182. Free amino acids

Items	Treatment	Storage (months)	
		0	6
Tau	C3	4.61±0.01 ^{Aa}	4.01±0.00 ^{Ab}
	T3	3.08±0.02 ^{Ba}	2.50±0.04 ^{Bb}
Asp	C3	0.18±0.00 ^{Ba}	0.22±0.00 ^b
	T3	0.32±0.00 ^{Aa}	0.22±0.01 ^b
Glu	C3	24.37±0.00 ^{Aa}	20.32±0.01 ^b
	T3	22.81±0.02 ^{Ba}	20.02±0.15 ^b
Gly	C3	14.56±0.01 ^{Aa}	11.90±0.00 ^b
	T3	13.72±0.00 ^{Ba}	12.01±0.10 ^b
Ala	C3	2.55±0.00 ^{Ab}	3.09±0.01 ^{Aa}
	T3	2.27±0.00 ^B	2.29±0.01 ^B
Cit	C3	0.22±0.00 ^{Aa}	0.21±0.00 ^b
	T3	0.19±0.00 ^B	0.20±0.01
α-ABA	C3	0.04±0.00	0.03±0.01
	T3	0.04±0.01	0.04±0.01
Val	C3	0.51±0.00 ^{Ab}	0.55±0.00 ^a
	T3	0.48±0.00 ^B	0.61±0.10
Met	C3	0.19±0.00 ^{Aa}	0.15±0.00 ^b
	T3	0.17±0.01 ^B	0.27±0.18
Cysthi	C3	0.03±0.00	0.03±0.00
	T3	0.04±0.01	0.16±0.15
Ile	C3	0.34±0.00 ^a	0.35±0.00 ^b
	T3	0.33±0.01	0.48±0.13
Leu	C3	0.62±0.00 ^b	0.68±0.00 ^a
	T3	0.60±0.01	0.81±0.08
Tyr	C3	0.37±0.01 ^b	0.43±0.01 ^a
	T3	0.40±0.02	0.56±0.08
Phe	C3	0.40±0.00 ^{Bb}	0.56±0.00 ^a
	T3	0.52±0.02 ^A	0.65±0.05
β-Ala	C3	0.13±0.01 ^{Bb}	0.31±0.00 ^{Aa}
	T3	0.20±0.00 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Bb}
β-AiBA	C3	0.09±0.01	0.11±0.01 ^B
	T3	0.12±0.01	0.13±0.00 ^A

g-ABA	C3	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00 ^A
	T3	0.05 ± 0.00 ^a	0.04 ± 0.00 ^{Bb}
Phe	C1	0.95 ± 0.76	0.59 ± 0.01 ^A
	T1	0.46 ± 0.15	0.52 ± 0.01 ^B
b-Ala	C1	0.48 ± 0.01 ^{Aa}	0.32 ± 0.00 ^{Bb}
	T1	0.33 ± 0.00 ^{Bb}	0.46 ± 0.01 ^{Aa}
b-AiBA	C1	0.15 ± 0.01 ^B	0.18 ± 0.01 ^B
	T1	0.29 ± 0.01 ^{Ab}	0.43 ± 0.00 ^{Aa}
g-ABA	C1	0.17 ± 0.01 ^{Bb}	0.29 ± 0.00 ^{Ba}
	T1	0.30 ± 0.00 ^{Ab}	0.44 ± 0.00 ^{Aa}
EOHNH2	C3	0.13 ± 0.00 ^{Bb}	0.17 ± 0.00 ^{Ba}
	T3	0.16 ± 0.01 ^{Ab}	0.25 ± 0.01 ^{Aa}
NH3	C3	0.54 ± 0.00 ^{Ab}	0.55 ± 0.00 ^{Ba}
	T3	0.47 ± 0.00 ^{Bb}	0.63 ± 0.01 ^{Aa}
Hylys	C3	0.13 ± 0.00 ^A	0.13 ± 0.00 ^B
	T3	0.12 ± 0.00 ^{Bb}	0.15 ± 0.00 ^{Aa}
Orn	C3	0.07 ± 0.00 ^{Aa}	0.04 ± 0.00 ^{Bb}
	T3	0.04 ± 0.00 ^{Bb}	0.05 ± 0.00 ^{Aa}
Lys	C3	0.69 ± 0.01 ^{Ab}	0.72 ± 0.00 ^{Aa}
	T3	0.57 ± 0.00 ^{Bb}	0.63 ± 0.00 ^{Ba}
His	C3	0.19 ± 0.00 ^A	0.19 ± 0.00
	T3	0.16 ± 0.00 ^B	0.18 ± 0.01
Ans	C3	1.06 ± 0.01 ^{Bb}	1.58 ± 0.03 ^{Aa}
	T3	1.23 ± 0.00 ^A	1.06 ± 0.08 ^B
Car	C3	46.76 ± 0.01 ^{Bb}	52.61 ± 0.06 ^{Ba}
	T3	50.90 ± 0.09 ^{Ab}	54.89 ± 0.40 ^{Aa}
Arg	C3	1.20 ± 0.01 ^{Aa}	1.02 ± 0.01 ^b
	T3	1.08 ± 0.01 ^B	1.06 ± 0.00
TAA ¹⁾	C3	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	T3	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
FAA ¹⁾	C3	24.37 ± 0.00 ^{Aa}	20.32 ± 0.01 ^b
	T3	22.81 ± 0.02 ^{Ba}	20.02 ± 0.15 ^b
STAA ¹⁾	C3	17.10 ± 0.01 ^{Aa}	14.99 ± 0.01 ^{Ab}
	T3	16.00 ± 0.01 ^{Ba}	14.30 ± 0.11 ^{Bb}
SAA ¹⁾	C3	0.19 ± 0.00 ^{Aa}	0.15 ± 0.00 ^b
	T3	0.17 ± 0.01 ^B	0.27 ± 0.18

AAA ¹⁾	C3	0.77±0.01 ^{Bb}	0.99±0.01 ^a
	T3	0.91±0.04 ^A	1.21±0.13
EAA ¹⁾	C3	4.13±0.00 ^{Ab}	4.22±0.03 ^a
	T3	3.90±0.06 ^B	4.70±0.53
BAA ¹⁾	C3	3.19±0.00	3.25±0.04
	T3	3.12±0.06	3.81±0.54

¹⁾ TAA (total amino acid), FAA (flavorous amino acid: Glutamic acid), STAA (sweet taste amino acid: Threonine, Serine, Glycine, Alanine), SAA (sulfur-containing amino acid: Cysteine, Methionine), AAA (aromatic amino acid: Tyrosine, Phenylalanine), EAA (essential amino acid: Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine), BAA (bitter amino acid: Valine, Methionine, Isoleucine, Tyrosine, Phenylalanine, Histidine, Arginine).

Table 182은 훈제삼겹살 제조 시 무첨가구인 대조구와 한약액을 0.24% 첨가한 처리구를 가열 후 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 유리아미노산 조성의 변화를 나타내었다.

대조구 대비 처리구의 STAA는 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 FAA와 STAA는 유의적으로 낮아지는 반면, 대조구의 AAA와 EAA는 유의적으로 높아졌고, SAA는 유의적으로 낮아졌다.

훈제삼겹 제조 시 한약액을 0.24% 첨가하여 가열 후 -18℃에서 9개월간 냉동보관하면서 그 품질 특성 변화를 시험한 결과를 요약하자면 대조구 대비 처리구의 육단면 a*값, 가열관능 향은 높고, TPC 및 LAB는 유의적으로 낮은 장점을 나타낸 반면, TBARS 및 대장균군은 유의적으로 높고, 수분, pH, 육단면 W값, 지방표면 L*값 및 STAA는 유의적으로 낮은 단점을 나타내었다.

저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 n-3/n-6은 높아지고, 지방표면 b*값, TPC 및 LAB는 유의적으로 낮아지는 장점을 나타낸 반면, 가열감량, TBARS, VBN 및 대장균군은 유의적으로 높아지고, 수분, pH, PUFA, EFA, EFA/SFA, FAA 및 STAA는 유의적으로 낮아지는 단점을 나타내었다.

저장기간이 경과할수록 처리구별로는 대조구의 경우 육단면 W값, AAA, EAA 및 지방표면 W값은 유의적으로 높아지는 장점을 나타낸 반면, 가열관능 색, 지방표면 L*값, 육단면 a*값 및 SAA는 유의적으로 낮아지는 단점을 나타내었다. 처리구의 경우 가열관능 색은 유의적으로 높아지는 장점을 나타낸 반면, UFA 및 UFA/SFA는 유의적으로 낮아지는 단점을 나타내었다.

결론적으로 훈제삼겹의 대조구 대비 처리구(한약액 0.24%)의 육단면 a*값, 가열관능 향은 높고, TPC 및 LAB는 낮은 장점을 보인 반면, TBARS 및 대장균군은 높은 단점을 나타내었다. -18℃/9개월 보관시에도 TBARS [C(0.08~0.58), T(0.09~0.83)], VBN [C(6.42~7.87), T(7.01~7.87)] 가식권 범위 이내였고, TPC [C(3.19~2.74), T(4.38~2.10)] 및 LAB [C(2.74~2.19), T(2.12~1.54)] 역시 가식권 범위인 log₁₀6 이내였다. 저장기간이 경과할수록 두 처리구 공히 TPC 및 LAB는 낮아지는 장점을 나타낸 반면, TBARS, VBN 및 대장균군은 높아지는 단점을 나타내었다.


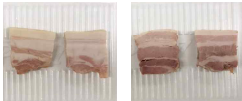

○ 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 유해물질 저감 효능 검증

가. 연구 방법

(1) 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 저장조건

천연소재(블랙커런트, 한방) 및 전통식품(고추장)을 각각의 육제품(돈가스, 훈제삼겹살, 떡갈비)에 첨가하여 제조하였다(Table 183). 이후 진공 포장하여 냉장(9℃) 또는 냉동 저장(-18℃)하여 실험에 이용하였다. 냉장 저장은 저장 0, 2주차에 실험을 진행하였고, 냉동 저장은 돈가스는 저장 0, 3, 6, 9개월차 그리고 훈제삼겹살과 떡갈비는 0, 3, 6개월차에 실험을 진행하였다.

Table 183. Treatments and storage condition

Meat products	Substances	Treatment	Photograph	Storage condition
Pork cutlet	Blackcurrant	Pork cutlet /Pork cutlet with black currant		9℃ /0, 2 weeks -18℃ /0, 3, 6, 9 months
Smoked pork belly	Medicinal plants	Smoked pork belly /Smoked pork belly with medicinal plants		9℃ /0, 2 weeks -18℃ /0, 3, 6 months
Patty	Gochujang	Tteokgalbi /Tteokgalbi with gochujang		9℃ /0, 2 weeks -18℃ /0, 3, 6 months

(2) 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 가열조건

천연소재(한방, 블랙커런트) 및 전통식품(고추장)이 첨가된 각각의 육제품(돈가스, 훈제삼겹살, 떡갈비)은 팬프라이 방법을 이용하여 조리하였으며, 돈가스와 떡갈비는 프라이팬을 이용, 훈제삼겹살은 전기 그릴을 이용하여 다음과 같이 조리와 과조리 조건으로 가열하였다(Table 184).

Table 184. Treatment by doneness and abbreviation

No.	Cooking method	Doneness	Treatment	Abbreviation
1	Uncooked	Raw	Raw	RAW
2	Pan-frying	Cooking	Pan-frying	PFR
3		Over-cooking	Pan-frying over-cooking	PFR-OC

(가) 돈가스 및 블랙커런트돈가스

돈가스 및 블랙커런트돈가스는 후라이팬(직경 30cm, 높이 5cm)을 사용하여 조리하였으며, 팬에 기름(옥수수 식용유)을 200mL 부어 팬프라이 조리(PFR)는 팬의 중심부 온도가 180°C가 되도록 가열한 후 전/후면을 3/3분의 조건, 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 팬의 중심부 온도가 220°C가 되도록 가열한 후 전/후면을 2.5/3분의 조건으로 돈가스의 심부온도가 71°C가 될 때까지 가열하였다(Figure 193).

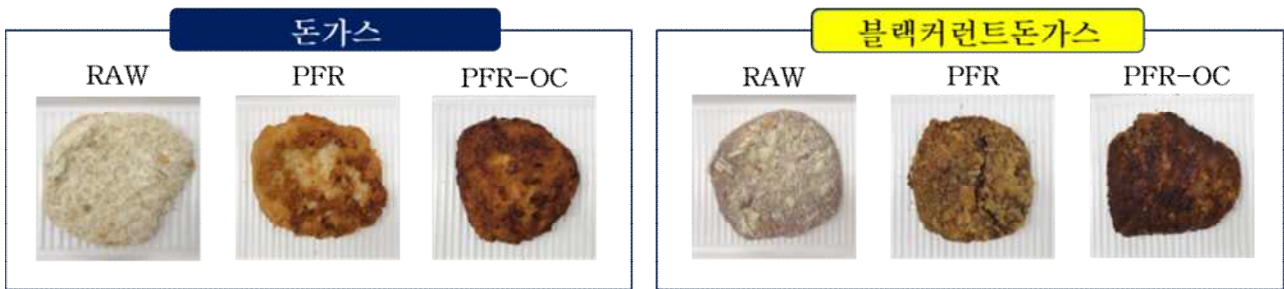


Figure 193. Photograph of pork belly and pork belly with blackcurrant.

(나) 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살

훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살은 전기 그릴(가로 55cm, 세로 31cm, 높이 14cm)을 사용하여 조리하였으며, 팬프라이 조리(PFR)는 팬의 중심부 온도가 180°C가 되도록 가열한 후 전/후면을 2.5/2분의 조건, 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 팬의 중심부 온도가 220°C가 되도록 가열한 후 전/후면을 2/1.5분의 조건으로 훈제삼겹살의 심부온도가 71°C가 될 때까지 가열하였다(Figure 194).

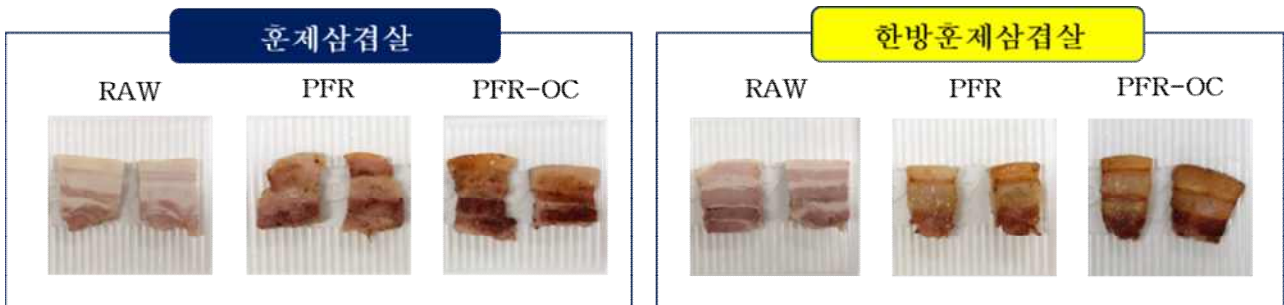


Figure 194. Photograph of smoked pork belly and smoked pork belly with medicinal plants.

(다) 떡갈비 및 고추장떡갈비

떡갈비 및 고추장떡갈비는 후라이팬(직경 30cm, 높이 5cm)을 사용하여 조리하였으며, 팬에 기름(옥수수 식용유)을 15mL 부어 팬프라이 조리(PFR)는 팬의 중심부 온도가 180°C가 되도록 가열한 후 전/후면을 6/6분의 조건, 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 팬의 중심부 온도가 220°C가 되도록 가열한 후 전/후면을 5/5분의 조건으로 떡갈비의 심부온도가 71°C가 될 때까지 가열하였다(Figure 195).

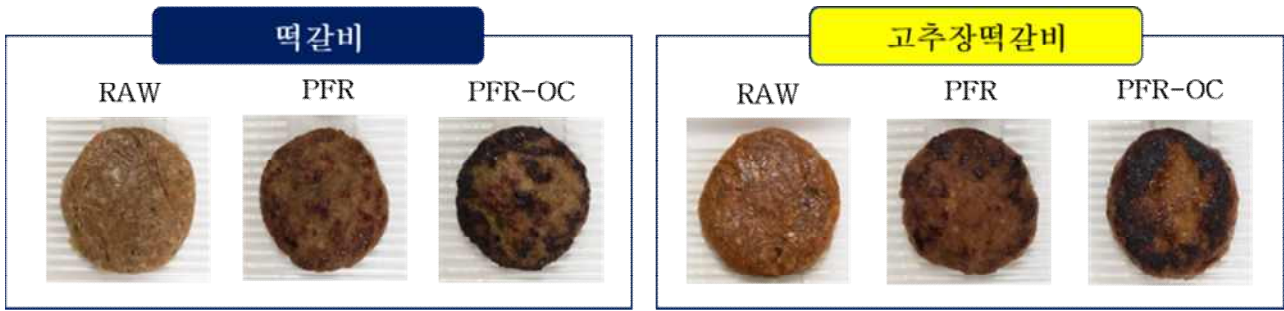


Figure 195. Photograph of tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang.

(3) 저장기간 중 품질특성 변화

(가) pH

pH는 시료 10g을 90mL의 증류수와 함께 homogenizer(PolyTron ® PT-2500E, Kinematica, Switzerland)한 후, pH meter(Orion 230A, Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA)로 측정하였다.

(나) 미생물

시료 10 g에 멸균생리식염수 90 mL을 멸균 bag에 넣고 stomacher (Bag Mixer 400, Interscience, France)를 이용하여 40초간 균질화하였다. 균질액은 멸균생리식염수를 이용하여 각각의 희석배수로 희석하였다. 일반세균수, Lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* Spp.를 배양하기 위하여 각각 plate count agar, MRS agar, violet red bile glucose agar (VRBG), cetrimide agar (CN) 선택배지를 사용하였다(MBcell, Korea). 각 희석액 1mL을 페트리디쉬에 분주한 후 각각의 선택배지를 무균적으로 분주한 후 응고시켜 배양하였다. 일반세균수는 37°C 48시간, *Lactic acid bacteria*는 혐기성 jar에 넣고 37°C 48±2시간, Enterobacteriaceae와 *Pseudomonads* spp.는 30°C 24±2시간 동안 배양한 후 각각의 전형적인 콜로니를 계수하였다.

(다) TBARS(thiobarbituric acid reactive substances)

시료 내 TBARS 함량은 Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 5 g에 50 uL 7.2% BHA를 넣고 15 mL 증류수를 가해 균질화하였다. 균질액 1 mL에 2 mL의 20mM TBA(15% TCA 용해) 시약을 가하고, 혼합 후 90°C에서 15분간 가열시켰다. 가열 후 찬물에서 식힌 다음 2,000 xg의 속도로 10분간 원심분리 시켰다. 상층액을 UV/VIS spectrophotometer (Molecular Device, M2e, Sunnyvale, CA, USA) 를 이용하여 531 nm에서 측정하였고, 공시료는 시료대신 증류수를 가하여 같은 방법으로 측정하였다. TBARS 값은 흡광도 수치에 5.88을 곱하여 나타내었다.

$$\text{TBARS(mg malonaldehyde/kg)} = (\text{시료 흡광도} - \text{공시료 흡광도}) \times 5.88$$

(라) 휘발성염기태질소(volatile basic nitrogen, VBN)

시료 내 VBN 함량은 식품공전법의 conway unit을 사용하는 미량확산법을 이용하여 측정하였다(식품공전, 2019). 시료 5 g에 25 mL 증류수를 넣고 30분간 교반을 실시한 후 여과

지 (Whatman No.1)를 이용하여 여과하였다. Conway unit 외실에는 시료 여과액과 포화 K₂CO₃ 각각 1 mL을 넣고 내실에는 0.01N H₂SO₄ 1 mL을 첨가하여 즉시 밀폐하였다. 밀폐한 Conway unit을 25°C에서 1시간 방치 후 Conway unit 내실에 Brunswik 지시약 (0.2g methyl red와 0.1 g methylene blue/100mL ethanol) 20 μL를 첨가하고 0.01N NaOH로 적정하였다. VBN 함량은 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{VBN(mg/100 g)} = 0.14 \times (b-a) \times F / W \times 100 \times D$$

a : 시료의 적정한 NaOH의 양 (mL), b : 공시료의 적정한 NaOH의 양(mL),

F : 0.01 N NaOH의 표준화 지수, W : 시료의 무게 (g), D : 희석배수

(4) 유해물질

(가) 바이오제닉 아민(biogenic amine)

바이오제닉 함량은 Eerola 등(1993)의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 2 g에 0.4 M perchloric acid를 넣어 균질화 시킨 후, 원심분리(849 xg, 10분, 4°C)하여 상등액을 취하였다. 침전물에 0.4M perchloric acid를 다시 가한 후 위 조작을 반복하여 얻은 총 추출액의 부피가 25 mL이 되도록 하였다. 추출액 0.2 mL에 2M sodium hydroxide (40 μL), sodium hydrogen carbonate (60 μL)를 넣어 혼합한 뒤 0.4 mL dansyl chloride (10 mg/mL acetone)를 넣고 40°C에서 45분간 반응시켰다. 반응물의 dansyl chloride를 25% ammonium hydroxide를 이용하여 제거 후 280 μL acetonitrile를 넣은 후 0.22 μm 멤브레인 필터로 여과하여 HPLC (Agilent 1260, USA) 분석에 이용하였다. 컬럼은 Poroshell 120 EC-C18 (4.6×150 mm, 4 μm, Agilent, USA)으로 254 nm에서 검출하였다. 유속은 1.0 mL/min으로 하여, 0.1M ammonium acetate (이동상 A)와 acetonitrile (이동상 B)를 gradient 조건(0 min, 50% B; 19 min, 90% B)으로 실시하였다. 결과는 표준물질 putrescine (PUT), cadaverine (CAD), histamine (HIM), tyramine (TYM), 및 spermidine (SPD) (Sigma, St. Louis, MO, USA)을 사용하여 μg/g으로 나타내었으며, 표준물질의 크로마토그램은 Figure 196에 나타내었다.

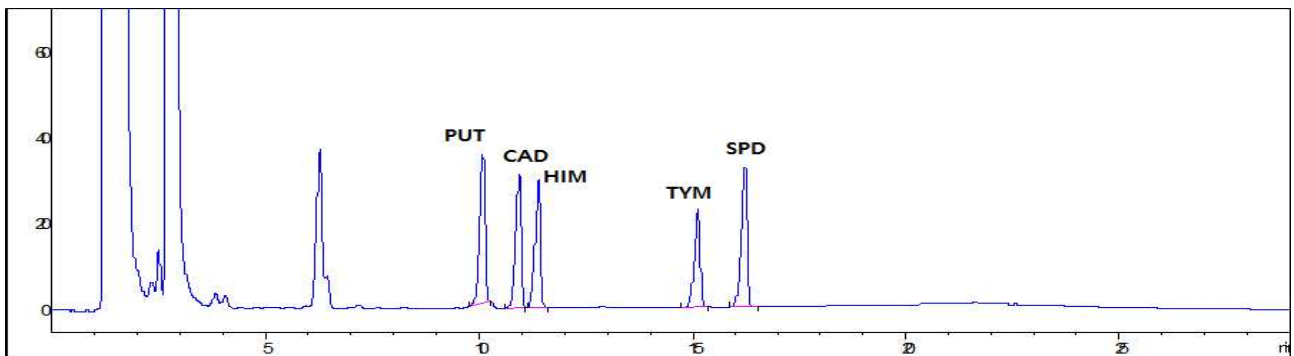


Figure 196. Chromatogram of five biogenic amines standards.

(나) 다환족방향탄화수소(Polycyclic aromatic hydrocarbon, PAHs)

PAH 함량은 Lee 등(2016)의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 10 g에 1 M KOH/ethanol 용액 100 mL과 내부표준물질 (naphthalene-d₈, acenaphthene-d₁₀, phenanthrene-d₁₀, chrysene-d₁₂, perylene-d₁₂) 1 mL을 함께 등근바닥 플라스크에 넣고 환류냉각장치를 부착시킨 후 80°C에서 3시간 동안 알칼리 분해하였다. 신속히 냉각 후 hexane 50 mL을 환류냉각관을 통하여 주입하였다. 등근바닥 플라스크의 알칼리 분해액을 분액깔때기에 옮긴 후

ethanol:hexane(1:1) 용액 50 mL로 세척하여 분액깔때기에 합하였다. 50 mL의 증류수를 넣고 세차게 흔들어 hexane층을 분리하고 아래의 물층에 hexane 50 mL를 넣고 재추출하며 이 과정을 2번 반복한 뒤 hexane층을 모두 수집하였다. 모은 hexane층에 증류수 50 mL을 넣고 세척하여 hexane층을 회수하며 이 과정을 3번 반복하였다. 최종적으로 수집된 hexane층에 무수황산나트륨 약 15 g을 넣어 탈수시킨다. 이후 37°C 수욕상에서 감압하여 2 mL로 농축시켰다.

이후 실리카 카트리지(Sep-Pak silica cartridge, Agilent)는 미리 dichloromethane 10 mL과 hexane 20 mL를 초당 2~3방울의 속도로 유출시켜 활성화한 후 정제에 이용하였다. 카트리지에 농축액 2 mL을 넣고 초당 1방울의 속도로 여과한 후 헥산 10 mL과 hexane:dichloromethane(3:1) 20 mL로 용출시킨다. 용출액은 질소가스로 휘발시킨 다음 dichloromethane 200 μ L에 녹여 0.22 μ m 멤브레인 필터로 여과 후 GC/MS 분석에 이용하였다. GC/MS 분석 조건은 Table 185과 같다. 표준물질은 9.375, 18.75, 37.5, 75, 150, 300, 600, 1200ng/mL로 희석하여 정량에 이용하였다(Figure 197). 표준물질과 내부표준물질(naphthalene-d8, acenaphthene-d10, phenanthrene-d10, chrysene-d12, perylene-d12)의 피크에 대한 면적비를 y축으로 표준물질의 농도를 x축으로 하여 검량곡선을 작성하였다.

Table 185. GC/MS condition of PAHs analysis

Traits	Condition
GC/MS	Agilent 8890 GC, Agilent 5977B GC/MSD
Column	DB-EUPAH (20 m \times 0.18 mm id, 0.14 μ m)
Carrier gas	He, 1.2mL/min, constant flow
Injection	Splitless, 1 μ L Initial temperature 70°C, Hold 1min
Oven	30°C/min to 190°C 10°C/min to 290°C, Hold 5min 30°C/min to 320°C, Hold 1min
Injector Temp.	300°C Electron ionization : 70eV
MS Detector	MS Inlet line temp. : 310°C Source temp. : 290°C Selective ion monitoring mode

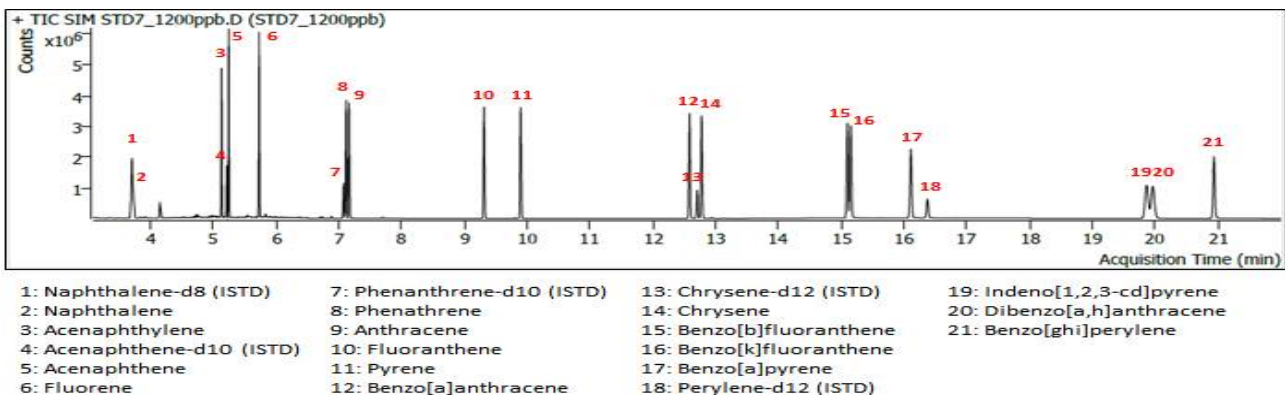


Figure 197. Chromatogram of 16PAHs standards.

(다) 헤테로사이클릭아민(heterocyclic amine, HCA)

시료 3g에 1M NaOH 12ml를 넣고 1분간 vortexing한 후 30°C 워터베스에서 250rpm, 30분간 반응시켰다. 이후 소니케이션으로 초음파 분쇄시키고 13g extrelut refill material와 혼합하여 빈 extrelut 20 column에 채워 주었다. Column에 75ml dichloromethane으로 용출시키고 용출액을 0.1M HCl 6ml, MeOH/0.1M HCl(45:55) 15ml, DW 2ml로 전처리된 PRS cartridge로 적재하였다. 그런 다음 PRS cartridge를 DW 15ml로 세척하였다. PRS cartridge를 5ml MeOH와 5ml DW로 전처리된 C18 cartridge와 연결한 후 0.5M ammonium acetate(pH8.5) 20ml를 용출시켰다. PRS cartridge를 제거하고 나서 C18 cartridge를 MeOH/ammonium hydroxide(9:1) 1ml로 추출하였다.

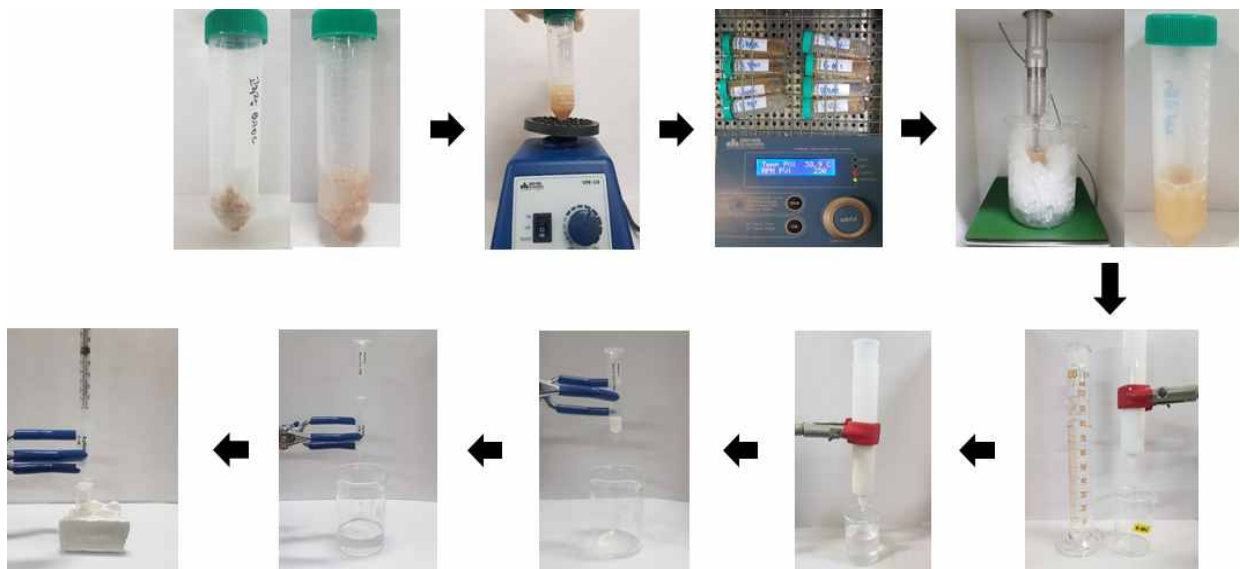


Figure 198. Schematic diagram of extraction process for HCAs in meat products.

표준시약 물질은 Toronto Research Chemicals사에서 구입한 7종 HCAs (4,8-DiMeIQx, 7,8-DiMeIQx, IQ, IQx, MeIQ, MeIQx, PhIP)을 500 ppm이 되도록 Methanol로 용해하였고 필요에 따라 Methanol로 희석하여 사용하였다.

Table 186. HCAs standard (DiMeIQx, PhIP, MeIQ, MeIQx, IQx, IQ)

No.	HCAs	abbreviation
1	2-Amino-3,7,8-trimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	7,8-DiMeIQx
2	2-Amino-3,4,8-trimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	4,8-DiMeIQx
3	2-Amino-1-methayl-6-phenylimidazo[4,5-b] pyridine	PhIP
4	2-Amino-3,4-dimethyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoline	MeIQ
5	2-Amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline	MeIQx
6	2-Amino-3-methyle-3H-imidazo[4,5-f]quinoxaline	IQx
7	2-Amino-3-methyl-3H-imidazo[4,5-f]quinoline	IQ

조리 과정 중 발생 가능한 삼겹살 및 양념 삼겹살 내 HCAs 함량을 분석하기 위하여 SPE 추출물을 질소로 건조시켜 농축하고 HPLC에 이용하기 전에 MCE membrane filter로 여과한 MeOH 200 μ l에 용해하였다.

Table 187. HPLC condition for HCAs analysis

Traits	Condition
HPLC model	HPLC Agilent 1100 series, USA
Column	Fortis H ₂ O (250 x 4.6 mm, 5 μ m)
Solvent A	50mM ammonium acetate pH3.6 adjust acetic acid
Solvent B	Acetonitrile
Detector	263nm
Injection volume	10 μ l
Flow	1ml/min
Temperature	30 $^{\circ}$ C

	time	A(%)	B(%)
Gradient	0	90	10
	15	40	60
	20	90	10
	30	90	10

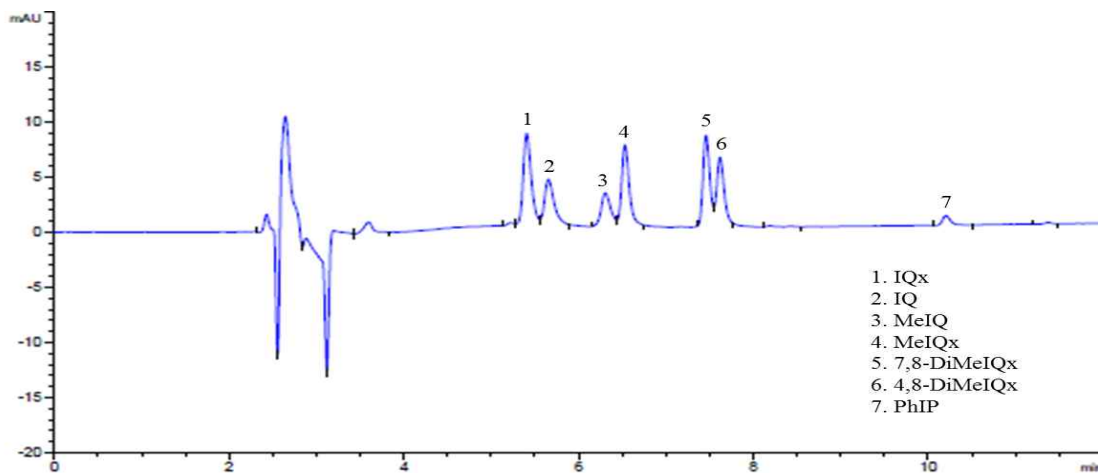


Figure 199. Chromatogram of HCAs standards.

(5) 통계 분석

본 실험의 모든 결과는 SAS program(ver. 9.4 Statistics Analytical System)의 General Linear Model(GLM) 방법을 이용하여 분산 분석하였다. 처리군의 평균값 간의 비교를 위해 tukey 방법에 의해 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

나. 연구 결과

(1) 냉장 저장(9°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 품질 변화

Table 188. Change of pH, VBN, TBARS in pork cutlet during refrigerated storage

Trait	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
pH	CON	5.45 ^{Aa}	4.35 ^{Ab}	0.012
	Blackcurrant	4.73 ^{Ba}	4.36 ^{Ab}	0.007
	SEM	0.007	0.012	
VBN (mg/100g)	CON	5.90 ^{Ab}	15.19 ^{Aa}	0.251
	Blackcurrant	5.95 ^{Ab}	13.79 ^{Ba}	0.201
	SEM	0.218	0.237	
TBARS (mg MDA/kg)	CON	0.49 ^{Ab}	0.83 ^{Aa}	0.004
	Blackcurrant	0.39 ^{Bb}	0.81 ^{Ba}	0.005
	SEM	0.006	0.005	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉장 저장(9°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 pH 및 VBN, TBARS 변화는 Table 188에 나타내었다. 저장 0주차에서 블랙커런트돈가스가 돈가스보다 pH가 유의적으로 낮았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 2주차에 저장 0주차보다 pH가 모두 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 2주차에는 블랙커런트 처리에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

단백질변패도를 나타내는 VBN 함량은 저장 0주차에 대조구와 블랙커런트돈가스가 각각 5.90 와 5.95mg/100g으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 돈가스와 블랙커런트돈가스의 VBN 함량은 유의적으로 증가하였으며, 저장 2주차에 블랙커런트돈가스의 VBN함량은 13.79mg/100g으로 대조구보다 유의적으로 낮은 VBN 함량을 나타내었다.

지질산패도를 나타내는 TBARS의 경우 저장 0주차에 블랙커런트돈가스가 0.39mg MDA/kg을 나타내어 돈가스보다 유의적으로 TBARS 함량을 감소시켰다. 또한 저장기간이 증가함에 따라 저장 2주차에 TBARS 함량이 모두 유의적으로 증가하였으며 처리구에 따른 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$).

Table 189. Change of microorganism in pork cutlet during refrigerated storage

Microorganism (Log CFU/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
Total aerobic bacteria	CON	4.84 ^{Ab}	8.14 ^{Ba}	0.021
	Blackcurrant	4.74 ^{Bb}	8.23 ^{Aa}	0.013
	SEM	0.016	0.018	
Lactic acid bacteria	CON	4.35 ^{Ab}	7.98 ^{Ba}	0.019
	Blackcurrant	4.34 ^{Ab}	8.20 ^{Aa}	0.008
	SEM	0.016	0.013	
Enterobacteriaceae	CON	2.42 ^{Ab}	4.13 ^{Aa}	0.031
	Blackcurrant	1.42 ^{Bb}	2.27 ^{Ba}	0.045
	SEM	0.047	0.027	
<i>Pseudomonads</i> spp.	CON	2.14 ^{Ab}	3.70 ^{Aa}	0.028
	Blackcurrant	1.00 ^{Bb}	3.36 ^{Ba}	0.042
	SEM	0.009	0.050	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉장 저장(9°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 미생물(Total aerobic bacteria, Lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 변화는 Table 189에 나타내었다. 저장 0주차에서 블랙커런트돈가스의 total aerobic bacteria는 4.74 Log CFU/g으로 돈가스보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈으나 저장 2주차에 블랙커런트돈가스가 돈가스보다 유의적으로 높은 total aerobic bacteria 수를 나타내었다. 이와 같은 결과는 저장 2주차에 블랙커런트돈가스의 높은 lactic acid bacteria 수가 total aerobic bacteria 수에 영향을 주었을 것으로 판단된다($p < 0.05$). 저장 기간이 증가함에 따라 두 처리구 모두 미생물 수가 증가하였으며 저장 2주차에 돈가스는 부패성균인 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp. 수가 각각 4.13, 3.70 Log CFU/g이었지만 블랙커런트돈가스는 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp. 수가 각각 2.27, 3.36 Log CFU/g으로 부패성균의 증식을 억제하였다($p < 0.05$).

(2) 냉장 저장(9°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 BAs 함량 변화

Table 190. Change of BAs in pork cutlet during refrigerated storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	ND ^b	68.50 ^{Aa}	0.493
	Blackcurrant	ND ^b	14.04 ^{Ba}	0.090
	SEM	-	0.501	
CAD	CON	1.52 ^{Ab}	12.98 ^{Aa}	0.186
	Blackcurrant	1.24 ^{Ba}	0.33 ^{Bb}	0.044
	SEM	0.054	0.183	
HIM	CON	ND ^b	9.71 ^{Aa}	0.044
	Blackcurrant	ND ^b	0.47 ^{Ba}	0.002
	SEM	-	0.044	
TYM	CON	2.59 ^{Ab}	107.90 ^{Aa}	0.551
	Blackcurrant	1.95 ^{Bb}	42.44 ^{Ba}	0.198
	SEM	0.071	0.582	
SPD	CON	2.53 ^{Aa}	2.54 ^{Aa}	0.045
	Blackcurrant	2.15 ^{Bb}	2.64 ^{Aa}	0.031
	SEM	0.031	0.045	
Total BAs	CON	6.64 ^{Ab}	201.63 ^{Aa}	1.311
	Blackcurrant	5.35 ^{Bb}	59.92 ^{Ba}	0.303
	SEM	0.109	1.341	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉장 저장(9°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스 내 BAs 함량 변화는 Table 190에 나타내었다. 저장 0주차에 대조구의 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량은 각각 1.52, 2.59, 2.53, 6.64 μ g/g으로 블랙커런트 처리 돈가스는 대조구 보다 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 저장 기간이 증가함에 따라 대조구 내 PUT, CAD, HIM, TYM, Total BAs 함량은 증가하였지만 ($p < 0.05$), SPD 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 블랙커런트돈가스 내 PUT, HIM, TYM, SPD, Total BAs 함량은 증가하였으며, CAD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). 저장 2주차에 블랙커런트돈가스는 대조구보다 유의적으로 낮은 PUT, CAD, HIM, TYM, Total BAs 함량을 나타내었다. 결과적으로 블랙커런트의 첨가는 돈가스 내 PUT, CAD, HIM, TYM의 생성을 저해시켰다. 이와 같은 결과는 블랙커런트 첨가가 저장기간 중 돈가스 내 부패성균의 증식을 효과적으로 억제하였다는 결과와 일치하였다(Table 189).

Table 191. Change of BAs in pan-fried pork cutlet during refrigerated storage

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	ND ^b	57.56 ^{Aa}	1.733
	Blackcurrant	ND ^b	10.76 ^{Ba}	0.186
	SEM	-	1.743	
CAD	CON	0.57 ^{Ab}	7.78 ^{Aa}	0.222
	Blackcurrant	0.60 ^{Aa}	0.25 ^{Bb}	0.018
	SEM	0.022	0.221	
HIM	CON	ND ^b	8.89 ^{Aa}	0.347
	Blackcurrant	ND ^b	0.39 ^{Ba}	0.005
	SEM	-	0.347	
TYM	CON	0.85 ^{Bb}	88.35 ^{Aa}	3.001
	Blackcurrant	1.04 ^{Ab}	30.16 ^{Ba}	0.599
	SEM	0.029	3.060	
SPD	CON	1.36 ^{Bb}	2.10 ^{Aa}	0.069
	Blackcurrant	1.60 ^{Ab}	1.85 ^{Aa}	0.038
	SEM	0.029	0.073	
Total BAs	CON	2.78 ^{Bb}	164.68 ^{Aa}	5.367
	Blackcurrant	3.24 ^{Ab}	43.42 ^{Ba}	0.810
	SEM	0.069	5.428	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉장 저장(9°C) 중 팬프라이닝 조리된 돈가스 및 블랙커런트돈가스 내 BAs 함량 변화는 Table 191에 나타내었다. 0주차에 블랙커런트돈가스의 TYM, SPD, Total BAs 함량은 각각 1.04, 1.60, 3.24 $\mu\text{g/g}$ 으로 대조구 보다 높은 함량을 나타내었다. 저장 기간이 증가함에 블랙커런트돈가스 내 PUT, HIM, TYM, SPD, Total BAs 함량은 증가하였으며, CAD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). 저장 2주차에 블랙커런트돈가스는 대조구보다 유의적으로 낮은 PUT, CAD, HIM, TYM, Total BAs 함량을 나타내었다. 결과적으로 저장 2주차때 블랙커런트의 처리 후 팬프라이닝 조리과정을 거친 돈가스는 바이오제닉아민 저해 효과를 나타내었다. 이와 같은 저장 기간 중 블랙커런트돈가스 내 바이오제닉아민 함량의 증가와 블랙커런트 처리에 의한 BAs 감소 효과는 Table 190의 조리 되지 않은 블랙커런트돈가스의 BAs 함량 변화와 일치하였다.

Table 192. Change of BAs in pan-fried (over-cooking) pork cutlet during refrigerated storage

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	ND ^b	51.35 ^{Aa}	0.822
	Blackcurrant	ND ^b	8.26 ^{Ba}	0.348
	SEM	-	0.893	
CAD	CON	0.50 ^{Ab}	6.27 ^{Aa}	0.112
	Blackcurrant	0.40 ^{Ba}	ND ^{Bb}	0.003
	SEM	0.016	0.111	
HIM	CON	ND ^b	8.84 ^{Aa}	0.149
	Blackcurrant	ND ^b	0.37 ^{Ba}	0.017
	SEM	-	0.150	
TYM	CON	0.88 ^{Ab}	84.78 ^{Aa}	1.195
	Blackcurrant	0.69 ^{Bb}	27.29 ^{Ba}	0.983
	SEM	0.023	1.547	
SPD	CON	1.33 ^{Ab}	1.99 ^{Aa}	0.071
	Blackcurrant	1.09 ^{Bb}	1.59 ^{Ba}	0.081
	SEM	0.047	0.097	
Total BAs	CON	2.70 ^{Ab}	153.24 ^{Aa}	2.323
	Blackcurrant	2.18 ^{Bb}	37.52 ^{Ba}	1.394
	SEM	0.075	2.708	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉장 저장(9°C) 중 팬프라이링 과조리된 돈가스 및 블랙커런트돈가스 내 BAs 함량 변화는 Table 192에 나타내었다. 0주차에 블랙커런트돈가스 내 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량은 각각 0.40, 0.69, 1.09, 2.18 $\mu\text{g/g}$ 으로 대조구 보다 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 저장 기간이 증가함에 따라 블랙커런트돈가스 내 PUT, HIM, TYM, SPD, Total BAs 함량은 증가하였으며, CAD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). 저장 2주차에 블랙커런트돈가스내 모든 BAs는 대조구보다 유의적으로 낮은 함량을 나타내며, 블랙커런트의 바이오제닉아민 생성 저해 효과는 과조리시 효과적으로 나타났다.

Table 193. Effect of doneness and storage time on BAs in pork cutlet

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	RAW	ND ^b	68.50 ^{Aa}	0.493
	PFR	ND ^b	57.56 ^{Ba}	1.733
	PFR-OC	ND ^b	51.35 ^{Ba}	0.822
	SEM	-	1.617	
CAD	RAW	1.52 ^{Ab}	12.98 ^{Aa}	0.186
	PFR	0.57 ^{Bb}	7.78 ^{Ba}	0.222
	PFR-OC	0.50 ^{Bb}	6.27 ^{Ca}	0.112
	SEM	0.034	0.251	
HIM	RAW	ND ^b	9.71 ^{Aa}	0.044
	PFR	ND ^b	8.89 ^{Aa}	0.347
	PFR-OC	ND ^b	8.84 ^{Aa}	0.149
	SEM	-	0.310	
TYM	RAW	2.59 ^{Ab}	107.90 ^{Aa}	0.551
	PFR	0.85 ^{Bb}	88.35 ^{Ba}	3.001
	PFR-OC	0.88 ^{Bb}	84.78 ^{Ba}	1.195
	SEM	0.060	2.675	
SPD	RAW	2.53 ^{Aa}	2.54 ^{Aa}	0.045
	PFR	1.36 ^{Bb}	2.10 ^{Ba}	0.069
	PFR-OC	1.33 ^{Bb}	1.99 ^{Ba}	0.071
	SEM	0.039	0.080	
Total BAs	RAW	6.64 ^{Ab}	201.63 ^{Aa}	1.311
	PFR	2.78 ^{Bb}	164.68 ^{Ba}	5.367
	PFR-OC	2.70 ^{Bb}	153.24 ^{Ba}	2.323
	SEM	0.106	4.893	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

냉장 저장(9°C) 중 돈가스 내 가열조건에 따른 BAs 함량의 변화는 Table 193에 나타내었다. 저장 기간이 증가함에 따라 생돈가스(RAW) 내 PUT, CAD, HIM, TYM, Total BAs 함량은 증가하였지만 ($p < 0.05$), SPD 함량은 저장기간이 증가함에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가열조건에 따라 팬프라이(PFR)와 팬프라이과조리(PFR-OC)는 저장기간 중 PUT, CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량을 유의적으로 감소시켰지만, HIM 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이와 같은 결과는 팬프라이 조리과정이 냉장저장된 돈가스의 BAs 함량을 감소시키는 것으로 판단된다.

Table 194. Effect of doneness and storage time on BAs in pork cutlet with blackcurrant

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	RAW	ND ^b	14.04 ^{Aa}	0.090
	PFR	ND ^b	10.76 ^{Ba}	0.186
	PFR-OC	ND ^b	8.26 ^{Ca}	0.348
	SEM	-	0.330	
CAD	RAW	1.24 ^{Aa}	0.33 ^{Ab}	0.044
	PFR	0.60 ^{Ba}	0.25 ^{Bb}	0.018
	PFR-OC	0.40 ^{Ca}	ND ^{Cb}	0.003
	SEM	0.036	0.014	
HIM	RAW	ND ^b	0.47 ^{Aa}	0.002
	PFR	ND ^b	0.39 ^{Ba}	0.005
	PFR-OC	ND ^b	0.37 ^{Ba}	0.017
	SEM	-	0.014	
TYM	RAW	1.95 ^{Ab}	42.44 ^{Aa}	0.198
	PFR	1.04 ^{Bb}	30.16 ^{Ba}	0.599
	PFR-OC	0.69 ^{Cb}	27.29 ^{Ba}	0.983
	SEM	0.026	0.953	
SPD	RAW	2.15 ^{Ab}	2.64 ^{Aa}	0.031
	PFR	1.60 ^{Bb}	1.85 ^{Ba}	0.038
	PFR-OC	1.09 ^{Cb}	1.59 ^{Ba}	0.081
	SEM	0.034	0.069	
Total BAs	RAW	5.35 ^{Ab}	59.92 ^{Aa}	0.303
	PFR	3.24 ^{Bb}	43.42 ^{Ba}	0.810
	PFR-OC	2.18 ^{Cb}	37.52 ^{Ca}	1.394
	SEM	0.059	1.338	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

냉장 저장(9°C) 중 블랙커런트돈가스 내 가열조건에 따른 BAs 함량의 변화는 Table 194에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생돈가스(RAW) 내 PUT, HIM, TYM, SPD, Total BAs 함량은 증가하였지만, CAD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). 가열조건에 따라 팬프라이(PFR)과 팬프라이과조리(PFR-OC)는 저장기간 중 블랙커런트돈가스 내 모든 BAs 함량을 유의적으로 감소시켰다. 특히, 저장 0주차의 CAD, TYM, SPD, Total BAs과 저장 2주차의 PUT, CAD, Total BAs 함량은 팬프라이과조리(PFR-OC)가 팬프라이(PFR) 보다 감소 효과가 높았다($p < 0.05$). 결과적으로 팬프라이 조리방법은 냉장 저장된 블랙커런트돈가스의 BAs 함량을 감소시키는 것으로 판단된다.

(3) 냉장 저장(9℃) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 PAHs 함량 변화

Table 195. The PAHs contents in pork cutlet (0 week)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Blackcurrant	
Naphthalene	PFR	1.39 ^{Ba}	0.80 ^{Bb}	0.058
	PFR-OC	1.74 ^{Aa}	1.11 ^{Ab}	0.019
	SEM	0.038	0.048	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Pyrene	PFR	2.97 ^{Ba}	2.30 ^{Bb}	0.077
	PFR-OC	3.21 ^{Aa}	2.63 ^{Ab}	0.040
	SEM	0.057	0.065	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.13 ^{Aa}	0.05 ^{Bb}	0.009
	PFR-OC	0.13 ^{Aa}	0.10 ^{Ab}	0.006
	SEM	0.009	0.007	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Benzo[ghi]perylene	PFR	0.21 ^{Aa}	0.22 ^{Ba}	0.014
	PFR-OC	0.28 ^{Ba}	0.28 ^{Aa}	0.014
	SEM	0.012	0.012	
Total 16PAH	PFR	4.70 ^{Ba}	3.38 ^{Bb}	0.074
	PFR-OC	5.36 ^{Aa}	4.11 ^{Ab}	0.057
	SEM	0.053	0.040	
4PAH	PFR	0.13 ^{Aa}	0.05 ^{Bb}	0.009
	PFR-OC	0.13 ^{Aa}	0.10 ^{Ab}	0.006
	SEM	0.009	0.007	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking. ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

저장 0주차에 가열조건에 따른 돈가스/블랙커런트돈가스 내 PAHs 함량은 Table 195에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 3.38-5.36 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 가열조건에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 블랙커런트돈가스는 naphthalene, pyrene, benzo[b]fluoranthene에 대해 모두 저해 효과를 나타내었다($p < 0.05$). 결과적으로 총 PAHs(Total 16PAH)와 발암성이 높은 주요 4가지 PAHs의 합계(4PAH)를 비교하였을 때, 조리된 블랙커런트돈가스가 각각 28.09%와 61.54% 저해율을 나타내었으며, 과조리된 블랙커런트돈가스의 경우 각각 23.32%와 23.089%의 저해율을 나타내었다. 이와 같은 블랙커런트의 PAHs 생성 저해효과는 과조리 시 감소하는 것으로 나타났다.

Table 196. The PAHs contents in pork cutlet (2 weeks)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Blackcurrant	
Naphthalene	PFR	1.21 ^{Aa}	1.12 ^{Aa}	0.046
	PFR-OC	1.24 ^{Aa}	1.37 ^{Aa}	0.091
	SEM	0.059	0.083	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Pyrene	PFR	0.88 ^{Bb}	3.98 ^{Ba}	0.059
	PFR-OC	1.16 ^{Ab}	5.20 ^{Aa}	0.242
	SEM	0.039	0.246	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.39 ^{Aa}	0.41 ^{Ba}	0.038
	PFR-OC	0.35 ^{Ab}	0.45 ^{Aa}	0.020
	SEM	0.041	0.013	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	0.17 ^{Aa}	0.14 ^{Ba}	0.013
	PFR-OC	0.17 ^{Aa}	0.16 ^{Aa}	0.011
	SEM	0.012	0.012	
Total 16PAH	PFR	2.65 ^{Bb}	5.65 ^{Ba}	0.118
	PFR-OC	2.95 ^{Ab}	7.20 ^{Aa}	0.160
	SEM	0.118	0.160	
4PAH	PFR	0.39 ^{Aa}	0.41 ^{Ba}	0.038
	PFR-OC	0.35 ^{Ab}	0.45 ^{Aa}	0.020
	SEM	0.041	0.013	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + chrysene + benzo[b]fluoranthene + benzo[a]pyrene

저장 2주차에 가열조건에 따른 돈가스/블랙커런트 돈가스 내 PAHs 함량은 Table 196에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 2.65-7.20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 가열조건에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 블랙커런트돈가스는

돈가스보다 유의적으로 높은 pyrene 함량을 나타내었으며 결과적으로 높은 총 PAHs 함량을 나타내었다. 또한, 팬프라이닝 과조리 시 블랙커런트돈가스가 돈가스 보다 높은 total 16PAH와 4PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 따라서 블랙커런트를 처리 후 냉장 저장 2주 후에는 조리과정 중 생성되는 PAHs 함량을 증가시키는 것으로 판단된다.

(4) 냉장 저장(9°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 HCAs 함량 변화

Table 197. The HCAs contents in pork cutlet (0 weeks)

HCA (ng/g)	CON			Blackcurrant		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	ND	1.72±0.31	ND	ND	1.52±0.84
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	0	1.72	0	0	1.52

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 돈가스/블랙커런트돈가스 내 HCAs 함량은 Table 197에 나타내었다. 공통적으로 7,8-DiMeIQx가 검출되었고, 돈가스 PFR-OC에서 1.72 ng/g, 블랙커런트돈가스 PFR-OC에서 1.52 ng/g이 검출되었다.

Table 198. The HCAs contents in pork cutlet (2 weeks)

HCA (ng/g)	CON			Blankcurrant		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	21.20±21.91	ND	ND	24.40±18.00
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	4.14±3.63
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	0	21.20	0	0	28.54

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

육제품과 천연소재 첨가 육제품을 조리 방법 별 가열했을 때 발생 가능한 HCAs 함량을 비교하였을 때, 돈가스 PFR-OC에서 IQx가 21.20 ng/g, 블랙커런트돈가스 PFR-OC에서 IQx 24.40 ng/g, IQ 4.14 ng/g 검출되었으며, 블랙커런트 적용에 의하여 13.11% 증가하였다. 또한, 가열조건이 세질수록 HCAs 함량이 증가하였다.

(5) 냉동 저장(-18°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 품질 변화

Table 199. Change of pH, VBN, TBARS in pork cutlet during frozen storage

Traits	Treatment	Storage (months)				SEM
		0	3	6	9	
pH	CON	5.45 ^{Aa}	5.45 ^{Aa}	5.47 ^{Aa}	5.48 ^{Aa}	0.008
	Blackcurrant	4.73 ^{Bb}	4.77 ^{Bab}	4.73 ^{Bab}	4.78 ^{Ba}	0.012
	SEM	0.007	0.018	0.003	0.003	
VBN (mg/100g)	CON	6.27 ^{Ab}	7.30 ^{Aa}	6.69 ^{Aab}	6.38 ^{Aab}	0.224
	Blackcurrant	6.70 ^{Aa}	6.86 ^{Aa}	6.81 ^{Aa}	6.48 ^{Aa}	0.230
	SEM	0.308	0.279	0.118	0.141	
TBARS (mg MDA/kg)	CON	0.43 ^{Aa}	0.44 ^{Aa}	0.46 ^{Aa}	0.50 ^{Aa}	0.023
	Blackcurrant	0.39 ^{Bb}	0.39 ^{Bb}	0.47 ^{Aa}	0.49 ^{Aa}	0.008
	SEM	0.003	0.005	0.003	0.033	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉동 저장 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 pH 및 VBN, TBARS 변화는 Table 199에 나타내었다. 저장 기간에 따른 돈가스의 pH는 5.45~5.48 수치를 나타내었다. 저장 0개월차에서 블랙커런트돈가스가 돈가스보다 pH가 유의적으로 낮았으며 저장기간이 증가함에 따라 블랙커런트돈가스의 pH가 증가하였다($p < 0.05$). 모든 저장일차에서 블랙커런트의 처리는 돈가스의 pH를 감소시켰다($p < 0.05$).

단백질변패도를 나타내는 VBN 함량은 저장 0개월차에 대조구와 블랙커런트돈가스가 각각 6.27와 6.70mg/100g으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장 3개월차에 대조구의 VBN 함량은 저장 0개월차 보다 유의적으로 높은 함량을 보였지만, 저장 기간이 증가함에 따라 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 블랙커런트돈가스의 VBN 함량은 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 저장 기간 동안 블랙커런트돈가스의 VBN 함량은 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다.

지질산패도를 나타내는 TBARS의 경우 저장 기간에 따른 돈가스의 TBARS는 0.40~0.50mg MDA/kg 수치를 나타내었으며 저장 0개월차에 블랙커런트돈가스가 0.39mg MDA/kg을 나타내어 돈가스보다 유의적으로 TBARS 함량을 감소시켰다. 또한 저장기간이 증가함에 따라 블랙커런트돈가스의 TBARS 함량이 모두 유의적으로 증가하였으나 저장 6개월차부터 처리구에 따른 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$).

Table 200. Change of microorganism in pork cutlet during frozen storage

Microorganism (Log CFU/g)	Treatment	Storage (months)				SEM
		0	3	6	9	
Total aerobic bacteria	CON	4.94 ^{Aa}	4.92 ^{Aa}	4.98 ^{Aa}	4.93 ^{Aa}	0.038
	Blackcurrant	4.73 ^{Ba}	4.77 ^{Aa}	4.55 ^{Ba}	4.51 ^{Ba}	0.110
	SEM	0.047	0.048	0.147	0.034	
Lactic acid bacteria	CON	4.30 ^{Ac}	4.44 ^{Abc}	4.63 ^{Aab}	4.79 ^{Aa}	0.051
	Blackcurrant	4.29 ^{Aa}	4.47 ^{Aa}	4.42 ^{Aa}	4.50 ^{Ba}	0.061
	SEM	0.012	0.086	0.067	0.026	
Enterobacteriac eae	CON	2.79 ^{Ac}	2.76 ^{Ac}	3.18 ^{Ab}	4.39 ^{Aa}	0.018
	Blackcurrant	1.85 ^{Bc}	1.87 ^{Bc}	2.52 ^{Bb}	3.78 ^{Ba}	0.099
	SEM	0.061	0.080	0.033	0.095	
Pseudomonads spp.	CON	2.00 ^{Ab}	2.17 ^{Aab}	2.41 ^{Aa}	2.50 ^{Aa}	0.077
	Blackcurrant	1.20 ^{Bc}	1.46 ^{Bbc}	1.77 ^{Bab}	2.05 ^{Ba}	0.070
	SEM	0.073	0.093	0.087	0.012	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉동 저장 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 미생물수(Total aerobic bacteria, lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 변화는 Table 200에 나타내었다. 돈가스 및 블랙커런트돈가스의 total aerobic bacteria는 4.73~4.98Log CFU/g 수준을 나타내었다. Lactic acid bacteria의 경우 블랙커런트돈가스는 저장일차에 따른 차이를 보이지 않았으나 돈가스는 저장일차가 증가함에 따라 Lactic acid bacteria가 증가하였으며 저장 9개월차에 블랙커런트 처리에 따른 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 부패성균인 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.는 저장기간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 또한 모든 저장일차에서 처리구에 따른 차이를 나타냈으며 블랙커런트돈가스가 돈가스보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 결과적으로 돈가스에 블랙커런트의 처리는 저장기간 동안 부패성 미생물인 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp. 수를 효과적으로 감소시켰다.

(6) 냉동 저장(-18°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 BAs 함량 변화

Table 201. Change of BAs in pork cutlet during frozen storage

BAs(μg/g)	Treatment	Storage (months)				SEM
		0	3	6	9	
PUT	CON	ND	ND	ND	ND	-
	Blackcurrant	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	
CAD	CON	1.67 ^{Ac}	19.61 ^{Aa}	5.76 ^{Ab}	6.48 ^{Ab}	0.838
	Blackcurrant	1.28 ^{Bd}	15.51 ^{Aa}	5.46 ^{Ac}	7.03 ^{Ab}	0.224
	SEM	0.044	1.196	0.217	0.164	
HIM	CON	ND	ND	ND	ND	-
	Blackcurrant	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	
TYM	CON	2.69 ^{Aa}	2.20 ^{Ab}	1.78 ^{Ab}	2.18 ^{Ab}	0.106
	Blackcurrant	2.26 ^{Ba}	1.56 ^{Bb}	1.46 ^{Ab}	2.29 ^{Aa}	0.036
	SEM	0.026	0.069	0.126	0.062	
SPD	CON	2.75 ^{Aa}	1.71 ^{Bd}	2.10 ^{Ac}	2.28 ^{Ab}	0.035
	Blackcurrant	2.28 ^{Ba}	1.86 ^{Ac}	1.72 ^{Bd}	2.11 ^{Bb}	0.016
	SEM	0.014	0.021	0.026	0.040	
Total BAs	CON	7.11 ^{Ab}	23.52 ^{Aa}	9.64 ^{Ab}	10.93 ^{Ab}	0.879
	Blackcurrant	5.82 ^{Bd}	18.93 ^{Aa}	8.65 ^{Bc}	11.43 ^{Ab}	0.212
	SEM	0.055	1.248	0.143	0.236	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스 내 BAs 함량 변화는 Table 201에 나타내었다. 저장 0개월차에 블랙커런트돈가스의 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량은 각각 1.28, 2.26, 2.28, 5.82 μg/g으로 블랙커런트 처리 돈가스는 대조구 보다 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 대조구와 블랙커런트돈가스의 CAD와 Total BAs 함량은 저장 기간이 증가함에 따라 증가 또는 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았지만, 저장 9개월차에는 저장 0개월차 보다 유의적으로 높은 바이오제닉아민 함량을 나타내었다. 대조구와 블랙커런트돈가스의 TYM 함량은 저장기간 동안 감소 또는 증가하며 일정한 경향을 보이지 않았지만, 돈가스의 경우 저장 9개월차에 저장 0개월차 보다 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 대조구와 블랙커런트돈가스의 SPD 함량 저장 기간 동안 감소 또는 증가하며 일정한 경향을 보이지 않았지만, 저장 9개월차에 저장 0개월차 보다 낮은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 저장기간 동안 블랙커런트돈가스의 BAs 함량은 대조구 보다 감소 또는 유지되며 일정한 경향을 보이지 않으며, 블랙커런트 처리에 의한 BAs의 저감 효과는 나타나지 않았다.

Table 202. Change of BAs in pan-fried pork cutlet during frozen storage

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (months)				SEM
		0	3	6	9	
PUT	CON	ND	ND	ND	ND	-
	Blackcurrant	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	
CAD	CON	0.69 ^{Ac}	11.00 ^{Aa}	3.08 ^{Bbc}	5.15 ^{Ab}	0.557
	Blackcurrant	0.72 ^{Ac}	7.56 ^{Ba}	4.93 ^{Ab}	4.49 ^{Ab}	0.267
	SEM	0.033	0.846	0.124	0.172	
HIM	CON	ND	ND	ND	ND	-
	Blackcurrant	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	
TYM	CON	1.00 ^{Bb}	1.42 ^{Aa}	0.67 ^{Ac}	1.65 ^{Aa}	0.059
	Blackcurrant	1.20 ^{Aab}	1.00 ^{Bb}	0.70 ^{Ac}	1.38 ^{Aa}	0.043
	SEM	0.038	0.047	0.025	0.080	
SPD	CON	1.34 ^{Bb}	0.99 ^{Ac}	1.39 ^{Aab}	1.53 ^{Aa}	0.041
	Blackcurrant	1.58 ^{Aa}	0.90 ^{Ac}	1.14 ^{Bb}	1.35 ^{Bab}	0.052
	SEM	0.044	0.070	0.019	0.039	
Total BAs	CON	3.03 ^{Bc}	13.54 ^{Aa}	5.14 ^{Bc}	8.33 ^{Ab}	0.580
	Blackcurrant	3.50 ^{Ac}	9.54 ^{Ba}	6.76 ^{Ab}	7.21 ^{Ab}	0.301
	SEM	0.102	0.858	0.155	0.287	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 팬프라이닝 조리된 돈가스 및 블랙커런트돈가스 내 BAs 함량 변화는 Table 202에 나타내었다. 저장 0개월차에 블랙커런트의 TYM, SPD, Total BAs 함량은 각각 1.20, 1.58, 3.50 $\mu\text{g/g}$ 으로 블랙커런트 처리 돈가스는 대조구 보다 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 반면, 저장 0개월차에 대조구와 블랙커런트돈가스의 CAD 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 대조구와 블랙커런트돈가스의 CAD와 Total BAs 함량은 저장 기간이 증가함에 따라 증가 또는 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았지만, 저장 9개월차에는 0개월차 보다 유의적으로 높은 바이오제닉아민 함량을 나타내었다. 대조구와 블랙커런트돈가스의 TYM, SPD 함량은 저장 기간 동안 감소 또는 증가하며 일정한 경향을 보이지 않았다. 저장기간 동안 블랙커런트돈가스의 BAs 함량은 대조구 보다 증가 또는 감소되며 일정한 경향을 보이지 않으며, 블랙커런트 처리에 의한 BAs의 저감 효과는 나타나지 않았다.

Table 203. Change of BAs in pan-fried (over-cooking) pork cutlet during frozen storage

BAs (μ g/g)	Treatment	Storage (months)				SEM
		0	3	6	9	
PUT	CON	ND	ND	ND	ND	-
	Blackcurrant	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	
CAD	CON	0.69 ^{Ad}	9.53 ^{Aa}	3.08 ^{Ac}	4.84 ^{Ab}	0.248
	Blackcurrant	0.42 ^{Bd}	6.02 ^{Ba}	2.65 ^{Bc}	4.41 ^{Ab}	0.291
	SEM	0.019	0.391	0.057	0.369	
HIM	CON	ND	ND	ND	ND	-
	Blackcurrant	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	
TYM	CON	1.05 ^{Ac}	1.31 ^{Aa}	0.49 ^{Ad}	1.15 ^{Ab}	0.019
	Blackcurrant	0.79 ^{Bb}	0.95 ^{Ba}	0.35 ^{Bc}	1.04 ^{Ba}	0.035
	SEM	0.021	0.044	0.017	0.023	
SPD	CON	1.37 ^{Aa}	0.75 ^{Ad}	1.02 ^{Ac}	1.21 ^{Ab}	0.034
	Blackcurrant	1.08 ^{Ba}	0.66 ^{Ac}	0.69 ^{Bc}	0.90 ^{Bb}	0.020
	SEM	0.032	0.025	0.033	0.020	
Total BAs	CON	3.11 ^{Ad}	11.58 ^{Aa}	4.59 ^{Ac}	7.20 ^{Ab}	0.271
	Blackcurrant	2.29 ^{Bb}	7.63 ^{Ba}	3.69 ^{Bb}	6.35 ^{Aa}	0.326
	SEM	0.061	0.454	0.080	0.377	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장 중 팬프라이링 과조리된 돈가스 및 블랙커런트돈가스 내 BAs 함량 변화는 Table 203에 나타내었다. 저장 0개월차에 블랙커런트돈가스의 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량은 각각 0.42, 0.79, 1.08, 2.29 μ g/g으로 블랙커런트 처리 돈가스는 대조구 보다 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 대조구와 블랙커런트돈가스의 CAD, TYM, Total BAs 함량은 저장 기간이 증가함에 따라 증가 또는 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았지만 저장 0개월차 보다 저장 9개월차에 유의적으로 증가하였다. 반면, 블랙커런트돈가스의 SPD 함량은 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 저장기간 동안 블랙커런트돈가스의 BAs 함량은 대조구 보다 감소시키는 경향을 보였지만($p < 0.05$). 부분적으로 저장 3개월차의 SPD 함량과 저장 9개월차의 CAD와 Total BAs 함량에서는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Table 204. Effect of doneness and storage time on BAs in pork cutlet

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)				SEM
		0	3	6	9	
PUT	RAW	ND	ND	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	-
CAD	RAW	1.67 ^{Ac}	19.61 ^{Aa}	5.76 ^{Ab}	6.48 ^{Ab}	0.838
	PFR	0.69 ^{Bc}	11.00 ^{Ba}	3.08 ^{Bbc}	5.15 ^{ABb}	0.557
	PFR-OC	0.69 ^{Bd}	9.53 ^{Ba}	3.08 ^{Bc}	4.84 ^{Ba}	0.248
	SEM	0.039	1.137	0.180	0.327	
HIM	RAW	ND	ND	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	-
TYM	RAW	2.69 ^{Aa}	2.20 ^{Ab}	1.78 ^{Ab}	2.18 ^{Ab}	0.106
	PFR	1.00 ^{Bb}	1.42 ^{Ba}	0.67 ^{Bc}	1.65 ^{Ba}	0.059
	PFR-OC	1.05 ^{Bc}	1.31 ^{Ba}	0.49 ^{Bd}	1.15 ^{Cb}	0.019
	SEM	0.019	0.057	0.103	0.077	
SPD	RAW	2.75 ^{Aa}	1.71 ^{Ad}	2.10 ^{Ac}	2.28 ^{Ab}	0.035
	PFR	1.34 ^{Bb}	0.99 ^{Bc}	1.39 ^{Bab}	1.53 ^{Ba}	0.041
	PFR-OC	1.37 ^{Ba}	0.75 ^{Cd}	1.02 ^{Cc}	1.21 ^{Cb}	0.034
	SEM	0.033	0.038	0.031	0.044	
Total BAs	RAW	7.11 ^{Ab}	23.52 ^{Aa}	9.64 ^{Ab}	10.93 ^{Ab}	0.879
	PFR	3.03 ^{Bc}	13.54 ^{Ba}	5.14 ^{Bc}	8.33 ^{Bb}	0.580
	PFR-OC	3.11 ^{Bd}	11.58 ^{Ba}	4.59 ^{Bc}	7.20 ^{Bb}	0.271
	SEM	0.062	1.181	0.127	0.403	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 돈가스 내 가열조건에 따른 BAs 함량의 변화는 Table 204에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생돈가스(RAW) 내 CAD 함량은 저장 3개월차에 증가 또는 저장 6개월차부터 감소하며 일정한 경향을 보이지 않았지만, 저장 9개월차에는 0개월차 보다 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 생돈가스(RAW) 내 TYM 함량은 저장 3개월차에 저장 0개월차 보다 유의적으로 감소하며, 저장 9개월차에 저장 0개월차 보다 유의적으로 낮은 함량을 보였다. SPD의 경우 저장기간이 증가함에 따라 감소 또는 증가하며 일정한 경향을 보이지 않았지만, 저장 9개월차에 저장 0개월차 보다 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 반면, Total BAs 함량은 저장기간이 증가함에 따라 저장 3개월차에 증가하였지만, 저장 6개월차부터 감소하며 저장 0개월차와 유사한 함량을 나타내었다. 가열 조건에 따라 팬프라이(PFR)과 팬프라이과조리(PFR-OC)는 저장기간 중 돈가스 내 모든 BAs 함량을 감소시키는 경향을 보였다. 특히, 저장 9개월차의 TYM과 저장 3, 6, 9개월차의 SPD 함량은 팬프라이 과조리(PFR-OC)가 팬프라이(PFR) 보다 감소 효과가 높았다($p < 0.05$). 결과적으로 팬프라이 조리방법은 냉동 저장된 돈가스 내 생성된 BAs 함량을 효과적으로 저감시켰다.

Table 205. Effect of doneness and storage time on BAs in pork cutlet with blackcurrant

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)				SEM
		0	3	6	9	
PUT	RAW	ND	ND	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	-
CAD	RAW	1.28 ^{Ad}	15.51 ^{Aa}	5.46 ^{Ac}	7.03 ^{Ab}	0.224
	PFR	0.72 ^{Bc}	7.56 ^{Ba}	4.93 ^{Bb}	4.49 ^{Bb}	0.267
	PFR-OC	0.42 ^{Cd}	6.02 ^{Ba}	2.65 ^{Cc}	4.41 ^{Bb}	0.291
	SEM	0.028	0.491	0.107	0.148	
HIM	RAW	ND	ND	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	-	-
TYM	RAW	2.26 ^{Aa}	1.56 ^{Ab}	1.46 ^{Ab}	2.29 ^{Aa}	0.036
	PFR	1.20 ^{Bab}	1.00 ^{Bb}	0.70 ^{Bc}	1.38 ^{Ba}	0.043
	PFR-OC	0.79 ^{Cb}	0.95 ^{Ba}	0.35 ^{Cc}	1.04 ^{Ca}	0.035
	SEM	0.037	0.053	0.022	0.035	
SPD	RAW	2.28 ^{Aa}	1.86 ^{Ac}	1.72 ^{Ad}	2.11 ^{Ab}	0.016
	PFR	1.58 ^{Ba}	0.90 ^{Bc}	1.14 ^{Bb}	1.35 ^{Bab}	0.052
	PFR-OC	1.08 ^{Ca}	0.66 ^{Cc}	0.69 ^{Cc}	0.90 ^{Cb}	0.020
	SEM	0.032	0.051	0.022	0.021	
Total BAs	RAW	5.82 ^{Ad}	18.93 ^{Aa}	8.65 ^{Ac}	11.43 ^{Ab}	0.212
	PFR	3.50 ^{Bc}	9.54 ^{Ba}	6.76 ^{Bb}	7.21 ^{Bb}	0.301
	PFR-OC	2.29 ^{Cb}	7.63 ^{Ba}	3.69 ^{Cb}	6.35 ^{Ca}	0.326
	SEM	0.087	0.522	0.133	0.156	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 블랙커런트돈가스 내 가열조건에 따른 바이오제닉아민 함량의 변화는 Table 205에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생돈가스(RAW) 내 CAD, Total 함량은 저장 3개월차에 증가 또는 저장 6개월차부터 감소 하며 일정한 경향을 보이지 않았지만, 저장 9개월 차에는 저장 0개월차 보다 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 생돈가스(RAW) 내 TYM 함량은 저장기간 동안 감소 또는 증가하며 일정한 경향을 보이지 않았다. 반면 SPD 함량 저장기간 동안 감소 또는 증가하며 일정한 경향을 보이지 않았지만, 저장 9개월차에 저장 0개월차 보다 낮은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 가열 조건에 따라 팬프라이(PFR)과 팬프라이과조리(PFR-OC)는 저장기간 중 블랙커런트돈가스 내 모든 바이오제닉아민 함량을 유의적으로 감소시켰다. 특히, 저장기간 동안 SPD 함량은 과조리함에 따라(PFR-OC) 감소 효과가 증가하였다($p < 0.05$). 결과적으로 팬프라이 조리방법은 냉동 저장된 돈가스 내 생성된 BAs 함량을 효과적으로 저감시켰다.

(7) 냉동 저장(-18℃) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 PAHs 함량 변화

Table 206. The PAHs contents in pork cutlet (0 month)

PAHs ($\mu\text{g/kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Blackcurrant	
Naphthalene	PFR	1.52 ^{Aa}	0.60 ^{Bb}	0.014
	PFR-OC	1.57 ^{Aa}	1.01 ^{Ab}	0.103
	SEM	0.013	0.048	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	1.20 ^{Aa}	0.95 ^{Aa}	0.016
	PFR-OC	1.46 ^{Aa}	0.97 ^{Ab}	0.041
	SEM	0.039	0.020	
Pyrene	PFR	2.81 ^{Ba}	2.76 ^{Ba}	0.016
	PFR-OC	3.21 ^{Aa}	2.97 ^{Ab}	0.041
	SEM	0.039	0.065	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.10 ^{Aa}	0.05 ^{Bb}	0.004
	PFR-OC	0.10 ^{Aa}	0.10 ^{Aa}	0.005
	SEM	0.005	0.007	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	0.27 ^{Aa}	0.21 ^{Bb}	0.012
	PFR-OC	0.24 ^{Aa}	0.31 ^{Aa}	0.014
	SEM	0.009	0.012	
Total 16PAH	PFR	4.70 ^{Ba}	3.63 ^{Bb}	0.027
	PFR-OC	5.13 ^{Aa}	4.41 ^{Ab}	0.038
	SEM	0.137	0.040	

	PFR	0.10 ^{Aa}	0.05 ^{Bb}	0.004
4PAH	PFR-OC	0.10 ^{Aa}	0.10 ^{Aa}	0.005
	SEM	0.005	0.007	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking. ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

저장 0개월차에 돈가스/블랙커런트돈가스 내 PAHs 함량은 Table 206에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 3.63~5.13 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 가열조건에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 블랙커런트돈가스는 돈가스 보다 낮은 naphthalene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 과조리 시 naphthalene, fluoranthene, pyrene에 대해 저해효과를 나타내었다. 결과적으로 total 16PAH와 4PAH에 대해 조리된 블랙커런트돈가스가 각각 22.77%와 50.00% 저해율을 나타내었으며, 과조리된 블랙커런트 돈가스의 경우 total 16PAH 대해서만 14.04%의 저해율을 나타내었다. 이와 같은 블랙커런트의 PAHs 생성 저해효과는 과조리 시 감소하는 것으로 나타났다.

Table 207. The PAHs contents in pork cutlet (3 months)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Blackcurrant	
Naphthalene	PFR	1.26 ^{Aa}	1.27 ^{Aa}	0.029
	PFR-OC	1.23 ^{Aa}	1.27 ^{Aa}	0.076
	SEM	0.023	0.044	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	1.94 ^{Bb}	2.49 ^{Aa}	0.076
	PFR-OC	2.54 ^{Aa}	1.91 ^{Bb}	0.061
	SEM	0.075	0.063	
Pyrene	PFR	4.98 ^{Aa}	4.86 ^{Aa}	0.129
	PFR-OC	5.33 ^{Aa}	3.37 ^{Bb}	0.085
	SEM	0.137	0.071	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	1.49 ^{Aa}	1.35 ^{Ab}	0.025
	PFR-OC	1.38 ^{Ba}	1.39 ^{Aa}	0.024
	SEM	0.021	0.027	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	0.75 ^{Aa}	0.53 ^{Ab}	0.024
	PFR-OC	0.65 ^{Aa}	0.58 ^{Aa}	0.028
	SEM	0.032	0.018	
Total 16PAH	PFR	10.41 ^{Aa}	10.51 ^{Aa}	0.159
	PFR-OC	11.13 ^{Aa}	9.51 ^{Bb}	0.179
	SEM	0.204	0.126	
4PAH	PFR	1.49 ^{Aa}	1.35 ^{Ab}	0.025
	PFR-OC	1.38 ^{Ba}	1.39 ^{Aa}	0.024
	SEM	0.021	0.027	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking. ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

저장 3개월차에 돈가스/블랙커런트돈가스 내 PAHs 함량은 Table 207에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 9.51~11.13 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 조리방법에 따라 PFR과 PFR-OC이 유사한 함량을 나타내었다. 팬프라이닝 조리 시 블랙커런트돈가스는 돈가스보다 높은 fluoranthene 함량을, 낮은 benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 과조리 시 블랙커런트돈가스가 돈가스보다 유의적으로 낮은 fluoranthene, benzo[b]fluoranthene 함량을 나타내었다. 결과적으로 팬프라이닝 조리 시 4PAH 함량을 9.40% 저해시켰으며, 팬프라이닝 과조리 시 total 16PAH를 14.56% 저해시켰다.

Table 208. The PAHs contents in pork cutlet (6 months)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Blackcurrant	
Naphthalene	PFR	1.77 ^{Aa}	1.73 ^{Aa}	0.059
	PFR-OC	1.96 ^{Aa}	1.82 ^{Aa}	0.123
	SEM	0.128	0.046	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	4.33 ^{Ba}	3.20 ^{Bb}	0.089
	PFR-OC	4.95 ^{Aa}	3.92 ^{Ab}	0.086
	SEM	0.092	0.083	
Pyrene	PFR	10.89 ^{Ba}	8.02 ^{Ab}	0.075
	PFR-OC	12.90 ^{Aa}	8.56 ^{Ab}	0.166
	SEM	0.157	0.094	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	1.25 ^{Aa}	1.28 ^{Aa}	0.049
	PFR-OC	1.53 ^{Aa}	1.46 ^{Aa}	0.107
	SEM	0.107	0.048	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	0.87 ^{Aa}	0.84 ^{Aa}	0.045
	PFR-OC	0.85 ^{Aa}	0.88 ^{Aa}	0.036
	SEM	0.050	0.029	

Total 16PAH	PFR	19.11 ^{Ba}	15.07 ^{Ab}	0.091
	PFR-OC	22.21 ^{Aa}	16.64 ^{Ab}	0.149
	SEM	0.128	0.118	
4PAH	PFR	1.25 ^{Aa}	1.28 ^{Aa}	0.049
	PFR-OC	1.53 ^{Aa}	1.46 ^{Aa}	0.107
	SEM	0.107	0.048	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking. ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

저장 6개월차에 돈가스/블랙커런트돈가스 내 PAHs 함량은 Table 208에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 15.07~22.21 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 조리방법에 따라 PFR과 PFR-OC이 유사한 함량을 나타내었다. 팬프라이닝 조리 시 블랙커런트돈가스는 돈가스보다 낮은 fluoranthene, pyrene 함량을 나타내어($p < 0.05$) total 16PAH 함량을 21.14% 저해시켰다. 팬프라이닝 과조리 또한 블랙커런트돈가스가 돈가스보다 낮은 fluoranthene, pyrene 함량을 나타내어($p < 0.05$) total 16PAH 함량을 25.08% 저해시켰다. 단, 4PAH에 대한 저해 효과는 나타나지 않았다.

Table 209. The PAHs contents in pork cutlet (9 months)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Blackcurrant	
Naphthalene	PFR	1.91 ^{Ba}	1.53 ^{Bb}	0.038
	PFR-OC	2.91 ^{Aa}	2.73 ^{Aa}	0.136
	SEM	0.089	0.110	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	9.55 ^{Ba}	7.09 ^{Ab}	0.465
	PFR-OC	12.42 ^{Aa}	7.41 ^{Ab}	0.689
	SEM	0.367	0.745	

Pyrene	PFR	13.71 ^{Ba}	15.07 ^{Aa}	0.605
	PFR-OC	16.50 ^{Aa}	17.54 ^{Aa}	1.080
	SEM	0.304	1.200	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.67 ^{Aa}	0.39 ^{Ab}	0.027
	PFR-OC	0.71 ^{Aa}	0.40 ^{Ab}	0.033
	SEM	0.037	0.020	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	4.56 ^{Aa}	4.19 ^{Aa}	0.138
	PFR-OC	5.41 ^{Aa}	3.97 ^{Ab}	0.219
	SEM	0.250	0.067	
Benzo[a]pyrene	PFR	1.58 ^{Ba}	1.34 ^{Ab}	0.032
	PFR-OC	1.78 ^{Aa}	1.46 ^{Ab}	0.048
	SEM	0.047	0.034	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	1.31 ^{Ba}	1.41 ^{Ba}	0.057
	PFR-OC	2.46 ^{Aa}	1.98 ^{Aa}	0.185
	SEM	0.152	0.119	
Total 16PAH	PFR	33.29 ^{Ba}	31.01 ^{Aa}	1.121
	PFR-OC	42.19 ^{Aa}	35.48 ^{Ab}	1.160
	SEM	0.780	1.413	
4PAH	PFR	2.25 ^{Ba}	1.73 ^{Bb}	0.052
	PFR-OC	2.49 ^{Aa}	1.85 ^{Ab}	0.023
	SEM	0.047	0.031	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking. ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

저장 9개월차에 돈가스/블랙커런트돈가스 내 PAHs 함량은 Table 209에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 가열조건에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 총 PAHs 합이 31.01~42.19 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 팬프라이 조리 시 블랙커런트돈가스는 돈가스보다 낮은 naphthalene, fluoranthene, benzo[b]fluoranthene, benzo[a]pyrene 함량을 나타내었다. 팬프라이 과조리 시 fluoranthene,

benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene의 형성을 저해시켰다($p < 0.05$). 결과적으로 조리된 블랙커런트돈가스가 4PAH 대해 23.11%의 저해율을 나타내었으며, 과조리된 블랙커런트돈가스의 경우 total 16PAH와 4PAH에 대해 각각 15.90%와 25.70%의 저해율을 나타내었다.

(8) 냉동 저장(-18°C) 중 돈가스/블랙커런트돈가스의 HCAs 함량 변화

Table 210. The HCAs contents in pork cutlet (0 month)

HCA (ng/g)	CON			Blackcurrant		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	ND	13.89	ND	ND	3.91
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	0	13.89	0	0	3.91

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 냉동 돈가스/블랙커런트돈가스 내 HCAs 함량은 Table 210에 나타내었다. 돈가스 PFR-OC에서 7,8-DiMeIQx 13.89 ng/g, 블랙커런트돈가스 PFR-OC에서 7,8-DiMeIQx 3.91 ng/g 검출되었으며, 71.85% 감소하였다. PFR 조건에서는 HCAs가 검출되지 않았다.

Table 211. The HCAs contents in pork cutlet (3 months)

HCA (ng/g)	CON			Blackcurrant		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	6.38	12.14
IQ	ND	4.52	ND	ND	3.85	ND
MeIQ	ND	ND	9.69	ND	16.63	ND
MeIQx	ND	ND	ND	ND	5.70	8.77
7,8-DiMeIQx	ND	8.53	11.72	ND	2.22	5.98
4,8-DiMeIQx	ND	7.40	ND	ND	5.56	9.49
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	20.45	21.41	0	40.34	36.38

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 냉동 돈가스/블랙커런트돈가스 내 HCAs 함량은 Table 211에 나타내었다. 돈가스 PFR에서 IQ 4.52 ng/g, 7,8-DiMeIQx 8.53 ng/g, 4,8-DiMeIQx 7.40 ng/g, 블랙커런트돈가스 PFR에서 IQx 6.38 ng/g, IQ 3.85 ng/g, MeIQ 16.63 ng/g, MeIQx 5.70 ng/g, 7,8-DiMeIQx 2.22 ng/g, 4,8-DiMeIQx 5.56 ng/g 검출되었으며, 블랙커런트 적용에 의하여 49.31% 증가하였다. 또한, 돈가스 PFR-OC에서 MeIQ 9.69 ng/g, 7,8-DiMeIQx 11.72 ng/g, 블랙커런트돈가스 PFR-OC에서 IQx 12.14 ng/g, MeIQx 8.77 ng/g, 7,8-DiMeIQx 5.98 ng/g, 4,8-DiMeIQx 9.49 ng/g 검출되었으며, 블랙커런트 적용에 의하여 41.15% 증가하였다.

Table 212. The HCAs contents in pork cutlet (6 months)

HCA (ng/g)	CON			Blackcurrant		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	3.18	9.66	ND	ND	5.45
IQ	ND	ND	1.88	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQx	ND	2.22	8.36	ND	3.43	5.20
7,8-DiMeIQx	ND	3.25	3.74	ND	1.44	9.98
4,8-DiMeIQx	ND	2.75	ND	ND	ND	4.62
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	11.40	23.64	0	4.87	25.25

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 냉동 돈가스/블랙커런트돈가스 내 HCAs 함량은 Table 212에 나타내었다. 돈가스 PFR에서 IQx 3.18 ng/g, MeIQ 2.22 ng/g, 7,8-DiMeIQx 3.25 ng/g, 4,8-DiMeIQx 2.75 ng/g, 블랙커런트돈가스 PFR에서 MeIQx 3.43 ng/g, 7,8-DiMeIQx 1.44 ng/g 검출되었으며, 57.28% 감소하였다. 또한, 돈가스 PFR-OC에서 IQx 9.66 ng/g, IQ 1.88 ng/g, MeIQx 8.36 ng/g, 7,8-DiMeIQx 3.74 ng/g, 블랙커런트돈가스 PFR-OC에서 IQx 5.45 ng/g, MeIQx 5.20 ng/g, 7,8-DiMeIQx 9.98 ng/g, 4,8-DiMeIQx 4.62 ng/g 검출되었으며, 블랙커런트 적용에 의하여 6.38% 증가하였다.

Table 213. The HCAs contents in pork cutlet (9 months)

HCA (ng/g)	CON			Blackcurrant		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	1.93	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4,8-DiMeIQx	ND	ND	8.01	ND	5.10	8.87
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	0	9.94	0	5.10	8.87

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 냉동 돈가스/블랙커런트돈가스 내 HCAs 함량은 Table 213에 나타내었다. 돈가스 PFR에서 HCAs가 검출되지 않았지만, 블랙커런트 돈가스 PFR에서 4,8-DiMeIQx 5.10 ng/g 검출되었다. 또한, 돈가스 PFR-OC에서 IQx 1.93 ng/g, 4,8-DiMeIQx 8.01 ng/g, 블랙커런트 돈가스 PFR-OC에서 4,8-DiMeIQx 8.87 ng/g 검출되었으며, 총 HCAs의 함량이 10.74% 감소하였다.

(9) 냉장 저장(9°C) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 품질 변화

Table 214. Change of pH, VBN, TBARS in smoked pork belly during refrigerated storage

Traits	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
pH	CON	6.16 ^{Aa}	5.65 ^{Bb}	0.007
	Medicinal plants	6.13 ^{Aa}	5.87 ^{Ab}	0.019
	SEM	0.011	0.017	
VBN (mg/100g)	CON	10.52 ^{Ab}	12.92 ^{Aa}	0.155
	Medicinal plants	9.38 ^{Bb}	11.66 ^{Ba}	0.245
	SEM	0.195	0.215	
TBARS (mg MDA/kg)	CON	0.47 ^{Ab}	0.54 ^{Aa}	0.003
	Medicinal plants	0.47 ^{Ab}	0.52 ^{Ba}	0.005
	SEM	0.005	0.002	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉장 저장(9°C) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 pH 및 VBN, TBARS 변화는 Table 214에 나타

내었다. 저장 0주차에서 처리구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 2주차에 저장 0주차보다 pH가 모두 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 또한, 저장 2주차에 처리구에 따른 유의적인 차이가 나타났다.

단백질변패도를 나타내는 VBN 함량은 저장 기간이 증가함에 따라 모든 처리구에서 유의적으로 증가하였다. 저장기간 동안 한방훈제삼겹살은 대조구보다 유의적으로 낮은 VBN 함량을 나타내며 냉장 저장 중 대조구 보다 효과적으로 VBN 함량을 감소시켰다($p < 0.05$).

지질산패도를 나타내는 TBARS의 경우 저장 0주차에서 처리구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 저장기간이 증가함에 따라 모든 TBARS 함량은 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 2주차에 한방훈제삼겹살이 0.52 mg MDA/kg을 나타내어 훈제삼겹살보다 유의적으로 TBARS 함량을 감소시켰다.

Table 215. Change of microorganism in smoked pork belly during refrigerated storage

Microorganism (Log CFU/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
Total aerobic bacteria	CON	3.09 ^{Ab}	7.90 ^{Aa}	0.015
	Medicinal plants	2.82 ^{Bb}	7.29 ^{Ba}	0.043
	SEM	0.019	0.041	
Lactic acid bacteria	CON	2.04 ^{Ab}	7.32 ^{Aa}	0.101
	Medicinal plants	1.80 ^{Ab}	6.97 ^{Ba}	0.022
	SEM	0.102	0.016	
Enterobacteriaceae	CON	ND	5.14 ^{Aa}	0.019
	Medicinal plants	ND	4.66 ^{Ba}	0.026
	SEM	-	0.032	
<i>Pseudomonads</i> spp.	CON	1.26 ^{Ab}	3.30 ^{Aa}	0.184
	Medicinal plants	1.00 ^{Ab}	3.11 ^{Ba}	0.015
	SEM	0.184	0.018	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉장 저장(9°C) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 미생물수(Total aerobic bacteria, Lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 변화는 Table 215에 나타내었다. 저장 0주차에서 한방훈제삼겹살의 total aerobic bacteria는 2.82 Log CFU/g으로 돈가스보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈다. 저장기간이 증가함에 따라 total aerobic bacteria 수는 증가하였으며 한방액 처리는 모든 저장기간 total aerobic bacteria 수를 감소시켰다($p < 0.05$). Lactic acid bacteria 수는 저장기간이 증가함에 따라 증가하였으며, 저장 0주차에 한방액 처리에 따른 차이를 나타내지 않았지만 저장 2주차에 한방훈제삼겹살 lactic acid bacteria 수는 6.97 Log CFU/g으로 훈제삼겹살보다 낮은 수를 나타내었다($p < 0.05$). Enterobacteriaceae은 저장 0주차에 검출이 되지 않았으나 2주차에 검출되어 처리구에

따른 유의적인 차이를 나타내었다. *Pseudomonads* spp. 수는 저장 0주차보다 2주차에 유의적으로 증가하여 한방훈제삼겹살이 훈제삼겹살보다 유의적으로 낮은 값을 나타내어 부패성균의 증식을 효과적으로 억제하였다. 결과적으로 훈제삼겹살에 한방액 처리는 저장 2주차에 모든 미생물의 수를 감소시켰다.

(10) 냉장 저장(9°C) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 BAs 함량 변화

Table 216. Change of BAs in smoked pork belly during refrigerated storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	ND ^b	2.19 ^{Aa}	0.020
	Medicinal plants	ND ^b	1.29 ^{Ba}	0.010
	SEM	-	0.022	
CAD	CON	ND ^b	2.85 ^{Aa}	0.031
	Medicinal plants	ND ^b	2.02 ^{Ba}	0.019
	SEM	-	0.036	
HIM	CON	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	-
	SEM	-	-	
TYM	CON	2.00 ^{Ab}	10.12 ^{Aa}	0.119
	Medicinal plants	1.80 ^{Ab}	9.78 ^{Aa}	0.124
	SEM	0.057	0.162	
SPD	CON	1.48 ^{Bb}	1.89 ^{Aa}	0.024
	Medicinal plants	1.59 ^{Aa}	1.53 ^{Ba}	0.032
	SEM	0.024	0.032	
Total BAs	CON	3.48 ^{Ab}	17.05 ^{Aa}	0.080
	Medicinal plants	3.39 ^{Ab}	14.62 ^{Ba}	0.158
	SEM	0.054	0.168	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉장 저장(9°C) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 내 BAs 함량 변화는 Table 216에 나타내었다. 저장 0주차에 한방액 처리에 의한 BAs 함량의 유의적인 감소 효과는 나타나지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 대조구 내 HIM을 제외한 모든 BAs 함량은 증가하였다($p < 0.05$). 반면, 저장 기간이 증가함에 따라 한방훈제삼겹살 내 PUT, CAD, TYM, Total BAs 함량은 증가하였지만 ($p < 0.05$), SPD 함량은 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 저장 2주차에 한방훈제삼겹살은 대조구 보다 유의적으로 낮은 PUT, CAD, SPD, Total BAs 함량을 나타내었지만, TYM 함량은 유의적인 변화를 보이지 않았다. 이와 같이 저장 2주차의 한방훈제삼겹살 내 부패성 미생물에 의해 주로 생성되는 PUT와 CAD의 낮은 함량은 한방액 첨가가 저장 2주차에 훈제삼겹살 내 부패성균의 증식을 효과적으로 억제하였다는 결과와 일치하였다(Table 215).

Table 217. Change of BAs in pan-fried smoked pork belly during refrigerated storage

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	ND ^b	3.08 ^{Aa}	0.208
	Medicinal plants	ND ^b	2.90 ^{Aa}	0.220
	SEM	-	0.303	
CAD	CON	ND ^b	2.79 ^{Aa}	0.233
	Medicinal plants	ND	ND ^B	-
	SEM	-	0.233	
HIM	CON	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	-
	SEM	-	-	
TYM	CON	2.37 ^{Ab}	7.70 ^{Aa}	0.101
	Medicinal plants	2.36 ^{Ab}	7.61 ^{Aa}	0.204
	SEM	0.088	0.210	
SPD	CON	1.75 ^{Ab}	2.11 ^{Aa}	0.024
	Medicinal plants	1.80 ^{Ab}	1.95 ^{Ba}	0.034
	SEM	0.012	0.040	
Total BAs	CON	4.12 ^{Ab}	15.68 ^{Aa}	0.548
	Medicinal plants	4.15 ^{Ab}	12.45 ^{Ba}	0.069
	SEM	0.076	0.547	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉장 저장(9°C) 중 팬프라이닝 조리된 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살 내 BAs 함량 변화는 Table 217에 나타내었다. 0주차에 한방액 처리에 의한 BAs 함량의 유의적인 감소 효과는 나타나지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 대조구 내 HIM을 제외한 모든 BAs 함량은 증가하였다($p < 0.05$). 반면, 저장 기간이 증가함에 따라 한방훈제삼겹살은 PUT, TYM, SPD, Total BAs 함량이 증가하였으며($p < 0.05$), CAD 함량은 검출되지 않았다. 저장 2주차에 한방훈제삼겹살은 대조구보다 유의적으로 낮은 CAD, SPD, Total BAs 함량을 나타내었지만, PUT, TYM 함량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 결과적으로 한방액의 처리는 저장 2주차에 팬프라이닝 조리 시 Total BAs 함량기준 BAs 함량을 저감시켰다.

Table 218. Change of BAs in pan-fried (over-cooking) smoked pork belly during refrigerated storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	ND ^b	1.43 ^{Aa}	0.017
	Medicinal plants	ND ^b	1.55 ^{Aa}	0.027
	SEM	-	0.032	
CAD	CON	ND ^b	1.30 ^{Aa}	0.009
	Medicinal plants	ND	ND ^B	-
	SEM	-	0.009	
HIM	CON	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	-
	SEM	-	-	
TYM	CON	2.16 ^{Ab}	10.24 ^{Aa}	0.075
	Medicinal plants	1.91 ^{Ab}	9.17 ^{Ba}	0.089
	SEM	0.075	0.090	
SPD	CON	1.97 ^{Ab}	2.30 ^{Aa}	0.031
	Medicinal plants	1.90 ^{Ab}	2.00 ^{Ba}	0.022
	SEM	0.032	0.021	
Total BAs	CON	4.12 ^{Ab}	15.27 ^{Aa}	0.096
	Medicinal plants	3.81 ^{Ab}	12.72 ^{Ba}	0.078
	SEM	0.096	0.079	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉장 저장(9℃) 중 팬프라이링 과조리된 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살 내 BAs 함량 변화는 Table 218에 나타내었다. 0주차에 대조구의 한방액 처리에 의한 BAs 함량의 유의적인 감소 효과는 나타나지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 대조구 내 HIM을 제외한 모든 BAs 함량은 증가하였다($p < 0.05$). 반면, 저장 기간이 증가함에 따라 한방훈제삼겹살은 PUT, TYM, SPD, Total BAs 함량이 증가하였으며($p < 0.05$), CAD는 검출되지 않았다. 저장 2주차에 한방훈제삼겹살은 대조구보다 유의적으로 낮은 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량을 나타내었지만, PUT 함량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 결과적으로 한방액의 처리는 저장 2주차에 팬프라이링 과조리 시 Total BAs 함량 기준 BAs 함량을 저감시켰다.

Table 219. Effect of doneness and storage time on BAs in smoked pork belly

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	RAW	ND ^b	2.19 ^{Ba}	0.020
	PFR	ND ^b	3.08 ^{Aa}	0.208
	PFR-OC	ND ^b	1.43 ^{Ca}	0.017
	SEM	-	0.171	
CAD	RAW	ND ^b	2.85 ^{Aa}	0.031
	PFR	ND ^b	2.79 ^{Aa}	0.233
	PFR-OC	ND ^b	1.30 ^{Ba}	0.009
	SEM	-	0.192	
HIM	RAW	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
	SEM	-	-	
TYM	RAW	2.00 ^{Bb}	10.12 ^{Aa}	0.119
	PFR	2.37 ^{Ab}	7.70 ^{Ba}	0.101
	PFR-OC	2.16 ^{ABb}	10.24 ^{Aa}	0.075
	SEM	0.072	0.122	
SPD	RAW	1.48 ^{Cb}	1.89 ^{Ca}	0.024
	PFR	1.75 ^{Bb}	2.11 ^{Ba}	0.024
	PFR-OC	1.97 ^{Ab}	2.30 ^{Aa}	0.031
	SEM	0.023	0.030	
Total BAs	RAW	3.48 ^{Bb}	17.05 ^{Aa}	0.080
	PFR	4.12 ^{Ab}	15.68 ^{Aa}	0.548
	PFR-OC	4.12 ^{Ab}	15.27 ^{Aa}	0.096
	SEM	0.087	0.450	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

가열조건 및 냉장 저장 기간에 의한 훈제삼겹살 내 BAs 함량의 변화는 Table 219에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생훈제삼겹살(RAW) 내 HIM을 제외한 모든 BAs 함량은 증가하였다 ($p < 0.05$). 가열 조건에 따라 저장 0주차에 팬프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)의 BAs 감소 효과는 나타나지 않았다. 그러나 저장 2주차에 팬프라이(PFR)은 TYM 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 PUT, CAD 함량을 유의적으로 감소시켰지만, BAs 일정한 감소 효과는 나타나지 않았다. SPD의 경우 저장기간 동안 팬프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)에 의해 유의적으로 증가하였고, 과조리함에 따라(PFR-OC) 증가 효과가 증가하며 ($p < 0.05$) 가열 조리에 의한 감소 효과는 나타나지 않았다.

Table 220. Effect of doneness and storage time on BAs in smoked pork belly with medicinal plants

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	RAW	ND ^b	1.29 ^{Ba}	0.010
	PFR	ND ^b	2.90 ^{Aa}	0.220
	PFR-OC	ND ^b	1.55 ^{Ba}	0.027
	SEM	-	0.181	
CAD	RAW	ND ^b	2.02 ^{Aa}	0.019
	PFR	ND	ND ^B	-
	PFR-OC	ND	ND ^B	-
	SEM	-	0.015	
HIM	RAW	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
	SEM	-	-	
TYM	RAW	1.80 ^{Bb}	9.78 ^{Aa}	0.124
	PFR	2.36 ^{Ab}	7.61 ^{Ba}	0.204
	PFR-OC	1.91 ^{Bb}	9.17 ^{Aa}	0.089
	SEM	0.076	0.194	
SPD	RAW	1.59 ^{Ba}	1.53 ^{Ba}	0.032
	PFR	1.80 ^{Ab}	1.95 ^{Aa}	0.034
	PFR-OC	1.90 ^{Ab}	2.00 ^{Aa}	0.022
	SEM	0.025	0.034	
Total BAs	RAW	3.39 ^{Cb}	14.62 ^{Aa}	0.158
	PFR	4.15 ^{Ab}	12.45 ^{Ba}	0.069
	PFR-OC	3.81 ^{Bb}	12.72 ^{Ba}	0.078
	SEM	0.067	0.139	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

가열조건 및 냉장 저장 기간 중 한방훈제삼겹살 내 BAs 함량의 변화는 Table 220에 나타내었다. 저장 기간이 증가함에 따라 생한방훈제삼겹살(RAW) 내 PUT, CAD, TYM, Total BAs 함량은 증가하였다 ($p < 0.05$). 가열 조건에 따라 저장 0주차에 팬프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)의 BAs 감소 효과는 나타나지 않았다. 저장 2주차에 팬프라이(PFR)은 CAD, TYM, Total BAs 함량을 유의적으로 감소시켰으며, 팬프라이과조리(PFR-OC)는 CAD, Total BAs 함량을 유의적으로 감소시키며 프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 저장 2주차에 공통적으로 CAD와 Total BAs 함량에 감소 효과를 나타냈다. SPD의 경우 저장기간 동안 팬프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)에 의해 유의적으로 증가하며($p < 0.05$) 가열에 의한 감소 효과는 나타나지 않았다.

(11) 냉장 저장(9°C) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 PAHs 함량 변화

Table 221. The PAHs contents in smoked pork belly (0 week)

PAHs (μ g/kg)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Medicinal plants	
Naphthalene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	5.80 ^{Ba}	6.30 ^{Ba}	0.152
	PFR-OC	6.75 ^{Ab}	9.13 ^{Aa}	0.072
	SEM	0.058	0.157	
Pyrene	PFR	6.94 ^{Bb}	9.04 ^{Ba}	0.106
	PFR-OC	9.35 ^{Ab}	15.52 ^{Aa}	0.260
	SEM	0.241	0.145	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.45 ^{Ab}	0.50 ^{Ba}	0.057
	PFR-OC	0.48 ^{Ab}	0.70 ^{Aa}	0.026
	SEM	0.057	0.028	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Benzo[ghi]perylene	PFR	0.17 ^{Ba}	0.08 ^{Ab}	0.006
	PFR-OC	0.21 ^{Aa}	0.07 ^{Bb}	0.009
	SEM	0.010	0.003	
Total 16PAH	PFR	13.36 ^{Bb}	15.92 ^{Ba}	0.183
	PFR-OC	16.79 ^{Ab}	25.43 ^{Aa}	0.292
	SEM	0.249	0.239	
4PAH	PFR	0.45 ^{Ab}	0.50 ^{Ba}	0.057
	PFR-OC	0.48 ^{Ab}	0.70 ^{Aa}	0.026
	SEM	0.057	0.028	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + chrysene + benzo[b]fluoranthene + benzo[a]pyrene

저장 0주차에 한방액 처리에 따른 훈제삼겹살 내 PAHs 함량은 Table 221에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 13.36~25.43 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 가열조건에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 한방훈제삼겹살은 훈제삼겹살보다 높은 pyrene, benzo[b]fluoranthene 함량을 나타내었으며, 낮은 benzo[ghi]perylene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 결과적으로 total 16PAH와 4PAH 함량을 유의적으로 증가시켰다. 팬프라이닝 과조리 시 한방훈제삼겹살이 훈제삼겹살보다 높은 fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene 함량을 나타내었고, Total 16PAH와 4PAH 함량을 유의적으로 증가시켰다($p < 0.05$). 결과적으로 한방액의 처리는 조리과정 중 발생하는 훈제삼겹살 내 PAHs 생성을 증가시키는 것으로 판단된다.

Table 222. The PAHs contents in smoked pork belly (2 weeks)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Medicinal plants	
Naphthalene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	0.81 ^{Bb}	1.71 ^{Ba}	0.090
	PFR-OC	1.99 ^{Aa}	1.88 ^{Aa}	0.052
	SEM	0.292	0.038	
Pyrene	PFR	1.34 ^{Bb}	3.17 ^{Ba}	0.476
	PFR-OC	3.83 ^{Aa}	4.59 ^{Aa}	0.199
	SEM	0.515	0.032	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.06 ^{Bb}	0.19 ^{Ba}	0.021
	PFR-OC	0.16 ^{Ab}	0.25 ^{Aa}	0.006
	SEM	0.020	0.010	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	ND ^{Ba}	ND ^{Ba}	-
	PFR-OC	0.09 ^{Aa}	0.05 ^{Ab}	0.005
	SEM	0.005	0.001	
Total 16PAH	PFR	2.21 ^{Bb}	5.13 ^{Ba}	0.784
	PFR-OC	6.07 ^{Aa}	6.72 ^{Aa}	0.264
	SEM	0.820	0.048	
4PAH	PFR	0.06 ^{Bb}	0.19 ^{Ba}	0.021
	PFR-OC	0.16 ^{Ab}	0.25 ^{Aa}	0.006
	SEM	0.020	0.010	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + chrysene + benzo[b]fluoranthene + benzo[a]pyrene

저장 2주차에 한방액 처리에 따른 훈제삼겹살 내 PAHs 함량은 Table 222에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 2.21~6.72 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 가열조건에 따라 PFR-OC이 PFR보다

높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 한방훈제삼겹살은 훈제삼겹살보다 높은 fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene 함량을 나타내어 total 16PAH와 4PAH 함량을 유의적으로 증가시켰다. 팬프라이닝 과조리 시 한방훈제삼겹살이 훈제삼겹살보다 높은 benzo[b]fluoranthene 함량을 나타내어 4PAH 함량을 유의적으로 증가시켰으나($p < 0.05$), total 16PAH는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서 한방액을 처리 후 냉장 저장 2주 후에 팬프라이닝 조리 시 생성되는 PAHs 함량을 증가시키는 것으로 판단된다.

(12) 냉장 저장(9°C) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 HCAs 함량 변화

Table 223. The HCAs contents in smoked pork belly (0 week)

HCA (ng/g)	CON			Medicinal plants		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	ND	1.86 ± 1.36	ND	3.94 ± 0.94	3.35 ± 2.42
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	0	1.86	0	3.94	3.35

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살 내 HCAs 함량은 Table 223에 나타내었다. 훈제삼겹살 PFR에서 HCAs가 검출되지 않았지만, 한방훈제삼겹살 PFR에서 7,8-DiMeIQx 3.94 ng/g 검출되었다. 또한, 훈제삼겹살 PFR에서 7,8-DiMeIQx 1.86 ng/g, 한방훈제삼겹살에서 7,8-DiMeIQx 3.35 ng/g 검출되었으며, 44.35% 증가하였다.

Table 224. The HCAs contents in smoked pork belly (2 weeks)

HCA (ng/g)	CON			Medicinal plants		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	53.19 ± 4.71	49.41 ± 0.34	ND	16.28 ± 1.56	19.44 ± 2.25
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	53.19	49.41	0	16.28	19.44

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

육제품과 천연소재 첨가 육제품을 조리 방법 별 가열했을 때 발생 가능한 HCAs 함량을 비교하였을 때, 훈제삼겹살 PFR에서 7,8-DiMeIQx 53.19 ng/g, 훈제 한방삼겹살 PFR에서 7,8-DiMeIQx 16.28 ng/g 검출되었으며, 한방 적용에 의하여 69.39% 감소하였다. 또한, 훈제삼겹살 PFR에서 7,8-DiMeIQx 16.28 ng/g, 훈제 한방삼겹살에서 7,8-DiMeIQx 19.44 ng/g 검출되었으며, 한방 적용에 의하여 60.66% 감소하였다.

(13) 냉동 저장(-18℃) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 품질 변화

Table 225. Change of pH, VBN and TBARS in smoked pork belly during forzen storage

Traits	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
pH	CON	6.28 ^{Aa}	6.10 ^{Bb}	6.09 ^{Bb}	0.017
	Medicinal plants	6.28 ^{Aa}	6.16 ^{Ab}	6.17 ^{Ab}	0.004
	SEM	0.017	0.011	0.006	
VBN (mg/100g)	CON	7.35 ^{Ab}	7.88 ^{Bab}	7.99 ^{Aa}	0.124
	Medicinal plants	7.23 ^{Ab}	8.80 ^{Aa}	7.58 ^{Ab}	0.122
	SEM	0.126	0.104	0.138	
TBARS (mg MDA/kg)	CON	0.37 ^{Ab}	0.36 ^{Ab}	0.54 ^{Aa}	0.013
	Medicinal plants	0.37 ^{Ab}	0.33 ^{Bc}	0.46 ^{Ba}	0.009
	SEM	0.007	0.008	0.016	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉동 저장(-18℃) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 pH 및 VBN, TBARS 변화는 Table 225에 나타내었다. 저장 0개월차에서 처리구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 저장기간이 증가함에 따라 pH가 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 또한 저장 3개월차부터 처리구에 따른 유의적인 차이가 나타났으며, 한방액의 처리는 훈제삼겹살의 pH를 증가시켰다($p < 0.05$).

단백질변패도를 나타내는 VBN 함량은 저장 0개월차에 대조구와 한방훈제삼겹살이 각각 7.35와 7.23mg/100g으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장기간이 증가함에 따라 대조구는 저장 0개월차 보다 6개월차에 VBN 함량이 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 반면, 저장 3개월차에 한방훈제삼겹살은 저장 0개월차 보다 VBN 함량이 유의적으로 증가했다가 저장 6개월차에 감소하며 일정한 경향을 나타내지 않았다. 저장기간 동안 저장 0개월차와 6개월차에 한방훈제삼겹살의 VBN 함량은 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 저장 3개월차에 유의적으로 높은 VBN 함량을 나타내었다.

지질산패도를 나타내는 TBARS의 경우 저장 0개월차에 처리구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 0개월차보다 6개월차에 TBARS가 모두 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 3, 6개월차에 한방훈제삼겹살은 대조구 보다 유의적으로 TBARS 함량을 감소시켰다.

Table 226. Change of microorganism in smoked pork belly during frozen storage

Microorganism (Log CFU/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
Total aerobic bacteria	CON	2.76 ^{Aa}	2.74 ^{Aa}	2.96 ^{Aa}	0.057
	Medicinal plants	2.72 ^{Ab}	2.82 ^{Aa}	2.74 ^{Bab}	0.024
	SEM	0.023	0.055	0.045	
Lactic acid bacteria	CON	1.64 ^{Ab}	1.82 ^{Ab}	2.33 ^{Aa}	0.068
	Medicinal plants	1.59 ^{Ab}	1.84 ^{Aa}	1.94 ^{Ba}	0.046
	SEM	0.089	0.037	0.029	
Enterobacteriaceae	CON	2.48 ^{Aa}	1.62 ^{Ab}	1.63 ^{Ab}	0.029
	Medicinal plants	2.35 ^{Bb}	1.59 ^{Ab}	1.49 ^{Aa}	0.110
	SEM	0.020	0.122	0.085	
<i>Pseudomonads</i> spp.	CON	ND ^c	1.63 ^{Ab}	2.38 ^{Aa}	0.055
	Medicinal plants	ND ^c	1.52 ^{Ab}	2.22 ^{Aa}	0.070
	SEM	-	0.037	0.085	

ND, not detected.

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉동 저장(-18℃) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 미생물(Total aerobic bacteria, lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 변화는 Table 226에 나타내었다. 훈제삼겹살의 total aerobic bacteria는 2.72~2.96Log CFU/g 수준을 나타내었으며, 저장 6개월차에 한방훈제삼겹살이 훈제삼겹살보다 낮은 total aerobic bacteria 수를 나타내었다($p < 0.05$). Lactic acid bacteria 수는 저장 3개월차까지 한방액 처리에 따른 차이를 나타내지 않았으나 저장 기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며 저장 6개월차에는 한방훈제삼겹살이 1.94Log CFU/g으로 훈제삼겹살보다 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). Enterobacteriaceae 수는 훈제삼겹살에서 저장일차가 증가함에 따라 감소하였지만, 한방훈제삼겹살에서는 증가하였다. 저장 0개월차에 한방액 처리에 따른 Enterobacteriaceae의 감소 효과가 나타났지만, 3개월차부터 한방액 처리에 따른 감소 효과는 나타나지 않았다($p < 0.05$). *Pseudomonads* spp.의 경우 저장 0개월차에 검출이 되지 않았으나 3개월차에 1.52~1.63Log CFU/g 수준으로 검출 되어 6개월차까지 유의적으로 증가하였다. 단, 처리구에 따른 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$).

(14) 냉동 저장(-18℃) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 BAs 함량 변화

Table 227. Change of BAs in smoked pork belly during frozen storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	CON	ND	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
CAD	CON	4.32 ^{Aa}	3.90 ^{Aa}	4.50 ^{Aa}	0.247
	Medicinal plants	3.81 ^{Aa}	3.21 ^{Aa}	4.45 ^{Aa}	0.315
	SEM	0.411	0.130	0.233	
HIM	CON	ND	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
TYM	CON	1.42 ^{Ac}	2.29 ^{Aa}	1.85 ^{Ab}	0.085
	Medicinal plants	1.17 ^{Ab}	1.80 ^{Ba}	1.76 ^{Aa}	0.085
	SEM	0.119	0.065	0.058	
SPD	CON	0.94 ^{Ac}	2.14 ^{Aa}	1.74 ^{Ab}	0.042
	Medicinal plants	0.86 ^{Ab}	1.52 ^{Ba}	1.68 ^{Aa}	0.066
	SEM	0.061	0.071	0.025	
Total BAs	CON	6.67 ^{Ab}	8.34 ^{Aa}	8.09 ^{Aab}	0.357
	Medicinal plants	5.84 ^{Ab}	6.53 ^{Bab}	7.89 ^{Aa}	0.396
	SEM	0.588	0.145	0.244	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장(-18℃) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 내 BAs 함량 변화는 Table 227에 나타내었다. 저장 0개월차에 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량은 한방액 처리로 인한 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장기간이 증가함에 따라 대조구와 한방훈제삼겹살 내 TYM, SPD, Total BAs 함량은 저장 0개월차 보다 저장 6개월차에 증가하는 경향을 나타냈지만($p < 0.05$), CAD 함량은 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 저장기간 동안 한방훈제삼겹살의 TYM, SPD, Total BAs 함량은 증가 또는 유지되면서 일정한 경향을 보이지 않았으며, 결과적으로 한방액 처리에 의한 냉동 저장된 훈제삼겹살의 BAs 저감 효과는 나타나지 않았다.

Table 228. Change of BAs in pan-fried smoked pork belly during frozen storage

BAs (μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	CON	ND	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
CAD	CON	6.08 ^{Aa}	4.00 ^{Ab}	6.02 ^{Aa}	0.281
	Medicinal plants	6.87 ^{Aa}	3.52 ^{Ab}	6.81 ^{Aa}	0.220
	SEM	0.290	0.180	0.274	
HIM	CON	ND	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
TYM	CON	1.96 ^{Ab}	2.45 ^{Aa}	1.98 ^{Ab}	0.103
	Medicinal plants	1.88 ^{Aa}	1.95 ^{Ba}	1.83 ^{Aa}	0.057
	SEM	0.077	0.108	0.058	
SPD	CON	1.32 ^{Ab}	1.96 ^{Aa}	1.88 ^{Aa}	0.043
	Medicinal plants	1.41 ^{Ab}	1.88 ^{Aa}	1.88 ^{Aa}	0.034
	SEM	0.052	0.023	0.034	
Total BAs	CON	9.36 ^{Aa}	8.41 ^{Aa}	9.88 ^{Aa}	0.403
	Medicinal plants	10.16 ^{Aa}	7.35 ^{Ab}	10.52 ^{Aa}	0.255
	SEM	0.410	0.296	0.293	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 팬프라이닝 조리된 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살 내 BAs 함량 변화는 Table 228에 나타내었다. 저장 0개월차에 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량은 한방액 처리로 인한 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장기간이 증가함에 따라 대조구 내 CAD와 TYM함량은 일정한 경향이 나타나지 않았지만, SPD 함량은 유의적으로 증가하였고, Total BAs 함량은 저장 기간이 증가함에 따른 유의적인 변화는 나타나지 않았다. 저장기간이 증가함에 따라 한방훈제삼겹살 내 CAD와 Total BAs 함량은 일정한 경향이 나타나지 않았지만, SPD 함량은 유의적으로 증가하였고, TYM 함량은 저장 기간이 증가함에 따른 유의적인 변화는 나타나지 않았다. 저장 기간 동안 한방훈제삼겹살의 TYM 함량은 감소 또는 유지되면서 일정한 경향을 보이지 않았으며, CAD, SPD, Total BAs 함량은 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 결과적으로 한방액 처리에 의한 냉동 저장된 훈제삼겹살의 팬프라이닝 조리 시 BAs 저감 효과는 나타나지 않았다.

Table 229. Change of BAs in pan-fried (over-cooking) smoked pork belly during frozen storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	CON	ND	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
CAD	CON	7.37 ^{Aa}	3.43 ^{Bb}	6.48 ^{Ba}	0.436
	Medicinal plants	4.60 ^{Bb}	4.20 ^{Ab}	8.09 ^{Aa}	0.307
	SEM	0.595	0.120	0.241	
HIM	CON	ND	ND	ND	-
	Medicinal plants	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
TYM	CON	1.75 ^{Aa}	1.98 ^{Aa}	2.06 ^{Aa}	0.097
	Medicinal plants	1.30 ^{Bb}	1.97 ^{Aa}	2.20 ^{Aa}	0.066
	SEM	0.110	0.070	0.060	
SPD	CON	1.31 ^{Ab}	2.06 ^{Aa}	1.98 ^{Aa}	0.103
	Medicinal plants	1.11 ^{Ac}	1.87 ^{Bb}	2.17 ^{Aa}	0.040
	SEM	0.132	0.026	0.019	
Total BAs	CON	10.43 ^{Aa}	7.46 ^{Ab}	10.52 ^{Ba}	0.607
	Medicinal plants	7.01 ^{Bb}	8.04 ^{Ab}	12.46 ^{Aa}	0.397
	SEM	0.827	0.177	0.274	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 팬프라이ng 과조리된 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살 내 BAs 함량 변화는 Table 229에 나타내었다. 저장 0개월차에 CAD, TYM, Total BAs 함량은 한방액 처리로 인해 유의적으로 감소하였으며, SPD 함량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장기간이 증가함에 따라 대조구 내 CAD와 Total BAs 함량은 일정한 경향이 나타나지 않았지만, SPD 함량은 유의적으로 증가하였고, TYM 함량은 유의적인 변화는 나타나지 않았다. 반면 한방훈제삼겹살은 저장기간이 증가함에 따라 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량이 증가하는 경향을 나타냈다($p < 0.05$), 저장 6개월차에 한방훈제삼겹살의 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량의 감소 효과는 나타나지 않았다. 결과적으로 한방액 처리에 의한 냉동 저장된 훈제삼겹살의 팬프라이ng 과조리 시 BAs 저감 효과는 나타나지 않았다.

Table 230. Effect of doneness and storage time on BAs in smoked pork belly

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	RAW	ND	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
CAD	RAW	4.32 ^{Ba}	3.90 ^{Aa}	4.50 ^{Ba}	0.274
	PFR	6.08 ^{ABa}	4.00 ^{Ab}	6.02 ^{Aa}	0.281
	PFR-OC	7.37 ^{Aa}	3.43 ^{Ab}	6.48 ^{Aa}	0.436
	SEM	0.505	0.134	0.238	
HIM	RAW	ND	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
TYM	RAW	1.42 ^{Bc}	2.29 ^{ABa}	1.85 ^{Ab}	0.085
	PFR	1.96 ^{Ab}	2.45 ^{Aa}	1.98 ^{Ab}	0.103
	PFR-OC	1.75 ^{ABa}	1.98 ^{Ba}	2.06 ^{Aa}	0.097
	SEM	0.115	0.098	0.068	
SPD	RAW	0.94 ^{Ac}	2.14 ^{Aa}	1.74 ^{Bb}	0.042
	PFR	1.32 ^{Ab}	1.96 ^{Ba}	1.88 ^{Aa}	0.043
	PFR-OC	1.31 ^{Ab}	2.06 ^{ABa}	1.98 ^{Aa}	0.103
	SEM	0.114	0.026	0.027	
Total BAs	RAW	6.67 ^{Bb}	8.34 ^{Aa}	8.09 ^{Cab}	0.357
	PFR	9.36 ^{ABa}	8.41 ^{Aa}	9.88 ^{Ba}	0.403
	PFR-OC	10.43 ^{Aa}	7.46 ^{Ab}	10.52 ^{Aa}	0.607
	SEM	0.726	0.231	0.278	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 훈제삼겹살 내 가열조건에 따른 BAs 함량의 변화는 Table 230에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생훈제삼겹살(RAW) 내 TYM, SPD 함량은 저장 6개월차에 저장 0개월차 보다 유의적으로 증가하였다. 반면, CAD, Total BAs 함량은 저장 6개월차에 저장 0개월차와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가열 조건에 따라 팬프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 저장기간 중 훈제삼겹살 내 BAs 함량을 증가 또는 감소 시키며 일정한 경향을 보이지 않았다. 결과적으로 팬프라이 조리방법은 훈제삼겹살의 BAs 함량을 감소시키지 않았다.

Table 231. Effect of doneness and storage time on BAs in smoked pork belly with medicinal plants

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	RAW	ND	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
CAD	RAW	3.81 ^{Ba}	3.21 ^{Ba}	4.45 ^{Ca}	0.315
	PFR	6.87 ^{Aa}	3.52 ^{ABb}	6.81 ^{Ba}	0.220
	PFR-OC	4.60 ^{Bb}	4.20 ^{Ab}	8.09 ^{Aa}	0.307
	SEM	0.386	0.157	0.262	
HIM	RAW	ND	ND	ND	-
	PFR	ND	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	ND	-
	SEM	-	-	-	
TYM	RAW	1.17 ^{Bb}	1.80 ^{Aa}	1.76 ^{Ba}	0.085
	PFR	1.88 ^{Aa}	1.95 ^{Aa}	1.83 ^{Ba}	0.057
	PFR-OC	1.30 ^{Bb}	1.97 ^{Aa}	2.20 ^{Aa}	0.066
	SEM	0.091	0.066	0.048	
SPD	RAW	0.86 ^{Cb}	1.52 ^{Ba}	1.68 ^{Ca}	0.066
	PFR	1.41 ^{Ab}	1.88 ^{Aa}	1.88 ^{Ba}	0.034
	PFR-OC	1.11 ^{Bc}	1.87 ^{Ab}	2.17 ^{Aa}	0.040
	SEM	0.055	0.059	0.027	
Total BAs	RAW	5.84 ^{Bb}	6.53 ^{Bab}	7.89 ^{Ca}	0.396
	PFR	10.16 ^{Aa}	7.35 ^{ABb}	10.52 ^{Ba}	0.255
	PFR-OC	7.01 ^{Bb}	8.04 ^{Ab}	12.46 ^{Aa}	0.397
	SEM	0.520	0.200	0.263	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 한방훈제삼겹살 내 가열조건에 따른 BAs 함량의 변화는 Table 231에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생한방훈제삼겹살(RAW) 내 CAD 함량은 유의적인 변화를 나타내지 않았지만, TYM, SPD, Total BAs 함량은 저장 6개월차에 저장 0개월차 보다 유의적으로 증가하였다. 가열 조건에 따라 팬프라이닝(PFR)은 저장 0개월차에 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량을 생한방훈제삼겹살(RAW) 보다 유의적으로 증가시켰다. 저장 3개월차에 팬프라이닝(PFR)은 CAD, TYM, Total BAs 함량에서 생한방훈제삼겹살(RAW)과 유의적인 차이를 보이지 않았지만, SPD 함량을 유의적으로 증가시켰다. 저장 6개월차 팬프라이닝(PFR)은 TYM 함량에서 생한방훈제삼겹살(RAW)과 유의적인 차이를 보이지 않았지만, CAD, SPD, Total BAs 함량을 유의적으로 증가시켰다. 저장 0개월차에 팬프라이닝 과조리(PFR-OC)는 SPD 함량만을 생한방훈제삼겹

살(RAW) 보다 유의적으로 증가시켰으며, 저장 3개월차에 CAD, SPD, Total BAs 함량을 유의적으로 증가시켰다. 저장 6개월차에 팬프라이밍 과조리(PFR-OC)는 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량을 생한방훈제삼겹살(RAW) 보다 유의적으로 증가시키며, 저장 6개월차에 과조리에 의한 바이오제닉아민의 증가 효과가 나타났다.

(15) 냉동 저장(-18°C) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 PAHs 함량 변화

Table 232. The PAHs contents in smoked pork belly (0 month)

PAHs (μ g/kg)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Medicinal plants	
Naphthalene	PFR	25.15 ^{Aa}	26.22 ^{Ba}	1.105
	PFR-OC	31.35 ^{Ab}	36.42 ^{Aa}	0.680
	SEM	1.187	0.332	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	6.56 ^{Ba}	4.46 ^{Ab}	0.267
	PFR-OC	8.74 ^{Aa}	4.40 ^{Ab}	0.123
	SEM	0.192	0.223	
Pyrene	PFR	14.71 ^{Ba}	7.29 ^{Ab}	0.237
	PFR-OC	20.58 ^{Aa}	7.20 ^{Ab}	0.214
	SEM	0.269	0.173	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Total 16PAH	PFR	46.42 ^{Ba}	37.97 ^{Bb}	1.958
	PFR-OC	60.67 ^{Aa}	48.02 ^{Ab}	0.797
	SEM	1.087	0.337	
4PAH	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

ND, not detected.

저장 0개월차에 가열조건에 따른 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살 내 PAHs 함량은 Table 232에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 37.97~60.67 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 조리방법에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 및 과조리 시 한방훈제삼겹살이 훈제삼겹살보다 낮은 fluoranthene, pyrene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 결과적으로 total 16PAH에 대해 조리 및 과조리 시 각각 18.20%, 20.85% 저해율을 나타내었다.

Table 233. The PAHs contents in smoked pork belly (3 months)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Medicinal plants	
Naphthalene	PFR	9.77 ^{Bb}	21.77 ^{Ba}	0.246
	PFR-OC	11.44 ^{Ab}	27.32 ^{Aa}	0.752
	SEM	0.143	0.778	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	4.71 ^{Aa}	4.53 ^{Bb}	0.018
	PFR-OC	4.64 ^{Ab}	5.86 ^{Aa}	0.161
	SEM	0.099	0.128	
Pyrene	PFR	9.59 ^{Ba}	8.67 ^{Bb}	0.088
	PFR-OC	10.23 ^{Ab}	11.13 ^{Aa}	0.171
	SEM	0.104	0.162	
Benzo[a]anthracene	PFR	0.75 ^{Bb}	0.98 ^{Aa}	0.002
	PFR-OC	0.76 ^{Ab}	0.96 ^{Aa}	0.013
	SEM	0.002	0.013	
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.38 ^{Ab}	0.45 ^{Ba}	0.009
	PFR-OC	0.41 ^{Ab}	0.88 ^{Aa}	0.057
	SEM	0.009	0.057	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Total 16PAH	PFR	25.21 ^{Bb}	36.40 ^{Ba}	0.340
	PFR-OC	27.48 ^{Ab}	46.16 ^{Aa}	0.823
	SEM	0.226	0.861	
4PAH	PFR	1.14 ^{Ab}	1.43 ^{Ba}	0.010
	PFR-OC	1.17 ^{Ab}	1.85 ^{Aa}	0.064
	SEM	0.011	0.064	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

ND, not detected.

저장 3개월차에 가열조건에 따른 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살 내 PAHs 함량은 Table 233에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene,

benzo[b]fluoranthene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 25.21~46.16 $\mu\text{g/kg}$ 수준으로 검출되었으며, 조리방법에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 한방훈제삼겹살은 훈제삼겹살 보다 높은 naphthalene, benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene 함량을, 낮은 fluoranthene, pyrene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 반면에 팬프라이닝 과조리 시 모든 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene 함량이 한방훈제삼겹살에서 유의적으로 증가하였다. 결과적으로 한방훈제삼겹살은 팬프라이닝 조리 시 발생하는 PAHs 함량을 증가시킨 것으로 판단되었다.

Table 234. The PAHs contents in smoked pork belly (6 months)

PAHs ($\mu\text{g/kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Medicinal plants	
Naphthalene	PFR	1.27 ^{Ba}	0.97 ^{Bb}	0.024
	PFR-OC	2.43 ^{Aa}	1.54 ^{Ab}	0.058
	SEM	0.048	0.038	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	2.51 ^{Bb}	3.70 ^{Ba}	0.072
	PFR-OC	3.09 ^{Ab}	5.83 ^{Aa}	0.095
	SEM	0.109	0.046	
Pyrene	PFR	4.97 ^{Bb}	5.67 ^{Ba}	0.136
	PFR-OC	6.56 ^{Ab}	11.60 ^{Aa}	0.174
	SEM	0.184	0.122	
Benzo[a]anthracene	PFR	0.37 ^{Ba}	0.37 ^{Ba}	0.021
	PFR-OC	0.52 ^{Ab}	0.61 ^{Aa}	0.019
	SEM	0.010	0.027	
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.19 ^{Ba}	0.09 ^{Bb}	0.010
	PFR-OC	0.27 ^{Aa}	0.27 ^{Aa}	0.013
	SEM	0.011	0.013	

Benzo[k]fluoranthene	PFR	1.14 ^{Ba}	0.39 ^{Bb}	0.078
	PFR-OC	1.50 ^{Aa}	0.90 ^{Ab}	0.082
	SEM	0.089	0.070	
Benzo[a]pyrene	PFR	1.20 ^{Aa}	1.15 ^{Aa}	0.035
	PFR-OC	1.28 ^{Aa}	1.19 ^{Aa}	0.031
	SEM	0.043	0.017	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Total 16PAH	PFR	11.67 ^{Ba}	12.35 ^{Ba}	0.227
	PFR-OC	15.65 ^{Ab}	21.94 ^{Aa}	0.284
	SEM	0.340	0.129	
4PAH	PFR	1.77 ^{Aa}	1.61 ^{Bb}	0.035
	PFR-OC	2.07 ^{Aa}	2.08 ^{Aa}	0.041
	SEM	0.044	0.032	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

저장 6개월차에 가열조건에 따른 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살 내 PAHs 함량은 Table 234에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[a]anthracene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 11.67~21.94 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 조리방법에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 한방훈제삼겹살은 훈제삼겹살 보다 낮은 naphthalene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene 함량을, 높은 fluoranthene, pyrene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 과조리 시 한방훈제삼겹살이 훈제삼겹살보다 낮은 naphthalene, benzo[k]fluoranthene 함량을, 높은 fluoranthene, pyrene, benzo[b]fluoranthene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 결과적으로 한방훈제삼겹살은 4PAH에 대해 조리 조건에서 9.04%의 저해율을 나타내었으나 total 16PAH에 대해서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 과조리 조건에서 오히려 total 16PAH 함량을 증가시켰다($p < 0.05$).

(16) 냉동 저장(-18℃) 중 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 HCAs 함량 변화

Table 235. The HCAs contents in smoked pork belly (0 months)

HCA (ng/g)	CON			Medicinal plants		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	4.94
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	ND	17.89	ND	ND	ND
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	0	17.89	0	0	4.94

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살 내 HCAs 함량은 Table 235에 나타내었다. 훈제삼겹살 PFR-OC에서 7,8-DiMeIQx 17.89 ng/g, 한방훈제삼겹살 PFR-OC에서 MeIQ 4.94 ng/g 검출되었으며, 한방 적용에 의하여 72.39% 감소하였다. PFR 조건에서는 HCAs가 검출되지 않았다.

Table 236. The HCAs contents in smoked pork belly (3 months)

HCA (ng/g)	CON			Medicinal plants		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	13.56	23.83	ND	ND	9.20
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	42.83	ND	ND	ND	ND
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	56.39	23.83	0	0	9.20

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

육제품과 천연소재 첨가 육제품을 조리 방법 별 가열했을 때 발생 가능한 HCAs 함량을 비교하였을 때 (Table 236), 훈제삼겹살 PFR에서 MeIQ 13.56 ng/g, 7,8-DiMeIQx 42.83 ng/g 검출되었지만, 한방훈제삼겹살 PFR에서 HCAs 검출되지 않았다. 또한, 훈제삼겹살 PFR-OC에서 MeIQ 23.83 ng/g, 한방훈제삼겹살 PFR-OC에서 MeIQ 9.20 ng/g 검출되었으며, 61.39% 감소하였다.

Table 237. The HCAs contents in smoked pork belly (6 months)

HCA (ng/g)	CON			Medicinal plants		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	7.55	8.24	ND	ND	4.64
MeIQx	ND	4.60	ND	ND	ND	4.20
7,8-DiMeIQx	ND	14.35	10.19	ND	1.04	9.77
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	26.50	18.43	0	1.04	18.83

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

육제품과 천연소재 첨가 육제품을 조리 방법 별 가열했을 때 발생 가능한 HCAs 함량을 비교하였을 때 (Table 237), 훈제삼겹살 PFR에서 MeIQ 7.55 ng/g, MeIQx 4.60 ng/g, 7,8-DiMeIQx 14.35 ng/g, 한방훈제삼겹살 PFR에서 7,8-DiMeIQx 1.04 ng/g 검출되었다. 또한, 훈제삼겹살 PFR-OC에서 MeIQ 8.24 ng/g, 7,8-DiMeIQx 10.19 ng/g, 한방훈제삼겹살 PFR-OC에서 MeIQ 4.64 ng/g, MeIQx 4.20 ng/g, 7,8-DiMeIQx 9.77 ng/g 검출되었다.

(17) 냉장 저장(9°C) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 품질 변화

Table 238. Change of pH, VBN, and TBARS in Tteokgalbi during refrigerated storage

Traits	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
pH	CON	6.30 ^{Aa}	4.31 ^{Ab}	0.009
	Gochujang	6.23 ^{Ba}	4.34 ^{Ab}	0.005
	SEM	0.005	0.009	
VBN (mg/100g)	CON	11.15 ^{Bb}	27.48 ^{Aa}	0.170
	Gochujang	13.86 ^{Ab}	27.23 ^{Aa}	0.161
	SEM	0.108	0.207	
TBARS (mg MDA/kg)	CON	1.48 ^{Ab}	1.96 ^{Aa}	0.060
	Gochujang	1.54 ^{Ab}	1.97 ^{Aa}	0.021
	SEM	0.063	0.005	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉장 저장(9°C) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 pH 및 VBN, TBARS 변화는 Table 238에 나타내었다. 저장 0주차에서 고추장떡갈비가 떡갈비보다 pH가 유의적으로 낮았다. 저장기간이 증가함에

따라 저장 2주차에 저장 0주차 보다 pH가 모두 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 2주차에는 처리구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

단백질변패도를 나타내는 VBN 함량은 저장 0주차에 대조구와 고추장떡갈비 각각 11.15와 13.86mg/100g으로 고추장떡갈비에서 유의적인 증가를 나타내었다. 저장 기간이 증가함에 따라 모든 처리구의 VBN 함량은 유의적으로 증가하였다. 저장 2주차에 대조구와 고추장떡갈비의 VBN 함량은 각각 27.48와 27.23mg/100g으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

지질산패도를 나타내는 TBARS의 경우 모든 저장일차에서 처리구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 2주차에 TBARS 함량이 증가하였다($p < 0.05$).

Table 239. Change of microorganism in Tteokgalbi during refrigerated storage

Microorganism (Log CFU/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
Total aerobic bacteria	CON	4.39 ^{Bb}	8.96 ^{Ba}	0.009
	Gochujang	4.56 ^{Ab}	9.09 ^{Aa}	0.030
	SEM	0.029	0.012	
Lactic acid bacteria	CON	3.67 ^{Bb}	8.48 ^{Ba}	0.031
	Gochujang	3.88 ^{Ab}	8.70 ^{Aa}	0.016
	SEM	0.024	0.026	
Enterobacteriaceae	CON	3.38 ^{Ab}	4.03 ^{Aa}	0.047
	Gochujang	3.19 ^{Ab}	3.63 ^{Ba}	0.092
	SEM	0.098	0.030	
<i>Pseudomonads</i> spp.	CON	2.85 ^{Ab}	3.59 ^{Aa}	0.040
	Gochujang	2.69 ^{Bb}	3.26 ^{Ba}	0.037
	SEM	0.033	0.041	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉장 저장(9℃) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 미생물(Total aerobic bacteria, Lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 변화는 Table 239에 나타내었다. 저장 0주차에서 고추장떡갈비의 total aerobic bacteria는 4.56Log CFU/g으로 떡갈비보다 유의적으로 높은 값을 나타냈으며 저장 2주차에도 동일한 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 고추장떡갈비의 높은 lactic acid bacteria 수가 total aerobic bacteria 수에 영향을 주었을 것으로 판단되었다. 저장 기간이 증가함에 따라 두 처리구 모두 미생물 수가 증가하였으며 저장 2주차에 떡갈비는 부패성균인 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.수가 각각 4.03, 3.59Log CFU/g이었지만 고추장떡갈비는 Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.수가 각각 3.63, 3.26Log CFU/g으로 부패성균의 증식을 효과적으로 억제하였다($p < 0.05$).

(18) 냉장 저장(9°C) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 BAs 함량 변화

Table 240. Change of BAs in Tteokgalbi during refrigerated storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	2.30 ^{Bb}	81.82 ^{Aa}	0.425
	Gochujang	3.64 ^{Ab}	49.37 ^{Ba}	0.202
	SEM	0.036	0.468	
CAD	CON	2.56 ^{Ab}	14.99 ^{Aa}	0.163
	Gochujang	2.14 ^{Ba}	1.67 ^{Bb}	0.059
	SEM	0.091	0.147	
HIM	CON	0.67 ^{Ab}	1.58 ^{Aa}	0.016
	Gochujang	0.69 ^{Ab}	1.20 ^{Ba}	0.014
	SEM	0.012	0.017	
TYM	CON	12.14 ^{Bb}	113.45 ^{Aa}	0.520
	Gochujang	15.23 ^{Ab}	102.83 ^{Ba}	0.408
	SEM	0.236	0.618	
SPD	CON	7.29 ^{Ba}	6.82 ^{Bb}	0.106
	Gochujang	10.37 ^{Aa}	8.01 ^{Ab}	0.042
	SEM	0.110	0.030	
Total BAs	CON	24.96 ^{Bb}	218.66 ^{Aa}	0.849
	Gochujang	32.06 ^{Ab}	163.08 ^{Ba}	0.672
	SEM	0.400	1.006	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine.

냉장 저장(9°C) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 내 BAs 함량 변화는 Table 240에 나타내었다. 저장 0 주차에 대조구의 PUT, CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량은 각각 2.30, 2.56, 12.14, 7.29, 24.96 μ g/g 으로 고추장 처리 떡갈비는 대조구 보다 높은 PUT, TYM, SPD, Total BAs 함량을 나타내었으며, CAD 함량은 감소시켰다($p < 0.05$). 반면 저장 0주차의 HIM 함량은 대조구와 고추장떡갈비에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 대조구 내 PUT, CAD, HIM, TYM, Total BAs 함량은 증가하였지만, SPD 함량은 감소하였다 ($p < 0.05$). 반면, 저장 기간이 증가함에 따라 고추장떡갈비 내 PUT, HIM, TYM, Total BAs 함량은 증가하였으며, CAD과 SPD 함량은 감소하였다 ($p < 0.05$). 저장 2주차에 고추장떡갈비는 대조구 보다 유의적으로 낮은 PUT, CAD, HIM, TYM, Total BAs 함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 고추장 첨가가 저장 2주차에 떡갈비 내 부패성균의 증식을 효과적으로 억제하였다는 결과와 일치하였다 (Table 239).

Table 241. Change of BAs in pan-fried Tteokgalbi during refrigerated storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	2.02 ^{Bb}	67.48 ^{Aa}	0.215
	Gochujang	2.65 ^{Ab}	48.32 ^{Ba}	1.728
	SEM	0.067	1.740	
CAD	CON	2.65 ^{Ab}	32.02 ^{Aa}	0.048
	Gochujang	2.42 ^{Aa}	1.75 ^{Bb}	0.094
	SEM	0.063	0.084	
HIM	CON	0.69 ^{Ab}	2.02 ^{Aa}	0.019
	Gochujang	0.48 ^{Bb}	1.28 ^{Ba}	0.050
	SEM	0.013	0.052	
TYM	CON	11.44 ^{Bb}	137.83 ^{Aa}	0.794
	Gochujang	15.00 ^{Ab}	106.90 ^{Ba}	3.595
	SEM	0.529	3.644	
SPD	CON	6.67 ^{Aa}	7.29 ^{Aa}	0.204
	Gochujang	7.75 ^{Aa}	7.68 ^{Aa}	0.359
	SEM	0.285	0.299	
Total BAs	CON	23.47 ^{Bb}	246.65 ^{Aa}	1.085
	Gochujang	28.29 ^{Ab}	165.93 ^{Ba}	5.751
	SEM	0.855	5.790	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine.

냉장 저장(9°C) 중 팬프라이닝 조리된 떡갈비 및 고추장떡갈비 내 바이오제닉아민 함량 변화는 Table 241에 나타내었다. 0주차에 대조구의 PUT, HIM, TYM, Total BAs 함량은 각각 2.02, 0.69, 11.44, 23.47 μ g/g으로 고추장떡갈비는 대조구 보다 PUT, TYM, Total BAs 함량이 유의적으로 높았지만, HIM 함량은 유의적으로 낮았다. 저장 0주차의 떡갈비와 고추장떡갈비의 CAD와 SPD 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 대조구 내 SPD 함량을 제외한 모든 BAs 함량은 증가하였다($p < 0.05$). 반면, 저장 기간이 증가함에 따라 고추장떡갈비 내 PUT, HIM, TYM, Total BAs 함량은 유의적으로 증가하였으며, CAD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). SPD 함량은 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 저장 2주차에 고추장떡갈비는 대조구 보다 유의적으로 낮은 PUT, CAD, HIM, TYM, Total BAs 함량을 나타내며, 고추장의 처리는 저장 2주차에 팬프라이닝 조리시 SPD를 제외한 떡갈비의 BAs 함량을 효과적으로 저감시켰다.

Table 242. Change of BAs in pan-fried (over-cooking) Tteokgalbi during refrigerated storage

BAs (μ g/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	CON	2.24 ^{Bb}	66.89 ^{Aa}	0.171
	Gochujang	2.61 ^{Ab}	50.07 ^{Ba}	0.467
	SEM	0.086	0.490	
CAD	CON	2.18 ^{Ab}	25.42 ^{Aa}	0.360
	Gochujang	2.34 ^{Aa}	1.81 ^{Bb}	0.080
	SEM	0.103	0.354	
HIM	CON	0.90 ^{Ab}	1.84 ^{Aa}	0.029
	Gochujang	0.56 ^{Bb}	1.44 ^{Ba}	0.040
	SEM	0.024	0.043	
TYM	CON	12.81 ^{Bb}	128.17 ^{Aa}	0.398
	Gochujang	14.92 ^{Ab}	115.51 ^{Ba}	1.215
	SEM	0.305	1.242	
SPD	CON	7.42 ^{Aa}	7.03 ^{Bb}	0.063
	Gochujang	7.78 ^{Aa}	7.68 ^{Aa}	0.242
	SEM	0.237	0.078	
Total BAs	CON	25.55 ^{Ab}	229.36 ^{Aa}	0.415
	Gochujang	28.22 ^{Ab}	176.51 ^{Ba}	1.880
	SEM	0.703	1.793	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine.

냉장 저장(9°C) 중 팬프라이ng 과조리된 떡갈비 및 고추장떡갈비 내 바이오제닉아민 함량 변화는 Table 242에 나타내었다. 0주차에 대조구의 PUT, HIM, TYM 함량은 각각 2.24, 0.90, 12.81 μ g/g으로 고추장떡갈비는 대조구 보다 PUT, TYM이 유의적으로 높은 함량을 나타낸 반면 HIM은 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 저장 0주차의 떡갈비와 고추장떡갈비의 CAD, SPD, Total BAs 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

저장 기간이 증가함에 따라 대조구 내 SPD 함량을 제외한 모든 BAs 함량은 증가하였다 ($p < 0.05$). 반면, 저장 기간이 증가함에 따라 고추장떡갈비 내 PUT, HIM, TYM, Total BAs 함량은 유의적으로 증가하였으며, CAD 함량은 감소하였다($p < 0.05$). SPD 함량은 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 저장 2주차에 고추장떡갈비는 대조구 보다 유의적으로 낮은 PUT, CAD, HIM, TYM, Total BAs 함량을 나타내며, 고추장의 처리는 저장 2주차에 팬프라이ng 과조리 시 SPD를 제외한 떡갈비의 BAs 함량을 효과적으로 저감시켰다.

Table 243. Effect of doneness and storage time on BAs in Tteokgalbi

BAs ($\mu\text{g/g}$)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	RAW	2.30 ^{Ab}	81.82 ^{Aa}	0.425
	PFR	2.02 ^{Bb}	67.48 ^{Ba}	0.215
	PFR-OC	2.24 ^{Ab}	66.89 ^{Ba}	0.171
	SEM	0.041	0.410	
CAD	RAW	2.56 ^{ABb}	14.99 ^{Ca}	0.163
	PFR	2.65 ^{Ab}	32.02 ^{Aa}	0.048
	PFR-OC	2.18 ^{Bb}	25.42 ^{Ba}	0.360
	SEM	0.090	0.312	
HIM	RAW	0.67 ^{Bb}	1.58 ^{Ca}	0.016
	PFR	0.69 ^{Bb}	2.02 ^{Aa}	0.019
	PFR-OC	0.90 ^{Ab}	1.84 ^{Ba}	0.029
	SEM	0.022	0.022	
TYM	RAW	12.14 ^{Ab}	113.45 ^{Ca}	0.520
	PFR	11.44 ^{Ab}	137.83 ^{Aa}	0.794
	PFR-OC	12.81 ^{Ab}	128.17 ^{Ba}	0.398
	SEM	0.362	0.759	
SPD	RAW	7.29 ^{Aa}	6.82 ^{Cb}	0.106
	PFR	6.67 ^{Aa}	7.29 ^{Aa}	0.204
	PFR-OC	7.42 ^{Aa}	7.03 ^{Bb}	0.063
	SEM	0.193	0.026	
Total BAs	RAW	24.96 ^{Ab}	218.66 ^{Ca}	0.849
	PFR	23.47 ^{Ab}	246.65 ^{Aa}	1.085
	PFR-OC	25.55 ^{Ab}	229.36 ^{Ba}	0.415
	SEM	0.625	0.995	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking.

냉장 저장(9°C) 중 떡갈비 내 가열조건에 따른 BAs 함량의 변화는 Table 243에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생떡갈비(RAW) 내 SPD 함량을 제외한 모든 BAs 함량은 증가하였다 ($p < 0.05$). 가열 조건에 따라 저장 0주차에 팬프라이(PFR)은 PUT 함량을 유의적으로 감소시켰고, 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 CAD 함량을 유의적으로 감소시켰지만, 일정한 바이오제닉아민 감소 효과는 나타나지 않았다. 저장 2주차에 팬프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 PUT의 함량을 유의적으로 감소시켰지만, CAD, HIM, TYM, SPD, Total BAs 함량을 유의적으로 증가시키며, 팬프라이(PFR) 조리에서 더 높은 BAs의 증가 효과가 나타났다($p < 0.05$).

Table 244. Effect of doneness and storage time on BAs in Tteokgalbi with Gochujang

BAs (μ g/g)	Treatment	Storage (weeks)		SEM
		0	2	
PUT	RAW	3.64 ^{Ab}	49.37 ^{Aa}	0.202
	PFR	2.65 ^{Bb}	48.32 ^{Aa}	1.728
	PFR-OC	2.61 ^{Bb}	50.07 ^{Aa}	0.467
	SEM	0.084	1.469	
CAD	RAW	2.14 ^{Aa}	1.67 ^{Ab}	0.059
	PFR	2.42 ^{Aa}	1.75 ^{Ab}	0.094
	PFR-OC	2.34 ^{Aa}	1.81 ^{Ab}	0.080
	SEM	0.085	0.072	
HIM	RAW	0.69 ^{Ab}	1.20 ^{Ba}	0.014
	PFR	0.48 ^{Cb}	1.28 ^{ABa}	0.050
	PFR-OC	0.56 ^{Bb}	1.44 ^{Aa}	0.040
	SEM	0.010	0.052	
TYM	RAW	15.23 ^{Ab}	102.83 ^{Aa}	0.408
	PFR	15.00 ^{Ab}	106.90 ^{Aa}	3.595
	PFR-OC	14.92 ^{Ab}	115.51 ^{Aa}	1.215
	SEM	0.393	3.092	
SPD	RAW	10.37 ^{Aa}	8.01 ^{Ab}	0.042
	PFR	7.75 ^{Ba}	7.68 ^{Aa}	0.359
	PFR-OC	7.78 ^{Ba}	7.68 ^{Aa}	0.242
	SEM	0.250	0.252	
Total BAs	RAW	32.06 ^{Ab}	163.08 ^{Aa}	0.672
	PFR	28.29 ^{Bb}	165.93 ^{Aa}	5.751
	PFR-OC	28.22 ^{Bb}	176.51 ^{Aa}	1.880
	SEM	0.730	4.917	

^{A-C} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking.

냉장 저장(9°C) 중 고추장떡갈비 내 가열조건에 따른 BAs 함량의 변화는 Table 244에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생고추장떡갈비(RAW) 내 CAD와 SPD 함량을 제외한 모든 BAs 함량은 증가하였다($p < 0.05$). 가열 조건에 따라 저장 0주차에 팬프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)는 PUT, HIM, SPD, Total BAs 함량을 유의적으로 감소시켰다. 반면, 저장 2주차에 팬프라이(PFR)과 팬프라이 과조리(PFR-OC)에 의한 바이오제닉아민 감소 효과는 나타나지 않았다.

(19) 냉장 저장(9℃) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 PAHs 함량 변화

Table 245. The PAHs contents in Tteokgalbi (0 week)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Gochujang	
Naphthalene	PFR	1.24 ^{Aa}	1.36 ^{Aa}	0.071
	PFR-OC	1.06 ^{Bb}	1.44 ^{Aa}	0.061
	SEM	0.021	0.091	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Pyrene	PFR	5.86 ^{Aa}	5.03 ^{Aa}	0.231
	PFR-OC	5.50 ^{Aa}	5.34 ^{Aa}	0.195
	SEM	0.198	0.229	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.56 ^{Ba}	ND ^{Ab}	0.011
	PFR-OC	0.67 ^{Aa}	ND ^{Ab}	0.007
	SEM	0.014	-	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Benzo[ghi]perylene	PFR	ND ^{Ba}	ND ^{Ba}	-
	PFR-OC	0.61 ^{Aa}	0.68 ^{Aa}	0.025
	SEM	0.013	0.022	
Total 16PAH	PFR	7.66 ^{Ba}	6.38 ^{Bb}	0.275
	PFR-OC	8.17 ^{Aa}	7.46 ^{Ab}	0.095
	SEM	0.106	0.271	
4PAH	PFR	0.56 ^{Ba}	ND ^b	0.011
	PFR-OC	0.67 ^{Aa}	ND ^b	0.007
	SEM	0.014	-	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + chrysene + benzo[b]fluoranthene + benzo[a]pyrene

저장 0주차에 고추장 처리에 따른 떡갈비 내 PAHs 함량은 Table 245에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 6.38~8.17 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 가열조건에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 떡갈비 내에 benzo[b]fluoranthene이 0.56 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 검출되었으나 고추장떡갈비에서는 검출되지 않아 효과적으로 4PAH 함량을 감소시켰다($p < 0.05$). 결과적으로 Total 16PAH와 4PAH에 대해 조리된 고추장떡갈비가 각각 16.71%와 100% 저해율을 나타내었으며, 과조리된 고추장떡갈비의 경우 각각 8.69%와 100%의 저해율을 나타내었다. 이와 같은 고추장의 PAHs 생성 저해효과는 과조리 시 감소하는 것으로 나타났다.

Table 246. The PAHs contents in Tteokgalbi (2 weeks)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Gochujang	
Naphthalene	PFR	0.77 ^{Ba}	0.80 ^{Ba}	0.014
	PFR-OC	1.38 ^{Aa}	1.30 ^{Ab}	0.015
	SEM	0.016	0.012	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Pyrene	PFR	2.35 ^{Ba}	1.47 ^{Bb}	0.037
	PFR-OC	3.61 ^{Aa}	1.89 ^{Ab}	0.077
	SEM	0.078	0.034	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.19 ^{Ba}	0.14 ^{Bb}	0.005
	PFR-OC	0.49 ^{Aa}	0.25 ^{Ab}	0.013
	SEM	0.009	0.010	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	ND ^{Ba}	ND ^{Ba}	-
	PFR-OC	0.05 ^{Ab}	0.13 ^{Aa}	0.006
	SEM	0.002	0.005	
Total 16PAH	PFR	3.30 ^{Ba}	2.42 ^{Bb}	0.031
	PFR-OC	5.52 ^{Aa}	3.56 ^{Ab}	0.077
	SEM	0.076	0.032	
4PAH	PFR	0.19 ^{Ba}	0.14 ^{Bb}	0.005
	PFR-OC	0.49 ^{Aa}	0.25 ^{Ab}	0.013
	SEM	0.009	0.010	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

4PAH : Benzo[a]anthracene + chrysene + benzo[b]fluoranthene + benzo[a]pyrene

저장 2주차에 고추장 처리에 따른 떡갈비 내 PAHs 함량은 Table 246에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[ghi]perylene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 2.42~5.52 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 가열조건에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 고추장떡갈비는 팬프라이 조리 시 떡갈비보다 낮은 pyrene, benzo[b]fluoranthene 함량을 나타내었으며, 과조리 시 떡갈비보다 낮은 naphthalene, pyrene, benzo[b]fluoranthene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 결과적으로 Total 16PAH와 4PAH에

대해 조리된 고추장떡갈비가 각각 26.67%와 26.32% 저해율을 나타내었으며, 과조리된 고추장떡갈비의 경우 각각 35.51%와 48.98%의 저해율을 나타내었다. 이와 같은 고추장의 PAHs 생성 저해효과는 과조리 시 증가하는 것으로 나타났다.

(20) 냉장 저장(9°C) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 HCAs 함량 변화

Table 247. The HCAs contents in Tteokgalbi (0 week)

HCA (ng/g)	CON			Gochujang		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	2.02±0.65
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	3.45±0.65	5.79±1.42	ND	3.16±0.25	3.70±0.32
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	3.45	5.79	0	3.16	5.72

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 떡갈비/고추장떡갈비 내 HCAs 함량은 Table 247에 나타내었다. 떡갈비 PFR에서 7,8-DiMeIQx가 3.45 ng/g, 고추장떡갈비 PFR에서 7,8-DiMeIQx가 3.16 ng/g 검출되었으며, 고추장 적용에 의하여 8.41% 감소하였다. 또한, 떡갈비 PFR-OC에서 7,8-DiMeIQx 5.79 ng/g, 고추장떡갈비 PFR-OC에서 7,8-DiMeIQx 3.70 ng/g, IQx 2.02 ng/g 검출되었으며, 고추장 적용에 의하여 1.21% 감소하였다. 가열조건이 세질수록 HCAs 함량이 증가하였다.

Table 248. The HCAs contents in Tteokgalbi (2 weeks)

HCA (ng/g)	CON			Gochujang		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	8.06±7.11	ND	ND	9.69±8.71
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	29.31±35.59	29.94±10.31	ND	46.25±41.45	62.47±63.39
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	29.31	38.00	0	46.25	72.16

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 떡갈비/고추장떡갈비 내 HCAs 함량은 Table 248에 나타내었다. 떡갈비 PFR에서 MeIQ 29.31 ng/g, 고추장떡갈비 PFR에서 MeIQ 46.25 ng/g 검출되었으며, 고추장 적용에 의하여 16.82% 증가하였다. 또한, 떡갈비 PFR-OC에서 IQx 8.06 ng/g, MeIQ 29.94 ng/g, 고추장 떡갈비 PFR-OC에서 MeIQ 62.47 ng/g, IQx 9.69 ng/g 검출되었으며, 고추장 적용에 의하여 52.07% 증가하였다.

(21) 냉동 저장(-18°C) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 품질 변화

Table 249. Change of pH, VBN and TBARS in Tteokgalbi during forzen storage

Traits	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
pH	CON	6.22 ^{Bb}	6.40 ^{Aa}	6.38 ^{Aa}	0.006
	Gochujang	6.27 ^{Aa}	6.28 ^{Ba}	6.25 ^{Bb}	0.004
	SEM	0.005	0.005	0.007	
VBN (mg/100g)	CON	9.73 ^{Bc}	11.33 ^{Ba}	10.55 ^{Bb}	0.161
	Gochujang	13.44 ^{Ab}	15.55 ^{Aa}	14.74 ^{Aa}	0.207
	SEM	0.215	0.212	0.109	
TBARS (mg MDA/kg)	CON	0.34 ^{Ab}	1.79 ^{Ba}	1.90 ^{Ba}	0.039
	Gochujang	0.37 ^{Ab}	2.13 ^{Aa}	2.22 ^{Aa}	0.037
	SEM	0.008	0.046	0.046	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉동 저장(-18°C) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 pH 및 VBN, TBARS 변화는 Table 249에 나타내었다. 저장 0개월차에서 고추장떡갈비가 떡갈비보다 pH가 유의적으로 높았다. 저장기간이 증가함에 따라 떡갈비의 pH는 증가하였지만, 고추장떡갈비의 pH는 감소하는 경향을 나타내었다 ($p < 0.05$). 저장 3개월차부터 고추장떡갈비가 떡갈비보다 낮은 pH를 나타내었다($p < 0.05$).

단백질변패도를 나타내는 VBN 함량은 저장 0개월차에 대조구와 고추장떡갈비 각각 9.73과 13.44mg/100g으로 고추장떡갈비가 유의적으로 높은 함량을 나타냈다. 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구는 저장 0개월차 보다 저장 6개월차에 VBN 함량이 증가하는 경향을 나타내었다 ($p < 0.05$). 저장기간 동안 떡갈비에 고추장의 처리는 VBN 함량을 유의적으로 증가시켰다.

지질산패도를 나타내는 TBARS의 경우 저장 0개월차에 처리구에 따른 유의적인 차이는 없으며 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구의 TBARS 함량이 유의적으로 증가하였다. 저장 3개월차부터 처리구에 따른 차이는 나타났으나 고추장떡갈비의 TBARS 함량이 떡갈비보다 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$).

Table 250. Change of microorganisms in Tteokgalbi during frozen storage

Microorganisms (Log CFU/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
Total aerobic bacteria	CON	4.60 ^{Ab}	4.84 ^{Aab}	4.91 ^{Aa}	0.060
	Gochujang	4.51 ^{Ab}	4.90 ^{Aa}	4.68 ^{Bab}	0.061
	SEM	0.062	0.080	0.028	
Lactic acid bacteria	CON	4.14 ^{Bb}	4.44 ^{Aa}	4.40 ^{Aa}	0.041
	Gochujang	4.46 ^{Aa}	4.32 ^{Ab}	4.21 ^{Bb}	0.032
	SEM	0.044	0.033	0.032	
Enterobacteriaceae	CON	3.98 ^{Bb}	4.54 ^{Aa}	4.59 ^{Aa}	0.029
	Gochujang	4.11 ^{Aa}	4.17 ^{Ba}	4.28 ^{Ba}	0.042
	SEM	0.025	0.071	0.033	
<i>Pseudomonads</i> spp.	CON	2.40 ^{Ac}	3.13 ^{Ab}	3.34 ^{Aa}	0.025
	Gochujang	2.33 ^{Bc}	2.80 ^{Bb}	3.36 ^{Aa}	0.032
	SEM	0.016	0.035	0.032	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

냉동 저장(-18℃) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 미생물(Total aerobic bacteria, lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, *Pseudomonads* spp.) 변화는 Table 250에 나타내었다. 떡갈비 및 고추장떡갈비의 초기 total aerobic bacteria는 각각 4.60, 4.51Log CFU/g으로 저장 기간이 증가함에 따라 떡갈비는 유의적으로 증가하였으나 고추장떡갈비는 저장 기간에 따른 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). 저장기간이 증가함에 따라 떡갈비의 Enterobacteriaceae 수는 증가하는 경향을 나타냈지만($p < 0.05$), 고추장떡갈비는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 고추장 처리에 따른 Enterobacteriaceae의 감소 효과는 저장 3개월차부터 나타났다. *Pseudomonads* spp.의 경우 저장 기간에 따라 유의적으로 증가하여 저장 3개월차까지 고추장 처리에 의한 감소를 나타내며 부패성균의 증식을 억제하였으나 저장 6개월차에 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$).

(22) 냉동 저장(-18℃) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 BAs 함량 변화

Table 251. Change of BAs in Tteokgalbi during frozen storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	CON	5.32 ^{Aa}	2.84 ^{Bb}	2.07 ^{Bc}	0.159
	Gochujang	5.73 ^{Aa}	3.86 ^{Ab}	3.11 ^{Ac}	0.094
	SEM	0.198	0.067	0.087	
CAD	CON	10.57 ^{Aa}	3.84 ^{Ab}	2.51 ^{Ac}	0.189
	Gochujang	8.89 ^{Aa}	3.84 ^{Ab}	2.45 ^{Ab}	0.516
	SEM	0.644	0.111	0.161	
HIM	CON	0.50 ^{Aa}	0.42 ^{Aa}	ND ^b	0.031
	Gochujang	0.40 ^{Aa}	ND ^{Bb}	ND ^b	0.005
	SEM	0.035	0.017	-	
TYM	CON	6.83 ^{Bb}	10.07 ^{Ba}	9.58 ^{Ba}	0.366
	Gochujang	10.32 ^{Ab}	12.96 ^{Aa}	13.02 ^{Aa}	0.458
	SEM	0.663	0.197	0.193	
SPD	CON	6.38 ^{Bb}	10.74 ^{Aa}	9.59 ^{Aa}	0.360
	Gochujang	8.69 ^{Aa}	9.48 ^{Ba}	8.52 ^{Ba}	0.425
	SEM	0.582	0.301	0.192	
Total BAs	CON	29.60 ^{Ba}	27.92 ^{Ba}	23.74 ^{Bb}	0.691
	Gochujang	34.03 ^{Aa}	30.15 ^{Ab}	27.10 ^{Ac}	0.394
	SEM	0.689	0.398	0.563	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장(-18℃) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 내 BAs 함량 변화는 Table 251에 나타내었다. 저장 0개월차에 PUT, CAD, HIM 함량은 고추장 처리로 인한 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, TYM, SPD, Total BAs 함량은 고추장 처리로 인해 유의적으로 증가하였다. 저장기간이 증가함에 따라 대조구와 고추장떡갈비 내 PUT, CAD, HIM, Total BAs 함량은 감소하는 경향을 나타냈지만, TYM 함량은 증가하는 경향을 나타냈다($p < 0.05$). SPD의 경우 저장기간이 증가함에 따라 대조구에서는 유의적으로 증가하였지만, 고추장떡갈비에서는 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 저장 3개월차에 고추장떡갈비의 PUT, TYM, Total BAs 함량은 대조구보다 유의적으로 증가하였지만, HIM 과 SPD 함량은 유의적으로 감소하였다. 저장 6개월차에 고추장떡갈비의 PUT, TYM, Total BAs 함량은 대조구 보다 유의적으로 증가하였지만, SPD 함량은 유의적으로 감소하였다. 저장기간 중 대조구와 고추장떡갈비 내 CAD 함량은 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 결과적으로 고추장의 처리는 저장 3개월차부터 PUT, TYM, Total BAs 함량을 유의적으로 증가시키며 BAs에 대한 억제 효과를 나타내지 않았다.

Table 252. Change of BAs in pan-fried Tteokgalbi during frozen storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	CON	6.48 ^{Aa}	2.63 ^{Bb}	2.23 ^{Bb}	0.203
	Gochujang	7.36 ^{Aa}	3.67 ^{Ab}	3.53 ^{Ab}	0.112
	SEM	0.262	0.107	0.028	
CAD	CON	13.84 ^{Ba}	4.10 ^{Ab}	3.25 ^{Ab}	0.484
	Gochujang	20.13 ^{Aa}	5.51 ^{Ab}	3.01 ^{Ab}	0.838
	SEM	1.121	0.359	0.137	
HIM	CON	0.80 ^{Aa}	0.45 ^{Ab}	ND ^c	0.031
	Gochujang	0.53 ^{Ba}	ND ^{Bb}	ND ^b	0.033
	SEM	0.053	0.018	-	
TYM	CON	6.73 ^{Bb}	10.56 ^{Ba}	10.42 ^{Ba}	0.183
	Gochujang	12.62 ^{Ab}	13.62 ^{Aa}	13.55 ^{Aa}	0.159
	SEM	0.185	0.197	0.124	
SPD	CON	6.84 ^{Bc}	9.04 ^{Ab}	9.93 ^{Aa}	0.060
	Gochujang	7.59 ^{Ab}	8.56 ^{Ba}	9.12 ^{Ba}	0.143
	SEM	0.179	0.038	0.053	
Total BAs	CON	34.69 ^{Ba}	26.78 ^{Bb}	25.83 ^{Bb}	0.613
	Gochujang	48.22 ^{Aa}	31.35 ^{Ab}	29.22 ^{Ab}	0.823
	SEM	1.082	0.581	0.267	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 팬프라이닝 조리된 떡갈비 및 고추장떡갈비 내 BAs 함량 변화는 Table 252에 나타내었다. 저장 0개월차에 CAD, TYM, SPD, Total BAs 함량은 고추장 처리로 인해 유의적으로 증가하였지만, HIM 함량은 유의적으로 감소하였다. 저장 0개월차에 대조구와 고추장떡갈비의 PUT 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 저장기간이 증가함에 따라 대조구와 고추장떡갈비 내 PUT, CAD, HIM, Total BAs 함량은 감소하는 경향을 나타냈지만, TYM과 SPD 함량은 증가하는 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 저장 3개월차에 고추장떡갈비의 PUT, TYM, Total BAs 함량은 대조구 보다 유의적으로 증가하였지만, HIM과 SPD 함량은 유의적으로 감소하였다. 저장 6개월차에 고추장떡갈비의 PUT, TYM, Total BAs 함량은 유의적으로 증가하였지만, SPD 함량은 유의적으로 감소하였다. 저장 3, 6개월에 고추장떡갈비 내 CAD 함량은 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 결과적으로 고추장의 처리는 저장 3개월차부터 팬프라이닝 조리 시 PUT, TYM, Total BAs 함량을 유의적으로 증가시키며 BAs의 함량을 증가시키는 것으로 판단된다.

Table 253. Change of BAs in pan-fried (over-cooking) Tteokgalbi during frozen storage

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	CON	6.23 ^{Aa}	2.22 ^{Bb}	2.22 ^{Bb}	0.105
	Gochujang	7.37 ^{Aa}	3.63 ^{Ab}	3.12 ^{Ab}	0.271
	SEM	0.347	0.078	0.026	
CAD	CON	12.95 ^{Ba}	3.59 ^{Bb}	3.36 ^{Ab}	0.437
	Gochujang	19.99 ^{Aa}	4.57 ^{Ab}	3.05 ^{Ab}	1.125
	SEM	1.473	0.074	0.105	
HIM	CON	0.78 ^{Aa}	0.20 ^{Ab}	ND ^c	0.034
	Gochujang	0.50 ^{Aa}	ND ^{Bb}	ND ^b	0.056
	SEM	0.080	0.007	-	
TYM	CON	6.07 ^{Bc}	9.21 ^{Bb}	11.12 ^{Ba}	0.232
	Gochujang	12.40 ^{Aa}	13.33 ^{Aa}	13.29 ^{Aa}	0.442
	SEM	0.580	0.120	0.153	
SPD	CON	6.42 ^{Ac}	8.01 ^{Ab}	9.40 ^{Aa}	0.183
	Gochujang	7.61 ^{Aa}	8.54 ^{Aa}	8.48 ^{Ba}	0.246
	SEM	0.343	0.137	0.067	
Total BAs	CON	32.45 ^{Ba}	23.22 ^{Bc}	26.11 ^{Bb}	0.330
	Gochujang	47.87 ^{Aa}	30.07 ^{Ab}	27.95 ^{Ab}	0.863
	SEM	1.026	0.369	0.306	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 팬프라이링 과조리된 떡갈비 및 고추장떡갈비 내 BAs 함량 변화는 Table 253에 나타내었다. 저장 0개월차에 CAD, TYM, Total BAs 함량은 고추장 처리로 인해 유의적으로 증가하였지만, PUT, HIM, SPD 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 저장 기간이 증가함에 따라 대조구와 고추장떡갈비 내 PUT, CAD, HIM, Total BAs 함량은 감소하는 경향을 나타냈다 ($p < 0.05$). TYM과 SPD 함량의 경우 저장기간이 증가함에 따라 대조구는 유의적으로 증가하였지만, 고추장떡갈비는 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 저장 3개월차에 고추장떡갈비의 PUT, CAD, TYM, Total BAs 함량은 대조구 보다 유의적으로 증가하였지만, HIM 함량은 유의적으로 감소하였다. 저장 6개월차에 고추장떡갈비의 PUT, TYM, Total BAs 함량은 대조구보다 유의적으로 증가하였지만, SPD 함량은 유의적으로 감소하였다. 결과적으로 고추장의 처리는 저장 3개월차부터 팬프라이링 과조리시 PUT, TYM, Total BAs 함량을 유의적으로 증가시켰다.

Table 254. Effect of doneness and storage time on BAs in Tteokgalbi

BAs(μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	RAW	5.32 ^{Ba}	2.84 ^{Ab}	2.07 ^{Ac}	0.159
	PFR	6.48 ^{Aa}	2.63 ^{Ab}	2.23 ^{Ab}	0.203
	PFR-OC	6.23 ^{ABa}	2.22 ^{Bb}	2.22 ^{Ab}	0.105
	SEM	0.259	0.086	0.058	
CAD	RAW	10.57 ^{Ba}	3.84 ^{Ab}	2.51 ^{Bc}	0.189
	PFR	13.84 ^{Aa}	4.10 ^{Ab}	3.25 ^{Ab}	0.484
	PFR-OC	12.95 ^{ABa}	3.59 ^{Ab}	3.36 ^{Ab}	0.437
	SEM	0.641	0.152	0.162	
HIM	RAW	0.50 ^{Ba}	0.42 ^{Aa}	ND ^b	0.031
	PFR	0.80 ^{Aa}	0.45 ^{Ab}	ND ^c	0.031
	PFR-OC	0.78 ^{Aa}	0.20 ^{Bb}	ND ^c	0.034
	SEM	0.051	0.021	-	
TYM	RAW	6.83 ^{Ab}	10.07 ^{Aa}	9.58 ^{Ba}	0.366
	PFR	6.73 ^{Ab}	10.56 ^{Aa}	10.42 ^{Aa}	0.183
	PFR-OC	6.07 ^{Ac}	9.21 ^{Bb}	11.12 ^{Aa}	0.232
	SEM	0.403	0.172	0.170	
SPD	RAW	6.38 ^{Ab}	10.74 ^{Aa}	9.59 ^{Aa}	0.360
	PFR	6.84 ^{Ac}	9.04 ^{Bb}	9.93 ^{Aa}	0.060
	PFR-OC	6.42 ^{Ac}	8.01 ^{Cb}	9.40 ^{Aa}	0.183
	SEM	0.311	0.223	0.142	
Total BAs	RAW	29.60 ^{Ba}	27.92 ^{Aa}	23.74 ^{Bb}	0.691
	PFR	34.69 ^{Aa}	26.78 ^{Ab}	25.83 ^{ABb}	0.613
	PFR-OC	32.45 ^{ABa}	23.22 ^{Bc}	26.11 ^{Ab}	0.330
	SEM	0.740	0.409	0.498	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

냉동 저장(-18℃) 중 떡갈비 내 가열조건에 따른 바이오제닉아민 함량의 변화는 Table 254에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생떡갈비(RAW) 내 PUT, CAD, HIM 함량은 감소하였으며, TYM과 SPD 함량은 증가하였다($p < 0.05$). 총 BAs 합은 23.22~34.69 μ g/g 수준으로 검출되었으며, 저장 15일차에 저장 0일차보다 감소하였다($p < 0.05$). 가열 조건에 따라 팬프라이닝(PFR)과 팬프라이닝과조리(PFR-OC)는 저장기간 중 떡갈비 내 바이오제닉아민 함량을 증가 또는 감소시키며 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 255. Effect of doneness and storage time on BAs in Tteokgalbi with Gochujang

BAs (μ g/g)	Treatment	Storage (months)			SEM
		0	3	6	
PUT	RAW	5.73 ^{Ba}	3.86 ^{Ab}	3.11 ^{Bc}	0.094
	PFR	7.36 ^{Aa}	3.67 ^{Ab}	3.53 ^{Ab}	0.112
	PFR-OC	7.37 ^{Aa}	3.63 ^{Ab}	3.12 ^{Bb}	0.271
	SEM	0.292	0.085	0.052	
CAD	RAW	8.89 ^{Ba}	3.84 ^{Bb}	2.45 ^{Bb}	0.516
	PFR	20.13 ^{Aa}	5.51 ^{Ab}	3.01 ^{Ab}	0.838
	PFR-OC	19.99 ^{Aa}	4.57 ^{ABb}	3.05 ^{Ab}	1.125
	SEM	1.466	0.273	0.103	
HIM	RAW	0.40 ^{Aa}	ND ^b	ND ^b	0.005
	PFR	0.53 ^{Aa}	ND ^b	ND ^b	0.033
	PFR-OC	0.50 ^{Aa}	ND ^b	ND ^b	0.056
	SEM	0.065	-	-	
TYM	RAW	10.32 ^{Ab}	12.96 ^{Aa}	13.02 ^{Aa}	0.458
	PFR	12.62 ^{Ab}	13.62 ^{Aa}	13.55 ^{Aa}	0.159
	PFR-OC	12.40 ^{Aa}	13.33 ^{Aa}	13.29 ^{Aa}	0.442
	SEM	0.614	0.178	0.147	
SPD	RAW	8.69 ^{Aa}	9.48 ^{Aa}	8.52 ^{Ba}	0.425
	PFR	7.59 ^{Ab}	8.56 ^{Ba}	9.12 ^{Aa}	0.143
	PFR-OC	7.61 ^{Aa}	8.54 ^{Ba}	8.48 ^{Ba}	0.246
	SEM	0.478	0.155	0.096	
Total BAs	RAW	34.03 ^{Ba}	30.15 ^{Ab}	27.10 ^{Bc}	0.394
	PFR	48.22 ^{Aa}	31.35 ^{Ab}	29.22 ^{Ab}	0.823
	PFR-OC	47.87 ^{Aa}	30.07 ^{Ab}	27.95 ^{Bb}	0.863
	SEM	1.118	0.054	0.270	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

BAs, biogenic amines; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; HIM, histamine; TYM, tyramine; SPD, spermidine. RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking, ND, not detected.

냉동 저장(-18°C) 중 고추장떡갈비 내 가열조건에 따른 바이오제닉아민 함량의 변화는 Table 255에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 생고추장떡갈비(RAW) 내 PUT, CAD, HIM 함량은 감소, TYM 함량은 증가하였다($p < 0.05$). 총 BAs 함은 27.10~48.22 μ g/g 수준으로 검출되었으며, 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하였다($p < 0.05$). 가열 조건에 따라 팬프라이(PFR)과 팬프라이과조리(PFR-OC)는 저장기간 중 떡갈비 내 바이오제닉아민 함량을 증가 또는 감소시키며 일정한 경향을 보이지 않았다.

(23) 냉동 저장(-18℃) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 PAHs 함량 변화

Table 256. The PAHs contents in Tteokgalbi (0 month)

PAHs (μ g/kg)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Gochujang	
Naphthalene	PFR	4.07 ^{Ab}	6.15 ^{Aa}	0.423
	PFR-OC	5.19 ^{Aa}	6.38 ^{Aa}	0.462
	SEM	0.429	0.456	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	9.47 ^{Ba}	8.16 ^{Ba}	0.338
	PFR-OC	10.92 ^{Aa}	11.71 ^{Aa}	0.225
	SEM	0.326	0.242	
Pyrene	PFR	19.66 ^{Ba}	13.10 ^{Bb}	0.095
	PFR-OC	22.19 ^{Aa}	15.25 ^{Ab}	0.631
	SEM	0.572	0.284	
Benzo[a]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

Total 16PAH	PFR	33.21 ^{Ba}	27.41 ^{Bb}	0.329
	PFR-OC	38.29 ^{Aa}	33.34 ^{Ab}	0.421
	SEM	0.444	0.297	
4PAH	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

ND, not detected.

저장 0개월차에 가열조건에 따른 떡갈비 및 고추장떡갈비 내 PAHs 함량은 Table 256에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 27.41~38.29 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 조리방법에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 고추장떡갈비는 naphthalene 함량은 증가시켰지만 pyrene 함량은 감소시켰다($p < 0.05$). 팬프라이닝 과조리 시 고추장떡갈비가 떡갈비보다 유의적으로 낮은 pyrene 함량을 나타내었다. 결과적으로 total 16PAH에 대해 조리 및 과조리 시 각각 17.46%, 12.93% 저해율을 나타내었다.

Table 257. The PAHs contents in Tteokgalbi (3 months)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Gochujang	
Naphthalene	PFR	3.79 ^{Aa}	3.18 ^{Bb}	0.026
	PFR-OC	3.90 ^{Ab}	4.69 ^{Aa}	0.101
	SEM	0.090	0.053	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	7.40 ^{Ab}	8.24 ^{Ba}	0.090
	PFR-OC	7.64 ^{Ab}	9.77 ^{Aa}	0.163
	SEM	0.169	0.079	

Pyrene	PFR	13.85 ^{Bb}	18.67 ^{Ba}	0.315
	PFR-OC	19.59 ^{Ab}	21.76 ^{Aa}	0.357
	SEM	0.441	0.178	
Benzo[a]anthracene	PFR	0.97 ^{Bb}	1.26 ^{Ba}	0.005
	PFR-OC	1.06 ^{Ab}	1.72 ^{Aa}	0.018
	SEM	0.017	0.008	
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.80 ^{Aa}	0.77 ^{Ba}	0.022
	PFR-OC	0.87 ^{Ab}	1.35 ^{Aa}	0.086
	SEM	0.027	0.085	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[a]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Total 16PAH	PFR	26.80 ^{Bb}	32.12 ^{Ba}	0.370
	PFR-OC	33.07 ^{Ab}	39.29 ^{Aa}	0.308
	SEM	0.426	0.223	
4PAH	PFR	1.77 ^{Bb}	2.03 ^{Ba}	0.024
	PFR-OC	1.93 ^{Ab}	3.07 ^{Aa}	0.093
	SEM	0.033	0.090	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

ND, not detected.

저장 3개월차에 가열조건에 따른 떡갈비 및 고추장떡갈비 내 PAHs 함량은 Table 257에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 26.80~39.29 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 조리방법에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 조리 시 고추장떡갈비는 떡갈비 보다 높은 naphthalene 함량을, 낮은 fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이닝 과조리 시 고추장떡갈비가

naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene 함량을 유의적으로 증가시켰다. 결과적으로 고추장떡갈비는 팬프라이닝 조리 시 발생하는 PAHs 함량을 증가시킨 것으로 판단되었다.

Table 258. The PAHs contents in Tteokgalbi (6 months)

PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Doneness	Treatment		SEM
		CON	Gochujang	
Naphthalene	PFR	1.39 ^{Aa}	0.71 ^{Bb}	0.084
	PFR-OC	1.30 ^{Aa}	1.43 ^{Aa}	0.124
	SEM	0.127	0.081	
Acenaphthylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Acenaphthene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluorene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Phenanthrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Fluoranthene	PFR	6.76 ^{Ba}	6.37 ^{Ba}	0.218
	PFR-OC	9.79 ^{Aa}	8.31 ^{Ab}	0.257
	SEM	0.291	0.169	
Pyrene	PFR	8.00 ^{Ba}	8.52 ^{Ba}	0.218
	PFR-OC	11.89 ^{Aa}	9.78 ^{Ab}	0.331
	SEM	0.386	0.091	
Benzo[a]anthracene	PFR	0.61 ^{Ba}	0.54 ^{Ba}	0.040
	PFR-OC	0.79 ^{Aa}	0.82 ^{Aa}	0.047
	SEM	0.041	0.046	
Chrysene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranthene	PFR	0.52 ^{Aa}	0.32 ^{Aa}	0.044
	PFR-OC	0.47 ^{Aa}	0.46 ^{Aa}	0.047
	SEM	0.046	0.046	
Benzo[k]fluoranthene	PFR	1.86 ^{Aa}	1.42 ^{Bb}	0.107
	PFR-OC	1.63 ^{Ab}	2.32 ^{Aa}	0.134
	SEM	0.160	0.062	

Benzo[a]pyrene	PFR	2.26 ^{Aa}	1.87 ^{Ab}	0.069
	PFR-OC	2.11 ^{Aa}	2.12 ^{Aa}	0.067
	SEM	0.068	0.069	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Dibenzo[a,h]anthracene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Benzo[ghi]perylene	PFR	ND	ND	-
	PFR-OC	ND	ND	-
Total 16PAH	PFR	21.40 ^{Ba}	19.74 ^{Bb}	0.413
	PFR-OC	27.97 ^{Aa}	25.26 ^{Ab}	0.641
	SEM	0.688	0.367	
4PAH	PFR	3.39 ^{Aa}	2.72 ^{Bb}	0.089
	PFR-OC	3.36 ^{Aa}	3.41 ^{Aa}	0.114
	SEM	0.096	0.107	

^{A-B} Means within a column with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

^{a-b} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking.

4PAH : Benzo[a]anthracene + Chrysene + Benzo[b]fluoranthene + Benzo[a]pyrene

ND, not detected.

저장 6개월차에 가열조건에 따른 떡갈비 및 고추장떡갈비 내 PAHs 함량은 Table 258에 나타내었다. 주요 16가지 PAHs 중 naphthalene, fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene이 검출되었다. 총 PAHs 합이 19.74~27.97 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며, 조리방법에 따라 PFR-OC이 PFR보다 높은 총 PAH 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 팬프라이밍 조리 시 고추장떡갈비는 떡갈비 보다 낮은 naphthalene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene 함량을 나타내었으며($p < 0.05$), total 16PAH와 4PAH에 대해 각각 7.76%와 19.76%의 저해율을 나타내었다. 팬프라이밍 과조리 시 고추장떡갈비가 fluoranthene, pyrene 함량을 유의적으로 감소시켰다. 따라서 total 16PAH에 대해 19.76%의 저해율을 나타내었으나 4PAH에 대해서는 저해 효과를 나타내지 않았다.

(24) 냉동 저장(-18℃) 중 떡갈비/고추장떡갈비의 HCAs 함량 변화

Table 259. The HCAs contents in Tteokgalbi (0 month)

HCA (ng/g)	CON			Gochujang		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	2.95	4.67	ND	3.01	6.50
MeIQ	ND	ND	ND	ND	5.08	6.60
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	7.56	18.88	ND	7.10	6.64
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	3.50	4.12
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	10.51	23.55	0	18.69	23.86

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

가열조건에 따른 떡갈비/고추장떡갈비 내 HCAs 함량은 Table 259에 나타내었다. 떡갈비 PFR에서 IQ 2.95 ng/g, 7,8-DiMeIQx 7.56 ng/g, 고추장떡갈비 PFR에서 IQ 3.01 ng/g, MeIQ 5.08 ng/g, 7,8-DiMeIQx 7.10 ng/g, 4,8-DiMeIQx 3.50 ng/g 검출되었으며, 43.77% 증가하였다. 떡갈비 PFR-OC에서 IQ 4.67 ng/g, 7,8-DiMeIQx 18.88 ng/g, 고추장떡갈비 PFR-OC에서 IQ 3.01 ng/g, MeIQ 5.08 ng/g, 7,8-DiMeIQx 7.10 ng/g, 4,8-DiMeIQx 3.50 ng/g, 고추장떡갈비 PFR-OC에서 IQ 6.50 ng/g, MeIQ 6.60 ng/g, 7,8-DiMeIQx 6.64 ng/g, 4,8-DiMeIQx 4.12 ng/g 검출되었다.

Table 260. The HCAs contents in Tteokgalbi (3 months)

HCA (ng/g)	CON			Gochujang		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	4.07	4.12	ND	2.66	8.50
MeIQ	ND	17.01	23.34	ND	17.03	17.92
MeIQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7,8-DiMeIQx	ND	14.06	22.43	ND	0.79	0.32
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	0.61	8.18
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	35.16	49.89	0	21.09	34.94

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

육제품과 천연소재 첨가 육제품을 조리 방법 별 가열했을 때 발생 가능한 HCAs 함량을 비교하였을 때 (Table 260), 떡갈비 PFR에서 IQ 4.07 ng/g, MeIQ 17.01 ng/g, 7,8-DiMeIQx 14.06 ng/g, 고추장떡갈비 PFR에서 IQ 2.66 ng/g, MeIQ 17.03 ng/g, 7,8-DiMeIQx 0.79 ng/g, 4,8-DiMeIQx 0.61 ng/g 검출되었으며, 고추장 적용에 의하여 40.02% 감소하였다. 또한, 떡갈비 PFR-OC에서 IQ 4.12 ng/g, MeIQ 23.34 ng/g, 7,8-DiMeIQx 22.43 ng/g, 고추장떡갈비 PFR-OC에서 IQ 8.50 ng/g, MeIQ 17.92 ng/g, 7,8-DiMeIQx 0.32 ng/g, 4,8-DiMeIQx 8.18 ng/g 검출되었으며, 고추장 적용에 의하여 29.97% 감소하였다.

Table 261. The HCAs contents in Tteokgalbi (6 months)

HCA (ng/g)	CON			Gochujang		
	RAW	PFR	PFR-OC	RAW	PFR	PFR-OC
IQx	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MeIQ	ND	ND	3.54	ND	ND	ND
MeIQx	ND	2.11	3.27	ND	2.75	2.63
7,8-DiMeIQx	ND	14.95	16.45	ND	ND	ND
4,8-DiMeIQx	ND	ND	ND	ND	5.68	5.56
PhIP	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total HCAs	0	17.06	23.26	0	8.43	8.19

RAW, raw; PFR, pan-frying; PFR-OC, pan-frying over-cooking; ND, not detected.

육제품과 천연소재 첨가 육제품을 조리 방법 별 가열했을 때 발생 가능한 HCAs 함량을 비교하였을 때 (Table 261), 떡갈비 PFR에서 MeIQx 2.11 ng/g, 7,8-DiMeIQx 14.95 ng/g, 고추장떡갈비 PFR에서 MeIQx 2.75 ng/g, 4,8-DiMeIQx 5.68 ng/g 검출되었으며, 고추장 적용에 의하여 50.76% 감소하였다. 또한, 떡갈비 PFR-OC에서 IQ 4.12 ng/g, MeIQ 23.34 ng/g, 7,8-DiMeIQx 22.43 ng/g, 고추장떡갈비 PFR-OC에서 MeIQx 2.63 ng/g, 4,8-DiMeIQx 5.56 ng/g 검출되었으며, 고추장 적용에 의하여 64.79% 감소하였다.

○ 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 독성 저감 효능 검증

가. 연구 방법

(1) 육제품의 저장 조건

육제품(떡갈비, 훈제 삼겹살, 돈가스)과 천연소재 및 전통식품이 적용된 육제품(고추장떡갈비, 한방 훈제 삼겹살, 블랙커런트 돈가스)을 진공 포장하여 냉장 조건인 $9\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 저장한 후 1일, 1주일 차에 조리하였다. 돈가스와 블랙커런트 돈가스는 냉동 조건인 $-18\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 1일, 3달, 6달 저장 후 조리하였다. 냉장 저장 중 육제품의 이취, 발효로 인한 가스 발생, 제품의 으스러짐 등으로 인하여 떡갈비와 고추장떡갈비 또한 냉동 조건인 $-18\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 1달, 4달 저장하였다.

(2) 육제품의 조리 조건

육제품(떡갈비, 훈제 삼겹살, 돈가스)과 천연소재 및 전통식품이 적용된 육제품(고추장떡갈비, 한방 훈제 삼겹살, 블랙커런트 돈가스)을 진공 포장하여 저장 조건에 맞게 저장 후 비가열(raw)과 팬프라이(pan fry)로 가열 조건을 설정하였고, 일반 조리(cooking)와 과조리(over cooking)로 조리 조건을 설정하였다. 팬프라이는 전기그릴 (키친아트 KAG-1455, 가로 55cm, 세로 31cm, 높이 14cm) 및 팬을 사용하였다.

(가) 떡갈비/고추장떡갈비 조리

저장 조건에 맞춰 저장된 떡갈비와 고추장떡갈비는 해동하여 1cm 두께로 성형하였으며, 190°C 전기그릴에서 cooking 조건은 앞, 뒷면 각각 3, 3분 조리하였고, over cooking 조건은 앞, 뒷면 각각 6, 6분 조리하였다.

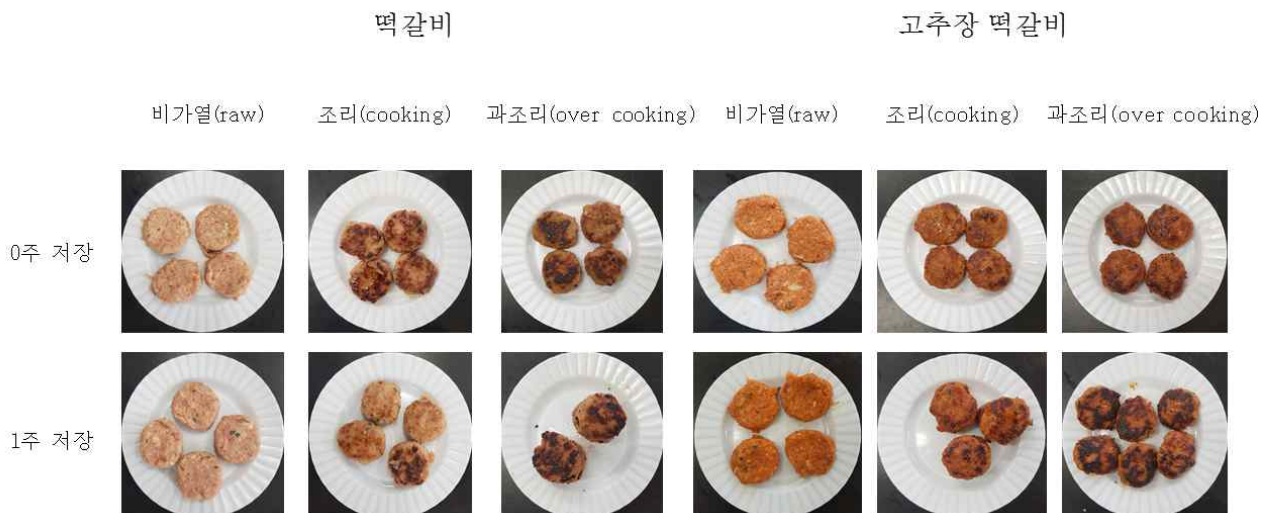


Figure 200. Representative image of tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking methods and storage period.



Figure 201. Representative image of tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking methods and freeze storage period.

(나) 훈제삼겹살/한방훈제삼겹살의 조리

저장 조건에 맞춰 저장된 훈제삼겹살과 한방 훈제삼겹살은 해동하여 1cm 두께로 잘랐으며, 190℃ 전기그릴에서 cooking 조건은 앞, 뒷면 각각 3, 3분 조리하였고, over cooking 조건은 앞, 뒷면 각각 6, 6분 조리하였다.

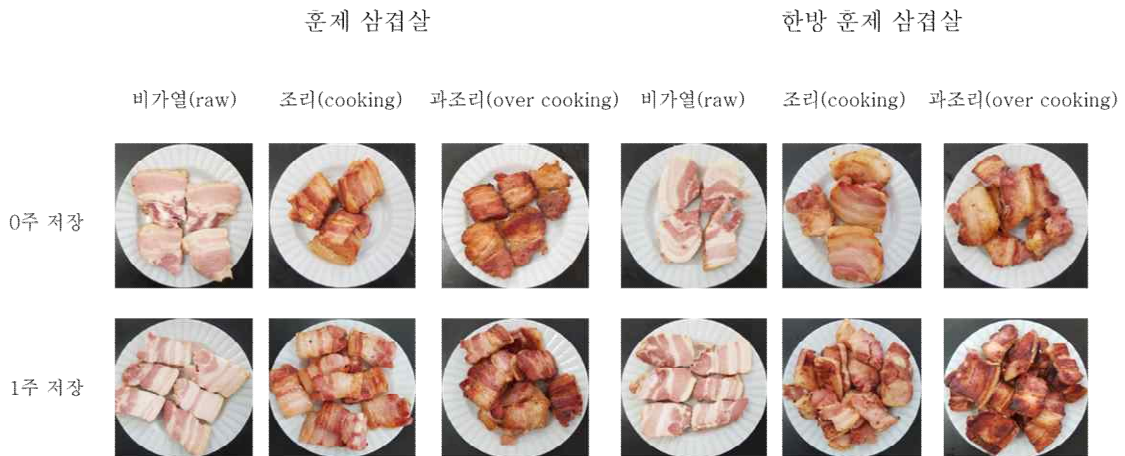


Figure 202. Representative image of smoked pork belly and smoked pork belly with medicinal plants by cooking methods.

(다) 돈가스/블랙커런트돈가스의 조리

저장 조건에 맞춰 저장된 돈가스와 블랙커런트 돈가스는 팬에 돈가스가 잠길 정도(약 150mL)의 포도씨유를 넣어 180℃ 되었을 때 cooking 조건은 앞, 뒷면 각각 3, 3분 조리하였고, over cooking 조건은 앞, 뒷면 각각 6, 6분 조리하였다.



Figure 203. Representative image of pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking methods.



Figure 204. Representative image of pork cutlet and pork cutlet with black currant by cooking methods and freeze storage period

(3) 동물실험

(가) 실험 설계

실험에 사용된 동물은 ICR mice (12주령, 암컷)로, 한 그룹 당 네 마리의 쥐에게 일반사료 또는 조리한 육제품을 혼합하여 급여하였다. (주)오리엔트바이오에서 8주령 ICR mice를 구입하여 한 달 간 순화 후 21일 동안 독성 검사를 진행하였고, 그룹 내 개체는 쥐의 꼬리에 유성펜을 이용해 색깔 (검정, 빨강, 파랑)과 줄의 개수 (한 줄, 두 줄)로 색칠하여 식별하였다. 실험 기간 동안 3일에 한 번씩 사료와 물을 급여하며 식이섭취량과 음수량, 쥐의 체중을 측정하였다. 육제품은 급여량의 10%를 대체하여 일반사료와 혼합하였다. 실험 종료 후 12시간 절식하여 희생하였고, 혈장 및 혈청을 이용하여 독성 검사를 진행하였다.

Table 262. Feed information of each group

Group	Treatment		
	Storage period	Product	Cooking method
CON (CTL)		General feed	
Group 1 (G1)			Raw
Group 2 (G2)		Product	Cooking
Group 3 (G3)	0 week or freeze 0 month		Over cooking
Group 4 (G4)			Raw
Group 5 (G5)		Product with natural substances	Cooking
Group 6 (G6)			Over cooking
Group 7 (G7)			Raw
Group 8 (G8)		Product	Cooking
Group 9 (G9)	1 week or freeze 3 months		Over cooking
Group 10 (G10)			Raw
Group 11 (G11)		Product with natural substances	Cooking
Group 12 (G12)			Over cooking

각각의 육제품을 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 1~7일 저장 또는 $-18\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 최대 4달 저장함에 따라 동물실험을 진행하였고, 천연소재 및 전통식품과 조리 조건에 따른 단기 독성 검사를 진행하였다. 조리된 육제품은 일반 사료와 함께 급여할 수 있도록 믹서로 간 후 고르게 섞어주었다.

(나) 통계분석

모든 실험 결과는 평균치±표준편차로 표시하였고, 자료의 통계 처리는 IBM SPSS statistics 26를 이용하여 일원 배치 분산 분석으로 진행하였다. Tukey의 다중 범위 검정을 이용하여 $p<0.05$ 의 유의수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 평가하였다.

나. 연구결과

(1) 냉장(9±1℃)조건에서 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비

(가) 체중 비교

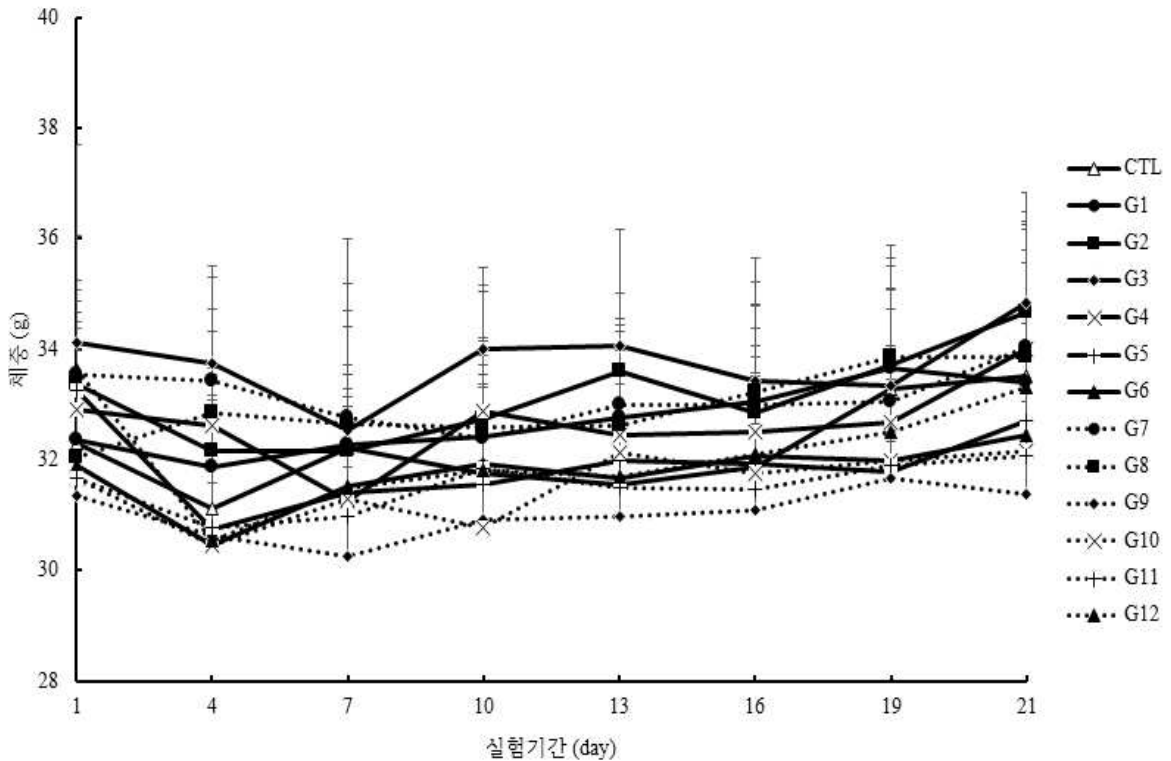


Figure 205. Change of body weight of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage period at 9°C (CTL: general feed, G1: raw tteokgalbi storage 0 week, G2: pan fry cooking tteokgalbi storage 0 week, G3: pan fry over cooking tteokgalbi storage 0 week, G4: raw tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G5: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G6: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G7: raw tteokgalbi storage 1 week, G8: pan fry cooking tteokgalbi storage 1 week, G9: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G10: raw tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G11: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G12: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week).

9°C에서 1일 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹별 체중 변화는 Figure 205에 나타내었다. 모든 처리구가 실험이 종료됨에 따라 체중이 증가하였다. 저장기간에 따라서 0주 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비의 처리구가 높은 증체량을 보였고, 고추장 적용에 따라서는 떡갈비 대비 낮은 증체량을 보였다.

(나) 식이 섭취량 비교

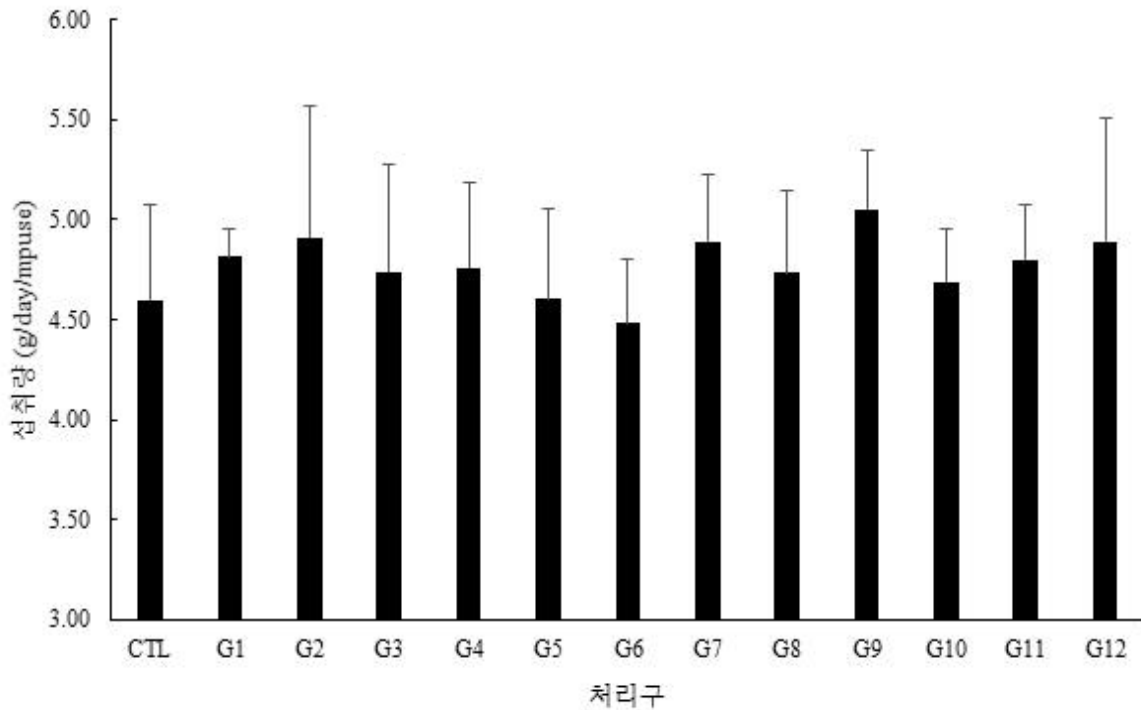


Figure 206. Feed intake of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage period at 9°C (CTL: general feed, G1: raw tteokgalbi storage 0 week, G2: pan fry cooking tteokgalbi storage 0 week, G3: pan fry over cooking tteokgalbi storage 0 week, G4: raw tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G5: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G6: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G7: raw tteokgalbi storage 1 week, G8: pan fry cooking tteokgalbi storage 1 week, G9: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G10: raw tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G11: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G12: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week).

9°C에서 0-1주 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 일일 섭취량 변화는 Figure 206에 나타내었다. 0주 저장한 팬프라이ng 과조리 고추장떡갈비의 섭취량이 가장 적었고, 1주 저장한 팬프라이ng 과조리 떡갈비의 섭취량이 가장 많았다. 섭취량이 가장 많았음에도 불구하고 증체량이 낮은 것으로 보아 떡갈비의 저장기간이 길고, 과조리 시 다른 처리구 대비 효율이 좋지 않음을 확인하였다.

(다) 장기 및 장의 해부학적 분석

Table 263. Weight and length of main organs of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 0 week at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Liver	g	2.43±0.33	2.27±0.15	2.26±0.04	2.72±0.19	2.43±0.24	2.12±0.33	2.18±0.09
Stomach	g	1.23±0.96	0.67±0.13	0.94±0.24	1.08±0.13	0.72±0.13	0.82±0.18	0.83±0.10
Spleen	g	0.22±0.02	0.21±0.03	0.24±0.04	0.24±0.03	0.20±0.01	0.16±0.01	0.25±0.03
Kidney	g	0.78±0.07	0.79±0.06	0.84±0.04	0.78±0.07	0.80±0.07	0.78±0.12	0.72±0.09
Small intestine	cm	53.33±7.19	53.80±4.22	54.55±3.98	54.45±3.97	50.33±2.29	49.98±6.62	55.08±1.60
Large intestine	g	2.02±0.19 ^a	1.33±0.22 ^b	1.83±0.24 ^{ab}	1.94±0.20 ^{ab}	1.76±0.38 ^{ab}	1.69±0.27 ^{ab}	1.69±0.38 ^{ab}
	cm	14.80±0.80	14.88±0.93	16.68±1.42	13.95±0.87	13.85±1.54	13.88±1.04	13.25±0.91

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw tteokgalbi storage 0 week, G2: pan fry cooking tteokgalbi storage 0 week, G3: pan fry over cooking tteokgalbi storage 0 week, G4: raw tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G5: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G6: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 0 week. ^{a-b} Means with different superscript letters within the same row significantly different from the CON at $p < 0.05$.

Table 264. Weight and length of main organs of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 1 week at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9	G10	G11	G12
Liver	g	2.43±0.33	2.29±0.33	2.31±0.38	2.20±0.25	2.08±0.31	2.39±0.32	2.32±0.25
Stomach	g	1.23±0.96	0.84±0.20	0.87±0.17	0.90±0.13	0.75±0.15	0.85±0.23	1.06±0.37
Spleen	g	0.22±0.02	0.21±0.04	0.19±0.08	0.20±0.02	0.18±0.02	0.24±0.05	0.22±0.06
Kidney	g	0.78±0.07	0.80±0.10	0.84±0.12	0.78±0.12	0.79±0.03	0.79±0.11	0.82±0.12
Small intestine	cm	53.33±7.19	54.68±1.90	53.93±0.71	51.73±2.36	50.58±4.18	52.73±5.20	51.85±2.36
Large intestine	g	2.02±0.19	1.93±0.30	1.93±0.46	2.02±0.29	1.60±0.30	2.18±0.22	1.76±0.27
	cm	14.80±0.80	14.65±0.95	15.53±0.99	14.78±1.43	13.70±1.17	15.85±0.93	14.15±1.05

¹⁾ CTL: general feed, G7: raw tteokgalbi storage 1 week, G8: pan fry cooking tteokgalbi storage 1 week, G9: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G10: raw tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G11: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G12: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week.

9°C에서 0-1주 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 장기 및 장의 무게 및 길이는 Table 263~264에 나타내었다. 0주 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 섭취한 처리구의 대장 무게를 제외한 다른 장기 및 장의 성장에서는 유의적 차이가 발견되지 않았다. 유의적 차이를 보인 대장 무게의 경우 일반사료를 급여한 CTL 대비 비가열 떡갈비에서 적은 무게를 보였지만, 정상 수치임을 확인하였다.

(라) 혈액 분석

Table 265. Blood analysis of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 0 week at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/ μL	9.19±0.88	9.73±0.28	9.70±0.44	9.79±0.40
HGB	g/dL	14.43±1.61	15.70±0.26	15.20±0.53	15.33±0.70
HCT	%	55.70±8.51	59.97±2.85	58.67±3.02	59.17±3.47
RBC Indices					
MCV	fL	60.40±3.89	61.67±2.77	60.43±1.36	60.43±1.53
MCH	pg	15.67±0.32	16.17±0.65	15.67±0.40	15.70±0.30
MCHC	g/dL	26.00±1.39	26.23±.15	25.93±1.29	25.93±0.32
RDW	%	13.33±0.64	12.90±0.46	13.17±0.15	12.60±0.46
MPV	fL	8.87±1.38	7.60±1.74	6.97±0.72	7.07±0.31
PLT	×10 ³ cells/ μL	489.33±185.18	1073.33±396.32	882.00±413.46	876.33±206.35
WBC	×10 ³ cells/ μL	5.17±3.13	9.52±2.78	3.05±1.81	4.19±1.43
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/ μL	0.60±0.20	1.11±0.11	0.39±0.22	0.73±0.30
LYM	×10 ³ cells/ μL	4.27±2.90	7.30±0.63	2.46±1.57	2.72±1.31
MONO	×10 ³ cells/ μL	0.07±0.03	0.18±0.13	0.06±0.04	0.09±0.02
EOS	×10 ³ cells/ μL	0.12±0.06	0.79±0.34	0.11±0.03	0.56±0.16
BASO	×10 ³ cells/ μL	0.02±0.01	0.05±0.01	0.01±0.00	0.04±0.03
LUC	×10 ³ cells/ μL	0.07±0.03	0.09±0.04	0.02±0.01	0.07±0.02
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.05±0.03	0.04±0.02	0.08±0.05	0.05±0.05
AST	U/L	434.48±395.85	124.80±23.09	166.70±45.55	210.30±115.02
ALT	U/L	34.50±9.03	18.98±1.65	20.90±1.14	22.20±4.29
GGT	U/L	2.33±0.90	2.18±1.08	1.80±0.30	1.88±0.79
BUN	mg/dL	24.41±3.05	17.60±1.57	26.05±1.10	25.68±5.12
Crea	mg/dL	0.32±0.08	0.28±0.08	0.27±0.10	0.29±0.10

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw tteokgalbi storage 0 week, G2: pan fry cooking tteokgalbi storage 0 week, G3: pan fry over cooking tteokgalbi storage 0 week ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 266. Blood analysis of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 0 week at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μ L	9.19±0.88	9.79±0.48	10.26±0.59	9.48±0.54
HGB	g/dL	14.43±1.61	15.20±0.72	15.90±0.80	15.00±0.71
HCT	%	55.70±8.51	59.00±4.42	59.20±.94	53.65±1.34
RBC Indices					
MCV	fL	60.40±3.89	60.30±2.69	57.73±0.45	56.65±1.91
MCH	pg	15.67±0.32	15.53±0.29	15.47±0.49	15.80±0.14
MCHC	g/dL	26.00±1.39	25.83±0.80	25.83±0.80	2.85±0.64
RDW	%	13.33±0.64	12.87±0.15	12.87±0.15	12.60±0.00
MPV	fL	8.87±1.38	6.93±0.85	6.93±0±85	7.10±0.14
PLT	× 10 ³ cells/ μ L	489.33±185.18	871.33±293.03	586.00±472.15	658.00±158.39
WBC	× 10 ³ cells/ μ L	5.17±3.13	5.78±4.88	4.57±1.67	7.96±2.50
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μ L	0.60±0.20	0.90±0.81	0.75±0.41	0.85±0.57
LYM	× 10 ³ cells/ μ L	4.27±2.90	3.94±3.29	3.35±1.45	6.20±1.74
MONO	× 10 ³ cells/ μ L	0.07±0.03	0.13±0.12	0.11±0.04	0.18±0.12
EOS	× 10 ³ cells/ μ L	0.12±0.06	0.72±0.60	0.31±0.21	0.58±0.08
BASO	× 10 ³ cells/ μ L	0.02±0.01	0.02±0.03	0.02±0.01	0.02±0.00
LUC	× 10 ³ cells/ μ L	0.07±0.03	0.06±0.06	0.03±0.01	0.12±0.01
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.05±0.03	0.05±0.03	0.03±0.00	0.05±0.03
AST	U/L	434.48±395.85	149.18±40.43	205.80±121.14	169.40±14.14
ALT	U/L	34.50±9.03	19.35±2.50	23.00±4.26	24.00±3.00
GGT	U/L	2.33±0.90	1.95±0.39	2.70±1.08	2.40±1.08
BUN	mg/dL	24.41±3.05	18.66±1.99	20.50±1.59	27.16±1.09
Crea	mg/dL	0.32±0.08	0.24±0.02	0.23±0.12	0.20±.05

¹⁾ CTL: general feed, G4: raw tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G5: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 0 week, G6: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 0 week

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 267. Blood analysis of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 1 week at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.19±0.88	9.06±0.79	9.98±0.26	9.49±0.19
HGB	g/dL	14.43±1.61	14.20±1.13	15.80±0.64	15.08±0.86
HCT	%	55.70±8.51	53.00±5.09	59.08±1.44	56.25±2.23
RBC Indices					
MCV	fL	60.40±3.89	58.45±0.49	59.20±1.65	59.25±0.46
MCH	pg	15.67±0.32	15.70±0.14	15.83±0.35	15.88±0.69
MCHC	g/dL	26.00±1.39	26.85±0.49	26.75±0.82	26.78±0.87
RDW	%	13.33±0.64	13.30±0.00	13.05±0.37	13.18±0.53
MPV	fL	8.87±1.38	7.50±0.71	6.90±0.22	6.58±0.31
PLT	× 10 ³ cells/ μL	489.33±185.18	712.50±7.07	661.25±84.46	651.50±239.30
WBC	× 10 ³ cells/ μL	5.17±3.13	6.00±2.23	8.39±1.60	5.04±0.57
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.60±0.20	0.88±0.25	1.26±0.09	0.94±0.52
LYM	× 10 ³ cells/ μL	4.27±2.90	4.31±2.04	5.99±0.93	3.44±2.00
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.07±0.03	0.10±0.00	0.14±0.04	0.11±0.09
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.12±0.06	0.65±0.08	0.89±0.42	0.49±0.21
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.02	0.01±0.00
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.07±0.03	0.06±0.02	0.08±0.03	0.05±0.03
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.05±0.03	0.08±0.05	0.09±0.05	0.10±0.05
AST	U/L	434.48±395.85	262.30±135.91	149.85±88.09	390.13±474.93
ALT	U/L	34.50±9.03	25.40±6.82	21.45±5.26	31.73±17.62
GGT	U/L	2.33±0.90	1.78±0.53	1.28±0.38	0.60±0.65
BUN	mg/dL	24.41±3.05	19.96±0.55	21.05±2.77	19.26±0.52
Crea	mg/dL	0.32±0.08	0.24±0.05	0.21±0.05	0.28±0.13

¹⁾ CTL: general feed, G7: raw tteokgalbi storage 1 week, G8: pan fry cooking tteokgalbi storage 1 week, G9: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 268. Blood analysis of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 1 week at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/μL	9.19±0.88	8.81±2.63	9.54±0.53	9.41±0.27
HGB	g/dL	14.43±1.61 ^a	6.95±6.15 ^b	14.83±0.36 ^a	14.70±0.30 ^a
HCT	%	55.70±8.51	52.85±14.64	55.87±3.00	55.00±0.44
RBC Indices					
MCV	fL	60.40±3.89	60.20±1.41	58.53±0.85	58.47±1.22
MCH	pg	15.67±0.32 ^a	9.30±9.76 ^b	15.57±0.59 ^a	15.63±0.31 ^a
MCHC	g/dL	26.00±1.39 ^a	15.30±15.84 ^b	26.60±1.00 ^a	26.73±0.32 ^a
RDW	%	13.33±0.64	12.75±0.07	13.27±0.57	12.87±0.15
MPV	fL	8.87±1.38	8.30±0.55	12.27±8.96	7.40±0.95
PLT	×10 ³ cells/μL	489.33±185.18	516.50±460.33	743.33±269.61	694.00±18.52
WBC	×10 ³ cells/μL	5.17±3.13	6.86±7.38	3.06±1.08	3.55±1.98
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/μL	0.60±0.20	0.76±0.61	0.47±0.18	0.59±0.20
LYM	×10 ³ cells/μL	4.27±2.90	5.61±6.28	2.19±0.93	2.37±1.74
MONO	×10 ³ cells/μL	0.07±0.03	0.14±0.11	0.07±0.02	0.07±0.04
EOS	×10 ³ cells/μL	0.12±0.06	0.24±0.27	0.28±0.11	0.43±0.06
BASO	×10 ³ cells/μL	0.02±0.01	0.03±0.04	0.02±0.01	0.01±0.00
LUC	×10 ³ cells/μL	0.07±0.03	0.08±0.09	0.05±0.03	0.08±0.03
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.05±0.03	0.05±0.05	0.03±0.00	0.08±0.04
AST	U/L	434.48±395.85	176.78±79.17	281.90±168.80	233.03±105.02
ALT	U/L	34.50±9.03	18.98±2.93	36.20±3.47	27.60±12.86
GGT	U/L	2.33±0.90	1.50±0.55	1.70±0.62	1.43±0.29
BUN	mg/dL	24.41±3.05	21.38±3.08	27.40±6.42	22.00±7.38
Crea	mg/dL	0.32±0.08	0.25±0.10	0.28±0.06	0.29±0.06

¹⁾ CTL: general feed, G10: raw tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G11: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week, G12: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 week

²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine; ^{a-b} Means with different superscript letters within the same row significantly different from the CON at $p < 0.05$.

9℃에서 0-1주 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 혈액 분석 결과는 Table 265-268에 나타내었다. 조리 방법, 천연소재 적용에 따른 혈액 분석의 결과 1주 저장한 비가열 고추장떡갈비의 HGB, MCH, MCHC 항목에서 유의적으로 낮은 수치를 보였다. 세 가지 항목 모두 적혈구 농도와 관련된 수치로 낮은 경우 빈혈을 의심할 수 있다.

동물실험을 통하여 떡갈비 및 고추장떡갈비의 독성 검사를 위하여 체중, 장기 성상, 혈액 분석을 진행하였을 때, 9℃에서 저장한 기간과 천연소재 적용에 따라서 나타나는 검사 결과는 정상범위의 수치를 보이며, 독성이 나타나지 않았음을 확인하였다. 하지만, 천연소재를 처리하지 않은 떡갈비의 경우 저장 기간이 길고 과조리 할수록 체중 증가에 있어서 효율이 적게 나타났다. 따라서 고추장 처리에 의해 효율을 개선시킬 수 있을 것이라고 판단된다.

(2) 냉장(9±1℃)조건에서 저장한 훈제 삼겹살 및 한방 훈제 삼겹살

(가) 체중 비교

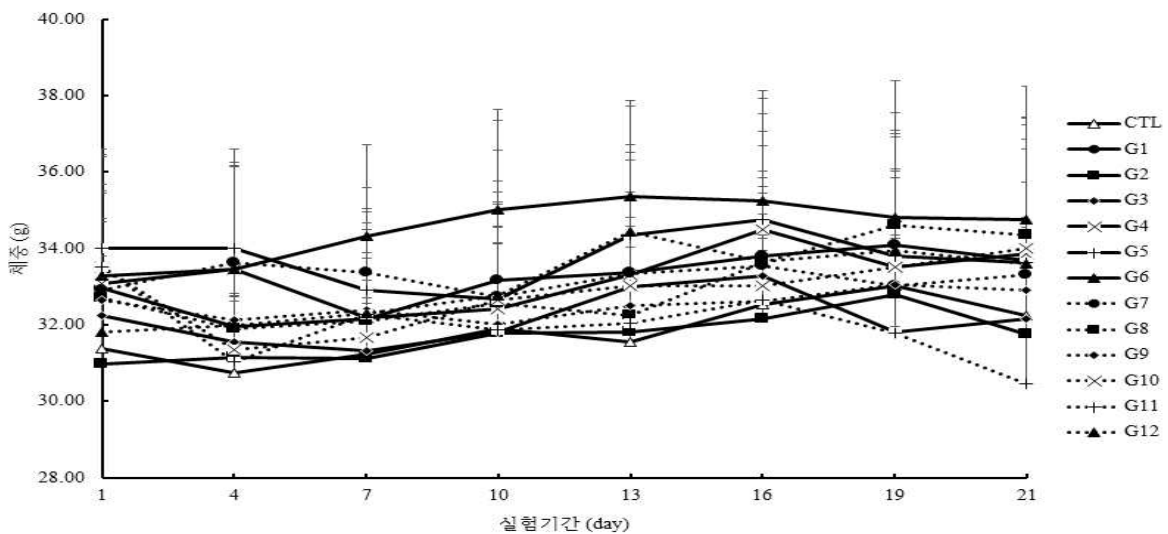


Figure 207. Change of body weight of group fed general feed and smoked pork belly and medicinal plants smoked pork belly by cooking method and storage period at 9℃ (CTL: general feed, G1: raw smoked pork belly storage 0 week, G2: pan fry cooking smoked pork belly storage 0 week, G3: pan fry over cooking smoked pork belly storage 0 week, G4: raw medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G5: pan fry cooking medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G6: pan fry over cooking medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G7: raw smoked pork belly storage 1 week, G8: pan fry cooking smoked pork belly storage 1 week, G9: pan fry over cooking smoked pork belly storage 1 week, G10: raw medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, G11: pan fry cooking medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, G12: pan fry over cooking medicinal plants smoked pork belly storage 1 week).

9℃에서 0-1주 저장한 훈제 삼겹살 및 한방 훈제 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 체중 변화는 Figure 207에 나타내었다. 1주 저장한 팬프라이링 한방 훈제 삼겹살을 제외한 처리구에서 실험이 종료됨에 따라 체중이 증가하였다. 한방 훈제 삼겹살의 경우 팬프라이링 대비 과조리 팬프라이링에서 체중이 증가하였고, 훈제 삼겹살의 경우 팬프라이링 대비 과조리 팬프라이링에서 체중이 감소하였다.

(나) 식이 섭취량 비교

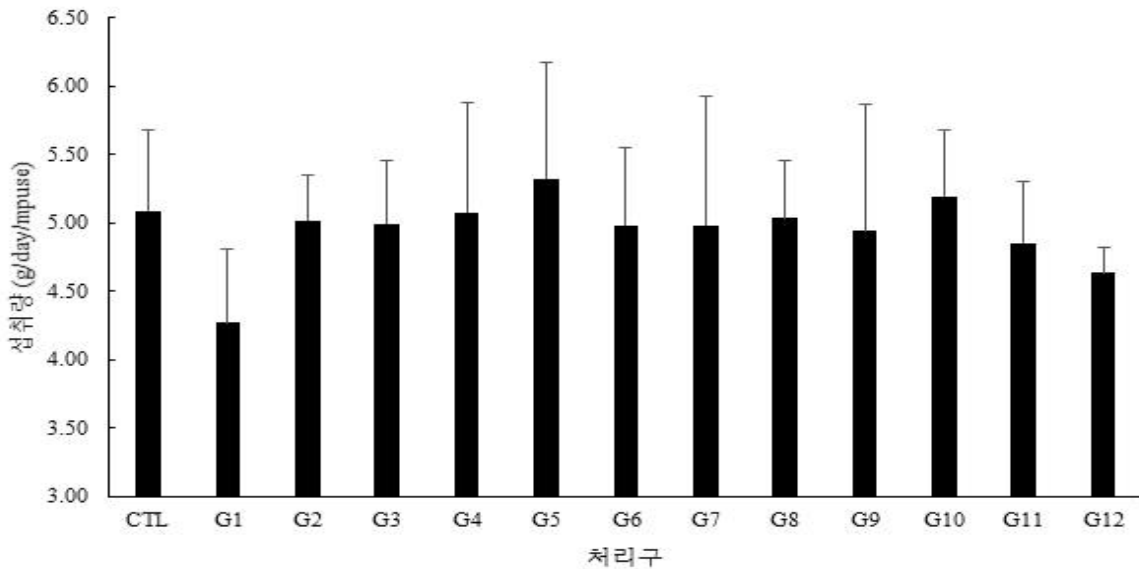


Figure 208. Feed intake of group fed general feed and smoked pork belly and medicinal plants smoked pork belly by cooking method and storage period at 9℃ (CTL: general feed, G1: raw smoked pork belly storage 0 week, G2: pan fry cooking smoked pork belly storage 0 week, G3: pan fry over cooking smoked pork belly storage 0 week, G4: raw medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G5: pan fry cooking medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G6: pan fry over cooking medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G7: raw smoked pork belly storage 1 week, G8: pan fry cooking smoked pork belly storage 1 week, G9: pan fry over cooking smoked pork belly storage 1 week, G10: raw medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, G11: pan fry cooking medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, G12: pan fry over cooking medicinal plants smoked pork belly storage 1 week).

9℃에서 0-1주 저장한 훈제 삼겹살 및 한방 훈제 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 일일 섭취량 변화는 Figure 208에 나타내었다. 섭취량에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 0주 저장 비가열 훈제 삼겹살 (G1)의 섭취량이 가장 적었으며, 0주 저장 팬프라이링 한방 훈제 삼겹살 (G5)이 가장 많았다. 저장기간과 조리 조건에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았지만 천연소재 적용 한방 훈제 삼겹살에서 높은 섭취량을 보였다. 체중과 비교하였을 때 1주 저장한 육제품 급여 시 효율이 좋지 않은 것으로 확인하였다.

(다) 장기 및 장의 해부학적 분석

Table 269. Weight and length of main organs of group fed general feed and smoked pork belly and medicinal plants smoked pork belly by cooking method and storage 0 week at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Liver	g	2.33±0.06	2.50±0.64	2.52±0.49	2.33±0.34	2.56±0.38	2.42±0.33	2.52±0.31
Stomach	g	0.68±0.09	0.72±0.17	0.87±0.11	0.70±0.13	0.83±0.20	0.80±0.08	0.70±0.11
Spleen	g	0.15±0.10	0.20±0.05	0.21±0.07	0.19±0.02	0.22±0.02	0.22±0.04	0.20±0.01
Kidney	g	0.60±0.42	0.75±0.07	0.81±0.08	0.75±0.07	0.78±0.07	0.82±0.08	0.78±0.08
Small intestine	g	2.81±0.30	2.57±0.39	0.88±0.63	2.62±0.25	2.44±0.36	2.55±0.14	2.45±0.08
	cm	51.9±0.7	51.8±4.6	51.4±4.8	50.7±5.9	49.7±0.9	53.3±1.9	50.6±1.6
Large intestine	g	1.29±0.16	1.16±0.26	1.45±0.36	1.27±0.16	1.41±0.31	1.31±0.25	1.35±0.18
	cm	12.9±1.9	11.9±1.3	12.6±1.3	11.6±1.2	12.3±1.7	13.1±1.6	13.5±0.7

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw smoked pork belly storage 0 week, G2: pan fry cooking smoked pork belly storage 0 week, G3: pan fry over cooking smoked pork belly storage 0 week, G4: raw medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G5: pan fry cooking medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G6: pan fry over cooking medicinal plants smoked pork belly storage 0 week

Table 270. Weight and length of main organs of group fed general feed and smoked pork belly and medicinal plants smoked pork belly by cooking method and storage 1 week at 9°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9	G10	G11	G12
Liver	g	2.33±0.06	2.41±0.35	2.43±0.13	2.60±0.32	2.22±0.22	2.00±0.29	2.44±0.10
Stomach	g	0.68±0.09	0.84±0.16	0.78±0.19	1.16±0.45	0.67±0.10	0.65±0.12	0.64±0.10
Spleen	g	0.15±0.10	0.20±0.05	0.20±0.04	0.23±0.04	0.21±0.07	0.15±0.03	0.20±0.04
Kidney	g	0.60±0.42	0.77±0.09	0.71±0.09	0.79±0.05	0.82±0.08	0.74±0.07	0.72±0.05
Small intestine	g	2.81±0.30	2.54±0.19	2.62±0.08	2.73±0.40	2.51±0.11	2.36±0.15	2.19±0.10
	cm	51.9±0.7	51.1±4.8	54.5±2.8	51.2±2.7	50.2±1.0	50.2±2.3	50.7±2.9
Large intestine	g	1.29±0.16	1.57±0.32	1.33±0.13	1.40±0.23	1.44±0.11	1.38±0.07	1.23±0.16
	cm	12.9±1.9	14.5±0.5	13.7±0.9	13.7±0.9	15.2±1.1	13.7±1.0	12.5±0.6

¹⁾ CTL: general feed, G7: raw smoked pork belly storage 1 week, G8: pan fry cooking smoked pork belly storage 1 week, G9: pan fry over cooking smoked pork belly storage 1 week, G10: raw medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, G11: pan fry cooking medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, G12: pan fry over cooking medicinal plants smoked pork belly storage 1 week

9°C에서 0-1주 저장한 훈제 삼겹살 및 한방 훈제 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 장기 및 장의 무게 및 길이는 Table 269~270에 나타내었다. 저장기간 및 천연 소재 적용에 따라 모든 처리구에서 유의적 차이가 발견되지 않았다.

(라) 혈액 분석

Table 271. Blood analysis of group fed general feed and smoked pork belly and medicinal plants smoked pork belly by cooking method and storage 0 week at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.27±0.54	9.26±0.26	9.78±0.70	9.98±0.80
HGB	g/dL	15.20±1.06	15.40±0.49	15.53±0.45	15.50±0.87
HCT	%	51.23±3.23	50.83±1.61	53.10±2.93	52.37±1.70
RBC Indices					
MCV	fL	55.27±1.40	54.93±0.22	54.30±0.89	52.60±2.95
MCH	pg	16.40±0.17	16.65±0.19	15.93±1.19	15.53±0.86
MCHC	g/dL	29.73±0.93	30.30±0.41	29.30±1.61	29.53±0.67
RDW	%	13.70±0.95	13.33±0.46	13.73±0.49	13.07±0.76
MPV	fL	7.63±0.40	7.63±0.43	7.67±0.45	7.67±0.50
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1011.67±369.37	732.75±366.84	790.67±295.31	675.33±267.23
WBC	× 10 ³ cells/ μL	9.29±9.11	7.36±4.44	4.14±4.31	8.10±2.42
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	1.57±1.71	1.04±.44	0.48±0.43	1.27±0.38
LYM	× 10 ³ cells/ μL	7.01±7.24	5.26±3.47	2.75±3.37	5.98±1.85
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.19±0.13	0.23±0.15	0.11±0.08	0.26±0.06
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.36±0.13	0.70±0.43	0.68±0.28	0.44±0.14
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.07	0.04±0.04	0.02±0.02	0.06±0.04
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.10±0.10	0.10±0.06	0.10±0.14	0.09±0.03
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.15±0.10	0.23±0.25	0.23±0.28	0.75±0.87
AST	U/L	266.33±276.24	135.63±71.91	177.83±170.74	152.50±99.32
ALT	U/L	69.50±99.16	13.50±2.74	12.50±3.77	11.00±5.00
GGT	U/L	2.50±0.50	1.88±0.85	1.17±0.29	2.38±0.85
BUN	mg/dL	27.65±1.15	27.31±4.50	27.12±3.56	21.83±5.82
Crea	mg/dL	0.38±0.03	0.45±0.08	0.38±0.03	0.36±0.11

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw smoked pork belly storage 0 week, G2: pan fry cooking smoked pork belly storage 0 week, G3: pan fry over cooking smoked pork belly storage 0 week, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 272. Blood analysis of group fed general feed and smoked pork belly and medicinal plants smoked pork belly by cooking method and storage 0 week at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.27±0.54	9.20±0.40	9.41±0.42	9.61±0.56
HGB	g/dL	15.20±1.06	15.03±0.72	15.00±0.46	15.67±1.02
HCT	%	51.23±3.23	50.65±1.93	50.37±1.67	52.77±1.54
RBC Indices					
MCV	fL	55.27±1.40	55.08±1.13	53.57±0.64	54.93±1.57
MCH	pg	16.40±0.17	16.33±0.39	15.93±0.38	16.30±0.35
MCHC	g/dL	29.73±0.93	29.68±0.64	29.73±0.60	29.70±1.18
RDW	%	13.70±0.95	13.18±0.41	13.43±0.25	12.97±0.35
MPV	fL	7.63±0.40	7.90±0.22	7.47±0.06	7.53±0.51
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1011.67±369.37	795.25±280.97	758.00±19.92	834.67±271.89
WBC	× 10 ³ cells/ μL	9.29±9.11	8.18±3.70	4.46±0.78	9.26±4.40
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	1.57±1.71	1.15±0.57	0.62±0.03	1.15±0.46
LYM	× 10 ³ cells/ μL	7.01±7.24	5.73±3.29	2.81±0.62	7.28±3.64
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.19±0.13	0.16±0.06	0.07±0.03	0.26±0.11
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.36±0.13	1.05±0.77	0.93±0.19	0.41±0.31
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.07	0.05±0.03	0.02±0.01	0.07±0.20
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.10±0.10	0.05±0.05	0.02±0.01	0.08±0.04
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.15±0.10	0.10±0.04	0.10±0.05	0.08±0.03
AST	U/L	266.33±276.24	79.50±27.39	69.67±11.06	85.83±50.42
ALT	U/L	69.50±99.16	10.63±2.72	8.83±1.53	11.00±4.09
GGT	U/L	2.50±0.50	2.38±0.48	1.83±0.76	1.83±0.29
BUN	mg/dL	27.65±1.15	23.29±6.08	22.07±1.76	23.00±3.25
Crea	mg/dL	0.38±0.03	0.34±0.09	0.33±0.15	0.33±0.08

¹⁾ CTL: general feed, G4: raw medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G5: pan fry cooking medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, G6: pan fry over cooking medicinal plants smoked pork belly storage 0 week, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 273. Blood analysis of group fed general feed and smoked pork belly and medicinal plants smoked pork belly by cooking method and storage 1 week at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.27 ± 0.54	9.33 ± 0.91	9.79 ± 0.19	9.36 ± 0.38
HGB	g/dL	15.20 ± 1.06	4.93 ± 0.56	15.58 ± 0.71	15.03 ± 0.69
HCT	%	51.23 ± 3.23	49.63 ± 4.56	53.23 ± 2.13	50.65 ± 2.67
RBC Indices					
MCV	fL	55.27 ± 1.40	53.28 ± 1.19	54.40 ± 2.43	54.13 ± 1.98
MCH	pg	16.40 ± 0.17	16.15 ± 1.66	15.90 ± 0.85	16.05 ± 0.52
MCHC	g/dL	29.73 ± 0.93	30.25 ± 2.57	29.25 ± 0.52	29.70 ± 1.02
RDW	%	13.70 ± 0.95	13.28 ± 1.07	12.90 ± 0.41	13.43 ± 0.49
MPV	fL	7.63 ± 0.40	9.23 ± 3.32	7.50 ± 0.64	7.98 ± 0.30
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1011.67 ± 369.37	925.25 ± 380.32	738.50 ± 319.70	789.50 ± 191.70
WBC	× 10 ³ cells/ μL	9.29 ± 9.11	5.88 ± 4.22	3.66 ± 2.13	11.22 ± 2.54
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	1.57 ± 1.71	0.80 ± 0.66	0.50 ± 0.49	1.23 ± 0.42
LYM	× 10 ³ cells/ μL	7.01 ± 7.24	4.49 ± 3.57	2.31 ± 1.49	8.45 ± 2.38
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.19 ± 0.13	0.16 ± 0.10	0.08 ± 0.05	0.18 ± 0.08
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.36 ± 0.13	0.35 ± 0.16	0.51 ± 0.40	1.03 ± 0.81
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.06 ± 0.07	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.06 ± 0.02
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.10 ± 0.10	0.05 ± 0.03	0.25 ± 0.42	0.26 ± 0.30
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.15 ± 0.10	0.29 ± 0.41	0.19 ± 0.15	0.13 ± 0.06
AST	U/L	266.33 ± 276.24	126.75 ± 111.21	260.38 ± 144.24	73.88 ± 31.30
ALT	U/L	69.50 ± 99.16	12.75 ± 1.94	12.88 ± 3.42	11.88 ± 2.87
GGT	U/L	2.50 ± 0.50	1.63 ± 0.75	2.00 ± 0.41	1.75 ± 0.65
BUN	mg/dL	27.65 ± 1.15	25.15 ± 1.70	22.58 ± 3.92	24.50 ± 4.66
Crea	mg/dL	0.38 ± 0.03	0.30 ± 0.14	0.41 ± 0.05	0.38 ± 0.03

¹⁾ CTL: general feed, G7: raw smoked pork belly storage 1 week, G8: pan fry cooking smoked pork belly storage 1 week, G9: pan fry over cooking smoked pork belly storage 1 week, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 274. Blood analysis of group fed general feed and smoked pork belly and medicinal plants smoked pork belly by cooking method and storage 1 week at 9°C

	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.27±0.54	9.47±1.06	9.95±0.61	10.13±0.32
HGB	g/dL	15.20±1.06	15.48±1.12	16.00±0.92	16.00±0.52
HCT	%	51.23±3.23	52.00±4.72	54.40±3.46	53.90±1.76
RBC Indices					
MCV	fL	55.27±1.40	55.08±1.86	54.68±2.63	53.25±0.48
MCH	pg	16.40±0.17	16.43±0.85	16.08±0.69	15.83±0.17
MCHC	g/dL	29.73±0.93	29.80±0.58	29.40±0.24	29.65±0.13
RDW	%	13.70±0.95	13.18±1.03	13.13±0.69	13.00±0.62
MPV	fL	7.63±0.40	8.43±0.92	8.23±0.79	8.30±0.42
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1011.67±369.37	673.00±174.91	784.00±316.41	1034.00±990.37
WBC	× 10 ³ cells/ μL	9.29±9.11	6.29±3.29	7.00±4.42	8.11±2.94
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	1.57±1.71	0.97±0.57	0.85±0.57	1.05±0.18
LYM	× 10 ³ cells/ μL	7.01±7.24	4.24±2.63	4.99±3.70	5.14±2.63
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.19±0.13	0.17±0.09	0.15±0.10	0.20±0.11
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.36±0.13	0.75±0.24	0.78±0.63	1.44±0.24
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.07	0.06±0.06	0.03±0.02	0.04±0.02
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.10±0.10	0.11±0.11	0.19±0.28	0.23±0.35
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.15±0.10	0.33±0.42	0.11±0.03	0.10±0.04
AST	U/L	266.33±276.24	125.75±129.62	105.00±55.34	105.38±60.62
ALT	U/L	69.50±99.16	11.88±6.01	15.13±8.13	15.88±5.02
GGT	U/L	2.50±0.50	2.50±0.91	1.75±0.65	2.63±0.75
BUN	mg/dL	27.65±1.15	20.41±1.47	22.35±4.90	16.00±0.93
Crea	mg/dL	0.38±0.03	0.30±0.04	0.44±0.05	0.33±0.06

¹⁾ CTL: general feed, G10: raw medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, G11: pan fry cooking medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, G12: pan fry over cooking medicinal plants smoked pork belly storage 1 week, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

9℃에서 0-1주 저장한 훈제 삼겹살 및 한방 훈제 삼겹살을 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 혈액 분석 결과는 Table 271~274에 나타내었다. CTL를 제외한 모든 처리구에서 ALT 항목이 정상범위보다 낮게 나타났는데, ALT의 증가는 간 경화증, 간암을 의심할 수 있지만 감소에 있어서는 일시적인 현상이라고 판단하였다. 이외 다른 혈액분석 수치에 있어서는 정상범위 내 수치로 확인하였다.

동물실험을 통하여 훈제 삼겹살 및 한방 훈제 삼겹살의 독성 검사를 위하여 체중, 장기 성장, 혈액 분석을 진행하였을 때, 9℃에서 저장한 기간과 천연소재 적용에 따라서 나타나는 검사 결과는 정상범위의 수치를 보이며, 독성이 나타나지 않았음을 확인하였다. 하지만, 저장기간이 늘어남에 따라 급여 효율이 좋지 않은 것으로 나타났는데, 한방 처리했을 때 섭취량과 증체량을 고려한 결과 효율이 개선된 것으로 판단된다.

(3) 냉동(-18℃)조건에서 저장한 돈가스 및 블랙커런트 돈가스

(가) 체중 비교

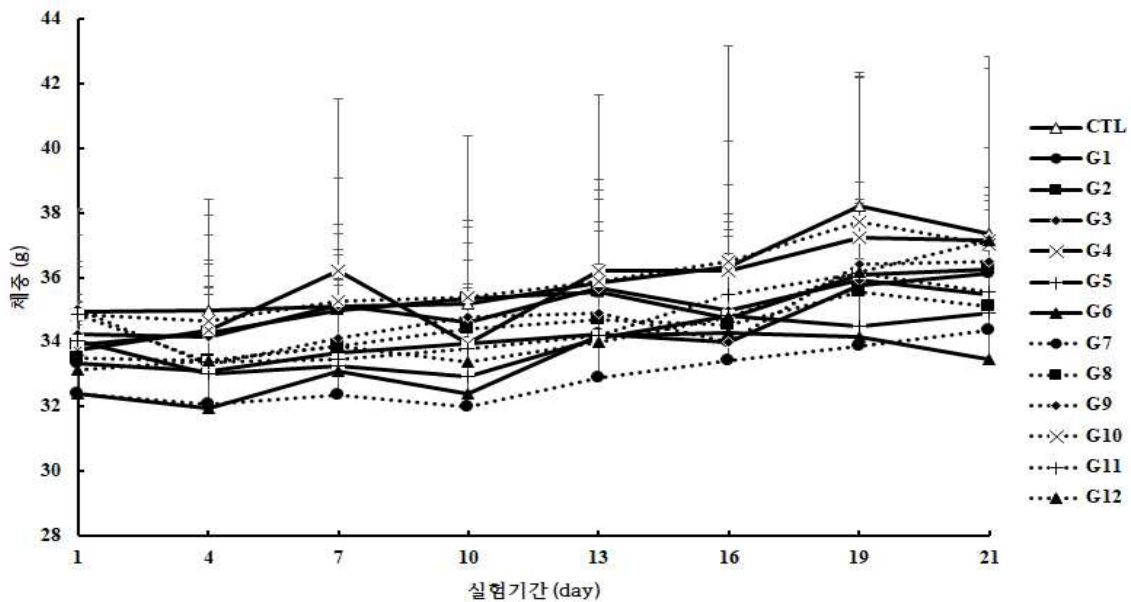


Figure 209. Change of body weight of group fed general feed and pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking method and storage period at -18℃ (CTL: general feed, G1: raw pork cutlet storage 0 month, G2: pan fry cooking pork cutlet storage 0 month, G3: pan fry over cooking pork cutlet storage 0 month, G4: raw blackcurrant pork cutlet storage 0 month, G5: pan fry cooking pork cutlet with blackcurrant storage 0 month, G6: pan fry over cooking pork cutlet with blackcurrant storage 0 month, G7: raw pork cutlet storage 3 months, G8: pan fry cooking pork cutlet storage 3 months, G9: pan fry over cooking pork cutlet storage 3 months, G10: raw pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, G11: pan fry cooking pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, G12: pan fry over cooking pork cutlet with blackcurrant storage 3 months).

-18℃에서 0-3달 저장한 돈가스 및 블랙커런트 돈가스를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 체중 변화는 Figure 209에 나타내었다. 모든 처리구에서 꾸준히 증가하는 체중을 확인하였고, 가장 높은 증체량을 보인 처리구는 3달 냉동 저장한 팬프라이닝 과조리 블랙커런트 돈가스이다. 천연소재 적용에 따라 체중이 증가하였고, 블랙커런트 돈가스의 경우 팬프라이닝 대비 과조리 팬프라이닝 조리 방법에서 더 높은 증체량을 보였다.

(나) 식이 섭취량 비교

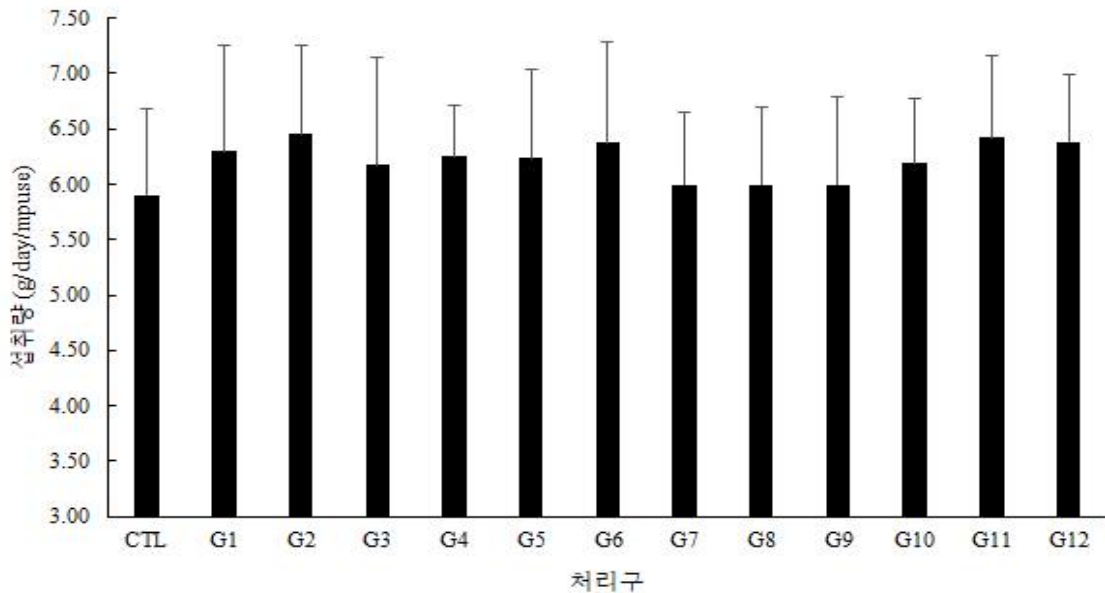


Figure 210. Feed intake of group fed general feed and pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking method and storage period at -18℃ (CTL: general feed, G1: raw pork cutlet storage 0 month, G2: pan fry cooking pork cutlet storage 0 month, G3: pan fry over cooking pork cutlet storage 0 month, G4: raw blackcurrant pork cutlet storage 0 month, G5: pan fry cooking pork cutlet with blackcurrant storage 0 month, G6: pan fry over cooking pork cutlet with blackcurrant storage 0 month, G7: raw pork cutlet storage 3 months, G8: pan fry cooking pork cutlet storage 3 months, G9: pan fry over cooking pork cutlet storage 3 months, G10: raw pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, G11: pan fry cooking pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, G12: pan fry over cooking pork cutlet with blackcurrant storage 3 months).

-18℃에서 0-3달 저장한 돈가스 및 블랙커런트 돈가스를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 일일 섭취량 변화는 Figure 210에 나타내었다. 0달 저장 팬프라이닝 돈가스 (G2)에서 가장 많은 섭취량을 보였고, 3달 저장 팬프라이닝 과조리 돈가스 (G9)에서 적은 섭취량을 보였다. 0달 저장 시 블랙커런트 처리에 따른 차이는 미비했지만, 3달 저장함에 따라 블랙커런트 처리 돈가스에서 돈가스 대비 섭취량이 증가하였다.

(다) 장기 및 장의 해부학적 분석

Table 275. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking method and storage 0 month at -18°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Liver	g	2.76±0.21	2.62±0.34	2.70±0.13	2.59±0.21	2.41±0.32	2.37±0.24	2.45±0.07
Stomach	g	0.71±0.18	0.69±0.06	0.83±0.14	0.80±0.04	0.83±0.09	0.92±0.38	0.81±0.22
Spleen	g	0.21±0.03	0.22±0.03	0.21±0.02	0.23±0.05	0.20±0.01	0.21±0.02	0.19±0.05
Kidney	g	0.81±0.08	0.82±0.07	0.79±0.06	0.84±0.07	0.87±0.08	0.75±0.05	0.74±0.07
Small intestine	cm	2.69±0.23	2.91±0.16	2.85±0.13	2.82±0.09	3.05±0.14	2.92±0.34	2.78±0.33
Large intestine	cm	50.88±5.33	54.18±0.90	51.90±4.52	52.50±3.87	52.75±1.62	49.53±1.82	52.00±3.55
	g	1.35±0.15	1.28±0.09	1.65±0.18	1.63±0.16	1.61±0.15	1.76±0.22	1.27±0.17
	cm	12.45±0.31	11.90±0.56	12.41±1.76	12.10±0.67	13.63±1.10	13.23±0.67	11.65±0.79

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork cutlet storage 0 month, G2: pan fry cooking pork cutlet storage 0 month, G3: pan fry over cooking pork cutlet storage 0 month, G4: raw blackcurrant pork cutlet storage 0 month, G5: pan fry cooking pork cutlet with blackcurrant storage 0 month, G6: pan fry over cooking pork cutlet with blackcurrant storage 0 month

Table 276. Weight and length of main organs of group fed general feed and pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking method and storage period 3 month at -18°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9	G10	G11	G12
Liver	g	2.76±0.21	2.31±0.17	2.32±0.10	2.45±0.23	2.42±0.60	2.54±0.32	2.86±0.38
Stomach	g	0.71±0.18	0.83±0.19	0.65±0.06	1.14±0.36	0.72±0.18	0.71±0.06	0.77±0.05
Spleen	g	0.21±0.03	0.21±0.03	0.20±0.03	0.23±0.07	0.22±0.12	0.20±0.03	0.25±0.04
Kidney	g	0.81±0.08	0.79±0.06	0.78±0.11	0.77±0.04	0.81±0.14	0.68±0.06	0.85±0.05
Small intestine	cm	2.69±0.23	3.05±0.36	2.55±0.17	2.95±0.25	2.55±0.30	2.47±0.05	2.35±0.51
Large intestine	cm	50.88±5.33	53.18±3.53	48.48±5.14	48.78±3.07	48.20±5.98	49.73±4.35	45.15±5.29
	g	1.35±0.15	1.56±0.32	1.31±0.05	1.75±0.37	1.42±0.22	1.30±0.32	1.69±0.14
	cm	12.45±0.31	12.18±1.05	12.83±0.33	14.38±2.84	12.95±2.75	12.58±1.37	14.25±0.83

¹⁾ CTL: general feed, G7: raw pork cutlet storage 3 months, G8: pan fry cooking pork cutlet storage 3 months, G9: pan fry over cooking pork cutlet storage 3 months, G10: raw pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, G11: pan fry cooking pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, G12: pan fry over cooking pork cutlet with blackcurrant storage 3 months

-18°C에서 0-3달 저장한 돈가스 및 블랙커런트 돈가스를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 장기 및 장의 무게 및 길이는 Table 275~276에 나타내었다. 저장기간 및 천연소재 적용에 따라 모든 처리구에서 유의적 차이가 발견되지 않았다.

(라) 혈액 분석

Table 277. Blood analysis of group fed general feed and pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking method and storage 0 month at -18°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Whole blood					
RBC ²⁾	×10 ⁶ cells/μL	9.72±0.51	9.32±0.48	9.03±0.13	9.56±0.61
HGB	g/dL	15.43±0.46	15.17±0.23	14.65±0.07	15.73±0.99
HCT	%	54.77±3.166	54.80±1.45	52.10±0.42	55.63±3.46
RBC Indices					
MCV	fL	56.40±1.28	58.83±1.59	57.75±0.35	58.23±1.89
MCH	pg	15.87±0.40	16.27±0.80	16.25±0.07	16.45±0.33
MCHC	g/dL	28.17±0.86	27.70±0.87	28.15±0.07	28.20±0.64
RDW	%	13.10±0.61	13.23±0.51	13.60±0.42	12.90±0.39
MPV	fL	6.93±0.64	7.37±1.08	7.25±0.35	7.90±0.22
PLT	×10 ³ cells/μL	1148.67±96.72	1053.33±169.35	920.00±76.37	598.50±300.62
WBC	×10 ³ cells/μL	8.03±3.59	7.59±2.55	3.25±2.98	9.96±4.32
WBC Differential Counting					
NEU	×10 ³ cells/μL	1.48±0.39	1.20±0.68	0.42±0.41	1.26±0.66
LYM	×10 ³ cells/μL	6.05±2.94	5.8±1.93	2.46±2.51	7.34±3.12
MONO	×10 ³ cells/μL	0.18±0.10	0.23±0.08	0.11±0.10	0.19±0.11
EOS	×10 ³ cells/μL	0.21±0.14	0.24±0.12	0.24±0.03	1.07±0.40
BASO	×10 ³ cells/μL	0.05±0.04	0.05±0.02	0.02±0.01	0.05±0.04
LUC	×10 ³ cells/μL	0.06±0.03	0.07±0.02	0.02±0.01	0.05±0.04
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.11±0.04	0.09±0.04	0.09±0.01	0.09±0.04
AST	U/L	84.30±27.86	107.55±48.55	139.20±63.07	67.78±5.08
ALT	U/L	16.50±0.14	26.05±20.84	34.30±23.05	16.05±3.59
GGT	U/L	2.60±0.28	2.65±0.77	2.70±0.42	3.35±1.84
BUN	mg/dL	23.62±4.61	25.96±6.53	27.64±0.96	26.81±6.60
Crea	mg/dL	0.36±0.00	0.41±0.04	0.38±0.0	0.45±0.17

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw pork cutlet storage 0 month, G2: pan fry cooking pork cutlet storage 0 month, G3: pan fry over cooking pork cutlet storage 0 month, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 278. Blood analysis of group fed general feed and pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking method and storage 0 month at -18°C

	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.72±0.51	9.57±0.60	9.79±0.77	9.85±0.43
HGB	g/dL	15.43±0.46	15.97±0.45	15.60±0.70	10.53±8.52
HCT	%	54.77±3.166	56.33±3.02	56.90±3.17	56.33±2.51
RBC Indices					
MCV	fL	56.40±1.28	58.87±1.25	58.23±2.06	57.17±0.25
MCH	pg	15.87±0.40	16.70±0.61	16.00±0.56	10.97±8.90
MCHC	g/dL	28.17±0.86	28.40±1.11	27.50±0.52	19.17±15.57
RDW	%	13.10±0.61	13.17±0.32	13.03±0.25	13.07±0.51
MPV	fL	6.93±0.64	8.90±2.29	7.67±0.81	8.37±0.21
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1148.67±96.72	790.67±534.67	825.33±162.96	556.33±245.36
WBC	× 10 ³ cells/ μL	8.03±3.59	7.03±3.86	7.22±4.21	2.96±1.96
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	1.48±0.39	1.45±0.71	0.84±0.46	0.50±0.45
LYM	× 10 ³ cells/ μL	6.05±2.94	4.16±2.20	5.35±3.22	1.84±1.50
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.18±0.10	0.17±0.12	0.12±0.03	0.07±0.08
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.21±0.14	1.19±0.89	0.84±0.74	0.51±0.12
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.05±0.04	0.04±0.02	0.03±0.02	0.01±0.01
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.03	0.03±0.01	0.03±0.03	0.03±0.01
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.11±0.04	0.07±0.02	0.09±0.04	0.13±0.03
AST	U/L	84.30±27.86	105.15±27.83	102.35±44.10	105.95±38.24
ALT	U/L	16.50±0.14	21.68±5.98	20.85±3.99	15.90±1.32
GGT	U/L	2.60±0.28	3.68±1.94	3.45±0.41	2.60±0.37
BUN	mg/dL	23.62±4.61	26.04±3.10	23.91±2.60	19.84±2.77
Crea	mg/dL	0.36±0.00	0.35±0.08	0.39±0.09	0.36±0.06
¹⁾ CTL: general feed, G4: raw blackcurrant pork cutlet storage 0 month, G5: pan fry cooking pork cutlet with blackcurrant storage 0 month, G6: pan fry over cooking pork cutlet with blackcurrant storage 0 month, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine					

Table 279. Blood analysis of group fed general feed and pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking method and storage 3 months at -18°C

	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.72±0.51	9.21±0.45	9.20±0.74	9.27±0.75
HGB	g/dL	15.43±0.46	14.70±1.35	15.00±0.55	15.15±1.26
HCT	%	54.77±3.166	55.00±2.31	59.28±4.26	56.15±4.09
RBC Indices					
MCV	fL	56.40±1.28	59.73±0.41	57.60±1.47	60.60±1.74
MCH	pg	15.87±0.40	15.5±1.29	16.40±1.50	16.45±1.92
MCHC	g/dL	28.17±0.86	26.70±2.26	28.45±2.77	27.08±2.38
RDW	%	13.10±0.61	13.70±0.55	13.43±0.33	13.63±0.42
MPV	fL	6.93±0.64	8.13±1.40	8.80±1.97	8.35±1.45
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1148.67±96.72	1198.50±312.09	575.50±381.95	911.75±338.64
WBC	× 10 ³ cells/ μL	8.03±3.59	6.38±3.60	8.11±4.71	7.66±5.87
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	1.48±0.39	1.04±0.59	1.50±1.07	1.03±0.75
LYM	× 10 ³ cells/ μL	6.05±2.94	4.57±2.76	5.34±3.45	5.67±5.35
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.18±0.10	0.10±0.08	0.17±0.11	0.14±0.11
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.21±0.14	0.62±0.48	1.02±0.58	0.68±0.72
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.05±0.04	0.03±0.02	0.05±0.04	0.06±0.05
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.03	0.02±0.02	0.04±0.02	0.09±0.06
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.11±0.04	0.10±0.04	0.13±0.03	0.09±0.03
AST	U/L	84.30±27.86	90.10±11.95	105.80±18.41	89.05±21.99
ALT	U/L	16.50±0.14	20.70±3.36	21.95±5.82	19.80±3.90
GGT	U/L	2.60±0.28	3.00±0.43	2.40±0.43	2.85±0.34
BUN	mg/dL	23.62±4.61	21.37±1.40	22.17±5.59	26.48±6.71
Crea	mg/dL	0.36±0.00	0.39±0.03	0.37±0.07	0.40±0.07

¹⁾ CTL: general feed, G7: raw pork cutlet storage 3 months, G8: pan fry cooking pork cutlet storage 3 months, G9: pan fry over cooking pork cutlet storage 3 months, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 280. Blood analysis of group fed general feed and pork cutlet and pork cutlet with blackcurrant by cooking method and storage 3 months at -18°C

	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	9.72±0.51	9.33±0.52	9.47±0.32	9.27±0.20
HGB	g/dL	15.43±0.46	15.13±0.83	15.45±0.38	15.10±0.58
HCT	%	54.77±3.166	52.23±2.86	56.45±1.18	53.65±0.87
RBC Indices					
MCV	fL	56.40±1.28	57.15±2.44	59.70±1.95	57.93±2.16
MCH	pg	15.87±0.40	16.23±0.70	1.35±0.45	16.28±0.95
MCHC	g/dL	28.17±0.86	28.45±0.31	27.38±0.36	28.10±0.90
RDW	%	13.10±0.61	13.15±0.41	13.25±0.47	13.93±0.74
MPV	fL	6.93±0.64	8.50±1.00	9.13±1.99	7.80±0.54
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1148.67±96.72	589.25±416.93	762.50±266.24	989.75±254.90
WBC	× 10 ³ cells/ μL	8.03±3.59	4.85±1.31	9.92±2.61	6.88±2.34
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	1.48±0.39	0.75±0.31	1.53±0.26	0.96±0.29
LYM	× 10 ³ cells/ μL	6.05±2.94	3.20±0.45	6.91±2.11	5.21±1.98
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.18±0.10	0.08±0.02	0.21±0.08	0.18±0.07
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.21±0.14	0.77±0.94	1.13±0.56	0.47±0.26
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.05±0.04	0.02±0.01	0.04±0.02	0.02±0.01
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.03	0.05±0.06	0.11±0.11	0.05±0.03
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.11±0.04	0.12±0.04	0.10±0.04	0.10±0.05
AST	U/L	84.30±27.86	149.30±79.00	83.70±13.50	90.35±15.94
ALT	U/L	16.50±0.14	49.90±51.13	13.95±2.57	19.10±4.0
GGT	U/L	2.60±0.28	2.65±0.34	2.75±0.66	2.55±0.44
BUN	mg/dL	23.62±4.61	20.49±2.57	20.01±3.48	3.71±2.19
Crea	mg/dL	0.36±0.00	.43±0.05	0.40±0.06	0.37±0.02

¹⁾ CTL: general feed, G10: raw pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, G11: pan fry cooking pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, G12: pan fry over cooking pork cutlet with blackcurrant storage 3 months, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

-18°C에서 0-3달 저장한 돈가스 및 블랙커런트 돈가스를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 혈액 분석 결과는 Table 277-280 나타내었다. 모든 혈액학적 분석 및 혈청학적 분석 결과 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 정상범위 내 수치를 보였다. 따라서 천연소재,

저장기간 및 조리방법에 따른 독성이 나타나지 않은 것으로 판단된다.

동물실험을 통하여 돈가스 및 블랙커런트 돈가스의 독성 검사를 위하여 체중, 장기 정상, 혈액 분석을 진행하였을 때, -18℃ 냉동 저장한 기간과 천연소재 적용에 따라서 나타나는 검사 결과는 정상범위의 수치를 보이며, 독성이 나타나지 않았음을 확인하였다. 또한, 증체량과 사료 섭취량을 고려하여 사료 효율은 블랙커런트 돈가스를 급여하였을 때 돈가스 급여와 비교하여 개선된 것을 확인하였다. 따라서 블랙커런트 처리에 의하여 긍정적인 효과가 있을 것이라고 판단된다.

(4) 냉동(-18℃)조건에서 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비

(가) 체중 비교

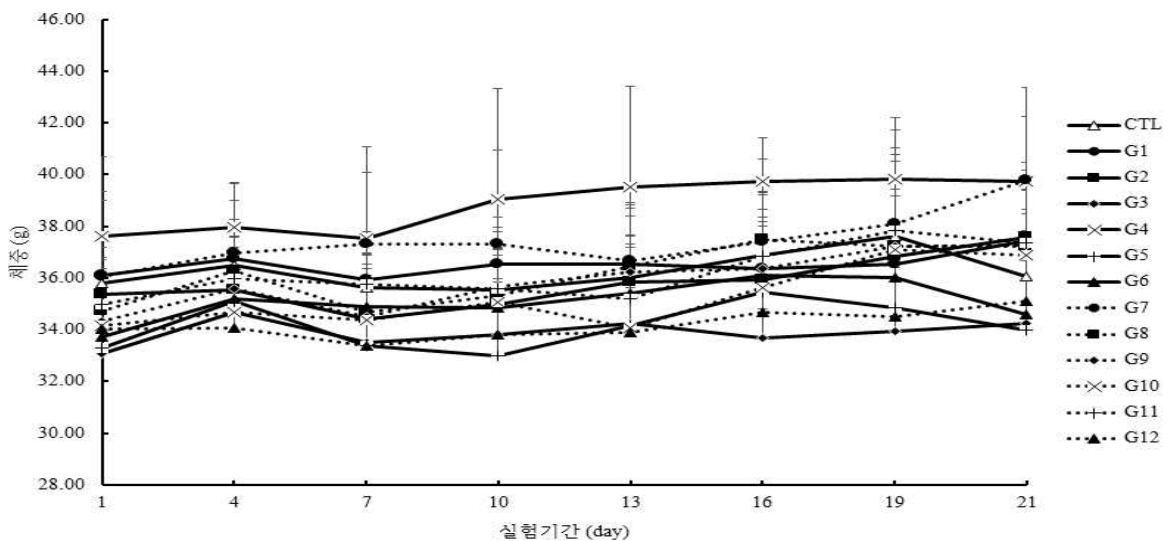


Figure 211. Change of body weight of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage period at -18℃ (CTL: general feed, G1: raw tteokgalbi storage 1 month, G2: pan fry cooking tteokgalbi storage 1 month, G3: pan fry over cooking tteokgalbi storage 1 month, G4: raw tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G5: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G6: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G7: raw tteokgalbi storage 4 months, G8: pan fry cooking tteokgalbi storage 4 months, G9: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G10: raw tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G11: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G12: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months).

-18℃에서 1-4달 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 체중 변화는 Figure 211에 나타내었다. 모든 처리구에서 꾸준히 증가하는 체중을 확인하였고, 가장 높은 증체량을 보인 처리구는 4달 냉동 저장한 비가열 고추장떡갈비이다. 천연소재 적용에 따라 체중이 감소하였고, 냉동 저장 기간이 길수록 체중이 증가하였다.

(나) 식이 섭취량 비교

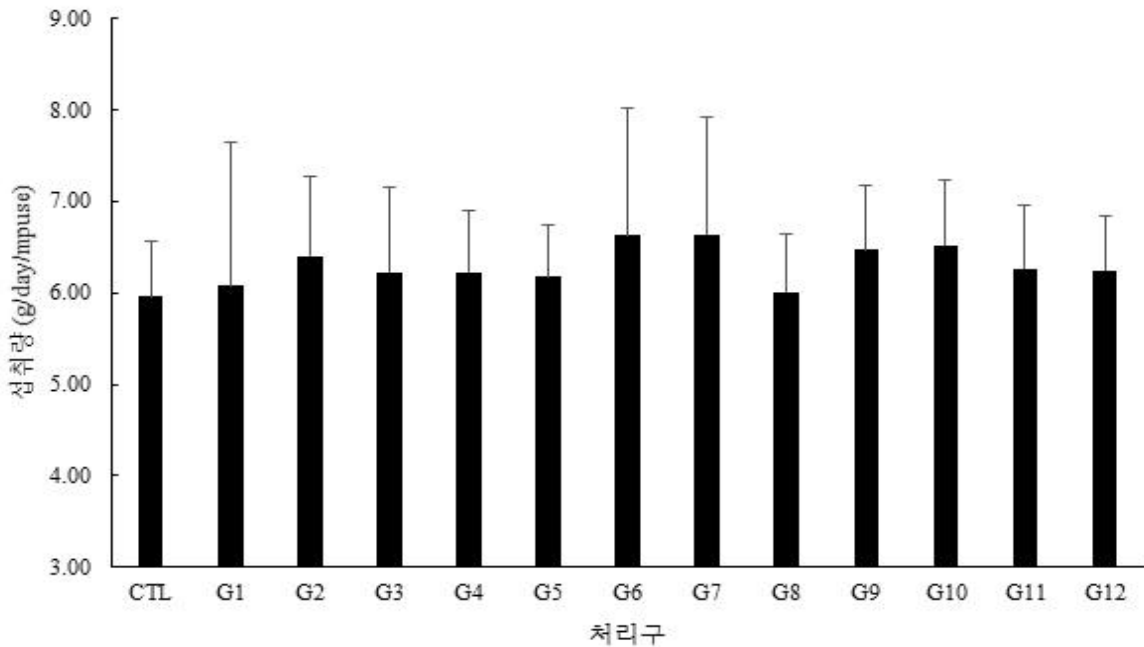


Figure 212. Feed intake of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage period at -18°C (CTL: general feed, G1: raw tteokgalbi storage 1 month, G2: pan fry cooking tteokgalbi storage 1 month, G3: pan fry over cooking tteokgalbi storage 1 month, G4: raw tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G5: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G6: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G7: raw tteokgalbi storage 4 months, G8: pan fry cooking tteokgalbi storage 4 months, G9: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G10: raw tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G11: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G12: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months).

-18°C 에서 1-4달 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 일일 섭취량 변화는 Figure 212에 나타내었다. 일반사료를 섭취한 CTL이 가장 적은 사료 섭취량을 보였고, 4달 저장 비가열 떡갈비 (G7)의 섭취량이 가장 높았다. 저장기간에 따라서 큰 차이를 보이지 않았다.

(다) 장기 및 장의 해부학적 분석

Table 281. Weight and length of main organs of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 1 month at -18°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Liver	g	2.86±0.03	3.02±0.33	2.86±0.26	2.95±0.16	2.93±0.32	2.66±0.24	2.77±0.11
Stomach	g	0.91±0.23	1.04±0.27	0.70±0.05	0.84±0.15	0.75±0.08	0.94±0.10	0.86±0.27
Spleen	g	0.24±0.03	0.22±0.03	0.24±0.07	0.26±0.06	0.23±0.03	0.20±0.03	0.21±0.04
Kidney	g	0.80±0.03	0.82±0.06	0.81±0.11	0.79±0.06	0.82±0.02	0.77±0.05	0.83±0.12
Small intestine	g	2.95±0.15	2.87±0.25	2.60±0.27	2.60±0.16	2.55±0.22	2.60±0.69	2.53±0.27
	cm	54.8±0.4	52.4±2.1	53.4±3.7	51.8±2.9	55.4±1.4	53.6±4.0	52.9±1.7
Large intestine	g	1.65±0.13	1.55±0.33	1.49±0.22	1.47±0.25	1.61±0.15	1.57±0.30	1.46±0.31
	cm	11.4±0.9	11.8±1.3	12.3±1.5	11.9±0.6	11.8±1.2	12.0±1.3	12.3±1.0

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw tteokgalbi storage 1 month, G2: pan fry cooking tteokgalbi storage 1 month, G3: pan fry over cooking tteokgalbi storage 1 month, G4: raw tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G5: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G6: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 month

Table 282. Weight and length of main organs of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 4 months at -18°C

Organ	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9	G10	G11	G12
Liver	g	2.86±0.03	2.95±0.42	2.84±0.17	2.59±0.11	2.84±0.31	2.80±0.25	2.53±0.29
Stomach	g	0.91±0.23	0.86±0.10	0.66±0.09	0.88±0.21	0.70±0.13	0.78±0.11	0.85±0.09
Spleen	g	0.24±0.03	0.21±0.04	0.21±0.04	0.20±0.04	0.23±0.02	0.21±0.03	0.25±0.02
Kidney	g	0.80±0.03	0.88±0.04	0.81±0.10	0.80±0.10	0.81±0.11	0.77±0.01	0.77±0.06
Small intestine	g	2.95±0.15	2.69±0.35	2.56±0.14	2.43±0.30	2.47±0.36	2.55±0.31	2.63±0.21
	cm	54.8±0.4	51.6±3.2	54.1±2.6	49.8±5.5	53.3±3.6	51.3±2.7	50.5±5.0
Large intestine	g	1.65±0.13	1.52±0.32	1.57±0.35	1.38±0.09	1.58±0.08	1.38±0.23	1.61±0.29
	cm	11.4±0.9	12.0±2.0	13.1±1.8	12.3±1.0	12.6±2.0	12.3±0.9	12.4±1.9

¹⁾ CTL: general feed, G7: raw tteokgalbi storage 4 months, G8: pan fry cooking tteokgalbi storage 4 months, G9: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G10: raw tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G11: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G12: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months

-18°C에서 1-4달 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 장기 및 장의 무게 및 길이는 Table 281~282에 나타내었다. 저장기간 및 천연소재 적용에 따라 모든 처리구에서 유의적 차이가 발견되지 않았다.

(라) 혈액 분석

Table 283. Blood analysis of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 1 month at -18°C

	Unit	CTL ¹⁾	G1	G2	G3
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	8.98±0.14	7.83±2.71	9.34±0.96	9.56±0.47
HGB	g/dL	14.60±0.35	13.03±4.60	15.00±1.56	15.25±0.29
HCT	%	51.80±1.37	45.05±16.85	53.05±5.74	53.30±0.84
RBC Indices					
MCV	fL	57.73±1.29	56.95±3.68	56.80±10.69	55.80±2.12
MCH	pg	16.28±0.42	16.55±0.51	16.08±0.30	15.95±0.67
MCHC	g/dL	28.18±0.28	29.13±1.03	28.33±0.67	28.63±0.68
RDW	%	13.53±0.56	13.53±0.17	13.98±0.69	13.88±0.31
MPV	fL	8.43±2.86	8.45±3.04	7.50±0.14	8.13±1.30
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1101.50±215.24	722.00±534.54	984.50±82.98	805.25±110.86
WBC	× 10 ³ cells/ μL	7.09±1.58	4.45±3.59	6.49±6.15	10.55±6.66
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.97±0.21	0.65±.53	0.83±0.86	1.57±0.74
LYM	× 10 ³ cells/ μL	5.58±1.31	3.34±2.74	5.18±5.08	8.12±5.68
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.22±0.06	0.13±0.10	0.16±0.10	0.22±0.14
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.24±0.11	0.27±0.28	0.22±0.06	0.39±0.24
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.03±0.01	0.03±0.03	0.05±0.06	0.09±0.07
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.03	0.05±0.03	0.06±0.4	0.16±0.16
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.11±0.03	0.08±0.01	0.10±0.03	0.09±0.01
AST	U/L	94.60±8.26	120.80±60.07	80.20±8.72	113.20±46.77
ALT	U/L	16.38±4.59	18.30±3.06	16.45±4.01	14.53±2.15
GGT	U/L	2.70±0.68	2.60±0.92	1.95±0.37	3.08±0.41
BUN	mg/dL	24.61±8.33	26.05±3.37	26.20±5.72	23.85±6.41
Crea	mg/dL	0.37±0.09	0.43±0.03	0.40±0.02	0.41±0.02

¹⁾ CTL: general feed, G1: raw tteokgalbi storage 1 month, G2: pan fry cooking tteokgalbi storage 1 month, G3: pan fry over cooking tteokgalbi storage 1 month, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 284. Blood analysis of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 1 month at -18°C

	Unit	CTL ¹⁾	G4	G5	G6
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	8.98±0.14	9.50±1.03	9.33±0.41	10.04±0.35
HGB	g/dL	14.60±0.35	15.48±1.20	15.70±0.36	16.45±0.59
HCT	%	51.80±1.37	54.25±4.59	54.73±1.10	57.75±2.32
RBC Indices					
MCV	fL	57.73±1.29	57.28±2.85	58.73±1.70	57.53±0.57
MCH	pg	16.28±0.42	16.35±0.66	16.85±0.44	16.35±0.25
MCHC	g/dL	28.18±0.28	28.55±0.62	28.70±0.08	28.48±0.29
RDW	%	13.53±0.56	13.68±0.17	13.45±0.26	13.30±0.35
MPV	fL	8.43±2.86	8.18±0.75	8.13±0.33	8.15±0.26
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1101.50±215.24	788.75±287.11	968.50±334.86	757.75±135.39
WBC	× 10 ³ cells/ μL	7.09±1.58	10.49±3.81	10.56±6.10	12.94±5.52
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.97±0.21	1.53±0.45	1.46±1.03	1.78±0.77
LYM	× 10 ³ cells/ μL	5.58±1.31	7.81±3.28	8.07±5.39	9.80±4.76
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.22±0.06	0.23±0.10	0.20±0.11	0.24±0.06
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.24±0.11	0.69±0.39	0.67±0.43	0.92±0.49
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.03±0.01	0.06±0.03	0.06±0.05	0.09±0.08
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.03	0.18±0.12	0.10±0.10	0.12±0.14
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.11±0.03	0.08±0.03	0.09±0.03	0.11±0.01
AST	U/L	94.60±8.26	82.10±15.45	69.88±8.83	84.28±19.01
ALT	U/L	16.38±4.59	16.30±3.38	15.35±2.69	14.43±2.67
GGT	U/L	2.70±0.68	2.33±0.78	2.53±0.46	3.40±2.20
BUN	mg/dL	24.61±8.33	19.52±2.00	27.09±11.85	16.04±5.98
Crea	mg/dL	0.37±0.09	0.39±0.02	0.39±0.05	0.41±0.05

¹⁾ CTL: general feed, G4: raw tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G5: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 1 month, G6: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 285. Blood analysis of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 4 months at -18°C

	Unit	CTL ¹⁾	G7	G8	G9
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	8.98±0.14	9.56±0.82	9.83±0.69	9.85±0.88
HGB	g/dL	14.60±0.35	15.35±0.73	15.80±0.74	15.83±1.20
HCT	%	51.80±1.37	53.50±3.39	55.63±2.65	56.38±4.73
RBC Indices					
MCV	fL	57.73±1.29	56.05±1.33	56.63±1.66	57.33±1.35
MCH	pg	16.28±0.42	16.08±0.61	16.08±0.36	16.10±0.27
MCHC	g/dL	28.18±0.28	28.70±0.47	28.40±0.36	28.13±0.62
RDW	%	13.53±0.56	13.73±0.60	13.38±0.31	13.65±0.90
MPV	fL	8.43±2.86	8.13±0.43	7.85±0.25	8.53±0.33
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1101.50±215.24	1075.25±277.29	1112.25±171.75	897.75±363.99
WBC	× 10 ³ cells/ μL	7.09±1.58	10.28±4.59	11.58±2.41	11.49±10.32
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.97±0.21	1.19±0.55	1.36±0.26	1.78±1.65
LYM	× 10 ³ cells/ μL	5.58±1.31	8.51±3.83	9.58±2.18	8.72±7.85
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.22±0.06	0.20±0.08	0.23±0.08	0.28±0.17
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.24±0.11	0.25±0.11	0.27±0.12	0.53±0.57
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.03±0.01	0.05±0.05	0.06±0.03	0.08±0.09
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.06±0.03	0.08±0.07	0.09±0.06	0.10±0.10
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.11±0.03	0.07±0.01	0.09±0.03	0.10±0.04
AST	U/L	94.60±8.26	75.70±9.89	66.53±2.79	72.48±8.32
ALT	U/L	16.38±4.59	16.30±2.40	14.48±0.88	15.48±2.81
GGT	U/L	2.70±0.68	2.43±0.49	2.33±0.51	2.73±0.85
BUN	mg/dL	24.61±8.33	17.77±2.01	21.19±1.55	15.18±4.81
Crea	mg/dL	0.37±0.09	0.40±0.05	0.35±0.01	0.36±0.05

¹⁾ CTL: general feed, G7: raw tteokgalbi storage 4 months, G8: pan fry cooking tteokgalbi storage 4 months, G9: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

Table 286. Blood analysis of group fed general feed and tteokgalbi and tteokgalbi with gochujang by cooking method and storage 4 months at -18°C

	Unit	CTL ¹⁾	G10	G11	G12
Whole blood					
RBC ²⁾	× 10 ⁶ cells/ μL	8.98 ± 0.14	9.74 ± 0.72	9.51 ± 0.66	10.10 ± 0.38
HGB	g/dL	14.60 ± 0.35	16.35 ± 1.33	15.58 ± 0.50	16.25 ± 0.53
HCT	%	51.80 ± 1.37	56.95 ± 5.17	55.10 ± 2.07	58.38 ± 2.18
RBC Indices					
MCV	fL	57.73 ± 1.29	58.45 ± 1.54	58.03 ± 2.12	57.85 ± 1.99
MCH	pg	16.28 ± 0.42	16.78 ± 0.59	16.43 ± 0.78	16.05 ± 0.35
MCHC	g/dL	28.18 ± 0.28	28.68 ± 0.55	28.28 ± 0.70	27.80 ± 0.45
RDW	%	13.53 ± 0.56	13.73 ± 0.64	14.13 ± 0.43	14.38 ± 0.72
MPV	fL	8.43 ± 2.86	8.43 ± 0.42	8.78 ± 0.59	8.98 ± 0.69
PLT	× 10 ³ cells/ μL	1101.50 ± 215.24	796.75 ± 320.30	718.25 ± 422.93	1308.75 ± 735.43
WBC	× 10 ³ cells/ μL	7.09 ± 1.58	8.65 ± 5.93	8.34 ± 4.73	9.32 ± 4.63
WBC Differential Counting					
NEU	× 10 ³ cells/ μL	0.97 ± 0.21	0.91 ± 0.53	0.96 ± 0.57	1.48 ± 0.55
LYM	× 10 ³ cells/ μL	5.58 ± 1.31	7.18 ± 5.51	6.22 ± 4.15	7.06 ± 4.05
MONO	× 10 ³ cells/ μL	0.22 ± 0.06	0.15 ± 0.10	0.17 ± 0.07	0.19 ± 0.09
EOS	× 10 ³ cells/ μL	0.24 ± 0.11	0.27 ± 0.22	0.85 ± 0.37	0.46 ± 0.23
BASO	× 10 ³ cells/ μL	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.03	0.09 ± 0.07	0.05 ± 0.03
LUC	× 10 ³ cells/ μL	0.06 ± 0.03	0.10 ± .09	0.07 ± 0.05	0.09 ± 0.06
Serum					
Total-Bil ³⁾	mg/dL	0.11 ± 0.03	0.12 ± 0.04	0.09 ± 0.02	0.09 ± 0.02
AST	U/L	94.60 ± 8.26	79.10 ± 6.94	79.80 ± 23.27	100.18 ± 22.37
ALT	U/L	16.38 ± 4.59	21.55 ± 0.49	22.03 ± 12.69	17.65 ± 2.32
GGT	U/L	2.70 ± 0.68	2.58 ± 0.56	2.38 ± 0.53	2.50 ± 0.54
BUN	mg/dL	24.61 ± 8.33	19.53 ± 2.68	15.68 ± 1.29	19.01 ± 3.28
Crea	mg/dL	0.37 ± 0.09	0.38 ± 0.01	0.37 ± 0.03	0.41 ± 0.05

¹⁾ CTL: general feed, G10: raw tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G11: pan fry cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months, G12: pan fry over cooking tteokgalbi with gochujang storage 4 months ²⁾ RBC: red blood cell; HGB: hemoglobin concentration; HCT: hematocrit; MCV: mean cell volume; MCH: mean cell hemoglobin; MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW: red cell distribution width; PLT: platelet; WBC: white blood cell; NEU: neutrophils; LYM: lymphocytes; MONO: monocyte; EOS: eosinophils; BASO: basophils; ³⁾ Total-Bil: total bilirubin; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; GGT: gamma glutamyl transferase; BUN: blood urea nitrogen; Crea: Creatinine

-18℃에서 1-4달 저장한 떡갈비 및 고추장떡갈비를 조리한 후 일반 사료와 혼합하여 급여한 그룹 별 혈액 분석 결과는 Table 283~286에 나타내었다. 모든 혈액학적 분석 및 혈청학적 분석 결과 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 정상범위 내 수치를 보여 천연소재, 냉동 저장, 조리 방법에 따른 독성은 나타나지 않은 것으로 판단된다.

동물실험을 통하여 떡갈비 및 고추장떡갈비의 독성 검사를 위하여 체중, 장기 정상, 혈액 분석을 진행하였을 때, -18℃ 냉동 저장한 기간과 천연소재 적용에 따라서 나타나는 검사 결과는 정상범위의 수치를 보이며, 독성이 나타나지 않았음을 확인하였다. 반면 섭취량에 있어서 차이가 나지 않았음에도 체중은 고추장 처리하였을 때 감소하는 경향을 확인하였다. 천연소재에 의한 독성은 나타나지 않았지만, 독성 저감 또는 개선의 효과는 적다고 판단된다.

결론적으로 동물실험의 단기 독성 평가 결과 독성 기준치와 비교하였을 때, 독성이 나타나지 않았다. 냉장 또는 냉동 저장에 따른 실험 결과, 독성이 나타나지 않았고 큰 차이를 보이지 않았다. 조리 조건에 따른 실험 결과, 조리 및 과조리 가열 방법에서 독성이 나타나지 않았으며 차이가 발견되지 않았다. 블랙커런트 처리에 따른 실험 결과, 독성은 나타나지 않았고 섭취 효율에 있어서 증가하는 경향을 보였다. 고추장 처리에 따른 실험 결과, 독성은 나타나지 않았지만 다른 소재와 비교하였을 때 독성 저감 효과가 발견되지 않았다. 한방 처리에 따른 실험 결과, 독성은 나타나지 않았다. 따라서, 천연소재 처리는 육제품 적용 시 발생 가능한 독성의 저감 효과를 기대할 수 있고 식육가공품 섭취 시 긍정적인 효과를 확인할 수 있을 것이라고 판단된다.

2-4. 연구 개발 성과

가. 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일
1	Degradation of various insecticides in cooked eggs during <i>in vitro</i> human digestion	Environmental Pollution	김○상, 허○진	243	England	ELSEVIER	SCI	2018.12
2	Effects of Dipping Chicken Breast Meat Inoculated with <i>Listeria monocytogenes</i> in Lyophilized Scallion, Garlic, and Kiwi Extracts on Its Physicochemical Quality	Food Science of Animal Resources	김○진 조코○지오	39	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2019.06.
3	Effects of hemin and heating temperature on the mutagenicity and lipid oxidation of pork batter during <i>in vitro</i> human digestion with enterobacteria	Journal of Food Protection	김○상, 허○진	82	영국	International Association for Food Protection	SCI	2019.01
4	Purification of novel angiotensin converting enzyme inhibitory peptides from beef myofibrillar proteins and analysis of their effect in spontaneously hypertensive rat model	Biomedicine & Pharmacotherapy	이○연, 허○진	116	프랑스	ELSEVIER	SCI	2019.05
5	Effects of Number of Washes and Salt Treatment on the Quality Characteristics of Protein Recovered from Alaska Pollock and Pork Leg	Food Science of Animal Resources	진○근, 허○진	39	대한민국	한국축산식품학회	SCI	2019.06
6	Overview of the effect of natural products on reduction of potential carcinogenic substances in meat products	Trends in food science& technology	이○연, 허○진	2020	네덜란드	Elsevier	SCI	2020.03

7	Changes in the content and bioavailability of onion quercetin and grape resveratrol during in vitro human digestion	Foods	이○연, 허○진	6	스위스	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)	SCI	2020.05
8	Development of effective heparin extraction method from pig by-products and analysis of their bioavailability	Journal of animal science and technology	이○영, 허○진	6	대한민국	Korean Society of Animal Science and Technology	SCI	2020.11
9	Comparison of effects of two aging methods on the physicochemical traits of pork loin	Food Science of Animal Resources	진○근	62	대한민국	한국축산식품학회	SCI	2020.09
10	Effects of partial substitution of nitrites with purple-fleshed sweet potato powder on physicochemical characteristics of sausages	Journal of Animal Science and Technology	진○근	62	대한민국	한국축산학회	SCI	2020.10

나. 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	2018 한국식품저장유통학회 정기 학술대회	김○진, 김○욱, 함○상, 박○철, 박○선, 진○근, 허○진, 장○라	2018.11.16.	전남대학교	대한민국
2	65 th International Congress of Meat Science and Technology	조○우, 김○진, 김○욱, 장○라	2019.08.05.	Potsdam	Germany
3	2019 한국축산식품학회 국제 정기 학술대회	허○진	2019.05.23-2019.05.25	전남대학교	대한민국
4	2019 한국축산식품학회 국제 정기 학술대회	이○연	2019.05.23-2019.05.25	전남대학교	대한민국
5	2019 한국축산식품학회 국제 정기 학술대회	진○근	2019.05.23-2019.05.25	전남대학교	대한민국
6	52nd KoSFA International Symposium and Annual Meeting	김○진, 김○욱, 조○우, 권○선, 장○라	2020.10.30.	온라인	대한민국
7	52nd KoSFA International Symposium and Annual Meeting	조○우, 김○진, 권○선, 김○욱, 장○라	2020.10.30.	온라인	대한민국
8	2020 한국축산학회	이○연	2020.07.27-28	online	대한민국
9	2020 한국축산학회	강○진	2020.07.27-28	online	대한민국

다. 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

No	지식재산권 등 명칭	국명	출원		
			출원인	출원일	출원번호
1	가공육 내 다환방향족탄화수소류 동시분석방법	대한민국	장○라, 김○진, 김○욱, 허○진, 진○근, 박○선	2019.10.28.	10-2019-0134563
2	가열 조리 시 발생하는 헤테로사이클릭 아민 저감용 돼지고기 양념 조성물	대한민국	허○진, 강○진, 이○연, 이○영, 강○협	2020.09.17	10-2020-0119727

라. 전문 연구 인력 양성

No	분류	기준 년도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	학사양성	2018	1				1				1		
2	석사양성	2018		1				1	1				
3	석사양성	2018		1				1	1				
4	박사양성	2018	1					1	1				
5	학사양성	2019			1			1	1				
6	박사 후 연구원 양성	2019				1		1	1				
7	석사양성	2020		1				1					1
8	박사양성	2020	1					1					1
9	학사양성	2020			1		1				1		

마. 사업화 현황

(단위 : 명, 년)

No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생년도	기술 수명
							국내	국외		
1	자기실시	신제품 개발	국내	유해물질 저감한 육제품 개발	기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화에 따른 사업화	우진푸드	73,735, 870원		2019	

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

- 가열 삼겹살 및 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 분석 및 이를 저감시키는 천연소재 및 전통식품 발굴(3종)
- 천연소재 및 전통식품을 활용한 가열 삼겹살 유래 유해물질 저감(50% 이상) 기술 개발
- 천연소재 및 전통식품을 활용한 유해물질 저감 식육가공품 개발 및 산업화(삼겹살 1종, 육제품 3종)

3-2. 목표 달성여부

구분	과제	연구개발 계획	가중치 (%)	달성도 (%)
1 차 년 도	주관	시장조사를 통한 소비자의 육제품 소비성향 분석	10	100
		원부재료 구매처 확보 여부	10	100
		육제품 대량 생산 시스템 구축 여부	15	100
	제1 협동	기능성 천연소재 및 전통식품 3종 탐색	15	100
		삼겹살 최적 숙성조건 확립	10	150
	제2 협동	가열조건을 달리한 삼겹살에서 유해물질 확인 여부	10	100
		저장조건을 달리한 삼겹살의 가열조건별 유해물질 확인 여부	10	100
	위탁	실험동물 모델에서 가열조건을 달리한 삼겹살의 독성 구명 여부	10	100
		실험동물 모델에서 저장조건을 달리한 삼겹살의 가열조건별 독성 구명 여부	10	100
	2 차 년 도	주관	숙성 삼겹살 대량 생산 설비 구축 여부	10
숙성 삼겹살 시제품 생산			20	100
제1 협동		천연소재 및 전통식품을 적용한 숙성 삼겹살 1종 개발 여부	15	100
		천연소재 및 전통식품을 적용한 숙성 삼겹살 유통기한 설정 여부	10	100
제2 협동		천연소재 및 전통식품을 적용한 숙성 삼겹살에서 유해물질 저감 효능 여부	15	100
		숙성 삼겹살의 저장조건에 따른 유해물질 저감 효능 검증 여부	10	100
위탁		실험동물 모델에서 숙성 삼겹살의 단기/장기 급이에 의한 독성 저감 확인 여부	10	100
		실험동물 모델에서 숙성 삼겹살의 저장조건에 따른 독성 저감 효능 검증 여부	10	100

3 차 년 도	주관	전통 육제품 대량 생산 시스템 구축 여부	10	100
		천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품 4종 시제품 제조 및 상품화 여부	20	100
	제1 협동	천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품 3종 개발 여부	15	100
		천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품의 유통기한 설정 여부	10	100
	제2 협동	천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품에서 유해물질 저감 효능 검증	15	100
		천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품의 저장조건에 따른 유해물질 저감 효능 검증 여부	10	100
	위탁	실험동물 모델에서 천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품에서 단기/장기 식이에 의한 독성 저감 검증 여부	10	100
		실험동물 모델에서 천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품의 저장조건에 따른 독성 검증 여부	10	100

4. 연구 결과의 활용 계획

가. 활용방안

- 국내 유통 육제품의 유해물질 발생을 최소화 할 수 있는 제조 및 조리방법 개발 및 제시
- 국내 식육제품 소비자들에게 육제품의 조리 시 유해물질의 함량변화를 제시하여 안전성에 대한 불안감 해소
- 유해물질 저해 육가공제품 수요창출 및 소비자의 요구에 부응하는 신제품 개발
- 소비자에게 유해물질 최소화 조리방법 및 천연물질 정보 제공
- 우리나라 전통식품을 활용한 다양한 육제품 제조 기술의 보급
- 개발제품의 작업표준서, 제조공정도, 시험성적서, 품질관리지침서, 기계 작동 매뉴얼 등에 의한 현장 기술이전과 사후관리 및 지속적인 신제품개발 병행
- 주관 및 협동연구기관에서 사전 리스크 최소화 이후 참여기업 기술진에 대한 기술 교육 실시로 현장 보급 추진
 - 연구활동의 성과물을 현장 적용 이전 대학 내 “실험실공장”을 활용하여 제품을 사전 생산하여 현장에서 도출될 수 있는 문제를 바로 연구에 연계하여 해결한 후 산업체 제품기술 보급
- 대학과 산업체간 지식/기술 확산·공유를 위한 산학협력의 기초 아래 산학관련 협력체계를 활용한 세미나 및 기술교육 등을 이용 기술을 공개하여 전체 산업체 기술전파 및 산업화 추진
- 대부분의 연구 개발 결과들은 전문가가 아닌 산업체 종사자나 일반인들이 이해하기 어려웠기 때문에 전문가의 도움 없이 산업체에 적용하여 산업화 하는데 어려움이 있었음.
- 그러나 본 연구는 시각적인 연구 결과를 제공함으로써 전문가가 아닌 일반인도 좀 더 손쉽게 연구 결과를 이해하여 연구 결과의 활용도를 높일 수 있도록 함.

- 책자 형태의 연구보고서 뿐만 아니라 연구과정과 결과를 동영상과 이미지화 하여 PC나 스마트폰 등으로 볼 수 있게 제작함.
- 종료 후 2020년 유해물질 저해 육제품의 유통을 위해 기능성 천연 첨가물 첨가 및 반가열 제품을 개발하여 유통의 다양화(B2B)를 모색할 계획임.
- 종료 후 2021년 축산업 보호는 정부 단위에서도 명분이 있기 때문에 단체급식, 학교급식 등 산, 관 차원 협력강화로 업계의 판촉활동 지원모색과 홈쇼핑, 인터넷판매 및 대형마트에 동 기술개발제품 직매장 및 홍보관 개설 시 일부 추진비용 지원방안 강구를 통한 활용분야 확대 모색
- 개발을 특허출원 총 3건을 통해 지적재산권 보호
 - 가열조건에 따른 식육 및 육제품의 유해물질 규명
 - 식육 및 육제품의 가열조건에 따른 유해물질 독성 검증
 - 천연소재를 활용한 유해물질 저감기술 및 적용 제품
- 기술이전 총 2건을 통해 기술 보급 확대
 - 천연소재 적용 유해물질 저감 햄 -> 참여기업 외 타 육가공 업체 기술이전을 통한 생산
 - 천연소재 적용 유해물질 저감 소시지 -> 참여기업 외 타 육가공 업체 기술이전을 통한 생산
- 제품화 총 4건을 통한 사업 확대 성장
 - 천연소재 적용 유해물질 저감 식육가공품 (돈가스, 훈제오리, 떡갈비 및 숙성삼겹) -> (주)우진푸드
 - 19년 4건(10억원), 20-22년(매년 50억원), 23-24년(매년 60억원) -> 매출액 총 280억원
- 고용창출 총 9명을 통한 실업률 저하에 기여
 - 19년 1명, 20년 2명, 21년 1명, 22년 2명, 23년 1명, 24년 2명 - 17년 제 2 임대공장 및 18년 제 3 착공 공장 활용 고용

나. 기대성과

- 기술적 측면
 - 연구 결과가 이미지화됨으로써 해당기술을 보다 쉽게 다른 식품개발에 적용할 수 있을 것임.
 - 전문가가 아닌 일반인들이 본 연구 결과를 쉽게 이해하여 연구 결과의 활용도가 높아질 것임.
 - 소비자들에게 좀 더 안전하고 건강지향적인 식품의 개발이 가능할 것임.
 - 천연물질 첨가 육제품 개발로 육가공 관련 산업체 응용기술 향상 및 고부가가치가 제품 개발 기술력 향상
 - 천연물질 첨가 육제품 개발로 소비자 요구에 알맞은 건강한 육가공품 제조 기술 향상과 육가공 전반에 걸친 응용기술로 활용 가능
 - 천연 첨가물로의 전환으로 다양한 맛 창출 노하우와 건강기능성이 가능한 육제품 개발 기초 기술력 향상
 - 유해물질을 최소화할 수 있는 식육가공품의 저장 및 조리방법의 보급으로 국민건강 증진에 이바지
 - 유해물질 최소화를 통한 식육가공품 제조기술 확대 보급-> 기술력 확장
 - 기술력을 이용한 타 식품 확대 적용-> 사업화 확장
 - 특허 출원 및 등록 각 2건, 논문 SCI 5건, 등재지 3건, 학술발표 6건

○ 경제적·산업적 측면

- 가공식품의 품질 향상을 통해 산업체와 농업의 국제 경쟁력을 제고 할 수 있을 것임.
- 본 연구개발을 통해 건강하고 안전한 육제품으로 인식이 높아져 축산농가 및 유통, 육가공 산업의 동반 발전이 기대됨.
- 최근 소비자의 안전한 먹거리에 대한 요구에 맞추어 천연물을 활용한 육가공품 개발에 따라 육제품의 소비를 유도 할 수 있어 전체 축산물의 소비 촉진이 가능함.
- 연간 약 1,881억원으로 추산되는 육제품 첨가물 중 10%를 대체할 경우 연간 188억원의 부가가치 창출효과 기대되며 건강기능식품이 전체 식품 중 1.5%의 시장을 형성하고 있는 점을 고려하면 축산물가공제품 9,954억원 중 연간 약 149억원의 가치 창출효과가 예상됨.
- 기능성 물질 함유 천연소재 및 육제품 원료육의 소비 확대가 기대되며, 이에 다른 생산농가 및 관련 업체의 수익 창출 효과가 있을 것으로 예상됨.
- 본 연구개발을 통하여 천연물 활용 제품을 개발하여 차별화된 육제품을 마케팅 전략과 홍보 전략을 세워서 참여기관인 (주)우진푸드의 유통 판매망을 이용해 유통경로 다양화를 통하여 산업화 할 계획임.
- 유해물질 저감화 기술을 이용하여 식품을 개발하는 새로운 패러다임의 신성장 산업을 만들어 낼 수 있을 것임.
- 기술이전 2건 및 기술료 16백만원, 제품화 4건 및 매출액 50억원, 고용 창출 9명, 홍보전시 4건, 인력양성 7건

다. 파급 효과

(단위 : 백만원)

항목	산업화 기준						계
	종료년도 2020	종료 1년후 2021	종료 2년후 2022	종료 3년후 2023	종료 4년후 2024	종료 5년후 2025	
직접경제효과	1,000	5,000	5,000	5,000	6,000	6,000	28,000
경제적 파급효과	7,989	7,989	7,989	7,989	7,989	7,989	47,934
합계	8,989	12,989	12,989	12,978	13,989	13,989	75,934

- 직접 경제효과 : 19년 돈가스, 훈제오리, 떡갈비 및 숙성삼겹 생산물량(1,464톤)의 10%, 21-22년 50%, 24-25년 60% 적용 활용
- 경제적 파급효과 : 매년 매출액 상승 추정치(육제품 생산액(약1.77조원)의 0.3%×1.5만원=약 80억원)
- 총 경제효과 : 직접 경제효과 + 경제적 파급효과 = 19년 약 90억원, 20-24년 130-140억원
- 육제품의 조리 시 발생할 수 있는 유해물질의 저감화는 전 세계 모든 국가의 관심대상이기 때문에 제품개발에 성공할 경우 신성장 산업을 발굴할 수 있음.
- 국내 축산업 발전 및 식품산업 전반에 확대 적용하여 식품산업 발전에 이바지할 수 있음.
- 유해물질 저감화 식품의 섭취를 통해 국민건강증진에 이바지할 수 있음.

붙임. 참고문헌

- Abdulkarim, B. G., & J. S. Smith. (1998). Heterocyclic amines in fresh and processed meat products. *J. Agric. Food Chem.* 46(11), 4680-4687.
- Bekim, S. & David, I. R. (2006) Benzopyrene exposure disrupts DNA methylation and growth dynamics in breast cancer cells. *Toxicol. Appl. Pharm.* 216(3), 458-468.
- Bhattacharya, R. K., Francis, A. R., & Shetty, T. K. (1987). Modifying role of dietary factors on the mutagenicity of aflatoxin B1: in vitro effect of vitamins. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 188(2), 121-128.
- Bover-Cid. *et al.* (2001). Amino acid-decarboxylase activity of bacteria isolated from fermented pork sausages. *Int. J. Food Microbiol.* 66, 185-189.
- Bozkurt, H., & Erkmén, O. (2004). Effects of temperature, humidity and additives on the formation of biogenic amines in sucuk during ripening and storage periods. *Food science and technology international*, 10(1), 21-28.
- Buege JA, Aust SD. (1978). Microsomal lipid peroxidation. *Method Enzymol*, 52, 302-310
- Chiu, C. P., D. J. Yang, and B. H. Chen. (1998). Formation of heterocyclic amines in cooked chicken legs. *J. Food Prot.* 61(6), 712-719.
- Choi, S. H. et al. (2009). Dietary Intake of Food Additive by Korean Population-sulfur dioxide, nitrite. National Institute of Food and Drug Safety Evaluation.
- Colin, C., Narbonne, J. F., Migaud, M. L., Grolier, P., Cassand, P., & Pellissier, M. A. (1991). Lipid peroxidation and benzo [a] pyrene activation to mutagenic metabolites: in vivo influence of vitamins A, E and C and glutathione in both dietary vitamin A sufficiency and deficiency. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 246(1), 159-168.
- Dashdorj, A., Jyothi, K., Lim, S., Jo, A., Nguyen, M. N., Ha, J., ... & Kim, S. S. (2013). Mitochondria-targeted antioxidant MitoQ ameliorates experimental mouse colitis by suppressing NLRP3 inflammasome-mediated inflammatory cytokines. *BMC Med*, 11(178.10), 1186.
- De la Torre, C. A. L., & Conte-Júnior, C. A. (2013). Chromatographic methods for biogenic amines determination in foods of animal origin. *Braz. j. vet. res. anim. sci*, 50(6), 430-446.
- de la Torre, C. A. L., & Conte-Júnior, C. A. (2013). Chromatographic methods for biogenic amines determination in foods of animal origin. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 50(6), 430-446.
- Duflos, G. (2009). Histamine risk in fishery products. *Bulletin De L Academie Veterinaire de France*, 162(3), 241-246.
- Eerola, S., Hinkkanen, R., Lindfors, E., & Hirvi, T. (1993). Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry sausages. *Journal of AOAC International*, 76(3), 575-577.
- Felton, J. S., & Knize, M. G. (1990). Heterocyclic-amine mutagens/carcinogens in foods. In *Chemical carcinogenesis and mutagenesis I*. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 471-502.

- Ferguson, L. R. (2010). Meat and cancer. *Meat Science*, 84(2), 308-313.
- Hah, K. H., Ahn, C. N., Joo, S. T., Park, G. B., Sung, N. J., Park, K. H., & Chung, K. Y. (2005). Physical Characteristics of Seasoning Pork during Aging at Cold Temperature. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 25(4), 397-402.
- Halász, A. *et al.* (1994). Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends Food Sci.* 5, 42-48.
- Herrmann, S. S., Duedahl-Olesen, L., Christensen, T., Olesen, P. T., & Granby, K. (2015). Dietary exposure to volatile and non-volatile N-nitrosamines from processed meat products in Denmark. *Food and Chemical Toxicology*, 80, 137-143.
- Honikel, K. O. (2004). Curing agents. In: W. K. Jensen, C. Devine, & M. Dikeman (Eds.), *Encyclopedia of meat sciences*. Oxford, UK : Elsevier Ltd., 195-201.
- http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20151101000018&md=20151102003328_BL
- IARC Monographs (<http://monographs.iarc.fr>)
- International Agency for Research on Cancer, IARC. (1978). IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Vol. 17. Some N-nitroso compounds.
- International Agency for Research on Cancer, IARC. (2015). Consumption of red meat and processed meat. IARC Working Group. Lyon; 6-13 September, Vol. 114.
- Kim, D. S., Song, Y. R., Muhlisin, M., Seo, T. S., Jang, A., Lee, S. K., & Pak, J. I. (2013). The effects of Doenjang (Korean traditional fermented soy bean paste) powder on the quality and shelf-life of chicken sausages during storage. *Korean Journal of Poultry Science*, 40(4), 315-325.
- Kim, J. H., Ahn, H. J., Lee, J. W., Park, H. J., Ryu, G. H., Kang, I. J., & Byun, M. W. (2005). Effects of gamma irradiation on the biogenic amines in pepperoni with different packaging conditions. *Food Chemistry*, 89(2), 199-205.
- Kobayashi, J., Ohtake, K., & Uchida, H. (2015). No-rich diet for lifestyle-related diseases. *Nutrients*, 7(6), 4911-4937.
- Kokatnur, M. G., Murray, M. L., & Correa, P. (1978). Mutagenic properties of nitrosated spermidine. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 158(1), 85-88.
- Komprda, T., Smělá, D., Pechová, P., Kalhotka, L., Štencl, J., & Klejdus, B. (2004). Effect of starter culture, spice mix and storage time and temperature on biogenic amine content of dry fermented sausages. *Meat science*, 67(4), 607-616.
- Latorre-Moratalla, M. L., Bover-Cid, S., Aymerich, T., Marcos, B., Vidal-Carou, M. C., & Garriga, M. (2007). Aminogenesis CON in fermented sausages manufactured with pressurized meat batter and starter culture. *Meat Science*, 75(3), 460-469.
- Lee, J. H., Back, Y. M., Lee, K. G., & Shin, H. S. (2008). Comparison of different solid-phase extraction methods for the analysis of heterocyclic amines from pan-fried pork meat. *Korean J. Food Sci. An* 28(5), 637-644.
- Lee, J. Y., & Kunz, B. (2005). The antioxidant properties of baechu-kimchi and

- freeze-dried kimchi-powder in fermented sausages. *Meat Science*, 69(4), 741-747.
- Lee, K. T., Kang, J. O., Kim, C. J., Lee, M., Lee, S. K., Lee, J. Y., & Choi, S. H. (2005). Studies on the regulation for use, metabolism, intake, and safety of sodium nitrite in meat products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 25(1), 103-120.
 - Lundberg, J. O., Weizberg, E., Cole, J. A., & Benjamin, N. (2004). Nitrate, bacteria and human health. *Nature Reviews Microbiology*, 2(7), 593-602.
 - Mbarki, R., Sadok, S., & Barkallah, I. (2008). Influence of gamma irradiation on microbiological, biochemical, and textural properties of bonito (*Sarda sarda*) during chilled storage. *Food Science and Technology International*, 14(4), 367-373.
 - Michalak, J., Gujska, E., & Kuncewicz, A. (2013). RP-HPLC-DAD studies on acrylamide in cereal-based baby foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 32(1), 68-73.
 - Min, J. S., Lee, S. O., Jang, A., Lee, M., & Kim, Y. (2004). Production of biogenic amines by microflora inoculated in meats. *Asian Australasian Journal Of Animal Sciences*, 17(10), 1472-1478.
 - Min, J. S., Lee, S. O., Jang, A., Lee, M., & Kim, Y. (2004). Production of biogenic amines by microflora inoculated in meats. *Asian Australasian Journal Of Animal Sciences*, 17(10), 1472-1478.
 - Naila, A., Flint, S., Fletcher, G., Bremer, P., & Meerdink, G. (2010). CON of biogenic amines in food—existing and emerging approaches. *Journal of Food Science*, 75(7). R139-R150.
 - Nimse, S. B., & Pal, D. (2015). Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *Rsc Advances*, 5(35), 27986-28006.
 - Oh, H. J., & Kim, C. S. (2008). Optimum formulation of Kochujang seasoning sauce with the addition of fruit and vegetable extract for pork Bulgogi. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 37(4), 505-511.
 - Pampanin, D. M., & Sydnes, M. O. (2013). Polycyclic aromatic hydrocarbons a constituent of petroleum: presence and influence in the aquatic environment. In *Hydrocarbon*. InTech. 83-118.
 - Parker, R. S. (1996). Absorption, metabolism, and transport of carotenoids. *The FASEB Journal*, 10(5), 542-551.
 - Potera, C. (2016). Red meat and colorectal cancer: exploring the potential HCA connection. *Environmental health perspectives*, 124(10), A189.
 - Puangsombat, K., Gadgil, P., Houser, T. A., Hunt, M. C., & Smith, J. S. (2012). Occurrence of heterocyclic amines in cooked meat products. *Meat Science*, 90(3), 739-746.
 - Sebranek, J. G., & Bacus, J. N. (2007). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues?. *Meat Science*, 77(1), 136-147.
 - Shalaby, A. R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29(7), 675-690.
 - Shamberger, R. J., Corlett, C. L., Beaman, K. D., & Kasten, B. L. (1979). Antioxidants reduce the mutagenic effect of malonaldehyde and β -propiolactone: Part IX, antioxidants

and cancer. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 66(4), 349-355.

- Sugimura, T., Kawachi, T., Nagao, M., Yahagi, T., Seino, Y., Okamoto, T., Shudo, K., Kosuge, T., Tsuji, K., Wakabayashi, K., Iitaka, Y., & Itai, A. (1977) Mutagenic Principle(s) in Tryptophan and Phenylalanine Pyrolysis Products. *P. Jap. Acad.* 53(1), 58-61.
- Taylor, S.L. (1985). Histamine food poisoning associated with fish, cheese and other foods. *World Health Organization. WPH/FOS.* 85(1), 1-47.
- Trafialek, J., & Kolanowski, W. (2014). Dietary exposure to meat-related carcinogenic substances: is there a way to estimate the risk?. *International journal of food sciences and nutrition*, 65(6), 774-780.
- Wenzl, T., Simon, R., Anklam, E., & Kleiner, J. (2006). Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food and the environment needed for new food legislation in the European Union. *Trends Anal. Chem.* 25(7), 716-725.
- Wong, D., Cheng, K. W., & Wang, M. (2012). Inhibition of heterocyclic amine formation by water-soluble vitamins in Maillard reaction model systems and beef patties. *Food chemistry*, 133(3), 760-766.
- Yoon, Y., & Kim, K. (2013). A qualitative study on consumers' perceptions of food safety risk factors. *Journal of Korean Home Management Association*, 31(4), 15-31.
- Yurcnko, S., & Mölder, U. (2006). Volatile N-nitrosamines in various fish products. *Food chemistry*, 96(2), 325-333.
- 김경자, 윤여임. (2013). 식품안전 위해요인에 대한 소비자 인식. *Journal of Korean Home Management Association.*, 31(4), 15-31
- 농림축산식품부 & 한국농수산물유통공사. (2017). 2017년 식품산업 주요통계.
- 농림축산식품부. (2017). 2017 식품통계(국내편).
- 대한영양사협회 & 한국식품건강소통학회. (2015). 육류와 함께 먹으면 발암 위험을 낮출 수 있는 식품 10가지.
- 보건산업진흥원. (2008). 국내 건강기능식품 산업 시장동향.
- 식품안전나라. (2018). 건강기능식품정보. <http://www.foodsafetykorea.go.kr>
- 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원. (2017). 보도자료 ; 조리·가공 중 자연 발생하는 벤조피렌! 과일, 채소와 함께 드시면 안심돼요!
- 식품의약품안전처. (2017). 2016 건강기능식품 국내 시장 규모 동향 분석.
- 연구성과실용화진흥원. (2016). 건강기능식품 시장 동향
- 이근택 등. (2005). 육가공품에 사용되는 아질산염의 사용기준, 대사, 섭취량과 안전성에 대한 조사 연구. *Korean J. Food Sci. An.* 25(1), 103-120.

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발				
	(영문) Development and commercialization of harmful substance-reduced meat products using natural substances and Korean traditional foods				
주관연구기관	(주)우진푸드		주 관 연 구 책 임 자	(소속) (주)우진푸드	
참 여 기 업	해당사항없음			(성명) 박태선	
총연구개발비 (992천원)	계	992 천원	총 연 구 기 간	2018.04.01.~2020.12.31. (2년 9개월)	
	정부출연 연구개발비	743 천원	총 참 연 구 원 수	총 인 원	26
	기업부담금	-		내부인원	23
	연구기관부담금	249 천원		외부인원	3
<p>❖ 연구개발 목표 및 성과</p> <p>○ 연구개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> • 최종 목표 : 기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생가능한 유해물질 저감화 기술개발 산업화 - 기능성 천연소재와 전통식품 탐색 및 가열조건에 따른 삼겹살 유해물질 및 독성 구명 - 기능성 천연소재와 전통식품 함유 숙성 삼겹살의 유통기한 설정과 유해물질 및 독성 저감 효능 검증 - 기능성 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 유통기한 설정과 유해물질 및 독성 저감 효능 검증 및 산업화 • 연구 성과 - 기술이전 2건, 기술료 8.8백만원, 매출액 180백만원, 고용창출 28명 - 지식재산권(특허) 2건 출원 - SCI급 학술 논문 10건, 학술발표 9건, 인력양성 10명, 홍보전시 2건, 교육지도 4건 <p>❖ 연구내용 및 결과</p> <p>○ 기능성 천연소재와 전통식품 탐색 및 가열조건에 따른 삼겹살 유해물질 및 독성 구명</p> <ul style="list-style-type: none"> • 총 23가지 재료 중 천연재료 5가지(클로브분말, 계피분말, 홍차추출물분말, 생강분말, 블랙커런트분말) 및 전통식품 1가지(고추장)를 선택 • 백색돈 삼겹살의 최적 숙성조건 : 숙성온도(0℃), 숙성방법(건식 걸기법), 숙성기간(1주) • 백색돈 등심의 최적 숙성조건 : 숙성온도(0℃), 숙성방법(건식 걸기법), 숙성기간(1주) • 저장기간이 증가함에 따라 삼겹살 내 BAs 함량이 증가하였으며 이는 저장 온도가 높을수록(9℃) 급격하게 증가함. • 삶기/팬프라이/바비큐 조리 방법 중 삶기 방법은 삼겹살 내 BAs 함량을 감소시켰으며, 바비큐 조 					

리시 PAHs 함량이 증가하였으며 과조리 시 그 함량이 더욱 증가함.

- 조리 방법에 따른 숙성 삼겹살의 HCAs 함량은 과조리 시 증가하였고, 저장 기간이 짧을수록 HCAs 함량이 감소하였음.
- 저장 기간에 따른 동물 실험 결과, 0일차 저장한 삼겹살에서 상대적으로 높은 간질환, 염증질환을 나타내는 혈액분석 수치가 나타났지만, 장기 성장, 사료 효율, 증체량 등 전반적인 단기 독성 검사 결과 저장 기간에 따라 독성이 발생하지 않음.
- 조리 방법에 따른 단기 독성 결과는 정상범위 내 수치를 보였으며, 유의적 차이가 나타나지 않음.
- 백색돈 및 흑색돈에 따른 동물 실험 결과, 유의적인 차이를 보이지 않았고, 정상으로 확인하였음.

○ 기능성 천연소재와 전통식품 함유 숙성 삼겹살의 유통기한 설정과 유해물질 및 독성 저감 효능 검증

- 백색돈과 흑색돈을 재료로 블랙커런트, 한방, 고추장이 각각 첨가된 숙성 삼겹살을 제조함.
- 백색돈 : T3(고추장)>T1(한약액)>T2(블랙커런트)>대조구 순으로 냉장온도/2주간 유통 가능
- 흑색돈 : T3(고추장)>T1(한약액)>대조구>T2(블랙커런트) 순으로 냉장온도/2주간 유통 가능
- 블랙커런트, 한방, 고추장 첨가 숙성삼겹살은 삼겹살 내 바이오제닉 아민 생성을 억제하였으며, 그 효과는 고추장,블랙커런트 > 한방 순으로 나타남.
- 블랙커런트, 한방, 고추장 첨가 숙성삼겹살은 바비큐 조리 시 삼겹살 내 PAHs 생성을 억제시켰으며 최대 69.57%의 저해율을 나타냄.
- 블랙커런트, 한방, 고추장 첨가 숙성삼겹살을 바비큐 조리 시 생성되는 HCAs 함량은 블랙커런트 숙성삼겹살에서 가장 많이 저감되었음.
- 마우스에 블랙커런트, 한방, 고추장 첨가 숙성삼겹살 급여에 따른 독성 평가 결과, 독성 기준치와 비교하였을 때 모두 정상범위를 나타내었음.
- 저장 기간에 따른 동물 실험 결과, 모든 저장일차에서 독성이 나타나는 수준은 아니었지만 1일차 저장한 삼겹살에서 상대적으로 낮은 독성 수치를 확인하였음.
- 조리 방법에 따른 동물 실험 결과, 비가열, 팬프라이닝 과조리 및 바비큐 과조리 가열 방법에서 차이가 나타나지 않았으며, 정상으로 확인하였음.
- 블랙커런트, 한방, 고추장 첨가 숙성삼겹살 급여에 따른 동물 실험의 결과, 모든 처리구에서 독성이 나타났다는 수치를 보이지 않았지만, 블랙커런트 소재를 적용한 삼겹살에서 상대적으로 낮은 수치를 확인하였음.
- 따라서, 블랙커런트를 적용하여 조리 시 식품 내 긍정적인 효과를 기대할 수 있음.

○ 기능성 천연소재와 전통식품 함유 육제품의 유통기한 설정과 유해물질 및 독성 저감 효능 검증 및 산업화

- 돈가스에 블랙커런트 1.43% 처리 시 DPPH 라디칼 소거능도 높고, 정균 효과가 있으며, -18℃/9개월 보관 시에도 큰 품질 변화 없이 저장지표인 TBARS, VBN 및 균수 모두 가식권 범위 이내임.
- 떡갈비에 고추장 21.58% 처리 시 -18℃/9개월 보관시에도 큰 품질 변화 없이 저장지표인 TBARS, VBN 및 균수 모두 가식권 범위 이내임.
- 훈제삼겹에 한약액 0.24% 처리 시 정균 효과가 있고, -18℃/9개월 보관 시에도 큰 품질 변화 없이 저장지표인 TBA, VBN 및 균수 모두 가식권 범위 이내임.
- 블랙커런트돈가스는 저장기간 동안 부패성 미생물의 증식을 저해시키고, 냉장저장 시 생성된 BAs를 최대 70% 감소시킴. 팬프라이닝 조리 시 생성되는 PAH를 감소시켰으며, 주요 4PAH에 대해 최대 61.5% 저해율을 나타냄. 하지만 이러한 감소효과는 냉장저장, 냉동저장에 의해 감소함. 블랙커런트돈가스는 HCAs를 최대 71.8% 감소시킴.
- 한방훈제삼겹살은 저장기간 동안 부패성 미생물의 증식을 저해시켰으며, 냉장저장 시 생성된 BAs

를 최대 14.25% 감소시켰음. 팬프라이닝 조리 시 생성되는 PAH를 최대 20% 감소시켰으나, 이와 같은 감소 효과는 냉장저장, 냉동저장에 의해 감소함. 반면에 한방훈제삼겹살은 HCAs를 최대 72.39% 감소시킴.

- 고추장떡갈비는 저장기간 동안 부패성 미생물의 증식을 저해시켰으며, 냉장저장 시 생성된 BAs를 최대 25.22% 감소시켰음. 고추장떡갈비는 팬프라이닝으로 생성되는 총 16PAH 합량을 16.71% 억제시켰으며 주요 4PAH는 검출되지 않았음. 냉장저장 시 최대 48.98%의 PAH 억제 효과를 나타내었지만 냉동저장 시 19.76%의 저해효과를 나타내었음. 또한, 냉장 또는 냉동저장 시 고추장떡갈비는 최대 64.79%의 HCAs를 감소시킴.
- 특히 본 사업으로 개발된 가공육 내 PAHs 중 벤조피렌 수준은 EU 기준(COMMISSION REGULATION (EU) No 835, 2011) 대비 100% 감소시켰음.
- BAs의 경우 FDA와 EU에서 수산물에 대한 히스타민 및 티라민에 대해 잔류허용기준을 제시하고 있으며, 본 사업으로 개발된 가공육 내 히스타민과 티라민은 FDA 기준(FDA, 2001) 대비 각각 98.89%와 73.89% 감소시켰음.
- 식품의약품안전처에서 주관한 HCAs 합량 평가 보고서(2007)를 기준 대비하였을 때 본사업으로 개발된 가공육 내 HCAs 합량이 55% 감소되었음.
- 동물실험의 단기 독성 평가 결과 독성 기준치와 비교하였을 때, 모두 정상범위를 나타내었음.
- 냉장 또는 냉동 저장에 따른 블랙커런트돈가스, 한방훈제삼겹살, 고추장떡갈비의 독성 평가 결과, 독성이 나타나지 않았고 큰 차이를 보이지 않았음.
- 조리 조건에 따른 실험 결과, 조리 및 과조리 가열 방법에서 독성이 나타나지 않았으며 차이가 발견되지 않았음.
- 돈가스 및 블랙커런트돈가스의 경우 모두 독성이 나타나지 않았고, 블랙커런트 처리에 따라 섭취 효율이 증가하는 경향을 보였음.
- 떡갈비 및 고추장떡갈비의 경우 모두 독성이 나타난다는 수치에 이르지 않았음.
- 훈제삼겹살 및 한방훈제삼겹살의 경우 독성은 나타나지 않았고, 한방 처리에 따라 차이가 나타나지 않았음.
- 따라서, 모든 천연소재 및 전통식품 처리 시 독성이 나타나지 않았으며, 특히 블랙커런트는 육제품 적용 시 긍정적인 효과를 기대할 수 있음.

❖ 연구성과 활용실적 및 계획

○ 기술적 측면

- 연구 결과가 이미지화됨으로써 해당기술을 보다 쉽게 다른 식품개발에 적용할 수 있을것임.
- 천연물질 첨가 육제품 개발로 육가공 관련 산업체 응용기술 향상 및 고부가가치가 제품 개발 기술력 향상
- 천연물질 첨가 육제품 개발로 소비자 요구에 알맞은 건강한 육가공품 제조 기술 향상과 육가공 전반에 걸친 응용기술로 활용 가능
- 천연 첨가물로의 전환으로 다양한 맛 창출 노하우와 건강기능성이 가능한 육제품 개발 기초 기술력 향상
- 유해물질을 최소화할 수 있는 식육가공품의 저장 및 조리방법의 보급으로 국민건강 증진에 이바지
- 유해물질 최소화를 통한 식육가공품 제조기술 확대 보급 → 기술력 확장
- 기술력을 이용한 타 식품 확대 적용 → 사업화 확장

○ 경제적·산업적 측면

- 가공식품의 품질 향상을 통해 산업체와 농업의 국제 경쟁력을 제고 할 수 있을것임.
- 본 연구개발을 통해 건강하고 안전한 육제품으로 인식이 높아져 축산농가 및 유통, 육가공 산업의 동반 발전이 기대됨.

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	118039-03-1-CG000		
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야	동물소재공학, 기능성식품		과제구분	단위	
사업명	고부가가치식품기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 저감화 기술개발		과제유형	개발	
연구기관	2018.04.01.~2020.12.31. (33개월)		연구책임자	박태선	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2018.04.01.~2018.12.31.	206	69	275
	2차년도	2019.01.01.~2019.12.31.	262	88	350
	3차년도	2020.01.01.~2020.12.31.	275	92	367
	계	2018.04.01.~2020.12.31.	743	249	992
참여기업	해당사항없음				
상대국	해당사항없음	상대국연구기관	해당사항없음		


2. 평가일 : 2020.12.31.

3. 평가자(연구책임자) : 박태선

소속	직위	성명
(주) 우진푸드	연구소장	박태선

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 박태선

본인은 평가대상 과제에 대한 연구 결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	
-----	---

I. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

당초 연구 목표에 대비 연구 결과를 모두 충족시켰으며, 연구개발결과를 발표하여 SCI급 저널 10건, 학술발표 9건을 달성함. 또한 연구개발결과를 바탕으로 제품화 4건, 기술이전 2건 (기술료 8.8백만원), 매출액 180백만원을 창출함.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 아주우수

국내 축산업 발전 및 식품산업 전반에 확대 적용하여 식품산업 발전에 이바지할 수 있으며, 유해물질 저감화 식품의 섭취를 통해 국민건강증진에 이바지할 수 있음.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 아주우수

국내 축산업 발전 및 식품산업 전반에 확대 적용하여 식품산업 발전에 이바지할 수 있으며, 유해물질 저감화 식품의 섭취를 통해 국민건강증진에 이바지할 수 있음.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 아주우수

해당 연구과제 목표에 부합하는 연구를 모두 진행하였으며, 연구수행에 있어서 성실도가 매우 높았음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 아주우수

- ✓ 기술이전 2건, 기술료 8.8백만원, 매출액 180백만원, 고용창출 28명
- ✓ 지식재산권(특허) 2건 출원
- ✓ SCI급 학술 논문 10건, 학술발표 9건, 인력양성 10명, 홍보전시 2건, 교육지도 4건

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
가열 삼겹살에서 발생 가능한 유해물질을 저감시키는 천연소재 발굴	40	100	<ul style="list-style-type: none"> 가열조건에 따른 삼겹살 내 유해물질(BAs, PAHs, HCAs) 규명 가열조건에 따른 삼겹살 유해물질 독성 검사 실시 유해물질 저해 천연소재 및 전통식품(한방, 블랙커런트, 고추장) 발굴
천연소재 및 전통식품을 활용한 가열 삼겹살 유해물질 저감 기술 개발	30	100	<ul style="list-style-type: none"> 천연소재 및 전통식품을 활용한 숙성삼겹살 3종 개발 천연소재 및 전통식품을 활용한 숙성 삼겹살 내 유해물질(BAs, PAHs, HCAs) 저감 효과 규명 천연소재 및 전통식품을 활용한 숙성 삼겹살 유해물질 독성 검사 실시
전통식품을 활용한 전통 식육가공품 개발 및 천연소재를 이용한 유해물질 저감 및 산업화	30	100	<ul style="list-style-type: none"> 전통식품 및 천연소재 적용 식육가공품의 가열조건에 따른 유해물질 및 독성 저감 효능 검증 전통식품 및 천연소재 적용 식육가공품(3종) 시제품 개발 및 산업화 전통식품 및 천연소재 적용 숙성 삼겹살 대량생산시스템 구축 및 산업화
합계	100	-	-

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 기능성 천연소재 및 전통식품을 활용한 식육 가공품 개발 연구를 통해 관련 육제품 3종을 개발하였고 코로나로 인해 소비가 축소되고 시장이 침체되는 산업현장의 변화에도 불구하고 180백만원의 매출액을 달성하였음.
- 또한 식육 내 유해물질(바이오테트라아민, 헤테로사이클릭아민, 다환방향족탄화수소)을 50% 저감화 시킬 수 있는 기술을 확보하였고 정량적 성과로서 지식재산권(특허출원 및 등록 각 2건, 논문 8건 등) 확보 및 기술이전을 달성하였으며 관련개발기술에 대한 내용을 식품산업기술 분야 상위 1%국제학술지에 게재하여 본 연구결과를 국내외 홍보하였음. 위 내용을 종합적으로 자체 분석한 결과, 본 연구 사업은 매우 우수한 성과를 달성한 것으로 판단됨.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 연구 과제 수행 기간 중 특히 3차년도에 코로나19 대유행으로 식품산업계가 침체되어 소비가 위축되었고 본 연구 과제를 통해 개발한 육제품의 매출액이 당초 예상(2억)보다 낮은(1.8억) 수준을 보였음.

- 사업화 실적 중 고용창출의 경우 당초 성과계획은 1명이었으나 총 28명을 인력을 채용하였음.
- 본 연구 과제계획상 특허 출원 1건, 등록 1건이었으나 특허 출원 2건을 달성하였으며 연구 종료 후 5년 이내에 등록 1건을 달성예정임. 또한, 현재 특허 등록 2건이 진행 중에 있으며, 종료 후에 특허 등록 2건을 완료하여 기술력을 확보할 예정임.
- 기존 과제계획서에는 훈제삼겹살과 떡갈비 제품에 대한 냉장 저장 후 유해물질 저감효과에 대한 평가를 진행 -> 실제 유통되는 형태를 고려하여 냉동 저장 실험을 추가하였음.
- 학술성과 중 SCI 3건, 비SCI 2건 -> 실제 달성은 SCI 10건으로 상향 달성하였음.
- 당초 연구 계획에는 없었으나 본 과제의 성공적인 수행을 통해 도출된 결과를 일반인을 대상으로 한 교육지도 4건을 신규 달성하였음.
- 연구 결과를 ‘Food Science & Technology’ 분야 상위 1% 국제 저널인 ‘Trends in Food Science & Technology’ 에 게재하여 본 연구 결과의 우수성을 국내외에 홍보하였음.
- 주관연구기관(참여기업)이 수행하는 3차년도 연구 내용 중 ‘천연소재 및 전통식품을 적용한 육제품에 대한 소비자 선호도 조사’ 부분은 COVID-19로 인해 소비자들에게 육제품을 시식 및 평가가 불가능하여 수행할 수가 없었음. 그러나 COVID-19의 유행이 감소될 것으로 예상되는 2021년 6~7월경 소비자 평가를 실시 예정임.

3. 연구 결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- **활용계획**
 - ✓ 천연소재 및 전통식품을 이용한 1종의 숙성 삼겹살 및 3종의 육제품 상품화
 - ✓ 개발된 육제품을 오프라인(원할머니보쌈, 이바돔감자탕, 놀부)과 온라인(쿠팡, 11번가, 농협몰) 유통판매장을 이용해 지속적인 판매확대 추진
 - ✓ 식육 및 육제품에서 생성된 유해물질 및 독성저감 기술의 지식재산권(특허출원 및 등록 각 2건, 논문 8건 등) 확보 및 기술이전 예정임
- **기대효과**
 - ✓ 육제품에 대한 소비자의 부정적 인식 개선 효과 및 육제품 소비확대 기대
 - ✓ 식육 및 육제품에서 발생하는 유해물질 및 독성저감으로 국민 건강증진 견인
 - ✓ 천연소재 및 전통식품의 활용 가치 증대 및 부가가치 창출 효과
 - ✓ 안전한 육제품 개발로 축산농가 및 육가공 관련 산업의 동반 발전 기대
 - ✓ 식품첨가물 연간 188억원의 부가가치 창출효과 및 축산물가공제품 연간 약 149억원의 가치 창출효과 기대

IV. 보안성 검토 : 해당없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	식품, 식품영양, 기능성식품 및 소재	
연구과제명	기능성 천연소재 및 전통식품을 활용하여 식육가공품에서 발생가능한 유해물질 저감화 기술개발			
주관연구기관	(주) 우진푸드		주관연구책임자	박태선
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	743 천원	-	249 천원	992 천원
연구개발기간	2018.04.01. ~ 2020.12.31.			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구 결과
① 가열 삼겹살 및 식육가공품에서 발생 가능한 유해물질 분석 및 이를 저감시키는 천연소재 및 전통식품 발굴(3종)	<ul style="list-style-type: none"> • 천연소재 2종 발굴 : 한방, 블랙커런트 • 전통식품 1종 발굴 : 고추장
② 천연소재 및 전통식품을 활용한 가열 삼겹살 유래 유해물질 저감(50% 이상) 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 천연소재 및 전통식품(한방, 고추장, 블랙커런트) 활용하여 가열 삼겹살 내 BAs 생성 최대 79.69% 저감 • 천연소재 및 전통식품(한방, 고추장, 블랙커런트) 활용하여 가열 삼겹살 내 PAHs 생성 최대 69.57% 저감 • 천연소재 및 전통식품(한방, 고추장, 블랙커런트) 활용하여 가열 삼겹살 내 HCAs 생성 최대 79.90% 저감
③ 천연소재 및 전통식품을 활용한 유해물질 저감 식육가공품 개발 및 산업화(삼겹살 1종, 육제품 3종)	<ul style="list-style-type: none"> • 유해물질 저감 삼겹살 3종 개발(한방삼겹살, 블랙커런트삼겹살, 고추장삼겹살) • 유해물질 저감 육제품 3종 개발(블랙커런트돈가스, 한방훈제삼겹살, 고추장떡갈비) • 블랙커런트돈가스 내 BAs, PAHs, HCAs 생성 최대 70.0%, 61.5%, 71.85% 저감. • 한방훈제삼겹살 내 BAs, PAHs, HCAs 생성 최대 14.25%, 20.85%, 72.39% 저감. • 고추장떡갈비 내 BAs, PAHs, HCAs 생성 최대 25.22%, 35.51%, 64.79% 저감.

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인 력 양 성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	5		5	5	30	20		10				5		5		5		
최종목표	1	1		1	8	4	200		1		3	2	3	5		7		2	
연구기간 내 달성실적	2	0		2	8.8	5	180		28		10	0	344	9	4	9		2	
달성율(%)	200	0		200	125	100	90		2800		333	0	114	225		128		100	

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	탐색한 기능성 천연소재 및 전통식품을 이용한 삼겹살 활용 기술
②	기능성 천연소재를 활용한 육제품 개발 기술

5. 연구 결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		√					√			
②의 기술	√						√			

6. 각 연구 결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구 결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	기존 시장에서 유통되는 생삼겹과 차별화된 기능성 1차 가공품을 활용하여 신규시장 개척으로 관련 산업 선도
②의 기술	건강 지향형 차별화된 기능성 육제품의 상품화로 고품질을 지향하는 소비자의 Needs에 부응하면서 신규 시장 개척으로 사업 성공 모델로 확산

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	10	5		5	5	30	20		10				5		5			5	
최종목표	2	2		2	16	4	5000		9			5	3	5	6		7	4	
연구기간내 달성실적	2	0		2	8.8	4	180		28			10	0	3.44	9	4	9	2	
연구종료 후 성과창출 계획	1	1		1	8		4800		8			2	1	2	1			2	

8. 연구 결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구 결과에 한함)

핵심기술명	블랙커런트 1.43% 함유 돈가스 제조방법		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	8,800천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	2020. 2. 18	실용화예상시기 ³⁾	2021. 03. 01
기술이전시 선행조건	상품화 가능 기계 완비		

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.