106113-03-2-CG000

생리활성물질 lycopene 전이 흑돈 생산기술 개발과 비선호 부위를 활용한 식육제품 개발

(Developments of Branded Berkshire and Meat Products Fortified with Lycopene)

진주산업대학교

농 림 수 산 식 품 부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “생리활성물질 lycopene 전이 흑돈 생산기술 개발과 비선호 부위를 활용한 식육제품 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2009년 04월 일

주관연구기관명 : 진주산업대학교
총괄연구책임자 : 김 일 석
세부연구책임자 : 김 일 석
연 구 원 : 진상근, 남상해, 강석남
최진상, 정현정, 남영욱
양미라, 허인철, 최승연
세부연구기관명: 진주산업대학교
세부연구책임자 : 송 영 민
연 구 원 : 박규남, 박성찬, 주유리
협동 연구기관명 : 축산연구소
세부연구책임자 : 김 동 훈
연 구 원 : 박범영, 하경희, 성필남
안태식, 오미라
참 여 기 업 : (주)해강B&P
연 구 원 : 서보흠

요 약 문

Ⅰ. 제 목

생리활성물질 lycopene 전이 흑돈 생산기술 개발과 비선호 부위를 활용한 식육제품 개발에 관한 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

이 연구는 Lycopene 전이 기능성 브랜드 흑돈 개발 및 건강지향 식육제품 상품화 개발에 있으며, 이를 위해 첫째 생리활성물질 lycopene 체내 전이 지리산 권역 흑돈 명품 브랜드 상품화를 추진하고 둘째 항산화성 생리활성물질 함유 비선호 흑돈 부위 활용 건강지향 식육제품 개발 및 개발 제품 기술체계도 확립과 식품으로서의 안전성 및 품질평가를 통한 유통기한 확립하는 것이다. 이를 위해 라이코펜 흑돈 체내 전이 축적 및 생리적 기능성구명, 라이코펜 함유 브랜드 흑돈 최적 생산기술 확립 및 상품화, 라이코펜 식품소재 이용성 기술 정립, 항산화성 생리활성 기능성 물질 함유 건강지향 식육제품 상품화, 라이코펜 흑돈 저장성과 식품으로서의 안전성 평가 및 품질관리 매뉴얼 제시 및 기능성 제품 산업화를 위한 품질관리 매뉴얼을 확립하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

제 1 절 라이코펜 함유 브랜드 흑돈 최적 생산기술 및 상품화

1. 기초실험

농산물도매시장에서 8월 달에 생산된 완숙된 일반토마토(G-; General tomato, Lycopersicon esculentun Mill)와 방울토마토(B-; Bangwool<Cherry> tomato, Lycopersicon esculentun Mill var. cerasiforme)를 각각 구입하여 생 토마토(RT; raw tomato)를 기초시료로 하여 건조분말(HT; Hot air dried tomato power with RT), 동결건조분말(FT; Freezer dried tomato powder with RT)을 각각 제조하고, 또한 올리브유 첨가 가열 토마토(OT; Cooked tomato treated by olive oil)를 기초시료로 하여 건조분말(OHT; Hot air dried tomato powder with OT), 동결건조분말(OFT; Freezer dried tomato powder with OT)로 각각 제조하였으며, 각각의 물

질들의 항산화 성분 및 활성성분 즉, 라이코펜 함량, 총 플라보노이드, 총 페놀, 환원력, DPPH 조사를 하였으며, 육제품 제조물의 품질평가를 실시하였다.

2. 현장 적용실험

본 연구는 라이코펜을 함유한 브랜드 흑돼지의 최적생산기술 확립을 위한 시험은 경남 산청군 소재 흑돼지 농장(오성농장)에서 Berkshire를 공시하여 시험하였고, 시험기간은 2007년 9월부터 2007년 11월까지 실시하였으며, 육성·비육돈에 대하여 42일 급여 시험하였다. 공시가축은 체중(75±2 kg)과 일령(130±2일)이 비슷한 산청지역 흑돼지(Berkshire) 360두를 공시하여 각 돈방 당 30두(암·수 혼사)씩 배치하여 3반복 실험을 실시하였으며, 합성 라이코펜(SLP; Synthetic lycopene)을 일반배합사료에 C(0%), T1(200 ppm), T2(400 ppm), T3(800 ppm)으로 첨가수준을 달리하여 급여하였고 생체중 108±2 kg에 도달한 공시가축을 출하하여 시험을 종료하였다. 공시가축은 체중(75±2 kg)과 일령(130±2일)이 비슷한 산청지역 흑돼지(Berkshire) 360두를 공시하여 Table 1과 같이 각 돈방 당 30두씩 배치하고 3반복 실험을 실시하였으며, 암·수 혼사(15 : 15)하여 배치하고, 42일간 급여하였다. 사육이후 사양실험에서는 체중, 증체량, 사료 섭취량, 사료요구율, 사료효율을 조사하였으며, 혈액분석에서는 혈액계수(적혈구, 백혈구, 헤모글로빈, 헤마토크리트, 평균적혈구용적량, 평균적혈구 혈색소량, 평균적혈구혈색소농도, 혈소판), 혈액성상(total cholesterol, HDL, LDL, total protein, triglycerides, BUN, IgG,을 분석하였으며, 도체 특성에서는 도체중량, 등지방두께, 지육율, 도체등급을 조사하였고, 근육 내 라이코펜 함량을 조사하였다.

제 2 절 라이코펜 급여 흑돈 품질 평가와 유통기한 선정

공시가축은 일령(120±1일)이 비슷하고 개시체중이 75±1 ㎏되는 흑돼지(Berkshire) 240두를 공시하여 Table 1과 같이 4개의 처리구에 3반복으로 각 돈방 당 20두씩 배치하고, 시험을 42일간 급여하여 종료체중이 108±2 ㎏에 도달한 공시가축을 출하하여 시험을 종료하였다. 공시사료는 부경양돈농협 사료공장에서 생산된 일반 배합사료(basal diet, C)를 기초로 하여 Table 1과 같이 합성 정제 라이코펜(Synthetic lycopene)을 첨가수준별로 혼합하였다. 생체중 75±1 ㎏까지는 육성기 사료를 출하시까지는 비육기 사료를 무제한 급여하였으며, 그 원료구성 및 화학적 조성은 Table 와 같다. 도축이후 진공 및 호기 호장을 실시하고 이들을 저장 기간 동안 pH, 미생물분석, 가열감량, 전단가, 보수력, 육색, 관능검사, VBN, TBARS, POV, 지방산 조성, 일반성분 조성에 대해 조사하였다.

제 3 절 라이코펜 및 한방물질 함유 식육 육제품 개발

1. 라이코펜의 식품소재로서의 이용성 기술 정립

상업적으로 유통되는 합성정제 라이코펜(SLP)와 토마토건조분말(CDT)를 첨가한 시험구(실험 1)와 천연토마토 소재물을 활용한 시험구(실험 2) 및 천연토마토 소재물 및 항산화제(α-tocopherol, ascorbic acid)를 병용 첨가한 시험구(실험 3)로 구분하여 항산화성을 비롯한 기초적인 품질특성을 평가하였다. 실험 1은 돈육 등심 83.5%, 지방 10%, 소금 1.2%, 후추 0.3%, 물 5% 합계 100%인 배합비(지방함량 10% 제품)에 무첨가구(CTL; Control)와 SLP와 DLP를 고기중량 대비 각각 0.%1(SLP 또는 DLP 0.1%), 0.2%(SLP 또는 DLP 0.2%), 0.4%(SLP 또는 DLP0.4%), 0.8%(SLP 또는 DLP 0.8%), 1.0%(SLP 또는 DLP 1.0%), 1.5%(SLP 또는 DLP 1.5%), 및 Ascorbic acid 0.1%(As 0.1%) 첨가하여 제조하였다. 실험 2는 돈육 등심 73.5%, 지방 20%, 소금 1.2%, 후추 0.3%, 물 5% 합계 100%인 배합비(지방함량 20% 제품)에 무첨가구(CTL; Control), 천연토마토 소재물인 RT, HT, FT, OHT, OFT를 고기 중량 대비 각각 0.4%(RT-04%, HT-04%, FT-04%, OHT-04%, OFT-04%), 0.8%(RT, HT, FT, OHT, OFT 0.8%), 1.2(RT, HT, FT, OHT, OFT 1.2%), 1.5%(RT, HT, FT, OHT, OFT 1.5%), 2.0%(RT, HT, FT, OHT, OFT 2.0%)를 각각 첨가하였다. 실험 3은 실험 2의 배합비에 고기 중량 대비 토마토 소재물과 항산화제 첨가에 따른 효과를 구명하기 위한 실험을 패티 제품에 적용하였다. 즉, 대조구로 올리브유 처리 열풍건조 및 동결건조 분말 1.5%(OHT 및 OFT)를 첨가하였고, 처리구는 OHT 및 OFT에 알파토코페놀 0.01%를 각각 병용 첨가(OHT+to, OFT+to), OHT 및 OFT에 ascorbic acid를 0.1% 각각 병용 첨가(OHT+as, OFT+as), OHT 및 OFT에 알파토코페놀 0.01%, ascorbic acid를 0.1% 각각 병용 첨가(OHT+to+as, OFT+to+as)하였다.

2. 천연 라이코펜 및 한방소재물질 소재을 이용한 육제품 기술 정립

기능성 육제제품을 제조하기 위한 한방추출물의 항균 및 항산화 특성을 조사하기 위해 실시하였다. 육제품에 기능성을 부여하기위한 한방 재료는 산수유, 흑축, 연자육, 황기, 백출, 감초, 복령, 구기자, 갈근, 진피, 백굴채, 차전자 육계 및 봉출을 대상으로 항균 및 항산화 실험을 실시하였다. 이상의 결과를 이용하여 토마토분말, 구기자, 백출, 갈근의 복합 및 단독 처리를 통한 소시지 개발을 하였다. 또한, 토마토분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 엑기스는 단독 및 복합처리로 육포 제조 실험을 하였다. 또한, 기능성 물질 함유 저염 저지방 미트볼을 제품을 개발하기 위해 아질산이온 처리구와 무처리구로 나누고, 토마토 분말과 아질산이온의 복합처리를 통한 대체효과에 대한 연구를 하였다. 이후, 기능성 물질을 함유한 햄의 개발을 위해서 토마토 분말, 산수유, 구기자, 감초를 혼합하여 햄 개발을 위한 최적 연구를 실시하였다.

Ⅳ. 연구개발 결과 및 성과 활용계획

제 1절 연구개발 결과

1. 기능성 물질 라이코펜의 식품소재화 조건 확립

건조처리 방법의 비교에서는 라이코펜 함량은 방울토마토의 경우 B-RT 0.16<B-FT 4.20< B-HT 6.92 mg/100g 순이었고, 일반토마토에서도 G-RT 0.28<G-FT 9.23<G-HT 13.64 mg/100g으로 동결건조<열풍건조 순으로 그 함량이 많이 검출되었다. 올리브유 처리유무에 따라 열풍건조 방법에서 B-HT 6.92에서 B-OHT 12.24 mg/100g, G-HT 13.64에서 G-OHT 24.58 mg/100g으로 약 1.8배 증가되었고, 동결건조에서도 B-FT 4.20에서 B-OFT 8.74 mg/100g, G-FT 9.23에서 G-OFT 21.04 mg/100g으로 약 2.2배 증가하였다. 따라서 라이코펜 함량기준에 의한 최적 소재화 조건은 올리브유를 처리한 열풍건조가 가장 좋았으며 그 다음은 올리브유를 처리한 동결건조조건이었다.

건조처리별 총 플라보노이드 함량은 방울토마토에서 B-RT 3.99<B-HT 2.9.40<B-FT 30.07 mg/100g, 일반토마토에서 G-RT 2.55<G-HT 2.1.27<G-FT 33.30 mg/100g 순으로 열풍건조에 비해 동결건조처리 조건이 다소 양호한 것으로 나타났다. 올리브유 처리유무에 따른 함량은 방울토토마에서 B-OT 4.05<B-OHT 31.85<B-OFT 35.26 mg/100g 순이었고, 일반토마토에서도G-OT 2.20<G-OHT 29.60<B-OFT 35.96 mg/100g 순으로 나타났다. 따라서 총 플라보노이드 함량 기준에 의한 최적 소재화 조건은 올리브유를 처리한 동결건조처리가 올리브유를 처리한 열풍건조에 비해 다소 양호하였다.

건조처리별 총 페놀 함량은 방울토마토에서 B-RT 10.48<B-FT 141.270<B-HT 201.98 mg/100g, 일반토마토에서도 G-RT 5.94<G-FT 149.03<G-HT 201.98 mg/100g으로 나타나 무처리<동결건조<열풍건조처리 순으로 그 함량이 높았다. 올리브유 처리에 따른 효과는 방울토마토의 경우 B-OT 12.18<B-OFT 114.17<B-OHT 151.19 mg/100g 순이었고, 일반토마토에서도 G-OT 7.95<G-OFT 102.15<G-OHT 151.19 mg/100g으로 나타나 총 플라보노이드 함량에서와는 달리 올리브유을 처리한 열풍건조가 올리브유를 처리한 동결건조조건 양호한 결과였다.

DPPH 소거능은 방울 및 일반 토마토 모두 열풍건조가 양호하였고, 올리브유 처리 시에도 냉동건조에 비해 열풍건조처리 조건이 좋은 것으로 나타났다.

전반적으로 환원력은 건조방법에서 방울토마토는 HT가 유의차 없이 FT보다 다소 높았으나 일반토마토에서는 FT가 HT에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 올리브유 처리에 따른 비교에서 B-OFT, G-OHT로 차이가 있었다. 올리브 처리가 다소 높은 환원력을 가지는 것으로 나타고 건조방법에 따라서는 일정한

경향이 없었다.

건조 및 올리브유 처리에 따른 방울 및 일반토마토 소재물간의 비교에서 총 페놀 함량은 유사하였으며, 라이코펜 함량은 일반토마토, 총 플라보노이드 함량은 방울토마토, DPPH 소거능은 방울토마토, 환원력은 일반토마토에서 각각 좋은 것으로 나타났으나, 품종간 편차가 매우 큰 것으로 보고되고 있다. 본 연구의 목적인 인체에 유익한 다양한 생리활성 기능성 물질인 라이코펜 함량분석에 기초한 최적소재 조건은 올리브유를 처리한 열풍건조가 가장 바람직하였고, 올리브유를 처리한 동결건조가 그 다음으로 양호하였다.

상업적으로 유통되는 합성정제 라이코펜(SLP)와 토마토건조분말(CDT)를 첨가한 <실험 1> 제품에서 ascorbic acid 0.1% 첨가구에 비해서는 높은 값을 가졌지만, 무첨가구에 비해서는 전 저장기간 동안 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 전반적으로 미가열 제품에 SLP 및 CDT 첨가 시 ascorbic acid보다는 항산화력이 떨어졌으나 가열제품에 적용하였을 경우 저장 초기 및 저장 말기에 ascorbic acid 보다 더 낮은 TBARS 값을 나타내었다. 미가열 제품에 있어서 SLP는 0.4%>0.2%>1.5%>1.0%>0.8%, CDT는 1.2%>2.0%>1.5%>0.8%>0.4%의 순으로 항산화력을 가지는 것으로 나타나, 첨가되는 함량증가에 따른 뚜렷한 경향은 없었다. 가열 제품에 있어서 SLP는 일정한 경향이 없었으며, CDT는 미가열 제품에 적용한 결과와 유사하게 분석되었다. 그러나 모든 첨가군은 CRL에 비해서는 높은 항산화력을 가지는 것으로 나타났음으로($p<0.05$), 지방산패 억제측면에서 상업적 SLP 및 CDT는 제품의 지방함량이나 포장 및 저장조건 등 제품특성을 고려하여 다양한 비율로 첨가가 가능할 것으로 여겨진다.

천연토마토 소재물을 활용한 <실험 2>에서 소재별 특성은 CTL이 가장 유의적으로 높고 다음으로는 RT, FT 순이었으며, HT와 OHT가 유의적으로 가장 낮음을 확인할 수 있었다($p<0.05$). 전 저장기간 동안 FT의 경우 1.2% 첨가구부터 RT 동일 첨가구 보다 다소 낮은 값을 나타내었고 2.0% 첨가구에서는 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 한편, 전체 저장기간 평균 TBARS 값이 3.0 mg MA/kg 이하인 첨가비율은 HT 0.4～2.0%, FT 2.0%, OHT 0.8～2.0%, OFT 2.0%로 나타났고, CTL은 평균 6.15 mg MA/kg으로 모든 첨가구들에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$). 전 저장기간 중 첨가비율에 따른 영향을 보면, HT 및 OHT는 각각 0.4% 첨가구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS 값을 보였고($p<0.05$), FT와 OFT는 0.4～2.0% 첨가구간에서 유의적인 차이를 보이지 않았지만 첨가비율이 증가함에 따라 다소 낮은 값을 나타내었다($p>0.05$).

앞서 언급한 바와 같이 인체 유용성 측면에서 가장 라이코펜 함량이 많으면서 TBARAS 값도 낮게 나타난 OHT와 OFT를 소재로 선정하여 항산화제(α-tocopherol, ascorbic acid)를 병용 첨가한 <실험 3>에서 항산화효과는 α-tocopherol+ascorbic acid>ascorbic acid>α-tocopherol의 순이었다($p<0.05$).

2. 라이코펜 함유 브랜드 흑돈 최적 생산기술 확립

라이코펜을 함유한 브랜드 흑돼지의 최적생산기술 연구 결과 증체량과 일당증체량은 라이코펜을 처리한구에서 높게 나타났다. 또한, 라이코펜 처리구의 도체중량과 지육율의 향상을 가져왔으며, 등지방 두께를 감소시키는 것으로 나타났다. 라이코펜 처리구 중에 도체 특성은 T2(합성 라이코펜 400 ppm) 처리구가 가장 높게 나타났다($P<0.05$). 가장 농도가 높게 처리한 T3구의 성적이 우수하였다. 이에 농도를 최대한 늘릴 경우에 보다 우수한 식육생산이 있을 것으로 판단된다. 또한, 혈액특성의 경우 백혈구는 T2가 가장 우수하였고, 헤마토크리트는 T3 처리구가 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 혈액콜레스테롤 및 혈액 IgG의 경우에도 처리구가 우수한 결과를 나타내었으며, 처리농도가 높을수록 우수하였다. 라이코펜 평균 이행률을 800 ppm 투여구간 까지 평균 22.22 %로 나타났다.

3. 라이코펜급여 흑돈 품질평가 및 유통기한 설정

공시가축은 일령(120±1일)의 흑돼지(Berkshire) 240두를 공시하여 일반 배합사료(basal diet, C)를 기초로 하여 합성 정제 라이코펜(Synthetic lycopene)을 첨가수준별로 혼합하였다. 생체중 75±1 kg까지는 육성기 사료를 출하 시까지는 비육기 사료를 무제한 급여하였으며, T1은 basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2는 basal diet + add synthetic lycopene 400 ppm, T3은 basal diet + add synthetic lycopene 800 ppm을 첨가하여 생산된 도체를 포장방법 별 저장기간별로 식육의 특성을 조사결과는 다음과 같다. 식육의 pH는 처리 간 유의적인 차이가 없었으며, 라이코펜을 첨가한 처리구의 육색(CIE L^*, a^*, b^*)이 저장 중 안정적이었다. 관능특성 중 전체 기호도는 저장 5일차 시험구간 유의적인 차이가 없었으며, TBARS는 전 저장기간에 걸쳐 800 ppm 처리구가 낮은 경향을 보였다. 이상의 결과로 보아 라이코펜 급여 재래돼지고기는 일반재래돼지고기의 품질과는 다른 특성들을 나타내었으며, 최근 소비자의 건강지향성 등을 고려할 때 기능성 돈육을 생산하기 위한 기초 자료를 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 라이코펜 함유 기능성 식육제품 개발과 품질평가

올리브처리 토마토 분말을 0.8%(T1), 1.2%(T2), 1.5%(T3)를 소시지에 첨가하였을 때 처리구의 수분함량이 낮았으며, 조단백질 및 조회분 함량은 OHT-1.5%가 유의적으로 높았다($p<0.05$). pH는 처리구가 낮게 나타났으며, 처리구간에는 OHT-0.8% > OHT-1.5% > OHT-1.2%순으로 높았다. 가열감량은 처리구가 높은 경향이었고. 명도는 처리구가 높았으며($p<0.05$), 첨가구들의 TBARS값이 낮았다. 총 균수는 첨가구간에서는 OHT-0.8%와 OHT-1.2%가 유의적으로 낮은 값을 보였다($p<0.05$).

Brittleness는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), hardness는 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이었고, cohesiveness는 그 반대경향이었다. 전체적인 기호도는 대조구에 비해 처리구가 저장 전 기간 동안 다소 높게 나타났다.

열풍건조토마토분말을 첨가 하여 대조구로 무첨가(C), 올리브 처리한 열풍건조토마토분말 0.25%(T1), 0.50%(T2), 0.75%(T3), 1.00%(T4)을 각각 첨가하여 미트패티를 제조하였다. 비가열 미트패티를 저장 초기에 비해 저장 3일 차에 다소 저하되었다가 저장 7일차에 다시 pH값은 높아지는 경향이었다. 가열감량은 저장기간이 경과함에 따라 저장 초기 8.33(T1)～9.57%(T3)에서 저장 말기 13.66(C)～14.34 %(T2) 범위로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 전 기간 동안 처리구가 낮은 지방산화도를 나타내었다. VBN은 T2가 가장 높았다. 대조구와 비교 시 L^*값은 첨가구가 높은 경향이었고, a^*값과 b^*값은 T4가 유의적으로 가장 높았다($p<0.05$). 전체적인 기호도는 T3과 T4가 저장 3일차까지 유의적으로 높았고($p<0.05$) 저장 7일차에도 다른 제품들에 비해 다소 높은 점수를 얻었다.

열풍건조토마토분말을 첨가 하여 대조구로 무첨가(C), 올리브 처리한 열풍건조토마토분말 0.25%(T1), 0.50%(T2), 0.75%(T3), 1.00%(T4)을 각각 첨가하여 미트패티를 제조하였다. 가열패티의 경우 대조구의 pH가 첨가구 보다 저장 3일까지 유의적으로 높았고($p<0.05$), 첨가구들의 TBARS가 유의적으로 낮았고($p<0.05$), 첨가구간에는 T4가 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다($p<0.05$). 저장 7일차에 T3과 T4는 유의적으로 낮은 VBN 값을 나타내었다($p<0.05$). 처리구의 L^*값이 낮은 값을 보였고 a^*와 b^*값은 이와 반대되는 경향을 나타내었다. 전체적인 기호도는 저장 3일차까지 처리구가 좋은 평가를 받았고($p<0.05$), 저장 7일차에 유의적인 차이는 없었지만 대조고(5.00점)보다 처리구의 관능평가 점수가 다소 양호한 것으로 분석되었다($p>0.05$).

토마토 분말을 10% 함유한 염지 액을 식육무게의 18%를 주입하여 햄을 제조하였다. 햄의 품질 특성의 경우, pH는 대조구에 비해 처리구가 낮았고($p<0.05$), 처리구간에서는 TD가 저장 전 기간 동안 낮은 값을 보였다. 보수력은 TA는 84.57～90.83%, TD는 85.32～91.58% 범위를 보였으며, 저장기간이 경과함에 따라 CA는 증가하였다. 대조구에 비해 처리구들의 TBARS값이 유의적으로 낮게 나타났으며($p<0.05$), VBN은 저장 10일차에 TA, 저장 20일차에 TD에서 높게 나타났으나 나머지 저장 기간에는 대조구에 비해 처리구에서 낮게 나타났다. 총균수는 처리구와 대조구간에 뚜렷한 항 미생물 효과는 인정되지 않았다. 명도는 처리구가 대조구에 비해 높았고, 특히 TA는 모든 제품 중 가장 낮았다($p<0.05$). 황색도는 첨가구가 대조구에 비해 높게 나타났다. Hardness와 gumminess는 TD가 모든 제품 중에서 유의적으로 높은 값을 나타내었고($p<0.05$), brittleness도 저장 10일차를 제외하고는 유의적으로 높았다($p<0.05$). springiness는 저장 전 기간 동안 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 전체적인 기호도는 안심이 등심보다 높은 값을 얻

었고, 처리 간에서도 저장 30일차에 6.33(TD)과 7.17(TA)을 얻어 양호한 것으로 나타났다.

그릴드 햄의 경우 기본 배합비에 라이코펜 함량을 30 mg(T1), 60 mg(T2)처리하여 제조하였다. 그릴드 스테이크의 경우, pH는 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 15일차에 유의적으로 감소하였다가 다시 상승하였으나, 처리구들은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). T2가 저장 전 기간 동안 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 보수력은 처리구간에서는 T2가 저장 초기와 말기에 T1에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$). TBARS는 대조구에 비해 처리구가 다소 낮은 경향을 보였으며, 총 균수는 대조구에 비해 처리구가 저장 전 기간 동안 낮게 나타났고, 처리구간에서는 일정한 경향이 없었다. hardness, brittleness, gumminess 및 chewiness는 T1이 저장 15일차를 제외하고는 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. Cohesiveness와 springiness는 대조구와 처리구간 전 저장기간 동안 유의적인 차이가 없었다($p>0.056$). 연도와 다즙성에서 처리구가 대조구에 비해 저장 15일차에 유의적으로 높은 점수를 얻었고 나머지 관능적 특성에서는 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 처리구보다 대조구가 다소 높은 점수를 얻었다.

육포의 경우에 올리브처리 토마토분말을 1%(T1), 1.5%(T2), 2.0%(T3)을 추가 첨가하여 제조하였다. 대조구에 비해 처리구의 pH가 낮은 경향이었고, OHT 1.5%는 저장 15일과 40일차에, OHT 2.0%는 저장 30일차에 유의적으로 낮은 값을 보였다. 수분활성도는 대조구가 처리구에 비해 높은 경향이었고 명도는 저장 초기 처리구들이 낮은 값을 보였고 저장 30일차에는 OHT 1.0 및 1.5%가 높은 값을 나타내었다. 적색도는 처리구들이 높았고 황색도는 일정한 경향이 없었다. TBARS는 처리구에서 높게 나타났고 VBN은 그 반대경향이었다. 미생물은 처리구에서 낮게 나타났다. 조직감은 처리구의 gumminess, chewiness가 낮았다. 전체적인 기호도는 유의적인 차이 없이 6.50이상으로 양호하였다.

열풍건조 토마토 분말을 1.5%(T1), 3.0%(T2) 투입하였고, T3은 정제 라이코펜을 30 mg 첨가하여 양념육을 제조하였다. 염도는 T3이 낮은 값을 나타내었다. TBARS는 대조구에 비해 처리구가 낮은 값을 보였으며 VBN은 T2가 저장 4일차까지 유의적으로 낮았으나 저장말기에는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 명도는 저장 1일차에 T2와 T3이 유의적으로 낮았으나 나머지 저장기간에서는 유의적인 차이가 없었다. 적색도는 대조구에 비해 처리구가 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 처리구간에서는 뚜렷한 경향이 없었다. 황색도는 적색도와 반대 경향이었다. 전체적인 기호도는 저장 8일차에도 6.70이상을 얻어서 양호한 수준이었으며 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 없었다.

라이코펜 30 mg(T1)과 올리브 열풍건조 토마토 분말 4.5%(T2)를 추가하여 포크스튜를 제제하였다. 라이코펜 함유 포크스튜의 품질 특성 조사 결과 pH는 T1과 T1-1간에는 유의적인 차이가 없었으나 T2와 T-2간에는 유의적인 차이가 나타났다. 전단가는 생육의 경우 T1에 비해 나머지 처리구들이 유의적으로 낮은 값을 나타내었

고($p<0.05$), 가열육의 경우에는 이와 반대되는 결과를 보였다. Springiness는 T-2, adhesiveness는 T1이 유의적으로 높았고 gumminess와 chewiness는 T-2가 유의적으로 낮게 나타났다. 전체적인 기호도에서 T2 및 T-2조건이 가장 양호하여 이들 조건하에서 마리네이딩 된 원료육을 스튜용으로 사용하였다. 저장 기간이 경과함에 따라 pH는 유의적으로 감소하였으며, 저장 3일차에 T1의 pH가 높았으나($p<0.05$), 나머지 기간에서는 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 T1이 6.80, T2가 7.00으로 조금 높았으나 유의적인 차이가 없이 양호한 결과였다.

폭찹의 경우 pH는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며, 처리구간에서는 저장 15일차에는 T4, 저장 30일차에는 T1이 유의적으로 낮았다. 육색은 주로 명도와 적색도를 주로 관찰하며 적색도가 높을수록 좋은 품질로 평가받고 있다. 명도는 저장 15일차에 유의적으로 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 보였고, 적색도는 증가하다가 다시 하였으나 저장 초기보다는 유의적으로 높게 나타났다. 황색도는 T2는 유의적으로 증가하였으나 나머지 처리구들은 유의적인 차이가 없었다. 염도는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였고 처리구간에서는 저장 1일차에 T1이 1.33으로 유의적으로 높았다. VBN은 저장 30일차에 T4가 유의적으로 낮게 나타났다. 가열감량은 T2와 T4는 저장 15일차에 유의적으로 감소하였다가 저장 말기에는 증가하는 경향을 보였고 나머지 처리구들은 유의적인 차이가 없었다. 저장기간이 경과함에 따라 T2 및 T4는 brittleness, hardness 및 gumminess가 유의적으로 감소하였고($p<0.05$), chewiness는 T4, adhesiveness는 T3, T4에서 유의적으로 감소하였다. 나머지 조직 항목에서는 저장기간에 따른 차이는 없었다. T2는 hardness가 낮았고, hardness와 springiness를 제외한 나머지 항목은 T1이 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 저장 15일차까지 T4가 유의적으로 낮았으나($p<0.05$), 저장 30일차에는 차이가 없었다. 관능적 특성의 경우 육색은 T3과 T4가 유의적으로 좋은 점수를 얻었고($P<0.05$), 이러한 결과로서 전체적인 기호도가 양호하였으며 처리 간에서는 T1이 6.2점으로 유의적으로 낮았다($p<0.05$).

5. 라이코펜 및 한방물질함유 식육제품 개발

본 실험을 위해 먼저 한방물질 중에 기능성이 우수하다고 알려진 20여종을 선발하여 예비실험을 실시하였다. 황기, 진피, 감초, 유계, 산수유, 봉출, 연자육, 갈근, 백굴채, 복령, 복분자, 백출, 흑축, 차전자, 구기자를 선택하여 항균 항산화 실험을 실시하였다. 이상의 결과 구기자, 갈근, 복분자, 산수유, 구기자, 백출, 갈근을 예비실험을 통해서 식육과 조화가 잘되었다.

라이코펜 및 한방물질 함유 소시지의 경우 0.8% 토마토를 함유한 기본 배합비(T1)에 2.6% 구기자(T2), 3.25% 백출(T3), 1.63% 갈근(T4), 2.6% 구기자와 3.25% 백출 첨가(T5), 3.25% 백출과 1.63% 갈근 처리구(T6) 소시지의 품질 특성의 조사

결과를 조사하였다. 저장 1일차 구기자는 경도, 표면경도, 부착성을 증가시키고, 백출은 표면경도를 증가시키는 것으로 여겨진다. 하지만 갈근은 조직감에 영향이 미약한 것처럼 나타났다. 저장기간 중 모든 처리구의 pH가 유의적으로 감소하였으며, 저장 초기 T4가 가장 높은 pH를 나타내었으며 다른 시험구는 시험구간 유의적인 차이가 나타내지 않았다. 저장 7, 21 및 28일차에는 T3이 가장 높은 pH값을 나타내었다. 보수력은 저장 초기 T6이 가장 높게 나타났으며, 저장 7일차에는 T3의 보수력이 가장 낮게 나타났으며 저장 28일차 까지 가장 낮은 수치를 나타내었다. 저장 28일차에는 T6이 가장 높은 VBN함량을 나타내었고 T2가 가장 낮은 VBN값을 나타내었다. 저장 28일차에는 T1,T2, 5T가 가장 낮은 총 균수를 나타내었으며, T6이 가장 높은 총 균수를 타나내었다. 관능적 특성의 육색의 경우 T1이 가장 높은 관능적 특성을 나타내었으며 향의 경우 T2가 가장 높게 나타났으며 풍미의 경우에도 T2가 가장 높은 결과를 나타내었으며, 조직감의 기호도의 경우에도 T2가 가장 높은 조직감을 나타내었으며, 종합적인 기호도의 경우 T1 및 T2가 가장 높은 기호도를 나타내었으며 T6이 가장 낮은 기호도를 나타내었다.

라이코펜 및 한방물질을 이용한 육포의 경우 A는 무처리구이고, B는 간마늘3%와 토마토분말 2%를 첨가하였고, C는 B에 복분자를 20%첨가, D는 B에 산수유를 20% 첨가하고, E는 홍삼엑기스 0.3%를 첨가, F는 복분자 및 산수유를 10%첨가하여 고기량의 20%의 염기액에 담가 3일간 숙성이후 가열 후 제품을 제조하였다. 저장 기간 동안 F가 가장 높은 전단가를 나타내었으며, C는 초기에는 낮은 전단가를 나타내었으나 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 21일차에 가장 높은 전단가를 나타내었다. D의 경우 저장기간 동안 전단가가 감소하여 저장 21일차에 가장 낮은 전단가를 나타내었다. A, B, E는 저장 기간 동안 가장 낮은 전단가 함량을 나타내었다. 저장 21일차에 A 을 제외하고는 모든 시험구가 유의적으로 증가하여 F, E, D가 가장 높은 TBARS값을 나타내었고 다음으로 C 및 B로 나타났다. 저장 초기 명도는 C가 다소 낮은 경향 이었으며, 적색도는 F가 A 와 유사하게 높게 나타났으나 다른 처리구는 낮게 나타났으며 E가 가장 낮은 적색도를 나타내었다. 황색도의 경우 E가 가장 낮게 나타났으며, F가 가장 높게 나타났다. chroma의 경우에는 E가 가장 낮게 나타났으나, F가 가장 높게 나타났다. hue값의 경우는 B가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 D, E, F순으로 나타났다. 백색도의 경우에는 B가 가장 낮게 나타났으며 C, D, E가 A보다 높은 값을 나타내었으며 F가 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 7일차 명도는 B가 다소 높은 경향이었으나 시료 간 큰 차이는 나타나지 않았다. 적색도는 B, D, E가 A와 비슷한 수준이었으나 F가 낮은 결과를 나타내었다. 황색도의 경우 A가 시험구중 가장 낮게 나타났다. 저장 기간 동안 D가 가장 낮은 pH값을 나타내었으며, A가 가장 높은 값을 나타내었다. A보다 다른 시험구의 보수력이 유의적으로 높은 결과를 나타내었다. 저장 21일차 때 B 및 F는 A 보다 높은 VBN값을 나타내었다. 미생물의 경우 A가 다른 시험구보다 총 균수가 유의적으로 높게 나타났으며, B, C, D, E, F간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 관능검사 육색의

경우 A, B 및 C가 우수하였고, 향의 경우 B가 가장 좋게 나타났으며, 풍미는 E 및 B가 우수하였으며, 연도의 경우에는 D가 가장 좋게 나타났으며, 조직감의 경우에는 B가 우수하였다. 종합적인 기호도의 경우에는 E가 가장 높게 나타났으며, B, E 또한 우수한 종합적인 기호도 결과를 나타내었다.

라이코펜 및 한방물질을 이용한 저염 저지방 미트볼의 경우 기본 배합비에 T1은 0.01% 아질산염을 첨가, T2는 아질산염과 1.0% 토마토분말, T3은 아질산염 비처리 및 토마토분말 0.5%첨가, T4는 아질산염 비처리에 토마토분말 1.0%첨가하였고, T5는 아질산염 0.005%처리와 토마토분말 0.5%를 동시에 처리하여 미트볼을 제조하였다. 저장 21일차 경도는 T1이 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮은 결과를 타나내었다. 표면 경도의 경우에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T2 및 T4가 가장 낮은 값을 나타내었다. 응집성의 경우 T3이 가장 높게 나타났으며, T2가 가장 낮게 나타났다. 탄력성은 T3이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T4 및 T5 순으로 나타났고, C, T1, T2가 비교적 낮은 수준이었다. 검성의 경우 T3이 가장 높게 나타났으며, C 및 T4가 낮은 결과를 나타내었다. 씹힘성의 경우에는 T3이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T6 순이었으며, C가 가장 낮은 씹힘성을 나타내었다. 저장 21일차에는 T1이 가장 낮은 TBARS 값을 나타내었으며, 다음으로 T2였고 다음으로 C 순이었다. 저장 21일차의 경우에도 토마토처리구가 낮은 명도 값을 나타내었으며, T4가 가장 낮은 명도 값을 나타내었다. 적색도의 경우에는 T2및 T4가 가장 높은 결과를 나타내었다. 황색도의 경우에는 T4가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T3, T5가 가장 높게 나타나났다. 저장 기간 동안 T1의 pH가 가장 높은 경향이었다. 저장 21일차에 VBN은 C가 가장 높은 8.96 mg%로 가장 높게 나타났으나 다른 시험구는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 제조 초기 T3이 가장 낮은 총 균수를 나타내었다. 효모 곰팡이 균의 경우에는 T5가 가장 낮은 균수를 나타내었으며, 다음으로 T3이 낮게 나타났다. staphylococcus spp. 또한 t5에서 가장 낮게 나타났으며 다음으로 T3이 낮게 나타났다. 종합적인 기호도의 경우 T2및 T1이 가장 높은 종합적인 기호도를 나타내었다. 하지만 C 및 T4, T5가 다음 순으로 비교적 높은 기호도를 나타내었다. 하지만 T3은 매우 낮은 종합적인 기호도를 나타내어 토마토 분말 0.5%보다는 1%추가와 아질산염이 포함된 T5가 비교적 우수한 결과를 나타낸 것으로 나타났다.

기능성 한방물질을 첨가한 햄은 처리구의 경우 기본 배합비에 T1은 0.5% sodium ascorbate, T2는 5% 토마토 분말, T3은 T2에 30% 산수유 엑기스(65 brix), T4는 T2에 30% 구기자 엑기스(65 brix), T5는 T2에 감초 10%(65 brix), T6은 T2에 8% 산수유 엑기스(65 brix)와 8% 구기자 엑기스(65 brix) 그리고 4% 감초 엑기스(65 brix),를 각각 혼합하여 식육의 20%를 등심육과 혼합한 후 3일간 숙성한 후 가열 건조시켰다. 저장 28일차에는 T6의 경도가 가장 높게 나타타났으며, 다음으로 T1이었으며, 다른 처리구는 비교적 낮은 값을 나타내었다. 표면 경도는 T6이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1이 높았으며, T4가 가장 낮은 표면경도를 나타내었다. 응집성은 T4가 가장 높게 나타났다. 또한 탄력성은 T4 및 T5가 가장 높게 나

타났으며, T1 및 T4가 가장 낮은 값을 나타내었다. 검성은 T6이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1 및 T4였다. 씹힘성은 T4 및 T6이 가장 높게 나타났다. 부탁성은 T1이 가장 높게 나타났다. 저장 기간 동안 T6이 가장 좋은 지방안전성을 나타내었다. 저장 21일차 T4 및 T6의 명도가 가장 높게 나타났으며 T1이 가장 낮은 명도를 나타내었다. 적색도는 T1이 가장 높게 나타났다. 저장 21일차에는 C가 가장 낮은 pH값을 나타내었으며 다음으로 T3 순이었으며, T4가 가장 높은 pH값을 타나내었다. 저장 21일차에는 T3은 저장기간 동안 증가하여 저장 21일차에 가장 높은 VBN값을 나타내었다. 하지만 저장 21일차에 모든 처리구의 VBN값이 20 mg%이하로 가식권 내에 있었다. 총 균수는 모든 처리구에서 저장 기간 동안 1 log cfu/g이하 수준으로 매우 낮은 수준이었다. 대장균군의 경우에도 모든 시험구가 저장 기간 동안 검출되지 않았다. 종합적인 기호도의 경우에는 T6이 가장 높은 결과를 나타내었다.

제 2절 연구 성과 활용계획

1. 실용화 및 산업화 계획

○ 라이코펜 함유한 지리산 권역 브랜드화 발전적 모델 시스템으로 적극 활용
 - 최적 급여조건 확인조사에 의한 품질평가 분석 제시에 의한 흑돼지 브랜드 개발

○ 항산화성 생리활성물질 함유한 건강지향 식육제품의 기술이전방식에 의한 산업화 지속적 추진
 - 물리화학적, 미생물학적 및 관능적 품질특성 평가를 통하여 상품화 가능성이 있는 제품

2. 기술 확산 계획

○교육 및 지도
 - 주관연구기관에서 운영 중인 경남양돈산업클러스터사업단, 양돈과학기술센터, 동물생명산업센터의 전문기술인력을 통한 기술교육과 기술지도
 - 생산농장 및 가공 현장과의 유기적 지도체제 구축으로 효율적인 상품화 및 산업기반 구축 위주 컨설턴트 시행
 - 생산 및 작업표준서, 품질관리지침서 등 표준관리 매뉴얼 제시에 이에 의한 교육 및 지도와 현장 확인을 통한 기술 확산 추진

○성과홍보
 - 양돈과학기술센터, 동물생명산업, 경남바이오누리사업단의 홈페이지 및 각종 소식지에 기술개발 성과 홍보
 - 식품관련 전문지와 한국축산식품학회지 등 학회지를 통한 연구성과 홍보

3. 지식재산권확보계획

○세척한 토마토를 세절하여 올리브유를 혼합하고 가열처리하는 단계, 가열된 세절 토마토를 방냉시켜 수분을 완전히 제거하는 건조단계, 위와 같이 건조된 토마토를 미세하게 분쇄하여 분말화하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 고함량의 토마토 라이코펜 소재물의 제조방법에 대한 특허 획득(현재 특허공개 단계에 있음)

○현재 발표된 논문이외에 2009년도에 15편 이상 논문을 SCI(E)급 및 학진 등재 학술지에 게제 예정임

4. 추가 및 타연구 활용계획

○건강지향의 기능성 생리활성물질 함유 식육제품의 품질특성 변화를 고려한 기초자료를 향후 관련 제품 개발 시 유통기한 설정 기초자료로 활용

○범 지리산권역 지역특화 흑돈 산업의 발전적 모델로 적극 활용

 -개발된 브랜드화 기술은 향후 닭고기 , 쇠고기에도 기술 확대 적용계획 가능

○지리산 약용식물체 함유 전통식품과 육가공과 관련된 산업체 응용기술에 활용

SUMMARY

These days consumers demand for meat products that are safe, nutritious, convenient, rich in variety, attractive (in appearance, texture, odor and taste) and innovative. The consumer preference for naturally derived colorants is associated with their image of being healthy and of good quality. In addition, some synthetic colorants are considered to be responsible for allergenic and intolerant reactions. This stimulates interest in manufacturing sausages by using new technologies and formulations, using different types of meat and reduced levels of sodium or potassium nitrite, phosphate, salt and fat, all of which lead to beneficial effects on health. Tomatoes are an integral part of the human diet worldwide. Although they are frequently consumed fresh, over 80% of tomato consumption comes from processed products such as tomato juice, paste, pure, ketchup and sauce. Recent studies have indicated the potential health benefits of a diet rich in tomatoes and tomato products. Tomato and tomato products are the major sources of lycopene and are considered to be important contributors of carotenoids in human diet and are rich in lycopene, other carotenoids such as β-carotene, phytoene, phytofluene and lutein. The ability of lycopene to act as a potent antioxidant is thought to be responsible for protecting cells against oxidative damage and thereby decreasing the risk of chronic diseases . Adding tomato, tomato products or lycopene to meat could lead to products with health benefits. However, few studies have been reported regarding the use of tomato products or lycopene in meat and meat products. The present study addresses the utilization of different level of lycopene-rich tomato powder as antioxidant treatments in pork meat and meat processing products.

1. Analysis of functional characteristics of tomato materials and the optimum produce processing of brand pork fed with lycopene

This study was carried out to evaluate the pork quality fed with 0% (C), 200 ppm (T1) and 400 ppm (T3) addition in basial diet for 42 day in finishing period. Daily weight gain in body weight, leukocytes, hemoglobin, hematocite, HDL-cholesterol in blood of treated groups were higher than those of controls. Back fat thickness of treated groups were lower than those of controls. IgG contents in blood were highest in T3. The contents of lycopene of treated groups in muscles were higher than those of controls.

2. Analysis of pork qualities and determination of self life of pork meat fed with lycopene

This study was carried out to evaluate the pork meat quality fed with 0% (C), 200

ppm (T1) and 400 ppm (T3) addition in basial diet for 42 day in finishing period. pH were not significantly different in tested muscle samples. Color values (CIE L*, a*, b*) of treatments were more stable than the controls during storage. TBARS values in T3 were lowest during storage. There were no significant differences in sensory analysis at day 5 of storage. the samples

3. Results of meat products analysis added with tomato powder

This study was carried out to evaluate the effects of olive oil prepared tomato powder (OPTP) on low-fat sausages. The sausages were formulated with OPTP [0% (C), 0.8% (T1), 1.2% (T2) and 1.5% (T3)] in basic formula. With the increase in the OPTP concentration the lightness of the sausage decreased but the redness and yellowness increased ($p < 0.05$). pH values of T2 and T3 were lower ($p < 0.05$)than the others, whereas water holding capacities of T2 and T3 were higher ($p < 0.05$). Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), cohesiveness and springiness values of treated groups were lower ($p < 0.05$) than those of control samples, however, hardness values and total plate counts of OPTP tested samples were higher ($p < 0.05$). The scores of overall acceptability in tested groups were higher ($p < 0.05$) than those of control samples after 30 days of storage.

This study was carried out to determine the effects of olive oil prepared tomato powder (OTP) used as lycopene source on non-cooked pork meat patties. OPT was added 0% (C), 0.25% (T1), 0.5% (T2), 0.75% (T3) and 1.0% (T4) in basic formula of pork patties and stored for 7 days at 5℃. pH values of T3 and T4 were lower ($p < 0.05$)than those of control until 3 days stored day, however, pH values of OTP treated samples were dramatically increased ($p < 0.05$) after 7 days of storage. Cooking loss values of treatments were lower ($p < 0.05$) than those of control at day 1 of storage. TBARS values were lower ($p < 0.05$) in all treatments than in untreated samples during storage. All treated samples with OTP had lower values ($p < 0.05$) for lightness (L*) but higher ($p < 0.05$) for redness (a*) and yellowness (b*) than the untreated samples during storage. The total plate counts of T4 were lower ($p <0.05$) than others during storage.

This study was carried out to determine the effects of olive oil prepared tomato powder (OPTP) used as lycopene source on cooked patties, since tomato and tomato products are rich in lycopene. OPTP was added 0% (C), 0.25% (T1), 0.5% (T2), 0.75% (T3) and 1.0% (T4) in basic formula of patties. pH and cooking loss values of T2, T3 and T4 were lower ($p < 0.05$) than the other samples at day 1 of storage. With the increase in the OPTP concentration the TBARS values of the patties decreased ($p < 0.05$).Treated patties with OPTP had lower values ($p < 0.05$) for lightness (L*) but

higher ($p < 0.05$) for redness (a*)and yellowness (b*) than the control. VBN values and total plate counts of treated samples showed lower than the control samples ($p < 0.05$) at day 7 of storage. In sensory evaluation the scores of color, aroma and overall acceptability in T3 and T4 scored higher ($p < 0.05$) than those of control at day 1 and 3 of storage, however, statistical significance was not found ($p > 0.05$) among the samples after 7 days of storage.

This study was carried out to determine the effects of olive-oil prepared tomato powder (OPTP) and lycopene used as lycopnene on marinated raw pork meats. OPTP was added in 1.5% (T1) and 3.0% (T2) and 30 mg lycopene concentrate was added in 0.03% (T3). pH values of treated samples were lower ($p < 0.05$) than those of control during storage. With the increase of storage, salinity values of OPTP samples increased, however, the values of T3 were not changed during storage. Significantly higher TBARS values in OPTP samples compared to control were observed, but no significant difference between T3 and control samples in TBARS values during storage. VBN values of T2 samples were lower than other samples at day 3 and 6 of storage. However, VBN values of T1 and T3 were significantly higher than those of control and T3 at day 9 of storage. There was no significantly difference between control and treated samples in total plate counts. Relatively higher Redness, yelloweness and chroma values in treated samples than in control were observed. In sensory evaluation, there were no significant differences between control and treated sample in color, tenderness, juiciness and overall acceptability.

The aim of this study was to investigate the effects olive oil prepared tomato powder (OTP) [1.0% (T1), 1.5% (T2) and 2.0% (T3)] on pork jerky during storage. After tumbling for 4 h with curing solution and drying, the jerky were packed with aerobic package and stored for 40 days. pH values of treatments were lower ($p < 0.05$) than those of control during storage. At initial period, water activity values of treatments were slightly higher than those of control but water activity values of T3 were ($p < 0.05$) lowest at day 40 of storage. Total plate counts of treated samples were lower than the control during storage. E. coli counts of all tested samples were not detected during storage. With the increase in the OTP concentration the lightness (L*) of the jerky decreased, except at day 30 of storage, but the redness (a*) ($p < 0.05$) and yellowness (b*) ($p < 0.05$) increased ($p < 0.05$) during storage. Jerky with T3 had higher values for hardness and cohesiveness but lower for springiness, gumminess and chewiness at day 40 of storage. With regard to TBARS values and sensory properties, there were no significant differences among all tested samples during storage.

4. Antimicrobial and antioxidant effect of selected oriental medicinal plants

In hot water extract, the antimicrobial activity of Rubus coreanus Mique was relatively highest against salmonella spp., *E. coli., steptococcus pseudomonas* and yeast. Astagali radix, orange peel, licorice, cinnamoni cortex, chelidonium majus L were relatively lower TBARS values than the others. From this result and the well-harmonized oriental medicinal plants extracts with meat were finally selected for making further apply to meat products (sausage, jerky, meat patty and ham). so we selected the extracts of Glycyrrhiza uralensis, Cornus officinalis, Nelumba nucifera Gaerth (Nymphaeaceae), Poria cocos, Rubus coreanus Miquel fruit and Plantaginis Semen.

CONTENTS

Chapter 1. Summary of project ····· 24

Chapter 2. Current state of technical development in this field ····· 26

Chapter 3 Contents and results of study ····· 28

Clause 1. Optimum produce and processing technology of brand pork with lycopene ····· 28

1. Basic study for development of brand pork ····· 28

1) Preparation of tomato materials ····· 28

2) Tomato materials and their usage for meat products ····· 28

3) Antioxidative and antimicrobial test ····· 30

4) Analysis of meat processed products ····· 31

5) Results and discussion ····· 33

6) Conclusion ····· 97

2. The study of dietary lycopene on pigs characteristics ····· 99

1) Materials and methods ····· 99

2) Results and discussion ····· 110

3) Conclusion ····· 120

Clause 2. Analysis of pork qualities and determination of self life of pork meat fed with lycopene ····· 122

1. Evaluation of meat qualities fed with lycopene ····· 122

1) Materials and methods ····· 122

2) Results and discussions ····· 127

2. Manual establishment of maintain of pork qualities fed with lycopene ····· 143

1) Materials and methods ····· 143

2) Establihment of shelf-life of pork meat fed with lycopene ····· 145

3) Conclusion ····· 146

Clause 3. Development of functional food products with lycopene and their qualities analysis during storage ····· 147

1. Application technology establishment of lycopene in food industry ····· 147

1) Materials and methods ····· 147

2) Results and discussion of meat products containing lycopene ····· 156

3) Conclusion ····· 227

2. Technology establishment of meat products with tomato materials and

oriental medicinal plant extracts ····· 228
1) Search functional characteristics of oriental medicinal plants for develop functional meat products ····· 228
(1) Preparation of plant extracts ····· 228
(2) Evaluation of functional characteristics ····· 229
(3) Results and discussion ····· 230
(4) Conclusion ····· 231
2) Development of meat products combined with tomato powder and oriental medicinal plant extracts ····· 232
(1) Low-fat and Low-salt functional sausage ····· 232
(2) Jerky ····· 251
(3) meat ball ····· 263
(4) ham ····· 280

Chapter 4. Attainability of the research goal and contribution to related fields 293

Chapter 5. Application of research results ····· 296

Chapter 6. Scientific and technical information obtained from abroad during conduction of the research ····· 297

Chapter 7. References ····· 298

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 ····· 24

제 2 장 국내외 기술개발 현황 ····· 26
1. 국외 기술개발 현황 ····· 26
2. 국내 기술개발 현황 ····· 26

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과 ····· 28
제 1절 라이코펜 함유 브랜드 흑돈 최적 생산기술 및 상품화 ····· 28
1. 제품개발을 위한 기초 연구 ····· 28
1) 토마토 재료 준비 ····· 28
2) 토마토 제조물 및 이를 이용한 육제품의 품질 평가 ····· 28
3) 토마토 제조물의 항산화 성분 및 활성분석 ····· 30
(1) 라이코펜 ····· 30
(2) 총 플라보노이드 ····· 30
(3) 총 페놀 ····· 30
(4) 환원력 ····· 30
(5) DPPH free radical 소거 ····· 31
4) 육제품의 품질 평가 방법 ····· 31
(1) pH ····· 31
(2) TBARS ····· 31
(3) 육색 ····· 31
(4) 관능검사 ····· 31
(5) 통계처리 ····· 32
5) 결과 및 고찰 ····· 33
(1) 토마토 처리조건별 라이코펜 함량 ····· 33
(2) 토마토 처리조건별 총 플라보노이드 함량 ····· 35
(3) 토마토 처리조건별 총 페놀 함량 ····· 37
(4) 토마토 처리조건별 DPPH ····· 38
(5) 토마토 처리조건별 환원력 ····· 41
(6) 토마토 식품 소재화 조건확립 ····· 43
(7) 상업적 합성라이코펜(SLP) 및 토마토건조분말(CDT) 적용 실험 ·· 45
(8) 천연 토마토 소재물 적용 실험 ····· 58
(9) 토마토 소재물과 항산화제 적용 실험 ····· 81
6) 요약 및 결론 ····· 97
(1) 토마토 최적 소재화 조건 확립 ····· 97

(2) 토마토 소재물 적용 제품의 항산화성 ····· 98

2. 라이코펜을 활용한 사양실험 현장 적용 연구 ····· 99
1) 재료 및 방법 ····· 99
(1) 라이코펜 분석 ····· 99
(2) 라이코펜 강화 발효사료 개발 ····· 101
(3) 라이코펜 강화사료 자원화 확립 ····· 103
2) 결과 및 고찰 ····· 110
(1) 생산형질 ····· 110
(2) 도체형질 ····· 111
(3) 혈액분석 결과 ····· 113
3) 요 약 ····· 120
제 2절 라이코펜 급이 흑돈 품질평가와 유통기한 설정 ····· 122
1. 라이코펜 급이 흑돈 품질 평가 ····· 122
1) 재료 및 방법 ····· 122
(1) 공시가축 및 실험설계 ····· 122
(2) 조사항목 ····· 122
2) 결과 및 고찰 ····· 127
(1) pH 및 미생물 측정 결과 ····· 127
(2) 이화학적인 측정 결과 ····· 129
(3) 육색 및 관능특성 결과 ····· 131
(4) 지방산패도 및 지방산 조성 결과 ····· 137
(5) 일반성분 측정 결과 ····· 140
2. 라이코펜 급여 돈육의 품질관리 매뉴얼 확립 ····· 143
1) 재료 및 방법 ····· 143
2) 유통기한 설정 ····· 145
3) 요약 ····· 146
제 3 절 라이코펜 함유 기능성 식육제품 개발과 품질평가 ····· 147
1. 라이코펜의 식품소재로서의 이용성 기술 정립 ····· 147
1) 재료 및 방법 ····· 147
(1) 토마토 처리 ····· 147
(2) 제품제조 및 실험 ····· 147
2) 제품별 품질 평가 결과 및 고찰 ····· 156
(1) 라이코펜 함유 소시지 ····· 156
(2) 라이코펜 함유 비가열 미트패티 ····· 164
(3) 라이코펜 함유 가열 미트패티 ····· 172
(4) 주입기술공정적용한 라이코펜 함유 햄 ····· 182

(5) 라이코펜 함유 그릴드 스테이크 ····· 193
(6) 절임기술 공정 적용에 의한 라이코펜 함유 육포 ····· 199
(7) 절임기술 공정 적용에 의한 라이코펜 함유 양념육 ····· 206
(8) 토마토 분말을 첨가한 포크스튜 ····· 211
(9) 토마토 분말 첨가 발효 폭찹 ····· 216
3) 전체 육제품의 품질 요약 ····· 227
2. 천연 라이코펜 및 한방소재 물질을 이용한 육제품 기술 정립 ····· 228
1) 한방물질의 기능성 성분 탐색 ····· 228
(1) 시료 및 시료준비 ····· 228
(2) 기능성 평가 ····· 229
(3) 결과 및 고찰 ····· 230
(4) 요약 ····· 231
2) 토마토 분말 및 한방물질 함유 육제품 개발 ····· 232
(1) 토마토 분말 및 한방소재 물질 함유 저염 저지방 소시지 ····· 232
(2) 토마토 분말 및 한방물질 첨가 육포 ····· 251
(3) 토마토 분말 및 한방물질 함유 저염-저지방 미트볼 ····· 263
(4) 토마토 분말 및 한방물질 함유 햄 ····· 280

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 295

제 5 장 연구개발 성과 및 성과 활용계획 ····· 296

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 ····· 297

제 7 장 참고문헌 ····· 298

제 1 장 연구개발 과제의 개요

최근 소비자들은 제품의 안전, 영양, 편리성 및 매력도(외관, 조직, 냄새 및 맛)에 관심이 많으며, 이러한 소비자들의 제품 선택은 천연색소에 의한 개선된 제품의 이미지에 많은 영향을 받는 것으로 사료되며 인공색소의 알레르기 반응 등의 인체에 미치는 영향 또한 고려대상이다(Østerlie와 Lerfall, 2005). 가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고되고 있으며(Cáceres 등, 2004), 이러한 육색의 발현을 위해 천연색소에 대한 관심이 증대되고 있으며, 기존 제품에 주로 사용하는 인산염, 아질산염 대체 물질에 대한 연구가 진행되어야 한다(Desmond, 2005), 토마토는 천연 색소물질로서 기존 첨가물을 대체할 수 있는 기능을 갖는 물질로 인식되고 있다. 아직까지 토마토의 80%가 주스, paste, pure, 케첩 및 소스의 원료로 이용되고 있으나(Gould, 1992), 이를 이용한 육제품 첨가제 및 사료개발에 대한 연구는 빈약한 실정이다. 토마토는 인간의 건강에 매우 유용한 물질들을 함유하고 있다(Tapiero 등, 2004). 토마토에 함유되어 있는 물질로는 lycopene, β-carotene, phytoene, phytofluene 및 lutein 등의 carotenoid 성분이 다량 함유되어 있으며(Goula와 Adamopoulos, 2005; Tapiero 등, 2004), 이 중에서 라이코펜이 주요 성분이라고 보도되었고(Clinton, 1998), 세포의 산화를 방지하여 급성질환을 줄일 수 있다고 보고되었다(Rao와 Agarwal, 1999).

Lycopene의 축산물로 이행여부에 관한 선행 연구는 Kang 등(2003)의 계란으로 이행되었다는 보고는 있었으나, 돼지에 관한 연구는 아직 없는 실정이다. 이에 본 실험은 라이코펜 급이 돼지의 품질특성을 연구하였다.

또한 토마토 및 그 부산물을 이용한 식품개발에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다(Candogan, 2002; Deda 등, 2007; Yilmaz 등, 2002; Østerlie와 Lerfall, 2005; Sánchez-Escalante 등, 2003). 최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon, 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다.

또한, Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토분말과 토마토 페이스트를 갈은

고기에 투입하였을 때 pH를 감소시킨다고 하였고, Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열 소시지에 토마토 쥬스 첨가 시 pH의 감소와 미생물수가 낮았다고 하였고, 많은 기능성 항산화 물질로 인해 육제품의 산화방지와 저장성 향상에 좋은 영향을 미칠 것으로 사료된다. 또한, 많은 연구자에 의해 천연 한방 물질의 항균, 항산화 및 함유 기능성 물질에 대한 연구가 다수 진행되었으나, 이들을 이용한 식육식품에 적용할 수 있는 물질의 연구가 필요하다. 이에 기능성 특성이 함유된 천연 한방물질의 탐색과 선발이후 최적 한방물질과 라이코펜을 혼합 및 병용처리하여 새로운 기능성(육색향상, 풍미향상, 항균 및 항산화 특성으로 인한 제품의 저장성 향상)을 갖는 축산식품의 개발이 절실히 필요한 시점이다.

따라서 본 연구는 라이코펜을 이용한 in vivo 및 in vitro 실험을 통해 토마토의 전처리 조건에 따른 기능성 물질의 특성을 알아보고, 축산식품의 생산을 위해 한 활성을 연구하고 이를 이용한 육제품 개발을 위해 실시하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 국외 기술개발 현황

초기 생리활성물질 lycopne이 강력한 항산화효과와 함께 심장 혈관계, 전립선 및 소화기 계통 암의 특이적 예방효과가 있음이 발표(Clinton, 1998)된 이후, 최근에는 활성산소군(reactive oxygen species)에 의한 노화, 심혈관계, 암, 파킨슨병 등 각종 질환 억제 등 (Cui 등, 2004) 임상실험을 통한 면역력 증강 등에 대한 제약 및 의학적 기술수준은 안정화 단계에 이른 것으로 보이나 아직까지 동물 전이 및 식품화는 기초 개념 정립단계에 머물고 있는 것으로 판단된다. 생리활성물질 라이코펜의 효능성 검증 연구의 경우, 식육제품에 라이코펜 적용시킨 항산화성 효과 구명 연구는 없고, 식육에 관한 항산화성 외국 2편에 불과하며, 토마토의 항암성 활성과 관련된 물질 분류에 대한 기술력 향상에 대한 내용으로는 토마토 섭취는 혈중 라이코펜의 농도를 직접적으로 증가시켜 암 예방에 효과가 있는 생리활성물질로 추정되며 토마토 섭취가 어떤 기작을 통해 암 발병의 위험을 감소시키는지에 관해서는 불분명하고 단지 토마토에는 항암작용을 가지는 일부 식물성 화학성분(phytochemicals)이 풍부하고 이 물질들이 각종 암 발병의 위험을 낮추는데 주요한 역할을 할 것으로 짐작되고 있다.

2. 국내 기술개발현황

최근 들어 식물체로부터 인간의 건강 유지 등에 도움을 주는 기능성을 가지는 많은 생리활성 물질들이 보고되고 있으며 이들을 이용한 고부가가치의 건강 기능성 식품 개발이 활발하게 추진되고 있으나 그 성공률은 매우 저조한 상태이다. 이중에서 세포실험, 동물실험 그리고 임상실험의 선행연구 결과들의 비교검토를 통하여 토마토와 라이코펜의 항암활성은 입증된다고 하였으며, 기타 항산화 효과(Burton과 Ingold, 1984; Foote와 Danny, 1968), 만성질병 억제(Gann 등, 1999; Giovannucci 등, 1995; Giovannucci 등, 1995) 등의 효과가 있고, 또한 육제품의 안전성과 관련된 아질산과의 천연색소제로의 효과(Bloukas 등, 1999)와 저민 고기의 품질 향상(Osterlie와 Lerfall, 2005) 등 여러 가지 효과들이 검증 발표되고 있으나, 생리활성물질 lycopene의 생체 근육 전이를 통한 기능성 물질 함유 돼지고기와 생산과 여기에서 생산된 고기에 대한 육가공 상품화 기술개발은 찾아보기 어려운 상황이다. 약용식물체 추출 이용은 식품산업분야, 의약품 및 화장품분야, 기능성 의류제품에 이르기까지 광범위하게 사용되고 있으나, 식육제품과 연계된 상품화 개발 실적은 매우 미미한 상태이며, 또한 비선호 부위에 대한 기술적 개발은 현재까지도 단편적 연구로 진행되고 있어 이들 부위에 대한 보다 근본적인 기술 중심적 가공적성 향상 산업화 연구는 부족하고, 특히 본 연구에서 적용코자 하는 흑돼지에서의 적용 기술은 전무

한 상태이다. 현재 흑돼지를 대상으로 기능성 고기를 생산한 사례는 극히 드문 것으로 예상되고, 또한 이를 활용한 제품은 단순한 구이용에 불과한 수준으로 새로운 요리 및 가공제품 개발기술이 낙후되어 있으며, 기능성 육제품 개발에 있어서 기능성 소재 탐색 기술, 품질 개선 및 현장 중심형 적용기술, 식품 안전성 확보기술 등이 미흡한 실정이다. 유용 기능성 소재의 탐색 및 기능성 구명과 이를 활용한 건강 기능성 식육제품 개발을 위해서는 부가가치가 높은 기능성 식품소재의 고도 이용기술 등의 생물 공학적 생산기술이 지속되어야 하며 이러한 기초과학을 통하여 상품화 적용물질의 최적화와 이용도 증진연구가 추진되어야 하나 아직까지 연구소 및 민간기업의 관심과 투자의식이 적어 기술 수준이 높지 않은 상태이다. 지금까지 신선한 상태 또는 공업적으로 가공한 제품(캔, 천연건조 토마토 제품, 주스, 케첩, 페이스트, 포레, 샐러드, Sauce와 Soup)제품으로 소비(Shi와 Le Maguer, 2000)되고 있으나, 향후 식육가공분야에도 기능성 식품산업의 소재로 널리 활용될 것으로 보였다.

Table 16. Phytochemical analysis of tomato (㎎/100 g)

Phytochemicals	Fresh/ canned tomato	Tomato sauce
Lycopene	3.02	15.9
Phytoene	1.9 (canned)	3.0
Phytofluene	0.8 (canned)	1.3
β-carotene	0.2 (canned)	0.5
γ-carotene	1.5 (canned)	3.2
zeta-carotene	0.2 (canned)	0.8
Neurosporene	1.1 (canned)	7.0
Cyclolycopene	0. 1(juice)	-
Quercetin (free)	0.1~0.2	3.8~9.5
Quercetin (conjugated)	1.2~21.5	10.9~61.4
Kaempferol (free)	0.1~0.3	0~0.6
Kaempferol (conjugated)	0.1~1.3	0.2~1.3
Naringenin	0.8~4.5	2.5
Chlorogenic acid	0.9~4.2	0.7
Caffeic acid	0.1~0.7	-
Δ-coumaric acid	0.2~0.4	-
Ferulic acid	0.1~0.2	-
Ascorbic acid	5.0~14.0	-
α-tocopherol	0.5	-
Salicylates	-	0.94~2.5
Tomatine	0.5	-

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 라이코펜 함유 브랜드 흑돈 최적 생산기술 및 상품화

1. 제품개발을 위한 기초 연구

1) 토마토 재료 준비

농산물도매시장에서 8월 달에 생산된 완숙된 일반토마토(G-; General tomato, *Lycopersicon esculentun* Mill)와 방울토마토(B-; Bangwool<Cherry> tomato, *Lycopersicon esculentun* Mill *var. cerasiforme*)를 각각 구입하여 깨끗하게 세척하였다. 세척 후 껍질이 포함된 상태 그대로 일정크기로 토마토를 절단하고, 토마토 성분의 균일성을 유지하기 위하여 모두 갈아서 기초시료(basal sample)로 이용하였다. 기초시료에서 각각 일정량의 샘플을 채취하여 각 열처리조건별 및 올리브유를 처리하여 공시시료로 사용하였다. 즉, 생 토마토(RT; raw tomato)를 기초시료로 하여 건조분말(HT; Hot air dried tomato power with RT), 동결건조분말(FT; Freezer dried tomato powder with RT)을 각각 제조하고, 또한 올리브유 첨가 가열토마토(OT; Cooked tomato treated by olive oil)를 기초시료로 하여 건조분말(OHT; Hot air dried tomato powder with OT), 동결건조분말(OFT; Freezer dried tomato powder with OT)로 각각 제조하였다. OT는 올리브유(Extra Light Oil, BERTOLLI Co., Italy)를 토마토 500 g에 14 mL를 투입한 후 가열처리하였다. 제조사에서 제시한 올리브유의 1 리터당 조성은 열량 120 Kcal, 지방 14 g(포화지방산 2g, 다가불포화지방산 2 g, 단일불포화지방산 10g)이며, 단백질, 탄수화물, 콜레스테롤, 나트륨은 0%이다. 처리 시 열풍건조는 열풍건조기(Venticell 111R, GS, USA)를 사용하여 80℃에서 2시간 동안 열처리 후 60℃에서 48시간 동안 실시하였으며, 동결건조는 동결건조기(EYELA R404A, Tokyo Pikakikai Co., Japan)에서 -50℃에서 5시간 급속 동결한 후, 다시 -80℃에서 84시간 완전 건조시켰다. 건조된 토마토는 각각 미세하게 완전 분말처리 하였으며, 각 소재물들은 분석에 이용하기 전 -40℃에 보관하면서 사용하였다. 또한 상업적으로 유통되는 합성정제 라이코펜(SLP; Synthetic lycopene)과 토마토건조분말(CDT; Commercial dried tomato powder) 및 토마토페이스(TPS; Tomatopaste)도 각각 구입하여 동시에 분석하였다.

2) 토마토 제조물 및 이를 이용한 육제품의 품질 평가

상업적으로 유통되는 합성정제 라이코펜(SLP)와 토마토건조분말(CDT)를 첨가한 <실험 1>과 천연토마토 소재물을 활용한 <실험 2> 및 천연토마토 소재물 및 항산화제(α-tocopherol, ascorbic acid)를 병용 첨가한 <실험 3>으로 구분하여 항산화성을 비롯한 기초적인 품질특성을 평가하였다. 다양한 조건에서 품질특성을 평가하고

자 배합비(지방함량)와 가공·저장조건을 달리하여 제품을 제조하였다. <실험 1>은 돈육 등심 83.5%, 지방 10%, 소금 1.2%, 후추 0.3%, 물 5% 합계 100%인 배합비(지방함량 10% 제품)에 무첨가구(CTL; Control)와 SLP와 DLP를 고기중량 대비 각각 0.%1(SLP 또는 DLP 0.1%), 0.2%(SLP 또는 DLP 0.2%), 0.4%(SLP 또는 DLP0.4%), 0.8%(SLP 또는 DLP 0.8%), 1.0%(SLP 또는 DLP 1.0%), 1.5%(SLP 또는 DLP 1.5%), 및 Ascorbic acid 0.1%(As 0.1%) 첨가하여 제조하였다. <실험 2>는 돈육 등심 73.5%, 지방 20%, 소금 1.2%, 후추 0.3%, 물 5% 합계 100%인 배합비(지방함량 20% 제품)에 무첨가구(CTL; Control), 천연토마토 소재물인 RT, HT, FT, OHT, OFT를 고기 중량 대비 각각 0.4%(RT-04%, HT-04%, FT-04%, OHT-04%, OFT-04%), 0.8%(RT, HT, FT, OHT, OFT 0.8%), 1.2(RT, HT, FT, OHT, OFT 1.2%), 1.5%(RT, HT, FT, OHT, OFT 1.5%), 2.0%(RT, HT, FT, OHT, OFT 2.0%)를 각각 첨가하였다. <실험 3>은 <실험 2>의 배합비에 고기 중량 대비 토마토 소재물과 항산화제 첨가에 따른 효과를 구명하기 위한 실험을 패티 제품에 적용하였다. 즉, 대조구로 올리브유 처리 열풍건조 및 동결건조 분말 1.5%(OHT 및 OFT)를 첨가하였고, 처리구는 OHT 및 OFT에 알파토코페놀 0.01%를 각각 병용 첨가(OHT+to, OFT+to), OHT 및 OFT에 ascorbic acid를 0.1% 각각 병용 첨가(OHT+as, OFT+as), OHT 및 OFT에 알파토코페놀 0.01%, ascorbic acid를 0.1% 각각 병용 첨가(OHT+to+as, OFT+to+as)하였다. 제품 제조는 등심 및 지방을 3mm 플레이트로 초핑한 후 등심을 키친에이드(Model 5K5SS, USA)에 투입하여 서서히 혼합하면서 소금, 후추, 빙수를 넣고 최종적으로 지방을 넣어 점질성 유화물이 될 때까지 5분간 충분히 혼합시킨다. 혼합물 약 50g을 두께 1 cm가 되게 손으로 빚어서 미가열 상태 그대로 또는 미리 가열된 후라이 팬에 성형된 패티를 넣고 앞면과 뒷면을 뒤집으면서 각 3분씩 가열처리 한 후 실온에서 방냉한 후 각각 PE 필름에 함기포장하여 <실험 1>은 5℃, <실험 2>는 8℃의 냉장고에 각각 보관하였고, <실험 3> 제품은 혼합물을 약 300g을 빵틀(moulder)에 넣어서 일정하게 압착한 후 성형된 패티를 미가열 상태 그대로 또는 그릴러(TG 101-E, Fri-Jado, Holland)에서 중심온도가 75℃가 될 때까지 가열처리하고 방냉한 후 각각 PE 필름에 함기포장하여 5℃ 냉장고에 보관하였다. Cooking-freezing-reheating(CFR)은 섭취하기 이전에 간단히 재가열 처리하여 섭취하는 냉동이나 냉장 즉석 식품에 적용될 수 있는 시스템의 하나로써 현재 CFR은 가정에서도 널리 활용되고 있는데(Skjoldebrand 등, 1984, Creed, 2001), 본 연구에서는 패티의 특성을 고려하여 미가열(raw) 및 가열(cooking) 처리하여 각각 보관하였고, 평가시에는 이들 보관 제품을 미가열(non cooked), 가열(cooked) 및 재가열(reheated) 상태로 구분하여 검사항목에 따라 적용하였다.

3) 토마토 제조물의 항산화 성분 및 활성분석

(1) 라이코펜

Boileau 등(2000)의 방법을 응용하여 HPLC로 분석하였다. 준비된 토마토(건조분말은 2 g, 생물은 10 g)를 채취하여 믹서로 혼합하여 균질화 시킨 후 준비된 dark vial에 담는다. 여기에 KOH(10%)와 ethanol을 1:5 비율로 녹인 saponification 용액을 첨가하여 60～80℃의 항온수조에서 30분간 saponification 시켰다. 시료를 항온수조에서 꺼내어 실온에서 식힌 후 hexan 1,000 μl와 증류수 500 μl를 넣어 vortex mixer로 혼합하고 이를 2,500g, 20분간 원심분리하여 분리된 상등액을 새로운 sample vial에 넣었다. 남아 있는 하층분에 다시 hexan 1,000 μl를 첨가하여 vortex mixer로 혼합한 후 재차 원심분리하여 상등액을 모았다. 이와 같은 분리과정을 1회 더 반복하여 상등액을 모았다(총 hexan 3 mL 첨가). 또 남아있는 KOH 제거를 위하여 2회에 걸쳐서 모아 놓은 hexan vial에 500 μl의 증류수를 첨가하여 원심분리하고 상등액 만을 다시 새로운 sample vial에 넣었다. 이 상등액에 butylated hydroxytoluene(BHT)를 소량(4～5 mg) 넣고 vortex mixer를 이용하여 용해시킨 후 HPLC 분석을 하기 전까지 냉동고에 보관하였다. HPLC 분석 시에 질소 가스로 hexnane을 모두 휘발시킨 후 chloroform : methanol(2:1) 용액 50 μl에 재용해하여 HPLC로 분석하였으며 그 조건은 다음과 같다. Column(Waters Nova-Pak 5㎛ C18 3.9×300mm), Detector(Waters 486 Tunable Absorbance Detector), Detection(472 nm, Injection volume 20 μl, Mobile phase methanol:aetonitril:chloroform=47:47:6(v/v/v), Flow rate 1.0 ml/min). Lycopene의 동정은 standard lycopene(Sigma, USA)의 retention time과 비교하였으며, 표준시료의 peak 면적에 의해 산출된 값을 기준으로 하여 총 함량을 구하였다.

(2) 총 플라보노이드

추출물 0.01 g에 증류수를 가한 후 90℃에서 30분간 추출하였으며, 여과하여 100 mL로 정용하였다. 여과액을 일정량 취하여 시험관에 옮긴 후 diethylene glycol과 NaOH 0.75 mL를 혼합하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(AOAC, 1995). 이때 표준곡선은 quercetin(Sigma Co., USA)의 농도를 0-0.5 mg 범위가 되도록 제조하였으며, 검량선으로부터 추출물의 플라보노이드 함량을 계산하였다.

(3) 총 페놀

Folin-Denis(Folin과 Denis, 1915)의 방법에 따라 시험관에 시료 0.01 g에 Folin-Denis 시약 5 mL를 넣어 혼합한 후, 증류수로 100 mL 정용한 다음 실온에서 30분간 방치하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

(4) 환원력

Oyaizu(1986)의 방법에 따라 시험관에 다양한 농도의 시료에 sodium phosphate

buffer 2.5 mL와 potassium ferricyanide 2.5 mL를 혼합하여 50℃에서 20분 동안 incubation시킨 후 trichloro acetic acid 2.5 mL를 첨가하고, 10분 동안 5,000 rpm으로 원심분리하였다. 상징액 5 mL에 0.1% ferric chloride 1 mL를 가한 후 흡광도 700 nm에서 측정하였다.

(5) DPPH free radical 소거능 평가

전자공여작용은 추출의 2,2-diphenyl-1-picrylhadrazil(DPPH)에 대한 전자공여효과로 추출물의 환원력을 측정하였다(Blois, 1958). 즉, DPPH16 mg을 100 mL 무수 ethanol에 용해한 후 100 mL로 만들어 여과하였다. 이 여액에 시료 추출물 1 mL를 첨가하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 대조구는 시료 대신에 에탄올 1 mL를 첨가하여 대조구에 대한 흡광도의 감소비율로 나타내었다.

4) 육제품의 품질 평가 방법

(1) pH

시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

(2) TBARS

Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 저장 중 가열 및 미가열 각각의 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μL와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화 시킨 후 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 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정한 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malonaldehyde)/kg으로 나타내었다.

(3) 육색

Chromameter(CR 400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 동일한 방법으로 5회 반복하여 측정하여 명도(lightness)를 나타내는 L^*값, 적색도(redness)를 나타내는 a^*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^*값과 CIE값을 이용하여 saturation index인 C^*(Chroma value=$[a^{*2}+b^{*2}]^{1/2}$) 및 H°(Hue angel=$\tan^{-1}[b^*/a^*]$) 값을 측정하였다. 이때 표준색은 L^*값이 89.2, a^*값이 0.921, b^*값이 0.783인 표준색판을 사용하여 표준화한 다음 측정하였다.

(4) 관능검사

잘 훈련된 관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하

였다. 평가 시 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

(5) 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 실험치의 평균값과 표준오차(standard errors of the mean)를 구하였다.

5) 결과 및 고찰

(1) 토마토 처리조건별 라이코펜 함량

전처리 및 건조방법별로 제조된 신선/건조 천연토마토 및 상업적 제품의 라이코펜 함량 분석 결과를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Comparisons on lycopene contents(mg/100g) of fresh/dried-tomatoes prepared by different pretreatments/drying method and commercial products

Treatments[1)]	Lycopene(mg/100g)
B-RT[2)]	0.16 ± 0.05^{I}
B-HT	6.92 ± 1.48^{GH}
B-FT	4.20 ± 1.56^{HI}
G-RT	0.28 ± 0.03^{I}
G-HT	13.64 ± 0.43^{E}
G-FT	9.23 ± 0.27^{FG}
B-OT[2)]	0.17 ± 0.06^{I}
B-OHT	12.24 ± 2.86^{EF}
B-OFT	8.74 ± 2.59^{FG}
G-OT	0.27 ± 0.03^{I}
G-OHT	24.58 ± 0.47^{C}
G-OFT	21.04 ± 0.17^{CD}
SLP	816.00 ± 7.55^{A}
CDT	64.79 ± 1.41^{B}
TPS[2)]	19.24 ± 3.07^{D}

[1)] B(Bangwool tomato); G(General tomato); RT(Raw<fresh> tomato with out any treatment); HT(Hot air dried tomato powder using RT); FT(Freezer dried tomato powder using RT); OT(Roasted tomato with olive oil); OHT(Hot air dried tomato powder using OT); OFT(Freezer dried tomato powder using OT); SLP(synthetic lycopene); CDT(Commercial dried tomato powder); TPS(Tomato paste). [2)] Wet basis. $^{A-H}$ Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

토마토에 다량 함유되어 있는 lycopene 성분은 carotenoid의 일종으로 지용성이며, 강력한 항산화제로서 활성산소 제거 기능이 비타민의 1000배(Di Mascio, 1989)이면서, 인체 면역기능을 강화시켜 심혈관 질병과 각종 암 예방 및 피부건강 유지(Garster, 1997) 등의 생리활성 기능성 물질로 잘 알려져 있다. 최근 식물성 식품을 건강식품의 소재로 활용하기 위한 연구가 많이 이루어지고 있으며(Park 등, 2002),

또한 오래전부터 식물체 추출성분에 대한 식품관련 산업과 의학 분야에서 실용화 시도와 연구대상으로 많은 관심이 집중되어 왔다(Yoon 등, 1997).

생 토마토의 라이코펜 함량은 방울토마토(B-RT) 0.16mg/100g, 일반토마토(B-RT) 0.28mg/100g으로 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 그러나 열풍건조 처리 시 B-HT는 6.92mg/100g, R-HT는 13.64mg/100g으로 크게 증가하였고, 함량 증가폭은 일반토마토가 방울토마토보다 유의적으로 높았다($p<0.05$). 동결처리시에도 생 토마토 함량에 비해 증가하였으나 열풍건조 처리와 비교 시 그 증가폭은 낮은 것으로 나타났다. 올리브유를 가열처리한 B-OT는 0.17mg/100g, G-OT는 0.27mg/100g이었으며, 올리브유 처리 생 토마토와 비교 시 열풍건조 처리조건에서 그 함량이 B-OHT 12.24mg/100g, G-OHT 24.58mg/100g으로 증가하였으며($p<0.05$), 동결건조 시에도 B-OFT 8.74mg/100g, G-OFT 21.04mg/100g으로 증가하였고($p<0.05$), 증가폭 역시 올리브 미처리 조건에서와 마찬기지로 일반토마토에서 유의적으로 높았다($p<0.05$). Chang 등(2006)은 대만산 일반 완숙 토마토 2종(I-Tien-Hung, Sheng-Neu)에 대한 분석에서 Sheng-Neu의 라이코펜 함량이 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 열풍 및 동결건조시에도 I-Tien-Hung 보다 유의적으로 높고($p<0.05$), 또한 신선상태 보다 열풍 및 건조상태에서 라이코펜의 함량이 높다($p<0.05$)고 하여 본 연구결과와 일치하였다. 한편, 인공적으로 합성 또는 첨가되거나 가공된 형태로 상업적으로 유통되는 SLP 및 TPS의 경우 라이코펜 함량은 각각 816, 64mg/100g로 분석되어 SLP에서 함량이 월등하게 높았으며, TPS에는 이들과 비교 시 그 함량이 19mg/100g로 낮게 나타났다.

천연물인 방울토마토에서 올리브유 미처리구의 라이코펜 함량은 HT 6.92, FT 4.20, RT 0.16mg/100g 순이었고, 올리브유 처리구는 OHT 12.24, OFT 8.74, ORT 0.17mg/100g 순이었다. 이러한 경향은 일반토마토에서도 동일한 하게 나타났다. 일반 및 방울토마토 모두 열풍건조(HT) 처리 조건에서 라이코펜 함량이 가장 높게 나타났다($p<0.05$). Dewanto 등(2002)은 가열처리 시 라이코펜의 증가는 토마토 기질(marix)로부터 phytochemical류의 유리가 증가하기 때문이라고 하였으며, 수확 후 저장 조건에 따라서도 라이코펜의 함량은 차이가 나는 것으로 보고되었다(Javanmardi와 Kubota, 2006).

토마토에 함유된 영양소와 색소, 제2의 대사산물은 인체에 다양한 영향을 미치는데 이들은 chlorophyll, 노란색의 β-carotene, 무색의 ascorbic acid와 붉은 lycopene 등이며(Friedman, 2002), 이러한 복합화합물의 함량은 토마토의 생육과정에 따라 크게 달라질 뿐 만 아니라 토마토의 종류, 토양 등에 영향을 받게 된다고 보고된다(Kim 등, 2004). Kim 등(2004)은 lycopene 함량이 개화 후 40일째에 13.05㎍/100g으로 미량 함유되어 있으나 50일째에는 5991.97㎍/100g으로 급격하게 증가하였다고 보고하였다. 가열 가공된 토마토에서 생산되는 라이코펜은 신선한 토마토에서보다 훨씬 더 많은 생물학적인 효용성을 가진다고 보고되며(Bohm과 Bitsch, 1999), Shi와 Le Mague 등(2000)은 식사 시 라이코펜의 흡수는 가열 조리된 토마토 제품에서

훨씬 더 높으며, Lycopene은 올리브유 등과 같은 기름과 함께 조리하면 흡수율이 훨씬 높다고 보고되었다(Eric 등, 2002). 본 연구에서 이러한 점에 착안하여 올리브유를 처리한 결과, B-OHT, G-OHT, G-OFT는 미처리구보다 라이코펜의 함량이 유의적으로 높았으며($p<0.05$), B-FT와 B-OFT에서는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 라이코펜의 함량이 신선한 상태보다 가열한 상태의 토마토에서 높다는 선행보고(Chang 등, 2006)은 있으나, 올리브유로 함께 가열처리 시 높아진다는 본 연구의 흥미로운 결과는 아직 학계에 보고된 바 없어 라이코펜의 가열상태에서의 지용성 메카니즘 등에 대한 추가적인 과학적 탐색이 필요할 것으로 판단된다.

토마토를 활용한 지금까지의 연구는 주로 강력한 항산화효과에 의한 DNA 복구와 이에 의한 암 억제 등 인체생리 측면에서만 집중연구(Karnin과 Regina, 2004)가 추진되고 있고, 식품에 적용시킨 연구사례(Sanchez-Esclante 등, 2003)는 거의 없는 실정으로 이를 식육제품의 생리기능성 물질 소제로 이용하는 연구가 필요하다. 토마토의 효율적인 소재 원료로서의 활용가치를 판단하기 위한 이상의 분석 결과, 라이코펜 함량 측면에서 생 토마토(RT) 또는 생 토마토에 올리브유를 처리(ORT)한 경우 라이코펜의 함량은 유의적인 차이가 없었으나($p<0.05$), 올리브유를 처리한 열풍건조(HT) 및 동결건조(FT)는 그 함량이 높아졌기에($p<0.05$) 식품 소재화를 위한 바람직한 방법으로 적용할 수 있을 것으로 판단되었다.

(2) 토마토 처리조건별 총 플라보노이드 함량

전처리 및 건조방법별로 제조된 신선/건조 천연토마토 및 상업적 제품의 라이코펜 함량 분석 결과를 Table 2에 나타내었다.

플라보노이드의 생리활성 작용으로 가장 주목받는 것 중의 하나는 항산화 작용으로 유리기에 수소원자를 공여하여 생체내에서 산화 스트레스에 의해서 과잉으로 생성된 활성 산소 등의 자유라디칼의 생성(Plaa와 Witschi, 1976)을 억제시킴으로써 항산화 작용을 발휘하게 된다. 그러나 플라보노이드가 고농도로 존재할 경우 pH가 알칼리성이고, 철분이 존재할 때는 역으로 활성산소의 공여체로서 작용하기 때문에 일정농도 이상의 과잉섭취는 오히려 인체에 해를 초래하게 된다고 한다(Cha와 Cho, 2001).

일반토마토와 방울토마토의 플라보노이드 함량은 2.55(B-RT)~3.99(R-RT) mg/100g 범위였다. 열풍건조 처리한 B-HT는 29.40mg/100g , G-HT는 21.27mg/100g , 동결건조 처리한 B-FT는 30.07mg/100g, G-FT는 33.30mg/100g 이었고, 올리브를 처리한 시료에서는 B-OT와 G-OT는 각각 4.05, 2.20mg/100g , 열풍건조한 B-OHT와 G-OHT는 각각 31.85, 29.60mg/100g , 동결건조한 B-OFT와 G-OFT는 각각 35.26, 35.96mg/100g 이었다. 방울토마토(B-RT)가 일반토마토(G-RT)에 비해 총 플라보노이드 함량이 높음에도 불구하고 FT조건에서는 일반토마토에서 그 함량이 높게 나타났다($p<0.05$). 건조방법에 따른 총 플라보노이드 함량은 일반 및 방울토마토 모두에서 FT 조건에서 그 함량이 가장 높았고, 다음은 HT

조건인 것으로 분석되었다. Chang 등(2006)은 신선상태 보다 가공처리 시 총 플라보노이드 함량이 증가한다고 하여 본 보고와 일치하였으나, 동결건조 보다 열풍건조 처리가 더 높은 함량을 보였다고 하여 본 보고와는 상이하였다. 이는 토마토의 품종이나 처리조건 등의 여러 요인들에 의한 것으로 보인다. Bovy 등(2002)은 토마토의 껍질에 많은 종류의 플라보노이드, 주로 naringenin chalcone, flavonol rutin, quercetin glicoside가 함유되어 있는데 총 플라보노이드 함량 증가는 건조되는 동안 많은 생화학적 반응에 의해 총 플라보노이드의 함량이 증가된 결과라고 보고하였다. 한편, CDT에서 43.01mg/100g으로 높았으나, TPS에서는 0.47mg/100g 에 불과하여 조리식품 등에 토마토페이스를 첨가하여 제조된 제품의 경우 항산화성은 크게 기대할 수 없을 것으로 여겨진다.

Table 2. Comparisons on total flavonoid(mg/100g) of fresh/dried-tomatoes prepared by different pretreatments/drying method and commercial products

Treatments[1)]	Total flavonoid(mg/100g)
B-RT[2)]	3.99 ± 0.59^{G}
B-HT	29.40 ± 3.60^{E}
B-FT	30.07 ± 2.01^{E}
G-RT[2)]	2.55 ± 0.88^{GH}
G-HT	21.27 ± 1.37^{F}
G-FT	33.30 ± 1.09^{CD}
B-OT[2)]	4.05 ± 0.74^{G}
B-OHT	31.85 ± 0.41^{DE}
B-OFT	35.26 ± 1.44^{BC}
G-OT[2)]	2.20 ± 1.03^{GH}
G-OHT	29.60 ± 0.86^{E}
G-OFT	35.96 ± 1.40^{B}
CDT	43.01 ± 0.77^{A}
TPS[2)]	0.47 ± 0.05^{H}

[1)] Treatments are the same as in Table 1. [2)] Wet basis. [A-H] Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

올리브유 처리에 따른 효과를 보면, RT에 비해 OT는 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), HT와 FT의 경우는 올리브유 처리 시 유의적으로 총 플라보노이드 함량이 증가하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 결론적으로 총 플라보노이드 함량은 올리브유 미처리 시 RT 처리에 비해 FT는 약 7.5(B)~13.0(G), HT는 7.2(B)~8.3(G) 배 높았고, 올리브유 처리 시 OT 처리에 비해 FT는 8.7(B)~16.3(G), HT는 7.9(B)~13.4(G) 배로 높게 나타나, 일반 및 방울토마토 모두 올리브유 처리가 양호한 결과였으며, 특히 OFT 처리가 가장 좋은 조건인 것으로 평가되었다.

(3) 토마토 처리조건별 총 페놀 함량

전처리 및 건조방법별로 제조된 신선/건조 천연토마토 및 상업적 제품의 라이코펜 함량 분석 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 3. Comparisons on total phenol(mg/100g) of fresh/dried-tomatoes prepared by different pretreatments/drying method and commercial products

Treatments[1)]	Total phenol(mg/100g)
B-RT[2)]	10.48 ± 0.60^{HI}
B-HT	205.53 ± 9.96^{A}
B-FT	141.27 ± 2.84^{E}
G-RT[2)]	5.94 ± 0.25^{I}
G-HT	201.98 ± 2.00^{A}
G-FT	149.03 ± 2.50^{D}
B-OT[2)]	12.18 ± 0.43^{H}
B-OHT	151.19 ± 1.41^{CD}
B-OFT	114.17 ± 3.09^{F}
G-OT[2)]	7.95 ± 0.82^{HI}
G-OHT	160.95 ± 3.58^{B}
G-OFT	102.15 ± 2.60^{G}
CDT	155.17 ± 0.62^{C}
TPS[2)]	7.99 ± 0.50^{HI}

[1)] Treatments are the same as in Table 1. [2)] Wet basis. [A-I] Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

수산기로 최환된 방향족환을 가지고 있는 페놀성 물질은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조를 갖는데, 특히 phenolic hydroxyl기가 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질이 강하여 항산화, 항암 등의 다양한

같은 생리활성 기능을 나타내게 되며(Lee 등, 2005; Kim 등, 2000), phenolic acid와 coumarin류, flavonoid류 및 tnannin류의 세가지로 구분되며, 또한 식물성 페놀성 물질은 식물색소(anthocyanin)와 세포벽 구성물질(lignin)등을 포함하며, 항암(podophyllotoxin), 간보호(silbin) 및 진경(methyleugenol) 이외에도 항산화 등의 작용이 있다(우, 1994).

생 토마토의 총 페놀 함량(mg/100g)은 5.94(G-RT)~10.48(B-RT)이었다. Song 등(2005)은 고구마에서 총 페놀 함량은 자색고구마>황색고구마>일반고구마의 순으로 평균 13.1, 6.22 및 3.02 mg/g 함유되어 있다고 보고하였고, Kang 등(2005)은 밀감에 있어서 총 폴리페놀 함량은 분말시료보다 착즙액 시료에서 더 높은 함량을 나타낸다고 하였으며, 이는 분말시료인 경우 열수 추출액에 대한 함량 측정인것에 비하여 착즙 액인 경우 액 자체를 시료로 사용한 결과라고 하였다. Park 등(1998)은 감귤 미숙과 과육 및 과피에 15.8, 37.6mg%의 폴리페놀을 함유하고 있다고 보고하였다. 생 토마토 페놀 함량과 할 때, 열풍건조 처리 시 201.98(G-HT)~205.53(B-HT), 동결건조 처리 시 141.27(B-FT)~149.03(B-FT) 범위로 나타나 유의적으로 높은 결과였다($p<0.05$). 가열처리를 하지 않는 생 토마토(RT)에 비해 열풍건조시에는 그 함량이 방울토마토에서 약 19배, 일반토마토에서 약 34배 정도 증가하였다. Kim 등(2006)은 삼백초에 대한 건조방법별 총 페놀성 화합물의 함량은 동결건조에서 가장 높았고, 열풍건조, 양건 순으로 높았다고 하였다. 한편, 상업적으로 유통중인 CDT에는 155.17mg/100g이 함유되어 OHT처리구와 비슷한 함량을 나타내었고, TPS는 G-OT와 비슷한 7.99로 분석되었다.

올리브유를 처리한 B-OT 및 B-OFT의 페놀함량은 각각 12.18, 114.27mg/100g으로 G-OT와 G-OFT보다 높았으나, B-OHT는 G-OHT보다 낮았다. 올리브유 처리에 따른 각 건조방법에 따른 페놀 함량은 라이코펜이나 총 플라보노이드 함량과는 반대로 모두 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 한편, Huang 등(2005)은 6가지 다른 품종의 고구마를 재료로 항산화활성을 조사하여 생고구마보다 가열처리한 찐고구마의 총 페놀이 총 페놀함량과 전자소거능이 2~5배 높은 것으로 보고하였는데, 그 이유로 찐고구마의 경우 생고구마보다 증자되는 동안 세포조직이 손상을 받아 항산화물질의 추출이 보다 많았을 것으로 설명하고 있으며, 이러한 요인 등에 의해 본 연구에서도 생 토마토에 비해 처리구들의 토마토에서 그 함량이 높게 나타난 것으로 여겨진다. 각 처리구간 비교에서 총 페놀 함량은 방울토마토와 일반토마토 모두 OT<RT)<OFT<FT<OHT<HT의 순으로 높게 나타났다. Dewanto 등(2002)은 토마토를 열처리 가공하는 동안 총 페놀함량은 유의적인 변화가 없다고 하였음에도, Chang 등(2006)은 열풍건조 토마토가 동결건조 토마토에서 보다 라이코펜 함량이 높다고 하였으며, 이는 본 연구와 일치하는 결과였다.

(4) 토마토 처리조건별 DPPH

전처리 및 건조방법별로 제조된 신선/건조 천연토마토 및 상업적 제품의 라이코펜 함량 분석 결과를 Table 4에 나타내었다.

DPPH는 항산화 물질로부터 전자나 수소를 받아 불가역적으로 안정한 분자를 형성하므로, 전자공여능으로부터 시료의 항산화 활성을 추정할 수 있으며(Blois, 1958), 인체 내에서 특히 지방질의 산화과정에서 생성되는 활성라디칼들은 세포의 노화를 촉진시키고 생체세포의 방어기전을 저하시키는 등을 비롯하여 세포활설을 저해함으로 이들 활성라디칼들의 생성을 근본적으로 억제하거나 이미 생성된 활성라디칼들의 안정화를 통해 생체세포를 보호할 필요가 있으므로 이에 대한 대책으로 전자공여능이 풍부한 식품의 개발과 확인 작업에 많은 사람들이 주목하고 있다(Ha 등, 2001)

Table 4. Comparisons on DPPH free radical scavenging activity of the ethanolic extracts from fresh/dried-tomatoes prepared by different pretreatments/drying method and commercial products (%)

Treatment[1)]	Concentration(㎍/㎖)			
	100	250	500	1000
Vit C	83.39±0.84^{Cb}	89.29±0.28^{Bb}	91.00±0.38^{Bc}	96.11±2.20^{Aa}
BHA	94.34±0.36^{Da}	95.86±0.38^{Ca}	96.78±0.28^{Ba}	97.69±0.46^{Aa}
BHT	49.51±3.65^{Cc}	72.14±2.28^{Bc}	93.49±1.65^{Ab}	96.17±1.28^{Aa}
B-RT[2)]	7.97±0.56^{B}	22.11±2.36^{ABa}	29.14±14.32^{A}	35.46±5.01^{Ab}
B-HT	8.88±2.61^{D}	15.21±2.41^{Cb}	25.49±1.47^{B}	43.25±1.80^{Aa}
B-FT	7.00±2.14^{D}	13.69±3.65^{Cb}	20.07±3.10^{B}	34.49±1.38^{Ab}
B-OT[2)]	14.60±1.76^{Da}	24.45±1.11^{Ca}	42.03±2.43^{Ba}	46.17±1.43^{Aa}
B-OHT	10.43±2.32^{Db}	20.92±3.75^{Ca}	34.12±0.84^{Bb}	51.58±2.10^{Aa}
B-OFT	7.91±0.74^{Cb}	11.74±1.87^{Cb}	19.46±1.47^{Bc}	38.50±5.17^{Ab}
G-RT[2)]	7.73±0.76^{Db}	12.90±2.13^{Ca}	19.22±1.92^{B}	32.30±4.28^{Ab}
G-HT	10.10±0.38^{Da}	15.33±0.55^{Ca}	26.09±2.22^{B}	36.74±1.80^{Aab}
G-FT	3.74±1.53^{Cc}	9.86±0.85^{Cb}	22.66±6.46^{B}	43.30±3.70^{Aa}
G-OT[2)]	7.54±0.90^{Da}	9.67±0.63^{Cb}	14.05±0.18^{Bb}	17.64±1.85^{Ab}
G-OHT	5.29±1.11^{Db}	12.83±0.28^{Ca}	19.10±0.11^{Ba}	22.63±0.66^{Aa}
G-OFT	1.35±0.04^{Cc}	2.78±0.09^{Cc}	7.33±1.49^{Bc}	17.83±0.43^{Ab}
CDT	7.00±0.38^{Da}	10.40±0.18^{C}	16.55±0.28^{Bb}	28.28±0.00^{Ab}
TPS[2)]	3.94±0.95^{Db}	10.77±0.26^{C}	24.03±0.44^{Ba}	47.09±5.02^{Aa}

[1)] Treatments are the same as in Table 1. [2)] Wet basis. $^{a-c}$ Means±SD with different superscripts in the same column and treatments significantly differ at $p<0.05$. $^{A-D}$ Means±SD with different superscripts in the same row and treatments significantly differ at $p<0.05$.

본 실험에서는 비타민 C와 BHA 및 BHT를 대조구로 사용하여 토마토의 전자공여능을 비교 분석하였으며, 추출물의 농도를 100, 250, 500, 1000 ㎍/mL를 첨가하여 실험한 결과, 모든 추출물에서 그 농도가 증가함에 따라 라디칼의 소거효과도 비례적으로 증가하였으며 이러한 결과는 Chang 등(2006)의 보고와 일치하는 결과였다. 대조구 중 BHT를 기준으로 20% 이상의 라디칼이 소거되는 추출물의 농도를 보면, B-RT 250 ㎍/mL, G-RT 500 ㎍/mL, B-HT 250 ㎍/mL, G-HT 100 ㎍/mL. B-OT 100 ㎍/mL, G-OT는 1000 ㎍/mL에서 18.34%로 실험범위 내에서는 없었으며, B-OHT 100 ㎍/mL, G-OHT 500 ㎍/mL, B-OFT 500 ㎍/mL, G-OFT도 G-OT와 마찬가지로 실험범위 최대농도인 1000 ㎍/mL에서 18.5%의 소거를 보여 20%를 넘

지 못한 결과였다.

전자공여능 측정은 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhadrazil) 라디칼 소거법으로 측정하며, DPPH는 비교적 안정한 라디칼을 갖는 물질로 항산화 활성이 있는 물질과 반응하면 라디칼이 소거되어 탈색되는 점을 이용하여 항산화 활성을 검정하는데 널리 사용되고 있으며(Shon 등, 2004), 또한 활성 라디칼에 전자를 공여하여 식품 중의 지방질의 산화를 억제하는 목적으로 사용되고 있을 뿐만 아니라 인체 내에서 활성라디칼에 의한 노화작용을 억제시키는 작용을 한다(Ha 등, 2001). Free radical은 epinephrine의 산화, 미트콘드리아, 세포질 중 xanthin oxidase나 glutathione reductase 등의 flavo enzyme에 의한 정상적인 대사과정과 같은 여러 가지 생물학적 반응에 의해 형성되며 전자공여작용은 이러한 산화성 생물활성 자유 라디칼에 전자를 공여하여 산화를 억제하는 척도가 되며, Song 등(2005)은 고구마 메탄올 추출물의 DPPH에 의한 전자소거능은 페놀성분의 함량과 유사하다고 보고하였다.

전반적으로 방울토마토가 일반토마토에 비해 높은 소거력을 나타내는 것으로 분석되었다. 1000 ㎍/mL에서 방울토마토는 모두 35%이상의 라디칼이 소거되었고, 처리조건에 따라 OHT(53.63%)>OT(48.00%)>HT(44.97%)>OFT(40.03%) 순이었고. 일반토마토는 방울토마토보다 낮았으며, 30%이상은 3처리구로 FT(45.01%)>HT(38.20)>RT(33.58%) 순이었다. Park 등(1998)은 감귤 미숙과의 과일과 과피의 전자공여 효과는 64.1%, 47.8%였으며, Kang 등(2005)은 감귤의 품종과 추출조건의 차이에 따라 차이가 있다고 하였다. Kim 등(2006)은 삼백초 건조방법에 따른 항산화 활성은 동결건조에서 가장 높았고, 열풍건조와 양건간에는 차이가 없었는데, 이는 총 페놀성 화합물 함량이 증가하면 항산화 활성도 증가한다는 Lee 등(2004)의 보고와 유사하다고 보고하였다.

(5) 토마토 처리조건별 환원력

전처리 및 건조방법별로 제조된 신선/건조 천연토마토 및 상업적 제품의 라이코펜 함량 분석 결과를 Table 5에 나타내었다. 환원력 실험은 potassium ferricyanide reduction법을 사용한 추출물의 환원력을 평가하는 것으로서 reduction의 항산화 반응은 hydrogen atom을 제공함으로써 자유 라디칼 연쇄를 변환시키며, reductone은 또한 과산화의 일정한 전구물질과 반응하여 과산화의 형성을 방해한다. Flavol 물질은 이 안정된 생성물로 그들을 전환시키기 위해 free radical과 반응하거나 자유 라디칼 연쇄반응이 종결된다고 보고 되어있다(Wettasinghe와 Shahdi, 1999). 10, 250, 500 및 1000 ㎍/mL 농도의 추출물을 첨가하여 금속이온을 환원시키는 환원력을 측정한 흡광도 수치는 높은 환원력을 나타낸다. 추출물 농도가 500 ㎍/mL일 때 ascorbic acid는 1.38이었으며, 이때 B-RT 0.24, B-HT 0.41, B-FT 0.40이었고, 올리브유 처리한 B-OT 0.51, B-OHT 0.40, B-OFT 0.24이었고, G-RT 0.31, G-HT 0.43, G-FT 0.71, G-OT 0.45, G-OHT 0.56, G-OFT 0.52수준으로 처리조건에 따라

OT의 환원력이 0.45(G-OT)~0.51(B-OT) 범위로 RT보다 높았다. 한편 방울토마토에 올리브유를 처리한 B-OHT(0.40)와 B-OFT(0.35)는 올리브 미처리 시료인 B-HT(0.41) 및 B-FT(0.35)보다 조금 낮은 수준이었으나, 일반토마토에서 G-OHT(0.56)와 G-OFT(0.52)는 오히려 높아지는 경향이었다. 총 페놀과 총 플라보노이드 함량에 비해 TPS의 DPPH와 환원력의 결과가 높게 측정된 것은 시중 유통 중인 토마토페이스트에 합성 한산화제가 첨가되어 있어 그들의 영향력이 반영된 것으로 추측된다.

Table 5. Comparisons on reducing power of the ethanolic extracts from fresh/dried-tomatoes prepared by different pretreatments/drying method and commercial products

Treatment[1)]	Concentration(㎍/㎖)			
	100	250	500	1000
Vit C	0.43±0.02^{Dc}	0.84±0.01^{Cc}	1.38±0.06^{Bc}	2.18±0.07^{Aab}
BHA	1.42±0.01^{Da}	2.15±0.02^{Ca}	2.22±0.02^{Ba}	2.26±0.01^{Aa}
BHT	0.89±0.01^{Cb}	1.54±0.09^{Bb}	2.10±0.07^{Ab}	2.13±0.07^{Ab}
B-RT[2)]	0.16±0.01^{Cb}	0.21±0.02^{Bc}	0.24±0.03^{Bb}	0.51±0.02^{Ab}
B-HT	0.20±0.01^{Da}	0.32±0.03^{Ca}	0.41±0.01^{Ba}	0.78±0.07^{Aa}
B-FT	0.20±0.01^{Da}	0.27±0.02^{Cb}	0.40±0.02^{Ba}	0.73±0.02^{Aa}
B-OT[2)]	0.23±0.02^{Da}	0.34±0.00^{Ca}	0.51±0.00^{Ba}	0.74±0.06^{Aa}
B-OHT	0.18±0.01^{Cb}	0.24±0.02^{Cb}	0.40±0.06^{Bb}	0.57±0.01^{Ac}
B-OFT	0.18±0.00^{Db}	0.25±0.02^{Cb}	0.35±0.02^{Bb}	0.65±0.03^{Ab}
G-RT[2)]	0.15±0.00^{Db}	0.26±0.01^{Cb}	0.31±0.02^{Bc}	0.55±0.02^{Ac}
G-HT	0.16±0.03^{Db}	0.25±0.01^{Cb}	0.43±0.02^{Bb}	0.72±0.04^{Ab}
G-FT	0.22±0.01^{Da}	0.40±0.02^{Ca}	0.71±0.04^{Ba}	1.30±0.06^{Aa}
G-OT[2)]	0.14±0.01^{Db}	0.27±0.02^{Cab}	0.45±0.02^{B}	0.71±0.03^{Aab}
G-OHT	0.14±0.00^{Bb}	0.24±0.03^{Bb}	0.56±0.12^{A}	0.64±0.16^{Ab}
G-OFT	0.19±0.01^{Da}	0.32±0.01^{Ca}	0.52±0.01^{B}	0.86±0.01^{Aa}
CDT	0.15±0.01^{Db}	0.25±0.00^{Cb}	0.43±0.03^{Bb}	0.77±0.02^{Ab}
TPS	0.24±0.02^{Da}	0.46±0.00^{Ca}	0.78±0.06^{Ba}	1.42±0.06^{Aa}

[1)] Treatments are the same as in Table 1. [2)] Wet basis. $^{a-c}$ Means±SD with different superscripts in the same column and treatments significantly differ at $p<0.05$. $^{A-D}$ Means±SD with different superscripts in the same row and treatments significantly differ at $p<0.05$.

(6) 토마토 식품 소재화 조건확립

토마토와 토마토 가공제품의 주요 성분인 라이코펜(Mangels 등, 1993)은 전반적으로 방울토마토가 일반토마토 비해 무기성분의 변화(Ryu 등, 1990), 생육방법과 수확시기가 토마토의 비타민 함량에 미치는 영향(Lee, 1984), 건조토마토(Chung 등, 1987) 및 건조방울토마토의 성분(Yoon 등 1999), 지방산조성(Choi와 Chung, 2003), 저장 중 품질변화(Park 등, 2005)등으로 토마토의 기능성 물질에 관한 국내에 생산된 토마토를 대상으로 한 연구는 검색결과 생육과정에 따른 성분변화(ascorbic acid, chlorophyll, carotene, lycopene)에 관한 단 한 편(Kim 등, 2004)에 불과할 정도로 연구가 현재 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서 향후 식육가공분야에도 기능성 식품산업의 소재로 활용하고자 각 처리조건별 라이코펜 함량이외에 항산화 성분 및 그 활성의 분석을 추가적으로 시도하여 최적 조건을 탐색하였다.

라이코펜 함량(Fig. 1)은 열풍건조나 동결건조 처리 시 생물 상태에 비해 예측되는 바와 같이 그 함량이 증가하였으며, 건조방법 간에서는 열풍건조 토마토 분말에서 함량이 더 높게 나타났다. 방울토마토에서 올리브를 처리하여 열풍건조할 경우 미처리 시 함량인 6.92 (B-HT) mg/100g에 비해 12.24 (B-OHT) mg/100g 으로 두 배 가량 증가하였고, 일반토마토에서도 13.64 (G-HT)에서 24.58 (G-OHT) mg/100g으로 증가하였으며($p<0.05$), 그 증가폭은 동결건조 처리보다 다소 높게 나타났다. 앞서 언급한 생리활성 기능성 물질로서의 중요도를 고려한 라이코펜 함량 측면에서는 올리브유를 처리한 열풍건조 및 동결건조 처리가 바람직한 것으로 평가되었다.

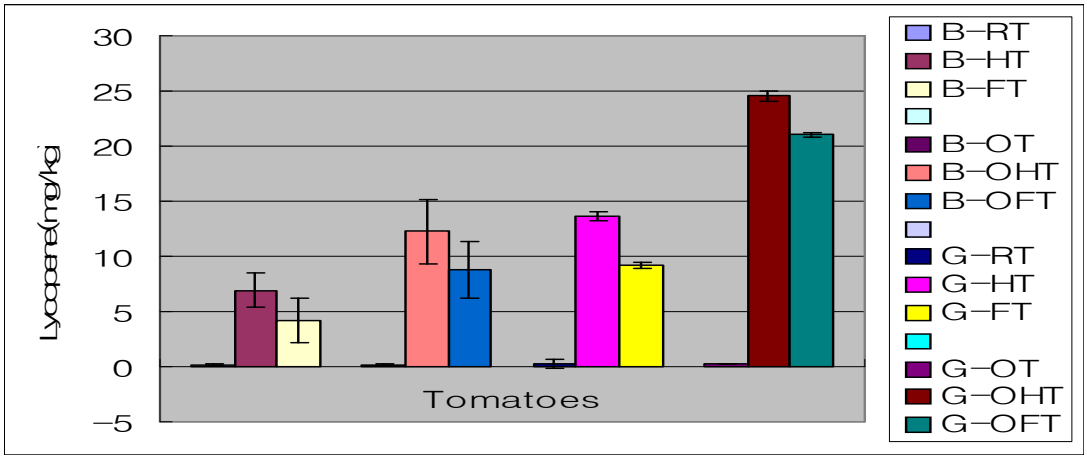


Fig. 1. Content of lycopene of *Lycopersicon esculentun* Mill and *Lycopersicon esculentun* Mill *var. cerasiforme* as influenced by different pretreatments and drying method.

생체내에서 활성산소 등의 자유라디칼의 생성을 억제하여 항산화 작용을 하는 플

라보노이드 함량은 라이코펜 함량과는 반대로 냉동건조 시료에서 오히려 높게 나타났다. 전반적으로 올리브유 처리한 열풍 및 냉동건조가 양호한 결과였고 특히 OFT 처리가 가장 좋은 조건인 것으로 평가되었다(Fig. 2).

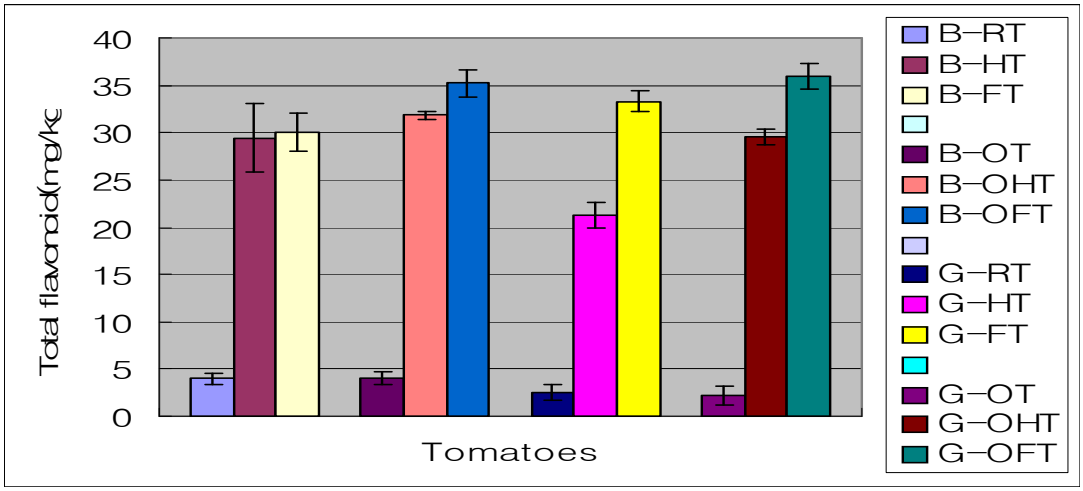


Fig. 2. Content of total flavonoid of *Lycopersicon esculentun* Mill and *Lycopersicon esculentun* Mill *var. cerasiforme* as influenced by different pretreatments and drying method.

반면, 올리브유 처리에 따른 각 건조방법에 따른 페놀 함량(Fig. 3)은 열풍건조 시 방울토마토의 경우 205.53(B-HT) mg/100g에서 114.17(B-OFT) mg/100g, 151.19(B-OH) mg/100g로, 일반토마토의 경우에도 201.98(G-HT) mg/100g에서 102.15(G-OFT) mg/100g, 160.95(G-OHT) mg/100g으로 앞선 결과에서 보듯이 라이코펜이나 총 플라보노이드 함량과는 반대로 모두 유의적으로 감소하여($p<0.05$), 총 페놀 함량만 고려 시 올리브 처리보다는 미처리 상태의 열풍건조가 가장 좋은 조건으로 분석되었다. 그러나 식물성 추출물의 조사에서 총 페놀성 화합물과 항산화 활성이 서로 유의성이 있지만(Juntachote 등, 2006), 이와는 다른 결과를 나타내었다는 보고(Cha 등, 2001)도 있어 추후 이에 대한 구체적인 연구가 수행되어야 할 것이며, 본 실험에서 전자공여능 및 환원력의 경우 올리브 처리 시 모든 조건의 처리에서 오히려 감소하는 경향이었는 바, 항산화물질로 알려진 라이코펜과 그 항산화 성분 및 활성간의 차이가 상이한 결과에 대해서는 실험절차, 분석방법 등에 따라 분석치 간의 차이점 등을 고려한 심도 있는 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다. 지금까지 토마토 효능성에 대한 선행 연구결과들에 대해 Hwang과 Bowen(2004)은 결론적으로 세포실험, 동물실험 그리고 임상실험의 선행연구 결과들의 비교검토를 통하여 토마토와 라이코펜의 항암활성은 입증된다고 하였으며, 기타 항산화 작용(Burton과 Ingold, 1984; Foote와 Danny, 1968), 만성질병 억제(Gann 등, 1999; Giovannucci 등, 1995)등의 효과가 검증 발표되고 있다. 본 연구에서 전반적으로 토마토에서 가장 중요한 생리기능성 물질로 알려진 라이코펜 함량을 기준으

로 할 때 올리브유를 처리하는 것이 가장 바람직한 것으로 판단되며, 또한 항산화 물질 등의 함량 고려 시 신선 토마토 형태로 사용하는 것보다는 열풍건조나 또는 동결건조처리를 하여 식품 소재로 활용하는 것이 양호한 것으로 나타났다.

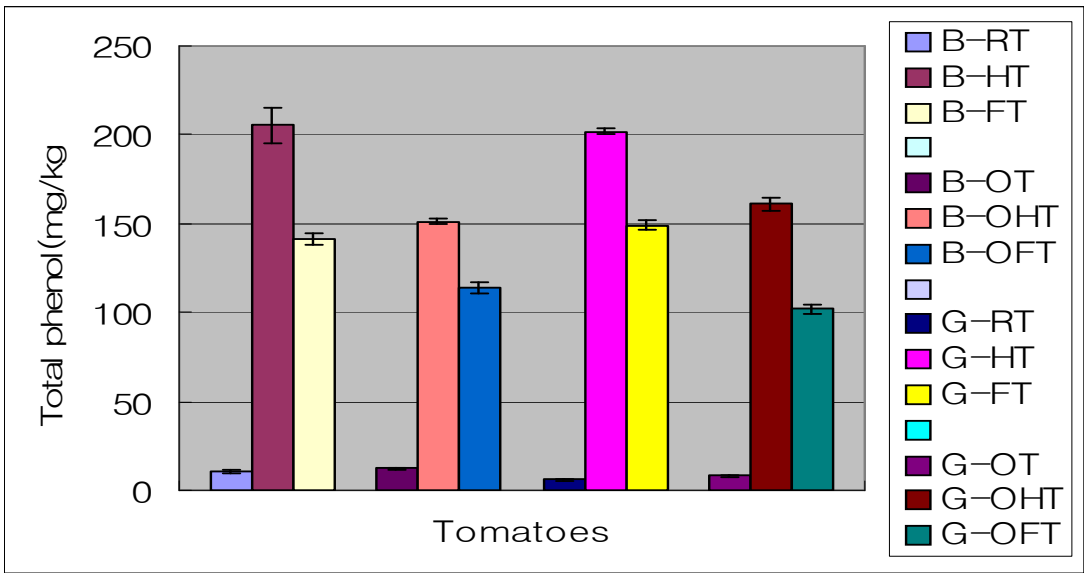


Fig. 3. Content of total phenol of *Lycopersicon esculentun* Mill and *Lycopersicon esculentun* Mill *var. cerasiforme* as influenced by different pretreatments and drying method.

전반적으로 환원력은 건조방법에서 방울토마토에서는 HT, 일반토마토에서는 FT 조건이 다소 양호하였고, 올리브유 처리에 따른 비교에서 방울토마토는 FT, 일반토마토에서는 HT로 차이가 나타나 건조방법에 따라서는 일정한 경향이 없었으며, 올리브 처리가 다소 높은 환원력을 가지는 것으로 나타났다.

(7) 상업적 합성라이코펜(SLP) 및 토마토건조분말(CDT) 적용 실험[실험 1]

SLP 및 CDT 적용 미가열 제품의 5℃ 저장 중 TBARS의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. TBARS의 효과를 알아보기 위해 대조구로 무첨가(CTL)와 아울러 ascorbic acid를 참고적으로 분석하였다.

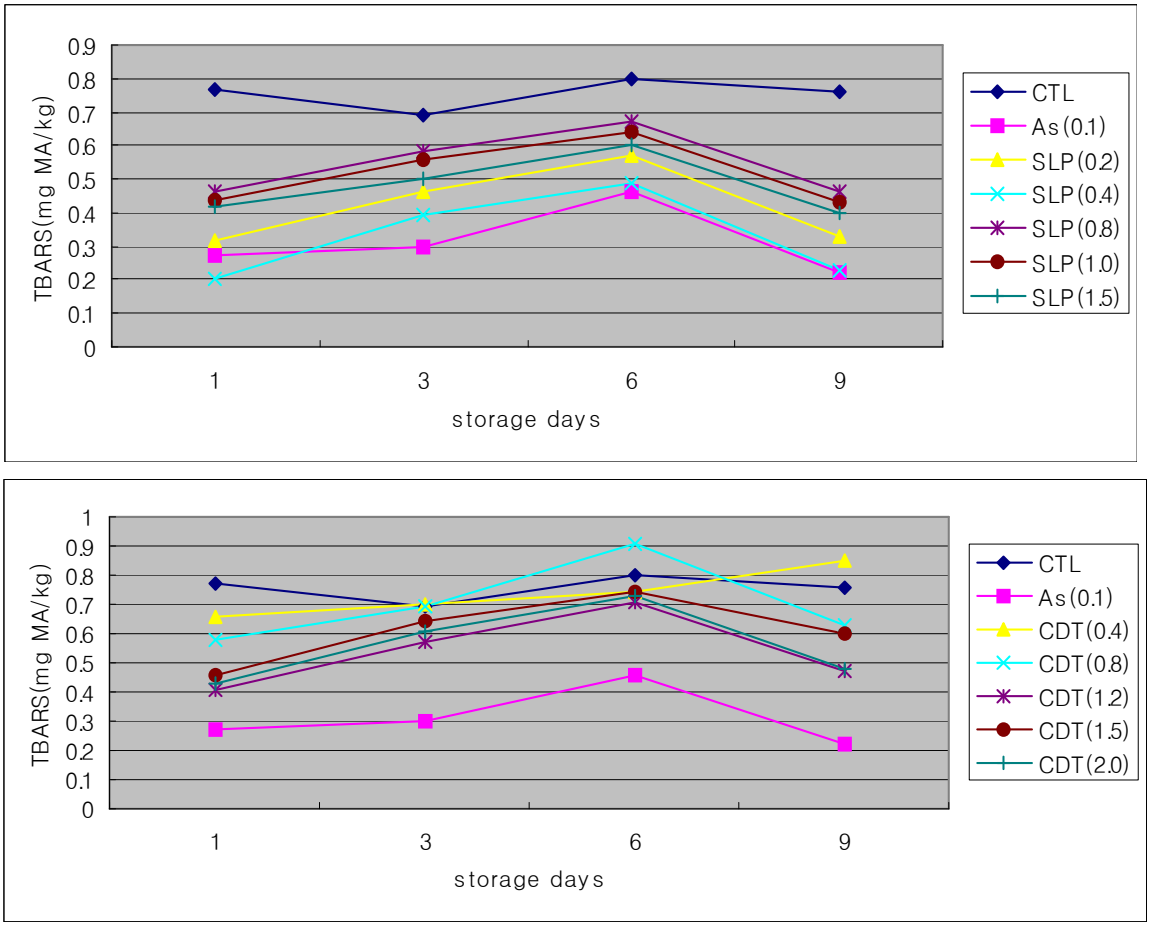


Fig. 4. Changes in TBARS value of raw-non cooked meat patties treated with different level SLP(upper) and CDT(lower) during storage at 5℃.

* As(0.1); ascorbic acid 0.1%, SLP(0.2(, (0.4), (0.8), (1.0), (1.5); SLP(synthetic lycopene) 0.4, 0.8, 1.0, and 1.5%, respectively. CDT (0.4), (0.8), (1.2), (1.5), (2.0); CDT(Commercial dried tomato powder) 0.4, 0.8, 1.2, 1.5, 2.0%, respectively.

SLP의 경우 저장기간이 경과함에 따라 6일차까지는 증가하는 경향이었으나 저장 말기에는 저장초기와 비슷한 수준으로 낮아졌다. CTL이 저장 전 기간 동안 높은 TBARS 값을 나타내었으며($p<0.05$), ascorbic acid 0.1% 첨가군이 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). 첨가비율에 따라서는 SLP 0.2 및 0.4%가 다른 첨가군에 비해 낮은 경향이었으며($p<0.05$), 0.8% 이상 첨가구간에는 첨가수준에 따른 라이코펜의 함량 상승에도 불구하고 유의적인 차이가 없었고($p>0.05$), 특히 SLP 0.4% 첨가군의 경우 ascorbic acid 0.1% 첨가구와 비슷한 항산화력를 가지는 것으로 나타났다($p>0.05$).

CDT를 적용한 제품에 있어서도 SLP에서와 마찬가지로 CTL이 저장 전 기간 동안 높은 TBARS 값을 나타내었으며($p<0.05$), ascorbic acid 0.1% 첨가군이 유의적

으로 가장 낮았다($p<0.05$). 첨가비율이 1.2%까지는 TBARS 값이 낮아지는 경향이었으나 그 이상에서는 유의적인 차이는 없지만 다소 높아졌다. 저장기간에 따라 CDT 0.8%는 저장 6일차에 다른 시료들에 비해 유의적으로 높았으며($p<0.05$), CDT 0.4%는 저장 말기에 높은 값을 나타내었으나($p<0.05$), CDT 1.2% 이상 첨가 시 TBARS 값은 CTL보다 저장 전 기간 동안 모두 유의적으로 낮았다($p<0.05$).

SLP 및 CDT 적용 가열 제품의 5℃ 저장 중 TBARS의 변화를 Table 6에 각각 나타내었다.

Table 6. Changes in TBARS value of cooking-non cooked meat patties treated with different level SLP and CDT during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
CTL	1.20^{Ca}	4.03^{Ba}	4.35^{Ba}	5.71^{Aa}	0.50
As 0.1%	0.30^{Bc}	0.29^{Bd}	1.26^{Ac}	1.25^{Ab}	0.12
SLP 0.2%	0.45^{Cb}	1.31^{Ac}	1.30^{Ac}	1.04^{Bc}	0.11
SLP 0.4%	0.42^{Db}	1.46^{Abc}	1.14^{Bc}	0.83^{Cd}	0.12
SLP 0.8%	0.46^{Cb}	1.66^{Ab}	1.57^{Ab}	1.06^{Bc}	0.15
SLP 1.0%	0.40^{Db}	1.48^{Abc}	1.14^{Bc}	0.97^{Ccd}	0.12
SLP 1.5%	0.51^{Db}	1.51^{Abc}	1.16^{Bc}	0.97^{Ccd}	0.11
SEM[2)]	0.07	0.24	0.24	0.37	
CTL	1.20^{Cab}	4.03^{Ba}	4.35^{Ba}	5.71^{Aa}	0.50
As 0.1%	0.30^{Cd}	0.29^{Ce}	1.26^{Ad}	1.25^{Ae}	0.12
CDT 0.4%	1.06^{Dab}	2.52^{Cbc}	3.40^{Bb}	4.82^{Ab}	0.42
CDT 0.8%	1.41^{Da}	3.15^{Cb}	3.53^{Bb}	4.18^{Ac}	0.31
CDT 1.2%	0.56^{Cc}	2.08^{Bc}	2.50^{ABc}	2.85^{Ad}	0.28
CDT 1.5%	0.86^{Dbc}	1.93^{Cc}	3.38^{Bb}	4.43^{Abc}	0.42
CDT 2.0%	1.18^{Bab}	0.54^{Cd}	2.89^{Ac}	2.86^{Ad}	0.31
SEM[2)]	0.07	0.29	0.21	0.31	

[1)] Treatments are the same as in Figure 4. [2)] Pooled standard errors of the mean. $^{a-e}$ Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. $^{A-D}$ Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

가열 저장한 경우 미가열 제품(Fig 4)에 비해 TBARS값이 CTL의 경우 저장 초기 약 1.6배, 저장말기에는 약 7.5배 높은 값을 보였으며, ascorbic 0.1% 첨가군을 비롯한 모든 SLP 및 CDT 첨가구들 보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$).

SLP 첨가군간에는 저장 6일차에 SLP 0.8% 첨가구가 다른 첨가구들에 비해 유의적으로 높았고($p<0.05$), 저장 말기에는 SLP 0.4% 첨가구가 유의적으로 낮았다($p<0.05$). Ascorbic acid 0.1%와 비교 시 저장 3일차까지는 모두 유의적으로 높았

으나($p<0.0$), 저장 말기에는 오히려 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$).

CDT 첨가군간에는 저장 초기 1.2% 및 1.5% 첨가구가 유의적으로 낮았고($p<0.05$), 저장말기에는 1.2% 및 2.0%가 유의적으로 낮게 나타나($p<0.05$) SLP와 마찬가지로 첨가비율 증가에 따른 따른 뚜렷한 경향은 없었다.

이상의 실험에서 전반적으로 미가열 제품에 SLP 및 CDT 첨가 시 ascorbic acid 보다는 항산화력이 떨어졌으나 가열제품에 적용하였을 경우 저장 초기 및 저장 말기에 ascorbic acid 보다 더 낮은 TBARS 값을 나타내었다. 미가열 제품에 있어서 SLP는 0.4%>0.2%>1.5%>1.0%>0.8%, CDT는 1.2%>2.0%>1.5%>0.8%>0.4%의 순으로 항산화력을 가지는 것으로 나타나, 첨가되는 함량증가에 따른 뚜렷한 경향은 없었다. 가열 제품에 있어서 SLP는 일정한 경향이 없었으며, CDT는 미가열 제품에 적용한 결과와 유사하게 분석되었다. 그러나 모든 첨가군은 CRL에 비해서는 높은 항산화력을 가지는 것으로 나타났음으로($p<0.05$), 지방산패 억제측면에서 상업적 SLP 및 CDT는 제품의 지방함량이나 포장 및 저장조건 등 제품특성을 고려하여 다양한 비율로 첨가가 가능할 것으로 여겨진다.

SLP 및 CDT 적용 미가열 제품의 5℃ 저장 중 pH의 변화를 Fig 5에 나타내었다.

CTL이 SLP 첨가군에 비해 저장 3일차를 제외한 저장기간에는 유의적으로 높았고($p<0.05$), ascorbic acid 0.1% 첨가구는 전 저장기간 동안 낮은 pH 값을 나타내었다. 저장기간이 경과함에 따라 CTL 및 ascorbic acid 첨가구와 마찬가지로 SLP 첨가군들의 pH는 상승하였으나($p<0.05$), 저장 9일차에는 모든 제품에서 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$)

CDT를 첨가한 제품의 경우 첨가군들에 비해 전 저장기간 동안에 유의적으로 높았으나($p<0.05$), ascorbic acid 0.1% 첨가구는 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 저장 초기에 비해 3일차에 다소 감소하다가 그 이후부터는 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). CDT 첨가군 내에서 첨가비율이 높은 1.5% 및 2.0%가 유의적으로 낮은 pH 값을 나타내었다($p<0.05$).

SLP 및 CDT 적용 미가열 제품의 5℃ 저장 중 명도(L^*)의 변화를 Fig 6에 나타내었다.

LSP 적용제품에서 저장기간이 경과함에 따라 명도는 감소하는 경향이었고, 저장말기에 SLP 0.8, 1.0, 1.5% 첨가구는 다른 처리구들간과 비교 시 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). Ascorbic acid의 명도가 가장 높았으며($p<0.05$), 다음은 CTL이 53.88～55.16 범위로 높게 나타났다.

CDT의 경우에도 저장 기간이 경과함에 명도는 감소하였으며, CDT 0.8%는 저장 중기에 LSP 적용 제품에서와는 달리 CTL보다 높게 나타났다($p<0.05$).

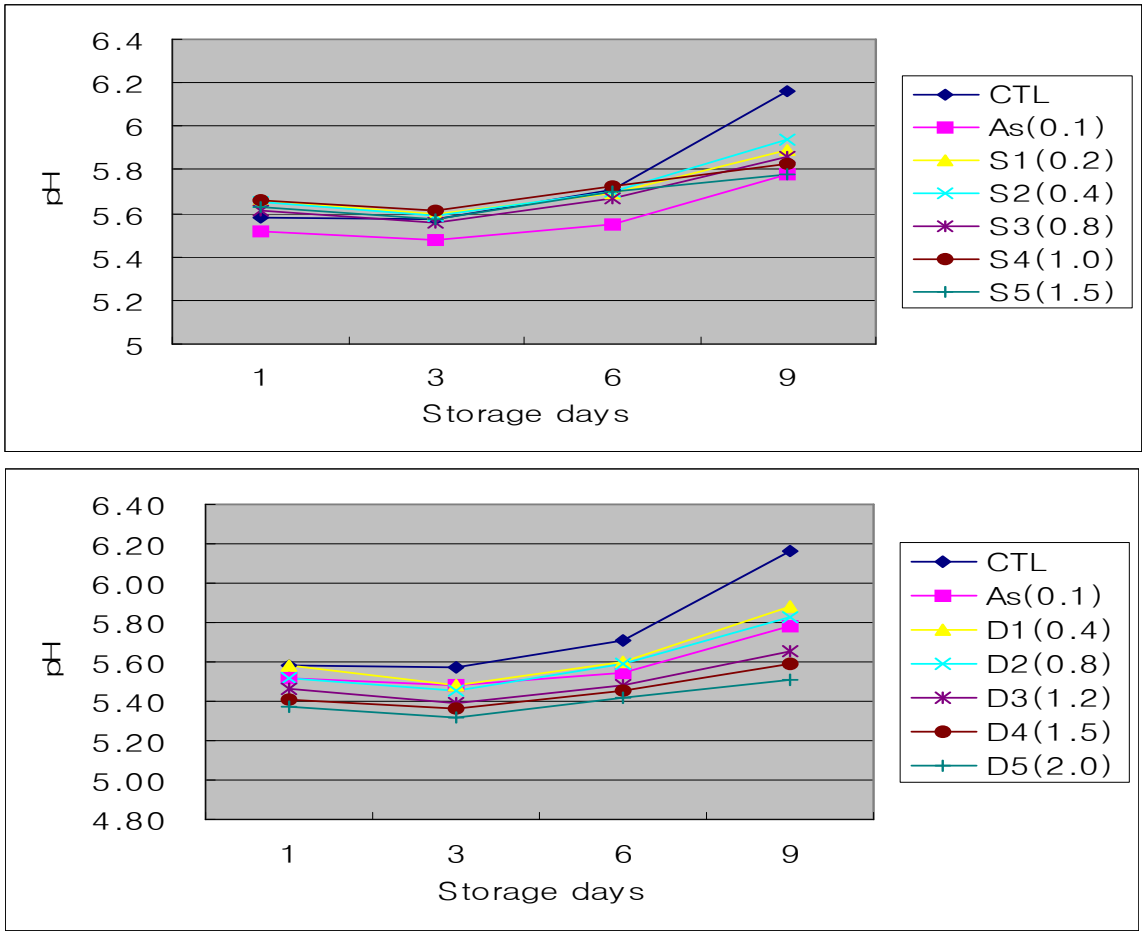


Fig. 5. Changes in pH of raw-non cooked meat patties treated with different level SLP(upper) and CDT(lower) during storage at 5℃.

* Treatments are the same as in Figure 4.

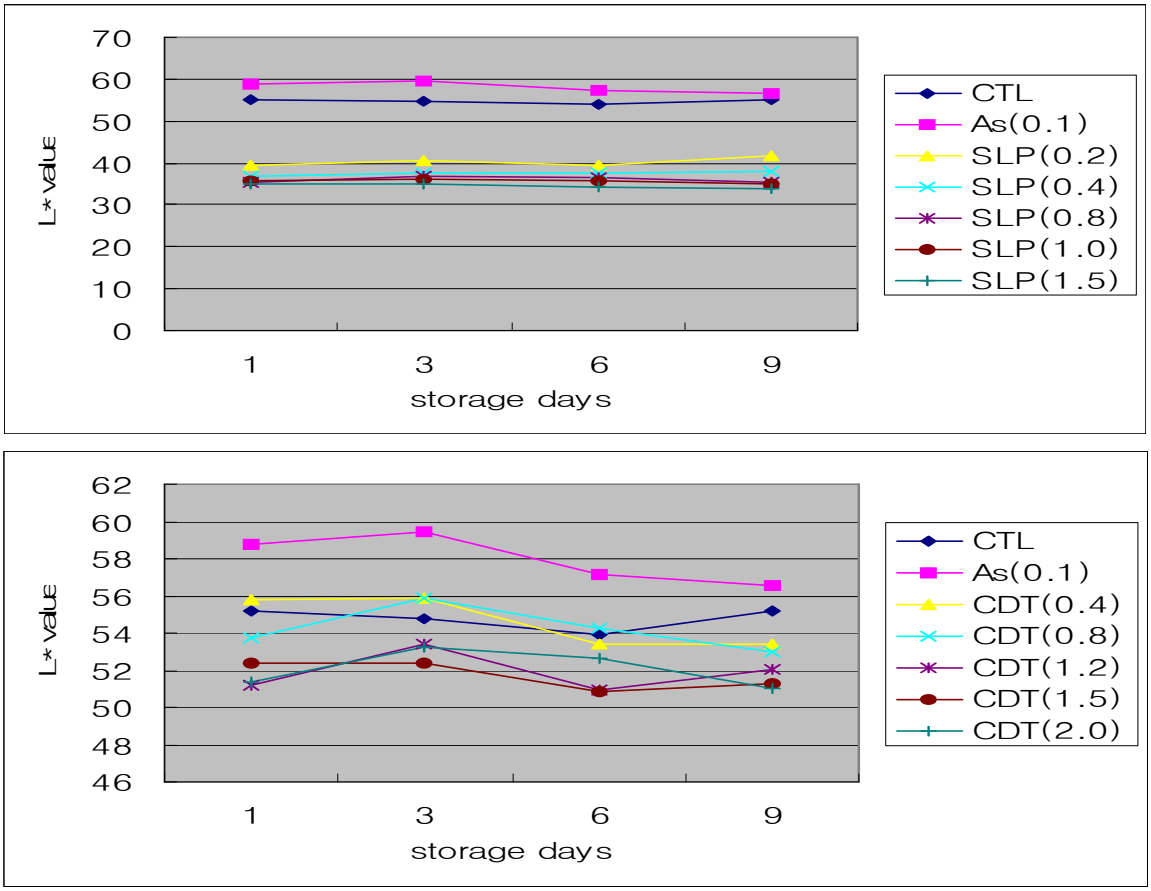


Fig. 6. Changes in L* value of raw-non cooked meat patties treated with different level SLP(upper) and CDT(lower) during storage at 5℃. * Treatments are the same as in Figure 4.

SLP 및 CDT 적용 미가열 제품의 5℃ 저장 중 적색도(a*)의 변화를 Fig 7에 나타내었다.

예견되는 바와 같이 SLP 첨가구들의 적색도(a*)가 CTL 및 ascorbic acid 0.1% 보다 유의적으로 매우 높게 나타났다($p<0.05$). 첨가구간 비교 시 첨가량이 많을수록 증가하는 경향이었고 이를 반영하듯 첨가량이 낮은 SLP 0.2% 첨가구는 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$).

CDT의 경우에도 SLP 첨가구과 동일한 결과였으나 적색도 값의 차이는 상대적으로 적게 나타났다. 이는 원료 소재의 색상 차이에 기인하는 것이므로 첨가량이 많을수록 적색도 값은 증가하였다.

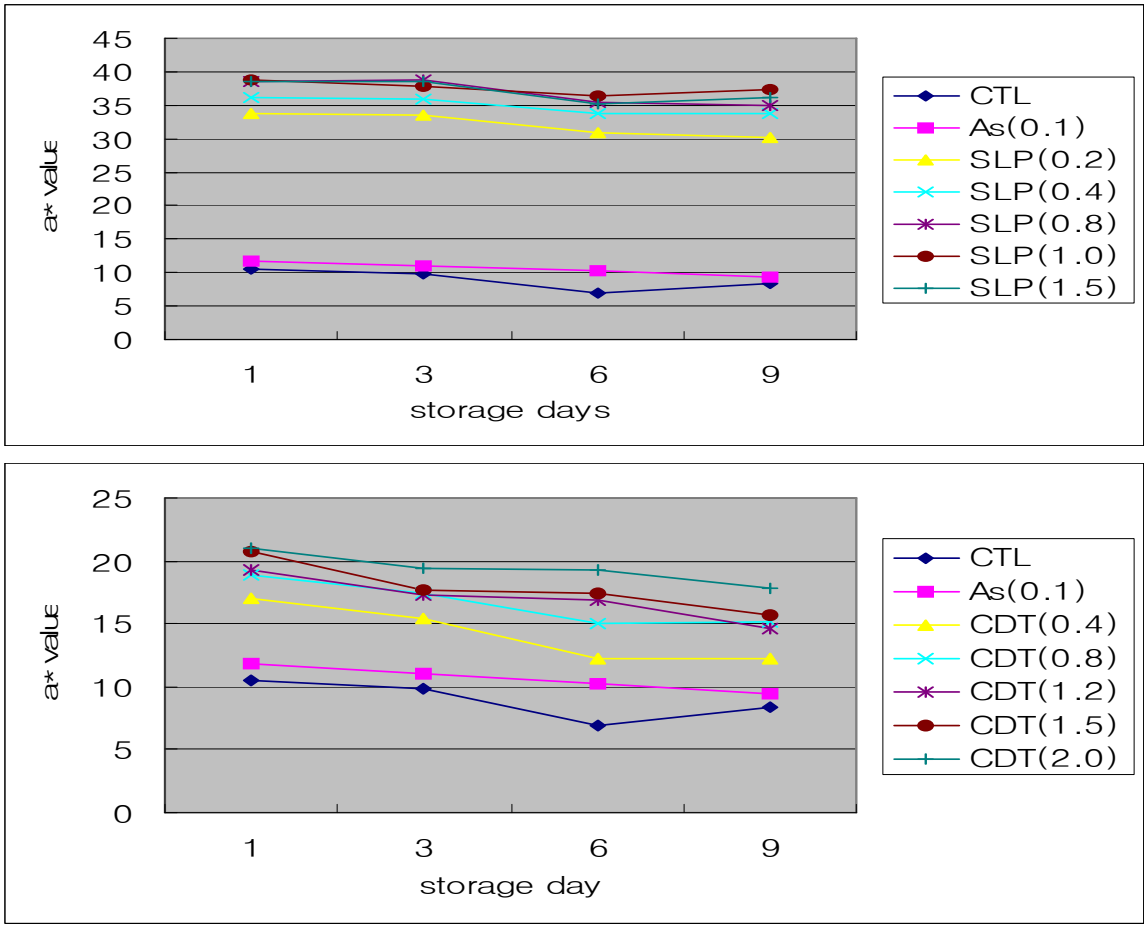


Fig. 7. Changes in a* value of raw-non cooked meat patties treated with different level SLP(upper) and CDT(lower) during storage at 5℃. * Treatments are the same as in Figure 4.

SLP 및 CDT 적용 미가열 제품의 5℃ 저장 중 황색도(b*)의 변화를 Fig 8에 나타내었다. CTL과 비교 시 ascorbic acid 0.1% 첨가구가 전 저장기간 동안 높은 황색도를 나타내었으며, 6일차까지 유의적으로 높았고($p<0.05$), 저장말기에는 유의차가 없었다($p>0.05$). SLP 첨가구들은 저장 기간이 경과함에 따라 6일차에 감소하다가 다시 높아졌으나, CTL과 Ascorbic acid 0.1% 첨가구는 저장말기까지 계속 감소하였다. SLP 첨가구들의 황색도는 모두 CTL과 ascorbic acid 0.1% 첨가구에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). SLP 첨가량이 많을수록 낮은 황색도를 가졌으며, 상대적으로 첨가량이 적은 SLP 0.2%가 유의적으로 높은 결과였다($p<0.05$).

CDT 첨가시에도 SLP와 마찬가지로 CTL과 ascorbic acid 0.1 % 첨가구보다 모두 높은 황색도를 보였다($p<0.05$). CDT는 SLP와는 반대로 첨가량이 적을수록 낮은 황색도를 가지는 것으로 나타났고, 특히 첨가량이 높은 CDT 2.0%처리구는 모든 첨가구간에서 유의적으로 가장 높은 값을 보였다($p<0.05$).

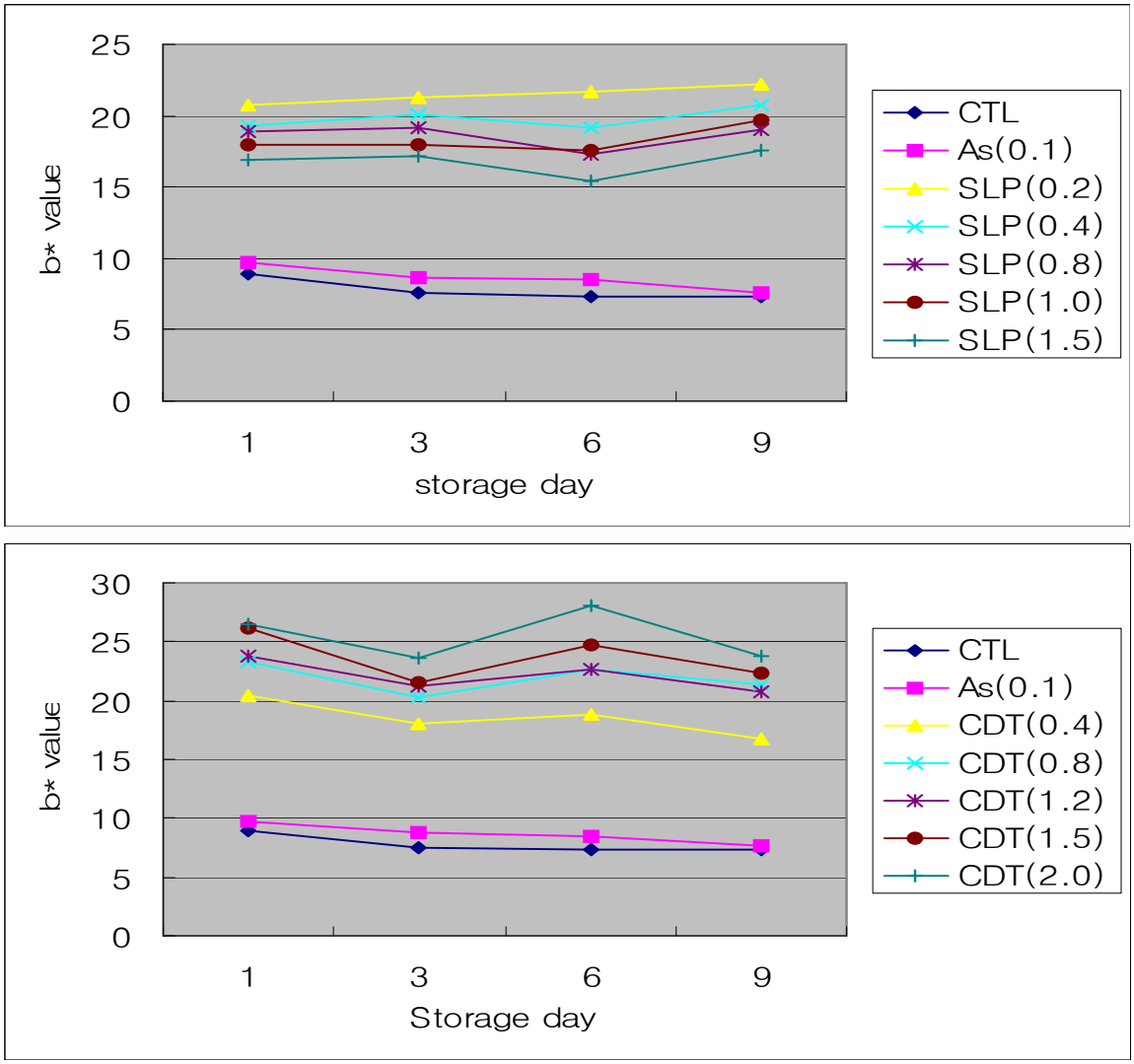


Fig. 8. Changes in b* value of raw-non cooked meat patties treated with different level SLP(upper) and CDT(lower) during storage at 5℃.

* Treatments are the same as in Figure 4.

SLP 적용 미가열 제품의 5℃ 저장 중 신선제품 상태에서 육색(meat color)과 이취(off- flavor) 관능검사 결과를 Table 7에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 육색은 낮아졌으며 특히 저장 말기에는 유의적으로 낮아졌다($p<0.05$). 모든 처리구간에서 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), SLP 첨가구들이 CTL보다 다소 높은 점수를 얻었다.

이취는 저장 6일차에 CTL보다 유의적으로 높은 점수를 얻었으나($p<0.05$), 나머지 기간에서는 모든 처리구에서 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

Table 7. Changes in meat and off-flavor[1] of raw-non cooked meat patties treated with different level SLP during storage at 5℃.

	Treatments[2]	Storage days				SEM[3]
		1	3	6	9	
Meat color	CTL	6.00^{A}	6.00^{A}	5.33^{A}	4.00^{B}	0.22
	As 0.1%	6.00^{A}	6.00^{A}	5.50^{AB}	4.83^{B}	0.16
	SLP 0.2%	6.25^{A}	6.25^{A}	5.75^{A}	4.67^{B}	0.21
	SLP 0.4%	6.25^{A}	6.25^{A}	5.58^{A}	4.17^{B}	0.25
	SLP 0.8%	6.00^{A}	6.25^{A}	5.50^{AB}	4.33^{AB}	0.25
	SLP 1.0%	6.00^{A}	6.25^{A}	5.67 ^{AB}	5.00^{AB}	0.27
	SLP 1.5%	6.00^{A}	6.17	5.67^{A}	4.83^{B}	0.26
	SEM[3]	0.16	0.15	0.11	0.15	
Off-flavor	CTL	6.33^{A}	6.20^{A}	3.33^{Bb}	2.33^{C}	0.39
	As 0.1%	6.33^{A}	6.25^{A}	4.17^{Ba}	2.50^{C}	0.37
	SLP 0.2%	6.50^{A}	6.50^{A}	4.83^{Ba}	2.83^{C}	0.33
	SLP 0.4%	6.50^{A}	6.17^{A}	4.50^{Ba}	2.67^{C}	0.34
	SLP 0.8%	6.50^{A}	6.08^{A}	4.50^{Ba}	2.50^{C}	0.36
	SLP 1.0%	6.33^{A}	6.25^{A}	4.50^{Ba}	2.83^{C}	0.31
	SLP 1.5%	6.17^{A}	6.08^{A}	4.83^{Ba}	2.67^{C}	0.32
	SEM[3]	0.11	0.10	0.11	0.10	

[1] Sensory scores were assessed on 9 point hedonic scale where 1 = extremely bad, 9 = extremely good. [2] Treatments are the same as in Figure 4. [3] Pooled standard errors of the mean. $^{a-b}$ 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 $p<0.05$.

CDT 적용 미가열 제품의 5℃ 저장 중 신선제품 상태에서 육색(meat color)과 이취(off-flavor) 관능검사 결과를 Table 8에 나타내었다.

CDT 첨가 시 육색은 0.4% 이상 첨가구는 모두 CTL 보다 저장 6일차까지 유의적으로 높은 점수를 얻었으며($p<0.05$), 첨가구간에서는 CDT 04% 첨가구가 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 이취는 저장기간이 경과함에 따라 저장 말기에 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$), 모든 처리구간내에서 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$).

전체적인 기호도는 CTL이나 ascorbic 0.1% 첨가구 보다 CDT첨가구가 양호한 것으로 평가되었다.

5℃에 저장 중인 SLP 적용 미가열 제품을 가열한 후 평가한 관능검사 결과를 Table 9에 나타내었다.

SLP 첨가 시 육색은 CTL 보다 모두 높은 점수를 얻었다. 첨가구간에서는 저장 9일차에 SLP 1.0% 첨가구가 유의적으로 높게 나타났고($p<0.05$), 나머지 기간들에서는 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), CTL에 비해 다소 높은 점수를 얻었다.

풍미는 저장 전 기간동안 모든 처리구들 간에서 유의적인 차이가 없었고($p>0.05$), 이취는 첨가구에서 전반적으로 적은 것으로 평가받았고, SLP 첨가 비율이 높을수록 양호한 경향이었다.

SLP 첨가구의 전체적인 기호도는 CTL에 비해 높은 점수를 얻었으며($p<0.05$), 첨가군간에서는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

Table 8. Changes in meat and off-flavor[1)] of raw-non cooked meat patties treated with different level CDT during storage at 5℃.

	Treatments[2)]	Storage days				SEM[3)]
		1	3	6	9	
Meat color	CTL	6.00^{Ac}	6.00^{Ac}	5.33^{Ac}	4.00^{B}	0.22
	As 0.1%	6.00^{Ac}	6.00^{Ac}	5.50^{ABbc}	4.83^{B}	0.16
	CDT 0.4%	6.50^{Abc}	6.50^{Abc}	6.00^{Aabc}	4.00^{B}	0.26
	CDT 0.8%	6.83^{Aab}	6.83^{Aab}	6.33^{Aab}	3.67^{B}	0.31
	CDT 1.2%	7.00^{Aab}	7.00^{Aab}	6.83^{Aa}	4.00^{B}	0.31
	CDT 1.5%	6.83^{Aab}	6.75^{Aab}	6.50^{Aa}	4.67^{B}	0.22
	CDT 2.0%	7.33^{Aa}	7.25^{Aa}	6.83^{Aa}	5.00^{B}	0.25
	SEM[3)]	0.10^{A}	0.10	0.13	0.17	
Off-flavor	CTL	6.33^{A}	6.20^{A}	3.33^{Bc}	2.33^{C}	0.39
	As 0.1%	6.33^{A}	6.25^{A}	4.17^{Bb}	2.50^{C}	0.37
	CDT 0.4%	6.83^{A}	6.67^{A}	4.67^{Bab}	2.33^{C}	0.41
	CDT 0.8%	6.50^{A}	6.25^{A}	4.83^{Ba}	2.67^{C}	0.34
	CDT 1.2%	6.50^{A}	6.25^{A}	4.83^{Ba}	2.67^{C}	0.33
	CDT 1.5%	6.67^{A}	6.33^{A}	4.83^{Ba}	2.67^{C}	0.35
	CDT 2.0%	6.67^{A}	6.33^{A}	5.00^{Ba}	2.33^{C}	0.37
	SEM[3)]	0.10	0.12	0.11	0.10	

[1)] Sensory scores were assessed on 9 point hedonic scale where 1 = extremely bad, 9 = extremely good. [2)] Treatments are the same as in Figure 4. [3)] Pooled standard errors of the mean. $^{a-c}$ 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 $p<0.05$.

Table 9. Changes in sensory score[1] of raw-cooked meat patties treated with different level SLT during storage at 5℃.

	Treatments[2]	Storage days				SEM[3]
		1	3	6	9	
Meat color	CTL	6.00^{A}	5.83^{A}	5.83^{A}	4.67^{Bab}	0.13
	As 0.1%	5.83^{A}	5.92^{A}	6.00^{A}	4.50^{Bab}	0.15
	SLP 0.2%	6.33^{A}	6.17^{AB}	5.17^{AB}	4.67^{Bab}	0.27
	SLP 0.4%	6.50^{AB}	6.67^{A}	5.33^{AB}	5.25^{Bab}	0.24
	SLP 0.8%	6.33^{AB}	6.42^{A}	6.00^{AB}	5.17^{Bab}	0.21
	SLP 1.0%	6.17	6.42	6.00	5.50^{a}	0.23
	SLP 1.5%	5.67^{A}	5.83^{A}	5.67^{A}	4.00^{Bb}	0.24
	SEM[3]	0.15	0.14	0.13	0.15	
Flavor	CTL	6.00^{A}	6.12^{A}	5.55^{A}	4.83^{B}	0.14
	As 0.1%	6.17^{A}	6.08^{A}	5.55^{AB}	5.00^{B}	0.15
	SLP 0.2%	6.17^{A}	6.08^{A}	5.57^{AB}	5.17^{B}	0.13
	SLP 0.4%	6.00^{A}	5.83^{A}	5.57^{A}	4.83^{B}	0.13
	SLP 0.8%	6.50	6.25	6.15	5.50	0.17
	SLP 1.0%	6.17^{A}	6.08^{A}	5.98^{A}	4.50^{B}	0.17
	SLP 1.5%	6.17^{A}	6.08^{A}	6.15^{A}	5.17^{B}	0.15
	SEM[3]	0.09	0.07	0.08	0.12	
Off- flavor	CTL	5.50^{Ac}	5.57^{A}	5.03^{Ad}	3.67^{B}	0.18
	As 0.1%	6.42^{Aab}	5.98^{A}	5.98^{Aa}	3.58^{B}	0.28
	SLP 0.2%	6.17^{Aabc}	5.78^{AB}	5.20^{Bcd}	3.50^{C}	0.24
	SLP 0.4%	5.83^{Abc}	5.58^{AB}	5.03^{Bd}	3.92^{C}	0.18
	SLP 0.8%	6.83^{Aa}	6.32^{AB}	5.83^{Bab}	4.17^{C}	0.25
	SLP 1.0%	6.83^{Aa}	6.35^{A}	6.17^{Aa}	3.83^{B}	0.28
	SLP 1.5%	6.58^{Aab}	5.98^{AB}	5.50^{Bbc}	3.50^{C}	0.28
	SEM[3]	0.12	0.13	0.08	0.11	
Overall acceptability	CTL	5.50^{Ab}	5.53^{Ac}	4.68^{Bc}	3.00^{Cb}	0.25
	As 0.1%	6.25^{Aab}	6.35^{Aab}	5.98^{Aab}	3.25^{Bab}	0.29
	SLP 0.2%	6.17^{Aab}	6.07^{Abc}	5.37^{Abc}	3.50^{Bab}	0.26
	SLP 0.4%	6.50^{Aa}	6.40^{Aab}	5.70^{Ab}	3.83^{Bab}	0.28
	SLP 0.8%	6.83^{Aa}	6.72^{Aab}	6.00^{Aab}	4.25^{Bab}	0.26
	SLP 1.0%	7.00^{Aa}	6.98^{Aa}	6.50^{Aa}	3.92^{Bab}	0.30
	SLP 1.5%	6.50^{Aa}	6.43^{Aab}	6.00^{Aab}	4.42^{Ba}	0.25
	SEM[3]	0.13	0.10	0.12	0.17	

[1] Sensory scores were assessed on 6 point hedonic scale where 1 = extremely bad or slight, 9 = extremely good or much.

[2] Treatments are the same as in Figure 4.

[3] Pooled standard errors of the mean.

[a-d] 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 $p<0.05$.

5℃에 저장 중인 CDT 적용 미가열 제품을 가열한 후 평가한 관능검사 결과를 Table 10에 나타내었다.

CDT를 적용한 제품은 CTL에 비해 저장 초기 육색이 좋았으며($p<0.05$), 저장 6일 이후부터는 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), 전반적으로 CTL과 비교 시 다소 높은 점수를 얻었다. 풍미는 저장 6일차에 CDT 첨가구들이 CTL에 비해 유의적으로 높게 평가받았고($p<0.05$), 나머지 기간에서는 차이가 없었으나($p>0.05$), CTL에 비해서는 다소 양호한 결과였다. 이취는 저장 초기와 6일차에 CDT 첨가구들이 CTL에 비해 유의적으로 양호한 점수를 얻었으며($p<0.05$), 전반적으로 CTL에 비해 좋은 것으로 평가되었다. 전체적인 기호도는 CDT 첨가구들이 CTL에 비해 유의적으로 높았으나($p<0.05$), 저장 말기에는 유의적인 차이가 없었다.

이상의 실험결과에서 상업적으로 유통되는 토마토 관련 제품들은 TBARS, 관능적 특성면에서 SLP는 0.1~1.5%, CDT는 2.0% 내에서 사용이 가능할 것으로 생각된다. 라이코펜의 생리적 기능성은 별도로 하더라도, 최근 들어 천연 라이코펜은 식품 첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Focus on pigments, 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott와 Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다.

Table 10. Changes in sensory score[1] of raw-cooked meat patties treated with different level CDT during storage at 5℃.

	Treatments[2]	Storage days				SEM[3]
		1	3	6	9	
Meat color	CTL	6.00^{Abc}	5.83^{Ab}	5.83^{A}	4.67^{B}	0.13
	As 0.1%	5.83^{Ac}	5.92^{Ab}	6.00^{A}	4.50^{B}	0.15
	CDT 0.4%	6.67^{Aab}	6.67^{Aab}	6.17^{A}	4.83^{B}	0.18
	CDT 0.8%	6.50^{Aabc}	6.17^{Aab}	5.83^{A}	4.83^{B}	0.20
	CDT 1.2%	6.33^{Aabc}	6.17^{Aab}	6.33^{A}	4.50^{B}	0.22
	CDT 1.5%	6.33^{Aabc}	6.17^{ABab}	5.83^{AB}	5.17^{B}	0.18
	CDT 2.0%	7.00^{Aa}	6.83^{ABa}	6.17^{B}	4.83^{C}	0.22
	SEM[2]	0.10	0.11	0.08	0.12	
Flavor	CTL	6.00^{A}	6.12^{A}	5.55^{Ab}	4.83^{B}	0.14
	As 0.1%	6.17^{A}	6.08^{A}	5.55^{ABb}	5.00^{B}	0.15
	CDT 0.4%	6.33^{A}	6.17^{A}	6.07^{Aa}	4.67^{B}	0.16
	CDT 0.8%	6.33^{A}	6.17^{AB}	5.57^{ABab}	5.17^{B}	0.19
	CDT 1.2%	6.33^{A}	6.17^{A}	5.90^{Aab}	4.33^{B}	0.18
	CDT 1.5%	6.33^{A}	6.17^{AB}	5.73^{Bab}	4.67^{C}	0.16
	CDT 2.0%	6.33^{A}	6.17^{A}	5.57^{ABab}	5.00^{B}	0.16
	SEM[3]	0.08	0.07	0.06	0.12	
Off- flavor	CTL	5.50^{Ab}	5.57^{A}	5.03^{Ac}	3.67^{B}	0.18
	As 0.1%	6.42^{Aab}	5.98^{A}	5.98^{Aa}	3.58^{B}	0.28
	CDT 0.4%	6.17^{Aab}	5.83^{A}	5.20^{ABbc}	4.17^{B}	0.24
	CDT 0.8%	6.33^{Aab}	6.03^{A}	5.53^{Aabc}	3.50^{B}	0.28
	CDT 1.2%	6.42^{Aab}	5.95^{A}	6.20^{Aa}	3.75^{B}	0.32
	CDT 1.5%	6.83^{Aa}	6.17^{A}	5.87^{Aab}	3.67^{B}	0.32
	CDT 2.0%	7.42^{Aa}	6.70^{A}	6.20^{Aa}	4.00^{B}	0.35
	SEM[3]	0.17	0.18	0.11	0.14	
Overall acceptability	CTL	5.50^{Ab}	5.53^{Ab}	4.68^{Bb}	3.00^{C}	0.25
	As 0.1%	6.25^{Aab}	6.35^{Aab}	5.98^{Aa}	3.25^{B}	0.29
	CDT 0.4%	6.25^{Aab}	6.25^{Aab}	5.37^{Aab}	4.08^{B}	0.23
	CDT 0.8%	6.67^{Aab}	6.57^{Aab}	5.87^{Aa}	3.50^{B}	0.33
	CDT 1.2%	6.75^{Aa}	6.78^{Aa}	6.20^{Aa}	4.17^{B}	0.32
	CDT 1.5%	6.83^{Aa}	6.75^{Aa}	6.20^{Aa}	3.92^{B}	0.31
	CDT 2.0%	7.00^{Aa}	6.73^{ABa}	5.70^{Bab}	3.67^{C}	0.33
	SEM[3]	0.16	0.14	0.14	0.15	

[1] Sensory scores were assessed on 6 point hedonic scale where 1 = extremely bad or slight, 9 = extremely good or much.

[2] Treatments are the same as in Figure 4.

[3] Pooled standard errors of the mean.

[a-c] 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 $p<0.05$.

(8) 천연 토마토 소재물 적용 실험[실험 2]

생 토마토, 열풍건조 및 동결건조 분말 적용 가열 제품의 8℃ 저장 중 TBARS의 변화를 Table 11에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 모두 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), CTL은 저장 1일차에 일부 처리구들(RT-0.4, 0.8, 1.2%, FT-0.4%) 보다 1.95 mg MA/kg으로 낮은 값을 가졌음에도 불구하고 3일차부터 다른 처리구들에 비해 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 모든 처리구들에서 첨가량이 증가할수록 낮은 TBARS 값을 가졌으며, HT가 가장 낮은 값을 나타내었으며 그 다음은 FT이었다. HT 첨가구들은 특히 저장 말기에 HT-0.4% 첨가구를 제외하고는 RT처리구의 3일차보다도 낮은 TBARS 값을 보였다.

Table 11. Changes in TBARS of cooking-non cooked meat patties added with fresh, hot air dried and freeze dried tomatoes during storage at 8℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
CTL	1.95^{Cb}	4.59^{Ba}	8.86^{Aa}	9.22^{Aa}	0.92
RT-0.4%	2.08^{Da}	4.16^{Cb}	7.31^{Ab}	7.00^{Bb}	0.65
RT-0.8%	2.09^{Ca}	3.62^{Bcd}	6.30^{Ac}	6.25^{Ac}	0.55
RT-1.2%	1.99^{Cb}	3.44^{Bd}	6.36^{Ac}	6.16^{Ac}	0.56
RT-1.5%	1.94^{Db}	3.67^{Cc}	5.93^{Bc}	6.59^{Abc}	0.56
RT-2.0%	1.97^{Cb}	3.48^{Bcd}	6.07^{Ac}	5.63^{Ad}	0.51
SEM[2)]	0.02	0.10	0.27	0.29	
CTL	1.95^{Ca}	4.59^{Ba}	8.86^{Aa}	9.22^{Aa}	0.91
HT-0.4%	1.23^{Db}	1.97^{Cb}	4.85^{Ab}	3.96^{Bb}	0.44
HT-0.8%	0.94^{Ccd}	1.20^{Bd}	2.99^{Ac}	3.00^{Ac}	0.29
HT-1.2%	0.87^{Cde}	1.42^{Bc}	2.18^{Ad}	2.03^{Ad}	0.16
HT-1.5%	0.84^{De}	1.33^{Ccd}	1.70^{Be}	3.13^{Ac}	0.26
HT-2.0%	0.99^{Cc}	1.27^{Bcd}	1.29^{Be}	1.39^{Ae}	0.04
SEM[2)]	0.09	0.29	0.63	0.62	
CTL	1.95^{Ca}	4.59^{Ba}	8.86^{Aa}	9.22^{Aa}	0.92
FT-0.4%	1.96^{Da}	3.05^{Cb}	6.01^{Bbc}	7.33^{Ab}	0.66
FT-0.8%	1.81^{Ca}	3.08^{Bb}	6.86^{Ab}	7.01^{Ac}	0.70
FT-1.2%	1.88^{Da}	2.91^{Cb}	5.18^{Bcd}	6.62^{Ad}	0.56
FT-1.5%	1.80^{Da}	2.33^{Cc}	4.01^{Be}	5.84^{Ae}	0.48
FT-2.0%	1.03^{Cb}	2.03^{Bd}	4.51^{Ade}	4.72^{Af}	0.49
SEM[2)]	0.08	0.20	0.41	0.34	

[1)] RT(Raw<fresh> tomato with out any treatment); HT(Hot air dried tomato powder using RT); FT(Freezer dried tomato powder using RT). [2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-f] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

[A-D] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

올리브로 처리한 열풍건조 및 동결건조 분말 적용 가열 제품의 8℃ 저장 중 TBARS의 변화를 Table 12에 각각 나타내었다.

OHT 및 OFT 모두 저장기간이 경과함에 따라 TBARS 값은 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 첨가량이 많아질수록 TBARS 값은 낮아지는 경향이었다. OHT-1.5% 및 2.0%와 OFT-20% 첨가구는 저장 전 기간 동안 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 올리브 처리한 경우에도 미처리에서와 마찬가지로 FT에 비해 HT 처리구에서 낮은 값을 보였으며, 모든 첨가구들은 CTL에 비해 유의적으로 낮은 TBARS 값을 나타내었다.

Table 12. Changes in TBARS of cooking-non cooked meat patties with added olive oil treated-hot air dried and freeze dried tomatoes powder during storage at 8℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
CTL	1.95^{Ca}	4.59^{Ba}	8.86^{Aa}	9.22^{Aa}	0.92
OHT-0.4%	1.22^{Cb}	2.09^{Bb}	5.43^{Ab}	5.32^{Ab}	0.57
OHT-0.8%	0.83^{Cc}	1.49^{Bc}	3.55^{Ac}	3.78^{Ac}	0.39
OHT-1.2%	0.83^{Dc}	1.30^{Cd}	2.58^{Ad}	2.00^{Bd}	0.20
OHT-1.5%	0.90^{Cc}	0.90^{Ce}	1.27^{Be}	1.46^{Ae}	0.07
OHT-2.0%	0.89^{Dc}	0.99^{Ce}	1.58^{Ae}	1.17^{Be}	0.08
SEM[2)]	0.10	0.31	0.64	0.68	
CTL	1.95^{Ca}	4.59^{Ba}	8.86^{Aa}	9.22^{Aa}	0.91
OFT-0.4%	1.82^{Cb}	2.43^{Bd}	4.52^{Ac}	4.71^{Ac}	0.38
OFT-0.8%	1.79^{Db}	2.93^{Cb}	5.02^{Bb}	5.87^{Ab}	0.49
OFT-1.2%	1.73^{Cb}	2.83^{Bb}	3.42^{Ad}	3.56^{Ad}	0.22
OFT-1.5%	1.43^{Cc}	2.62^{Bc}	4.99^{Ab}	5.09^{Ac}	0.48
OFT-2.0%	1.28^{Cd}	2.30^{Bd}	3.65^{Ad}	3.62^{Ad}	0.30
SEM[2)]	0.06	0.19	0.44	0.47	

[1)] OHT(Hot air dried tomatoes with olive oil); OFT(Freezer dried tomatoes with olive oil).
[2)] Pooled standard errors of the mean.
[a-e] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.
[A-D] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

토마토 소재별 및 첨가비율에 따른 8℃ 저장 중 평균 TBARS의 변화를 Fig. 9와 Table 13에 나타내었다.

소재별 특성은 CTL이 가장 유의적으로 높고 다음으로는 RT, FT 순이었으며, HT와 OHT가 유의적으로 가장 낮음을 확인할 수 있었다($p<0.05$). 전 저장기간 동안 FT의 경우 1.2% 첨가구부터 RT 동일첨가구 보다 다소 낮은 값을 나타내었고 2.0% 첨가구에서는 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 한편, 전체 저장기간 평균 TBARS 값이 3.0 mg MA/kg 이하인 첨가 비율은 HT 0.4~2.0%, FT 2.0%, OHT 0.8~2.0%, OFT 2.0%로 나타났고, CTL은 평균 6.15 mg MA/kg으로 모든 첨가구들에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$). 전 저장기간 중 첨가비율에 따른 영향을 보면, HT 및 OHT는 각각 0.4% 첨가구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS 값을 보였고($p<0.05$), FT와 OFT는 0.4~2.0% 첨가구간에서 유의적인 차이를 보이지 않았지만 첨가비율이 증가함에 따라 다소 낮은 값을 나타내었다($p>0.05$).

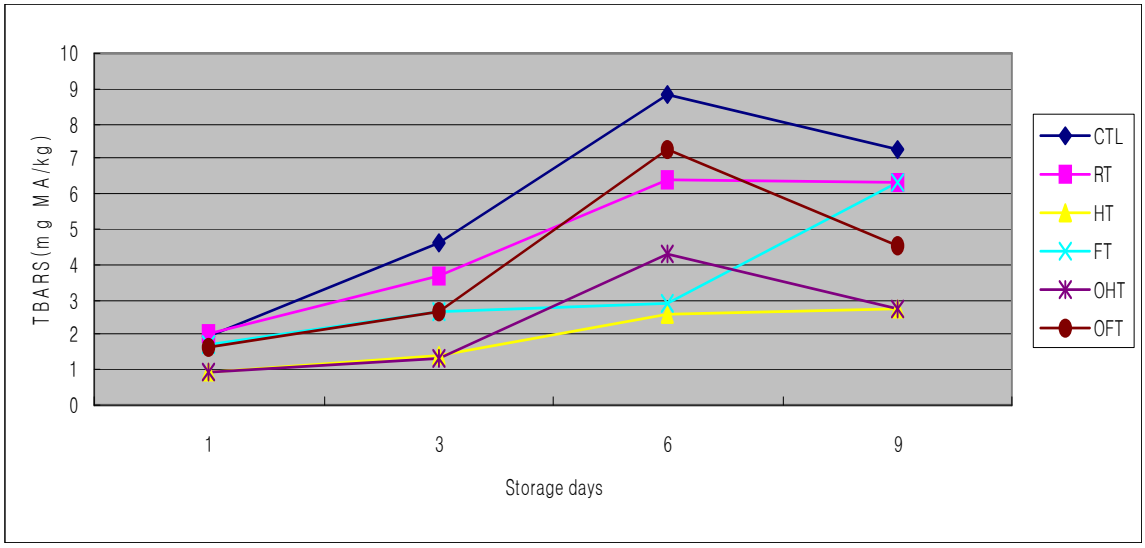


Fig. 9. TBARS value of cooking-non cooked meat patties with different tomatoes type during storage at 8℃.

* Treatments are the same as in Table 11 and 12.

Table 12. Combined effect of addition ratio and dried type of tomatoes on TBARS in cooking-non cooked meat patties during storage at 8℃

Treatments[1)]	RT	HT	FT	OHT	OFT	SEM[2)]
CTL	6.15	6.15^{a}	6.15^{a}	6.15^{a}	6.15^{a}	0.40
0.4%	4.56	3.00^{b}	4.59^{ab}	3.52^{b}	3.37^{b}	0.24
0.8%	4.29^{A}	2.03^{Bbc}	4.69^{Aab}	2.41^{Bbc}	3.90^{Ab}	0.25
1.2%	4.49^{A}	1.75^{Cbc}	4.15^{Ab}	1.68^{Cc}	2.88^{Bb}	0.23
1.5%	4.53^{A}	1.63^{Bbc}	3.50^{Ab}	1.13^{Bc}	3.53^{Ab}	0.24
2.0%	5.14^{A}	1.23^{Cc}	3.07^{Bb}	1.16^{Cc}	2.72^{Bb}	0.25
SEM[2)]	0.26	0.27	0.28	0.28	0.24	

[1)] Treatments are the same as in Table 11 and 12.
[2)] Pooled standard errors of the mean.
[a-e] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.
[A-D] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

생 토마토, 열풍건조 및 동결건조 분말 자체의 pH 측정 결과를 Table 14에 나타내었다.

생 토마토의 pH는 4.36으로 FT, ORT와 유의적인 차이가 없었고($p>0.05$), 열풍건조 조건(HT 및 OHT)이 동결건조(FT 및 OFT)보다 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 특히 OHT는 4.04로 모든 소재물중에서 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). Park 등(2004)은 수확 후 포장 직후 pH는 4.05였으며, 저장 15일까지는 큰 변화를 나타내지 않았으나 20일에는 처음보다 pH 0.1 정도 높은 값이었다고 보고하였다.

Tablel 14. Comparisons on the pH of various treated tomatoes

RT	HT	FT	ORT	OHT	OFT
4.36 ± 0.02^{A}	4.17 ± 0.11^{C}	4.31 ± 0.04^{AB}	4.38 ± 0.02^{A}	4.04 ± 0.01^{D}	4.23 ± 0.01^{BC}

[*] Treatments are the same as in Table 1(general tomatoes).
[A-D] Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

생 토마토, 열풍건조 및 동결건조 분말 적용 가열 제품의 8℃ 저장 중 pH의 변화를 Table 15에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 CTL과 처리구 모두 저장 6일차에만 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 첨가구간 비교에서 RT 0.4%는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 낮아졌고($p<0.05$), HT 및 FT-0.4%는 유의적으로 높아졌다($p<0.05$). 첨가비율에 따라서 RT는 높아지는 경향이었으나, HT와 FT는 유의적으로 낮은 값을 보였는데

($p<0.05$) 이는 투입원료의 pH가 RT보다 낮았기 때문으로 보인다(Table 13).

올리브로 처리한 열풍건조 및 동결건조 분말 적용 가열 제품의 8℃ 저장 중 pH의 변화를 Table 16에 나타내었다.

올리브 첨가구도 미처리구에서와 같은 비슷한 양상을 보였으며, CTL보다 유의적으로 낮은 pH 값을 나타내었다($p<0.05$). OHT와 OFT의 낮은 pH에 의해 첨가수준이 높을수록 pH는 낮아졌다. 전반적으로 올리브 미처리보다도 올리브 처리구에서 낮게 나타났다.

이러한 경향은 토마토 소재별 및 첨가비율에 따른 평균 TBARS의 변화(Fig. 10과 11)에 잘 타나 있다. 소재별 특성은 전반적으로 RT 보다 첨가구의 pH가 낮았으나($p<0.05$), OHT는 저장 초기와 말기에 유의적인 차이를 보이지는 않았다($p>0.05$). OHT를 제외한 HT, FT, OFT는 저장 전 기간동안 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), RT보다는 유의적으로 낮은 pH 값을 보였다($p<0.05$). 첨가수준별로 보면 RT를 제외하고는 pH가 저하되었는데, HT는 2.0%, FT는 1.5 및 2.0%, OHT는 1.2, 1.5, 2.0%, OFT 2.0%에서 다른 처리구들보다 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$).

Table 15. Changes in pH of cooking-non cooked meat patties added with fresh, hot air dried and freeze dried tomatoes during storage at 8℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
CTL	5.55^{Ba}	5.58^{Bb}	5.83^{Aa}	5.55^{Ba}	0.04
RT-0.4%	5.47^{Bb}	5.62^{Aab}	5.65^{Ad}	5.47^{Bb}	0.03
RT-0.8%	5.61^{Ba}	5.61^{Bab}	5.64^{Ad}	5.61^{Ba}	0.00
RT-1.2%	5.61^{Ba}	5.62^{Bab}	5.70^{Ac}	5.61^{Ba}	0.01
RT-1.5%	5.61^{Ca}	5.64^{Ba}	5.84^{Aa}	5.61^{Ca}	0.03
RT-2.0%	5.56^{Ca}	5.63^{Ba}	5.75^{Ab}	5.56^{Ca}	0.02
SEM[2)]	0.01	0.01	0.02	0.01	
CTL	5.55^{Ba}	5.58^{Ba}	5.83^{Aa}	5.55^{Ba}	0.04
HT-0.4%	5.55^{Ca}	5.58^{Ba}	5.65^{Ab}	5.55^{Ca}	0.01
HT-0.8%	5.50^{Bb}	5.52^{Bb}	5.61^{Ac}	5.50^{Bb}	0.01
HT-1.2%	5.44^{Bc}	5.46^{Bc}	5.55^{Ad}	5.44^{Bc}	0.01
HT-1.5%	5.42^{Bc}	5.42^{Bc}	5.44^{Ae}	5.42^{Bc}	0.00
HT-2.0%	5.37^{Bd}	5.37^{Bd}	5.39^{Af}	5.37^{Bd}	0.00
SEM[2)]	0.02	0.02	0.03	0.02	
CTL	5.55^{Ba}	5.58^{Ba}	5.83^{Aa}	5.55^{Ba}	0.04
FT-0.4	5.53^{Cb}	5.57^{Ba}	5.65^{Ab}	5.53^{Cb}	0.02
FT-0.8	5.50^{Bc}	5.50^{Bb}	5.64^{Ab}	5.50^{Bc}	0.02
FT-1.2	5.45^{Bd}	5.46^{Bc}	5.50^{Ac}	5.45^{Bd}	0.01
FT-1.5	5.41^{Be}	5.42^{Ac}	5.42^{Ad}	5.41^{Be}	0.00
FT-2.0	5.36^{Bf}	5.36^{Bd}	5.39^{Ae}	5.36^{Bf}	0.00
SEM[2)]	0.02	0.02	0.04	0.02	

[1)] Treatments are the same as in Table 11.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-f] 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 $p<0.05$.

Table 16. Changes in pH of cooking-non cooked meat patties with added olive oil treated-hot air dried and freeze dried tomatoes powder during storage at 8℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
CTL	5.55^{Bb}	5.58^{Ba}	5.83^{Aa}	5.55^{Bb}	0.04
OHT-0.4	5.96^{Aa}	5.57^{Ca}	5.60^{Bc}	5.96^{Aa}	0.06
OHT-0.8	5.56^{Bb}	5.52^{Cb}	5.63^{Ab}	5.56^{Bb}	0.01
OHT-1.2	5.50^{Bc}	5.46^{Cc}	5.52^{Ae}	5.50^{Bc}	0.01
OHT-1.5	5.42^{Bd}	5.45^{Ac}	5.45^{Af}	5.42^{Bd}	0.01
OHT-2.0	5.37^{Be}	5.38^{Bd}	5.56^{Ad}	5.37^{Be}	0.02
SEM[2)]	0.05	0.02	0.03	0.05	
CTL	5.55^{Ba}	5.58^{Ba}	5.83^{Aa}	5.55^{Ba}	0.04
OFT-0.4	5.52^{Cb}	5.58^{Ba}	5.62^{Ab}	5.52^{Cb}	0.01
OFT-0.8	5.50^{Bc}	5.55^{Aa}	5.56^{Ac}	5.50^{Bc}	0.01
OFT-1.2	5.45^{Cd}	5.47^{Bb}	5.50^{Ad}	5.45^{Cd}	0.01
OFT-1.5	5.44^{d}	5.46^{b}	5.49^{de}	5.44^{d}	0.01
OFT-2.0	5.40^{Be}	5.38^{Bc}	5.45^{Ae}	5.40^{Be}	0.01
SEM[2)]	0.01	0.02	0.03	0.01	

[1)] Treatments are the same as in Table 12.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-f] 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 $p<0.05$.

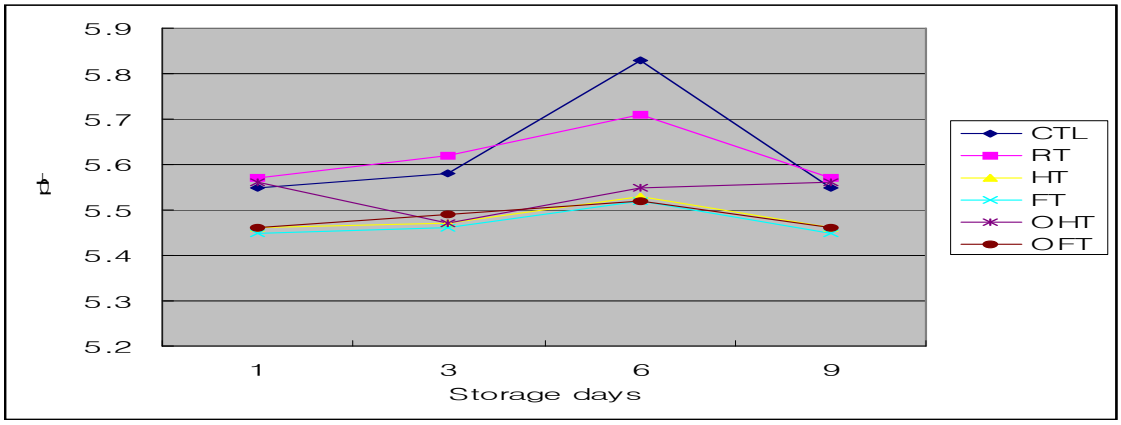
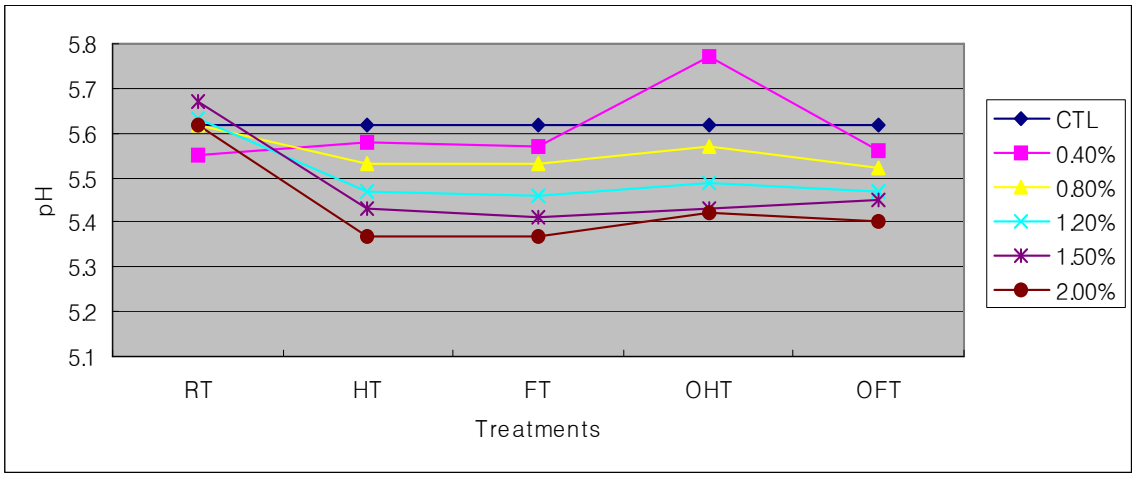


Fig. 10. pH value of cooking-non cooked meat patties with different tomatoes type during storage at 8℃. * Treatments are the same as in Table 11 and 12.



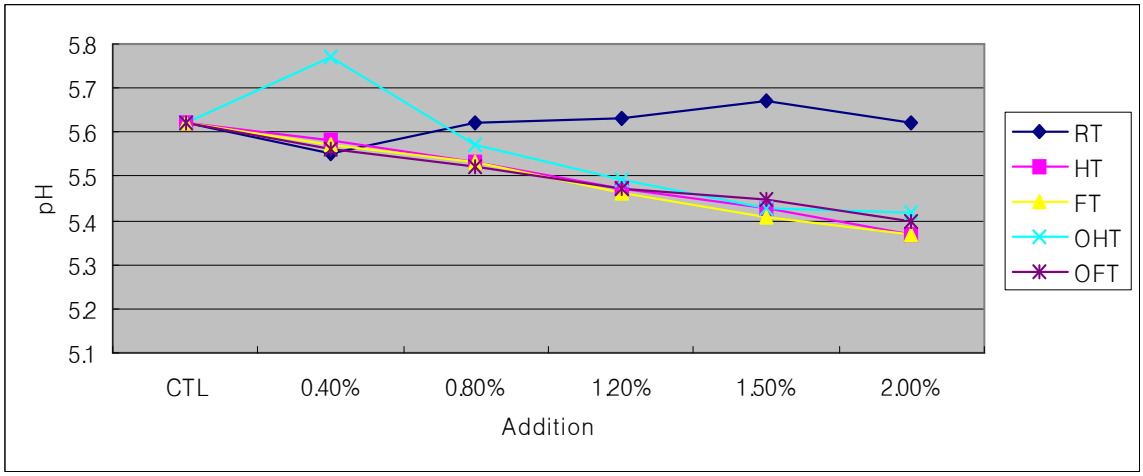


Fig. 11. Combined effect of addition ratio and dried type of tomatoes on TBARS in cooking-non cooked meat patties during storage at 8℃. * Treatments are the same as in Table 11 and 12.

생 토마토, 열풍건조 및 동결건조 분말 적용 가열 제품의 8℃ 저장 중 명도(L^*)의 변화를 Fig 12에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 명도는 감소하는 경향이었다. CTL은 첨가구에 비해 저장 3일차를 제외하고는 높게 나타났으며 특히 저장 6일차에는 65.79로 모든 첨가구들 보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). RT 적용 제품에서 저장 초기 RT-0.8, 1.5%가 다른 처리구에 비해 유의적으로 높았으나($p<0.05$), 저장말기에는 0.8% 이상 첨가구들간에 유의적인 차이가 없었고, RT 0.4%가 59.84로 가장 낮았다. HT의 경우 저장 초기 1.5, 2.0%, 저장 중기에는 1.2～2.0%, 저장 말기에는 0.8～2.0% 범위에서 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$). FT의 저장 초기 0.8～2.0% 첨가시 CTL 보다 높은 값을 보였으나 저장기간이 길어짐에 따라 CTL이 모든 첨가구들보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$).

올리브로 처리한 열풍건조 및 동결건조 분말 적용 가열 제품의 8℃ 저장 중 명도(L^*)의 변화를 Fig 13에 나타내었다.

저장 초기 OHT 1.2～2.0%, 저장 중기 0.4 및 1.2～2.0%, 저장 말기 0.4～2.0%의 범위간에서 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$), 저장 말기 CTL의 명도가 63.73으로 첨가들보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). OFT 적용 제품도 OHT와 마찬가지로 저장 초기에 비해 저장 3일째 감소하다가 그 이후에 다시 증가하고 저장 말기에는 유의적으로 다시 감소하였다($p<0.05$).

토마토 소재별 및 첨가비율에 따른 평균 명도의 변화(Fig. 14)에서 나타난 바와 같이, 소재별 특성을 보면 HT의 명도가 가장 낮았고 첨가비율이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 각 소재물 0.4% 첨가구에서는 RT, HT, 0.8%～2.0% 범위에서는 HT가 모두 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). FT, OHT, OFT는 첨가비율에 따른 명도값에는 유의적인 차이가 없었다.

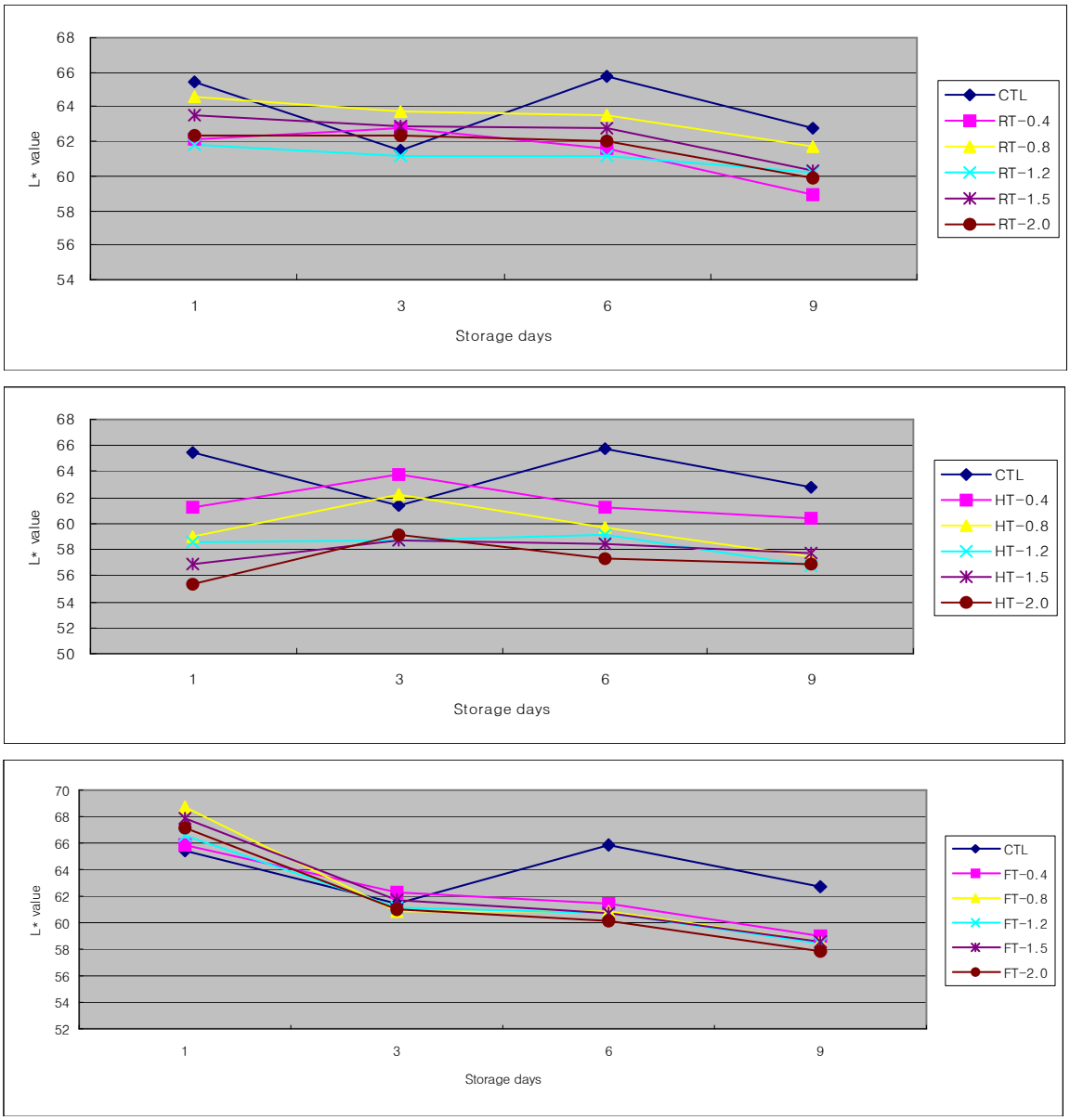


Fig. 12. Changes in L* value of cooking-non cooked meat patties added with fresh, hot air dried and freeze dried tomatoes during storage at 8℃.

* Treatments are the same as in Table 11.

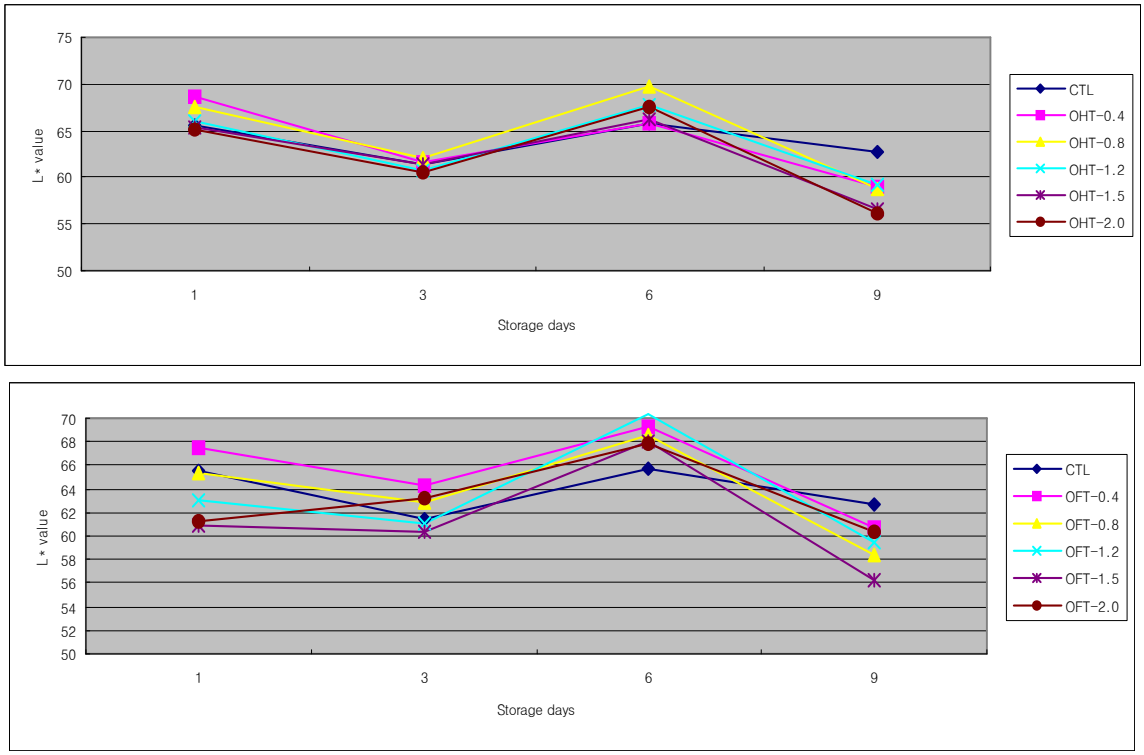


Fig. 13. Changes in L* value of cooking-non cooked meat patties with added olive oil treated-hot air dried and freeze dried tomatoes powder during storage at 8℃.

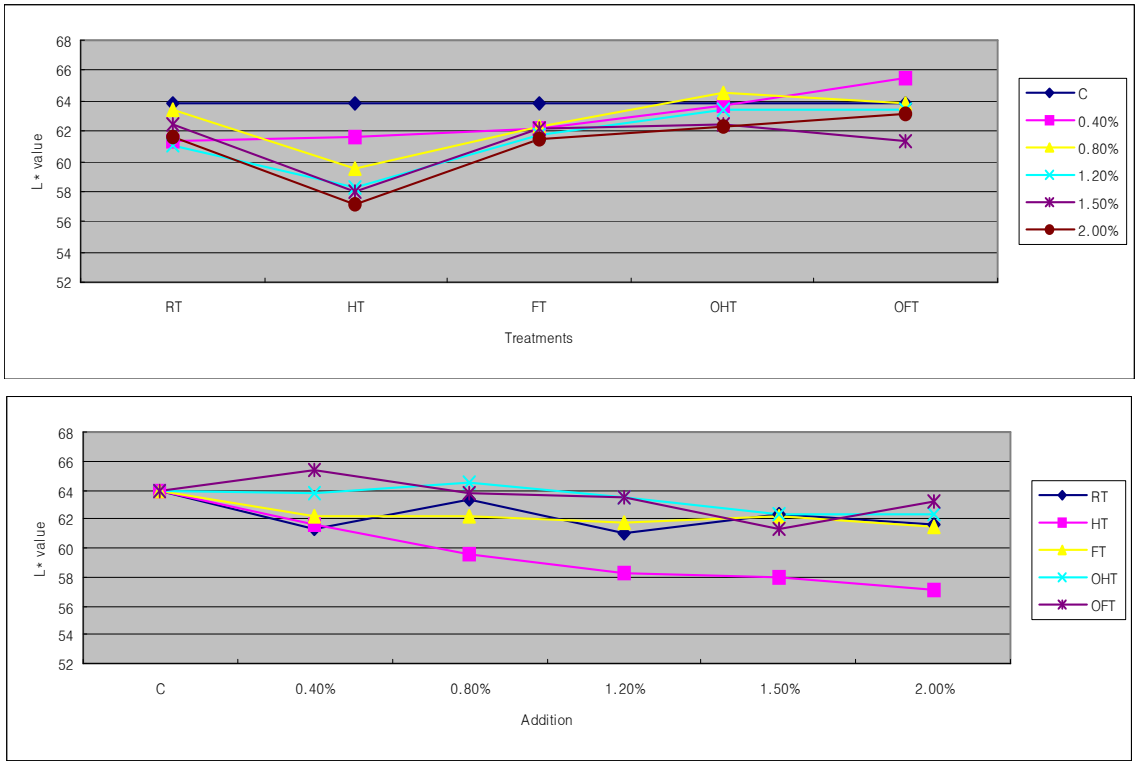


Fig. 14. Combined effect of addition ratio and dried type of tomatoes on L* in cooking-non cooked meat patties during storage at 8℃

* Treatments are the same as in Table 11 and 12.

생 토마토, 열풍건조 및 동결건조 분말 및 올리브로 처리한 각 소재물 적용 가열제품의 8℃ 저장 중 적색도(a*)의 변화를 Fig 15 및 16에 각각 나타내었고, 이들을 종합한 토마토 소재별 및 첨가비율에 따른 변화를 Fig. 17에 각각 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 올리브 미처리 및 처리 첨가구 모두 적색도는 유의적으로 감소하였다($p<0.05$).

RT 적용 제품에서 토마토가 첨가되었음에도 불구하고 CTL 보다 낮은 값을 나타내었는데 이는 가열처리 되는 동안 변성되었기 때문인 것으로 여겨진다. 저장 6일차에 RT 1.5 및 2.0% 첨가구는 저장 초기와 유의적인 차이없이 증가하였고 나머지 첨가구들은 저장기간에 따라 점진적으로 감소하였다. HT는 저장 초기 1.2 및 1.5%에서, 저장말기에는 2.0%에서 유의적으로 높은 값을 나타냈다($p<0.05$). FT는 저장 초기와 말기에 CTL 보다 모두 높은 적색도를 나타내었다($p<0.05$).

OHT와 OFT는 첨가수준이 증가할수록 높은 적색도를 보였다. OHT 적용 제품에서 저장 3일차를 제외하고는 모두 CTL보다 유의적으로 높은 값을 나타내었으며($p<0.05$), 저장 말기에 OHT-2.0%는 가장 높은 값을 보였다($p<0.05$). OFT-1.5%는 저장 3일차를 제외하고, 2.0%는 저장 전 기간동안 유의적으로 높은 적색도를 가졌다($p<0.05$).

소재별 모두 첨가수준이 높아질수록 a* 값은 증가하였으며, FT가 제일 높고 RT가 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$).

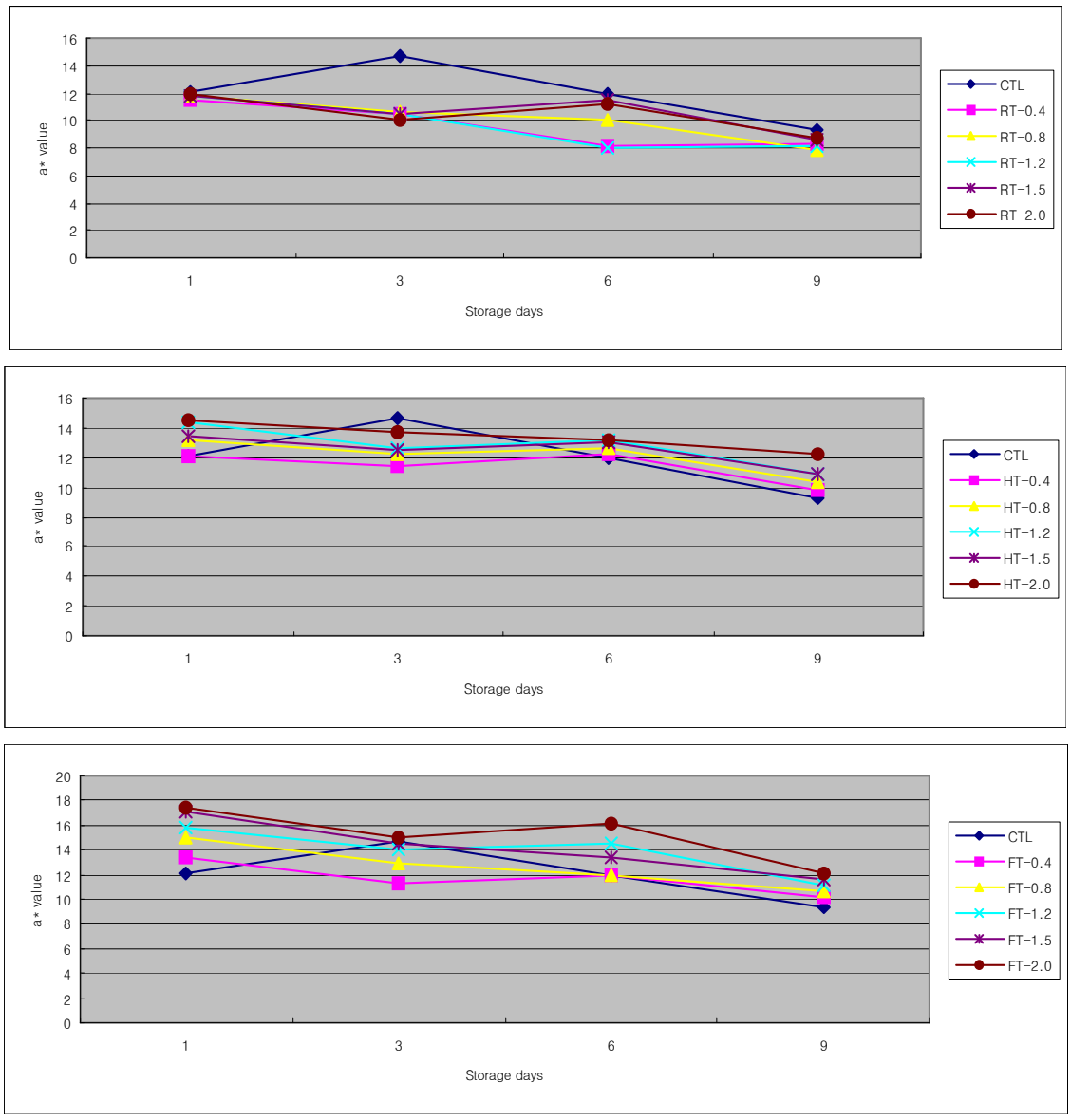


Fig. 15. Changes in a* value of cooking-non cooked meat patties added with fresh, hot air dried and freeze dried tomatoes during storage at 8℃.
* Treatments are the same as in Table 10.

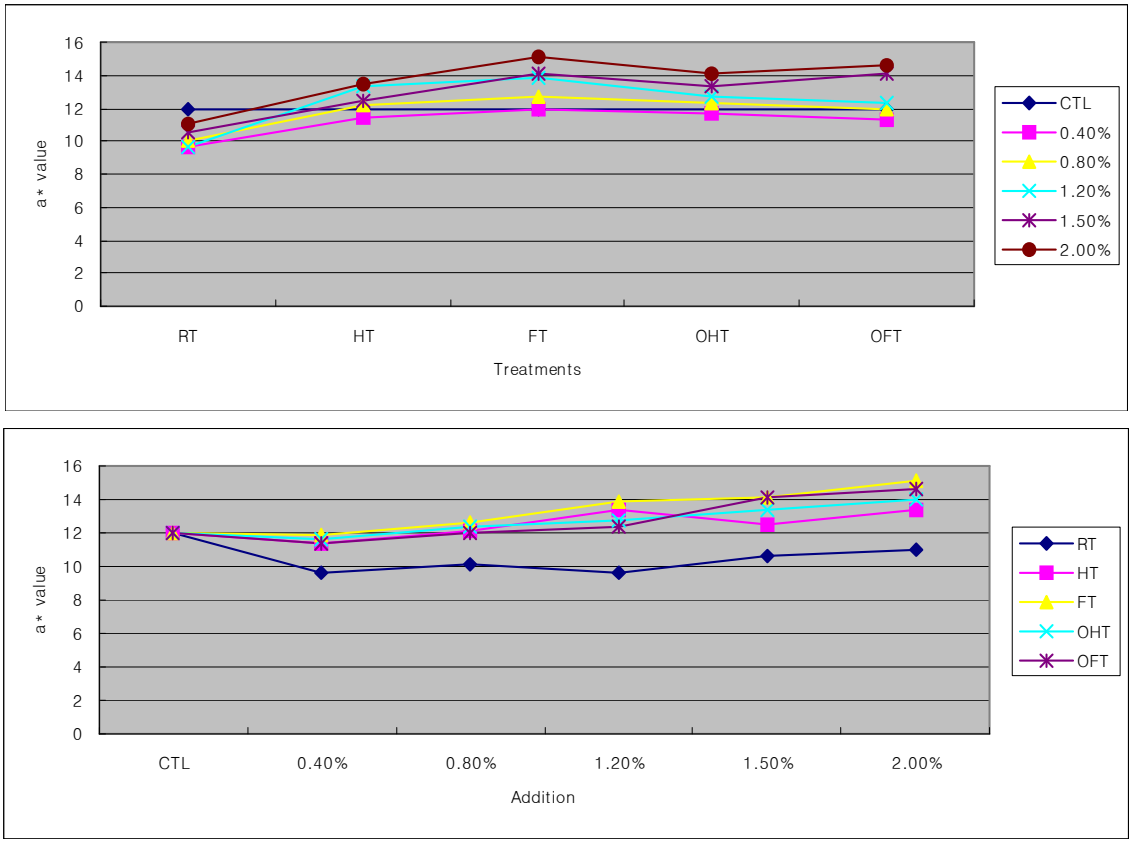


Fig. 16. Changes in a* value of cooking-non cooked meat patties with added olive oil treated-hot air dried and freeze dried tomatoes powder during storage at 8℃.

* Treatments are the same as in Table 11.

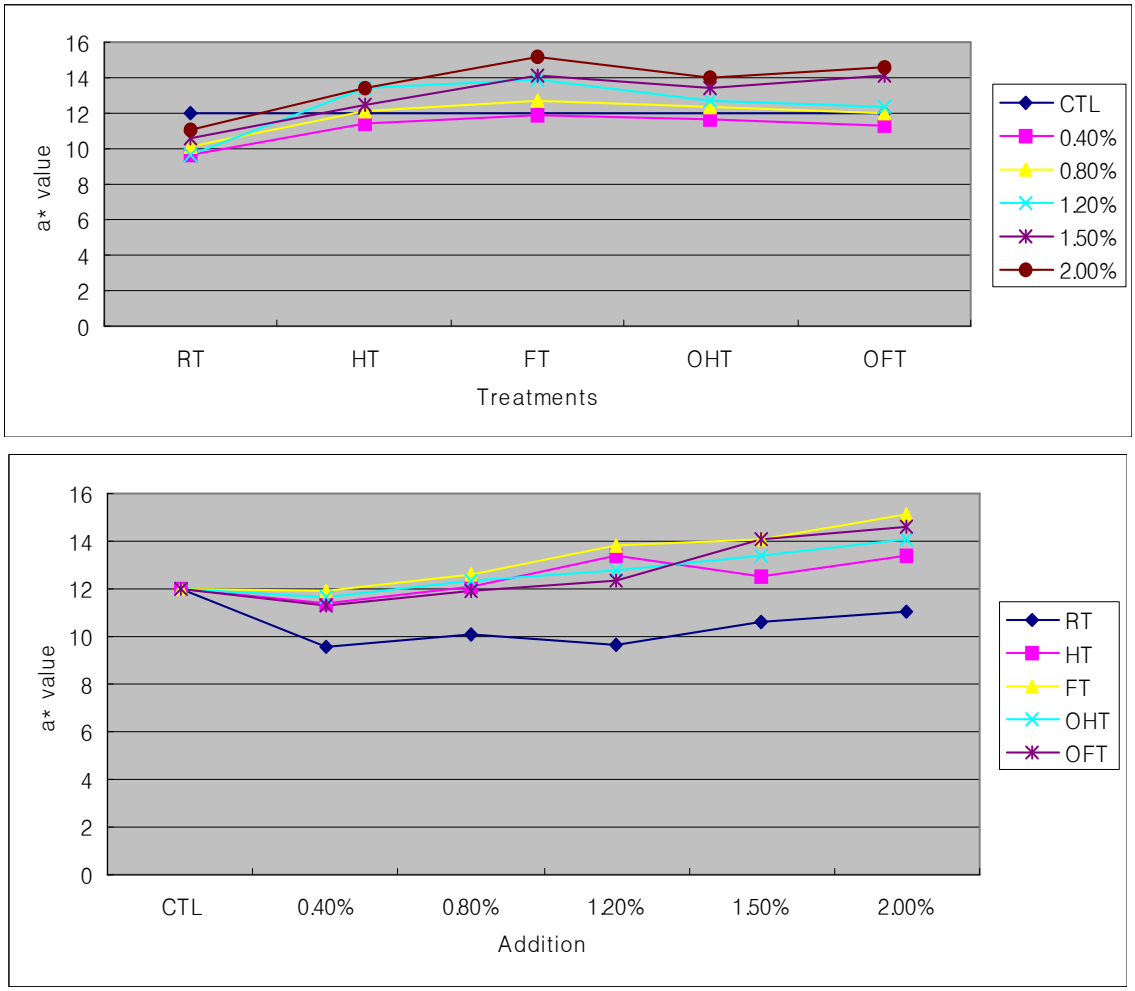


Fig. 17. Combined effect of addition ratio and dried type of tomatoes on a* value in cooking-non cooked meat patties during storage at 8℃

* Treatments are the same as in Table 10 and 11.

생 토마토, 열풍건조 및 동결건조 분말 및 올리브로 처리한 각 소재물 적용 가열제품의 8℃ 저장 중 황색도(b*)의 변화를 Fig 18 및 19에 나타내었고, 이들을 종합한 토마토 소재별 및 첨가비율에 따른 변화를 Fig. 20에 나타내었다.

RT-0.4%, HT-1.2%, FT-2.0%는 저장기간이 경과함에 따라 황색도가 유의적으로 감소하였으나($p<0.05$), 이들을 제외한 모든 처리구들은 변화가 없었다($p>0.05$). HT 및 FT 모두 첨가비율이 높아질수록 황색도는 증가하였으며 CTL이 가장 낮게 나타났다.

올리브 처리에 있어서 황색도는 첨가구가 CTL보다 유의적으로 높았으며($p<0.05$), OHT-2.0% 및 OFT-2.0%는 저장 전 기간동안 높은 값을 나타내었다($p<0.05$).

소재별 황색도는 모두 첨가비율이 높아질수록 증가하였으며($p<0.05$), HT 및 OHT가 FT 및 OFT 보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$).

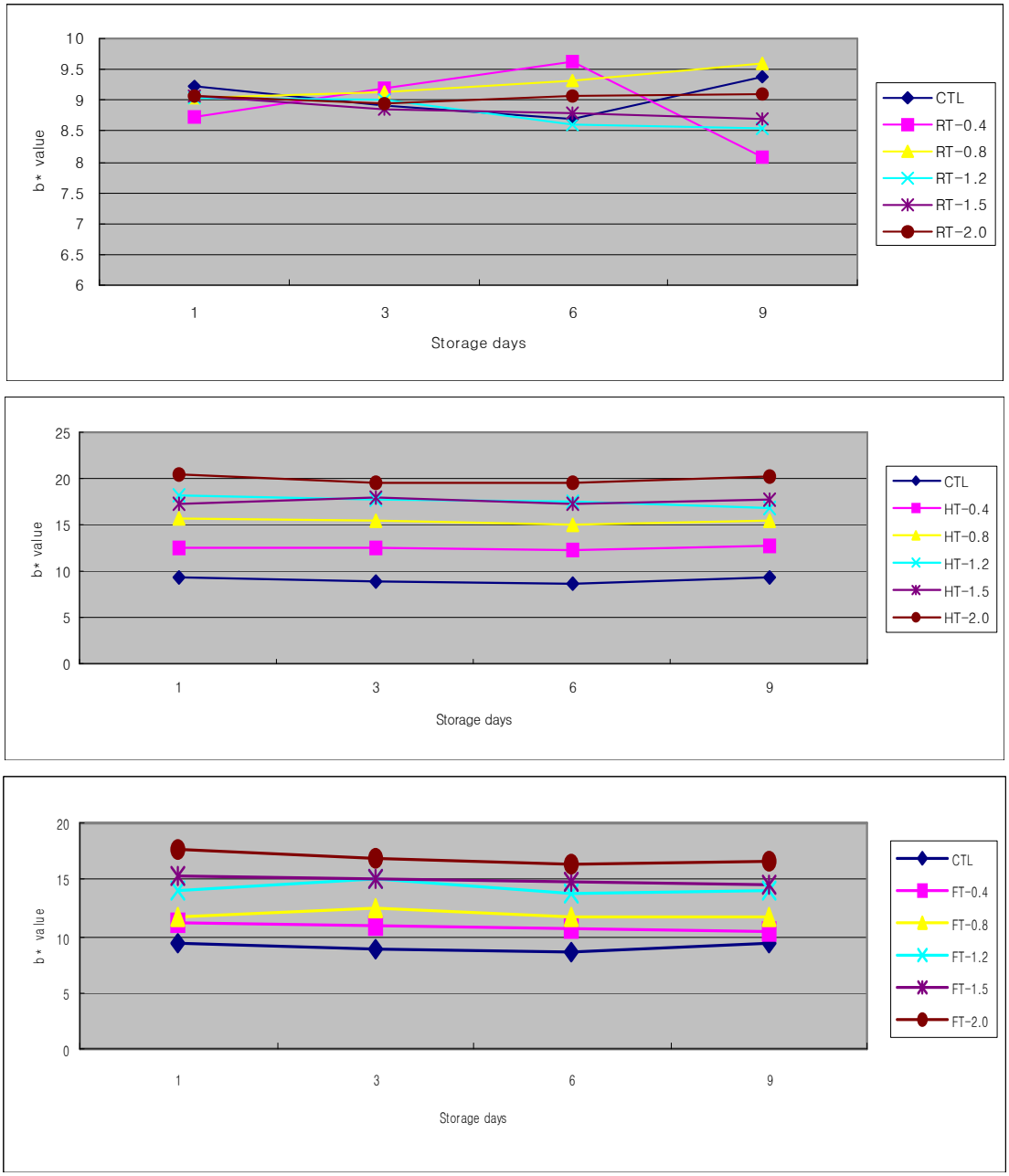


Fig. 18. Changes in b* value of cooking-non cooked meat patties added with fresh, hot air dried and freeze dried tomatoes during storage at 8℃.

* Treatments are the same as in Table 11.

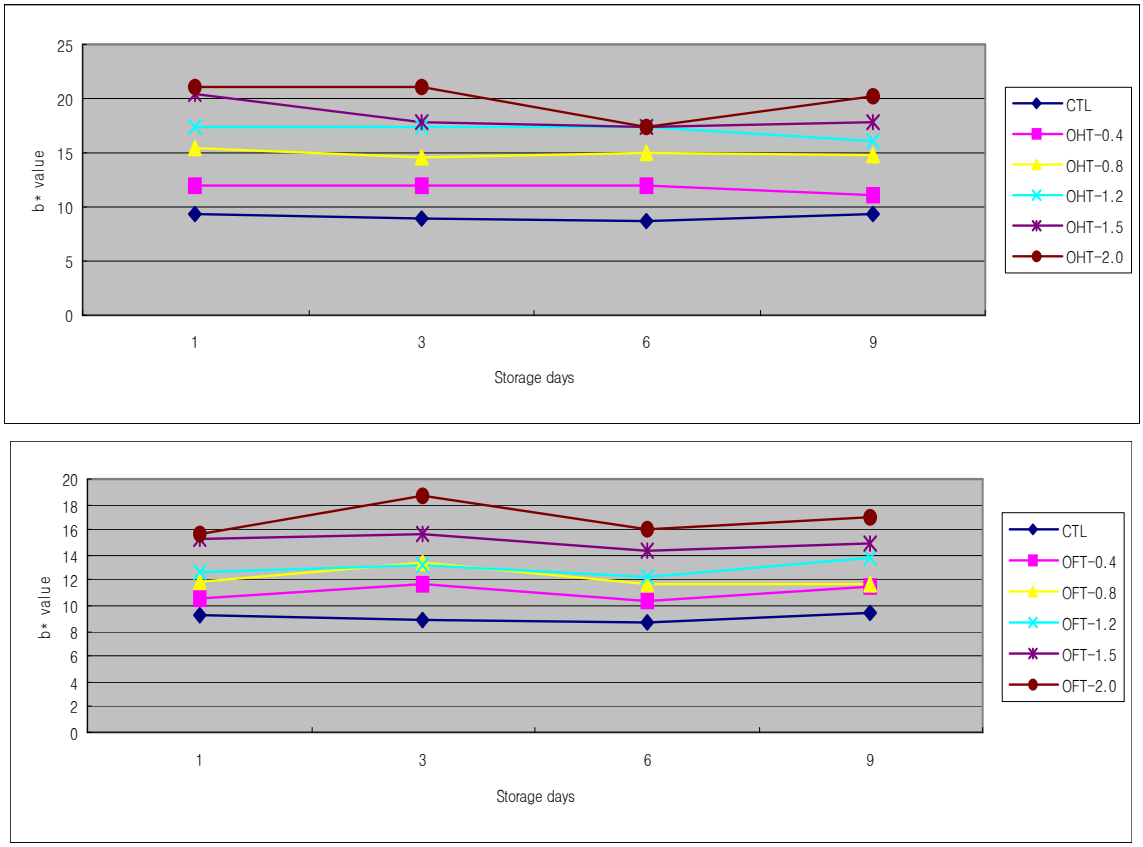


Fig. 19. Changes in b* value of cooking-non cooked meat patties with added olive oil treated-hot air dried and freeze dried tomatoes powder during storage at 8℃.

* Treatments are the same as in Table 12.

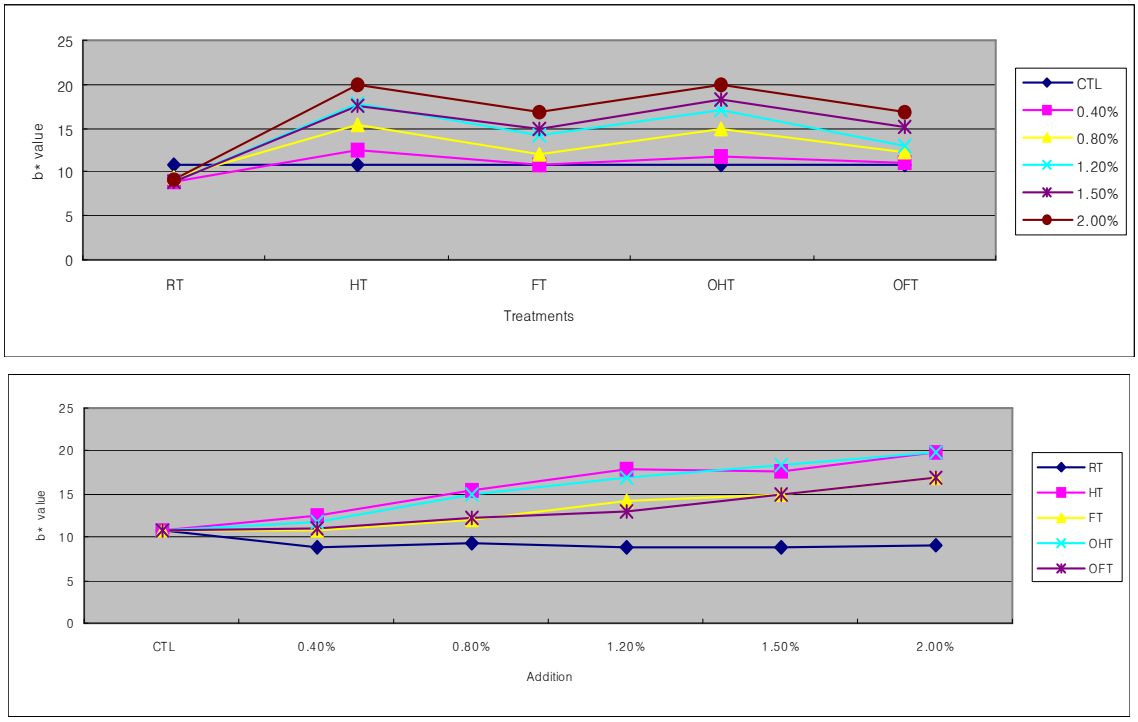


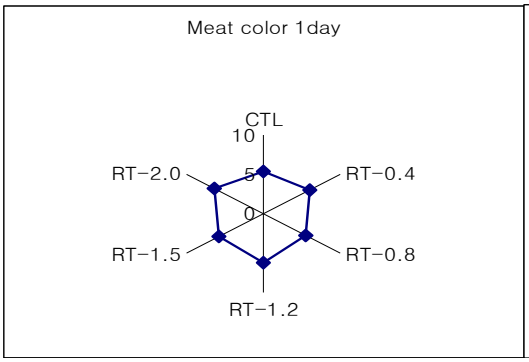
Fig. 20. Combined effect of addition ratio and dried type of tomatoes on b* value in cooking-non cooked meat patties during storage at 8℃

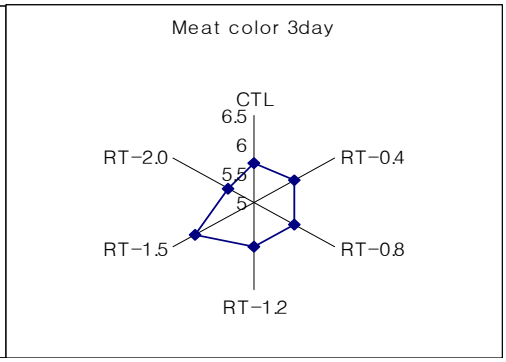
* Treatments are the same as in Table 11 and 12.

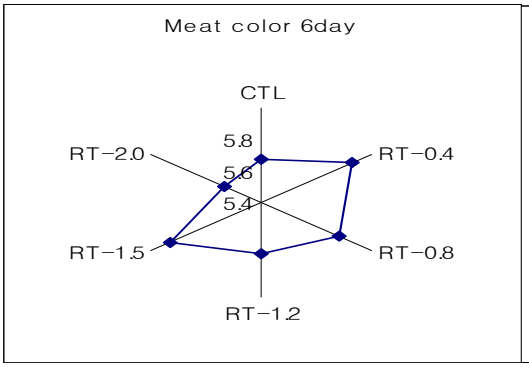
생 토마토, 열풍건조 및 동결건조 분말 및 올리브로 처리한 각 소재물 적용 가열제품의 8℃ 저장 중 육색 와관검사(optical test) 결과를 Fig 21과 22에 각각 나타내었다. 관능검사용 시료는 각 저장된 제품을 앞면과 뒷면을 뒤집으면서 각 3분씩 가열처리 한 후 공시하였다..

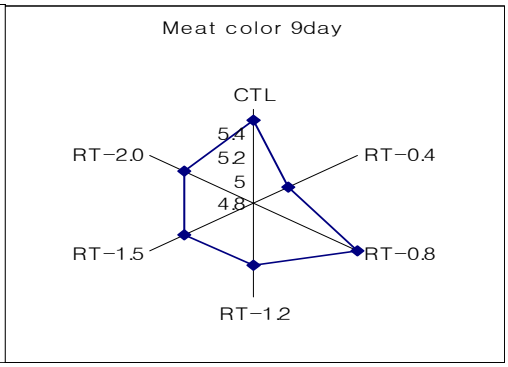
올리브 미적용 제품에서 육색은 저장 1일차에 FT, FT, OHT가 유의적으로 높았고($p<0.05$), 저장 중기에는 FT, OHT를 비롯한 HT, OFT도 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 저장 말기에 RT와 OHT가 가장 낮은 점수를 얻었다($p<0.05$). 저장 중 첨가비율 따라서 RT는 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), HT와 OFT는 1.2, 1.5, 2.0%, FT와 OHT는 2.0%에서 유의적으로 높은 점수를 얻었다($p>0.05$).

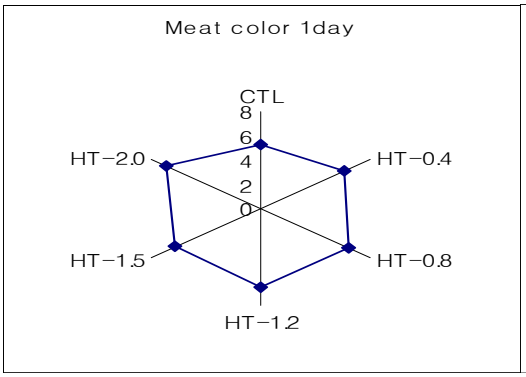
올리브 적용 제품에서 저장기간이 경과함에 따라 육색은 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 저장 초기 HT와 FT의 육색이 높은 점수를 얻었고($p<0.056$), 저장 중기 및 말기에 RT가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮았다$p<0.05$). 저장 중 RT는 올리브 미적용 제품에서와 마찬가지로 유의적인 차이가 없었으나 나머지 처리구들은 첨가비율이 높을수록 높은 육색 점수를 얻었다($p<0.05$).

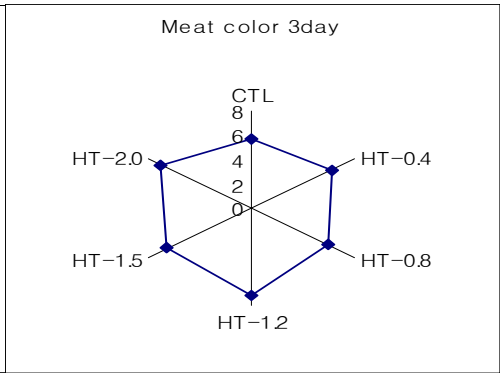

Meat color 1day
CTL
10
5
0
RT-2.0
RT-0.4
RT-1.5
RT-0.8
RT-1.2

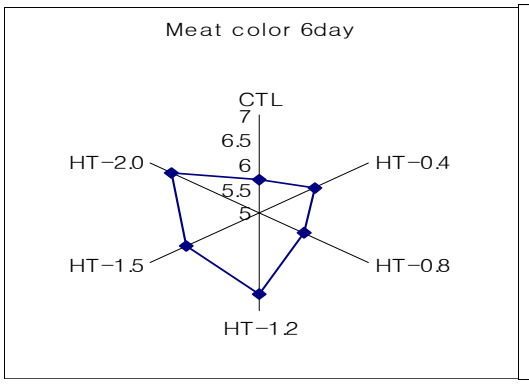

Meat color 3day
CTL
6.5
6
5.5
5
RT-2.0
RT-0.4
RT-1.5
RT-0.8
RT-1.2

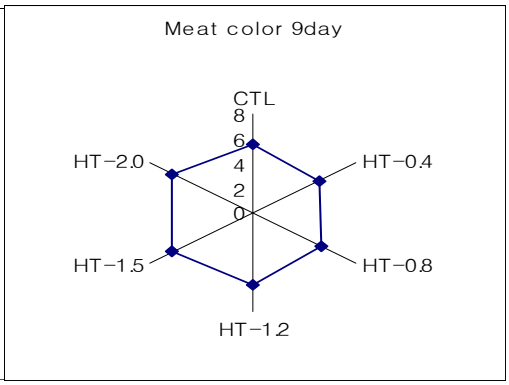

Meat color 6day
CTL
5.8
5.6
5.4
RT-2.0
RT-0.4
RT-1.5
RT-0.8
RT-1.2


Meat color 9day
CTL
5.4
5.2
5
4.8
RT-2.0
RT-0.4
RT-1.5
RT-0.8
RT-1.2


Meat color 1day
CTL
8
6
4
2
0
HT-2.0
HT-0.4
HT-1.5
HT-0.8
HT-1.2


Meat color 3day
CTL
8
6
4
2
0
HT-2.0
HT-0.4
HT-1.5
HT-0.8
HT-1.2


Meat color 6day
CTL
7
6.5
6
5.5
5
HT-2.0
HT-0.4
HT-1.5
HT-0.8
HT-1.2


Meat color 9day
CTL
8
6
4
2
0
HT-2.0
HT-0.4
HT-1.5
HT-0.8
HT-1.2

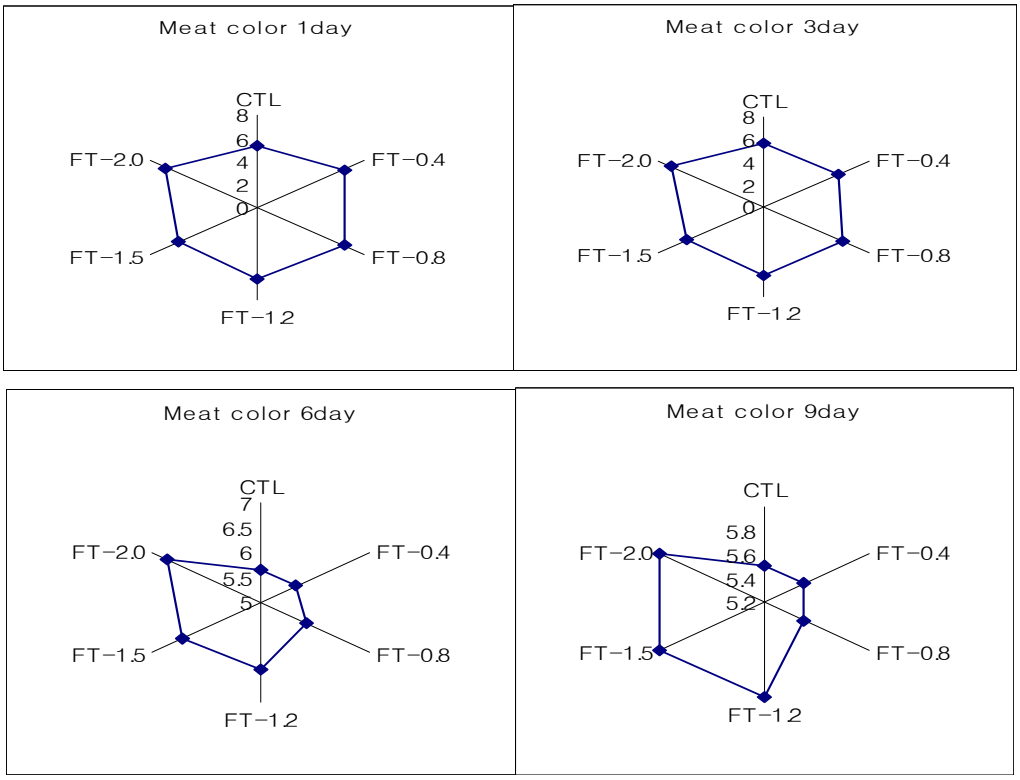


Fig. 21. Changes in meat color score of cooking-reheated meat patties added with fresh, hot air dried and freeze dried tomatoes during storage at 8℃.

* Treatments are the same as in Table 11.

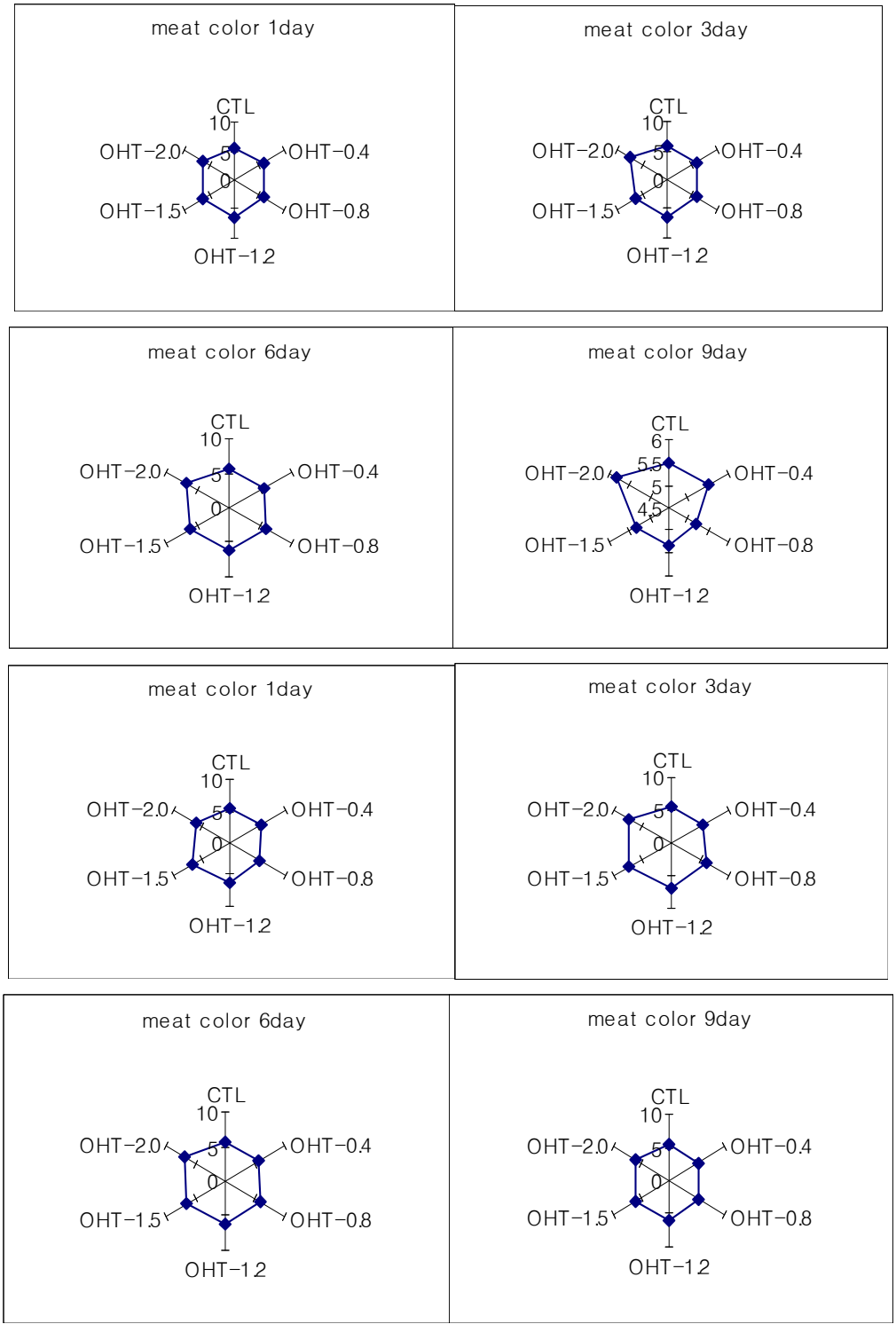


Fig. 22. Changes in meat color score value of cooking-reheated meat patties with added olive oil treated-hot air dried and freeze dried tomatoes powder during storage at 8℃.

* Treatments are the same as in Table 12.

생 토마토, 열풍건조 및 동결건조 분말 및 올리브로 처리한 각 소재물 적용 가열 제품의 8℃ 저장 중 이취 및 전체적인 기호도 관능평가 결과를 Table 17 및 18에 나타내었다.

Table 17. Changes in sensory score[1] of cooking-reheated meat patties added with fresh, hot air dried and freeze dried tomatoes during storage at 8℃.

Treatments[2]	Off-flavor			Overall acceptability		
	1 day	3 day	SEM[3]	1 day	3 day	SEM[3]
CTL	5.83^{A}	3.33^{B}	0.27	7.07^{A}	4.00^{Bb}	0.49
RT-0.4	6.17^{A}	3.33^{B}	0.27	6.67^{A}	4.67^{Ba}	0.33
RT-0.8	6.17^{A}	3.40^{B}	0.28	6.33^{A}	4.67^{Ba}	0.29
RT-1.2	6.17^{A}	3.40^{B}	0.27	6.33^{A}	4.67^{Ba}	0.29
RT-1.5	6.17^{A}	3.43^{B}	0.26	7.00^{A}	4.67^{Ba}	0.41
RT-2.0	6.50^{A}	3.60^{B}	0.29	6.83^{A}	4.67^{Ba}	0.35
SEM[3]	0.12	0.07		0.11	0.08	
CTL	5.83^{Ab}	3.33^{B}	0.27	7.07^{A}	4.00^{B}	0.49
HT-0.4	6.23^{Aab}	3.33^{B}	0.28	7.50^{A}	4.93^{B}	0.45
HT-0.8	6.33^{Aab}	3.43^{B}	0.34	7.50^{A}	4.93^{B}	0.45
HT-1.2	6.50^{Aab}	3.43^{B}	0.32	7.33^{A}	4.93^{B}	0.41
HT-1.5	6.67^{Aab}	3.63^{B}	0.31	7.33^{A}	5.00^{B}	0.41
HT-2.0	7.00^{Aa}	3.67^{B}	0.32	7.67^{A}	5.00^{B}	0.50
SEM[3]	0.14	0.07		0.11	0.13	
CTL	5.83^{Ab}	3.33^{B}	0.27	7.07^{A}	4.00^{Bb}	0.49
FT-0.4	6.50^{Aa}	3.33^{B}	0.32	6.83^{A}	5.00^{Bab}	0.35
FT-0.8	6.50^{Aa}	3.40^{B}	0.32	6.83^{A}	5.00^{Bab}	0.35
FT-1.2	6.17^{Aab}	3.43^{B}	0.30	7.33^{A}	5.00^{Bab}	0.42
FT-1.5	5.83^{Ab}	3.43^{B}	0.32	6.83^{A}	5.10^{Bab}	0.36
FT-2.0	6.17^{Aab}	3.60^{B}	0.30	7.17^{A}	5.43^{Ba}	0.34
SEM[3]	0.08	0.07		0.11	0.16	

[1] Sensory scores were assessed on 6 point hedonic scale where 1 = extremely bad , 9 = extremely good. [2] Treatments are the same as in Table 11. [3] Pooled standard errors of the mean. $^{a-b}$ Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. $^{A-B}$ Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

RT, HT 및 FT 모두 저장기간이 경과함에 따라 이취와 전체적인 기호도 모두 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 특히 저장 6일차에는 심한 이취가 모든 시험구에서 발생하여 그 이상 관능평가를 수행하기가 힘들었으며 이러한 경향은 올리브 처리구에서도 동일하게 나타났다. 전체적인 기호도에서 RT 첨가구들은 저장 3일차에 CTL에 비해 유의적으로 높은 점수를 얻었고($p<0.05$), HT는 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$), FT에서는 2.0% 첨가구가 모든 시험구에서 유의적으로 높은 점수를 얻었고($p<0.05$), 나머지 처리구들은 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$).

올리브 적용 제품에서 전체적인 기호도는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 낮은 점수를 얻었으며($p<0.05$), CTL에 비해 OHT는 저장 3일차에 유의적으로 높았다($p<0.05$). 이러한 경향은 OFT처리구에서도 동일하게 나타났으며 이취도 마찬가지였다. OHF나 OFT 첨가구간의 기호도 차이는 없었으며($p>0.05$), 또한 첨가비율 증가에 따른 차이도 없었다($p>0.05$).

Table 18. Changes in sensory score[1)] value of cooking-reheated meat patties with added olive oil treated-hot air dried and freeze dried tomatoes powder during storage at 8℃.

Treatments[2)]	Off-flavor			Overall acceptability		
	1 day	3 day	SEM[3)]	1 day	3 day	SEM[3)]
CTL	5.83^{A}	3.33^{B}	0.27	7.07^{A}	4.00^{Bb}	0.49
OHT-0.4	6.00^{A}	3.50^{C}	0.24	7.23^{A}	5.33^{Ba}	0.39
OHT-0.8	5.67^{AB}	3.53^{C}	0.25	7.07^{A}	5.33^{Ba}	0.38
OHT-1.2	6.00^{A}	3.53^{C}	0.24	7.27^{A}	5.33^{Ba}	0.39
OHT-1.5	6.00^{A}	3.53^{C}	0.26	7.43^{A}	5.67^{Ba}	0.31
OHT-2.0	6.33^{A}	3.73^{C}	0.27	7.60^{A}	5.73^{Ba}	0.35
SEM[3)]	0.10	0.07		0.14	0.16	
CTL	5.83^{A}	3.33^{B}	0.27	7.07^{A}	4.00^{Bb}	0.49
OFT-0.4	5.83^{AB}	3.23^{C}	0.27	7.50^{A}	5.67^{Ba}	0.38
OFT-0.8	5.83^{B}	3.40^{C}	0.30	7.50^{A}	5.50^{Ba}	0.44
OFT-1.2	6.17^{AB}	3.40^{C}	0.29	7.50^{A}	5.50^{Ba}	0.44
OFT-1.5	6.17^{AB}	3.30^{C}	0.29	7.00^{A}	5.23^{Ba}	0.42
OFT-2.0	5.83^{B}	3.60^{C}	0.27	7.33^{A}	5.50^{Ba}	0.41
SEM[3)]	0.09	0.08		0.18	0.18	

[1)] Sensory scores were assessed on 6 point hedonic scale where 1 = extremely bad , 9 = extremely good. [2)] Treatments are the same as in Table 11. [3)] Pooled standard errors of the mean. $^{a-b}$ Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. $^{A-B}$ Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

(9) 토마토 소재물과 항산화제 적용 실험 [실험 3]

토마토 소재물과 항산화제 첨가에 따른 효과를 구명하기 위한 실험을 패티 제품에 적용하였다. 즉, 대조구로 올리브유 처리 열풍건조 및 동결건조 분말 1.5%(OHT 및 OFT)를 첨가하였고, 처리구는 OHT 및 OFT에 알파토코페놀 0.01%를 각각 병용 첨가(OHT+to, OFT+to), OHT 및 OFT에 ascorbic acid를 0.1% 각각 병용 첨가(OHT+as, OFT+as), OHT 및 OFT에 알파토코페놀 0.01%, ascorbic acid를 0.1% 각각 병용 첨가(OHT+to+as, OFT+to+as) 하였다.

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태의 TBARS의 변화를 Table 19에 나타내었다.

OHT 및 OFT는 모두 저장기간이 경과함에 따라 TBARS 값은 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), OFT가 다소 높은 값을 나타내었다($p>0.05$). 그러나 α-tocopherol, ascorbic acid와 병용 첨가시에는 OHT 조합구 보다 OFT 조합구에서 낮은 값을 나타내었다. OHT 및 OFT 두 소재물에서 항산화 효과는 α-tocopherol+ascorbic acid>ascorbic acid>α-tocopherol의 순이었다($p<0.05$).

Table 19. Changes in TBARS of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	0.41^{Da}	0.46^{Ca}	0.49^{Ba}	0.68^{Aa}	0.03
OHT+to	0.40^{Ca}	0.42^{Cb}	0.45^{Bb}	0.63^{Ab}	0.03
OHT+as	0.38^{Bb}	0.40^{Bb}	0.41^{Bc}	0.61^{Ab}	0.03
OHT+to+as	0.34^{Cc}	0.35^{BCc}	0.36^{Bd}	0.45^{Ac}	0.01
SEM[2)]	0.01	0.01	0.01	0.03	
OFT	0.46^{Da}	0.49^{Ca}	0.54^{Ba}	0.72^{Aa}	0.03
OFT+to	0.39^{Bab}	0.41^{Bb}	0.43^{Bb}	0.60^{Ab}	0.03
OFT+as	0.35^{Bbc}	0.37^{Bc}	0.40^{Bb}	0.57^{Ac}	0.03
OFT+to+as	0.33^{Bc}	0.34^{Bc}	0.33^{Bc}	0.43^{Ad}	0.01
SEM[2)]	0.01	0.01	0.02	0.03	

[1)] OHT(Olive treated Hot air dried Tomatoes power 1.5%), OHT+to(OHT 1.5%+α-tocopherol 0.01%), OHT+as(OHT 1.5%+ascorbic acid 0.1%), OHT+to+as(OHT 1.5%+α-tocopherol 0.01%+ascorbic acid 0.1%); OFT(Olive treated Freeze dried Tomatoes power 1.5%), OFT+to(OFT 1.5%+α-tocopherol 0.01%), OFT+as(OFT 1.5%+ascorbic acid 0.1%), OFT+to+as(OFT 1.5%+α-tocopherol 0.01%+ascorbic acid 0.1%).

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-d] 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 $p<0.05$.

TBARS 값은 식육이나 육제품의 이취 생성에 관여하는 이차 지방 산화물 주로 aldehydes(또는 carbonyls)의 함량을 의미한다(Juntachote 등, 2006). 지방산화는 화학적 변질의 주요 요인이며, 이를 방지하기 위한 합성 항산화제인 BHT, BHA가 보존제로서 주로 사용되고 있으나, 인체 건강상의 이유로 식품에서의 사용은 엄격히 규제되고 있으며 이러한 이유로 식품 생산에 천연물 소재의 항산화제가 선호된다.

Juntachote 등(2006)은 cooked ground pork에 대한 조사에서 항산화성은 0.3% citric acid+0.5% ascorbic acid+ 0.02% α-tocophenol의 비율로 구성된 상업적 항산화 혼합물이 가장 효과적이었다고 하였으며, α-tocopheryl acetate는 갈은 쇠고기의 산화 안전성을 증대시키며 이러한 효과는 로즈마리 추출액 첨가에 의해 더 많이 증대된다고 보고하였다(Formanek 등, 2001). Nam 등(2007)은 α-Tocopherol 은 비타민 공급제나 항산화제로서 0.02% 수준에서 사용이 허용되고 있으며, rosemary-tocopherol를 육 중량 대비 각각 0.05, 0.02% 첨가할 경우, 조사 처리된 신선육이나 가열육에서 휘발성 알데하이드(volatile aldehyde)의 함량과 TBARS 값을 저하시켜 여러 가지 oleoresin-tocophenol 조합 중에서 가장 좋은 항산화제였다고 보고하였다. 또한 Ahn과 Nam 등(2004)은 ascorbic acid 0.1%를 첨가하여 갈은 쇠고기는 미첨가 방사선 조사 쇠고기보다 TBARS 값이 40% 적었으며, sesamol+tocopherol은 ascorbic acid보다 훨씬 강력한 항산화효과를 가진다고 보고하였다.

각 처리구별 저장된 가열 패티 상태의 TBARS의 변화를 Table 20에 나타내었다.

미가열 제품(Table 16)과 비교 시 가열 패티의 TBARS 값은 매우 높게 나타났다. 저장 전 기간 평균 TBARS 값은 α-tocopherol를 처리한 OHT 및 OFT는 각각 2.70, 2.52 mg MA/kg으로 유의적인 차이가 없었으나, as와 to+as 병용한 OFT 조합구에서 각각 2.53, 2.08 mg MA/kg으로 OHT 조합구보다 유이적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 항산화 효과는 미가열 제품에서와 동일한 양상이었다.

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태의 pH의 변화를 Table 21에 나타내었다.

저장 기간이 경과함에 따라 모든 처리구들의 pH 값은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). OHT와 OHT+to간에는 저장 3일차를 제외하고 유의적인 차이가 없었고, OHT+as, OHT+to+as간에도 같은 경향이었다.

OFT는 OHT보다 다소 높은 pH 값을 보였으며, 처리구간에서는 OFT+to가 저장 9일차에 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 저장 전 기간 평균 pH는 각 처리구간에서 유의적인 차이가 없었으며($P<0.05$), α-tocopherol 처리 시 다소 높았다.

Table 20. Changes in TBARS of cooking-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	1.09^{Dc}	3.52^{Ca}	4.08^{Ba}	5.14^{Aa}	0.45
OHT+to	2.30^{Da}	2.62^{Cb}	2.80^{Bb}	3.07^{Ab}	0.08
OHT+as	1.72^{Cb}	1.83^{Bc}	1.91^{Ac}	1.93^{Ac}	0.02
OHT+to+as	1.71^{Db}	1.76^{Cd}	1.81^{Bd}	1.88^{Ad}	0.02
SEM[2)]	0.13	0.22	0.27	0.40	
OFT	1.16^{Dc}	3.65^{Ca}	4.25^{Ba}	5.52^{Aa}	0.45
OFT+to	2.13^{Ba}	2.01^{Cc}	2.08^{BCc}	3.84^{Ab}	0.23
OFT+as	1.90^{Db}	2.58^{Cb}	2.84^{Ab}	2.78^{Bc}	0.11
OFT+to+as	1.87^{Cb}	1.88^{Cd}	1.95^{Bd}	2.63^{Ad}	0.10
SEM[2)]	0.12	0.20	0.26	0.30	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

[A-D] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 21. Changes in pH of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	5.34^{Ca}	5.36^{Ca}	5.45^{Ba}	5.69^{Ab}	0.04
OHT+to	5.33^{Ca}	5.35^{Cb}	5.50^{Ba}	5.95^{Aa}	0.08
OHT+as	5.27^{Db}	5.30^{Cc}	5.35^{Bb}	5.60^{Ac}	0.04
OHT+to+as	5.26^{Cb}	5.29^{Cd}	5.38^{Bb}	5.67^{Abc}	0.05
SEM[2)]	0.01	0.01	0.02	0.04	
OFT	5.35^{Ca}	5.37^{BCa}	5.44^{B}	5.61^{Ab}	0.03
OFT+to	5.34^{Bb}	5.37^{Ba}	5.37^{B}	5.81^{Aa}	0.06
OFT+as	5.26^{Cd}	5.27^{Cc}	5.43^{B}	5.59^{Ab}	0.04
OFT+to+as	5.29^{Cc}	5.31^{Cb}	5.42^{B}	5.66^{Ab}	0.04
SEM[2)]	0.01	0.01	0.01	0.03	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-d] 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 $p<0.05$.

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태의 명도(L^*)의 변화를 Table 22에 나타내었다.

OHT는 저장말기에 유의적으로 증가하였고, OHT+as는 저장 6일차에 유의적으로 감소($p<0.05$)하였고, OHT+to와 OHT+to+as는 저장 전 기간동안 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$). 처리간에서는 저장 6일차까지 유의적인 차이가 없었으나, 저장 말기에 이르러 OHT와 OHT+as가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$).

OFT+to는 저장 전 기간 동안 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), OFT를 비롯한 나머지 처리구들은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 한편, Formanek 등(2003)은 쇠고기 패티에 α-tocopheryl acetate의 첨가 시 rsoemary 추출물의 첨가유무에 관계없이 미첨가구 보다 L^*값이 높았다고 보고하였다($p<0.05$).

저장 전 기간 평균 명도 값은 OFT+to, OFT+as, OFT+to+as에서 각각 58.57, 59.18, 57.90로 OHT 조합구들 보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$)

Table 22. Changes in L^*(lightness) of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	55.26^{B}	55.46^{B}	55.63^{B}	57.78^{Aa}	0.34
OHT+to	54.94	54.78	55.91	55.18^{b}	0.33
OHT+as	56.16^{AB}	56.54^{AB}	55.62^{B}	57.26^{Aa}	0.25
OHT+to+as	54.88	55.40	55.37	55.27^{b}	0.31
SEM[2)]	0.28	0.37	0.20	0.41	
OFT	59.51^{B}	60.03^{ABa}	60.28^{ABa}	62.09^{Aa}	0.41
OFT+to	58.59	57.59^{b}	58.22^{b}	59.86^{ab}	0.43
OFT+as	57.78^{B}	58.64^{Bab}	58.60^{Bab}	61.72^{Aa}	0.48
OFT+to+as	57.52^{AB}	58.45^{ABab}	56.80^{Bb}	58.82^{Ab}	0.32
SEM[2)]	0.36	0.35	0.44	0.51	

1) Treatments are the same as in Table 19. 2) Pooled standard errors of the mean.
a-b Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.
A-B Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태의 적색도(a^*)의 변화를 Table 23에 나타내었다.

OHT의 적색도는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), 그 조합구들도 저장 초기에 비해 저장 말기에 유이적으로 감소하였다($p<0.05$). 처리

간에서는 OHT+to+as 조합구가 유의적으로 높은 적색도를 가졌다($p<0.05$).

OFT도 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), 적색도 값은OFT+to+as>OFT+as>OFT+to>OFT 순으로 OHT 조합구와 동일한 경향이었다.

저장 전 기간 평균 적색도는 to-, 및 as-에서는 두 토마토 소재물간 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), OFT+to+as는 13.47로 OHT+to+as(12.66)보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$).

ascorbic acid는 마이오글로빈 산화를 방지하는 reducing agent로써 (Sanchez-Escalante 등. 2001)사용되는데, Ahn과 Nam 등(2004)은 쇠고기에 0.1%의 ascorbic acid를 적용 시 매우 효율적으로 적색도(a^*)가 유지되었다고 하였으며, 방사선 조사된 쇠고기에서 sesamol+tocopherol은 변색 방지에 효과가 없었고, ascorbic acid와 sesamol+tocopherol간에 상승효과가 없다고 보고하였다. 한편, Osterlie와 Lerfall(2005)은 갈은 고기에 정제 라이코펜(crystalline lycopene) 첨가 시 nitrite의 사용량을 줄이거나 대체할 수 있다고 보고하여 천연 색소제로서의 가능성을 제시하였다.

Table 23. Changes in a^*(redness) of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	12.65^{A}	9.65^{Bb}	7.48^{Cc}	7.23^{Cc}	0.66
OHT+to	13.30^{A}	10.53^{Cb}	11.15^{Bb}	11.03^{BCb}	0.33
OHT+as	13.42^{A}	11.83^{Ba}	11.48^{Bb}	11.21^{Bb}	0.30
OHT+to+as	13.62^{A}	11.96^{Ca}	12.80^{Ba}	12.25^{BCa}	0.22
SEM[2)]	0.17	0.32	0.60	0.58	
OFT	12.05^{Ac}	9.76^{Bc}	7.43^{Cd}	7.21^{Cc}	0.62
OFT+to	13.54^{Ab}	11.29^{Bb}	10.52^{Cc}	10.18^{Cb}	0.40
OFT+as	14.43^{Aab}	11.44^{Bb}	11.33^{Bb}	11.08^{Bb}	0.42
OFT+to+as	14.64^{Aa}	13.46^{Ba}	12.74^{Ca}	13.03^{BCa}	0.23
SEM[2)]	0.34	0.41	0.59	0.65	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)c]Pooled standard errors of the mean.

[a-c] 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 $p<0.05$.

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태의 황색도(b^*)의 변화를 Table 24에 나타내었다. OHT와 OFT는 저장 3일 및 9일차에 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). OHT 조합구에서 OHT+to와 OHT+to+as가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$).

OFT 조합구에서 OFT+to+as가 저장 전 기간동안 유의적으로 높은 황색도를 보였다($p<0.05$). 저장 전 기간 평균 황색도는 모든 OHT 조합구들이 OFT 조합구들보다 유의적으로 높았으며($p<0.05$), to+as>to>as 조합구 순으로 높게 나타났다.

Table 24. Changes in b^*(yellowness) of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	18.73^{Ac}	13.19^{C}	14.20^{Bc}	13.59^{BCc}	0.68
OHT+to	20.56^{Aa}	13.98^{C}	20.86^{Aa}	18.37^{Bab}	0.85
OHT+as	19.11^{Abc}	13.83^{B}	18.62^{Ab}	17.65^{Ab}	0.65
OHT+to+as	20.12^{Bab}	14.33^{C}	21.47^{Aa}	19.14^{Ba}	0.82
SEM[2)]	0.27	0.21	0.88	0.66	
OFT	14.86^{Ab}	11.84^{Cb}	13.26^{Bc}	11.90^{Cb}	0.41
OFT+to	16.70^{Aa}	12.18^{Cb}	16.71^{Aab}	15.36^{Ba}	0.57
OFT+as	15.92^{Aab}	12.00^{Bb}	15.79^{Ab}	14.77^{Aa}	0.51
OFT+to+as	16.89^{ABa}	13.46^{Ca}	17.85^{Aa}	16.05^{Ba}	0.52
SEM[2)]	0.30	0.24	0.53	0.50	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-c] 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 $p<0.05$.

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태에서 C^* 변화를 Table 25에 나타내었다.

C^* 값은 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), OHT에 비해 OFT가 낮은 값을 보였다. 저장 전 기간 평균 값을 보면, OHT+to, OHT+as, OHT+to+as는 각각 23.26, 22.26, 23.89이었고, OFT+to, OFT+as, OFT+to+as는 각각 20.08, 19.65, 22.58으로 나타나 OFT 조합구가 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$).

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태에서 H° 변화를 Table 26에 나타내었다. Hue angle 값은 저장 초기에 비해 저장 말기에 유의적으로 증가하여($p<0.05$), 황색도가 증가하였다. 저장 전 기간 평균 H° 값은 OHT+to, OHT+as, OHT+to+as는 각각 58.37, 56.10, 56.86이었고, OFT+to, OFT+as, OFT+to+as가 각각 55.30, 52.48, 51.42으로 나타나 OFT 조합구가 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$).

Table 25. Changes in C^* of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	21.00^{Ab}	20.50^{Ab}	19.91^{Ac}	15.56^{Bc}	0.68
OHT+to	24.15^{Aa}	23.65^{Aa}	23.49^{Aa}	21.74^{Bb}	0.31
OHT+as	23.42^{Aa}	22.92^{Aa}	21.65^{ABb}	21.06^{Bb}	0.37
OHT+to+as	24.56^{Aa}	24.06^{ABa}	23.27^{Ba}	23.66^{ABa}	0.20
SEM[2)]	0.46	0.46	0.45	0.93	
OFT	17.71^{Ac}	17.21^{Ac}	15.00^{Bd}	14.20^{Bc}	0.48
OFT+to	20.82^{Ab}	20.32^{Ab}	20.62^{Ab}	18.56^{Bb}	0.32
OFT+as	20.81^{Ab}	20.31^{Ab}	19.12^{ABc}	18.38^{Bb}	0.36
OFT+to+as	23.54^{Aa}	23.04^{ABa}	22.37^{BCa}	21.37^{Ca}	0.28
SEM[2)]	0.66	0.66	0.83	0.78	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-c] 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 $p<0.05$.

Table 26. Changes in H° of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	58.79^{Ba}	58.29^{BCa}	57.48^{Ca}	60.95^{Aa}	0.42
OHT+to	58.94^{Aa}	58.44^{Aa}	57.19^{Ba}	58.91^{Ab}	0.24
OHT+as	56.00^{Bb}	55.50^{Bb}	55.56^{Bb}	57.32^{Ac}	0.25
OHT+to+as	56.99^{b}	56.49^{b}	56.48^{ab}	57.49^{c}	0.18
SEM[2)]	0.40	0.40	0.26	0.46	
OFT	55.50^{Ba}	55.00^{Ba}	60.49^{Aa}	61.21^{Aa}	0.86
OFT+to	53.12^{Bb}	52.62^{Bb}	58.24^{Ab}	57.23^{Ab}	0.76
OFT+as	51.64^{Cc}	51.14^{Cc}	54.33^{Ac}	52.83^{Bc}	0.38
OFT+to+as	50.43^{Bc}	49.93^{Bc}	54.27^{Ac}	51.04^{Bd}	0.55
SEM[2)]	0.60	0.60	0.81	1.20	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-c] 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 $p<0.05$.

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태의 외관검사(optical test) 의한 육색 변화를 Table 27에 나타내었다.

OHT는 저장 기간이 경과함에 따라 육색은 모든 처리구에서 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 처리구간에서 OHT+to, OHT+as, OHT+to+as가 저장 6일차까지 OHT에 비해 유의적으로 높은 점수를 얻었으나($p<0.05$), 저장 말기에는 4점 수준으로 차이가 없었다($p>0.05$).

OFT도 OHT와 동일하게 저장기간이 경과함에 따라 낮은 점수를 얻었다($p<0.05$). OFT+as는 저장 전 기간동안 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$), 나머지 처리구들은 저장초기에 비해 낮은 점수를 얻었다($p<0.05$). 처리구간에서는 OFT가 다른 처리구들에 비해 낮았다.

저장 전 기간 평균 육색 값은 두 소재물간 및 처리 조합간에서 유이적인 차이가 없었으며($p>0.05$), OHT 및 OFT 모두 to+as 조합구가 다소 높은 점수를 얻었다.

Table 27. Changes in meat color of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	5.33^{Ab}	5.25^{Ab}	3.92^{Bb}	4.50^{B}	0.17
OHT+to	5.93^{Aa}	5.85^{Aab}	4.88^{Ba}	4.75^{B}	0.17
OHT+as	6.05^{Aa}	5.97^{Aa}	5.08^{Ba}	4.83^{B}	0.15
OHT+to+as	6.25^{Aa}	6.17^{Aa}	5.33^{Ba}	4.83^{B}	0.18
SEM[2)]	0.11	0.13	0.18	0.13	
OFT	5.33^{Ab}	5.17^{Ab}	4.08^{Bb}	4.03^{Bb}	0.19
OFT+to	6.08^{Aab}	5.92^{Aab}	4.88^{Bab}	4.67^{Bab}	0.18
OFT+as	6.12^{ab}	6.12^{a}	5.13^{ab}	4.92^{ab}	0.22
OFT+to+as	6.83^{Aa}	6.67^{ABa}	5.67^{BCa}	5.33^{Ca}	0.21
SEM[2)]	0.17	0.18	0.23	0.18	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[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 $p<0.05$.

각 처리구별 저장된 미가열 패티 상태의 이취 변화를 Table 28에 나타내었다.

저장기간이 길어짐에 따라 이취는 점차 증가하였으며, OFT에 비해 OHT에서 다소 낮은 점수를 얻었다. 처리구간에서 OHT가 저장 6일차에 유의적으로 낮은 점수를 얻어 이취가 더 많았고($p<0.05$), 이러한 경향은 저장말기까지 유지되었다($p>0.05$). 이들을 제외한 나머지 OHT 및 전체 OFT 조합구간에서는 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$).

각 처리구별 저장 중인 미가열 패티를 가열한 후 관능검사에 의한 육색 평가한 결과를 Table 29에 나타내었다.

저장 초기에 비해 저장 말기에 OHT+to, OHT+as 및 OFT와 그 조합구들은 모두 유의적으로 낮은 점수를 얻었다($p<0.05$). 처리구간 저장 초기에는 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), 저장 6일차부터 OHT+to가 다소 낮게 평가되었다. OFT와 그 조합구들은 저장 6일차까지 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

저장 전 기간 평균 육색 점수는 소재물간 및 각 조합구별에서 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

Table 28. Changes in off-flavor of raw-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	5.30^{A}	5.22^{A}	3.17^{Cb}	3.83^{B}	0.22
OHT+to	5.52^{A}	5.43^{A}	3.70^{Bab}	4.08^{B}	0.19
OHT+as	5.50^{A}	5.42^{A}	4.33^{Ba}	4.00^{B}	0.16
OHT+to+as	5.50^{A}	5.42^{A}	4.25^{Ba}	4.08^{B}	0.16
SEM[2)]	0.08	0.09	0.15	0.08	
OFT	5.67^{A}	5.50^{A}	4.50^{B}	4.33^{B}	0.19
OFT+to	5.75^{A}	5.58^{A}	4.12^{B}	3.92^{B}	0.20
OFT+as	5.60^{A}	5.60^{A}	4.33^{B}	4.08^{B}	0.19
OFT+to+as	5.77^{A}	5.60^{A}	4.42^{B}	4.08^{B}	0.19
SEM[2)]	0.14	0.14	0.09	0.11	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

[A-B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 29. Changes in meat color of raw-cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	6.58	6.50	5.92^{ab}	6.25^{a}	0.16
OHT+to	6.42^{A}	6.33^{A}	5.67^{ABb}	5.08^{Bb}	0.16
OHT+as	6.83^{A}	6.67^{A}	6.63^{Aa}	5.75^{Bab}	0.16
OHT+to+as	6.50	6.50	6.13^{ab}	5.75^{ab}	0.15
SEM[2)]	0.14	0.16	0.14	0.16	
OFT	6.83^{A}	6.67^{A}	5.33^{B}	5.68^{Ba}	0.20
OFT+to	7.00^{A}	6.83^{A}	5.33^{B}	5.35^{Bab}	0.23
OFT+as	6.67^{A}	6.67^{A}	5.58^{B}	5.02^{Bb}	0.20
OFT+to+as	6.50^{A}	6.33^{A}	5.50^{AB}	4.75^{Bb}	0.21
SEM[2)]	0.19	0.21	0.09	0.12	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

[A-B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

각 처리구별 저장 중인 미가열 패티를 가열한 후 관능검사에 의한 풍미 평가한 결과를 Table 30에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 OHT, OHT+to와 OFT 및 그 조합구들 모두 유의적으로 낮게 평가되었다($p<0.05$). 처리구간에 OHT+as가 유의적으로 높았고($p<0.05$), 나머지 모든 조합구에서는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

각 처리구별 저장 중인 미가열 패티를 가열한 후 관능검사에 의한 이취 평가한 결과를 Table 31에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), 처리구간에서는 저장 9일차의 OHT 및 그 조합구간이외 기간에서 차이가 없었다($p<0.05$). 돼지고기는 불포화지방산의 비율이 상대적으로 높기 때문에 소고기 양고기보다 훨씬 더 빠르게 산화되며(Pearson 등, 1977), 또한 추가적인 가열처리는 세포벽의 손상과 pro-oxidants의 유리에 의해 지방 산화를 촉진시키고 이에 따라 냉장 저장 중 가열육제품이나 재차 가열에 의해 WOF(warm-over-flavor)가 신속하게 생성된다(Sato와 Hgarty, 1971). 한편, 사전 조리된 식육은 산화되기가 매우 쉬우며, hexanal, pentanal, 2,4-decadienal, 2,3-octanedione, 2-octenal과 같은 2차적인 산화 화합물을 생성하게 된다(St. Angelo 등, 1997).

Table 30. Changes in flavor of raw-cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	6.17^{A}	6.08^{A}	4.67^{Bb}	4.50^{B}	0.22
OHT+to	6.17^{A}	6.08^{A}	4.83^{Bb}	4.50^{B}	0.20
OHT+as	6.00	5.92	5.58^{a}	5.00	0.18
OHT+to+as	6.00	5.92	5.00^{ab}	5.00	0.20
SEM[2)]	0.17	0.17	0.12	0.17	
OFT	5.83^{A}	5.75^{A}	4.80^{B}	4.50^{B}	0.15
OFT+to	5.67^{A}	5.58^{A}	5.47^{A}	4.50^{B}	0.15
OFT+as	5.42^{A}	5.42^{A}	5.08^{AB}	4.43^{B}	0.15
OFT+to+as	5.75^{A}	5.58^{AB}	4.80^{B}	5.00^{AB}	0.15
SEM[2)]	0.09	0.12	0.13	0.15	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

[A-B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 31. Changes in off-flavor of raw-cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	6.25^{A}	6.17^{A}	4.50^{B}	2.50^{Ca}	0.33
OHT+to	6.42^{A}	6.33^{A}	4.17^{B}	2.33^{Cab}	0.36
OHT+as	6.42^{A}	6.33^{A}	4.25^{B}	2.00^{Cb}	0.39
OHT+to+as	6.25^{A}	6.17^{A}	4.08^{B}	2.00^{Cb}	0.37
SEM[2)]	0.08	0.08	0.12	0.08	
OFT	6.28^{A}	6.12^{A}	4.78^{B}	2.33^{C}	0.36
OFT+to	6.38^{A}	6.30^{A}	4.28^{B}	2.33^{C}	0.37
OFT+as	6.47^{A}	6.47^{A}	4.55^{B}	2.00^{C}	0.40
OFT+to+as	6.08^{A}	6.00^{A}	4.08^{B}	2.33^{C}	0.35
SEM[2)]	0.14	0.16	0.15	0.09	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[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 $p<0.05$.

각 처리구별 저장 중인 미가열 패티를 가열한 후 관능검사에 의한 전체적인 기호도 평가 결과를 Table 32에 나타내었다.

모든 제품에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), 특히 저장 9일차에는 이취가 심하여(Table 26) 2점대로 매우 낮은 점수를 얻었다. 처리간은 OHT가 저장 9일차에 높은 점수를 얻었으나($p<0.05$), 2.83점에 그쳤고, 나머지 처리구들은 저장 전 기간동안 유의적인 차이가 없는 것으로 평가되었다($p<0.05$).

저장 전 기간 동안 소재물간 및 조합구별에서 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$).

각 처리구별 저장된 가열 패티 상태의 외관검사(optical test)에 의한 육색 변화를 Table 33에 나타내었다.

저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으나($p<0.05$), 처리구간에서는 소재물간 및 조합구별에서 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), OFT 조합구들이 OHT 조합구들에 비해 다소 높은 점수를 얻었다.

Table 32. Changes in overall acceptability of raw-cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	6.13^{Aa}	6.05^{A}	4.75^{B}	2.83^{Ca}	0.3
OHT+to	6.75^{Aab}	6.58^{A}	4.58^{B}	2.33^{Cb}	0.39
OHT+as	6.83^{Aa}	6.75^{A}	4.67^{B}	2.00^{Cb}	0.42
OHT+to+as	6.83^{Aa}	6.75^{A}	4.38^{B}	2.00^{Cb}	0.42
SEM[2)]	0.12	0.13	0.13	0.09	
OFT	7.08^{A}	7.00^{A}	4.92^{B}	2.33^{C}	0.42
OFT+to	7.13^{A}	7.05^{A}	5.00^{B}	2.17^{C}	0.43
OFT+as	6.72^{A}	6.72^{A}	4.50^{B}	2.00^{C}	0.42
OFT+to+as	6.88^{A}	6.72^{A}	4.88^{B}	2.00^{C}	0.43
SEM[2)]	0.1	0.11	0.14	0.62	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[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 $p<0.05$.

Table 33. Changes in meat color of cooking-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	6.00^{A}	5.83^{A}	5.08^{B}	5.17^{B}	0.13
OHT+to	5.47^{A}	5.38^{A}	5.17^{A}	4.33^{B}	0.16
OHT+as	5.50^{A}	5.33^{A}	5.12^{A}	4.17^{B}	0.14
OHT+to+as	5.63^{A}	5.55^{A}	5.28^{AB}	4.50^{B}	0.17
SEM[2)]	0.12	0.10	0.09	0.19	
OFT	6.08^{A}	6.00^{A}	5.13^{B}	4.67^{B}	0.17
OFT+to	6.42^{A}	6.25^{A}	5.13^{B}	4.17^{C}	0.23
OFT+as	5.87^{A}	5.87^{A}	5.67^{A}	4.00^{B}	0.21
OFT+to+as	5.72^{A}	5.63^{A}	5.25^{A}	4.00^{B}	0.18
SEM[2)]	0.12	0.13	0.12	0.15	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[A-B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

각 처리구별 저장된 가열 패티 상태의 이취 변화를 Table 34에 나타내었다.

저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 낮게 평가받았으나($p<0.05$), 육색에서와 동일하게 처리구간에서는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). OHF에서는 to+as, OFT에서는 to 단독 조합구에서 각각 5.88, 5.86점을 얻어 다른 처리구들에 비해 다소 높게 나타났다.

각 처리구별로 저장된 가열 패티를 재가열한 후 관능평가에 의한 육색 결과를 Table 35에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 OFT+to를 제외한 모든 제품에서 유의적으로 낮게 평가되었으며($p<0.05$), 처리구간에서는 저장 6일차에 OHT+as가 높게 평가되었고($p<0.05$), 나머지 모든 제품들간에는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

Table 34. Changes in off-flavor of cooking-non cooked pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	5.92^{A}	5.75^{A}	4.83^{B}	4.08^{B}	0.20
OHT+to	6.00^{A}	5.92^{AB}	5.30^{B}	4.25^{C}	0.18
OHT+as	5.93^{A}	5.77^{A}	5.33^{A}	4.22^{B}	0.18
OHT+to+as	6.18^{A}	6.10^{A}	5.33^{AB}	4.55^{B}	0.19
SEM[2)]	0.13	0.12	0.14	0.09	
OFT	5.87^{A}	5.78^{A}	5.33^{A}	4.22^{B}	0.16
OFT+to	5.95^{A}	5.78^{A}	5.33^{A}	4.38^{B}	0.17
OFT+as	5.98^{A}	5.98^{A}	5.30^{A}	4.08^{B}	0.19
OFT+to+as	6.00^{A}	5.83^{A}	5.33^{A}	4.42^{B}	0.17
SEM[2)]	0.10	0.11	0.10	0.10	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[A-C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 35. Changes in meat color of cooking-reheated pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	6.17^{A}	6.08^{A}	5.08^{Bb}	5.25^{B}	0.14
OHT+to	6.08^{A}	6.08^{A}	5.25^{Bb}	5.02^{B}	0.14
OHT+as	6.25^{A}	6.08^{AB}	5.42^{BCab}	5.02^{C}	0.15
OHT+to+as	6.42^{A}	6.25^{A}	5.92^{Ab}	4.92^{B}	0.17
SEM[2)]	0.11	0.14	0.12	0.08	
OFT	6.25^{A}	6.17^{A}	5.45^{AB}	5.17^{B}	0.16
OFT+to	6.33	6.17	5.45	5.50	0.19
OFT+as	6.17^{A}	6.17^{A}	5.62^{AB}	5.17^{B}	0.17
OFT+to+as	6.33^{A}	6.17^{A}	5.12^{B}	5.17^{B}	0.16
SEM[2)]	0.14	0.16	0.16	0.09	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[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 $p<0.05$.

각 처리구별로 저장된 가열 패티를 재가열한 후 관능평가에 의한 풍미 결과를 Table 36에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 제품에서 풍미가 감소하였으며($p<0.05$), 저장 전 기간 평균 풍미 점수는 각 소재물 및 조합구간에서 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), as 조합구 보다는 to, to+as 조합구에서 다소 높게 나타났다.

Table 36. Changes in flavor of cooking-reheated pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	5.93^{A}	5.85^{A}	4.67^{B}	4.25^{B}	0.19
OHT+to	6.02^{A}	5.85^{A}	4.75^{B}	3.58^{C}	0.24
OHT+as	5.68^{A}	5.68^{A}	5.08^{A}	3.50^{B}	0.21
OHT+to+as	5.77^{A}	5.68^{A}	4.95^{A}	3.77^{B}	0.22
SEM[2)]	0.13	0.15	0.09	0.14	
OFT	5.47^{A}	5.38^{A}	5.00^{A}	4.18^{B}	0.13
OFT+to	5.63^{A}	5.55^{A}	5.17^{A}	4.18^{B}	0.16
OFT+as	5.55^{A}	5.55^{A}	4.75^{A}	3.67^{B}	0.20
OFT+to+as	5.72^{A}	5.55^{A}	5.28^{A}	4.17^{B}	0.16
SEM[2)]	0.09	0.11	0.13	0.10	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[A-C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

각 처리구별로 저장된 가열 패티를 재가열한 후 관능평가에 의한 이취 결과를 Table 37에 나타내었다.

저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), 저장 9일차를 제외하고는 저장 전 기간동안 모든 제품간에서 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$).

각 처리구별로 저장된 가열 패티를 재가열한 후 관능평가에 의한 전체적인 기호도 결과를 Table 38에 나타내었다.

저장 기간이 경과함에 따라 전체적인 기호도는 유의적으로 낮게 평가되었으며($p<0.05$), 저장 6일차까지 모든 제품간에 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$). 저장말기에 제품간 유의적인 차이가 있었으나, 2.00~2.83점에 머물러 큰 의미는 없었다.

Table 37. Changes in off-flavor of cooking-reheated pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	5.92^{A}	5.83^{A}	4.25^{B}	2.83^{Ca}	0.27
OHT+to	6.17^{A}	6.00^{A}	4.17^{B}	2.50^{Ca}	0.32
OHT+as	6.08^{A}	6.00^{A}	3.92^{B}	2.00^{Cb}	0.36
OHT+to+as	5.83^{A}	5.67^{A}	3.95^{B}	2.00^{Cb}	0.33
SEM[2)]	0.07	0.08	0.11	0.10	
OFT	6.08^{A}	6.00^{A}	4.25^{B}	2.00^{Cb}	0.37
OFT+to	6.17^{A}	6.17^{A}	4.25^{B}	2.00^{Cb}	0.37
OFT+as	6.08^{A}	6.00^{A}	4.55^{B}	2.00^{Cb}	0.36
OFT+to+as	6.58^{A}	6.50^{A}	3.92^{B}	2.50^{Ca}	0.38
SEM[2)]	0.10	0.11	0.16	0.07	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[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 $p<0.05$.

Table 38. Changes in overall acceptability of cooking-reheated pork patties treated with tomato powder, tocopherol and ascorbic acid during storage at 5℃.

Treatments[1)]	Storage days				SEM[2)]
	1	3	6	9	
OHT	6.17^{A}	6.08^{A}	4.50^{B}	2.83^{Ca}	0.31
OHT+to	6.42^{A}	6.25^{A}	4.42^{B}	2.50^{Ca}	0.35
OHT+as	6.00^{A}	5.92^{A}	4.33^{B}	2.00^{Cb}	0.35
OHT+to+as	6.33^{A}	6.25^{A}	4.20^{B}	2.00^{Cb}	0.39
SEM[2)]	0.09	0.09	0.17	0.10	
OFT	6.58^{A}	6.42^{A}	4.50^{B}	2.00^{Cb}	0.41
OFT+to	6.42^{A}	6.42^{A}	4.50^{B}	2.25^{Ca}	0.38
OFT+as	6.25^{A}	6.08^{A}	4.25^{B}	2.00^{Cb}	0.38
OFT+to+as	6.58^{A}	6.42^{A}	4.17^{B}	2.00^{Cb}	0.41
SEM[2)]	0.11	0.11	0.21	0.03	

[1)] Treatments are the same as in Table 19.

[2)] Pooled standard errors of the mean.

[a-d] 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 $p<0.05$.

6) 요약 및 결론

(1) 토마토 최적 소재화 조건 확립

건조처리 방법의 비교에서는 라이코펜 함량은 방울토마토의 경우 B-RT 0.16<B-FT 4.20< B-HT 6.92 mg/100g 순이었고, 일반토마토에서도 G-RT 0.28<G-FT 9.23<G-HT 13.64 mg/100g으로 동결건조<열풍건조 순으로 그 함량이 많이 검출되었다. 올리브유 처리유무에 따라 열풍건조 방법에서 B-HT 6.92에서 B-OHT 12.24 mg/100g, G-HT 13.64에서 G-OHT 24.58 mg/100g으로 약 1.8배 증가되었고, 동결건조에서도 B-FT 4.20에서 B-OFT 8.74 mg/100g, G-FT 9.23에서 G-OFT 21.04 mg/100g으로 약 2.2배 증가하였다. 따라서 라이코펜 함량기준에 의한 최적 소재화 조건은 올리브유를 처리한 열풍건조가 가장 좋았으며 그 다음은 올리브유를 처리한 동결건조조건이었다.

건조처리별 총 플라보노이드 함량은 방울토마토에서 B-RT 3.99<B-HT 2.9.40<B-FT 30.07 mg/100g, 일반토마토에서 G-RT 2.55<G-HT 2.1.27<G-FT 33.30 mg/100g 순으로 열풍건조에 비해 동결건조처리 조건이 다소 양호한 것으로 나타났다. 올리브유 처리유무에 따른 함량은 방울토토마에서 B-OT 4.05<B-OHT 31.85<B-OFT 35.26 mg/100g 순이었고, 일반토마토에서도G-OT 2.20<G-OHT 29.60<B-OFT 35.96 mg/100g 순으로 나타났다. 따라서 총 플라보노이드 함량 기준에 의한 최적 소재화 조건은 올리브유를 처리한 동결건조처리가 올리브유를 처리한 열풍건조에 비해 다소 양호하였다.

건조처리별 총 페놀 함량은 방울토마토에서 B-RT 10.48<B-FT 141.270<B-HT 201.98 mg/100g, 일반토마토에서도 G-RT 5.94<G-FT 149.03<G-HT 201.98 mg/100g으로 나타나 무처리<동결건조<열풍건조처리 순으로 그 함량이 높았다. 올리브유 처리에 따른 효과는 방울토마토의 경우 B-OT 12.18<B-OFT 114.17<B-OHT 151.19 mg/100g 순이었고, 일반토마토에서도 G-OT 7.95<G-OFT 102.15<G-OHT 151.19 mg/100g으로 나타나 총 플라보노이드 함량에서와는 달리 올리브유을 처리한 열풍건조가 올리브유를 처리한 동결건조조건 양호한 결과였다.

DPPH 소거능은 방울 및 일반 토마토 모두 열풍건조가 양호하였고, 올리브유 처리 시에도 냉동건조에 비해 열풍건조처리 조건이 좋은 것으로 나타났다.

전반적으로 환원력은 건조방법에서 방울토마토는 HT가 유의차 없이 FT보다 다소 높았으나 일반토마토에서는 FT가 HT에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 올리브유 처리에 따른 비교에서 B-OFT, G-OHT로 차이가 있었다. 올리브 처리가 다소 높은 환원력을 가지는 것으로 나타고 건조방법에 따라서는 일정한 경향이 없었다.

건조 및 올리브유 처리에 따른 방울 및 일반토마토 소재물간의 비교에서 총 페놀 함량은 유사하였으며, 라이코펜 함량은 일반토마토, 총 플라보노이드 함량은 방울토마토, DPPH 소거능은 방울토마토, 환원력은 일반토마토에서 각각 좋은 것으로 나

타났으나, 품종간 편차가 매우 큰 것으로 보고되고 있다. 본 연구의 목적인 인체에 유익한 다양한 생리활성 기능성 물질인 라이코펜 함량분석에 기초한 최적소재 조건은 올리브유를 처리한 열풍건조가 가장 바람직하였고, 올리브유를 처리한 동결건조가 그 다음으로 양호하였다.

(2) 토마토 소재물 적용 제품의 항산화성

상업적으로 유통되는 합성정제 라이코펜(SLP)와 토마토건조분말(CDT)를 첨가한 <실험 1> 제품에서 ascorbic acid 0.1% 첨가구에 비해서는 높은 값을 가졌지만, 무첨가구에 비해서는 전 저장기간 동안 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 전반적으로 미가열 제품에 SLP 및 CDT 첨가 시 ascorbic acid보다는 항산화력이 떨어졌으나 가열제품에 적용하였을 경우 저장 초기 및 저장 말기에 ascorbic acid 보다 더 낮은 TBARS 값을 나타내었다. 미가열 제품에 있어서 SLP는 0.4%>0.2%>1.5%>1.0%>0.8%, CDT는 1.2%>2.0%>1.5%>0.8%>0.4%의 순으로 항산화력을 가지는 것으로 나타나, 첨가되는 함량증가에 따른 뚜렷한 경향은 없었다. 가열 제품에 있어서 SLP는 일정한 경향이 없었으며, CDT는 미가열 제품에 적용한 결과와 유사하게 분석되었다. 그러나 모든 첨가군은 CRL에 비해서는 높은 항산화력을 가지는 것으로 나타났음으로($p<0.05$), 지방산패 억제측면에서 상업적 SLP 및 CDT는 제품의 지방함량이나 포장 및 저장조건 등 제품특성을 고려하여 다양한 비율로 첨가가 가능할 것으로 여겨진다.

천연토마토 소재물을 활용한 <실험 2>에서 소재별 특성은 CTL이 가장 유의적으로 높고 다음으로는 RT, FT 순이었으며, HT와 OHT가 유의적으로 가장 낮음을 확인할 수 있었다($p<0.05$). 전 저장기간 동안 FT의 경우 1.2% 첨가구부터 RT 동일 첨가구 보다 다소 낮은 값을 나타내었고 2.0% 첨가구에서는 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 한편, 전체 저장기간 평균 TBARS 값이 3.0 mg MA/kg 이하인 첨가비율은 HT 0.4～2.0%, FT 2.0%, OHT 0.8～2.0%, OFT 2.0%로 나타났고, CTL은 평균 6.15 mg MA/kg으로 모든 첨가구들에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$). 전 저장기간 중 첨가비율에 따른 영향을 보면, HT 및 OHT는 각각 0.4% 첨가구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS 값을 보였고($p<0.05$), FT와 OFT는 0.4～2.0% 첨가구간에서 유의적인 차이를 보이지 않았지만 첨가비율이 증가함에 따라 다소 낮은 값을 나타내었다($p>0.05$).

앞서 언급한 바와 같이 인체 유용성 측면에서 가장 라이코펜 함량이 많으면서 TBARAS 값도 낮게 나타난 OHT와 OFT를 소재로 선정하여 항산화제(α-tocopherol, ascorbic acid)를 병용 첨가한 <실험 3>에서 항산화효과는 α-tocopherol+ascorbic acid>ascorbic acid>α-tocopherol의 순이었다($p<0.05$).

2. 라이코펜을 활용한 사양실험 현장 적용 연구

1) 재료 및 방법

(1) 라이코펜 분석

① Lycopene standard

라이코펜을 분석하기 위한 최적의 조건을 맞추기 위해 라이코펜 Standard(Sigma)를 구입하고. Boileau 등(2000)의 방법을 응용하여 standard에 chloroform:methanol = 2:1 용액 50 μl를 첨가 후 HPLC(High Performance Liquid Chromatograph) 시스템으로 라이코펜을 분석하였다. 이때 HPLC(Sykom, Germany)의 분석조건은 Table 1과 같고, 라이코펜 standard peak는 Fig 1과 같다.

Table 1. HPLC conditions for analysis of Lycopene

Items	Condition	
Instrument	Sykom	
Column	Waters Nova-Pak 5 ㎛ C18 3.9×300 mm	
Detector	UV-detector	
	wavelangth	472 nm
Detection	injection volume	50 μl
	flow rate	1.0 ml/min
Mobile phase	methanol:aetonitril:chloroform = 47:47:6(v/v/v)	
Oven program	Isocratic	

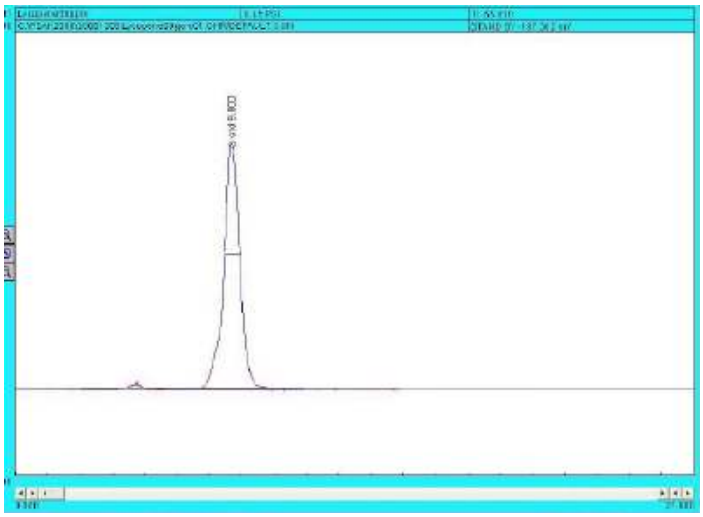


Fig. 1. Lycopene standard peak

② 투입 원재료의 Lycopene 함량

공시시료는 상업적으로 유통되고 있는 T1)합성 정제 라이코펜(Synthetic

lycopene), T2)토마토 페이스트(Tomato paste), T3)완숙한 토마토를 올리브오일을 두른 팬에 살짝 볶은 토마토(roasted tomato with olive oil) 및 T4)토마토 건조분말(Commercial dried tomato powder)을 이용하였고, 라이코펜 강화사료를 제조하기 위하여 사전 라이코펜 성분을 평가하기 위하여 시료를 전처리 하여, Table 1과 동일한 분석조건으로 HPCL 분석을 하였다. 라이코펜 분석 시 우선 토마토를 분쇄기(일반 가정용)에서 분쇄한 다음, 시료를 신선물일 경우 10 g을 취하였으며, 분말은 1 g을 취하여 믹스로 재 혼합 후 갈색 vial에 넣었다. vial에 KOH(10%):ethanol=1:5 비율로 첨가하여 항온수조(60~80℃)에서 30분간 saponification을 하고, 방냉 후 Hexane 1 ㎖를 첨가하여 vortex mix를 하였다. vial을 원심분리(2,500 rpm/20분간)한 후 상층액을 채취하였고, 다시 Hexane 1 ㎖를 첨가하여 vortex mix 후 원심분리를 2반복 더 하여 상층액의 Hexane이 총 3 ㎖이 되도록 하였다. 상층액에 증류수 1 ㎖을 첨가 후 원심분리를 하였다(증류수 첨가는 KOH를 제거하는 과정임). 다시 상층액을 새로운 vial에 넣고 HPLC 분석 전까지 냉동고에 보관하였다. HPLC 분석 시 질소 gas로 Hexane을 휘발시키고, Chloroform:Methanol=2:1 용액 0.5 ㎖ 첨가 후 50 ㎕를 Injection 하였고, 아래와 같은 계산식으로 계산하였다.

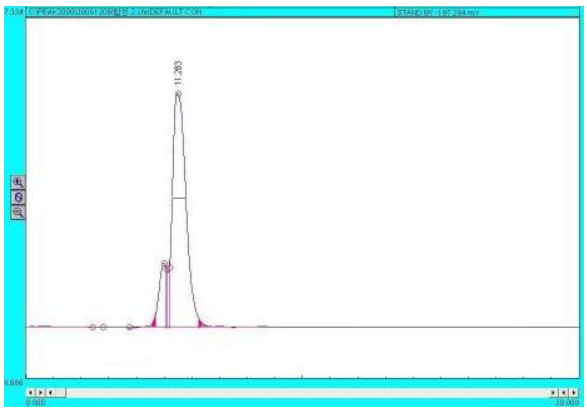
$$\frac{\left(\frac{\text{sample area} \times \text{standard weight}(\mu g)}{\text{standard area}}\right) \times \text{희석배수}}{\text{sample weight(g)} / 10} = \text{㎎/100g}$$

발효사료 제조 전 각 토마토 소재 원재료 등의 Lycopene 함량은 Table 2에 나타낸 바와 같이 T1(9,889.46±141.35 mg/100g), T2(5.31±0.78 mg/100g), T3(1.43±0.30 mg/100g) 및 T4(17.92±1.45 mg/100g)의 결과를 보였으며, T3구의 라이코펜 함량이 다른 처리구에 비해 낮은 것으로 조사되었다.

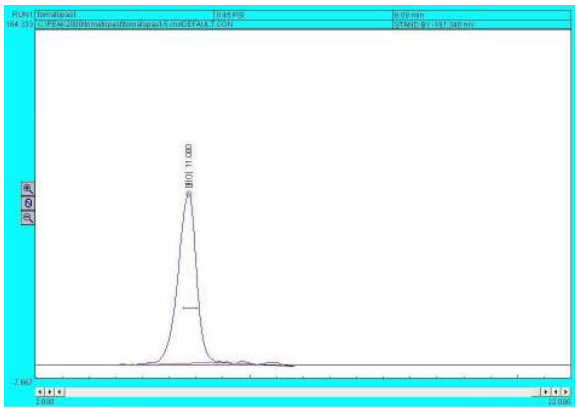
Table 2. Lycopene content(㎎/100g) of each sample

Treatments[1)]			
T1	T2	T3	T4
9,889.46±141.35	5.31±0.78	1.43±0.30	17.92±1.45

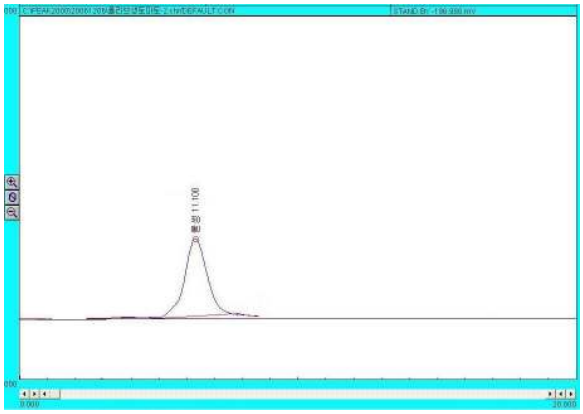
[1)] T1: synthetic lycopene, T2: tomato-paste, T3: roasted tomato with olive oil, T4: commercial dried tomato powder.



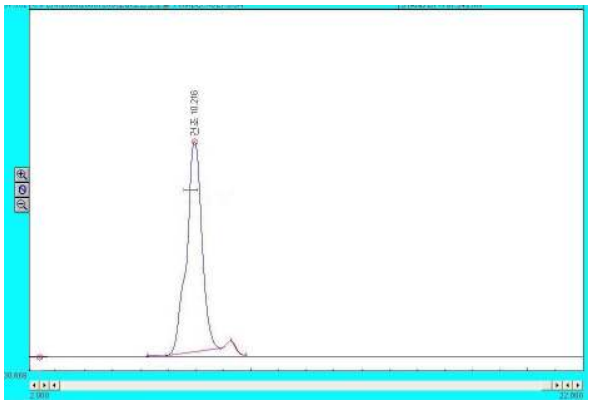
T1(synthetic lycopene)



T2(tomato-paste)



T3(roasted tomato with olive oil)



T4(commercial dried tomato powder)

Fig. 2. Chrromatogram of lycopene peak of different treatments.

2) 라이코펜 강화 발효사료 개발

① 처리조건

라이코펜 강화 발효사료 제조를 위해 합성 정제 라이코펜, 토마토 페이스트, 올리브유 첨가 가열 토마토 및 토마토 건조분말의 라이코펜 함량을 조사하였고(Table 2), 공시시료별 수분함량을 조사한 후 총 수분함량을 30~35%로 맞추었으며, 발효 시 수분함량이 많은 토마토 페이스트(T2)는 수분을 첨가하지 않고 신선물 그대로 60%를 첨가하여 발효를 시켰으며, 합성 정제 라이코펜(T1)과 토마토 건조분말(T4)은 각각 0.2%와 50%를 첨가하여 혼합하였다. 이때 올리브 오일 첨가 가열 토마토(T3) 발효사료 제조 시 원재료의 라이코펜 함량이 적고, 수분함량이 많아 T2 처리구와 동일하게 60%를 첨가하였다.

C 처리구는 Table 3과 같은 비율로 발효사료를 제조하였으며, 첨가비율대로 첨가하여 혼합하였을 때, 수분함량 미달로 발효조건이 맞지 않아 일반 수분을 첨가하여 원활하게 발효가 이루어질 수 있도록 하였다. 추후 공시동물에 급여하는 사양시험

에서는 일반배합사료에 발효사료를 그대로 20% 대체하여 혼합한 뒤 사양시험 공시사료로 이용하였다.

T1 처리구도 Table 3과 같은 비율로 발효사료를 제조하였으며, 수분도 첨가비율대로 첨가하여 발효사료로 제조하였다. 추후 공시동물에 급여하는 사양시험에서는 일반배합사료에 합성 정제 라이코펜을 0.2% 첨가하여 혼합한 발효사료 20%를 대체하여 혼합한 뒤 사양시험 공시사료로 이용하였다.

T2 처리구는 토마토 페이스트가 가지고 있는 수분 함량(72.1%)이 높아서 수분을 첨가 하지 않고 토마토 페이스트를 60% 첨가하여 전체 수분 함량을 보정하였다. 추후 공시동물에 급여하는 사양시험에서는 일반배합사료에 본 발효사료를 20% 대체하여 혼합한 뒤 사양시험 공시사료로 이용하였다.

T3 처리구도 T2 처리구와 동일한 방법으로 올리브 오일을 첨가하여 가열한 토마토의 수분 함량(90.24%)이 높아서 수분을 첨가하지 않고 올리브 오일을 첨가하여 가열한 토마토를 60% 첨가하여 발효사료를 제조하였다. 추후 공시동물에 급여하는 사양시험에서는 일반배합사료에 본 발효사료를 20% 대체하여 혼합한 뒤 사양시험 공시사료로 이용하였다.

T4 처리구는 Table 3과 같은 비율로 발효사료를 제조하였으며, 수분도 첨가비율대로 첨가하여 발효사료로 제조하였다. 추후 공시동물에 급여하는 사양시험에서는 일반배합사료에 토마토 건조분말을 50%를 첨가한 발효사료 20%를 대체하여 혼합한 뒤 사양시험 공시사료로 이용하였다.

라이코펜 강화사료 개발은 공시시료별로 공시동물인 흑돼지에 급여를 원활하게 하고, 일반 배합사료(basic diet)에 혼합을 용이하게 하기위해 라이코펜 강화사료를 제조하였고, 발효는 고속발효기(BIO-Rea, 동양물산기업(주), Korea)에서 48 hr, 35℃에서 발효를 시켜 나온 공시시료별 라이코펜 성분을 분석하였다. 이때 발효사료 제조 비율은 Table 3과 같다.

라이코펜 강화 사료개발의 발효사료 제조를 위한 첨가비율에서 토착균은 원활한 발효가 될 수 있도록 첨가하였고, 생미강과 복숭아 푸레는 토착균의 먹이원의 효과와 빠른 발효가 목적이며, 또한 발효가 끝났을 때 에너지가를 고려하여 첨가하였으며, 천혜녹즙, 현미식초, 천일염, 활성탄 및 석회석은 돼지에 급여한 발효사료 제조에 김 등(2006)과 이 등(2006)이 발표한 연구 자료를 참고하여 발효사료 완료 시 일반배합사료에 첨가하여 급여하였을 때 에너지가와 라이코펜의 흡수 및 라이코펜 강화 발효사료라 판단되어 이를 고려한 가장 이상적인 첨가비율로 첨가하였다.

Table 3. Formular of fermented feed (unit:%)

Items	Treatments[1)]				
	C	T1	T2	T3	T4
Synthetic lycopene	-	0.2	-	-	-
Tomato-paste	-	-	60	-	-
Roasted tomato with olive oil	-	-	-	60	-
Commercial dried tomato powder	-	-	-	-	50
Rice bran	50.0	49.8	18.0	18.0	10.0
Peach puree	18.0	18.0	-	-	18.0
Green vegetable juice	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Unclean rice vinegar	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hardwood charcoal	9.0	9.0	9.0	9.0	4.0
Limestone	10.0	10.0	10.0	10.0	5.0
Indigenous microorganisms	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Moisture	10.0	10.0	-	-	10.0
Total	100	100	100	100	100

[1)] C: control, T1: synthetic lycopene, T2: tomato-paste, T3: roasted tomato with olive oil, T4: commercial dried tomato powder.

② 처리구별 Lycopene 함량

사전에 각 시험 재료별 라이코펜 함량을 평가하였으며, 발효사료 제조 완료 시 Table 4와 같이 라이코펜 함량이 C, T1, T2, T3 및 T4 가 각각 0 ppm, 197.79 ppm, 31.86 ppm, 1.38 ppm 및 89.60 ppm을 얻을 수 있었다.

Table 4. Lycopene content(ppm) by treatments

Treatments[1)]				
C	T1	T2	T3	T4
0	197.79	31.86	1.38	89.60

[1)] C: basal diet + fermented feed(no-addition), T1: basal diet + fermented feed(add synthetic lycopene, 0.2%), T2: basal diet + fermented feed(add tomato-paste, 60%), T3: basal diet + fermented feed(add roasted tomato with olive oil, 60%), T4: basal diet + fermented feed(add commercial dried tomato powder, 50%).

(3) 라이코펜 강화사료 자원화 확립

① 공시사료

공시사료는 Table 5와 같이 일반배합사료(Basal diet, 부경양돈농협) 80%에 Table 3과 같이 첨가수준별로 제조한 라이코펜 강화 발효사료(Fermanted diet)를 20% 대

체하여 혼합하여 합계 100%가 되게 혼합하였다. 이때 사료의 순수 라이코펜 함량(ppm)은 C, T1, T2, T3 및 T4가 각각 0, 39.56 ppm, 6.37 ppm, 0.28 ppm 및 17.92 ppm의 수준이었다.

Table 5. Mixing ratio as experimental treatments

Item	Treatments[1)]				
	C	T1	T2	T3	T4
Basal diet	80%				
Fermented feed[2)]	20%				
Total	100%				
Lycopene concentration(ppm)	0	39.56	6.37	0.28	17.92

[1)] C: basal diet + fermented feed(no-addition), T1: basal diet + fermented feed(add synthetic lycopene, 0.2%), T2: basal diet + fermented feed(add tomato-paste, 60%), T3: basal diet + fermented feed(add roasted tomato with olive oil, 60%), T4: basal diet + fermented feed(add commercial dried tomato powder, 50%).

[2)] Fermented feeds are the same of in the Table 3.

② 시험장소 및 기간

라이코펜을 함유한 브랜드 흑돼지의 최적 생산기술 확립을 위한 시험은 경남 산청군 소재 흑돼지 농장(오성농장)에서 Berkshire로 시험하였고, 시험기간은 2007년 9월부터 2007년 11월까지 3반복 실시하였으며, 육성·비육돈에 대한 효능에 대한 시험으로 42일 급여 시험하였다.

③ 공시가축 및 사양시험설계

공시가축은 체중(75±2 kg)과 일령(130±2일)이 비슷한 산청지역 흑돼지(Berkshire) 360두를 공시하여 Table 1과 같이 각 돈방 당 30두씩 배치하고 3반복 실험을 실시하였으며, 암·수 혼사(15 : 15)하여 배치하고, 합성 라이코펜(SLP; Synthetic lycopene)을 첨가 수준에 따라 C(0%), T1(200ppm), T2(400ppm), T3(800ppm)으로 구분하였고, 42일간 급여하여 전체 108±2 kg에 도달한 공시가축을 출하하여 시험을 종료하였다.

Table 17. Experimental design

Items	Treatment[1)]			
	C	T1	T2	T3
No. of pigs/group	30	30	30	30
No. of plots	3	3	3	3
Total pigs	360			
Feeding Period(days)	42			

[1)] C : basal diet, T1 : basal diet + synthetic lycopene 200 ppm, T2 : basal diet + synthetic lycopene 400 ppm, T3 : basal diet + synthetic lycopene 800 ppm.

④ 시험사료

본 시험에 이용된 사료는 부경양돈축협조합 사료공장에서 생산된 일반배합사료를 기초로 하여, 75±2 kg까지는 육성기 사료를 무제한 급여하였고, 출하 시까지는 비육기 사료에 합성 라이코펜을 첨가 수준에 따라 C(0%), T1(200ppm), T2(400ppm), T3(800ppm)으로 급여하였으며, 기초로 한 일반배합사료의 원료구성 및 화학적 조성은 Table 2와 같다. 일반배합사료의 화학적 조성을 보면, 육성돈 사료의 에너지가 3,350 kcal/kg이고, 비육돈 사료의 에너지가는 3,220 kcal/kg이며, 조단백질 함량은 육성돈 사료 17.50 %, 비육돈 사료 15.50 %로 배합하였다.

⑤ 사양관리 방법

시험구의 돈방 면적, 사료 및 급수 시설은 동일하게 부여하였고, 돈사는 자유롭게 개폐할 수 있는 개방형 골함석 지붕이며, 돈방은 폭 305 cm, 길이 520 cm의 면적이었다. 공시가축은 Fig 1과 같이 개체별로 이표를 하여 관리하였고, 사료 급여기와 급수기를 설치하였으며, 급수는 자유급수를 하였고, 기타 사양관리는 일반적인 관행법에 준하여 실시하였다

Table 18. Chemical composition(%) of the experiment diets

Ingredients	Grower	Finisher
Corn	53.00	33.50
Wheat	9.50	30.00
Soybean meal	26.00	12.50
Wheat bran	−	4.00
Rice bran	−	1.00
Rapeseed meal	−	3.00
Palm kernel meal	−	2.00
Cotton seed meal	−	3.00
Limestone	1.24	1.45
Tri calcium phosphorus	0.82	0.60
Animal fat	5.10	4.20
Molasses	3.50	4.00
Salt	0.30	0.30
L−lysine HCl	0.20	0.20
DL−mathionine	0.04	−
Vitamin primix[1)]	0.10	0.10
Mineral primix[2)]	0.10	0.10
Phytase	0.10	0.05
Total	100.00	100.00
Chemical composition(%)		
ME(kcal/kg)	3,350	3,220
Crude protein	17.50	15.50
Lysine	1.05	0.87
Calcium	0.90	0.92
Total phosphorus	0.50	0.50

[1)] Supplied per kg diets : Vitamin A 4,000IU, Vitamin D 3,800IU, Vitamin E 1,500IU, Vitamin K 320 mg, Vitamin B_{12} 16 mg, Thiamin 8 mg, Riboflavin 2 mg, Pantothenic acid 11 mg, Niacin 20 mg, Biotin 0.02 mg.
[2)] Supplied per kg diet : Cu 30 mg, Fe 175mg, Zn 100mg, Mn 90 mg, I 0.3 mg, Co 0.5 mg, Se 0.2 mg.

⑥ 체중 측정

체중 측정은 Fig 2와 같이 육성·비육돈 실험에서 개시체중 74±2 kg이고, 종료시 출하체중 108± 2 kg일 때, 2회에 걸쳐 각각 측정하였다.

⑦ 증체량

출하 시 체중에 개시 시 체중의 차이로 총 증체량을 구하였으며, 총 증체량에서 사육일수를 나누어 일당증체량을 계산하였다.

⑧ 사료섭취량

총 사료섭취량은 개시일령에서 종료일령까지 급여한 사료의 량에 잔량을 제외한 것을 사육기간으로 나누어 총 사료섭취량을 조사하였고, 사육한 두수를 나누어 일일 사료섭취량을 계산하였다.

⑨ 사료요구율

사육기간 중 섭취한 사료섭취량을 사육기간 중 증체량으로 나누어 계산하였다.

⑩ 사료효율

사료효율은 사육기간 중 섭취한 총 사료 섭취량을 사육기간 중 총 증체량으로 나누어서 계산하고, 사료효율을 조사하였다.

⑪ 혈액분석

공시동물의 채혈은 3시간 동시에 절식을 시킨 후 각 처리구에서 무작위로 선발된 5두의 Fig 3과 같이 경정맥으로부터 혈액을 약 5 ㎖를 채취하여 그 중 2 ㎖은 즉시 heparin 처리된 vacutainer에 넣고 잘 흔든 다음 얼음을 채운 ice box에 넣어 실실로 옮긴 후 분석에 이용하였고, 나머지 3 ㎖은 일반 혈액채취용 시험관에 넣어 저온 보관 후 분석에 이용하였다. 혈액계수는 vacutainer 넣어 보관된 시료 중 0.1 ㎖을 채취하여 혈구계수기(VET abc, France, 2002)로 백혈구(Leukocytes, $10^3/mm^3$), 적혈구(Erythrocytes, $10^6/mm^3$), 헤모글로빈(Hemoblobin, g/dl), 헤마토크리트(Hematocrit, %), 평균적혈구용적량(MCV,μm^3), 평균적혈구혈색소량(MCH, pg), 평균적혈구혈색소농도(MCHC, g/dl) 및 혈소판(Platelet, $10^3/mm^3$)을 분석하였다. 혈액성상은 시험관에 보관한 시료를 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 뒤 혈청만 회수하여, 즉시 혈액 생화학분석기(Express Plus, Bayer USA, 2002)로 Total Cholesterol(mg/dl), HDL(㎎/dl), LDL(㎎/dl), Total Protein(g/dl), Triglyerides(㎎/dl) 및 BUN(㎎/dl)을 분석하였다. IgG 분석은 혈액에서 혈청을 이용하였고, 농도측정은 immunoglobulin G Kit(ECOS check No. P0303-1, Japan) by SRID를 이용하였다. 본 실험은 3반복 측정하여 통계분석 하였다.

⑫ 도체특성 분석

도체중량은 도축 직후의 온도체 중량을 측정하였으며, 등지방두께는 좌반도체 11~12번째 늑골사이 및 최종 늑골 바로 위쪽을 척추면과 수직되게 측정하여 평균으로 하였다. 지육율은 생체중에 대한 도체 중량(내장, 머리, 족을 제거)을 백분율로 환산하여 구하였다. 도체등급은 축협중앙회 축산물등급판정 기준에 따라 등급판정사에 의해 등지방 두께와 온도체중으로 1차로 등급판정 하였고, 도체의 외관(균형, 비육 상태, 지방 부착상태, 마무리) 및 육질(조직감, 육색, 지방색과 질, 지방침착)로 2차 판정한 후, 육량과 육질을 종합 판정하여 최종 등급으로 하였다.

⑬ 근육 내 라이코펜 함량 측정

근육 내 라이코펜 함량을 측정하기 위해 라이코펜 분석 방법 Boileau 등(2000)의 방법을 응용하여 시료에서 lycopene을 추출하고, Wei 등(2001)의 방법을 응용하여 high performance liquid chromatography를 이용하여 Table 3과 같은 조건으로 분석하였고, 라이코펜의 standard peak는 Fig. 4와 같다.

Table 19. HPLC conditions for analysis of Lycopene

Items	Condition	
Instrument	Sykom	
Column	Waters Nova-Pak 5 ㎛ C18 3.9×300 mm	
Detector	UV-detector	
	wavelangth	472 nm
Detection	injection volume	50 ㎕
	flow rate	1.0 ml/min
Mobile phase	methanol:aetonitril:chloroform = 47:47:6(v/v/v)	
Oven program	Isocratic	

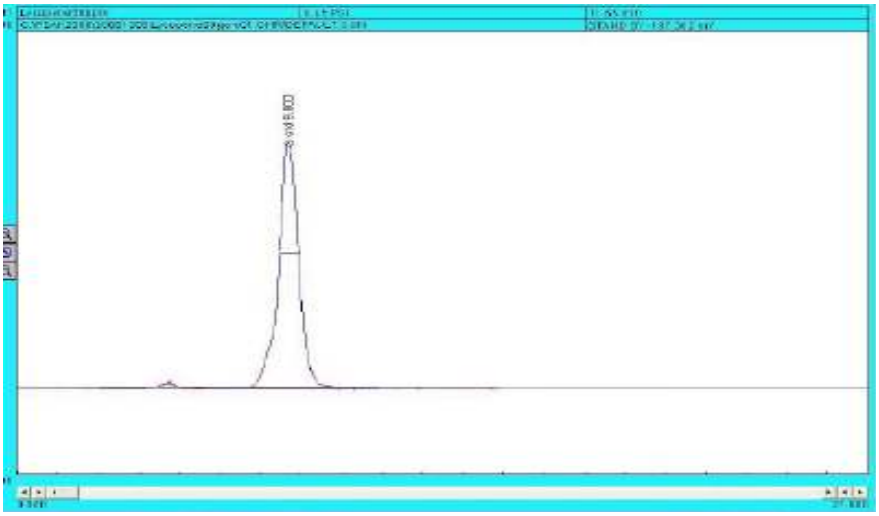


Fig. 4. Lycopene standard peak of HPLC system.

Boileau 등(2000)의 방법으로 lycopene 추출한 방법을 서술하면, 우선 합성 라이코펜 분말 0.01g를 취하여 갈색 vial에 넣은 후 vial에 KOH(10%):ethanol=1:5 비율로 첨가하여 항온수조(60~80℃)에서 30분간 saponification을 하고, 방냉 후 Hexane 1 ㎖을 첨가하여 vortex mix를 하였다. vial을 원심분리(2,500 rpm/20min)한 후 상층액을 채취하였고, 다시 Hexane 1 ㎖을 첨가하여 vortex mox 후 원심분리를 2반복 더 하여 상층액의 Hexane이 총 3 ㎖이 되도록 하였다. 상층액에 증류수 1 ㎖을 첨가 후 원심분리를 하였다(증류수 첨가는 KOH를 제거하는 과정임). 다시 상층액

을 새로운 vial에 넣고 HPLC 분석 전까지 냉동고에 보관하였다. HPLC 분석 시 질소 gas로 Hexane을 휘발시키고, Chloroform:Methanol=2:1 용액 0.5 ㎖ 첨가 후 50 ㎕를 Injection 하였고, 아래와 같은 계산식으로 계산하였다.

$$\frac{\left(\frac{\text{sample area} \times \text{standard weight}(\mu g)}{\text{standard area}}\right) \times \text{희석배수}}{\text{sample weight(g)} / 10} = \text{㎎/100g}$$

⑭ 통계분석

생산형질과 혈액분석 및 도체형질에서 얻어진 시험자료는 SAS/GLM(SAS,1999)를 이용하였으며, 처리간의 유의성 검증은 Dunkan Test로 분석하였다.

3) 결과 및 고찰

(1) 생산형질

본 시험에 이용한 공시가축은 일령이 비슷하고, 생체중이 75±2 kg되는 시험농장에서 사육되고 있는 흑돼지(Berkshire) 360두에 1 돈방 당 30두씩 배치한 후 3반복으로 실시하였으며, 시험사료는 75±2 kg까지는 육성돈 사료를 무제한 급여하였고, 종료 시 체중 108± 2kg까지는 비육 후기사료에 합성 라이코펜을 첨가수준별로 C(0%), T1(200ppm), T2(400ppm), T3(800ppm) 첨가하여 출하체중 108±2 kg까지 급여하였다. 합성 라이코펜 첨가수준별로 급여한 생산형질의 결과는 다음 Table 20과 같다.

Table 20. Effect of feeding synthetic lycopene on growth performance, feed intake, feed conversion rate and feed efficiency in Berkshire

Items	Treatment[1)]			
	C	T1	T2	T3
Growth performance				
Intial body weight (kg)	74.40±0.70	74.40±0.84	75.00±0.82	74.30±0.95
Final body weight (kg)	108.20±0.92^{c}	108.30±0.67^{ab}	108.50±0.71^{a}	107.60±0.84^{bc}
Body weight gain (kg)	32.80±1.03^{b}	33.90±1.37^{a}	33.50±1.18^{ab}	33.30±1.16^{ab}
Daily weight gain (kg)	0.78±0.02^{b}	0.81±0.03^{a}	0.80±0.03^{ab}	0.79±0.03^{ab}
Feed intake				
Total feed intake (kg)	2,927.00^{b}	2,950.00^{a}	2,900.00^{d}	2,924.00^{c}
Daily feed intake (kg/day)	2.32±0.00^{b}	2.34±0.00^{a}	2.30±0.00^{c}	2.32±0.00^{b}
Feed conversion (feed/gain)	2.977±0.10	2.905±0.11	2.889±0.10	2.930±0.10
Feed efficiency (gain/feed)	0.336±0.01	0.345±0.01	0.347±0.01	0.342±0.01

[1)] C : basal diet, T1 : basal diet + synthetic lycopene 200 ppm, T2 : basal diet + synthetic lycopene 400 ppm, T3 : basal diet + synthetic lycopene 800 ppm. $^{a\sim d}$ Means in the same row with different superscripts differ significantly($P<0.05$).

개시체중은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 74.40, 74.40, 75.00 및 74.30 kg으로 대조구(C)와 처리구간의 체중이 비슷한 경향을 보여 유의적인 차이는 보이지 않았다.

종료체중은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 108.20, 108.30, 108.50 및 107.60 kg으로 대조구보다 합성 라이코펜을 급여한 처리구가 높은 경향을 보였고($P<0.05$), 그 중에서 T2(합성 라이코펜 400ppm) 처리구가 유의적으로 가장 높은 경향을 보였다($P<0.05$).

총 증체량은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 32.80, 33.90, 33.50 및 33.30 kg으로 대조구에 비해 처리구 모두 높게 나타났으며($P<0.05$), T1 처리구가 그 중에서도 가장 높게 나타났다($P<0.05$).

일당증체량도 총 증체량과 마찬가지로 대조구에 비해 처리구가 높은 결과를 보였

고(P<0.05), C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 0.54, 0.62, 0.61 및 0.55 kg으로 증체량과 마찬가지로 대조구가 가장 낮았으며, 처리구 중에서는 T1(합성 라이코펜 200ppm) 처리구가 가장 높았다(P<0.05).

총 사료섭취량은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 2,927.00, 2,950.00, 2,900.00 및 2,924.00으로 T1(합성 라이코펜 200ppm) 처리구가 가장 높게 나타났고(P<0.05), 합성 라이코펜을 400 ppm 첨가 급여한 T2 처리구가 유의적으로 가장 낮게 나타났다(P<0.05).

일일사료급여량에서는 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 2.32, 2.34, 2.30 및 2.32 kg으로 총 사료섭취량과 마찬가지로 T1 처리구가 가장 높게 나타났다(P<0.05).

사료요구율은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 2.977, 2.905, 2.889 및 2.930로 대조구가 가장 높게 나타났고, T2 처리구가 가장 낮게 나타났지만, 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

사료효율에서는 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 0.336, 0.345, 0.347, 및 0.342로 대조구와 처리구간에 차이는 보였지만, 유의차는 보이지 않았다.

라이코펜을 양돈 사료에 첨가하여 급여한 선행 연구는 찾아 볼 수 없었고, 비슷한 예로, Vitamin E의 경우, Asghar 등(1991)은 일당증체량과 사료 요구율이 개선되었다고 보고하였고, Hasty 등(2002)은 α-tocopherol acetate를 첨가 수준을 달이해서 급여하였을 때 사료섭취량이 첨가 수준에 비례해서 증기하였다고 하였으나, Cannon 등(1996)과 Monahan 등(1990)은 증체량에 변화가 없었다고 하였다.

따라서, 본 연구에서는 총 증체량과 일당 증체량에서 대조구에 비해 처리구가 높은 결과를 보여 증체량에 영향을 주는 것으로 나타났으나, 다른 생산형질에서는 대조구와 처리구간에 차이는 보이지 않았다.

(2) 도체형질

도체형질은 대조구와 합성 라이코펜을 첨가수준별로 급여한 처리구를 종료 시 체중 108±1kg의 공시가축을 공인 도축장(고성군 소재, 제일축산)으로 수송시킨 후, 1일 계류한 다음 도축, 탕박하여 도체등급(B, C, D등급 : 흑돼지의 경우는 A등급 없음)과 지육율(%)을 측정하였다.

도체등급 판정은 축협중앙회 축산물등급 판정기준에 따라 등급 판정사에 의해 등지방 두께와 온도체중으로 1차 등급판정을 하고, 도체의 외관(균형, 비육상태, 지방부착 상태, 마무리) 및 육질(조직감, 육색, 지방색과 질, 지방 침착)로 2차 판정한 후, 육량과 육질을 종합 판정하여 최종등급으로 하였다. 도체중은 도축 직후의 온도체 중량을 측정하고, 등지방 두께는 좌반도체 11～12번째 늑골사이 및 최종늑골 바로 위쪽을 척추면과 수직되게 하여 상·중·하로 측정하여 평균으로 하고, 지육율은 생체중에 대한 도체 중량을 백분율(%)로 환산하여 구한 값으로 하였고, 도체형질의 결과는 Table 21과 같다.

Table 21. Effect of feeding synthetic lycopene on carcass characteristics of Berkshire

Items	Treatment[1)]			
	C	T1	T2	T3
Live body weight (kg)	107.20±0.92^{c}	108.30±0.67^{ab}	108.50±0.71^{a}	107.60±0.84^{bc}
Carcass weight (kg)	76.40±0.52^{b}	79.00±0.82^{a}	79.10±0.88^{a}	78.80±0.79^{a}
Dressing (%)	71.28±0.93^{b}	72.95±0.95^{a}	72.90±0.73^{a}	73.24±1.12^{a}
Backfat thickness (mm)	23.20±0.92^{a}	22.60±0.52^{ab}	22.10±0.88^{bc}	21.80±0.63^{c}
Carcass grade (B:C:D,%)	35:25:40	40:25:35	40:30:30	40:35:25
High carcass grade (B+C,%)	60	65	70	75

[1)] C : basal diet, T1 : basal diet + synthetic lycopene 20 0ppm, T2 : basal diet + synthetic lycopene 400 ppm, T3 : basal diet + synthetic lycopene 800 ppm. $^{a\sim c}$ Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<0.05).

생체중은 마지막 종료체중을 말하는 것으로, 대조구인 C가 107.20 kg인데 반해, 합성 라이코펜을 첨가 급여한 T1, T2 및 T3 처리구가 각각 108.30 kg, 108.50 kg 및 107.60 kg으로 대조구에 비하여 유의적으로 높게 나타났고(p<0.05), 처리구 중에서는 T2(합성 라이코펜 400ppm) 처리구가 가장 높게 나타났다(p<0.05).

도체중량(Carcass weight, kg)은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 107.20 kg, 108.30 kg, 108.50 kg 및 107.60 kg으로 대조구에 비해 처리구들이 유의적으로 높게 나타났고(p<0.05), 처리구 중에서는 T2(합성 라이코펜 400ppm) 처리구가 유의적으로 가장 높게 나타났다(P<0.05).

지육율(Dressing, %)도 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 71.28 %, 79.00 %, 79.10 % 및 78.80 %로 도체중량과 마찬가지로 대조구에 비해 처리구들이 유의적으로 높았다(p<0.05).

등지방 두께(Backfat thickness, ㎜)는 C, T1, T2 및 T3이 각각 23.20 ㎜, 22.60 ㎜, 22.10 ㎜ 및 21.80 ㎜으로 대조구가 유의적으로 가장 높게 나타났고(p<0.05), 처리구 중에서는 T3(합성 라이코펜 800ppm) 처리구가 유의적으로 가장 낮게 나타났다(p<0.05).

등급별 출현비율(Carcass grade, B:C:D, %)에서 상위 등급출현비율(High carcass grade, B+C, %)이 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 60 %, 65 %, 70 % 및 75 %로 대조구에 비해 처리구들이 높은 상위 등급 출현비율을 나타냈고, 첨가수준이 높을수록 높게 나타났으며, 처리구 중에서는 T3 처리구가 가장 좋은 등급 출현 비율을 보였다.

따라서, 도체중량에서 다른 처리구에 비해 T2(합성 라이코펜 400ppm) 처리구가 가장 높게 나타났고(P<0.05), 지육율에서는 T3(합성 라이코펜 800ppm) 처리구에서 가장 높았으며(P<0.05), 등지방 두께에서는 T3(합성 라이코펜 800ppm) 처리구에서 가장 낮게 나타났으며(P<0.05), 도체등급에서는 상위등급(B+C) 출현율이 T3(합성 라이코펜 800ppm) 처리구에서 가장 높게 나타났다.

(3) 혈액분석 결과

① 혈액성상

공시가축에 대한 합성 라이코펜을 첨가수준별로 급여한 비육돈의 혈액성상을 조사한 결과는 Table 22와 같다.

Table 22. Effect of feeding synthetic lycopene on hematological values of Berkshire

Items	Unit	Treatment[1)]			
		C	T1	T2	T3
Leukocytes	$10^3/m^3$	20.13±0.56^c	22.42±0.33^a	22.47±0.40^a	21.14±0.50^b
Erythrocytes	$10^6/m^3$	4.15±0.37	4.48±0.23	4.47±0.13	4.52±0.11
Hemoglobin	g/dl	14.25±0.57^c	16.34±0.62^b	17.80±0.20^a	18.24±0.71^a
Hematocrit	%	32.38±0.94^{ab}	32.22±0.50^{ab}	31.67±0.15^b	32.66±0.40^a
MCV[2)]	μm^3	54.50±0.55^b	55.40±0.55^a	55.67±0.58^a	54.40±0.55^b
MCH[3)]	pg	24.38±0.64	24.82±0.71	25.10±0.53	24.70±0.39
MCHC[4)]	g/dl	35.98±0.25	35.56±0.86	35.80±0.56	35.78±0.42

[1)] C : basal diet, T1 : basal diet + synthetic lycopene 200ppm, T2 : basal diet + synthetic lycopene 400ppm, T3 : basal diet + synthetic lycopene 800ppm. [a~c] Means in the same row with different superscripts differ significantly($P<0.05$). [2)] MCV : Mean corpuscular volum. [3)] MCH : Mean corpusculaar hemoglobin. [4)] MCHC : Mean corpuscular hemoglobin concentration.

백혈구(Leukocytes)는 세균 등의 병원체를 처리하여 생체방어기구에 중요한 역할을 하는 것으로 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 $20.13\times10^3/mm^3$, $22.42\times10^3/mm^3$, $22.47\times10^3/mm^3$ 및 $21.14\times10^3/mm^3$로 나타나 처리구에 비하여 대조구가 유의적으로 낮게 나타났고($p<0.05$), 합성 라이코펜을 첨가한 급여구가 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$), 처리구 중에서도 T2 처리구가 가장 높았다($p<0.05$).

적혈구(Erythrocytes)는 산소를 폐에서 조직으로 운반하는 기능을 가지고 있는데 본 시험에서는 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 $4.15\times10^6/mm^3$, $4.48\times10^6/mm^3$, $4.47\times10^6/mm^3$ 및 $4.52\times10^6/mm^3$으로 나타나 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

헤모글로빈(Hemoglobin)은 적혈구 속에서 산소를 운반하는 적색의 색소단백질로서 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 14.25 g/dl, 16.34 g/dl, 17.80 g/dl 및 18.24 g/dl로 나타나 대조구가 처리구보다 유의적으로 낮게 나타났고($p<0.05$), 처리구 중에서는 T1(합성 라이코펜 200ppm) 처리구가 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$).

헤마토크리트(Hematocrit)는 C, T1, T2 및 T3이 각각 32.38 %, 32.22 %, 31.67 % 및 32.66 %로서 처리구 중 T3 처리구가 유의적으로 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 각종 anemia의 종류 구분 및 치료방향의 결정과 치료효과를 판정하기 위한 적혈구 항수(Erythrocyte Indices)인 평균적혈구용적량(MCV, Mean corpuscular volum)은

C, T1. T2 및 T3이 각각 54.50 ㎛^{3}, 55.40 ㎛^{3}, 55.67 ㎛^{3} 및 54.40 ㎛^{3}으로 대조구와 T3 처리구가 유의적으로 낮게 나타났고(P<0.05), T1과 T2 처리구가 유의적으로 가장 높게 나타났다(P<0.05).

평균적혈구혈색소량(MCH, Mean corpuscular hemoglobin)은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 24.38 pg, 24.82 pg, 25.10 pg 및 24.70 pg으로 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

평균적혈구혈색소농도(MCHC, Mean corpuscular hemoglobin concentration)는 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 35.98 g/dl, 35.56 g/dl, 35.80 g/dl 및 35.78 g/dl으로 평균적혈구혈색소량과 마찬가지로 대조구와 처리구간에 유의차는 보이지 않았다.

② 혈액화학치

공시가축에 대한 합성 라이코펜의 첨가수준에 따른 혈액화학치에 미치는 영향은 Table 23과 같다.

Table 23. Effect of feeding synthetic lycopene on blood chemical composition of Berkshire

Items	Unit	Treatment[1)]			
		C	T1	T2	T3
Cholesterol	㎎/dl	64.67±0.52^a	58.00±0.71^b	57.33±0.52^b	57,70±0.84^b
HDL-Cholesterol	㎎/dl	21.17±0.98^b	26.80±0.45^a	26.83±0.41^a	27.50±0.84^a
LDL-Cholesterol	㎎/dl	20.93±0.74^a	14.22±0.44^b	12.28±0.70^c	12.92±0.44^c
Total protein	g/dl	5.22±0.95	5.24±0.11	5.07±0.75	4.80±0.66
Triglycerides	㎎/dl	85.50±0.55^a	71.80±0.84^b	70.83±0.98^c	72.50±0.55^b
BUN	㎎/dl	17.12±0.62	16.98±0.69	16.57±0.27	16.88±0.71

[1)] C : basal diet, T1 : basal diet + synthetic lycopene 200 ppm, T2 : basal diet + synthetic lycopene 400 ppm, T3 : basal diet + synthetic lycopene 800 ppm. $^{a\sim b}$ Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<0.05).

총콜레스테롤(Total cholesterol, ㎎/dl)은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 64.67 ㎎/dl, 58.00 ㎎/dl, 57.33 ㎎/dl 및 57.70 ㎎/dl으로 대조구가 가장 높게 나타났고(p<0.05), 처리구들 사이에는 그다지 차이를 보이지 않았다. 혈중 콜레스테롤은 증가시 고지혈증, 동맥경화증, 황달, 갑상선 기능 저하증 등에 영향을 미치고, 감소 시에는 간세포장애 등을 유발시킬 수 있다.

HDL(High-density lipoprotein, ㎎/dl)은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 21.17 ㎎/dl, 26.80 ㎎/dl, 26.83 ㎎/dl 및 27.50 ㎎/dl로 대조구가 가장 낮게 나타났고(p<0.05), 합성 라이코펜의 첨가량이 증가할수록 HDL-cholesterol의 함량이 유의적으로 높게 나타났으며(p<0.05), 처리구 중에서도 T3 처리구가 수치적으로는 가장 높게 나타났다. HDL은 인지질 및 단백질이 풍부한 지단백질로 동맥경화성 및 혈관

질환을 보호하는 가장 중요한 인자로 알려져 있으며, 특히 간 이외의 조직으로부터 간으로 콜레스테롤을 전달하는 역콜레스테롤 기전에 중요한 역할을 담당하고 있다고 이(2000)가 보고하였고, Rhoades 등(1976)도 HDL 농도가 동맥경화증 등 심장순환기계 질환의 발생과 역상관관계가 있다고 하였다.

LDL(Low-density lipoprotein, ㎎/dl)은 대조구에 비해 합성 라이코펜의 첨가수준이 증가할수록 낮아졌고, C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 20.93 ㎎/dl, 14.22 ㎎/dl, 12.28 ㎎/dl 및 12.92 ㎎/dl로 처리구 중에서는 T1(합성 라이코펜 200ppm) 처리구가 가장 높게 나타났다. Larry 등(1993)은 혈액내의 LDL은 콜레스테롤과 콜레스테롤 ester의 함량이 매우 높게 나타나고, 이것이 세포내에 흡수되면 동맥경화증을 유발하기도 하는데, 그 원인은 LDL입자가 동맥세포막에 결합하고, 여기에 콜레스테롤이 동맥벽 표면에 계속 침착되어 생기는 것으로 추측하고 있다. 그러나 HDL은 입자의 안쪽에 있는 소수성 영역에 콜레스테롤을 함유하고 있으므로 동맥세포막이 침착되는 것이 방지된다. 그러므로 생체 내에 HDL의 함량이 높을수록 동맥경화나 심장질환에 대한 위험이 낮게 된다고 하였다.

총 단백질(Total protein, g/dl)은 대조구가 5.22 g/dl로 나타났고, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 5.24 g/dl, 5.07 g/dl 및 4.80 ㎎/dl으로 대조구와 처리구 간에 유의적인 차이는 없었다. 총 단백질의 증가(고단백혈증)는 자가 면역성 질환을 발생시키고, 감소(저단백혈증)시는 단백질공급부족으로 저 영양, 소화기계의 질환과 단백질 합성장애, 배설이상 등을 야기할 수 있다.

중성지방(Triglycerides, ㎎/dl)은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 85.50 ㎎/dl, 71.80 ㎎/dl, 70.83 ㎎/dl 및 72.50 ㎎/dl으로 대조구가 가장 높았으며($P<0.05$), 처리구 간에는 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이처럼 중성지방은 생체에서 에너지원으로 중요하며, 대부분 사료의 섭취에 의해 장관에서 흡수되는데, 증가 시 고지혈증으로 신장질환 및 췌장염 등을 유발시킨다.

BUN(Blood urea nitrogen, ㎎/dl)은 신장 기능의 지표로서 대조구가 17.12 ㎎/dl이고, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 16.98 ㎎/dl, 16.57 ㎎/dl 및 16.88 ㎎/dl으로 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

사람의 경우에 있어서는 토마토 lycopene을 섭취하게 하여 혈장의 LDL-cholesterol을 낮추었다는 보고(Fuhrman 등, 1997)와, 혈장 중의 total cholesterol, HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol 함량의 변화는 없었다고 보고(Agarwal과 Rao, 1998; Rissanen 등 2002) 등 그 결과가 다양하게 보고되고 있다. Japanes quail을 대상으로 lycopene 100 mg/kg과 vitamin E 250 mg/kg을 단독으로 첨가하거나 도는 함께 첨가하여 혈 중 cholesterol을 조사한 결과, lycopene 단독 첨가 시는 0.34 mmol/L, vitamin E 단독 첨가시는 0.27 mmol/L 만큼 대조구에 비해 감소하였으며, lycopene과 vitamin E를 함께 첨가하였을 경우에는 대조구의 3.82 mmol/L에 비해 0.86 mmol/L가 감소하였다는 보고가 있다(Sahin 등, 2004). 그러나 lycopene을 돼지에게 급여한 선행 연구는 찾아 볼 수가 없었고, vitamin E의 급여

가 혈장의 지질 성분에 미치는 영향에 관한 연구도 찾아 볼 수가 없었다.

돼지를 대상으로 한 본 시험에서 모든 항목에서 약간의 유의차는 보였다. 이처럼 대조구와 처리구간의 혈액 상에서 차이가 나는 것은 일반적으로 돼지의 월별, 체중, 성별, 발육정도, 품종 및 건강상태 등의 자체적인 인자와 계절, 온도 및 측정시간 등의 환경적인 인자 및 채혈방법에 따른 기술적인 방법에 의하여 혈액상의 수치는 변동할 수 있다고 보고(Swenson 등, 1995)에서와 같이 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하였기 때문인 것으로 사료되므로, 추후 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

③ 혈액의 IgG

공시가축에 합성 라이코펜을 첨가수준별로 급여했을 때, 혈액의 IgG에 미치는 결과는 Table 24와 같다.

Table 24. Effect of feeding synthetic lycopene on IgG of Berkshire

Items	Treatment[1)]			
	C	T1	T2	T3
IgG	15.36±0.62[b]	14.55±0.31[b]	15.23±0.22[b]	16.37±0.20[a]

[1)] C : basal diet, T1 : basal diet + synthetic lycopene 200ppm, T2 : basal diet + synthetic lycopene 400 ppm, T3 : basal diet + synthetic lycopene 800 ppm. [a~b] Means in the same row with different superscripts differ significantly($P<0.05$).

본 실험의 결과는 C, T1, T2 및 T3이 각각 15.36 ㎎/㎖, 14.55 ㎎/㎖, 15.23 ㎎/㎖ 및 16.37 ㎎/㎖로 대조구에 비해 T3이 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$).

일반적으로 IgG는 병원성 미생물로부터 질병의 감염을 수동적으로 억제하는 항체를 제공하는 고분자 당단백질로서(Butler, 1973), 세균, 바이러스 등의 항원에 대한 면역반응이 비교적 활발하다고 하였다(Butler, 1973; Klaus 등, 1969). 이는 첨가한 합성 라이코펜이 돼지의 혈액 중에서 면역기능을 증가시키는데 작용함을 알 수 있었다. 이러한 IgG의 농도변화는 질병발생 여부 및 그 상태를 예시하여 주는 중요한 척도로 IgG 농도의 증가는 질병에 대한 면역력을 증가시키고 질병에 대한 저항력이 높아 질 수 있는 것으로 사료 된다.

그리고 돼지에서는 모체로부터의 항체는 반드시 초유를 통해서 신생자돈에 이행하는데 초유를 빨리 포유하면 항체가 장관을 통해서 순환계로 이행되며 이행된 항체는 다시 장관점막을 따라 높은 수준으로 농축되어 장점막의 면역반응을 형성하게 된다(윤, 1984). 요즘 항생제의 사용 문제가 제기되면서 항생제에 대한 규제 및 항생제 대체를 위한 많은 연구가 이루어졌다. 최근까지 항생제의 대체 방안으로 효소제, 효모, 생균제 등의 비항생제적 생리활성 물질의 첨가에 의한 연구들이 이루어지고 있으며(Waldroup 등, 1982; Lindemanrt 등 1986; 남 등, 1986; 노 등, 1994; 박

등 1994), 따라서 생리 활성 물질인 합성 라이코펜을 첨가하여 돼지에게 급여함으로써 유의적으로 결과가 높게 나타난 것은 항산화성을 가진 합성 라이코펜이 돼지의 면역을 증진 시킨다고 할 수 있으나, 사양기간과 첨가율을 조정해서 추가적으로 연구를 진행할 필요가 있는 것으로 사료한다.

④ 근육내 라이코펜 함량 측정

합성 라이코펜을 첨가수준별로 급여한 돈육의 등심 내 대조구와 처리구별 라이코펜함량을 측정한 결과는 Table 25와 같다.

Table 25. Effect of feeding containing lycopene of synthetic lycopene composition of *longissimus dorsi* muscle in Berkshire

Items		Treatment[1)]			
		C	T1	T2	T3
longissimus dorsi muscle (ug/g)		non	10.43±1.32	9.75±1.57	10.22±1.64
detection frequency	Detected /head	0/10	7/30	5/30	8/30
	%	0	23.33	16.67	26.67

[1)] C : basal diet, T1 : basal diet + synthetic lycopene 200ppm, T2 : basal diet + synthetic lycopene 400ppm, T3 : basal diet + synthetic lycopene 800ppm.

합성 라이코펜을 첨가수준별로 급여하여 등심 내 라이코펜 이행수준을 조사한 결과 대조구(C)에서는 합성 라이코펜을 급여하지 않아 등심육에서 라이코펜 수치가 나타나지 않았고, T1, T2 및 T3 처리구에는 사료 중에 각각 200ppm, 400ppm, 800ppm 수준으로 함유되어 공급한 결과, 각각의 처리구에서 10.43 ug/g, 9.75 ug/g 및 10.22 ug/g 수준으로 함유하였고, 첨가수준별 처리구간에는 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 또한, Lycopene의 이행여부를 조사하기 위하여 처리구당 30두를 표본으로 조사한 결과, T1 처리구는 7두, T2 처리구는 5두, T3 처리구는 8두에서 라이코펜이 미량으로 검출되었고, 이행율은 T1, T2 및 T3 처리구에서 각각 23.33 %, 16.67 % 및 26.67 %를 보여 이행율이 평균 22.22 %로 낮은 결과로 이행되었다. 이상의 결과는 주(2005)의 보고와 같이 돼지고기 등심육에 이행되는 것으로 확인되었으며, 그 함량에 관해서는 주(2005)가 돼지에 합성 lycopene을 20ppm 급여하였을 때 등심육에 6.99 ug/g이였다는 보고와 본시험에서는 등심내에 최대 축적시키기 위하여 주(2005)에 비하여 10～40배 수준으로 합성 라이코펜을 사료 중 200～800ppm 수준으로 증대시켜 첨가 급여하였을 때 등심내에는 9.75～10.43 ug/g로 나타나 이행량에 대한 차이가 있었다. 따라서 등심내에 라이코펜 함량을 최대한 축적하기 위한 추후의 연구가 필요하다고 사료된다.

⑤ 경제성 분석

합성 라이코펜을 일반배합사료에 첨가 배합하여, 이를 급여한 흑돈육의 생산형질에 대한 경제성을 분석한 결과는 Table 26과 같다.

Table 26. Effect of feeding synthetic lycopene on feed cost and economic analysis of Berkshire

Items	Treatment[1)]			
	C	T1	T2	T3
Feed intake (kg)				
Total feed intake (kg)	97.570	98.330	96.670	97.470
Basal feed (kg)	97.570	98.310	96.631	97.392
Synthetic lycopene (g)	0	19.67	38.67	77.98
Feed cost (won/42day)				
Total feed cost(won)	48,785.00	56,235.00	62,236.00	76,767.00
Basal feed cost (won)	48,785.00	49,155.00	48,316.00	48,696.00
Synthetic lycopene cost (won)	0	7,080	13,920	28,071
Average total feed cost (won/kg)	500	572	644	788
Income				
Initial body weight (kg)	74.40	74.40	75.00	74.30
Final body weight (kg)	108.20	108.30	108.50	107.60
Body weight gain (kg)	33.80	33.90	33.50	33.30
Gain cost (won/kg)	1,443.34	1,658.84	1,857.79	2,305.31
Index (%, weight/gain)	100.00	114.93	128.71	159.72
Live body weight (kg)	107.20±0.92^{c}	108.30±0.67^{ab}	108.50±0.71^{a}	107.60±0.84^{bc}
Carcass weight (kg)	76.40±0.52^{b}	79.00±0.82^{a}	79.10±0.88^{a}	78.80±0.79^{a}
Dressing (%)	71.28±0.93^{b}	72.95±0.95^{a}	72.90±0.73^{a}	73.24±1.12^{a}
Backfat thickness (mm)	23.20±0.92^{a}	22.60±0.52^{ab}	22.10±0.88^{bc}	21.80±0.63^{c}
Carcass grade (B:C:D,%)	35:25:40	40:25:35	40:30:30	40:35:25
High carcass grade (B+C,%)	60	65	70	75
Auction price (B+C+D,won/head)	179,000	181,000	182,000	183,000
Auction index (%)	100.00	101.11	101.68	102.23

[1)] C : basal diet, T1 : basal diet + synthetic lycopene 200 ppm, T2 : basal diet + synthetic lycopene 400 ppm, T3 : basal diet + synthetic lycopene 800 ppm. [2)] feed cost : basal feed 500 won/kg, synthetic lycopene cost 360 won/g(DM basis). [3)] Auction price : B:200,000won, ; C:180,000won, D:160,000won

사양시험 기간 중에 급여한 사료섭취량과 배합사료 단가(500원/kg)와 합성 라이코펜(360원/kg)로서 사료비와 kg증체당 사료비를 각각 구하여 생산형질을 비교하고,

각 처리구별의 도체등급율과 경매가격(B등급: 200,000원/두, C등급: 180,000원/두, D등급: 160,000원/두)을 기준으로 처리구별 경매가격을 산출한 후, 대조구(C)를 기준(100%)으로 하였을 때 각 처리구의 성적을 비교하여 경제성을 분석하였다.

합성 라이코펜의 첨가수준별로 혼합된 사료를 비육기간동안 급여하여 경제성을 분석한 결과, 총 사료급여량(Total feed intake, kg)은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 97.570 kg, 98.330 kg, 96.670 kg 및 97.470 kg이며, 그중에서 일반배합사료(Basal feed, kg) 급여량은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 97.570 kg, 98.310 kg, 96.631 kg 및 97.392 kg이고, 합성 라이코펜 급여량은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 0 g, 19.67 g, 38.67 g 및 77.98 g이었다.

총 사료비(Total feed cost, won/두)는 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 48,785원, 56,235원, 62,236원 및 76,767원으로서 라이코펜의 첨가수준이 높을수록 대조구에 비하여 사료비용이 높았다.

사료단가(Average total feed cost, won/kg)에서는 대조구 500원에 비하여 T1, T2 및 T3 처리구가 각각 572원, 644원 및 788원으로 합성 라이코펜의 첨가수준 증가에 따라 사료단가도 증가하였다.

증체량(Body weight gain, kg)은 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 33.80 kg, 33.90 kg, 33.50 kg 및 33.30 kg로 T1 처리구가 가장 높았다.

kg 증체당 사료비를 산출한 결과 C, T1, T2 및 T3 처리구가 각각 1,443원, 1,658원, 1,857원 및 2,305원으로 대조구가 낮았고, 합성 라이코펜의 첨가수준 증가에 따라 사료비도 증가하였다.

대조구(C)를 기준으로 한 kg 증체당 사료비를 생산지수(Index, weight/gain)로 산출한 결과는 T1, T2 및 T3 처리구가 각각 114.93 %, 128.71 % 및 159.72 %로 대조구에 비하여 각각 14.93 %, 28.71 %, 및 59.72 %의 사료비가 증가하였다.

따라서, 전체적으로 대조구에 비해 합성 라이코펜을 첨가한 처리구가 생산단가(won)에서 높은 결과를 보였고, 생산지수(%)에서도 처리구가 증가하는 결과를 보였다. 도체등급평가결과 상위등급은 대조구 60%에 비하여 T1, T2 및 T3 처리구가 각각 65 %, 70 % 및 75 %로 합성 라이코펜의 첨가수준 증가에 따라 높았다. 따라서 도체등급평가에 따른 경매가격을 산출한 결과, 대조구는 179,000원에 비하여 T1, T2 및 T3 처리구가 각각 181,000원, 182,000원 및 183,000원으로 합성 라이코펜의 첨가수준 증가에 따라 높았고, 대조구에 비하여 1~2%의 경매가격에 의한 수익이 높게 나타났다.

3) 요 약

본 연구는 라이코펜을 함유한 브랜드 흑돼지의 최적생산기술 확립을 위한 시험은 경남 산청군 소재 흑돼지 농장(오성농장)에서 Berkshire를 공시하여 시험하였고, 시험기간은 2007년 9월부터 2007년 11월까지 실시하였으며, 육성·비육돈에 대하여 42일 급여 시험하였다. 공시가축은 체중(75±2 kg)과 일령(130±2일)이 비슷한 산청지역 흑돼지(Berkshire) 360두를 공시하여 각 돈방 당 30두(암·수 혼사)씩 배치하여 3반복 실험을 실시하였으며, 합성 라이코펜(SLP; Synthetic lycopene)을 일반배합사료에 C(0%), T1(200ppm), T2(400ppm), T3(800ppm)으로 첨가수준을 달리하여 급여하였고 생체중 108 kg에 도달한 공시가축을 출하하여 시험을 종료하였다.

생산형질에서 총 증체량과 일당증체량은 대조구에 비해 합성 라이코펜을 첨가 급여한 처리구가 높은 결과를 보여 증체량에 영향을 주는 것으로 나타났으나, 종료체중, 사료섭취량, 사료 요구율 및 사료효율에서는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

도체형질에서는 도체중량과 지육율에서 대조구에 비해 합성 라이코펜을 첨가 급여한 처리구들이 높게 나타났고($p<0.05$), 처리구 중에서는 T2(합성 라이코펜 400ppm) 처리구가 가장 높게 나타났다($P<0.05$). 등지방 두께는 대조구가 가장 높게 나타났고($p<0.05$), T3(합성 라이코펜 800ppm) 처리구가 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 등급별 출현비율(Carcass grade, B:C:D, %)에서는 합성 라이코펜의 첨가수준이 높을수록 높게 나타났으며, 처리구 중에서는 T3(합성 라이코펜 800ppm) 처리구가 가장 좋은 등급 출현 비율을 보였다.

혈액성상에서는 백혈구는 T2 처리구가 가장 높았고($p<0.05$), 적혈구는 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 헤모글로빈은 T1(합성 라이코펜 200ppm) 처리구가 가장 낮았다($p<0.05$). 헤마토크리트는 T3 처리구가 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 평균적혈구용적량은 T1과 T2 처리구가 가장 높게 나타났고($P<0.05$), 평균적혈구혈색소량과 평균적혈구혈색소농도는 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

혈액 화학치에서는 총 콜레스테롤은 대조구가 가장 높게 나타났고($P<0.05$), 합성 라이코펜의 첨가량이 증가할수록 HDL-cholesterol의 함량이 높게 나타났으며($p<0.05$), 대조구가 가장 낮게 나타났고($p<0.05$), LDL은 대조구에 비해 처리구에서 합성 라이코펜의 첨가수준이 증가할수록 낮아졌고, 처리구 중에서는 T1(합성 라이코펜 200ppm) 처리구가 가장 높게 나타났다. 총 단백질과 BUN의 결과에서는 대조구와 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았고, Triglyceride는 대조구가 가장 높게 나타났다($P<0.05$).

혈액의 IgG를 측정한 결과, 대조구에 비해 처리구들이 높게 나타났으며($P<0.05$), 합성 라이코펜의 첨가수준이 증가함에 따라, 높은 수치를 보였고($P<0.05$), 처리구 중에서도 T3(합성 라이코펜 800ppm) 가장 높게 나타났다($P<0.05$).

합성 라이코펜을 첨가수준별로 급여하여 등심 내 라이코펜 이행수준을 조사한 결과 첨가수준별 처리구간에는 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 또한, Lycopene의 이행여부를 조사한 결과, 각 처리구별로 공시한 30두 중에서 T1 처리

구는 7두, T2 처리구는 5두, T3 처리구는 8두에서 라이코펜이 미량(9.75～10.43 ug/g)으로 검출되었고, 이행율은 T1, T2 및 T3 처리구에서 각각 23.33 %, 16.67 % 및 26.67 %를 보여 이행율이 평균 22.22 %로 낮은 결과로 이행되었다.

사양성적에 의한 경제성분석에서 증체당 사료비를 생산지수(Index, weight/gain)로 산출한 결과는 대조구에 비하여 사료비가 증가하였다. 전체적으로 대조구에 비해 합성 라이코펜을 첨가한 처리구가 생산단가에서 높은 결과를 보였고, 생산지수(%)에서도 처리구가 증가하는 결과를 보였다. 반면에 도체등급평가결과 상위등급은 대조구에 비하여 합성 라이코펜의 첨가수준 증가에 따라 높았다. 따라서 도체등급평가에 따른 경매가격을 산출한 결과, 합성 라이코펜의 첨가수준 증가에 따라 높았고, 대조구에 비하여 1～2%의 경매가격에 의한 수익이 높게 나타났다.

이상의 결과를 보면 소비자들이 선호하는 안정성 높은 돈육의 생산에서 면역성을 올릴 수 있는 브랜드 돈육의 생산이 가능하였고, 생산자는 도체등급평가에 의한 경매가격의 보장이 수반된다면 생산성을 올릴 수 있다고 판단된다.

제2절 라이코펜 급이 흑돈 품질평가와 유통기한 설정

1. 라이코펜 급이 흑돈 품질 평가

1) 재료 및 방법

(1) 공시가축 및 실험설계

① 공시가축

공시가축은 일령(120±1일)이 비슷하고 개시체중이 75±1 ㎏되는 흑돼지(Berkshire) 240두를 공시하여 Table 50과 같이 4개의 처리구에 3반복으로 각 돈방당 20두씩 배치하고, 시험을 42일간 급여하여 종료체중이 108±2 ㎏에 도달한 공시가축을 출하하여 시험을 종료하였다.

Table 50. Experimental design

Items	Treatments[1)]			
	C	T1	T2	T3
No. of plots	3	3	3	3
No. of pigs/group	20	20	20	20
Total pigs	240			
Feeding Period (days)	42			

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.

② 공시사료

공시사료는 부경양돈농협 사료공장에서 생산된 일반 배합사료(basal diet, C)를 기초로 하여 Table 1과 같이 합성 정제 라이코펜(Synthetic lycopene)을 첨가수준별로 혼합하였다. 생체중 75±1 ㎏까지는 육성기 사료를 출하 시까지는 비육기 사료를 무제한 급여하였으며, 그 원료구성 및 화학적 조성은 Table 2와 같다.

③ 사양관리

시험구의 돈방 면적, 사료 및 급수 시설은 동일하게 부여하였고, 돈사는 자유롭게 개폐할 수 있는 개방형 골함석 지붕이며, 급수는 자유급수를 하였고, 기타 사양관리는 일반적인 관행법에 준하여 실시하였다.

(2) 조사항목

① pH

pH는 10 g의 시료와 증류수 100 ml을 homogenizing하여 pH meter(Model IQ 150, 랩사이언스, USA)를 사용하여 3반복을 수행하였다.

Table 51. Chemical composition(%) of the experiment diets

Ingredients	Grower	Finisher
Corn	53.00	33.50
Wheat	9.50	30.00
Soybean meal	26.00	12.50
Wheat bran	-	4.00
Rice bran	-	1.00
Rapeseed meal	-	3.00
Palm kernel meal	-	2.00
Cotton seed meal	-	3.00
Limestone	1.24	1.45
Tri calcium phas.	0.82	0.60
Animal fat	5.10	4.20
Molasses	3.50	4.00
Salt	0.30	0.30
L-lysine HCl	0.20	0.20
DL-mathionine	0.04	-
Vitamin primix[1)]	0.10	0.10
Mineral primix[2)]	0.10	0.10
Phytase	0.10	0.05
Total	100.00	100.00
Chemical composition (%)		
ME (kcal/kg)	3,350	3,220
Crude protein	17.50	15.50
Lysine	1.05	0.87
Calcium	0.90	0.9220
Total phosphous	0.50	0.50

[1)] Supplied per kg diets : Vitamin A, 4,000IU; Vitamin D, 3,800IU; Vitamin E, 1,500IU; Vitamin K, 320 mg; Vitamin B12, 16mg; Thiamin, 8mg; Riboflavin, 2mg; Pantothenicacid, 11mg; Niacin, 20 mg; Biotin, 0.02 mg.
[2)] Supplied per kg diet : Cu, 30mg; Fe,175mg; Zn, 100mg; Mn, 90mg; I, 0.3mg; Co, 0.5 mg; Se, 0.2 mg.

② 미생물분석

총 균수와 젖산균측정은 시료 10 g와 90 mL의 멸균 Peptone 수(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 에 넣고 stomacher (Interscience BagMixer®, France)에서 2분간 균질 시킨 다음 10배 희석법으로 희석하였다. 희석한 시료 1 mL을 Plate counter agar (Difco Lab., USA)와 MRS agar (Difco Lab., USA)에 혼합하여 평판으로 조제한 후, 37℃에서 48시간 배양한 다음 나타난 colony 수를 colony counter (IPI Inc., Microcount 1008, CA, USA)를 이용하여 계수하였다. 미생물 수는 시료 1 g 당 colony forming unit (CFU) 로 나타내었다. 대장균 군(coliform)수의 경우 coliform petrifilm (3M Health care, USA;AOAC. 2000)을 이용하여 희석액을 1 mL 씩 접종한 후 35℃에서 24시간 배양한 다음 군락 수를 계수하였다.

③ 가열감량

신선육 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고 80℃ 항온수조에서 시료내부중심온도가 70℃가 될 때까지 가열한 다음 꺼내서 냉각시켜 감량된 무게를 백분율(%)로 산출하였다.

④ 전단력

전단력은 고기시료(4 cm x 3cm x 2.5 cm)를 80℃ 항온수조에서 시료 내부중심온도가 70℃가 될 때까지 가열한 다음 꺼내서 냉각시켜 가열한 시료를 직경 0.5 $inch^2$의 core로 시료를 근섬유 방향으로 채취한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler Shear Meter, USA)로 측정하였다.

⑤ 보수력

보수력(Water Holding Capacity, WHC)은 원심분리방법(Laakkonen 등, 1970)의 방법을 약간 변형하여, tube에 지방과 근막 및 힘줄을 제거한 시료를 정확히 0.5 g 측정하여, 80℃ 항온 수조에서 20분간 가열하고, 10분간 방냉한 후 2,000 rpm에서 10분간 원심분리(10℃)한 후 무게를 측정하였다.

⑥ 육색

육색 측정은 등심을 근육방향에 직각으로 절단하여 20분간 blooming 시킨 다음 Chroma meter (CR 300, Minolta Co, Japan)로 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)를 3회 측정하였으며, 표준판은 Y=90.8, x=0.3144, y=0.3210의 백색타일을 사용하였다.

⑦ 관능적 특성

관능적 특성은 훈련된 관능요원 8명을 선발하여 실시하였으며, 8점 척도묘사평가법(descriptive analysis with scaling)에 준하여 평가평를 작성한 후, 다음과 같이 평가하였다. 고기시료는 가로*세로*두께를 7 cm × 2.5 cm × 3 mm로 절단하여 250℃ 불판에서 동일한 시간 동안 가열하여 연도(1=대단히 질기다, 8=대단히 연하다), 향미(1=대단히 나쁘다, 8=대단히 좋다), 다즙성(1=대단히 건조하다, 8=대단히 다즙하다), 전체기호도(1=대단히 나쁘다, 8=대단히 좋다)에 대하여 평가하였다.

⑧ VBN

高坂(1975)의 방법을 이용하여 세절육 10g에 증류수 90 ml을 가하여 14,000 rpm으로 5분간 균질한 후 균질액을 whatman No. 1. 으로 여과하여 여과액 1 ml을 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL 와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접착부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K_2CO_3 1 mL 을 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37℃에서 120분간 배양시켰다. 배양 후

0.02 N H_2SO_4로 내실의 붕산용액을 측정하였다.

⑨ TBARS

TBARS(Thiobarbituric acid reactive substance) 측정은 Witte 등(1970)의 방법에 의해 시료 20 g에 20% trichloro acetic acid(in 2 M phosphate) 50 ml을 첨가하고, 2분간 14,000 rpm으로 균질하였다. 여기에 증류수 100 mL을 첨가, 교반하고, 여과(Whatman No. 1)한 다음, 여액 5 mL과 TBA 시약(0.005 M TBA in distilled water) 5 mL을 반응시켜 실온 암소에서 15시간 방치한 후 530 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 식에 의하여 계산하였다.

TBARS(mg malonaldehyde/kg sample) = absorbance at 530 nm × 5.2

⑩ POV

POV(Peroxide value) 측정은 AOAC(2000) 방법에 의해 분쇄된 고기시료 5 g에 30 ml 60 : 40 acetic acid−chloroform 용액을 첨가하고, 0.5 mL saturated potassium iodine solution을 첨가한 후 1분간 실온에서 방치하였다. 여기에 증류수 30 mL을 첨가하고, Starch indicator(1% starch in distilled water) 5~6 방울을 첨가하면 밝은 푸른색으로 변화되는데 이 때 0.1 N sodium thiosulfate로 노란색이 거의 사라질 때까지 적정한 후 sodium thiosulfate 용액 량을 측정하여 다음 식에 의하여 계산하였다.

Peroxide/kg sample = [ml of sodium thiosulfate (N)/sample weight] × 1000

⑪ 지방산 조성

지방산 조성 분석을 위한 지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법을 기초로 약간 변형하여 세절육 50 g에 MeOH : Chloroform = 1 : 2로 혼합한 용액(folch solvent) 150 ㎖을 가한 다음 Homogenizer(14,000 rpm)로 3분간 분쇄하고 Whatman No.1 여과지로 여과하여 지질을 추출한 후 물을 1/3정도 (총 여액의 1/3) 가하여 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리시켰다. 상층액은 버리고 하층을 플라스크에 무수황산나트륨(Na_2SO_4)을 이용하여 남은 수분을 흡착 여과하고 여액을 증발농축기로 50℃에서 농축한 후, 메칠레이션 시켰다. 메칠레이션은 농축된 지방을 갈색병에 약 200 ㎕을 취한 다음, 0.5N−NaOH(2 g NaOH / 100 mL methanol)용액 1 mL를 가하여 뚜껑을 닿고 20분간 100℃에서 가열하고 냉각한 후 다시 2 ㎖ BF_3−methanol 넣고 20분간 가열하고 1 mL의 heptane과 8 mL의 NaCl 포화용액을 가한 후 1분간 교반하고 30분간 방치한 후 상층액을 Table 52의 조건에 따라 분석하였다.

Table 52. GC conditions for analysis of fatty acids composition

Item	Condition
Instrument	Agilent 6890+
Column	HP-5MS
Detector	Mass Spectrometry Detector
Oven	Initial temp; 160℃, Final temp; 260℃ Programming rate : 4℃/min
Injector Temperature	260℃
MS Interface	270℃
Carrier gas	He
Split ratio	50:1

⑫ 일반성분

수분, 단백질, 지방 및 회분은 AOAC(2000) 방법에 의해 분석하였다.

⑬ 통계처리

시험결과는 SAS program(SAS, 2003)을 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하여 처리구간의 유의성($p<0.05$)을 검정하였다.

2) 결과 및 고찰

(1) pH 및 미생물 측정 결과

양돈 사료 내 라이코펜 첨가에 따른 재래돈육등심의 저장 중 pH 변화를 Table 53에 나타내었다. pH의 경우 라이코펜 첨가의 차이를 확인할 수 없었고($p>0.05$), 포장방법간의 차이 또한 확인할 수 없었다.

Table 53. Changes of pH of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	5.72±0.09	5.78±0.14	5.81±0.13
	T1	5.75±0.29	5.79±0.25	5.82±0.20
	T2	5.75±0.33	5.72±0.33	5.77±0.32
	T3	5.69±0.16	5.69±0.16	5.70±0.12
Vacuum	C	5.72±0.09	5.87±0.23	5.92±0.18
	T1	5.75±0.29	5.84±0.07	5.85±0.09
	T2	5.75±0.33	5.61±0.14	5.66±0.18
	T3	5.69±0.16	5.83±0.18	5.87±0.22

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.

라이코펜 첨가에 따른 재래돈육등심의 저장 기간 동안의 미생물 수의 변화를 Table 5, 6, 7에 나타내었다. 저장기간 중 총 균수의 경우(Table 54) 저장 0일차의 대조구(무첨가구)보다 라이코펜 첨가구에서 미생물수가 더 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 저장기간에 따라서 함기포장, 진공포장 모두 총 균수가 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 전반적으로 진공포장구가 함기포장구보다 총 균수가 더 낮은 값을 나타내었다.

저장기간 중 젖산균의 경우(Table 55) 저장 0일차의 처리구(400, 800 ppm)가 무첨가구나 처리구(200 ppm)보다 더 낮은 값을 나타내었고. 저장 9일차의 함기포장에서도 동일한 결과를 나타내었다($p<0.05$). 또한, 저장기간에 따라서 포장방법에 상관없이 젖산균수가 유의적으로 증가하였다($p<0.05$).

저장기간 중 대장균군수의 경우(Table 56) 저장 0일차의 처리구(400, 800 ppm)가 무첨가구나 처리구(200 ppm)보다 유의적으로 더 낮은 값을 나타내었고. 저장기간에 따라서 함기포장, 진공포장 모두 대장균군수가 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 또한, 진공포장구가 함기포장구보다 총 균수가 더 낮은 값을 나타내었다. 본 연구결과와 유사한 문헌은 아직까지 보고된 바 없지만, 관련연구에서 양돈 사료 내 합성 라이코펜을 20 ppm 까지 첨가시 pH 가 대조구와 처리구 모두 5.4 정도로 통계적인

유의차가 나타나지 않았다고 보고하고 있다(주, 2005). 본 연구결과를 통해 사료에 라이코펜 첨가량이 증가함에 따라 총 균수와 대장균군수가 감소하는 것을 확인하였으며, 이는 라이코펜이 carotenoid 중 가장 강력한 항산화효과를 갖고 있을 뿐(DiMascio 등, 1989)만 아니라 항 미생물 효과의 가능성도 제시해주고 있다는 점에서 좀 더 이와 관련한 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 54. Changes of total plate counts (log CFU/g) of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	3.48 ± 0.63^{Ca}	6.42 ± 0.52^{B}	9.14 ± 0.20^{Aa}
	T1	2.89 ± 0.44^{Cb}	6.33 ± 0.97^{B}	8.94 ± 0.51^{Aab}
	T2	2.64 ± 0.29^{Cbc}	6.50 ± 0.80^{B}	8.65 ± 0.48^{Ab}
	T3	2.26 ± 0.29^{Cc}	6.39 ± 0.56^{B}	8.79 ± 0.10^{Aab}
Vacuum	C	3.48 ± 0.63^{Ca}	5.42 ± 0.60^{Bb}	6.84 ± 0.65^{Ab}
	T1	2.89 ± 0.44^{Cb}	6.47 ± 0.14^{Ba}	7.31 ± 0.32^{Aab}
	T2	2.64 ± 0.29^{Cbc}	4.51 ± 1.06^{Bc}	7.35 ± 0.21^{Aab}
	T3	2.26 ± 0.29^{Cc}	6.65 ± 0.17^{Ba}	7.72 ± 0.46^{Aa}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. [a,b,c] Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). [A,B,C] Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 55. Changes of lactic acid bacteria (log CFU/g) of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	2.77 ± 0.44^{Ca}	5.63 ± 0.57^{Ba}	6.35 ± 0.59^{Ac}
	T1	2.93 ± 0.80^{Ca}	5.56 ± 0.56^{Bab}	8.11 ± 0.19^{Aa}
	T2	2.20 ± 0.16^{Cb}	5.49 ± 0.65^{Bab}	7.30 ± 0.90^{Ab}
	T3	0.70 ± 0.00^{Cc}	4.80 ± 0.74^{Bb}	6.47 ± 0.31^{Ac}
Vacuum	C	2.77 ± 0.44^{Ca}	5.36 ± 0.43^{Bb}	6.79 ± 0.88^{Ab}
	T1	2.93 ± 0.80^{Ca}	6.32 ± 0.15^{Ba}	7.97 ± 0.10^{Aa}
	T2	2.20 ± 0.16^{Cb}	4.58 ± 0.27^{Bc}	7.33 ± 0.15^{Aab}
	T3	0.70 ± 0.00^{Cc}	6.35 ± 0.13^{Ba}	7.29 ± 0.74^{Aab}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.

[a,b,c] Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$).

[A,B,C] Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 56. Changes of coliform (log CFU/g) of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	1.51±0.42^{Ca}	3.72±0.27^{B}	6.83±0.38^{A}
	T1	1.30±0.27^{Ca}	3.54±0.61^{B}	6.72±0.16^{A}
	T2	0.95±0.12^{Cb}	3.93±0.17^{B}	6.29±0.73^{A}
	T3	0.75±0.12^{Cb}	3.87±0.23^{B}	6.56±0.19^{A}
Vacuum	C	1.51±0.42^{Ca}	3.33±0.18^{Bb}	4.83±0.91^{Ab}
	T1	1.30±0.27^{Ca}	3.65±0.08^{Ba}	5.73±0.72^{Aa}
	T2	0.95±0.12^{Cb}	3.02±0.27^{Bc}	3.64±0.78^{Ac}
	T3	0.75±0.12^{Cb}	3.55±0.07^{Ba}	6.29±0.38^{Aa}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.

[a,b,c] Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$).

[,B,C] Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

(2) 이화학적인 측정 결과

양돈 사료 내 라이코펜 첨가에 따른 재래돈육등심의 저장 중 보수력의 변화를 Table 57에 나타내었다. 전반적으로 함기포장과 진공포장구 모두 대조구보다 처리구에서 저장 중 보수력이 더 낮은 값을 나타내었고 저장 0일차의 경우 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). 함기포장구의 경우 800 ppm 라이코펜 첨가구에서 저장 0일차보다 저장 9일차의 보수력이 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 전단력의 경우 진공포장구의 800 ppm 라이코펜 첨가구에서 저장 0일차보다 저장 9일차의 전단력이 유의적으로 감소하였고($p<0.05$), 그 이외 경우 처리간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Table 58).

Table 59에서 보는 바와 같이 가열감량의 경우 함기포장 시료에서 저장 0일차의 대조구가 처리구보다 더 낮은 수치를 나타내었고($p<0.05$), 저장 5일차와 9일차에서도 같은 결과를 나타내었지만 유의적인 차이는 보여주지 못하였다.

라이코펜 급여에 따른 재래돈육등심의 저장 중 VBN의 변화를 Table 60에 나타내었는데 전반적으로 대조구보다 라이코펜 첨가구의 시료가 더 높은 VBN 값을 나타내었고($p<0.05$), 함기포장구가 진공포장구보다 약간 높은 VBN 값을 나타내었다. 이는 도축전후의 처리과정이 보수력, 전단력, VBN 등 육질에 미치는 영향이 크기 때문에(Juncher 등, 2001) 나타난 결과로 추정할 수 있다. 본 실험결과와 관련한 선행연구결과에서 양돈 사료 내 합성 라이노펜을 20 ppm 까지 첨가시 전단력, 보수력, 가열감량에서 모두 대조구와 처리구간에 통계적인 유의차가 나타나지 않았다고 보고하고 있다(주, 2005).

본 연구는 라이코펜이 천연의 적색화합물이며 강력한 항산화제(DiMascio 등, 1989)라는 특징을 감안해 볼 때 어느 정도 육질의 개선효과를 기대하였다. 본 실험

결과 라이코펜 첨가구의 보수력이 무첨가구보다 낮았으며, 가열감량의 경우는 이와 반대로 라이코펜 첨가구가 대조구보다 더 높은 수치를 나타내었다. 라이코펜 급여에 따른 돼지고기 육질에 미치는 영향에 대한 선행연구는 보고 된 바가 거의 없으므로 좀 더 이와 관련한 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 57. Changes of WHC of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	61.09±0.76^{a}	60.40±2.15	60.56±1.27
	T1	58.53±0.45^{b}	58.98±3.96	57.35±3.89
	T2	58.59±2.25^{b}	57.10±6.11	59.95±6.45
	T3	58.99±0.63^{Aab}	57.31±0.79^{AB}	56.22±1.42^{B}
Vacuum	C	61.09±0.76^{a}	59.22±3.96	60.70±4.15
	T1	58.53±0.45^{b}	57.09±2.23	57.60±0.97
	T2	58.59±2.25^{b}	57.58±1.28	54.78±3.42
	T3	58.99±0.63^{ab}	57.49±1.51	58.45±3.36

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.^{a,b} Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). ^{A,B} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 58. Changes of shear forces values of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	2.84±0.65	2.78±0.65	2.58±0.62
	T1	2.96±0.30	2.73±0.46	2.73±0.27
	T2	2.55±0.46	2.58±0.48	2.51±0.58
	T3	3.11±0.13	3.03±0.08	2.80±0.25
Vacuum	C	2.84±0.65	2.52±0.54	2.63±0.08
	T1	2.96±0.30	2.40±0.42	2.17±0.78
	T2	2.55±0.46	2.85±0.31	2.62±0.30
	T3	3.11±0.13^{A}	2.61±0.49^{AB}	2.25±0.25^{B}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. ^{A,B} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

(3) 육색 및 관능특성 결과

Table 61, 62, 63은 라이코펜 무첨가구와 합성 라이코펜을 사료에 첨가하여 사육한 돼지고기 등심부위를 함기포장, 진공 포장하여 8℃에 저장하면서 육색을 측정한 값을 나타낸 것이다. 함기포장의 경우 백색도(CIE L*)는 저장 0, 5일 구간에서는 저장기간 및 처리구 간에 유의적인 차이가 없었으나 저장 9일에서는 처리 400 ppm 처리구와 800 ppm 처리구에서 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 아울러서 800 ppm 처리구는 저장 0, 5일에 비해 저장 9일 째에 백색도가 현저히 감소하였다. 적색도(CIE a*)는 처리구간에 유의적인 차이는 발견되지 않았으며 다만, 800 ppm 처리구에서 저장 0일이 저장 9일에 비해 유의적($p<0.05$)으로 감소하였다. 황색도(CIE b*)는 저장 9일째에 400 ppm 처리구에 비해 800 ppm처리구가 유의적으로 감소($p<0.05$)하였고 800 ppm 처리구는 저장0, 5일에 비해 저장 9일이 더 낮은 값을 보였다($p<0.05$).

Table 59. Changes of cooking loss values of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	25.57±2.59^{ABb}	23.35±2.90^{Bc}	25.25±2.19^{AB}
	T1	28.45±2.29^{ab}	27.70±3.44^{ab}	28.15±5.24
	T2	28.05±4.30^{ab}	28.10±5.71^{ab}	28.47±5.82
	T3	32.05±1.12^{a}	31.11±1.41^{a}	30.42±1.76
Vacuum	C	25.57±2.59^{ABb}	25.18±3.51^{Bab}	26.21±1.42^{AB}
	T1	28.45±2.29^{ab}	22.10±4.19^{b}	24.58±4.61
	T2	28.05±4.30^{ab}	28.93±2.26^{a}	29.47±3.59
	T3	32.05±1.12^{a}	24.74±3.05^{Bab}	25.15±2.78^{B}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. ^{a,b} Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). ^{A,B} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 60. Changes of VBN of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	9.91±1.24^{b}	9.75±0.33^{c}	10.64±0.61^{b}
	T1	10.31±1.33^{ABb}	11.67±2.37^{Ab}	11.11±1.51^{Ab}
	T2	15.21±0.95^{a}	14.79±0.48^{a}	15.45±0.93^{a}
	T3	14.47±1.73^{a}	14.37±1.12^{a}	16.01±0.82^{a}
Vacuum	C	10.99±2.88^{Abc}	9.43±0.84^{ABc}	10.29±1.25^{Ab}
	T1	10.31±1.33^{ABc}	11.67±2.37^{Abc}	11.11±1.51^{Ab}
	T2	12.65±0.99^{ab}	14.19±2.60^{a}	14.61±1.26^{a}
	T3	14.19±1.51^{ABa}	12.93±1.53^{Bab}	15.31±1.16^{Aa}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. ^{a,b,c} Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). ^{A,B} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

진공포장에 있어서 저장기간 경과에 따른 백색도(CIE L*)는 대조구, 200 ppm, 400 ppm 처리구 공히 유의적인 차이를 보이지 않았으나 800 ppm 처리구에서는 저장 9일이 저장 5일에 비해 높은 값을 보였다. 또한 같은 저장기간에서의 처리구별 백색도는 저장 5일에서 200 ppm 처리구와 400 ppm 처리구, 400 ppm 처리구와 800 ppm 처리구간에 유의적인 차이($p<0.05$)가 있는 것으로 나타났다. 저장기간 경과에 따른 적색도는 800 ppm 처리구에서 저장 5일이 0일에 비해 유의적($p<0.05$)으로 높았으나 저장기간 경과에 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며 라이코펜 급여 수준별로는 저장 5일 째에서 400 ppm 처리구에 비해 800 ppm 처리구가 낮은 값을 보였다. 황색도 또한 800 ppm 처리구에서 저장 5일이 0일에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였으며 저장 5일 째에 400 ppm 처리구가 200 ppm 처리구 및 800 ppm 처리구에 비해 높게 나타났다.

이상의 결과로 보아 사료에 합성 라이코펜을 200~800mg/kg을 첨가하여 사육한 흑돼지에서 생산된 등심근의 냉장저장 중 CIE L*, a*, b*값은 함기 및 진공포장 공히 일정한 경향을 보이지 않았다. 저장 기간 또는 특정 저장기간에 처리구에 나타난 부분적인 차이는 그것이 라이코펜의 기능적 특성에서 유래한 것인지 아니면 다른 요인에 의한 것인지는 좀 더 연구가 필요한 것으로 사료되었다.

Table 61. Changes of lightness(CIE L*) of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	48.67±1.92	45.31±3.79	48.74±0.54^{ab}
	T1	49.28±3.08	48.58±2.97	48.21±2.99^{ab}
	T2	50.90±5.21	51.99±5.24	51.36±3.79^{a}
	T3	50.49±0.34^{A}	51.00±1.77^{A}	45.32±2.34^{Bb}
Vacuum	C	48.67±1.92	51.24±1.91^{ab}	46.98±3.59
	T1	49.28±3.08	48.92±0.83^{bc}	48.95±4.32
	T2	50.90±5.21	52.43±2.05^{a}	49.71±6.36
	T3	50.49±0.34^{A}	46.85±1.86^{Bc}	51.96±0.82^{A}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.
[a,b,c] Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$).
[A,B] Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 62. Changes of redness(CIE a*) of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	7.71±0.68	7.32±1.35	6.89±1.47
	T1	5.69±1.30	5.42±2.00	6.98±1.15
	T2	7.16±1.88	6.25±1.60	8.72±2.14
	T3	8.48±1.53	7.61±1.41	5.67±1.15
Vacuum	C	7.71±0.68	7.26±1.52^{ab}	7.20±0.69
	T1	5.69±1.30	6.01±1.15^{ab}	6.25±1.69
	T2	7.16±1.88	8.49±1.56^{a}	6.02±1.26
	T3	8.48±1.53^{A}	5.49±1.20^{Bb}	6.88±0.80^{AB}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.
[a,b,c] Mean±S.D. with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$).
[A,B] Mean±S.D. with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 63. Changes of yellowness(CIE b*) of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	4.87±0.47	4.93±1.61	3.71±0.62^{ab}
	T1	3.44±1.50	3.41±2.95	4.19±0.99^{ab}
	T2	5.11±2.21	5.11±3.84	6.23±2.50^{a}
	T3	5.39±1.34^{A}	6.05±1.05^{A}	2.16±0.45^{Bb}
Vacuum	C	4.87±0.47	4.73±1.18^{ab}	3.84±1.01
	T1	3.44±1.50	3.24±0.96^{b}	3.67±2.00
	T2	5.11±2.21	6.52±1.87^{a}	4.98±4.12
	T3	5.39±1.34^{A}	2.35±0.32^{Bb}	5.82±1.89^{A}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.
[a,b,c] Mean±S.D. with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$).
[A,B] Mean±S.D. with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 64, 65, 66, 67은 합성 라이코펜 급여 수준과 저장기간에 따른 돼지고기 등심의 관능특성 변화를 나타낸 것이다. 이 시험은 당초 0, 5, 9, 12일 차에 걸쳐 조사할 예정이었으나 저장 5일 이후부터는 부패취가 심해 더 이상의 관능조사가 어려워 저장 5일 까지만 실시하였다. 향미에 있어서 함기포장은 저장기간 5일째에 라이코펜 급여수준에 관계없이 유의적으로 감소하였으며 진공포장의 경우는 라이코펜 200 ppm 급여구에서만 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 다만 함기포장 처리구의 저장 5일째에 대조구에 비해 400, 800 ppm 처리구가 유의적으로 낮은 경향을 보였다($p<0.05$). 다즙성은 함기, 진공 공히 저장기간이 5일 경과하여도 유의적인 차이가 없었으나 함기포장 처리의 경우 저장 5일 후에 대조구가 400, 800 ppm 급여구에 비해 높은 경향을 보였다. 연도는 함기포장의 경우 200ppm 처리구에서, 진공포장은 대조구에서 저장 5일에 유의적으로 낮은 경향을 보였으며($p<0.05$), 또한 진공포장 처리구에서는 저장 5일에 400 ppm 급여구가 대조구 및 200 ppm 급여구에 비해 높은 결과를 보였다. 전체적인 기호도는 함기포장 200, 800 ppm, 진공포장 200 ppm 처리구에서 저장 5일 후에 낮은 수치를 보였으며 함기포장의 경우, 저장 5일에 대조구가 200, 800p pm 급여구에 비해 높은 경향을 보였다.

이상의 결과로 보아 라이코펜 급여 돼지고기의 저장 기간별 관능특성은 진공포장이 함기포장에 비해 변화가 적은 것으로 나타났으며 같은 포장 또는 저장기간에 있어서의 라이코펜 급여 수준에 의한 차이는 일정한 경향을 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 저장온도가 8℃ 내외로 높아 돼지고기에 함유된 라이코펜이 기능적 작용에 한계가 있기 때문으로 추정되었다. 결론적으로 라이코펜 함유 돼지고기의 유통환경(8℃ 저장)에서의 보존기한은 5일 이내로 나타났다.

Table 64. Changes of flavor of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period(days)	
		0	5
Aerobic	C	4.10±0.36	4.07±0.31^{a}
	T1	4.17±0.12^{A}	3.80±0.20^{Bab}
	T2	4.10±0.20^{A}	3.43±0.06^{Bbc}
	T3	4.23±0.40^{A}	3.27±0.23^{Bc}
Vacuum	C	4.10±0.36	3.77±0.25
	T1	4.17±0.12^{A}	3.57±0.21^{B}
	T2	4.10±0.20	3.53±0.35
	T3	4.23±0.40	3.80±0.17

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.

[a,b,c] Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$).

[A,B] Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 65. Changes of juiciness of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments	Storage period(days)	
		0	5
Aerobic	C	4.17±0.47	4.30±0.26^{a}
	T1	4.27±0.32	3.97±0.06^{ab}
	T2	3.97±0.12	3.93±0.12^{b}
	T3	4.17±0.46	3.83±0.21^{b}
Vacuum	C	4.17±0.47	3.67±0.21
	T1	4.27±0.32	3.73±0.21
	T2	3.97±0.12	4.07±0.31
	T3	4.17±0.46	3.80±0.26

[1] See table 64.

Table 66. Changes of tenderness of porks fed lycopene with different packaging during storage

Packaging	Treatments[1]	Storage period(days)	
		0	5
Aerobic	C	4.13±0.49	4.30±0.40
	T1	4.23±0.12^{A}	3.90±0.10^{B}
	T2	4.00±0.00	4.20±0.36
	T3	4.13±0.49	4.13±0.55
Vacuum	C	4.13±0.49^{A}	3.63±0.25^{Bb}
	T1	4.23±0.12	3.63±0.25^{b}
	T2	4.00±0.00	4.40±0.56^{a}
	T3	4.13±0.49	4.07±0.21^{ab}

[1] See table 64.

Table 67. Changes of overall acceptability of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments	Storage period(days)	
		0	5
Aerobic	C	3.30±0.26	3.37±0.15^{a}
	T1	3.43±0.12^{A}	3.10±0.00^{Bab}
	T2	3.23±0.15	2.90±0.10^{b}
	T3	3.40±0.26^{A}	2.80±0.30^{Bb}
Vacuum	C	3.30±0.26	2.93±0.15
	T1	3.43±0.12^{A}	2.83±0.06^{B}
	T2	3.23±0.15	3.13±0.25
	T3	3.40±0.26	3.03±0.15

[1] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. ^{a,b,c} Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). ^{A,B} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

(4) 지방산패도 및 지방산 조성 결과

라이코펜 급여 돼지고기 등심을 함기, 진공 포장하여 8℃에 냉장하면서 저장기간 경과에 따른 TBARS, POV, 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 67～Table 69에 나타난 바와 같다. TBARS는 함기포장의 경우, 모든 라이코펜 급여 처리구에서 저장기간이 0, 5일에 비해 9일이 유의적으로 높았으며 진공포장 또한 같은 경향을 보였다($p<0.05$). 다만 진공포장이 함기포장에 비해 낮은 수치를 보였다. 라이코펜 급여처리구별로는 함기포장은 800 ppm 처리구의 0일 이외에는 유의적인 차이가 없었으나 진공포장은 대체로 전 저장기간에 걸쳐 800 ppm 처리구가 유의적으로 낮은 결과를 보였다. 이상의 결과로 보아 라이코펜의 항산화 효과를 극대화하기 위해서는 진공포장 처리를 병용하여 사용하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.

함기포장 처리구에서의 POV는 대체로 대조구에서는 저장기간 경과에 따라 유의적으로 높아지는 경향을 보였으나 라이코펜 급여 처리구에서는 400ppm 급여구를 제외하고 유의적인 차이를 보이지 않았다. 진공포장 또한 저장 5일을 제외하고 전 저장기간에서 라이코급여 수준에 관계없이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 POV는 라이코펜 급여수준에 큰 영향을 받지 않는 것으로 사료되었다.

라이코펜 함유 돼지고기 등심의 저장 중 지방산 조성 변화는 Table 70, 71에 나타나 있다. 함기, 진공포장 공히 저장기간 경과에 따른 지방산 조성은 큰 차이가 없었으며 같은 포장처리 및 동일 저장기간 내에서의 라이코펜 급여수준에 의한 지방산 조성 또한 차이가 없었다.

Table 68. Changes of TBARS of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3) (Unit: mg MA/kg)

Packaging	Treatments	Storage period(days)		
		0	5	9
Aerobic	C	0.15 ± 0.01^{Bb}	0.28 ± 0.15^{B}	0.88 ± 0.51^{A}
	T1	0.15 ± 0.01^{Bb}	0.28 ± 0.10^{B}	0.63 ± 0.17^{A}
	T2	0.15 ± 0.01^{Bb}	0.23 ± 0.07^{B}	0.66 ± 0.12^{A}
	T3	0.19 ± 0.02^{Ba}	0.26 ± 0.02^{B}	0.67 ± 0.16^{A}
Vacuum	C	0.15 ± 0.01^{Cb}	0.26 ± 0.06^{B}	0.55 ± 0.13^{Aa}
	T1	0.15 ± 0.01^{Cb}	0.26 ± 0.11^{B}	0.54 ± 0.09^{Aa}
	T2	0.15 ± 0.01^{Cb}	0.21 ± 0.03^{B}	0.41 ± 0.06^{Ab}
	T3	0.19 ± 0.02^{Ba}	0.21 ± 0.04^{B}	0.41 ± 0.02^{Ab}

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.

[a,b,c] Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$).

[A,B] Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 69. Changes of POV of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)		
		0	5	9
Aerobic	C	14.35±2.32^{B}	16.22±3.06^{AB}	20.13±4.22^{A}
	T1	15.48±2.06	15.69±3.46	19.01±8.23
	T2	14.13±2.94^{B}	17.63±5.20^{A}	20.31±3.17^{A}
	T3	14.82±2.90	16.21±7.82	20.72±4.88
Vacuum	C	14.35±2.32	16.74±7.07^{ab}	15.41±4.71
	T1	15.48±2.06	19.56±5.80^{a}	16.76±3.49
	T2	14.13±2.94	11.83±2.92^{b}	11.80±4.39
	T3	14.82±2.90	14.00±6.57^{ab}	13.59±5.37

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.

[a,b,c] Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$).

Table 70. Changes of fatty acid profile of porks fed lycopene with aerobic packaging during storage (n=3)

	Aerobic							
	C		T1		T2		T3	
	0	5	0	5	0	5	0	5
C14:0	1.41	1.46	1.32	1.44	1.40	1.39	1.42	1.33
C16:0	22.33	22.44	21.36	22.03	22.40	22.64	22.24	23.17
C16:1n7	4.74	5.00	5.22	5.61	5.01	4.91	5.67	5.40
C18:0	7.75	9.22	8.36	8.19	9.13	8.73	7.90	8.28
C18:1n9	48.42	46.01	48.29	47.31	48.00	47.80	48.96	49.42
C18:2n6	14.42	14.75	14.13	14.51	13.00	13.36	12.70	11.36
C18:3n3	0.56	0.74	0.89	0.66	0.67	0.86	0.66	0.80
C20:1n9	0.13	0.38	0.43	0.26	0.38	0.32	0.44	0.26
C20:2n6	0.25^{A}	0.00^{B}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SFA	31.48	33.12	31.04	31.65	32.93	32.76	31.56	32.78
USFA	68.52	66.88	68.96	68.35	67.07	67.24	68.44	67.22
mono	53.29	51.39	53.94	53.18	53.39	53.02	55.07	55.07
poly	15.23	15.49	15.02	15.17	13.68	14.22	13.37	12.16
n3	0.56	0.74	0.89	0.66	0.67	0.86	0.66	0.80
n6	14.66	14.75	14.13	14.51	13.00	13.36	12.70	11.36
n6/n3	28.90	20.87	16.21	22.88	19.95	15.97	19.55	14.82
MUFA/ SFA	1.70	1.56	1.74	1.68	1.62	1.62	1.75	1.68
PUFA/ SFA	0.49	0.47	0.48	0.48	0.41	0.43	0.42	0.37

[1)] C: basal diet(no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm.

[A,B] Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 71. Changes of fatty acid profile of porks fed lycopene with vacuum packaging during storage (n=3)

	Vacuum							
	C		T1		T2		T3	
	0	5	0	5	0	5	0	5
C14:0	1.41	1.68	1.32	1.59	1.40	1.58	1.42	1.49
C16:0	22.33	23.42	21.36	22.45	22.40	22.06	22.24	22.10
C16:1n7	4.74	6.43	5.22	5.07	5.01	6.45	5.67	6.80
C18:0	7.75	8.25	8.36	9.62	9.13	8.22	7.90	8.04
C18:1n9	48.42	46.97	48.29	47.77	48.00	46.56	48.96	49.03
C18:2n6	14.42	12.24	14.13	12.64	13.00	14.16	12.70	11.76
C18:3n3	0.56	0.82	0.89	0.62	0.67	0.64	0.66	0.54
C20:1n9	0.13	0.20	0.43	0.24	0.38	0.33	0.44	0.24
C20:2n6	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SFA	31.48	33.35	31.04	33.66	32.93^{A}	31.86^{B}	31.56	31.64
USFA	68.52	66.66	68.96	66.34	67.07	68.14	68.44	68.36
mono	53.29	53.60	53.94	53.08	53.39	53.34	55.07	56.07
poly	15.23	13.06	15.02	13.27	13.68	14.80	13.37	12.29
n3	0.56	0.82	0.89	0.62	0.67	0.64	0.66	0.54
n6	14.66	12.24	14.13	12.64	13.00	14.16	12.70	11.76
n6/n3	28.90	15.49	16.21	20.91	19.95	22.85	19.55	23.55
MUFA/ SFA	1.70	1.61	1.74^{A}	1.58^{B}	1.62	1.67	1.75	1.77
PUFA/ SFA	0.49	0.40	0.48	0.39	0.41	0.46	0.42	0.39

[1] C: basal diet (no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. [A,B] Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

(5) 일반성분 측정 결과

라이코펜 급여 수준에 따른 저장기간별 돼지고기의 일반조성분과 아미노산 조성은 Table 72~Table 75에 표시하였다.

일반 조성분 중 수분은 함기, 진공포장 공히 라이코펜 800 ppm 급여구에서 저장 0일이 5, 9, 12일에 비해 높았으며 함기포장, 저장 5일째에 급여수준에 따라 일부 유의적인 차이를 보였으나 전반적으로 차이가 없었다. 단백질 함량 또한 이와 유사한 경향을 보였다. 지방 및 회분함량은 포장방법, 저장기간 및 라이코펜 급여 수준에 따라 일부 구간에서 차이를 보였으나 이는 저장 시료의 차이에 의한 것으로 사료되었다.

Table 72. Changes of moisture fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)			
		0	5	9	12
Aerobic	C	72.73±0.74	72.54±0.30^{b}	73.04±0.52	73.55±0.36
	T1	73.17±0.42	73.70±0.62^{a}	73.99±0.57	73.73±0.52
	T2	72.32±0.71	73.00±0.81^{ab}	73.08±0.76	73.43±0.46
	T3	72.33±0.70^{B}	73.38±0.07^{abA}	73.91±0.71^{A}	73.33±0.22^{A}
Vacuum	C	72.73±0.74	73.13±0.07	73.14±0.83	73.71±0.67
	T1	73.17±0.42	73.40±0.46	73.29±0.63	73.71±0.70
	T2	72.32±0.71	72.53±1.34	72.50±1.68	72.82±1.33
	T3	72.33±0.70^{B}	73.27±0.30^{A}	72.95±0.09^{AB}	73.16±0.36^{A}

[1)] C: basal diet (no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. ^{a,b} Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). ^{A,B} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 24. Changes of Protein of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)			
		0	5	9	12
Aerobic	C	23.68±0.40	24.24±0.71	24.23±0.00	24.21±0.35^{a}
	T1	22.81±0.50	23.34±0.50	23.22±0.36	23.33±0.80^{ab}
	T2	22.51±1.07	23.09±0.84	22.94±0.93	22.89±0.36^{b}
	T3	22.95±0.74	23.82±0.55	23.75±0.75	23.61±0.50^{ab}
Vacuum	C	23.68±0.40	23.28±0.39	23.33±0.89	23.14±0.31
	T1	22.81±0.50	23.50±0.73	23.46±1.92	23.32±0.46
	T2	22.51±1.07^{B}	23.34±0.56^{AB}	23.85±0.29^{A}	23.35±0.38^{AB}
	T3	22.95±0.74	23.66±0.24	23.66±0.19	24.42±0.00

[1)] C: basal diet (no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. ^{a,b} Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). ^{A,B} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 74. Changes of Fat of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)			
		0	5	9	12
Aerobic	C	1.45±0.97^{AB}	1.51±0.79^{A}	0.73±0.06^{AB}	0.22±0.21^{B}
	T1	1.96±1.11^{A}	1.11±0.52^{AB}	0.53±0.10^{B}	0.36±0.12^{B}
	T2	3.02±1.67^{A}	0.99±0.35^{AB}	0.81±0.73^{B}	1.09±1.13^{AB}
	T3	2.17±0.56^{A}	1.21±0.44^{B}	0.58±0.10^{B}	1.03±0.35^{B}
Vacuum	C	1.45±0.97	0.91±0.29^{b}	0.83±0.42^{b}	0.59±0.23
	T1	1.96±1.11	1.37±0.39^{b}	1.66±0.92^{ab}	0.60±0.25
	T2	3.02±1.67	2.81±1.17^{a}	2.68±1.30^{a}	2.29±1.78
	T3	2.17±0.56^{A}	0.69±0.37^{bB}	0.69±0.33^{bB}	0.69±0.59^{B}

[1)] C: basal diet (no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. ^{a,b} Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). ^{A,B} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

Table 75. Changes of Ash of porks fed lycopene with different packaging during storage (n=3)

Packaging	Treatments[1)]	Storage period (days)			
		0	5	9	12
Aerobic	C	0.98±0.04	0.89±0.01	0.83±0.06	0.95±0.13^{b}
	T1	1.04±0.09^{A}	0.88±0.04^{B}	0.82±0.06^{B}	1.08±0.04^{abA}
	T2	1.01±0.04^{A}	0.86±0.07^{B}	0.80±0.07^{B}	1.12±0.06^{aA}
	T3	0.97±0.02^{AB}	0.85±0.13^{BC}	0.81±0.06^{C}	1.02±0.06^{abA}
Vacuum	C	0.98±0.04	1.05±0.02^{a}	1.04±0.03	1.02±0.06
	T1	1.04±0.09	1.03±0.01^{a}	1.02±0.01	1.02±0.06
	T2	1.01±0.04^{AB}	0.97±0.04^{bB}	1.00±0.09^{AB}	1.10±0.06^{A}
	T3	0.97±0.02	0.91±0.03^{c}	0.92±0.10	1.18±0.25

[1)] C: basal diet (no-addition), T1: basal diet + add synthetic lycopene, 200 ppm, T2: basal diet + add synthetic lycopene, 400 ppm, T3: basal diet + add synthetic lycopene, 800 ppm. ^{a,b,c} Mean±S.D with different superscripts within a column with same packaging differ significantly ($p<0.05$). ^{A,B,C} Mean±S.D with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

2. 라이코펜 급여 돈육의 품질관리 매뉴얼 확립

(1) 단계별 품질유지 매뉴얼

① 출하단계

Table 76. Handling tip of pigs in the each steps of shipment from farm to slaughter house

단계	취급요령	비고
사육농가	출하 12~24시간 전에는 사료 급여 중지 물은 출하 직전까지 충분히 주어야 함	물돼지 발생방지 장 내용물에 의한 도체오염 방지
돈사 ↓ 상차대	3~5두의 돼지를 무리 지어 이동시킬 것 돼지 진행방향의 뒤쪽에서 판자를 사용하여 이동시킬 것 이동통로에는 가급적 낯선 물체나 사람이 없을 것 이동통로의 바닥은 미끄럽지 않을 것	다른 돼지와의 신체적 접촉을 유지케하여 이동을 용이하게 함 돼지의 넓은 시야를 이용하여 이동을 쉽게 할 수 있음 돼지의 낯선 물체에 대한 공포함 또는 호기심 방지 미끄러짐에 의한 골절 방지
상차	상차대와 적재함은 약간 오르막길이 좋으나 경사각도가 20℃를 넘지 않아야 함 트럭 적재함 내부를 가급적 밝게 할 것 전기 충격기를 사용치 말 것	상채대와 적재함의 높이차가 1 m 이면 상차로의 길이는 3m 정도 더 길어야 함
수송	적정 두수를 적재할 것 - 0.4㎡/100kg가 표준이나 기온이 16℃ 이하는 0.33㎡/100kg, 30℃이상은 표준에서 5%정도 넓게 함 돼지수송에 적절한 구조의 차량을 사용할 것	과밀, 과소적재는 육질과 도체품질 손상 및 수송 중 폐사율이 높음 미끄럼방지 깔판, 중간칸막이, 차광막 설치
하차	도축장 도착 즉시 돼지를 하차시킬 것 상차와 같은 요령에 준함	
계류	적정 계류밀도 0.5㎡/100kg을 준수할 것 날씨가 더울 경우 계류장에 돼지가 들어온 즉시 샤워와 물을 줄 것 돼지가 휴식을 취할 수 있도록 충분히(1~4시간)계류시킬 것	계류 중 압사방지 및 스트레스 감소 체온을 낮춰 물돼지 발생 감소 수송거리와 기온에 따라 계류시간을 가감할 수 있음

② 도축 단계

Table 77. Handling tip of pigs in the each steps of salughter

단계	취급요령	비고
실신	전기실신은 돼지를 확실하게 무감각 상태로 만들도록 전류, 전압, 주파수를 조절. 저전압 전기실신 필요, 전류는 1.25암페어 유지, 개체의 전기적 저항차가 크므로 전압 자동 조절 공급 장치 구비 - 전압은 240V 전후가 적당하지만 너무 낮은 전류(혹은 200Hz 이상의 주파)는 즉각적인 무감각 상태를 만들 수 없기 때문에 혈반 등을 줄일 목적으로 실신 전류를 줄이는 일(예를 들어 0.5암페어)이 없어야 함	
실신과 방혈개시 사이의 시간	전기실신 시 기절 후 10초 이내에 방혈	
방혈시간	방혈은 가급적 5분 이내로 할 것	
탕박 온도와 시간/박피	봄, 여름은 60℃에서 5.5내지 7.5분 동안 탕박, 가을과 겨울은 같은 온도에서 9분 내외 탕박 도축 후 도체 온도 심부온도가 최대한 빠른 시간 내에 30℃ 이하 가되도록 할 것	
도체의 냉각	냉각실의 평면 평당 돼지지육 8마리 이하로 유지, 냉각실에서 12시간 이상 냉각하여 심부의 온도가 0~5℃가 되도록 함 냉각실 온도는 0~4℃, 상대습도 90%, 도살 12시간 후에 도체의 심부(뒷다리 근육 중 가장 두꺼운 부분)온도 10℃ 이하, 24시간 후는 5℃ 이하로 유지	

③ 가공·유통단계

Table 78. Handling tips of meat processing and marketing steps

단계	취급요령	비고
도체의 부분육 작업 실내 반입	도체의 부분육 처리실 내 반입 작업 전에 작업자의 손을 세척, 소독 출입구, 문짝, 물건의 손잡이 등과 도체가 접촉하지 않도록 유의 부분육 작업실은 저온(10℃이하)으로 유지 작업실습도는 40~60%로 유지	세균증식 방지
대분할 작업	위생장화 및 소독된 작업칼과 앞치마 착용 규격에 맞도록 대분할 오염이나 변색 등이 발생한 부위 제거 핸디스프레이를 이용하여 손 및 기계, 기구 등을 수시로 소독 작업을 변경 시 장갑 교체 및 기구 소독	
발골 작업	부분육에 흠이 나지 않도록 주의 뼈는 위생 용기에 담아서 수시로 반출 심부온도 5℃ 이하 유지 부분육은 바닥에서 30㎝이상에 놓을 것	
정형작업	규격에 맞추어 지방 등을 정형 정형지방과 고기 조각 등은 정해진 용기에 분리수거 이물질의 부유나 확산에 유의하여 작업	
진공포장	부분육을 진공포장	
계량 및 라벨링	부분육 계량, 중량, 부위명, 제조일, 원산지 등 필요사항 라벨링	
금속탐지	금속 이물혼입 여부를 금속탐지기로 점검	
상자포장	부위명, 라벨 및 종이박스 등을 확인, 상자 포장	
제품보관	상자 포장 중심부의 온도가 4℃ 이하로 유지	
배송	수송 중 온도를 4℃ 이하로 유지	

2) 유통기한 설정

냉장유통환경(8℃ 저장)에서의 라이코펜 함유 돼지고기의 유통기한은 저장 후 5일 이내로 나타났다. 그 근거로서 저장 5일이 경과한 후의 총세균수가 10^6 이상이었다. 관능검사 결과에서도 저장 9일째에 이취 등이 이취가 발생하였다. 진공포장의 경우 함기포장에 비해 전반적으로 총세균수, 관능특성, 지방산패도 면에서 우수한 결과를 보였으나 유통기한을 연장하는 데에는 한계가 있었다. 이는 우리나라 돼지고기 유통매장의 온도가 이 시험에서 설정한 바와 거의 동일한 8℃로 높기 때문으로 사료되었다. 라이코펜 급여수준에 따른 저장기간 또한 높은 보존온도로 인해서 연장효과가 크지 않았다.

따라서 향후 라이코펜 함유 돼지고기의 합리적 유통을 위해서는 보존온도를 빙점 부근(−1℃)으로 최대한 낮추고 진공포장하여 저장하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.

3) 요약

본 연구는 라이코펜 급여에 따른 흑돼지고기의 저장 중 품질특성의 차이를 확인하기 위하여 실험을 수행하였다. 제주 흑돼지 농장에서 무처리구(C), 처리구별로 200 ppm 라이코펜 (T1), 400 ppm 라이코펜 (T2) 그리고 800 ppm 라이코펜 (T3)로 배치하여 실험을 실시하였다. pH의 경우 라이코펜 첨가의 차이를 확인할 수 없었고, 저장기간 중 총 균수의 경우 저장 0일차의 대조구(무첨가구)보다 라이코펜 첨가구에서 미생물수가 더 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 저장기간 중 젖산균수와 대장균군수의 경우 저장 0일차의 첨가구(400, 800 ppm)가 무첨가구나 첨가구(200 ppm)보다 유의적으로 더 낮은 값을 나타내었고. 저장기간에 따라서 함기포장, 진공포장 모두 대장균군수가 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 라이코펜 첨가구의 보수력이 무첨가구보다 낮았으며, 가열감량의 경우는 이와 반대로 라이코펜 첨가구가 대조구보다 더 높은 수치를 나타내었다($p<0.05$). 라이코펜 급여 돼지고기 등심근의 CIE L*, a*, b* 값은 함기, 진공포장 공히 일정한 경향을 보이지 않았다. 관능특성 중 전체 기호도는 저장 5일, 진공포장, 200 ppm 처리구에서 유의적인 차이가 있었으며($p<0.05$) 저장 9일 이후에는 이취 발생으로 검사가 불가능하였다. TBARS는 함기포장에 비해 진공포장이 낮은 수치를 보였으며 전 저장 기간에 걸쳐 800 ppm 처리구가 낮은 경향을 보였다. 이상의 결과로 보아 라이코펜 급여 재래돼지고기는 일반재래돼지고기의 품질과는 다른 특성들을 나타내었으며, 최근 소비자의 건강지향성 등을 고려할 때 기능성 돈육을 생산하기 위한 기초 자료를 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

제 3절 라이코펜 함유 기능성 식육제품 개발과 품질평가

1. 라이코펜의 식품소재로서의 이용성 기술 정립

1) 재료 및 방법

(1) 토마토 처리

농산물도매시장에서 8월 달에 생산된 완숙토마토를 구입하여 깨끗하게 세척하였다. 세척 후 껍질이 포함된 상태 그대로 일정크기로 토마토를 절단하고, 토마토 성분의 균일성을 유지하기 위하여 모두 갈아서 기초시료(basal sample)로 이용하였다. 기초시료에서 올리브유(Extra Light Oil, BERTOLLI Co., Italy)를 토마토 500 g에 14 mL를 투입한 후 열풍건조처리를 하였다. 열풍건조는 열풍건조기(Venticell 111R, GS, USA)를 사용하여 80℃에서 2시간동안 열처리 후 60℃에서 48시간 동안 실시하였으며, 동결건조는 동결건조기(EYELA R404A, Tokyo Pikakikai Co., Japan)에서 −50℃에서 5시간 급속 동결한 후, 다시 −80℃에서 84시간 완전 건조시켰다. 건조된 토마토는 각각 미세하게 완전 분말처리 하였으며, 각 소재물들은 분석에 이용하기 전 −40℃에 보관하면서 사용하였다.

(2) 제품제조 및 실험

① 소시지 제품 제조 및 실험 설계

제품은 일반적으로 이용되는 유화형 소시지 제조방법에 준하여 제품을 제조하였다. 흑돼지 등심부위를 구입하여 과도한 지방과 결체조직을 제거한 후 직경 5 mm 플레이트로 분쇄 한 후 사용하였다. 분쇄한 원료육을 silent cutter에 넣은 후 저속으로 회전시키면서 각각의 배합비에 따라 첨가하였다. 유화과정 중 과도한 온도 상승을 방지하기 위해 빙수(ice water)를 사용하였고, 각종 첨가제를 혼합한 후 고속으로 회전하면서 근원섬유단백질이 충분히 용출되었을 때, 지방을 넣고 유화를 시켰다. 유화물은 비통기성 유색 화이브러스케이싱[∅46 mm. (주)동방무역]에 충전하여 오토클레이버(JS−AC−100, 100L, Johnsam Co., Korea)에서 78℃에서 75분간 탕침 가열한 후, 흐르는 냉수에 냉각시킨 후 PE 필름에 진공포장하고 5±1℃의 냉장고에서 30일간 저장하였다.

저지방 소시지인 제품에 있어서 지방대체제(fat replacer)는 제품제조 시 분리대두단백(soy protein isolated, SPI EX−33, Dupon Protein technologies International, USA), 카라기난(WG, MSC Co., LTD, Korea), 말토덱스트린(MD−1520, Corn Products Korea, Inc., Korea) 및 물을 각각 1 : 0.5 : 0.5 : 10의 비율로 사전에 수화시킨 후 첨가되었다. 제품제조 후 8±1℃의 냉장고에 보관하면서 저장 1, 15, 30일차에 일반성분, pH, 가열감량, 보수력, 육색(Lab, C*, H°), VBN, TBARS, 총 균수, 대장균 군, 조직감, 및 관능검사를 실시하였다.

Table 79. Formula of low fat sausage containing olive oil-hot air dried tomato powder

Ingredients	Treatments[1)]			
	CTL	OHT-0.8%	OHT-1.2%	OHT-1.5%
Pork loin meat	72.00	72.00	72.00	72.00
Fat replacer[2)]	15.00	15.00	15.00	15.00
Olive oil	1.00	1.00	1.00	1.00
NPS[3)]	1.30	1.30	1.30	1.30
Phosphate	0.20	0.20	0.20	0.20
Sugar	0.50	0.50	0.50	0.50
MSG	0.05	0.05	0.05	0.05
Spice	0.50	0.50	0.50	0.50
Ice	9.45	9.45	9.45	9.45
Total	100	100	100	100
OHT[4)]	0	0.8%	1.2%	1.5%

[1)] CTL: Control (no addition), OHT-0.8% (0.8% olive oil-hot air dried tomato powder added on total content), OHT-1.2%(1.2% olive oil-hot air dried tomato powder added on total content), OHT-1.5%(1.5% olive oil-hot air dried tomato powder added on total content). [2)] Fat replacer (ISP : Carrageenan : Maltodextrin : Water = 1 : 0.5 : 0.5 : 10). [3)] NPS ($NaCl:NaNO_2$=99:1). [4)]Olive oil-hot air dried tomato powder.

Table 80. Formula of meat patties containing olive oil-hot air dried tomato powder

Ingredients		Treatments[1)]				
		C	T1	T2	T3	T4
Basic recipe	Pork loin	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
	Fat	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	Salt	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	B-pepper	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Ice/wate	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
OHT[4)]		0.00	0.25	0.50	0.75	1.00

[1)] C (Control; no addition), T1 (0.25 % olive oil-hot air dried tomato powder), T2 (0.50 % olive oil-hot air dried tomato powder), T3 (0.75 % olive oil-hot air dried tomato powder), T4 (1.00 % olive oil-hot air dried tomato powder). [2)] Olive oil-hot air dried tomato powder.

② 라이코펜 미트패티 제조 및 실험 설계

미트패티 제조는 흑돈 등심 및 지방을 3 mm 플레이트로 초핑한 후 등심을 키친에이드(Model 5K5SS, USA)에 투입하여 서서히 혼합하면서 소금, 후추, 빙수를 넣고 최종적으로 지방을 넣어 점질성 유화물이 될 때까지 5분간 충분히 혼합시킨다. 열풍건조토마토분말(hot air dried tomato powder)를 첨가 하여 대조구로 무첨가 (C), 올리브 처리한 열풍건조토마토분말 0.25 % (T1), 0.50 % (T2), 0.75 % (T3), 1.00 % (T4)를 각각 첨가하여 제조하였다(Table 2). 혼합물 약 50g을 두께 1 cm가 되게 성형하였고 모의유통조건(Table 3)에 따라 조리 또는 비조리 형태의 제품을 함기포장하여 냉장보관(5±1℃)하였다.

Table 81. Experimental design for simulated marketing conditions of ready-to-eat foods by circulation stage

	Circulation stage		
	Manufacturing process	Storaging	Serving
NCH[1)]	N	C	H
CCR[2)]	C	C	R

[1)] Non/cooked-Chilling-Heating (NCH). [2)] Cooking-Chilling-Reheating (CCR).

③ 라이코펜 햄 제조 및 실험설계

원료육을 깨끗하게 정형하여 적당한 크기로 절단한다. .흑돈 등심 및 안심의 무게에 대해서 미리 제조된 라이코펜 함유 염지액(Table 81)을 18% 주입한다. C-A는 C(Control)의 염지액을 안심에. C-D는 등심에 주입하였고. 반면 T-A는 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 염지액을 안심에, T-D는 등심에 주입한 것을 의미한다. 주입 후 정전 20, 휴지 10, 정전 20, 휴지 10 반복시켜 총 4시간 텀블러(VTS-41, BIRO MFG Co., USA)에서 맛사징을 실시한다. 4℃ 냉장고에서 24시간 숙성 시킨 후 스모크하우스(AC-7FM-SMK, MJR INDUSTRIES INC, USA에서 등심햄(C-D, T-D)은 drying 60℃/30분, smoking 65℃/40분, cooking 78℃에서 중심온도 74℃도달 시 까지 총 190분, 안심햄(C-A, T-A)은 drying 60℃/30분, smoking 65℃/40분, cooking 78℃에서 중심온도 74℃도달 시 까지 총 160분 동안 열처리 한다. 열처리 후 표면온도 10℃ 이하 되도록 냉각하고 나일론 삼방에 포장하여 5℃ 냉장고에 보관하면서 0, 10, 20, 30일차에 물리화학적, 미생물학적 및 관능적 품질특성을 조사하였다.

Table 82. Formula of lycopene-ham with cure solution

Item		Treatments[1)]			
		C(Curing-C)		T(Curing-T)	
NPS[1)]		7.00		7.00	
Phosphate		5.50		5.50	
Sugar		4.92		4.92	
OHT[2)]		-		10.00	
Water		82.58		72.58	
Total		100.00		100.00	
		C-A	C-D	T-A	T-D
Injection	Tenderloin	○	×	○	×
	Loin	×	○	×	○

[1)] NPS = NaCl : $NaNO_2$ =99 : 1. [2)] Olive oil-hot air dried tomato powder. C-A; Ham manufactured from tenderloin, C-D; Ham manufactured from loin, T-A; Lycopene- ham manufactured from tenderloin, T-D; Lycopene- ham manufactured from loin.

④ 라이코펜 그릴드 스테이크 제조 및 실험 설계

흑돼지 등심을 채취하여 과도한 근막과 지방을 완전 제거한 후 원료육 무게에 대해서 미리 제조된 라이코펜 함유 염지액(Table 83)을 20% 주입한다. 텀블러(VTS-41, BIRO MFG Co., USA)에 원료육 100에 대해 미리 준비한 조미액(간장 14 kg, 설탕 4 kg, 물엿 3 kg, 맛술 2 kg, 생강분말 0.1 kg, 마늘분말 0.05 kg) 23을 각각 투입하고, 15 rpm에서 20분 작동 5분 휴지 → 20분 작동 60분 과정으로 조미액이 원료육에 완전 침투될 수 있도록 총 3회에 걸쳐 반복 실시하였다. 텀블링이 완료된 후 냉장고에서 하루 동안 숙성시킨 후 숙성이 완료된 원료육에 카라멜 색소 1.5 kg을 넣고 20분간 2차 텀블링하여 색소를 표면에 골고루 도포시킴과 동시에 숙성기간 동안 용출된 조미액이 재 주입되도록 하였다. 텀블링이 종료된 원료육을 망사케이싱(net casing)에 충전한 후, 그릴러에 넣어 건조 60℃에서 30분, 쿠킹 150℃에서 50분간 가열처리한 후, 5℃ 냉장고에서 24시간 냉각시킨 완제품을 PA/PE 필름에 넣고 진공 포장하여 5±1℃에서 저장하면서 품질을 평가하였다.

Table 83. Formula of lycopene-grilled ham with cure solution

Item	Treatments[1)]		
	C	T1	T2
NPS[1)]	7.00	7.00	7.00
Phosphate	5.50	5.50	5.50
Sugar	4.92	4.92	4.92
Water	82.58	72.58	72.58
Total	100.00	100.00	100.00
Lycopen	-	30 mg	60 mg
Seasoning		%	
Soybean sauce		58.0	
Sugar		17.0	
Corn syrup		15.0	
Miring		8.5	
Garlic powder		0.2	
Ginger powder		0.4	
Caramel colorant		1.5	
Total		100.0	

[1)] C; C(no addition); T1; 30 mg lycopene additon; T2: 60 mg lycopene additon..

⑤ 라이코펜 육포 제조 및 실험

올리브 처리 열풍건조 토마토 분말을 Table 84과 같은 배합비로 육포를 제조하였다. 먼저 일정한 크기로 절단한 시료를 조미액에 침지시켜 손으로 잘 혼합시킨 후 텀블러(Vis-41, BIRO MFG Co., USA)에 넣고 4시간 동안 텀블링 한 후 4±1℃의 냉장실에서 12시간 숙성시켰다. 처리 후 표면에 묻은 과도한 조미액을 제거한 후 75℃로 조정된 훈연기(AC-7FM-SMK, NU-VU, USA)에 넣어 4시간 동안 열풍건조를 실시하였다. 건조가 완료된 제품은 상온에서 방냉시킨 후 함기포장(Nylon/PE)하여 25±1℃에서 보관하였다.

Table 84. Formula of lycopene-pork jerky

Ingredients	Treatments[1)]			
	CTL	OHT 1.0%	OHT 1.5%	OHT 2.0%
Soy sauce	60.0	60.0	60.0	60.0
Sugar	27.0	27.0	27.0	27.0
Sesame oil	1.9	1.9	1.9	1.9
Ground garlic	6.0	6.0	6.0	6.0
Pepper	0.1	0.1	0.1	0.1
Mirim	5.0	5.0	5.0	5.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
OHT	0.0%	1.0%	1.5%	2.0%

[1)] CTL (Control; no addition), OHT 1.0% (1.0% olive oil-hot air dried tomato powde addition), OHT 1.5% (1.5% olive oil-hot air dried tomato powde addition), OHT 2.0% (2.0% olive oil-hot air dried tomato powde addition).

⑥ 라이코펜 양념육 제조 및 실험

기본 배합비 100에 대해 올리브 열풍건조 토마토 분말을 1.5%(T1), 3.0%(T2) 투입하였고, T3는 정제 라이코펜을 30 mg 첨가하였다. 제조를 위해 등심을 약 10 mm 두께로 절단한다. 대파와 양파는 3 mm두께로 어슷썰기 하고 대파와 양파를 제외한 모든 원료를 계량하여 넣고 골고루 섞이도록 혼합한다. 소스가 원료육에 90% 이상 스며든 후 어슷썰기를 한 대파와 양파를 넣고 부드럽게 혼합하고 혼합물을 플라스틱 용기에 넣어 5±1℃의 냉장실에 넣어 저장하면서 품질평가를 실시하였다.

Table 85. Formula of lycopene-seasoned pork meat

ingredients	Treatment[1)]			
	C	T1	T2	T3
Loin	68.658	68.658	68.658	68.658
Sesame	0.446	0.446	0.446	0.446
Green onion	4.119	4.119	4.119	4.119
Onion	6.866	6.866	6.866	6.866
Seasoning sauce	19.911	19.911	19.911	19.911
Total	100.000	100.000	100.000	100.000
OHT		1.50%	3.00%	-
Lycopene				30 mg

[1)] CTL(Control; no addition), T1(1.5% olive oil-hot air dried tomato powde addition), T2(3.0% olive oil-hot air dried tomato powde addition), T3(30 mg lycopne addition).

⑦ 토마토 포크스튜 제조 및 실험

돼지고기 등심을 일정 크기(3×3×2 cm)로 절단하여 침지(T1 및 T2; 12 hr immersion, T-1 및 T-2: 24 hr immersion)하였고 이때 마리네이딩 용액은 T1은 10% sodium chloride, T2; 10% sodium chloride + 2% sodium tripolyphosphate이었으며 5℃ 냉장고에 해당 시간 동안 마리네이드 처리하였다. 이때 원료육의 pH는 5.55이었고 용액 T1은 5.02, T2는 6.36이었다.

마리네이드된 각 시료에 대하여 물리화학적인 특성을 조사하고 양호한 것으로 예비조사 결과 파악된 시료(T2-24hr)를 사용하여, Table 86과 같은 배합비의 포크 스튜 제조용 고기로 사용하였고 이때 라이코펜 30 mg(T1)과 올리브 열풍건조 토마토 분말 4.5%(T2)를 추가하여 처리구로 하였다. 토마토 스튜 제조에 사용된 토마토 과육은 살짝 데쳐서 껍질을 벗긴 후 믹서에서 파쇄 하여 사용하였으며, 모든 원부재료의 혼합물을 전기 후라이팬에 넣고 약한 불에서 약 10분 정도 잘 저어 주면서 조리하고 냉각시켜 시료로 사용하였다.

Table 86. Formula of tomato sauce pork stew product

Ingredients	kg	%
Marinated pork loin[1)]	100	21.64
Tomato paste	100	21.64
Tomato flesh	100	21.64
Ground garlic	5	1.08
Ground onion	50	10.82
Kimch	100	21.64
Sugar	6	1.30
Salt	1	0.22
Total	462	100.00
Lycopene		T1: 30mg
OHT		T2: 4.5%

[1)] 24hr marination into 10% sodium chloride + 2% sodium tripolyphosphate.

⑧ 토마토 발효 폭찹 제조 및 실험

등심을 약 1cm 두께로 절단하고 마리네이딩 양념용액(Table 9) 1: 고기 1의 비율로 혼합 한 후 5℃ 냉장고에서 5일간 발효 숙성 시킨다. 성 완료 후 과로하게 묻은 양념용액을 제거한 후 나일론 포장재에 넣어 진공 포장하여 5℃ 냉장고에 보관하면서 품질특성을 조사하였다.

Table 87. Formula of seasoned tomato base sauce of marination for porkchop

Ingredients	Treatments			
	T1	T2	T3	T4
Soybean paste	31	31	31	31
Garlic	11	11	11	11
Boiled Tomato flesh	20	10	10	10
Tomato paste	-	10	5	5
Tomato ketchup	-	-	5	5
acetic acid	2	-	2	2
Corn syrup	12	-	12	12
Sesame	3	-	3	3
Lycopene	-	-	-	30 mg
Water	21	-	-	-
Total	100	100	100	100.03

⑨ 품질특성 평가 실험 항목

a. 일반성분

시료의 일반성분은 AOAC(1995) 방법에 준하여 수분 함량은 oven 건조법, 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 조회분 함량은 건식회화법을 이용하였다.

b. pH

시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

c. 가열감량

시료를 2 ㎝ 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고 지퍼백에 넣어 water bath에서 심부온도가 70℃에 도달할 때까지 가열하여 식힌 후 시료의 무게를 측정하여 가열 전후 무게 차이를 가열 전 무게에 대한 백분율로 산출하였다.

d. 보수력

마쇄한 시료를 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다.

보수력(%) = [(총 시료 중량-유리 수분 중량)/(총 시료 중량)]×100

e. Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)

Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 저장 중 가열 및 미가열 각각의 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μL와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화 시킨 후 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 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정한 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malonaldehyde)/kg으로 나타내었다.

f. Volatile basic nitrogen(VBN)

高坂(1975)의 방법을 이용하여 세절 육 10 g에 증류수 90 ㎖를 가하여 14,000rpm으로 5분간 균질한 후 균질액을 whatman No. 1로 여과하여 여과액 1 mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접착부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K_2CO_3 1 mL를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용

기를 수평으로 교반한 후 37℃에서 120분간 배양 후 0.02N H_2SO_4로 적정하여 다음과 같이 구하였다.

$$VBN(mg\%)=(a-b)\times f\times 0.02\times 14.007\times /S\times 100\times 100$$

a: samlpe mL, b: blank mL, S: sample wt, f: 0.02N H_2SO_4 factor

g. 육색

Chromameter(CR 400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 동일한 방법으로 5회 반복하여 측정하여 명도(lightness)를 나타내는 L^*값, 적색도(redness)를 나타내는 a^*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^*값과 CIE값을 이용하여 saturation index인 C^*(Chroma value=$[a^{*2}+b^{*2}]^{1/2}$) 및 H°(Hue angel=$\tan^{-1}[b^*/a^*]$) 값을 측정하였다. 이때 표준색은 L^*값이 89.2, a^*값이 0.921, b^*값이 0.783인 표준색판을 사용하여 표준화한 다음 측정하였다.

h. 조직감 및 전단가

조직감은 mastication test로 adapter No. 5의 구형 plunger를 이용하여 측정하였다. 이 때 분석 조건은 chart speed 120 mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 60 mm/min, 시료높이 20 mm로 하였다. 조직감은 표면경도(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 조사하였다.

전단가는 Rheometer(EZtest, shimadze, Japan)를 이용하여 shearing cutting test로 측정하였으며, 이 때 분석조건은 chart speed 120/mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 20 mm/sec, 시료높이 20 mm, adapter No. 4로 측정하였다.

i. 총균수

총균수(Total plate counts)는 시료 10 g을 1% peptone수 90ml에 넣고 bagmixer로 균질 시킨 다음 1 ml를 채취하여 준비된 9 ml peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(plate counter agar, Difco)에 평판 배양하여 32℃에서 2일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

j. 염도 및 당도

시료 3 g을 증류수 27 g에 희석하여 염도계(TM-30D, Kakemura, Japan)와 당도계(PR-101, ATAGO, Japan)로 염도와 당도를 각각 측정하였다.

k. 수분활성도

수분활성도는 시료를 잘게 잘라 조밀하게 채우고 수분활성도 측정기(O_2 & CO_2 Analyzer LKM200A, Lokas, Korea)를 사용하여 상온에서 측정하였다.

l. 대장균

대장균(*Escherichia coli*)은 시료 10 g을 1% peptone수 90ml에 넣고 bagmixer로 균질 시킨 다음 1 mL를 채취하여 준비된 9 mL peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(MaCConkey agar, Difco)에 평판 배양하여 37℃에서 1일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

m. 관능검사

잘 훈련된 관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 평가 시 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

n. 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 실험치의 평균값과 표준오차(standard errors of the mean)를 구하였다.

2) 제품별 품질 평가 결과 및 고찰

(1) 라이코펜 함유 소시지

① 결과 및 고찰

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 첨가된 저지방 유화형 소시지의 일반성분 분석 결과를 Table 88에 나타내었다.

수분함량은 대조구가 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 조단백질 및 조회분 함량은 OHT-1.5%가 유의적으로 높았고($p<0.05$), 조지방은 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 녹차 분말(Choi 등, 2003) 및 인삼 분말(Lee 등, 2005b) 첨가에 따른 일반성분 조성은 차이가 없다고 보고되었으나, 유자파괴 분말(Lee 등, 2005a)이나 건조 뽕잎 분말(김, 1999)을 첨가하여 제조한 소시지는 대조구에 비해 조지방 함량이 현저히 낮았고, 조회분 함량은 유의적으로 높다고 보고되었다.

Table 88. Proximate composition (%) in low fat sausage depending on olive oil-hot air dried tomato powder addition

Treatments[1)]	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
CTL	76.39^{A}	18.69^{C}	1.17^{A}	2.51^{B}
OHT-0.8%	74.70^{B}	18.61^{C}	1.18^{A}	2.44^{B}
OHT-1.2%	73.64^{B}	19.57^{B}	1.18^{A}	2.45^{B}
OHT-1.5%	73.72^{B}	20.56^{A}	1.18^{A}	2.74^{A}
SE[2)]	0.40	0.10	0.00	0.05

[1)] Treatments are the same as in Table 79. [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B] Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 첨가된 저지방 유화형 소시지의 pH, 가열감량 및 보수력 측정 결과를 Table 89에 나타내었다.

pH는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였고($p<0.05$), 대조구가 처리구에 비해 저장 전 기간 동안 높게 나타났으며, 처리구간에는 OHT-0.8% > OHT-1.5% > OHT-1.2%순으로 높았다. Jung 등(2003)에 따르면 깻잎 분말을 첨가하여 제조한 소시지의 pH는 첨가하지 않은 처리구에 비해 높게 나타났다고 하였으며, Nam 등(2000)도 쑥과 솔잎 추출물을 첨가한 돈육 patty의 pH가 대조구보다 높다고 하였는데, 이는 식물에서 칼륨과 같은 무기질 함량이 높고 이들로 인하여 pH가 높게 나타난다고 하였다. 하지만 Kim 등(2005)은 솔잎, 깻잎 및 녹차분말이 함유된 유화형 소시지 실험에서 처리구에 따른 pH는 큰 차이를 보이지 않았다고 하였으며, Yilmaz 등(2002)은 저지방 가열 소시지에 토마토 주스와 해바라기 유를 첨가하였을 때 토마토 처리구의 pH가 가장 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

가열감량은 대조구에 비해 첨가구들이 모두 높은 경향이었고. 첨가량이 증가할수록 높아졌으며, 보수력도 대조구들이 저장 전 기간 동안 낮았으며, 처리구간에서는 일정한 경향이 없었다.

Table 89. Changes of pH, WHC, and cooking loss in low fat sausage depending on olive oil-hot air dried tomato powder addition during storage at 8±1℃ for 30 days

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
pH	CTL	5.85^{Ab}	5.83^{Ab}	5.99^{Aa}	0.03
	OHT-0.8%	5.80^{Ab}	5.76^{Bc}	5.87^{Ba}	0.02
	OHT-1.2%	5.69^{Bb}	5.66^{Dc}	5.75^{Da}	0.01
	OHT-1.5%	5.72^{Bb}	5.70^{Cb}	5.78^{Ca}	0.01
	SE[2)]	0.02	0.02	0.03	
Cooking loss (%)	CTL	7.36^{Bb}	9.38^{Ca}	5.71^{Ca}	0.47
	OHT-0.8%	7.65^{Bb}	8.67^{Ca}	9.29^{Aa}	0.34
	OHT-1.2%	8.30^{Ab}	11.34^{Aa}	8.64^{Bb}	0.56
	OHT-1.5%	8.30^{Ac}	12.92^{Ba}	10.41^{Ab}	0.72
	SE[2)]	0.24	0.54	0.32	
WHC[3)] (%)	CTL	72.61^{B}	62.86^{Bb}	71.86^{aC}	1.77
	OHT-0.8%	76.44^{A}	69.08^{A}	72.29^{B}	2.73
	OHT-1.2%	77.13^{A}	68.98^{A}	76.37^{A}	1.77
	OHT-1.5%	75.92^{A}	65.35^{Bb}	74.95^{aAB}	3.34
	SE[2)]	0.78	2.71	6.67	

[1)] Treatments are the same as in Table 79. [2)] Pooled standard errors of the mean. [3)] WHC; water holding capacity. [a,b,c] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C,D] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 첨가된 저지방 유화형 소시지의 육색 측정 결과를 Table 90에 나타내었다.

명도는 OHT-1.5%를 제외하고는 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$), 대조구의 명도가 처리구에 비해 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 처리구간에서는OHT-0.8%가 유의적으로 높은 값을 가졌다($p<0.05$). 가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cáceres 등, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L^*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguelmo 등, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a^*값은 감소한다고 보고되는데(Phillips 등, 2001) 본 연구에서도 같은 경향이었다. 적색도와 황색도는 첨가구들이 대조구에 비해 높게 나타났다. 최근 들어 라이코펜

에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon, 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott와 Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 첨가된 저지방 유화형 소시지의 TBARS의 측정 결과를 Table 91에 나타내었다.

저장기간이 길어짐에 따라 TBARS값은 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 대조구에 비해 첨가구들의 TBARS값이 낮았다. 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala 등, 1998)되고 있다. Choi 등(2003)은 녹차분말을 첨가하여 소시지를 제조하였을 때, TBARS가 감소하였다고 하였고, Kim 등(2002)은 솔잎 및 녹차 추출물을 이용하여 소시지를 제조하였을 때, 이들의 첨가에 의해 TBARS가 감소하였다고 하였으나, Kim 등(2005)은 이들의 첨가로 인한 지방산화 억제효과는 크게 나타나지 않았다고 상반된 결과를 보고하였다. Kim 등(2001)은 소시지에 감귤껍질을 첨가함으로써 소시지의 TBARS는 유의성은 인정되지 않았지만 대조구에 비해 낮은 수준을 보였다고 하였으며, Lee 등(2004)은 유자과피 분말을 함유한 유화형 소시지에서 저장 20일 이후 유자과피 분말 0.9% 첨가군이 대조구와 0.3%와 0.6% 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 가졌다고 하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유자과피 분말 첨가군 모두 유의적으로 증가하였다고 하였다. Lee 등(2003)은 뽕잎 및 감잎 분말을 0.04% 첨가한 소시지는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS을 나타내었으나, 뽕잎과 감잎분말을 첨가한 소시지 간에는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

Table 90. Changes of meat color in low fat sausage depending on olive oil-hot air dried tomato powder addition during storage at 8±1℃ for 30 days

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
L* (lightness)	CTL	75.28^{A}	75.33^{A}	75.13^{A}	0.10
	OHT-0.8%	71.27^{B}	70.93^{B}	70.64^{B}	0.15
	OHT-1.2%	68.62^{C}	68.20^{D}	67.70^{C}	0.20
	OHT-1.5%	68.73^{Cb}	69.65^{Ca}	68.11^{Cc}	0.23
	SE[2)]	0.82	0.81	0.90	
a* (redness)	CTL	11.16^{Ca}	10.97^{Da}	10.52^{Cb}	0.10
	OHT-0.8%	11.31^{C}	11.43^{C}	11.38^{B}	0.03
	OHT-1.2%	12.48^{Aa}	12.31^{Aa}	11.84^{Ab}	0.11
	OHT-1.5%	11.85^{B}	11.97^{B}	11.87^{A}	0.04
	SE[2)]	0.16	0.16	0.17	
b* (yellowness)	CTL	4.24^{C}	4.13^{D}	4.40^{C}	0.06
	OHT-0.8%	11.69^{Bb}	12.23^{Cb}	13.02^{Ba}	0.22
	OHT-1.2%	17.33^{A}	17.25^{A}	16.83^{A}	0.31
	OHT-1.5%	17.51^{Aa}	15.46^{Bb}	17.80^{Aa}	0.42
	SE[2)]	1.63	1.52	1.71	
C* (chroma)	CTL	11.86^{Ca}	11.63^{Dab}	11.42^{Db}	0.08
	OHT-0.8%	16.74^{B}	16.95^{C}	17.95^{C}	0.30
	OHT-1.2%	21.23^{Ab}	21.51^{Aab}	22.20^{Aa}	0.19
	OHT-1.5%	21.11^{Aa}	19.52^{Bb}	21.02^{Ba}	0.32
	SE[2)]	1.18	1.12	1.27	
H° (hue angle)	CTL	20.51^{Cb}	19.51^{Db}	20.82^{Ca}	0.80
	OHT-0.8%	46.76^{Bb}	46.96^{Cb}	50.98^{Ba}	0.80
	OHT-1.2%	53.97^{Ab}	55.76^{Aab}	57.96^{Aa}	0.70
	OHT-1.5%	56.32^{A}	52.76^{B}	55.84^{A}	0.77
	SE[2)]	4.31	4.33	4.08	

[1)] Treatments are the same as in Table 79. [2)] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C,D] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 첨가된 저지방 유화형 소시지의 총 균수 측정 결과를 Table 92에 나타내었다.

저장기간이 길어짐에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 대조구와 첨가구간에 뚜렷한 경향은 없었고 첨가구간에서는 OHT-0.8%와 OHT-1.2%가 유의적으로 낮은 값을 보였다($p<0.05$). 본 결과는 Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열소시지에 토마토 쥬스 첨가 시 미생물수가 낮았다고 하였는데 이는 소시지에 투입된 토마토 주스의 낮은 pH에 기인하는 것으로 보고한 내용과 상이하였으며, 이러한 결과는

사용된 토마토의 농도와 형태, 제품 및 제조공정상 열처리 조건의 차이 등 여러 가지 요인들의 차이에 의한 것으로 판단된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토분말과 토마토 페이스트를 갈은 고기에 투입하였을 때의 pH는 각각 5.1과 5.3이었으며, 자연건조 토마토분말에 미생물 수가 가장 많았음에도 불구하고 낮은 pH에 의해 호기성미생물 성장이 거의 없었고, 정제 라이코펜 투입 시 미생물수는 대조구보다 오히려 다소 높았다고 하여 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 없다고 보고하였다. Lamkey 등(1991)은 소시지에서 세균수가 8 log CFU/g 수준이면 부패 냄새가 나게 되어 식용이 불가능하다고 하였는데, 본 실험에서 저장 30일까지 총 균수는 6 log CFU/g 수준을 유지하고 있었다.

Table 91. Changes of TBARS in low fat sausage depending on olive oil-hot air dried tomato powder addition during storage at 8±1℃ for 30 days

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
TBARS (mg MA[3)] /kg)	CTL	1.41^{Ab}	1.45^{Ab}	1.84^{Aa}	0.06
	OHT-0.8%	1.23^{Bb}	1.18^{Bb}	1.63^{Ba}	0.07
	OHT-1.2%	1.09^{Cb}	0.96^{Cc}	1.83^{Aa}	0.08
	OHT-1.5%	1.38^{Ab}	1.25^{Bc}	1.33^{Ca}	0.09
	SE[2)]	0.04	0.05	0.07	

[1)] Treatments are the same as in Table 79. [2)] Pooled standard errors of the mean. [3)] Malonaldehyde. [a,b] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 92. Changes of total plate counts in low fat sausage depending on olive oil-hot air dried tomato powder addition during storage at 8±1℃ for 30 days

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
TPC (log_{10} CFU/g)	CTL	2.09^{Bc}	6.07^{Aa}	5.92^{Bb}	0.68
	OHT-0.8%	1.46^{Cb}	5.40^{Cb}	5.93^{Ba}	0.70
	OHT-1.2%	2.12^{Bc}	4.77^{Db}	5.81^{Ca}	0.55
	OHT-1.5%	2.62^{Ac}	5.71^{Ba}	6.06^{Ab}	0.55
	SE[2)]	0.13	0.17	0.03	

[1)] Treatments are the same as in Table 79. [2)] Pooled standard errors of the mean. [3)] Malonaldehyde. [a,b] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 첨가된 저지방 유화형 소시지의 조직감 측정 결과를 Table 93에 나타내었다.

Brittleness는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), 대조구와 OHT-0.8%간에는 유의적인 차이가 없었으나, 그 이상의 첨가구와는 유의적인 차이가 나타났다. hardness는 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이었고, cohesiveness는 그 반대경향이었다. 나머지 조직항목들은 저장기간에 따른 일정한 경향이 없었다. 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon 등, 2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고된다(Choi 등, 2003).

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 첨가된 저지방 유화형 소시지의 관능검사 결과를 Table 94에 나타내었다.

전체적인 기호도는 대조구에 비해 처리구가 저장 전 기간 동안 다소 높은 점수를 유지하고 있었다.

② 요약

저장 중 소시지의 분석결과 수분함량은 대조구가 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 조단백질 및 조회분 함량은 OHT-1.5%가 유의적으로 높았고($p<0.05$), 조지방은 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). pH는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였고($p<0.05$), 대조구가 처리구에 비해 저장 전 기간 동안 높게 나타났으며, 처리구간에는 OHT-0.8% > OHT-1.5% > OHT-1.2%순으로 높았다. 가열감량은 대조구에 비해 첨가구들이 모두 높은 경향이었고. 첨가량이 증가할수록 높아졌으며, 보수력도 대조구들이 저장 전 기간 동안 낮았으며, 처리구간에서는 일정한 경향이 없었다. 명도는 OHT-1.5%를 제외하고는 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$), 대조구의 명도가 처리구에 비해 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 처리구간에서는OHT-0.8%가 유의적으로 높은 값을 가졌다($p<0.05$). 저장기간이 길어짐에 따라 TBARS값은 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 대조구에 비해 첨가구들의 TBARS값이 낮았다. 저장기간이 길어짐에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 대조구와 첨가구간에 뚜렷한 경향은 없었고 첨가구간에서는 OHT-0.8%와 OHT-1.2%가 유의적으로 낮은 값을 보였다($p<0.05$). Brittleness는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), 대조구와 OHT-0.8% 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 그 이상의 첨가구와는 유의적인 차이가 나타났다. hardness는 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이었고, cohesiveness는 그 반대경향이었다. 나머지 조직항목들은 저장기간에 따른 일정한 경향이 없었다. 전체적인 기호도는 대조구에 비해 처리구가 저장 전 기간 동안 다소 높은 점수를 유지하고 있었다.

Table 93. Changes of texture profile in low fat sausage depending on olive oil-hot air dried tomato powder addition during storage at 8±1℃ for 30 days

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
Brittleness (kg)	CTL	0.32^{Aa}	0.32^{Aa}	0.29^{Ab}	0.01
	OHT-0.8%	0.33^{Aa}	0.32^{Aa}	0.30^{Ab}	0.01
	OHT-1.2%	0.25^{Bb}	0.30^{ABa}	0.25^{Bb}	0.01
	OHT-1.5%	0.27^{Ba}	0.29^{Ba}	0.24^{Bb}	0.01
	SE[2)]	0.01	0.01	0.01	
Hardness (kg)	CTL	0.46	0.43^{C}	1.75	0.01
	OHT-0.8%	0.49	0.49^{B}	0.46	0.01
	OHT-1.2%	0.46^{b}	0.53^{Aa}	0.46^{b}	0.01
	OHT-1.5%	0.49^{ab}	0.52^{ABa}	0.47^{b}	0.01
	SE[2)]	0.01	0.01	0.01	
Cohesiveness (%)	CTL	0.62	0.62^{A}	0.60^{AB}	0.02
	OHT-0.8%	0.60^{ab}	0.55^{Bab}	0.68^{Aa}	0.02
	OHT-1.2%	0.57	0.55^{B}	0.56^{B}	0.01
	OHT-1.5%	0.59^{a}	0.62^{Ca}	0.55^{Bb}	0.01
	SE[2)]	0.01	0.01	0.02	
Springiness (㎜)	CTL	1.92^{a}	1.17^{ABc}	1.04^{c}	0.14
	OHT-0.8%	1.70^{c}	1.12^{Ca}	0.94^{a}	0.19
	OHT-1.2%	1.86^{a}	1.15^{BCc}	0.97^{c}	0.14
	OHT-1.5%	1.79^{a}	1.20^{Ac}	0.94^{c}	0.13
	SE[2)]	0.06	0.10	0.12	
Gumminess (kg)	CTL	0.28^{AB}	0.26^{C}	0.25	0.01
	OHT-0.8%	0.29^{A}	0.27^{C}	0.31	0.01
	OHT-1.2%	0.26^{B}	0.29^{B}	0.29	0.01
	OHT-1.5%	0.29^{Ab}	0.32^{Aa}	0.26^{c}	0.01
	SE[2)]	0.01	0.01	0.01	
Chewiness (kg/㎜)	CTL	0.30	0.27^{B}	0.25^{B}	0.01
	OHT-0.8%	0.30	0.27^{B}	0.33^{A}	0.01
	OHT-1.2%	0.27	0.29^{B}	0.26^{B}	0.01
	OHT-1.5%	0.30^{b}	0.32^{Aa}	0.26^{Bc}	0.01
	SE[2)]	0.01	0.01	0.01	

[1)] Treatments are the same as in Table 79. [2)] Pooled standard errors of the mean. [3)] Malonaldehyde. [a,b] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 94. Changes of sensory score[1] in low fat sausage depending on on olive oil-hot air dried tomato powder addition during storage at 8±1℃ for 30 days

Items	Treatments[2]	Storage days			
		1	15	30	SE[3]
Color	CTL	6.83	6.00	6.50	0.25
	OHT-0.8%	7.25	6.25	7.17	0.25
	OHT-1.2%	6.42	6.00	6.17	0.22
	OHT-1.5%	6.25	6.00	6.17	0.21
	SE[3]	0.20	0.13	0.25	
Aroma	CTL	6.58	6.13	5.67	0.22
	OHT-0.8%	6.00	6.50	6.50	0.20
	OHT-1.2%	6.00	6.50	6.33	0.20
	OHT-1.5%	5.83	6.50	6.67	0.20
	SE[3]	0.19	0.12	0.18	
Flavor	CTL	6.33	5.63	5.83	0.24
	OHT-0.8%	6.83	6.50	6.50	0.21
	OHT-1.2%	6.50	6.00	6.33	0.27
	OHT-1.5%	6.83	6.00	6.33	0.28
	SE[3]	0.20	0.22	0.20	
Off-flavor	CTL	4.17	4.25	4.25	0.46
	OHT-0.8%	3.92	4.00	4.33	0.43
	OHT-1.2%	4.00	4.25	4.45	0.50
	OHT-1.5%	4.33	4.55	4.60	0.48
	SE[3]	0.30	0.06	0.41	
Tenderness	CTL	6.33	6.38	6.67	0.19
	OHT-0.8%	6.33	6.25	6.50	0.17
	OHT-1.2%	6.08	5.75	4.83	0.36
	OHT-1.5%	6.17	5.50	6.17	0.22
	SE[3]	0.16	0.19	0.38	
Juiciness	CTL	6.33	6.13	6.33	0.19
	OHT-0.8%	6.75	6.00	6.50	0.26
	OHT-1.2%	6.33	6.13	6.67	0.23
	OHT-1.5%	6.25	5.63	6.67	0.24
	SE[3]	0.20	0.17	0.16	
Overall acceptability	CTL	6.58	6.38	6.00^{B}	0.15
	OHT-0.8%	7.33	6.63	7.17^{A}	0.20
	OHT-1.2%	6.58	6.63	6.33^{AB}	0.22
	OHT-1.5%	6.58	6.63	6.33^{AB}	0.22
	SE[3]	0.18	0.14	0.17	

[1] Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. [2] Treatments are the same as in Table 79. [3] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

(2) 라이코펜 함유 비가열 미트패티

① 결과 및 고찰

NCH 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 pH 변화를 Table 95에 나타내었다.

저장 초기에 비해 저장 3일 차에 다소 저하되었다가 저장 7일차에 다시 pH값은 높아지는 경향이었다. C는 저장 15일차에 유의적으로 낮아졌다가 다시 저장 초기와 유사한 값으로 증가하였으며($p<0.05$), T3는 이와 반대 경향을 나타내었다. 처리구간에서 저장 초기에는 T4가 유의적으로 낮았으나 저장말기에는 유의적으로 가장 높게 나타났다($p<0.05$). Jung 등(2003)에 따르면 깻잎 분말을 첨가하여 제조한 소시지의 pH는 첨가하지 않은 처리구에 비해 높게 나타났다고 하였으며, Nam 등(2000)도 쑥과 솔잎 추출물을 첨가한 돈육 patty의 pH가 대조구보다 높다고 하였는데, 이는 식물에서 칼륨과 같은 무기질 함량이 높고 이들로 인하여 pH가 높게 나타난다고 하였다. 하지만 Kim 등(2005)은 솔잎, 깻잎 및 녹차분말이 함유된 유화형 소시지 실험에서 처리구에 따른 pH는 큰 차이를 보이지 않았다고 하였으며, Yilmaz 등(2002)은 저지방 가열 소시지에 토마토 주스와 해바라기유를 첨가하였을 때 토마토 처리구의 pH가 가장 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

Table 95. Changes in pH of N-C-H[1)] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Treatments[2)]	Storage days			
	0	3	7	SE[3)]
C	5.52^{Aa}	5.45^{Bb}	5.53^{ABe}	0.01
T1	5.52^{Ba}	5.50^{Ba}	5.59^{Ac}	0.01
T2	5.50^{Bb}	5.49^{Bab}	5.56^{Ad}	0.01
T3	5.48^{Bc}	5.48^{Aab}	5.63^{Bb}	0.03
T4	5.46^{Bd}	5.46^{Bab}	5.66^{Aa}	0.03
SE[3)]	0.01	0.01	0.01	

[1)] N-C-H(Non/cooked-Chilling-Heating). [2)] Treatments are the same as in Table 80. [3)] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 96. Changes in cooking loss (%) of N-C-H[1] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Treatments[2]	Storage days			
	0	3	7	SE[3]
C	9.25^{Cab}	11.67^{B}	13.66^{A}	0.66
T1	8.33^{Cb}	11.30^{B}	14.07^{A}	0.84
T2	9.22^{Cab}	11.78^{B}	13.34^{A}	0.62
T3	9.57^{Ca}	11.36^{B}	14.21^{A}	0.69
T4	8.96^{Bab}	13.32^{AB}	14.34^{A}	1.10
SE[3]	0.16	0.47	0.16	

[1] N-C-H(Non/cooked-Chilling-Heating). [2] Treatments are the same as in Table 80. [3] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

NCH 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 가열감량 변화를 Table 96에 나타내었다.

가열감량은 저장기간이 경과함에 따라 저장 초기 8.33 (T1)~9.57 % (T3)에서 저장 말기 13.66 (C)~14.34 % (T2) 범위로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$).

제조 직후를 제외하고는 전 저장 기간 동안 대조구와 처리구간 유의적인 차이는 없었으며, 저장기간이 경과함에 따라 처리구들의 가열감량이 높아지는 경향을 보였다($p>0.05$).

NCH 조건하에서 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 TBARS 및 VBN 변화를 Table 97에 나타내었다.

TBARS는 저장기간이 경과함에 따라 저장 초기 0.25(T4)~0.44(C) ㎎ MA/kg에서 저장 7일차에 0.42(T3)~0.74(C) ㎎ MA/kg 범위로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 전 기간 동안 대조구가 첨가구보다 유의적으로 높은 TBARS를 보였다($p<0.05$). VBN은 T2가 유의적으로 증가하였으나 나머지 제품들에서는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala *et al.*, 1998)되고 있다. Choi 등(2003)은 녹차분말을 첨가하여 소시지를 제조하였을 때, TBARS가 감소하였다고 하였고, Kim 등(2002)은 솔잎 및 녹차 추출물을 이용하여 소시지를 제조하였을 때, 이들의 첨가에 의해 TBARS가 감소하였다고 하였으나, Kim 등(2005)은 이들의 첨가로 인한 지방산화 억제효과는 크게 나타나지 않았다고 상반된 결과를 보고하였다. Kim 등(2001)은 소시지에 감귤껍질을 첨가함으로써 소시지의 TBARS는 유의성은 인정되지 않았지만 대조구에 비해 낮은 수준을 보였다고 하였으며, Lee 등(2004)은 유자과피 분말을 함유한 유화형 소시지에서 저장 20일 이후 유자과피 분말 0.9% 첨가군이 대조구와

0.3%와 0.6% 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 가졌다고 하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유자과피 분말 첨가군 모두 유의적으로 증가하였다고 하였다. Lee 등(2003)은 뽕잎 및 감잎 분말을 0.04% 첨가한 소시지는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS을 나타내었으나, 뽕잎과 감잎분말을 첨가한 소시지 간에는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

NCH 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 육색 변화를 Table 98에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 L^*값은 대조구에서만 유의적으로 감소하였고($p<0.05$), a^*값은 모든 제품, b^*값은 T3를 제외한 제품에서 각각의 값이 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 대조구와 비교 시 L^*값은 첨가구가 높은 경향이었고, a^*값과 b^*값도 동일한 경향으로 T4가 유의적으로 가장 높았다($p<0.05$). 가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cáceres 등, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L^*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguelmo 등, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a^*값은 감소한다고 보고되는데(Phillips 등, 2001), 최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon., 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott and Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다.

Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다.

Table 97. Changes in TBARS and VBN of N-C-H[1)] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Items	Treatments[2)]	Storage days			
		0	3	7	SE[3)]
TBARS (㎎ MA/kg)	C	0.44^{Ba}	0.50^{Ba}	0.74^{Aa}	0.04
	T1	0.32^{Cb}	0.37^{Bb}	0.58^{Ab}	0.05
	T2	0.29^{Bbc}	0.31^{Bbc}	0.50^{Ac}	0.03
	T3	0.26^{Bc}	0.25^{Bc}	0.42^{Ad}	0.28
	T4	0.25^{Bc}	0.27^{Bc}	0.43^{Acd}	0.03
	SE[3)]	0.02	0.03	0.03	
VBN (㎎%)	C	12.15	15.68^{ab}	15.21	0.96
	T1	18.57	15.68^{ab}	14.65	1.29
	T2	14.42^{B}	12.23^{Cb}	21.02^{A}	1.33
	T3	12.69	12.67^{b}	17.08	1.23
	T4	16.10	17.73^{a}	19.60	1.13
	SE[3)]	0.99	0.71	1.00	

[1)] N-C-H(Non/cooked-Chilling-Heating). [2)] Treatments are the same as in Table 80. [3)] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 98. Changes in meat color of N-C-H[1)] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Items	Treatments[2)]	Storage days			
		0	3	7	SE[3)]
L*	C	65.00^{Aa}	61.92^{Bb}	62.56^{Bb}	0.52
	T1	64.66^{ab}	64.91^{a}	65.01^{a}	0.39
	T2	64.87^{ab}	63.11^{ab}	63.80^{ab}	0.41
	T3	62.90^{ab}	64.59^{a}	63.11^{ab}	0.40
	T4	62.20^{b}	64.68^{a}	62.07^{b}	0.58
	SE	0.43	0.37	0.36	
a*	C	12.76^{Ac}	10.80^{Bc}	7.50^{Cd}	0.77
	T1	13.21^{Ac}	10.92^{Bc}	8.89^{Cc}	0.63
	T2	14.64^{Ab}	10.99^{Bc}	10.92^{Bb}	0.63
	T3	14.89^{Ab}	12.65^{Bb}	10.47^{Cb}	0.65
	T4	15.74^{Aa}	14.15^{Ba}	12.19^{Ca}	0.52
	SE	0.31	0.37	0.44	
b*	C	9.69^{Ae}	8.52^{Be}	7.94^{Be}	0.28
	T1	12.95^{Ad}	11.77^{Bd}	12.02^{Bd}	0.22
	T2	15.83^{Ac}	14.35^{Bc}	14.17^{Bc}	0.28
	T3	18.15^{b}	16.50^{b}	16.86^{b}	0.37
	T4	19.99^{Aa}	18.99^{Ba}	18.65^{Ba}	0.25
	SE	0.99	0.98	1.01	

[1)] N-C-H(Non/cooked-Chilling-Heating). [2)] Treatments are the same as in Table 80. [3)] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

NCH 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 총균수 변화를 Table 99에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 7일차에 5.48(T2)~6.98(C) log CFU/g 범위로 나타났다. 저장 초기 총균수가 많이 나온 것은 시험구별 각각의 평가시료 포장 시 외부 오염에 의한 것으로 생각되나, 저장 전 기간에 걸쳐 비교적 낮은 미생물 증식을 보인 것은 제품 제조 시 원료육의 초기 오염이 적었기 때문이 아닌가 생각된다. Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열소시지에 토마토 주스 첨가 시 미생물수가 낮았다고 하였는데 이는 소시지에 투입된 토마토 주스의 낮은 pH에 기인하는 것으로 보고한 내용과 상이하였으며, 이러한 결과는 사용된 토마토의 농도와 형태, 제품 및 제조공정상 열처리 조건의 차이 등 여러 가지 요인들의 차이에 의한 것으로 판단된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토 분말과 토마토 페이스트를 갈은 고기에 투입하였을 때의 pH는 각각 5.1과 5.3이었으며, 자연건조 토마토분말에 미생물 수가 가장 많았음에도 불구하고 낮은 pH에 의

해 호기성미생물 성장이 거의 없었고, 정제 라이코펜 투입 시 미생물수는 대조구보다 오히려 다소 높았다고 하여 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 없다고 보고하였다. Lamkey 등(1991)은 소시지에서 세균수가 10^8 CFU/g 수준이면 부패냄새가 나게 되어 식용이 불가능하다고 하였다.

비가열 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 관능검사 결과를 Table 100에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 관능평가 점수는 감소하는 경향이었다. 전체적인 기호도는 T3와 T4가 저장 3일차까지 유의적으로 높았고($p<0.05$) 저장 7일차에도 다른 제품들에 비해 다소 높은 점수를 얻었다.

Table 99. Changes in total plate counts (log CFU/g) of N-C-H[1)] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Treatments[2)]	Storage days			
	0	3	7	SE[3)]
C	4.05^{Ca}	5.79^{Bab}	6.98^{Aa}	0.43
T1	4.13^{Ba}	5.85^{Aa}	5.85^{Ac}	0.29
T2	4.14^{Ca}	5.79^{Aab}	5.48^{Bd}	0.25
T3	4.12^{Ca}	5.72^{Bb}	6.58^{Ab}	0.36
T4	3.11^{Cb}	4.87^{Bc}	6.57^{Ab}	0.65
SE[3)]	0.21	0.10	0.15	

[1)] N-C-H(Non/cooked-Chilling-Heating). [2)] Treatments are the same as in Table 80. [3)] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 100. Changes in sensory score[1] of N-C-H[2] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 20 days.

Items	Treatments[3]	Storage days			
		0	3	7	SE[4]
Color	C	6.33^{Ab}	6.00^{Ab}	5.33^{B}	0.14
	T1	6.33^{Ab}	6.25^{Ab}	5.17^{B}	0.16
	T2	6.83^{Aa}	6.25^{Bb}	5.17^{C}	0.18
	T3	7.17^{Aa}	6.75^{Aa}	5.67^{B}	0.19
	T4	7.17^{Aa}	6.75^{Aa}	5.50^{B}	0.22
	SE[4]	0.10	0.07	0.12	
Aroma	C	6.33^{Ab}	6.00^{Ab}	4.67^{B}	0.21
	T1	6.33^{Ab}	6.00^{Ab}	4.75^{B}	0.21
	T2	6.50^{Ab}	6.00^{Ab}	4.92^{B}	0.23
	T3	7.17^{Aa}	6.50^{Aa}	4.67^{B}	0.28
	T4	7.17^{Aa}	6.50^{Aa}	4.83^{B}	0.29
	SE[4]	0.1	0.07	0.16	
Flavor	C	6.33^{A}	6.00^{A}	4.50^{B}	0.23
	T1	6.33^{A}	6.25^{A}	4.50^{B}	0.24
	T2	6.33^{A}	6.50^{A}	4.50^{B}	0.26
	T3	6.83^{A}	6.75^{A}	5.00^{B}	0.26
	T4	6.83^{A}	6.75^{A}	5.00^{B}	0.26
	SE[4]	0.11	0.11	0.13	
Tenderness	C	6.83	6.50^{b}	6.17	0.14
	T1	6.83	6.50^{b}	6.33	0.11
	T2	7.00^{A}	6.50^{ABb}	6.33^{B}	0.12
	T3	7.00^{A}	7.25^{Aa}	6.50^{B}	0.11
	T4	6.83^{AB}	7.25^{Aa}	6.42^{B}	0.13
	SE[4]	0.04	0.10	0.10	
Juiciness	C	6.83^{Aa}	6.00^{B}	6.17^{B}	0.10
	T1	6.83^{Aa}	6.00^{B}	6.17^{B}	0.10
	T2	7.00^{Aa}	6.00^{C}	6.25^{B}	0.11
	T3	6.50^{Ab}	6.00^{A}	6.67^{B}	0.10
	T4	6.50^{Ab}	6.00^{B}	6.67^{A}	0.11
	SE[4]	0.06	0.00	0.08	
Overall acceptability	C	6.50^{Ab}	6.00^{Ab}	5.00^{B}	0.18
	T1	6.83^{Aab}	6.25^{Bb}	5.00^{C}	0.20
	T2	6.83^{Aab}	6.25^{Bb}	5.00^{C}	0.20
	T3	7.17^{Aa}	7.00^{Aa}	5.42^{B}	0.22
	T4	7.00^{Aa}	7.25^{Aa}	5.33^{B}	0.24
	SE[4]	0.07	0.10	0.12	

[1] Sensory scores were assessed on 9 point scale where 1 = extremely bad, 9 = extremely good. [2] N-C-H(Non/cooked-Chilling-Heating). [3] Treatments are the same as in Table 80. [4] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

② 요약

비가열 미트패티는 저장 초기에 비해 저장 3일 차에 다소 저하되었다가 저장 7일 차에 다시 pH값은 높아지는 경향이었다. C는 저장 15일차에 유의적으로 낮아졌다가 다시 저장 초기와 유사한 값으로 증가하였으며($p<0.05$), T3는 이와 반대 경향을 나타내었다. 처리구간에서 저장 초기에는 T4가 유의적으로 낮았으나 저장말기에는 유의적으로 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 가열감량은 저장기간이 경과함에 따라 저장 초기 8.33 (T1)~9.57 % (T3)에서 저장 말기 13.66 (C)~14.34 % (T2) 범위로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 제조 직후를 제외하고는 전 저장 기간 동안 대조구와 처리구간 유의적인 차이는 없었으며, 저장기간이 경과함에 따라 처리구들의 가열감량이 높아지는 경향을 보였다($p>0.05$). TBARS는 저장기간이 경과함에 따라 저장 초기 0.25(T4)~0.44(C) ㎎ MA/kg에서 저장 7일차에 0.42(T3)~0.74(C) ㎎ MA/kg 범위로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 전 기간 동안 대조구가 첨가구보다 유의적으로 높은 TBARS를 보였다($p<0.05$). VBN은 T2가 유의적으로 증가하였으나 나머지 제품들에서는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 L^*값은 대조구에서만 유의적으로 감소하였고($p<0.05$), a^*값은 모든 제품, b^*값은 T3를 제외한 제품에서 각각의 값이 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 대조구와 비교 시 L^*값은 첨가구가 높은 경향이었고, a^*값과 b^*값도 동일한 경향으로 T4가 유의적으로 가장 높았다($p<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 7일차에 5.48(T2)~6.98(C) log CFU/g 범위로 나타났다. 저장기간이 경과함에 따라 관능평가 점수는 감소하는 경향이었다. 전체적인 기호도는 T3와 T4가 저장 3일차까지 유의적으로 높았고($p<0.05$) 저장 7일차에도 다른 제품들에 비해 다소 높은 점수를 얻었다.

(3) 라이코펜 함유 가열 미트패티

① 결과 및 고찰

CCR 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 pH 변화를 Table 101에 나타내었다.

저장기간의 경과에 따른 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 대조구의 pH가 첨가구보다 저장 3일까지 유의적으로 높았고($p<0.05$), 저장말기에도 다소 높은 경향을 보였다($p>0.05$). Jung 등(2003)에 따르면 깻잎 분말을 첨가하여 제조한 소시지의 pH는 첨가하지 않은 처리구에 비해 높게 나타났다고 하였으며, Nam 등(2000)도 쑥과 솔잎 추출물을 첨가한 돈육 patty의 pH가 대조구보다 높다고 하였는데, 이는 식물에서 칼륨과 같은 무기질 함량이 높고 이들로 인하여 pH가 높게 나타난다고 하였다. 하지만 Kim 등(2005)은 솔잎, 깻잎 및 녹차분말이 함유된 유화형 소시지 실험에서 처리구에 따른 pH는 큰 차이를 보이지 않았다고 하였으며, Yilmaz 등(2002)은 저지방 가열 소시지에 토마토 주스와 해바라기유를 첨가하였을 때 토마토 처리구의 pH가 가장 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

CCR 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 가열감량 변화를 Table 102에 나타내었다.

가열감량은 저장기간이 경과함에 따라 저장 0일차 3.38 (T4)~4.75 %(C)에서 저장 말기에 6.32 (C)~6.88 %(T4) 범위로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 0일차를 제외한 나머지 저장기간들에서 제품들 간 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$).

Table 101. Changes in pH of C-C-R[1] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Treatments[2]	Storage days			
	0	3	7	SE[3]
C	5.77[a]	5.77[a]	5.77	0.00
T1	5.75[a]	5.75[b]	5.75	0.00
T2	5.72[b]	5.71[c]	5.46	0.08
T3	5.69[c]	5.69[d]	5.69	0.00
T4	5.64[d]	5.68[d]	5.65	0.03
SE[3]	0.01	0.01	0.05	

[1] C-C-R(Cooked-Chilling-Reheating). [2] Treatments are the same as in Table 80. [3] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 102. Changes in cooking loss (%) of C-C-R[1] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Treatments[2]	Storage days			
	0	3	7	SE[3]
C	4.75[Ba]	4.70[B]	6.32[A]	0.73
T1	3.25[Bb]	3.14[B]	6.77[A]	0.74
T2	4.64[aB]	4.64[B]	6.37[A]	0.92
T3	3.98[Bb]	3.92[B]	6.48[A]	0.61
T4	3.38[Bb]	3.03[B]	6.88[A]	0.69
SE[3]	1.66	0.19	0.09	

[1] C-C-R(Cooked-Chilling-Reheating). [2] Treatments are the same as in Table 80. [3] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

CCR 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 TBARS 및 VBN 변화를 Table 103에 나타내었다.

TBARS는 저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 대조구에 비해 첨가구들의 TBARS가 유의적으로 낮았고($p<0.05$), 첨가구간에는 T4가 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다($p<0.05$). 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala *et al.*, 1998)되고 있다. Choi 등(2003)은 녹차분말을 첨가하여 소시지를 제조하였을 때, TBARS가 감소하였다고 하였고, Kim 등(2002)은 솔잎 및 녹차 추출물을 이용하여 소시지를 제조하였을 때, 이들의 첨가에 의해 TBARS가 감소하였다고 하였으나, Kim 등(2005)은 이들의 첨가로 인한 지방산화 억제효과는 크게 나타나지 않았다고 상반된 결과를 보고하였다. Kim 등(2001)은 소시지에 감귤껍질을 첨가함으로써 소시지의 TBARS는 유의성은 인정되지 않았지만 대조구에 비해 낮은 수준을 보였다고 하였으며, Lee 등(2004)은 유자과피 분말을 함유한 유화형 소시지에서 저장 20일 이후 유자과피 분말 0.9% 첨가군이 대조구와 0.3%와 0.6% 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 가졌다고 하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유자과피 분말 첨가군 모두 유의적으로 증가하였다고 하였다. Lee 등(2003)은 뽕잎 및 감잎 분말을 0.04% 첨가한 소시지는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS을 나타내었으나, 뽕잎과 감잎분말을 첨가한 소시지 간에는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

VBN도 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 7일차까지 대조구와 처리구간 VBN은 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), 저장 7일차에 T3와 T4는 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$).

CCR 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 육색 변화를 Table 104에 나타내었다.

육색 측정결과 저장기간에 따른 일정한 경향은 없었으나, 대조구에 비해 처리구의 L^*값이 낮은 값을 보였고 a^*와 b^*값은 이와 반대되는 경향을 나타내었다. 최근들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon., 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott and Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European

Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다. 가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cáceres 등, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L^*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguelmo 등, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a^*값은 감소한다고 보고되었다(Phillips 등, 2001).

CCR 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 총 균수 변화를 Fig. 6에 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 7일차에 총 균수는 2.56 (T4)~3.38 (C) log CFU/g 범위로 처리구가 다소 낮은 경향을 보였다.

CCR 조건하에서 올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 기능성 미트패티 제품의 관능평가 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 저장기간이 경과됨에 따라 관능적 검사항목들은 유의적으로 낮은 점수를 나타내었다($p<0.05$). 전체적인 기호도는 저장 3일차까지 처리구가 좋은 평가를 받았고($p<0.05$), 저장 7일차에 유의적인 차이는 없었지만 대조구(5.00점)보다 처리구의 관능평가 점수가 다소 양호한 것으로 분석되었다($p>0.05$).

② 요약

가열패티의 경우, 저장기간의 경과에 따른 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 대조구의 pH가 첨가구보다 저장 3일까지 유의적으로 높았고($p<0.05$), 저장말기에도 다소 높은 경향을 보였다($p>0.05$). 가열감량은 저장기간이 경과함에 따라 저장 0일차 3.38 (T4)~4.75 %(C)에서 저장 말기에 6.32 (C)~6.88 %(T4) 범위로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 0일차를 제외한 나머지 저장기간들에서 제품들 간 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). TBARS는 저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 대조구에 비해 첨가구들의 TBARS가 유의적으로 낮았고($p<0.05$), 첨가구간에는 T4가 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다($p<0.05$). VBN도 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 7일차까지 대조구와 처리구간 VBN은 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), 저장 7일차에 T3와 T4는 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 육색 측정결과 저장기간에 따른 일정한 경향은 없었으나, 대조구에 비해 처리구의 L^*값이 낮은 값을 보였고 a^*와 b^*값은 이와 반대되는 경향을 나타내었다. 저장기간이 경과함에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였다

($p<0.05$). 저장 7일차에 총 균수는 2.56 (T4)~3.38 (C) log CFU/g 범위로 처리구가 다소 낮은 경향을 보였다. 저장기간이 경과됨에 따라 관능적 검사항목들은 유의적으로 낮은 점수를 나타내었다($p<0.05$). 전체적인 기호도는 저장 3일차까지 처리구가 좋은 평가를 받았고($p<0.05$), 저장 7일차에 유의적인 차이는 없었지만 대조구(5.00점)보다 처리구의 관능평가 점수가 다소 양호한 것으로 분석되었다($p>0.05$).

Table 103. Changes in TBARS and VBN of C-C-R[1] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Items	Treatments[2]	Storage days			
		0	3	7	SE[3]
TBARS (mg MA/kg)	C	1.66^{Ca}	3.79^{Ba}	5.26^{Aa}	0.52
	T1	1.44^{Cb}	3.20^{Bb}	4.58^{Ab}	0.47
	T2	1.14^{Cc}	2.62^{Bc}	3.55^{Ac}	0.35
	T3	1.46^{Bd}	1.82^{Ad}	1.94^{Ad}	0.24
	T4	1.30^{Cd}	1.49^{Ae}	1.15^{Be}	0.18
	SE[3]	0.14	0.23	0.42	
VBN (mg%)	C	12.62^{C}	15.54^{B}	18.20^{Aab}	0.88
	T1	12.86^{B}	18.57^{AB}	20.63^{Aa}	1.55
	T2	13.85^{B}	14.00^{B}	18.58^{Aab}	0.99
	T3	12.77^{B}	15.91^{A}	17.78^{Ab}	0.84
	T4	11.97^{B}	17.20^{A}	17.45^{Ab}	1.12
	SE[3]	0.36	0.84	0.44	

[1] C-C-R(Cooked-Chilling-Reheating). [2] Treatments are the same as in Table 80. [3] Pooled standard errors of the mean. ^{a,b,c,d} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. ^{A,B,C} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 104. Changes in meat color of C-C-R[1] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.

Items	Treatments[2]	Storage days			
		0	3	7	SE[3]
L*	C	74.98^{a}	74.45^{a}	74.88^{a}	0.18
	T1	74.55^{Aa}	73.90^{ABa}	72.68^{Bbc}	0.33
	T2	74.69^{Aa}	72.57^{Bb}	72.15^{Bbc}	0.49
	T3	72.02^{Bb}	72.00^{Bb}	73.32^{Ab}	0.28
	T4	70.19^{Bc}	72.44^{Ab}	71.12^{ABc}	0.42
	SE[3]	0.53	0.29	0.38	
a*	C	6.96^{Ad}	7.10^{Ad}	6.54^{Bd}	0.10
	T1	7.64^{c}	7.72^{c}	7.83^{c}	0.07
	T2	7.88^{Bc}	8.22^{ABb}	8.51^{Ab}	0.11
	T3	8.57^{Ab}	8.57^{Aab}	7.81^{Bc}	0.13
	T4	9.81^{Aa}	8.90^{Ba}	8.78^{Ba}	0.20
	SE[3]	0.27	0.18	0.21	
b*	C	7.23^{Ae}	6.13^{Be}	6.94^{ABe}	0.22
	T1	9.38^{d}	8.87^{d}	8.74^{d}	0.14
	T2	11.04^{c}	12.41^{c}	11.04^{c}	0.32
	T3	13.48^{Ab}	13.48^{Ab}	12.51^{Bb}	0.17
	T4	16.22^{Aa}	14.29^{Ba}	14.56^{Ba}	0.34
	SE[3]	0.85	0.83	0.72	

[1] C-C-R(Cooked-Chilling-Reheating). [2] Treatments are the same as in Table 80. [3] Pooled standard errors of the mean. ^{a,b,c,d} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. ^{A,B,C} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

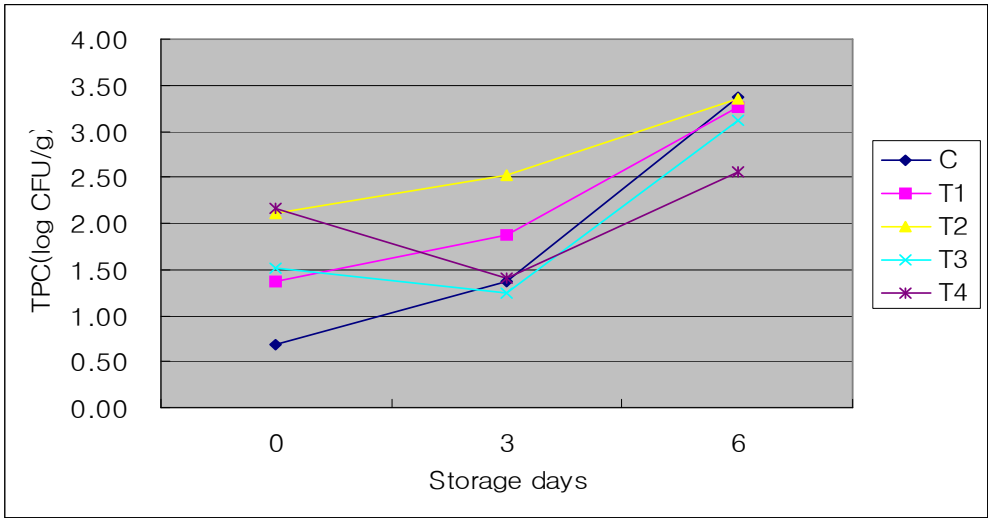
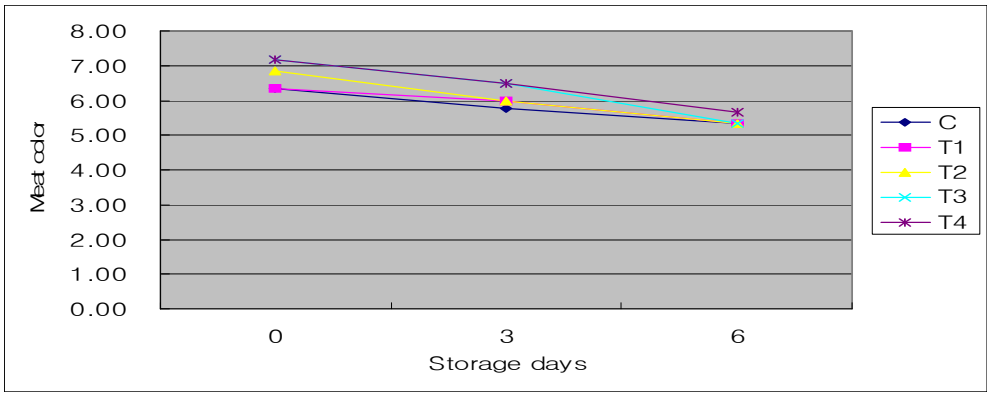
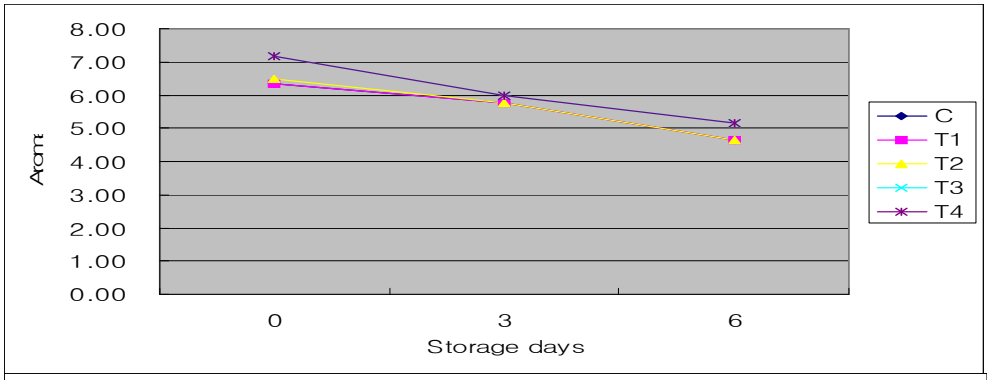
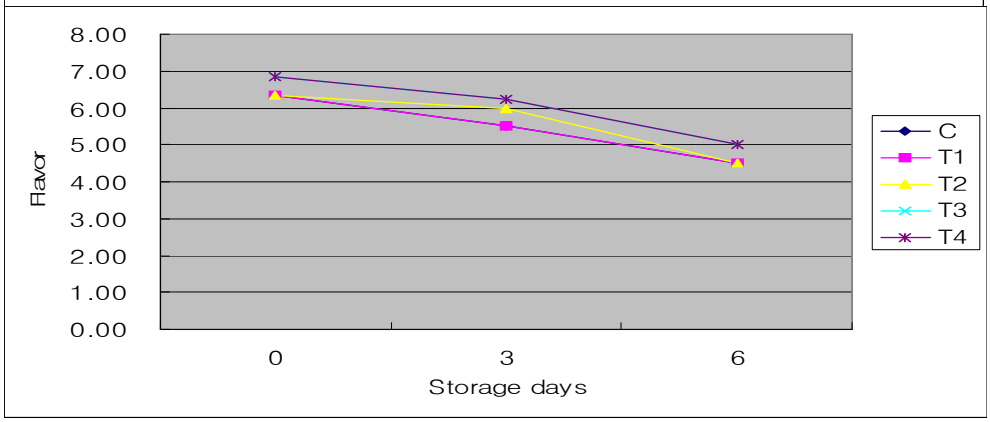
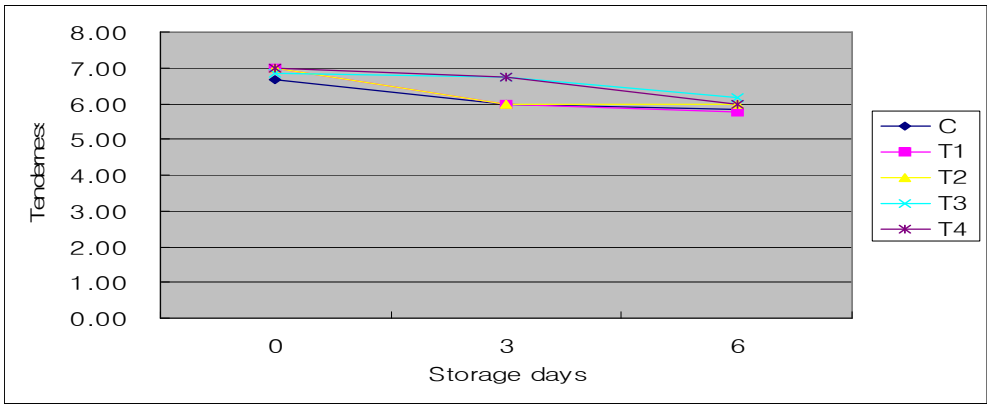


Fig. 6. Changes in total plate counts (log CFU/g) of C-C-R[1)] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 7 days.


Meat color
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
0
3
6
Storage days
C
T1
T2
T3
T4


Aroma
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
0
3
6
Storage days
C
T1
T2
T3
T4


Flavor
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
0
3
6
Storage days
C
T1
T2
T3
T4


Tenderness
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
0
3
6
Storage days
C
T1
T2
T3
T4

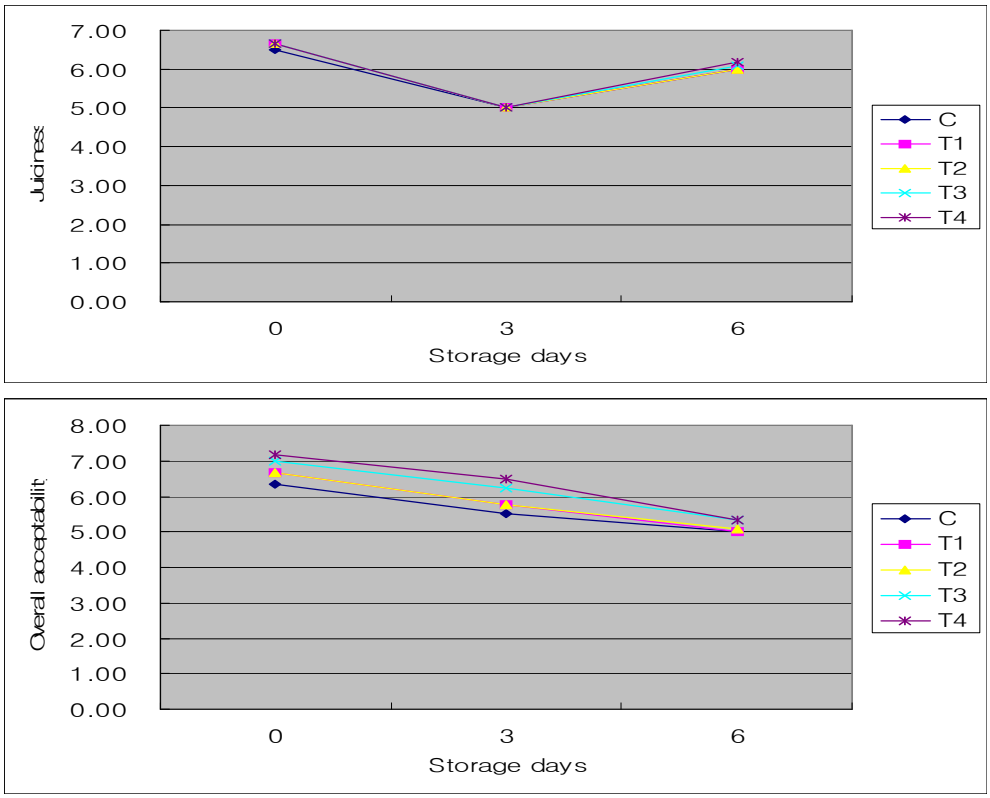


Fig. 7. Changes in sensory score[1)] of C-C-R[2)] meat patties with hot air dried tomato powder during storage at 5℃ for 20 days.

(4) 주입기술공정적용한 라이코펜 함유 햄

① 결과 및 고찰

Table 105. Physico-chemical characteristics of lycopene-ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1]	Storage days				
		0	10	20	30	SE[2]
pH	CA	6.17^{Da}	6.61^{Aa}	6.41^{Ca}	6.50^{Ba}	0.05
	CD	6.20^{Ca}	6.35^{Bb}	6.41^{Aa}	6.41^{Ab}	0.03
	TA	6.16^{Ca}	6.28^{Ac}	6.24^{Bb}	6.21^{Bc}	0.01
	TD	6.00^{Bb}	6.02^{Bd}	6.13^{Ac}	6.10^{Ad}	0.02
	SE[2]	0.03	0.06	0.04	0.05	
WHC (%)	CA	82.39^{Bb}	93.78^{Aa}	89.96^{AB}	90.81^{ABa}	1.78
	CD	84.09^{ABab}	78.63^{Bb}	77.94^{B}	85.67^{Ab}	1.32
	TA	90.83^{a}	90.26^{a}	84.57	87.97^{ab}	1.92
	TD	89.69^{Aa}	91.58^{Aa}	89.41^{A}	85.32^{Bb}	0.78
	SE[2]	1.40	2.08	2.35	0.78	
Cooking loss (%)	CA	20.14^{b}	19.40^{ab}	17.37^{b}	16.60	0.83
	CD	25.25^{Aa}	20.27^{Ba}	17.35^{Bb}	16.10^{B}	1.22
	TA	15.74^{c}	15.15^{b}	12.59^{c}	11.79	0.80
	TD	26.45^{Aa}	20.14^{Ba}	22.16^{Ba}	15.50^{C}	1.26
	SE[2]	1.40	0.88	1.12	0.92	
Shear force (kg/cm^2)	CA	2.21^{A}	1.56^{Bc}	2.07^{Ab}	1.59^{Bc}	0.11
	CD	2.67^{AB}	3.23^{Aa}	2.28^{Bb}	2.21^{Bb}	0.15
	TA	2.48^{A}	2.13^{ABb}	1.82^{Bb}	2.30^{Ab}	0.09
	TD	2.65^{B}	3.24^{Aa}	3.30^{Aa}	2.86^{ABa}	0.11
	SE[2]	0.11	0.23	0.19	0.14	

[1] Treatments are the same as in Table 82. [2] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C,D] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 안심 및 등심햄의 저장 중 물리화학적 변화를 Table 105에 나타내었다.

pH는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 대조구에 비해 처리구들의 pH가 유의적으로 낮았고($p<0.05$), 처리구간에서는 TD가 저장 전 기간 동안 낮은 값을 보였다. Pearson 등(2005)은 본인햄과 본레스햄 공히 PSE(Pale, Soft, Exudative) 수준의 pH를 가지는 원료육으로 햄 제조 시, 대조구에 비해 더 많은 품질결함을 나타낸다고 하였으며, 낮은 pH의 햄은 정상적인 pH를 가지는 햄보다 많은 비단백태질소함량을 가지고 있고, 반죽 같은 조직감(pasty texture)을 가지는데(Garcia-Rey 등, 2004), 낮은 pH는 acid protease(cathepsin)의 최적조건과 밀접하기

때문(Virgili 등. 1995)이라고 하였다. 본 실험에서 pH는 저장초기 6.00(TD)~6.20(CD)에서 저장말기 6.10(TD)~6.50(CA)으로 정상적인 범위인 것으로 판단되었다. Kim과 Lim(1994)은 수율을 향상시키기 위한 습염 육제품 제조에는 상대적으로 높은 pH를 갖는 원료육이 적합하며, 최적 pH 범위는 5.8~6.2 수준이며, 이는 pH 6.2 이상의 범위에서는 보수력의 증가로 수율은 향상되지만 육의 발색에는 불리하고, pH 5.8 이하의 범위에서는 보수력이 현저히 떨어지기 때문이라고 하였다.

보수력은 제조직후에는 첨가구가 높았으나 저장기간에 따른 일정한 경향은 없었으며 처리구간에 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). Morrison 등(1971)은 육제품의 보수력은 육제품의 안정성을 결정하는 가장 중요한 요인이라고 보고하였고, Cheng 등(2005)은 가공된 햄의 가열 조리방법별(건열/120℃, 습열/82℃, 수침/82℃) 연구에서, 조리 후 햄의 보수력은 71~74%로 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 본 연구에서 보수력은 TA는 84.57~90.83%, TD는 85.32~91.58% 범위를 보였으며, 저장기간이 경과함에 따라 CA는 증가하는 반면, 나머지 제품들은 다소 감소하는 경향을 보였다.

가열감량은 안심햄은 대조구에 비해 처리구가 유의적으로 낮게 나타났으나($p<0.05$), 등심햄은 저장 20일차를 제외하고는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon 등, 2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고된다(Choi 등, 2003). 조직감과 밀접한 관련이 있는 연도는 근원섬유단백질(myofibrillar proteins), 근육 세포골격 단백질(muscle cytoskeleton), 근육 내 결합조직(intramuscular connective tissue), 근섬유 내 수분함량(intrafiber water content)에 의해 영향을 받으며(Offer 등, 1989; Silva 등, 1993), 열처리 방법에 따라서도 전단가에서 유의적인 차이가 발생(Obuz et al., 2003)한다. 따라서 여러 가지 복잡한 요인들에 의해서 육류의 조직감과 함께 관능적 특성도 결정되기 때문에 조직감 측정은 품질을 평가하는 유효한 수단이 되고 있다. 전단가는 안심 및 등심햄 공히 대조구에 비해 처리구에서 다소 높았다. 처리구간에서는 TD가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$).

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 안심 및 등심햄의 저장 중 TBARS, 및 VBN의 변화를 Table 106에 나타내었다.

식육이나 육제품의 품질을 평가하는데 유용한 항목인 TBARS에 대한 초기연구에서 TBARS치가 지방 함유 식품의 자동산화 정도를 측정하는데 적절한 방법이라고 제안되었으며(Sinnhuber와 Yu, 1977), 저장온도와 기간, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. Brewer 등(1992)은 신선육의 경우 malonaldehyde의 양이 0.2 mg/kg 이하 범위는 신선하다고 하였다. 한편, 휘발성 염기질소에 의한 저장성 판정에 있어서 생육 가식권의 한계는 30mg%라고 하였으며(高坂, 1975), 우리나라 식품공전에 신선육의 경우 20mg% 이하로 규정되어 있으나,

햄, 베이컨, 소시지 등 육가공 제품에는 그 규정치가 제시되어 있지 않다. 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala *et al.*, 1998)되고 있다. Choi 등(2003)은 녹차분말을 첨가하여 소시지를 제조하였을 때, TBARS가 감소하였다고 하였고, Kim 등(2002)은 솔잎 및 녹차 추출물을 이용하여 소시지를 제조하였을 때, 이들의 첨가에 의해 TBARS가 감소하였다고 하였으나, Kim 등(2005)은 이들의 첨가로 인한 지방산화 억제효과는 크게 나타나지 않았다고 상반된 결과를 보고하였다. Kim 등(2001)은 소시지에 감귤껍질을 첨가함으로써 소시지의 TBARS는 유의성은 인정되지 않았지만 대조구에 비해 낮은 수준을 보였다고 하였으며, Lee 등(2004)은 유자과피 분말을 함유한 유화형 소시지에서 저장 20일 이후 유자과피 분말 0.9% 첨가군이 대조구와 0.3%와 0.6% 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 가졌다고 하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유자과피 분말 첨가군 모두 유의적으로 증가하였다고 하였다. Lee 등(2003)은 뽕잎 및 감잎 분말을 0.04% 첨가한 소시지는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS을 나타내었으나, 뽕잎과 감잎분말을 첨가한 소시지 간에는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

Table 106. TBARS and VBN of lycopene-ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1)]	Storage days				
		0	10	20	30	SE[2)]
TBARS (mg MA/kg)	CA	0.93^{Ba}	1.05^{Aa}	0.48^{Db}	0.71^{Cb}	0.07
	CD	0.68^{Bb}	0.67^{Bb}	0.65^{Ba}	0.83^{Aa}	0.03
	TA	0.36^{d}	0.34^{c}	0.31^{c}	0.36^{c}	0.20
	TD	0.49^{Ac}	0.39^{Bc}	0.45^{Ab}	0.36^{Bc}	0.02
	SE[2)]	0.07	0.09	0.19	0.06	
VBN (mg%)	CA	42.33^{B}	44.00^{Bb}	49.67^{Ba}	58.00^{Aa}	2.07
	CD	39.00^{C}	43.00^{BCb}	46.67^{Bc}	55.67^{Aa}	1.95
	TA	40.33^{D}	47.00^{Ba}	48.67^{Ab}	42.00^{Cb}	1.05
	TD	37.00^{C}	42.33^{Bb}	48.00^{Ab}	42.00^{Bb}	1.18
	SE[2)]	0.96	0.60	0.35	2.38	

[1)] Treatments are the same as in Table 82. [2)] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C,D] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

대조구에 비해 처리구들의 TBARS값이 유의적으로 낮게 나타났으며($p<0.05$), 처리구간에서는 TD가 다소 낮은 값을 보였다. 건강지향 개념에서 본 제품에는 인공, 합성 항산화제를 사용하지 않았지만, 로즈마리 추출액과 같은 천연 항산화제 첨가

시 지방산화를 억제시킬 수 있으므로(Lawrence 등, 2004), 이에 대한 추가적인 적용 연구도 필요하다고 생각된다.

VBN은 저장 10일차에 TA, 저장 20일차에 TD에서 높게 나타났으나 나머지 저장 기간에는 대조구에 비해 처리구에서 낮게 나타났다.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 안심 및 등심 햄의 저장 중 총 균수의 변화를 Table 107에 나타내었다.

Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열소시지에 토마토 쥬스 첨가 시 미생물수가 낮았다고 하였는데 이는 소시지에 투입된 토마토 주스의 낮은 pH에 기인하는 것으로 보고한 내용과 상이하였으며, 이러한 결과는 사용된 토마토의 농도와 형태, 제품 및 제조공정상 열처리 조건의 차이 등 여러 가지 요인들의 차이에 의한 것으로 판단된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토분말과 토마토 페이스트를 갈은 고기에 투입하였을 때의 pH는 각각 5.1과 5.3이었으며, 자연건조 토마토분말에 미생물수가 가장 많았음에도 불구하고 낮은 pH에 의해 호기성미생물 성장이 거의 없었고, 정제 라이코펜 투입 시 미생물수는 대조구보다 오히려 다소 높았다고 하여 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 없다고 보고하였다. Lamkey 등(1991)은 소시지에서 세균수가 10^8 CFU/g 수준이면 부패 냄새가 나게 되어 식용이 불가능하다고 하였는데, 총 균수는 처리구와 대조구간에 뚜렷한 경향치를 보여주지 않아 라이코펜 주입에 의한 항 미생물 효과는 인정되지 않았다. 한편, 햄의 가열 조리방법별(건열/120℃, 습열/82℃, 수침/82℃)로 처리 시, 수침이 6.00 log CFU/㎠으로 건열(5.55 log CFU/㎠), 습열(5.38 log CFU/㎠)보다 미생물수가 많았다고 보고(Cheng et al., 2005)되었으며, 이 결과는 미생물측면에서 고온처리의 효과를 보여주고 있다.

Baranyi와 Roberts(1994)는 저장기간이 경과함에 따라 온도, pH, 수분활성도 등의 요인들에 의하여 미생물이 성장하게 된다고 하였으며, *Lactobacillus*나 *Leuconostoc*의 몇몇 특이 종들은 육표면의 끈적끈적한(slime) 물질을 생산하는 탄수화물 기질(carbohydrate substrates)로서 이용될 수 있기 때문에(Cerning, 1990) 제품 제조 및 취급 시 유의하여야 한다. 한편, 육제품의 안전성 확보를 위해 병원성 미생물을 제거시키기 위한 가장 바람직한 방법은 방사선 조사이지만, 이취발생, 색상 변화와 이러한 품질 변화에 대한 소비자들의 반응 등 부정적인 측면도 있다고 보고(Ahn 등, 2000; Jo와 Ahn, 2000)되고 있다. 또한 가공 햄에 공기조성변경포장(MAP) 적용 시 미생물 증식억제에 의해 유통기한이 증진된다(Wang, 2001).

최근 들어 생산·제조 환경 등의 변화로 인한 위해 위생사고 발생 가능성 커지고 있고 또한 축산물의 품질과 위생수준, 안전성에 대한 소비자의 관심이 증대하는 등 국내외적인 여건변화에 의해 국가 간 축산식품의 교역도 위생 및 안전성 위주로 전환되고 있기 때문에(Kim, 2002) 병원성 및 부패미생물 제거에 의한 미생물학적 안전성 확보차원에서 방사선 조사와 공기조성변경포장을 적용시켜 연구할 필요성도 있으며, 미생물에 의한 햄의 저장특성 평가 시 5±1℃에 저장 보관 시 30일까지 안전하다고 판단되었다.

Table 107. Total plate counts(log CFU/g) of lycopene-ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1)]	Storage days				
		0	10	20	30	SE[2)]
TPC (log CFU/g)	CA	2.18^{Aa}	1.89^{B}	1.33^{Cd}	1.20^{Cd}	0.42
	CD	1.65^{Bb}	0.59^{C}	2.60^{Bb}	3.87^{Aa}	0.49
	TA	1.23^{Cbc}	0.77^{C}	3.76^{Aa}	2.16^{Bc}	0.36
	TD	0.49^{Cc}	0.33^{C}	1.96^{Bc}	3.29^{Ab}	0.38
	SE[2)]	0.32	0.28	0.38	0.54	

[1)] Treatments are the same as in Table 82. [2)] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C,D] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 안심 및 등심 햄의 저장 중 표면 및 내부 육색의 변화를 Table 108와 109에 나타내었다.

가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cáceres 등, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L^*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguelmo 등, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a^*값은 감소한다고 보고되는데(Phillips 등, 2001), 최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon., 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott and Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다.

표면 육색의 경우 명도는 처리구가 대조구에 비해 높았고, 안심 햄이 등심 햄에 비해 낮은 값을 보였으며 특히 TA는 모든 제품 중 가장 낮았다($p<0.05$). 적색도는 CA와 TA간 및 CD와 TD간에 차이가 없었다. 황색도는 첨가구가 대조구에 비해 높게 나타났다.

내부 육색의 경우 명도 안심은 CA에 비해 TA가 저장 20일차를 제외하고는 낮은 값을 보였고, 등심은 저장 20일차 이외에는 오히려 TD가 높은 값을 나타내었다. 적색도는 안심이 등심보다 높았고 처리구간에서는 TA가 TD보다 높았다. 황색도는 CA와 TA간에는 유의적인 차이가 없었고, 전 저장기간 동안 CD가 유의적으로 낮은 결과였다($p<0.05$).

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 안심 및 등심햄의 저장 중 조직특성의 변화를 Table 110에 나타내었다.

육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon 등, 2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고된다(Choi 등, 2003).

조직감과 밀접한 관련이 있는 연도는 근원섬유단백질(myofibrillar proteins), 근육세포골격 단백질(muscle cytoskeleton), 근육 내 결합조직(intramuscular connective tissue), 근섬유 내 수분함량(intrafiber water content)에 의해 영향을 받으며(Offer 등, 1989; Silva 등, 1993), 열처리 방법에 따라서도 전단가에서 유의적인 차이가 발생(Obuz et al., 2003)한다. 따라서 여러 가지 복잡한 요인들에 의해서 육류의 조직감과 함께 관능적 특성도 결정되기 때문에 조직감 측정은 품질을 평가하는 유효한 수단이 되고 있다.

Hardness와 gumminess는 TD가 모든 제품 중에서 유의적으로 높은 값을 나타내었고($p<0.05$), brittleness도 저장 10일차를 제외하고는 유의적으로 높았다($p<0.05$). springiness는 저장 전 기간 동안 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 기타 조직항목에서는 일정한 경향이 없었다.

올리브 처리 열풍건조 토마토분말이 함유된 안심 및 등심햄의 저장 중 관능검사 결과를 Table 111에 나타내었다.

전체적인 기호도는 안심이 등심보다 높은 값을 얻었고, 처리간에서도 저장 30일차에 6.33(TD)과 7.17(TA)를 얻어 양호한 것으로 나타났다.

Table 108. Surface meat color of lycopene-ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1)]	Storage days				
		0	10	20	30	SE[2)]
L*	CA	52.17^{a}	53.17^{b}	49.74^{c}	48.51^{c}	0.82
	CD	56.03^{Ca}	60.83^{Ba}	62.38^{ABa}	64.77^{Aa}	1.04
	TA	43.78^{b}	42.18^{c}	41.66^{d}	45.46^{c}	0.80
	TD	55.26^{ABa}	53.09^{Bb}	56.48^{ABb}	59.52^{Ab}	0.93
	SE[2)]	1.59	2.08	2.38	2.46	
a*	CA	21.98^{b}	23.96^{a}	26.12^{a}	21.95^{a}	0.80
	CD	21.03^{Ab}	17.85^{Bb}	17.57^{Bb}	13.75^{Cb}	0.84
	TA	27.10^{Aa}	23.84^{Ba}	24.04^{Ba}	21.66^{Ba}	0.71
	TD	18.97^{Ac}	18.77^{Ab}	18.49^{Ab}	15.37^{Bb}	0.57
	SE[2)]	0.94	1.02	1.19	1.17	
b*	CA	13.93^{ABc}	13.25^{ABc}	15.34^{Abc}	11.32^{Bc}	0.55
	CD	17.37^{Ab}	12.35^{Bc}	12.53^{Bc}	11.31^{Bc}	0.75
	TA	20.71^{ABb}	17.02^{Cb}	17.47^{BCab}	21.69^{Ab}	0.74
	TD	24.77^{ABa}	28.09^{Aa}	20.71^{Ba}	26.47^{Aa}	1.02
	SE[2)]	1.29	1.92	1.01	2.04	
C*	CA	26.04^{ABc}	27.38^{ABb}	30.30^{Aa}	24.74^{Bb}	0.89
	CD	27.29^{Ac}	21.71^{Bc}	21.58^{Bb}	18.49^{Cc}	1.03
	TA	34.16^{Aa}	29.31^{Bab}	29.74^{Ba}	30.69^{Ba}	0.69
	TD	31.20^{ABb}	33.79^{Aa}	27.76^{Ba}	30.63^{ABa}	0.93
	SE[2)]	1.04	1.46	1.22	1.59	
h°	CA	32.35^{c}	28.95^{c}	30.39^{c}	27.53^{c}	0.81
	CD	39.51^{Ab}	34.74^{Bb}	35.47^{Bb}	39.50^{Ab}	0.81
	TA	37.28^{Bbc}	35.52^{Bb}	36.18^{Bb}	44.99^{Ab}	1.40
	TD	52.60^{Ca}	56.22^{Ba}	48.13^{Da}	59.72^{Aa}	1.35
	SE[2)]	2.35	3.14	2.01	3.58	
W	CA	10.39^{ABa}	13.43^{Ab}	3.72^{Bb}	14.54^{Ab}	1.73
	CD	3.93^{Ba}	23.77^{Aa}	24.80^{Aa}	30.85^{Aa}	3.24
	TA	-18.35^{Bb}	-8.88^{Ac}	-10.75^{Ac}	-19.61^{Bc}	1.64
	TD	-19.05^{ABb}	-31.18^{Bd}	-5.64^{Abc}	-19.90^{ABc}	3.53
	SE[2)]	4.13	6.52	4.48	6.77	

[1)] Treatments are the same as in Table 82. [2)] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c,d] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C,D] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 109. Inner meat color of lycopene-ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1)]	Storage days				
		0	10	20	30	SE[2)]
L*	CA	66.36^{ab}	63.33^{c}	62.54^{b}	64.57^{b}	0.89
	CD	68.67^{Cab}	70.07^{BCb}	75.41^{Aa}	72.01^{Ba}	0.84
	TA	62.45^{Ab}	52.48^{Bd}	64.18^{Ab}	58.97^{Ac}	1.56
	TD	70.78^{Aa}	74.39^{Aa}	66.01^{Bb}	73.35^{Aa}	1.14
	SE[2)]	1.25	2.53	1.65	1.86	
a*	CA	14.22^{Bb}	17.97^{A}	17.90^{Aa}	18.56^{Aa}	0.64
	CD	15.38^{b}	26.43	12.84^{b}	12.40^{b}	3.23
	TA	18.90^{a}	19.75	16.95^{a}	19.41^{a}	0.61
	TD	11.81^{Bb}	12.23^{B}	15.04^{Aab}	13.16^{Bb}	0.43
	SE[2)]	0.89	3.13	0.70	0.98	
b*	CA	1.18^{Bb}	4.42^{Abc}	4.27^{Ab}	3.97^{Ac}	0.51
	CD	3.14^{b}	2.91^{c}	2.03^{b}	2.88^{c}	0.35
	TA	7.88^{Ba}	10.66^{Aa}	7.39^{Ba}	9.84^{ABa}	0.53
	TD	7.97^{a}	7.32^{b}	8.03^{a}	6.27^{b}	0.45
	SE[2)]	0.96	0.99	0.80	0.83	
C*	CA	14.26^{Bb}	18.51^{Ab}	18.47^{Aa}	19.00^{Ab}	0.71
	CD	15.70^{Ab}	14.79^{ABc}	13.01^{Bb}	12.76^{Bd}	0.48
	TA	20.53^{ABa}	22.54^{Aa}	18.50^{Ba}	21.78^{ABa}	0.65
	TD	14.41^{Bb}	15.29^{ABc}	17.06^{Aa}	14.59^{Bc}	0.40
	SE	0.88	0.98	0.80	1.10	
h°	CA	4.49^{Bb}	13.86^{Ab}	12.86^{Ab}	12.12^{Ab}	1.40
	CD	11.53^{b}	10.77^{b}	8.81^{b}	12.78^{b}	1.27
	TA	23.03^{a}	28.31^{a}	23.56^{a}	27.05^{a}	1.29
	TD	33.62^{a}	30.74^{a}	28.17^{a}	25.46^{a}	1.73
	SE[2)]	3.63	2.94	2.54	2.29	
W[3)]	CA	62.84^{Aa}	50.06^{Ba}	49.74^{Bb}	52.65^{ABb}	2.09
	CD	59.24^{Ba}	61.34^{Ba}	69.31^{Aa}	63.38^{ABa}	1.46
	TA	38.80^{ABb}	20.49^{Cb}	42.00^{Ab}	29.45^{BCc}	2.88
	TD	46.86^{b}	52.42^{a}	41.92^{b}	54.54^{b}	2.22
	SE[2)]	3.27	4.88	3.68	3.82	

[1)] Treatments are the same as in Table 82. [2)] Pooled standard errors of the mean. [3)] $W = L^* - 3b^*$. [a,b,c] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 110. Texture properties of lycopene-ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1]	Storage days				
		0	10	20	30	SE[2]
Hardness (kg)	CA	0.32^{Cc}	0.56^{Bb}	0.53^{Bb}	0.89^{Aa}	0.06
	CD	0.47^{Cb}	0.87^{Aa}	0.39^{Cb}	0.73^{Bab}	0.06
	TA	0.36^{Bc}	0.60^{Ab}	0.35^{Bb}	0.53^{Ab}	0.04
	TD	0.72^{a}	0.68^{b}	0.96^{a}	0.92^{a}	0.07
	SE[2]	0.05	0.04	0.08	0.06	
Brittleness (kg)	CA	0.19^{Bc}	0.29^{Bc}	0.36^{Bb}	0.61^{Aab}	0.05
	CD	0.34^{Bb}	0.68^{Aa}	0.29^{Bb}	0.31^{Bb}	0.05
	TA	0.25^{Bbc}	0.48^{Ab}	0.27^{Bb}	0.44^{Aab}	0.04
	TD	0.49^{a}	0.51^{b}	0.73^{a}	0.85^{a}	0.07
	SE[2]	0.04	0.05	0.06	0.08	
Cohesiveness (%)	CA	0.66^{Aa}	0.60^{ABa}	0.60^{AB}	0.48^{B}	0.03
	CD	0.54^{b}	0.42^{b}	0.89	0.59	0.09
	TA	0.41^{Bc}	0.58^{Aab}	0.53^{AB}	0.53^{AB}	0.02
	TD	0.44^{c}	0.57^{ab}	0.68	0.50	0.06
	SE[2]	0.03	0.03	0.09	0.02	
Springiness (mm)	CA	1.08	1.07	1.00	1.00	0.02
	CD	1.01	1.03	1.62	1.02	0.14
	TA	1.01	1.13	1.00	1.00	0.03
	TD	1.00	1.12	1.24	1.06	0.06
	SE[2]	0.02	0.04	0.15	0.02	
Gumminess (kg)	CA	0.21^{Cb}	0.33^{B}	0.32^{Bab}	0.43^{Aa}	0.03
	CD	0.25^{b}	0.37	0.35^{ab}	0.43^{a}	0.04
	TA	0.15^{Cc}	0.34^{A}	0.18^{Cb}	0.28^{Bab}	0.02
	TD	0.32^{Ba}	0.40^{AB}	0.58^{Aa}	0.44^{ABa}	0.04
	SE[2]	0.02	0.02	0.05	0.03	
Chewiness (kg,mm)	CA	0.23^{Bb}	0.36^{AB}	0.32^{AB}	0.43^{Aab}	0.03
	CD	0.26^{ab}	0.38	0.71	0.44^{ab}	0.12
	TA	0.15^{Cc}	0.38^{A}	0.18^{C}	0.28^{Bb}	0.03
	TD	0.32^{a}	0.45	0.75	0.47^{a}	0.07
	SE[2]	0.02	0.03	0.14	0.03	
Adhesiveness	CA	0.13^{B}	0.26^{A}	0.19^{Bb}	0.31^{A}	0.02
	CD	0.13	0.21	0.15^{b}	0.23	0.02
	TA	0.10^{B}	0.22^{A}	0.13^{Bb}	0.21^{A}	0.02
	TD	0.13^{B}	0.26^{A}	0.31^{Aa}	0.22^{AB}	0.02
	SE[2]	0.01	0.01	0.02	0.02	

[1] Treatments are the same as in Table 82. [2] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 111. Sensory score[1] of lycopene-ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[2]	Storage days				
		0	10	20	30	SE[3]
Color	CA	7.08^{Ba}	7.63^{Aa}	7.00^{Ba}	7.00^{Ba}	0.07
	CD	6.83^{Aa}	6.63^{Ab}	6.00^{Bc}	6.00^{Bb}	0.10
	TA	6.00^{Bb}	6.75^{Ab}	7.00^{Aa}	7.00^{Aa}	0.13
	TD	5.83^{b}	6.25^{b}	6.33^{b}	6.00^{b}	0.11
	SE[3]	0.13	0.16	0.10	0.11	
Flavor	CA	7.00^{a}	7.13^{a}	6.50	6.50	0.13
	CD	6.92^{Aa}	6.88^{Aab}	6.17^{B}	6.17^{B}	0.10
	TA	6.08^{b}	6.63^{bc}	6.67	6.67	0.12
	TD	6.25^{ab}	6.38^{c}	6.67	6.67	0.11
	SE[3]	0.14	0.09	0.11	0.12	
Aroma	CA	7.00^{Aa}	6.63^{A}	6.00^{Bb}	6.00^{Bb}	0.13
	CD	6.58^{Aab}	6.50^{AB}	6.00^{Bb}	6.00^{Bb}	0.10
	TA	6.42^{ab}	6.13	6.67^{a}	6.67^{a}	0.11
	TD	5.92^{Bb}	6.38^{AB}	6.67^{Aa}	6.67^{Aa}	0.11
	SE[3]	0.14	0.09	0.10	0.10	
Off-flavor	CA	1.33^{Bb}	1.75^{AB}	2.00^{AB}	2.00^{A}	0.16
	CD	1.75^{ab}	2.00	2.00	2.00	0.16
	TA	2.58^{a}	2.13	2.00	2.00	0.15
	TD	2.42^{a}	2.25	2.00	2.00	0.15
	SE[3]	0.19	0.09	0.17	0.17	
Tenderness	CA	7.00^{a}	6.38^{ab}	6.67^{a}	6.50^{a}	0.13
	CD	6.25^{ab}	6.25^{ab}	6.00^{b}	6.00^{b}	0.09
	TA	6.50^{ab}	6.75^{a}	6.67^{a}	6.67^{a}	0.13
	TD	5.95^{b}	6.00^{b}	6.00^{b}	6.00^{b}	0.05
	SE[3]	0.17	0.10	0.10	0.10	
Juiciness	CA	7.08^{Aa}	6.50^{Ba}	6.33^{Bb}	6.33^{Bab}	0.10
	CD	6.75^{Aa}	6.00^{Bbc}	6.33^{ABb}	6.33^{ABb}	0.10
	TA	6.58^{ABab}	6.25^{Bab}	7.00^{Aa}	7.00^{Aa}	0.11
	TD	6.00^{b}	5.75^{c}	6.33^{b}	6.33^{b}	0.11
	SE[3]	0.14	0.08	0.10	0.11	
Overall acceptability	CA	7.25^{Ba}	7.13^{Ba}	7.00^{Ba}	7.00^{Aa}	1.44
	CD	6.83^{Aab}	6.50^{Ab}	6.00^{Bb}	6.00^{Bb}	0.09
	TA	6.25^{Bbc}	6.38^{Bb}	7.17^{Aa}	7.17^{Ab}	0.13
	TD	6.08^{c}	6.13^{b}	6.33^{b}	6.33^{b}	0.09
	SE[3]	0.15	0.10	0.11	1.48	

[1] Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. [2] Treatments are the same as in Table 82. [3] Pooled standard errors of the mean. [a,b,c] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

② 요약

햄의 품질 특성의 경우, pH는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 대조구에 비해 처리구들의 pH가 유의적으로 낮았고($p<0.05$), 처리구간에서는 TD가 저장 전 기간 동안 낮은 값을 보였다. 보수력은 제조직후에는 첨가구가 높았으나 저장기간에 따른 일정한 경향은 없었으며 처리구간에 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 본 연구에서 보수력은 TA는 84.57～90.83%, TD는 85.32～91.58% 범위를 보였으며, 저장기간이 경과함에 따라 CA는 증가하는 반면, 나머지 제품들은 다소 감소하는 경향을 보였다. 가열감량은 안심 햄은 대조구에 비해 처리구가 유의적으로 낮게 나타났으나($p<0.05$), 등심 햄은 저장 20일차를 제외하고는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 전단가는 안심 및 등심햄 공히 대조구에 비해 처리구에서 다소 높았다. 처리구간에서는 TD가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 대조구에 비해 처리구들의 TBARS값이 유의적으로 낮게 나타났으며($p<0.05$), 처리구간에서는 TD가 다소 낮은 값을 보였다. VBN은 저장 10일차에 TA, 저장 20일차에 TD에서 높게 나타났으나 나머지 저장 기간에는 대조구에 비해 처리구에서 낮게 나타났다. 총 균수는 처리구와 대조구간에 뚜렷한 경향치를 보여주지 않아 라이코펜 주입에 의한 항 미생물 효과는 인정되지 않았다. 표면 육색의 경우 명도는 처리구가 대조구에 비해 높았고, 안심 햄이 등심 햄에 비해 낮은 값을 보였으며 특히 TA는 모든 제품 중 가장 낮았다($p<0.05$). 적색도는 CA와 TA간 및 CD와 TD간에 차이가 없었다. 황색도는 첨가구가 대조구에 비해 높게 나타났다. 내부 육색의 경우 명도 안심은 CA에 비해 TA가 저장 20일차를 제외하고는 낮은 값을 보였고, 등심은 저장 20일차 이외에는 오히려 TD가 높은 값을 나타내었다. 적색도는 안심이 등심보다 높았고 처리구간에서는 TA가 TD보다 높았다. 황색도는 CA와 TA간에는 유의적인 차이가 없었고, 전 저장기간 동안 CD가 유의적으로 낮은 결과였다($p<0.05$). Hardness와 gumminess는 TD가 모든 제품 중에서 유의적으로 높은 값을 나타내었고($p<0.05$), brittleness도 저장 10일차를 제외하고는 유의적으로 높았다($p<0.05$). springiness는 저장 전 기간 동안 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 기타 조직항목에서는 일정한 경향이 없었다. 전체적인 기호도는 안심이 등심보다 높은 값을 얻었고, 처리간에서도 저장 30일차에 6.33(TD)과 7.17(TA)를 얻어 양호한 것으로 나타났다.

(5) 라이코펜 함유 그릴드 스테이크

① 결과 및 고찰

라이코펜이 함유된 그릴드 스테이크의 저장 중 물리화학적 변화를 Table 112에 나타내었다. pH는 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 15일차에 유의적으로 감소하였다가 다시 상승하였으나, 처리구들은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). T2가 저장 전 기간 동안 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$).

보수력은 일정한 경향을 보이지 않았으나, 처리구간에서는 T2가 저장 초기와 말기에 T1에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$).

전단가는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), C와 T2간에는 유의적인 차이가 없었고($p>0.05$), T1이 저장 초기와 말기에 높게 나타났다($p<0.05$).

Table 112. Physico-chemical characteristics of lycopene grilled ham during storage at 5±℃

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
pH	C	6.15^{Aa}	5.84^{Bb}	6.17^{Aa}	0.05
	T1	6.06^{Bb}	6.04^{Ba}	6.17^{Aa}	0.02
	T2	6.03^{Bb}	5.80^{Cb}	6.08^{Ab}	0.04
	SE[2)]	0.02	0.04	0.02	
WHC (%)	C	99.90^{Ba}	99.95^{Aa}	99.82^{Cb}	0.02
	T1	99.80^{Bb}	99.87^{Ab}	99.82^{Bb}	0.01
	T2	99.91^{Aa}	99.84^{Bb}	99.91^{Aa}	0.01
	SE[2)]	0.02	0.02	0.01	
Shear force (kg/cm^2)	C	2.45^{Cb}	2.92^{B}	4.61^{Ab}	0.33
	T1	3.31^{Ba}	3.10^{B}	6.93^{Aa}	0.63
	T2	2.48^{Bb}	4.10^{A}	4.22^{Ab}	0.34
	SE[2)]	0.14	0.28	0.43	

[1)] Treatments are the same as in Table 83. [2)] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

라이코펜이 함유된 그릴드 스테이크의 저장 중 TBARS 및 총 균수의 변화를 Table 113에 나내었다.

TBARS는 대조구에 비해 처리구가 다소 낮은 경향을 보였으며, 처리구간에서는 저장 15일차에 T2가 1.15 mg MA/kg으로 가장 낮게 나타났다($p<0.05$).

총 균수는 대조구에 비해 처리구가 저장 전 기간 동안 낮게 나타났고, 처리구간에서는 일정한 경향이 없었다.

Table 113. TBARS and microorganisms of lycopene grilled ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
TBARS (mg MA/kg)	C	1.10^{Bab}	1.63^{Aa}	1.06^{B}	0.09
	T1	0.99^{Bb}	1.63^{Aa}	1.02^{B}	0.11
	T2	1.09^{Aa}	1.15^{Ab}	1.02^{B}	0.03
	SE[2)]	0.03	0.08	0.01	
TPC (log_{10} CFU/g)	C	2.79^{Aa}	2.20^{Ba}	2.14^{B}	0.11
	T1	1.90^{b}	1.67^{b}	1.96	0.07
	T2	2.46^{Aa}	1.36^{Cb}	1.93^{B}	0.18
	SE[2)]	0.14	0.14	0.06	

[1)] Treatments are the same as in Table 83. [2)] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

라이코펜이 함유된 그릴드 스테이크의 저장 중 육색의 변화를 Table 114에 나타내었다. 명도는 저장기간이 경과함에 따라 C와 T1은 유의적으로 감소하였고($p<0.05$), T2는 감소하다가 다시 상승하였다. T1은 저장 15일차에 T2는 저장 30일차에 유의적으로 높았다($p<0.05$). 적색도는 저장 초기에는 T1이 유의적으로 가장 낮았으나($p<0.05$), 저장기간이 길어짐에 따라 T2가 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 황색도는 처리구와 대조구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

라이코펜이 함유된 그릴드 스테이크의 저장 중 조직특성의 변화를 Table 115에 나타내었다.Hardness, brittleness, gumminess 및 Chewiness는 T1이 저장 15일차를 제외하고는 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. Cohesiveness와 springiness는 대조구와 처리구간 전 저장기간 동안 유의적인 차이가 없었다($p>0.056$).

라이코펜이 함유된 그릴드 스테이크의 저장 중 관능검사 결과를 Table 116에 나타내었다. 연도와 다즙성에서 처리구가 대조구에 비해 저장 15일차에 유의적으로 높은 점수를 얻었고 나머지 관능적 특성에서는 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 처리구보다 대조구가 다소 높은 점수를 얻었다.

Table 114. Meat color of lycopene grilled ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
L^*	C	72.89^{Aa}	67.87^{Bb}	54.48^{Cb}	2.76
	T1	56.62^{Bc}	70.38^{Aa}	52.21^{Cb}	2.75
	T2	67.59^{Ab}	58.15^{Bc}	67.28^{Aa}	1.80
	SE[2)]	2.50	1.89	2.53	
a^*	C	13.17^{Aa}	11.89^{Ba}	10.00^{Cb}	0.47
	T1	10.82^{Bb}	12.59^{Aa}	13.50^{Aa}	0.42
	T2	12.27^{Aab}	8.57^{Bb}	11.19^{ABb}	0.71
	SE[2)]	0.44	0.70	0.55	
b^*	C	3.41^{C}	9.69^{A}	8.12^{B}	0.96
	T1	1.84^{B}	10.77^{A}	9.60^{A}	1.42
	T2	3.71^{B}	9.22^{A}	9.67^{A}	1.02
	SE[2)]	0.42	0.35	0.35	
W[3)]	C	62.65^{Aa}	38.79^{Ba}	30.13^{Cb}	4.88
	T1	51.11^{Ac}	38.06^{Ba}	23.42^{Cc}	4.05
	T2	56.45^{Ab}	30.50^{Cb}	39.27^{Ba}	3.84
	SE[2)]	1.74	1.48	2.33	
C^* (Chroma)	C	13.61^{Ba}	15.35^{Aa}	12.90^{Bb}	0.39
	T1	10.99^{Bb}	16.57^{Aa}	16.56^{Aa}	0.96
	T2	12.86^{ab}	12.60^{b}	14.81^{a}	0.63
	SE[2)]	0.52	0.71	0.60	
h° (Hue angle)	C	14.49^{B}	39.15^{Ab}	39.07^{Aab}	4.17
	T1	9.64^{C}	40.50^{Ab}	35.38^{Bb}	4.81
	T2	16.28^{B}	47.44^{Aa}	40.83^{Aa}	4.87
	SE[2)]	1.46	1.48	1.07	

[1)] Treatments are the same as in Table 83. [2)] Pooled standard errors of the mean.
[3)] $W = L^* - 3b^*$. [a,b,c] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 115. Texture properties of lycopene grilled ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
Hardness (kg)	C	0.85^{Ba}	1.32^{Aa}	0.55^{Cb}	0.11
	T1	0.59^{Bb}	0.88^{Ab}	0.36^{Cc}	0.08
	T2	0.95^{Aa}	0.61^{Bc}	0.97^{Aa}	0.07
	SE[2)]	0.06	0.11	0.09	
Brittleness (kg)	C	0.82^{Ba}	1.25^{Aa}	0.30^{Cb}	0.14
	T1	0.40^{Bb}	0.80^{Ab}	0.27^{Bb}	0.09
	T2	0.82^{a}	0.55^{b}	0.96^{a}	0.08
	SE[2)]	0.09	0.11	0.12	
Cohesiveness	C	0.51^{AB}	0.72^{A}	0.40^{B}	0.06
	T1	0.60	0.56	0.41	0.05
	T2	0.68	0.42	0.57	0.05
	SE[2)]	0.04	0.06	0.04	
Springiness (mm)	C	1.27	1.32	1.04	0.08
	T1	1.12	1.23	1.02	0.06
	T2	1.38	1.04	1.07	0.08
	SE[2)]	0.08	0.07	0.02	
Gumminess (kg)	C	0.43^{Bab}	1.09^{Aa}	0.22^{Cb}	0.13
	T1	0.36^{ABb}	0.50^{Ab}	0.15^{Bb}	0.06
	T2	0.64^{Aa}	0.25^{Bc}	0.55^{Aa}	0.07
	SE[2)]	0.06	0.13	0.07	
Chewiness (kg,mm)	C	0.56^{B}	1.64^{Aa}	0.23^{Cb}	0.22
	T1	0.41^{AB}	0.65^{Ab}	0.15^{Bb}	0.10
	T2	0.90^{A}	0.25^{Bb}	0.60^{ABa}	0.12
	SE[2)]	0.10	0.22	0.08	
Adhesiveness	C	0.15^{B}	0.43^{Aa}	0.11^{Bb}	0.05
	T1	0.12^{B}	0.25^{Ab}	0.06^{Bb}	0.03
	T2	0.20^{A}	0.13^{Bc}	0.26^{Aa}	0.02
	SE[2)]	0.02	0.05	0.03	

[1)] Treatments are the same as in Table 83. [2)] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B,C] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 116. Sensory score[1] of lycopene grilled ham during storage at 5±1℃

Items	Treatments[2]	Storage days			
		1	15	30	SE[3]
Color	C	6.52	6.25^{b}	5.83	0.14
	T1	6.52	6.83^{a}	6.42	0.14
	T2	6.39	6.75^{a}	6.08	0.15
	SE[3]	0.10	0.10	0.20	
Flavor	C	6.74	6.42	6.33	0.10
	T1	6.78	6.50	6.58	0.16
	T2	6.65	6.58	6.33	0.15
	SE[3]	0.10	0.15	0.16	
Aroma	C	7.00	6.67	6.33	0.13
	T1	7.00	6.58	6.42	0.14
	T2	7.00	6.67	6.42	0.13
	SE[3]	0.14	0.09	0.12	
Off-flavor	C	1.74	1.83	2.17	0.09
	T1	1.74	1.75	2.17	0.10
	T2	1.87	1.67	2.17	0.10
	SE[3]	0.08	0.09	0.09	
Tenderness	C	6.52	6.17^{b}	6.50	0.16
	T1	6.89	6.67^{a}	6.58	0.17
	T2	6.76^{AB}	6.92^{Aa}	6.25^{B}	0.13
	SE[3]	0.09	0.12	0.22	
Juiciness	C	6.13	6.17^{b}	6.67	0.13
	T1	6.52	6.75^{a}	6.58	0.16
	T2	6.39^{AB}	6.92^{Aa}	6.25^{B}	0.13
	SE[3]	0.08	0.11	0.21	
Overall acceptability	C	6.74^{A}	6.17^{AB}	6.08^{B}	0.13
	T1	6.91	6.67	6.42	0.18
	T2	6.65	6.67	6.17	0.18
	SE[3]	0.10	0.15	0.21	

[1] Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. [2] Treatments are the same as in Table 83. [3] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

② 요약

그릴드 스테이크의 경우, pH는 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 15일차에 유의적으로 감소하였다가 다시 상승하였으나, 처리구들은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). T2가 저장 전 기간 동안 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 보수력은 일정한 경향을 보이지 않았으나, 처리구간에서는 T2가 저장 초기와 말기에 T1에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$). 전단가는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), C와 T2간에는 유의적인 차이가 없었고($p>0.05$), T1이 저장 초기와 말기에 높게 나타났다($p<0.05$). TBARS는 대조구에 비해 처리구가 다소 낮은 경향을 보였으며, 처리구간에서는 저장 15일차에 T2가 1.15 mg MA/kg으로 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 총 균수는 대조구에 비해 처리구가 저장 전 기간 동안 낮게 나타났고, 처리구간에서는 일정한 경향이 없었다. 명도는 저장기간이 경과함에 따라 C와 T1은 유의적으로 감소하였고($p<0.05$), T2는 감소하다가 다시 상승하였다. T1은 저장 15일차에 T2는 저장 30일차에 유의적으로 높았다($p<0.05$). 적색도는 저장 초기에는 T1이 유의적으로 가장 낮았으나($p<0.05$), 저장기간이 길어짐에 따라 T2가 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 황색도는 처리구와 대조구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 라이코펜이 함유된 그릴드 스테이크의 저장 중 조직특성의 변화를 Table 36에 나타내었다.Hardness, brittleness, gumminess 및 Chewiness는 T1이 저장 15일차를 제외하고는 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. Cohesiveness와 springiness는 대조구와 처리구간 전 저장기간 동안 유의적인 차이가 없었다($p>0.056$). 연도와 다즙성에서 처리구가 대조구에 비해 저장 15일차에 유의적으로 높은 점수를 얻었고 나머지 관능적 특성에서는 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 처리구보다 대조구가 다소 높은 점수를 얻었다.

(6) 절임기술공정 적용에 의한 라이코펜 함유 육포

① 결과 및 고찰

올리브 처리 열풍건조 토마토 분말을 함유한 저키의 저장 중 pH의 변화를 Table 117에 나타내었다.

일정한 경향은 없었으나 대조구에 비해 처리구의 pH가 낮은 경향이었고, OHT 1.5%는 저장 15일과 40일차에, OHT 2.0%는 저장 30일차에 유의적으로 낮은 값을 보였다. Yang과 Lee(2002)는 시판 육포류의 pH 범위는 5.41-6.11 사이로 수입 우육포류가 평균 5.79로 높은 반면 국내산 우육포류와 수입육 국내 생산 우육포류가 약간 낮았다고 하였다. 육포에 있어서 pH의 변화는 단백질 변성을 통한 protein unfolding과 단백질로부터 양성자(proton)의 유리나 결합, 두 요인들의 작용에 의해 일어나는 것으로 유추(Lee and Kang, 2003)된다고 하였으며, Lee 등(1997)은 건조 육제품의 pH는 품질과 저장수명과 관련하여 첨가물의 종류와 양에 의해서 영향을 받는다고 하였다.

Table 117. pH of pork loins jerky containing olive oil-hot air dried tomato powder

Treatments[1)]	Storage days				
	1	15	30	40	SE[2)]
CTL	5.65^{Aa}	5.63^{Ab}	5.58^{Aa}	5.65^{Aa}	0.01
OHT 1.0%	5.65^{Ba}	5.67^{Aab}	5.62^{Dd}	5.69^{Cb}	0.03
OHT 1.5%	5.67^{Bb}	5.43^{Ac}	5.61^{Ab}	5.53^{Cc}	0.01
OHT 2.0%	5.61^{Ba}	5.59^{Aa}	5.55^{Dc}	5.62^{Ca}	0.02
SE[2)]	0.01	0.01	0.03	0.01	

[1)] Treatments are the same as in Table 84. [2)] Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a,b,c} : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

올리브 처리 열풍건조 토마토 분말을 함유한 저키의 저장 중 수분활성도의 변화를 Table 118에 나타내었다.

식품에 함유되어 있는 수분은 조직감 뿐만 아니라 간접적으로 여러 가지 화학반응을 통하여 식품의 상대적 수명을 결정하게 되며(Rockland and Nishi, 1980), 미생물 성장을 위한 수분 요구를 수분활성도(water activity)라 하는데, 미생물의 종에 따라 최소한의 수분활성도는 달라질 수 있다(Kim et al., 1998). 본 실험에서 수분활성도는 저장기간이 경과함에 따라 모든 제품에서 증가하였다. 대조구가 처리구에 비해 높은 경향이었고 처리구간에서는 0HT 1.5%가 낮았다. Leistner(1987)는 져키와 같은 중간수분식품(intermediate moisture foods)의 저장 안전성에 기여하는 가장 중요한 요인이 수분활성도라고 하였는데, Jung 등(1994)은 25℃에서 저장 3주에 수거한 제품은 0.58-0.70 범위였으며, 저장기간이 길어짐에 따라 그 값은 저장초기에 비

해 감소한다고 보고하여 본 연구결과와 일치하는 결과였다. 국내 시판 육포류를 수집하여 조사한 결과에서, Yang과 Lee(2002)는 돈육포가 평균 0.743으로 가장 높았고 다음은 수입 육포류 0.742이고, 수입육 국내 생산 육포류와 국내산 우육포류는 각각 0.724, 0.705로 약간 낮은 수준이었다고 보고하였다.

Table 118. Water activity of pork loins jerky containing olive oil-hot air dried tomato powder

Treatments[1)]	Storage days				
	1	15	30	40	SE[2)]
CTL	0.66^{Ac}	0.71^{Bc}	0.64^{Cb}	0.68^{Dc}	0.03
OHT 1.0%	0.65^{Aa}	0.67^{Bb}	0.66^{Cd}	0.68^{Bb}	0.01
OHT 1.5%	0.64^{Bd}	0.60^{Ab}	0.61^{Cc}	0.65^{Bc}	0.05
OHT 2.0%	0.63^{Ab}	0.66^{Ba}	0.63^{Ca}	0.69^{Aa}	0.04
SE[2)]	0.08	0.03	0.06	0.07	

[1)] Treatments are the same as in Table 84. [2)] Pooled standard errors of the mean.
[A,B,C] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.
[a,b,c] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

올리브 처리 열풍건조 토마토 분말을 함유한 육포의 저장 중 육색의 변화를 Table 119에 나타내었다. 명도는 저장 초기 처리구들이 낮은 값을 보였고 저장 30일차에는 OHT 1.0 및 1.5%가 높은 값을 나타내었다. 적색도는 처리구들이 높았고 황색도는 일정한 경향이 없었다. 색상의 차이는 산소의 유무 및 양, 저장온도, 육 조직내의 효소활동, 포장방법, 미생물의 오염도, pH 등의 요인(Cornforth, 1994)과 함께 첨가되는 원부재료의 종류, 육포 조미액과 침지나 숙성 및 침투속도, 건조방법 및 건조속도 상수의 차이 등이 복합적으로 관여한 결과이다. Park 등(2002)은 당의 종류와 녹차가루 첨가량에 따른 색도측정에서 녹차가루 함량이 높을수록 명도값은 낮았고 적색도, 황색도는 높았으나, 당의 종류는 영향을 미치지 않았다고 하였으며, 향신료 첨가에 따른 육포의 L^*값은 로즈마리첨가 육포군이 가장 높았고, 녹차첨가 육포군이 유의적으로 낮았다고 하였고(Lee and Park, 2004), Park과 Lee(2005)는 생산국별 및 종류별 쇠고기를 이용하여 제조한 육포 색차측정결과 한우와 육우사이에는 눈에 띌 만큼, 한우와 호주산 사이에는 근소한 색의 차이를 나타내었다고 하였다.

올리브 처리 열풍건조 토마토 분말을 함유한 육포의 저장 중 TBARS와 VBN의 변화를 Table 120에 나타내었다. TBARS(thiobarbituric acid)는 지방함유 식품의 자동산화 정도를 측정하기 위해 제안된 이래 식품의 지방 산화상태를 측정하기 위해 가장 널리 사용되는 방법으로(Tarladgis et al., 1960; Melton, 1983), TBA의 분석결과는 1kg의 근육 당 지질 과산화물(liquid peroxides)의 분해산물인 malonaldehyde(MA)의 mg으로 나타낸다(Melton, 1983). TBARS는 처리구에서 높게 나타났고 VBN은 그 반

대경향이었다. Yang과 Lee(2002)는 시중에 유통 중인 국내산 우육포류, 수입육 국내 제조 우육포류, 수입 우육포류를 수거하여 TBARS를 조사한 결과 각각 0.246, 0.367, 0.270 mg/kg이었다고 보고하였고, Jung 등(1994)은 시판 육포 5종을 구입하여 25℃에서 10주간 저장후의 TBARS값은 3종의 경우는 0.171-0.193이며, 나머지 2종은 각각 0.325, 0.304이었다고 하였다. 시료들에 따른 TBARS 값의 변화는 저장온도와 기간, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등에 의해 영향(Sinnhuber and Yu, 1977)을 받으며 또한 배합비, 건조시간의 차이와 같은 제조방법 등에 따른 복합적인 요인들이 관여하게 된다고 여겨진다.

올리브 처리 열풍건조 토마토 분말을 함유한 육포의 저장 중 미생물, 조직감 및 관능검사 결과를 Table 121, 122 및 123에 나타내었다.

우리나라 축산물의 가공기준 및 성분규격(국립수의과학검역원, 2003)에 건조저장육류로 분류되는 제품류에 있어서 총 균수에 대한 규제는 없다. 일본의 경우에도 비프 육포(beef jerky)와 같은 건조식육제품에는 *E. Coli* 음성 이외에 나머지 특정균에 대한 규제는 없고 다만 수분활성을 0.78 미만으로 기준이 정해져 있다(Kim et al., 2002). 미생물은 처리구에서 낮게 나타났다. 조직감은 처리구의 gumminess, chewiness가 낮았다. 전체적인 기호도는 유의적인 차이 없이 6.50이상으로 양호하였다.

② 요약

라이코펜 함유육포의 경우 일정한 경향은 없었으나 대조구에 비해 처리구의 pH가 낮은 경향이었고, OHT 1.5%는 저장 15일과 40일차에, OHT 2.0%는 저장 30일차에 유의적으로 낮은 값을 보였다. 수분활성도는 저장기간이 경과함에 따라 모든 제품에서 증가하였다. 대조구가 처리구에 비해 높은 경향이었고 처리구간에서는 0HT 1.5%가 낮았다. 명도는 저장 초기 처리구들이 낮은 값을 보였고 저장 30일차에는 OHT 1.0 및 1.5%가 높은 값을 나타내었다. 적색도는 처리구들이 높았고 황색도는 일정한 경향이 없었다. TBARS는 처리구에서 높게 나타났고 VBN은 그 반대 경향이었다. 미생물은 처리구에서 낮게 나타났다. 조직감은 처리구의 gumminess, chewiness가 낮았다. 전체적인 기호도는 유의적인 차이 없이 6.50이상으로 양호하였다.

Table 119. Meat color of jerky containing olive oil-hot air dried tomato powder

	Treatments[1]	Storage days				
		CTL 0%	15	30	40	SE[2]
L*	CTL	26.43^{Aa}	26.81^{Aab}	23.89^{A}	25.83^{Bb}	0.57
	OHT 1.0%	25.95^{Aa}	23.59^{Bc}	27.00^{B}	25.38^{ABa}	0.44
	OHT 1.5%	25.42^{Bb}	24.35^{ABa}	29.46^{A}	24.30^{Bb}	1.00
	OHT 2.0%	22.21^{Aab}	25.35^{Ab}	23.05^{B}	25.49^{Aa}	0.20
	SE[2]	0.44	0.40	0.90	0.47	
a*	CTL	7.18^{B}	9.24^{B}	8.23^{Aa}	8.48^{Bbc}	0.58
	OHT 1.0%	9.10	9.25	9.36^{b}	10.09^{ab}	0.40
	OHT 1.5%	11.85^{A}	8.48^{A}	8.37^{Ab}	12.29^{Bc}	0.33
	OHT 2.0%	8.17	9.56	6.64^{a}	11.26^{a}	0.67
	SE[2]	0.46	0.44	0.64	0.57	
b*	CTL	4.55	6.31	3.22^{b}	4.41^{a}	0.27
	OHT 1.0%	4.33	4.90	5.33^{b}	4.97^{a}	0.41
	OHT 1.5%	4.45	3.99	3.57^{b}	6.76^{b}	0.54
	OHT 2.0%	4.39	4.72	2.08^{a}	5.75^{a}	0.44
	SE[2]	0.57	0.39	0.46	0.45	

[1] Treatments are the same as in Table 84. [2] Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a,b,c} : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 120. TBARS and VBN of pork loins jerky containing olive oil-hot air dried tomato powder

	Treatments[1]	Storage days				
		CTL 0%	15	30	40	SE[2]
TBARS (mg MA/kg)	CTL	0.35^{Da}	0.32^{Ca}	0.36^{Ba}	0.31^{Aa}	0.02
	OHT 1.0%	0.41^{Db}	0.36^{Cb}	0.33^{Bb}	0.45^{Ab}	0.02
	OHT 1.5%	0.45^{Ca}	0.41^{Cb}	0.40^{Bb}	0.36^{Abc}	0.01
	OHT 2.0%	0.56^{Cb}	0.49^{BCc}	0.45^{Bc}	0.43^{Ac}	0.01
	SE[2]	0.01	0.01	0.01	0.02	
VBN (mg%)	CTL	516.60^{Aa}	448.00^{B}	441.93^{C}	469.00^{BC}	19.16
	OHT 1.0%	438.67^{Ab}	469.93^{A}	438.20^{B}	404.60^{B}	14.84
	OHT 1.5%	355.60^{b}	385.93	404.60	418.13	13.89
	OHT 2.0%	406.42^{Ab}	369.79^{B}	390.32^{AB}	372.12^{B}	12.71
	SE[2]	9.79	13.31	12.26	9.61	

[1] Treatments are the same as in Table 84. [2] Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a,b,c} : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 121. Total plate count ((log CFU/g) of pork loins jerky containing olive oil-hot air dried tomato powder

Treatments[1]	Storage days				
	1	15	30	40	SE[2]
CTL	1.48^{Ab}	2.14^{Ab}	1.36^{B}	1.46^{Bc}	0.19
OHT 1.0%	1.00^{Aa}	1.48^{Ba}	1.00^{B}	0.00^{Aa}	0.11
OHT 1.5%	0.33^{b}	1.33^{b}	0.93	1.20^{b}	0.15
OHT 2.0%	0.00^{Ab}	1.99^{Cc}	0.67^{AB}	1.00^{Bb}	0.17
SE[2]	0.11	0.16	0.18	0.23	

[1] Treatments are the same as in Table 84. [2] Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a,b,c} : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 122. Texture properties of pork loins jerky containing olive oil-hot air dried tomato powder

	Treatments[1]	Storage days				
		CTL 0%	15	30	40	SE[2]
Brittleness (kg)	CTL	2.52^{B}	3.44^{Aa}	3.04^{ABa}	3.0^{ABa}	0.30
	OHT 1.0%	4.27^{A}	2.12^{Bb}	2.33^{Bc}	1.76^{Aab}	0.31
	OHT 1.5%	2.72^{A}	1.32^{ABb}	1.78^{Bbc}	2.41^{Bc}	0.22
	OHT 2.0%	3.74^{AB}	3.58^{Cb}	1.40^{BCab}	3.31^{Ab}	0.21
	SE[2]	0.22	0.35	0.19	0.29	
Hardness (kg)	CTL	3.61	3.45^{a}	3.04	3.04^{a}	0.26
	OHT 1.0%	4.28^{A}	2.13^{Bb}	2.33^{B}	1.76^{Aab}	0.31
	OHT 1.5%	2.75^{A}	1.34^{ABb}	2.35^{AB}	2.43^{Bc}	0.26
	OHT 2.0%	3.77^{AB}	3.60^{Cb}	1.40^{BC}	3.35^{Ab}	0.21
	SE[2]	0.21	0.35	0.24	0.29	
Cohesiveness (%)	CTL	2.52	3.44	3.04	3.04^{c}	0.30
	OHT 1.0%	4.27	2.12	2.33	1.76^{bc}	0.31
	OHT 1.5%	2.72	1.32	1.78	2.41^{a}	0.22
	OHT 2.0%	3.74	3.58	1.40	3.31^{ab}	0.21
	SE[2]	0.22	0.35	0.19	0.29	
Springiness (㎜)	CTL	1.21^{ab}	1.02	1.46	1.02^{b}	0.05
	OHT 1.0%	1.27^{b}	1.07	1.28	1.26^{b}	0.05
	OHT 1.5%	0.97^{a}	1.08	1.24	1.19^{a}	0.06
	OHT 2.0%	1.08^{b}	1.10	1.38	1.15^{ab}	0.06
	SE[2]	0.07	0.06	0.06	0.05	
Gumminess (kg)	CTL	0.84	0.48^{a}	0.52^{a}	0.76^{ab}	0.08
	OHT 1.0%	0.85	0.37^{b}	0.42^{b}	0.47^{a}	0.07
	OHT 1.5%	0.65	0.11^{b}	0.24^{b}	0.38^{b}	0.06
	OHT 2.0%	0.39^{A}	0.50^{Bab}	0.29^{Bab}	0.56^{ABa}	0.05
	SE[2]	0.08	0.08	0.08	0.04	
Chewiness (kg/㎜)	CTL	1.04	0.53^{a}	0.74^{a}	0.78^{b}	0.12
	OHT 1.0%	1.08	0.43^{b}	0.53^{b}	0.62^{ab}	0.08
	OHT 1.5%	0.66	0.12^{ab}	0.30^{ab}	0.43^{b}	0.08
	OHT 2.0%	0.42	0.55^{ab}	0.38^{ab}	0.65^{a}	0.06
	SE[2]	0.11	0.11	0.08	0.04	
Adhesiveness	CTL	1.03	1.31	0.69^{a}	1.18	0.10
	OHT 1.0%	0.99^{A}	1.24^{A}	0.85^{Bb}	0.89^{AB}	0.14
	OHT 1.5%	1.12^{AB}	0.33^{A}	0.73^{ABab}	0.63^{B}	0.08
	OHT 2.0%	1.19^{A}	0.90^{AB}	0.34^{Bb}	0.98^{AB}	0.09
	SE[2]	0.11	0.08	0.10	0.14	

[1] Treatments are the same as in Table 84. [2] Pooled standard errors of the mean. [A,B,C] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [a,b,c] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 123. Sensory score[1)] of pork loins jerky containing olive oil-hot air dried tomato powder

	Treatments[1)]	Storage days				
		CTL 0%	15	30	40	SE[2)]
Color	CTL	6.80^{A}	7.10^{AB}	6.70^{AB}	7.50^{Bb}	0.12
	OHT 1.0%	6.50^{A}	6.50^{AB}	6.50^{B}	6.67^{ABab}	0.13
	OHT 2.0%	6.20	6.20	6.20	6.40^{ab}	0.12
	OHT 1.5%	6.00^{A}	6.58^{AB}	6.33^{B}	7.17^{ABa}	0.16
	SE	0.14	0.10	0.08	0.17	
Flavor	CTL	6.80	6.80	6.70	7.20	0.16
	OHT 1.0%	6.67	6.58	6.83	6.67	0.17
	OHT 2.0%	6.00	6.50	6.60	6.40	0.19
	OHT 1.5%	6.33	6.17	6.25	6.25	0.20
	SE	0.19	0.22	0.13	0.16	
Aroma	CTL	6.80	6.70	6.50	6.90	0.14
	OHT 1.0%	6.17	6.00	6.25	6.25	0.14
	OHT 2.0%	6.40	6.40	6.40	6.20	0.14
	OHT 1.5%	6.00	6.17	6.00	6.67	0.16
	SE	0.15	0.16	0.09	0.13	
Off-flavor	CTL	2.20^{AB}	2.50^{B}	2.60^{AB}	2.20^{A}	0.11
	OHT 1.0%	2.00	2.17	2.00	2.00	0.09
	OHT 2.0%	2.20^{AB}	2.20^{B}	2.20^{AB}	2.20^{A}	0.16
	OHT 1.5%	2.67	2.50	3.00	2.17	0.07
	SE	0.09	0.04	0.08	0.17	
Tenderness	CTL	4.60	4.70	4.10	4.60	0.27
	OHT 1.0%	5.58	5.58	5.75	5.08	0.25
	OHT 2.0%	5.60^{B}	5.20^{A}	5.00^{AB}	5.40^{AB}	0.26
	OHT 1.5%	4.92	4.75	4.83	5.17	0.24
	SE	0.31	0.20	0.18	0.26	
Juiciness	CTL	4.60	4.40	4.20	4.60	0.27
	OHT 1.0%	5.83^{BC}	6.00^{A}	6.17^{AB}	5.67^{C}	0.26
	OHT 2.0%	5.40^{B}	5.60^{A}	5.40^{AB}	5.70^{B}	0.27
	OHT 1.5%	4.33	4.00	4.42	4.42	0.27
	SE	0.29	0.16	0.15	0.28	
Overall acceptability	CTL	6.60	6.60	6.50	7.40	0.15
	OHT 1.0%	6.58	6.50	6.92	6.50	0.17
	OHT 2.0%	6.00	6.10	6.20	6.50	0.18
	OHT 1.5%	5.83	6.25	6.50	6.58	0.17
	SE	0.17	0.19	0.16	0.13	

[1)] Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. [2)] Treatments are the same as in Table 84. [3)] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

(7) 절임기술 공정 적용에 의한 라이코펜 함유 양념육

① 결과 및 고찰

양념육 저장 중 pH의 변화를 Table 124에 나타내었다.

대조구가 처리구보다 높은 pH값을 가졌으며 처리구간에서는 T2가 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$).

Table 124. pH of seasoned lycopene pork meat

Treatments[1)]	Storage days			
	1	4	8	SE[2)]
C	4.26	5.27^{a}	5.46^{a}	0.35
T1	5.21^{A}	5.17^{Bb}	5.05^{Cc}	0.02
T2	5.04^{A}	4.85^{Bd}	4.93^{Cd}	0.03
T3	5.07^{B}	5.13^{Ac}	5.08^{Bb}	0.01
SE[2)]	0.24	0.05	0.06	

[1)] Treatments are the same as in Table 85. [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B,C] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [a,b,c] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

양념육 저장 중 염도 및 당도의 변화를 Table 125에 나타내었다. 염도는 T3를 제외하고는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 처리구간에서는 T3가 낮은 값을 나타내었다. 당도는 저장 8일차에 유의적인 차이가 있었으나 나머지 기간에서는 차이가 없었다.

양념육 저장 중 TBARS와 VBN의 변화를 Table 126에 나타내었다. TBARS는 대조구에 비해 처리구가 낮은 값을 보였으며 처리구간에서는 뚜렷한 경향이 없었다. VBN은 T2가 저장 4일차까지 유의적으로 낮았으나 저장말기에는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

양념육 저장 중 육색의 변화를 Table 127에 나타내었다. 명도는 저장 1일차에 T2와 T3가 유의적으로 낮았으나 나머지 저장기간에서는 유의적인 차이가 없었다. 적색도는 대조구에 비해 처리구가 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 처리구간에서는 뚜렷한 경향이 없었다. 황색도는 적색도와 반대 경향이었다.

양념육 저장 중 총 균수의 변화를 Table 128에 나타내었다. 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 저장초기에는 T3가 유의적으로 가장 낮았으나 나머지 기간에서는 대조구와 처리구간에 차이가 없었다.

양념육 저장 중 관능검사 결과를 Table 129에 나타내었다. 전체적인 기호도는 저장 8일차에도 6.70이상을 얻어서 양호한 수준이었으며 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 없었다.

② 요약

라이코펜 함유 양념육의 품질 특성 조사의 경우, 염도는 T3을 제외하고는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 처리구간에서는 T3이 낮은 값을 나타내었다. 당도는 저장 8일차에 유의적인 차이가 있었으나 나머지 기간에서는 차이가 없었다. TBARS는 대조구에 비해 처리구가 낮은 값을 보였으며 처리구간에서는 뚜렷한 경향이 없었다. VBN은 T2가 저장 4일차까지 유의적으로 낮았으나 저장말기에는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 명도는 저장 1일차에 T2와 T3가 유의적으로 낮았으나 나머지 저장기간에서는 유의적인 차이가 없었다. 적색도는 대조구에 비해 처리구가 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 처리구간에서는 뚜렷한 경향이 없었다. 황색도는 적색도와 반대 경향이었다. 저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 저장초기에는 T3가 유의적으로 가장 낮았으나 나머지 기간에서는 대조구와 처리구간에 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 저장 8일차에도 6.70 이상을 얻어서 양호한 수준이었으며 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 없었다.

Table 125. Salinity and saccarinity of seasoned lycopene pork meat

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	4	8	SE[2)]
Salinity (%)	C	1.00^{B}	1.50^{Aa}	1.50^{A}	0.08
	T1	1.00^{B}	1.17^{Bb}	1.50^{A}	0.09
	T2	1.00^{B}	1.50^{Aa}	1.50^{A}	0.08
	T3	1.00	1.00^{b}	1.33	0.07
	SE[2)]	0.00	0.07	0.04	
Saccarinity (%)	C	15.67^{B}	18.67^{A}	16.67^{Bb}	0.50
	T1	15.67	18.00	18.00^{a}	0.52
	T2	17.33	17.67	17.00^{ab}	0.50
	T3	15.67	18.00	15.33^{c}	0.60
	SE[2)]	0.51	0.31	0.33	

[1)] Treatments are the same as in Table 85. [2)] Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a,b,c} : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 126. TBARS and VBN of seasoned lycopene pork meat

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	4	8	SE[2)]
TBARS (mg MA/kg)	C	1.01^{Ba}	1.12^{B}	1.58^{Ab}	0.10
	T1	0.76^{Cb}	1.10^{B}	1.85^{Aa}	0.16
	T2	0.61^{Cc}	0.82^{B}	1.24^{Ac}	0.09
	T3	0.97^{Ba}	1.07^{B}	1.20^{Ac}	0.04
	SE[2)]	0.36	0.56	0.25	
VBN (mg%)	C	63.33^{ab}	61.33^{a}	58.00	1.35
	T1	66.00^{ABa}	55.40^{Bb}	72.33^{A}	3.21
	T2	56.67^{Bb}	55.00^{Bb}	69.00^{A}	2.52
	T3	61.00^{ab}	64.83^{a}	63.67	1.68
	SE[2)]	0.03	0.04	0.07	

[1)] Treatments are the same as in Table 85. [2)] Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C} : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a,b,c} : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 127. Meat color of seasoned lycopene pork meat

Items	Treatments[1)]	Storage days			
		1	4	8	SE[2)]
L*	C	45.42^{a}	44.51	43.07	0.57
	T1	45.43^{Aa}	44.38^{AB}	41.31^{B}	0.78
	T2	42.02^{b}	43.10	41.71	0.54
	T3	43.23^{b}	41.93	43.09	0.39
	SE[2)]	0.51	0.52	0.51	
a*	C	14.55^{b}	12.71^{b}	14.74^{ab}	0.65
	T1	17.13^{ab}	15.40^{ab}	13.37^{b}	0.93
	T2	16.58^{ab}	17.32^{a}	17.58^{a}	0.28
	T3	18.77^{a}	16.79^{a}	17.42^{ab}	0.44
	SE[2)]	1.04	1.06	0.82	
b*	C	20.62^{b}	20.29^{b}	21.97^{ab}	0.62
	T1	26.11^{Aa}	24.10^{ABab}	20.82^{Bb}	0.95
	T2	26.26^{a}	26.64^{a}	24.54^{a}	0.59
	T3	26.94^{Aa}	21.71^{Bb}	23.69^{ABa}	0.91
	SE[2)]	0.54	0.80	0.94	
C* (Chroma)	C	25.24^{b}	23.94^{b}	26.49^{ab}	0.83
	T1	31.24^{Aa}	28.64^{ABab}	24.80^{Bb}	1.22
	T2	31.08^{a}	31.77^{a}	30.19^{a}	0.58
	T3	32.84^{Aa}	28.05^{Bab}	29.44^{ABa}	0.91
	SE[2)]	2.91	2.75	1.73	
H° (Hue angle)	C	54.83	57.98^{a}	56.27	0.77
	T1	56.66	57.60^{ab}	57.62	1.06
	T2	57.89^{A}	56.93^{Aab}	54.33^{B}	0.60
	T3	55.14	53.22^{b}	53.64	0.77
	SE[2)]	0.05	0.05	0.08	

[1)] Treatments are the same as in Table 85. [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B,C] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [a,b,c] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 128. Total plate counts(log_{10}CFU/g) of seasoned lycopene pork meat

Treatments[1)]	Storage days			
	1	4	8	SE[2)]
C	2.40^{Ba}	4.35^{A}	4.57^{A}	0.35
T1	2.43^{Ba}	4.40^{A}	4.30^{A}	0.32
T2	2.42^{Ba}	4.59^{A}	4.40^{A}	0.35
T3	2.27^{Bb}	4.39^{A}	4.46^{A}	0.36
SE[2)]	0.91	0.88	0.56	

[1)] Treatments are the same as in Table 85. [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B,C] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [a,b,c] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 129. Sensory score[1] of seasoned lycopene pork meat

	Treatments[2]	Storage days			
		1	4	8	SE[3]
Color	C	6.67	6.33	6.80	0.12
	T1	6.83	6.67	6.80	0.10
	T2	7.00	6.83	6.80	0.10
	T3	7.00	6.75	6.90	0.12
	SE[3]	0.08	0.11	0.09	
Flavor	C	6.92	6.75	7.10^{a}	0.14
	T1	6.83	7.00	6.80^{ab}	0.14
	T2	6.92	6.83	6.80^{ab}	0.16
	T3	6.92	6.83	6.50^{b}	0.16
	SE[3]	0.14	0.14	0.09	
Aroma	C	6.83^{b}	6.50^{b}	6.80	0.11
	T1	6.83^{b}	6.75^{b}	6.70	0.08
	T2	7.25^{Aa}	7.33^{Aa}	6.70^{B}	0.10
	T3	7.08^{ab}	7.00^{ab}	6.90	0.11
	SE[3]	0.07	0.11	0.09	
Tenderness	C	6.92	6.83	6.70	0.11
	T1	7.17^{A}	6.83^{AB}	6.50^{B}	0.13
	T2	7.00	6.83	6.70	0.14
	T3	6.75	6.58	6.70	0.11
	SE[3]	0.08	0.12	0.10	
Juiciness	C	6.67	6.58	7.00	0.12
	T1	7.00	6.83	6.60	0.11
	T2	6.67	6.50	6.70	0.11
	T3	6.67	6.50	6.70	0.10
	SE[3]	0.09	0.10	0.10	
Overall acceptability	C	6.92	6.75	7.00	0.14
	T1	7.33	7.17	6.80	0.16
	T2	7.33	7.25	6.80	0.17
	T3	7.08	7.00	6.70	0.16
	SE[3]	0.15	0.15	0.09	

[1] Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. [2] Treatments are the same as in Table 85. [3] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

(8) 토마토 분말을 첨가한 포크스튜

① 결과 및 고찰

마리네이드 처리에 의한 물리화학적 측정 결과를 Table 130에 나타내었다. pH는 T1과 T1-1 간에는 유의적인 차이가 없었으나 T2와 T-2 간에는 유의적인 차이가 나타났다. 전반적으로 마리네이드 시간이 길수록 pH는 증가하는 경향이었다.

전단가는 생육의 경우 T1에 비해 나머지 처리구들이 유의적으로 낮은 값을 나타내었고($p<0.05$), 가열육의 경우에는 이와 반대되는 결과를 보였다. 보수력은 인산염을 처리하고 24시간 마리네이딩한 고기가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). Sheard와 Tali(2004)는 소금, 인산염, bicarbonate로 처리한 시료의 가열감량이 대조구보다 모두 높게 나타났지만, 유의적인 차이는 없었고($p>0.05$), 이들 마리네이드 물질들을 상호 혼용하여 처리한 구에서 낮았다고 하였다. 본 실험에서는 T1과 T-1조건이 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). McGee 등(2003)은 쇠고기 우둔에 sodium chloride, sodium tripolyphosphate, sodium lactate의 용액을 주입하였을 때 가열가량은 대조구에 비해 모든 처리구가 유의적으로 낮았으나($p<0.05$), 처리구 간에는 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. Burke와 Monahan(2003)은 유기산(acetic acid, citric acid, lactic acid)과 citrus juice에 쇠고기를 침지하여 마리네이드의 처리구에서 가열감량이 유의적으로 감소하였다고 하였다($p<0.05$). Sheard와 Tali(2004)는 소금 단독 처리구의 경우 70.4%로 대조구보다 유의적인 차이 없이 다소 수율이 높았다고 하였으나, 본 연구에서는 T1이 유의적으로 가장 낮게 나타났다($p<0.05$).

마리네이드 처리에 의한 육색 측정 결과를 Table 131에 나타내었다. 모든 육색 측정 항목에서 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 스튜용 제조 시 다른 재료들과 함께 혼합되어 상품화가 이루어지기 때문에 육색은 큰 의미가 없을 것으로 판단되며, 대부분 마리네이드 처리된 식육은 생육 그 자체로 상품화처리 되기보다는 주로 중간 식재료 원료육으로 사용되는 까닭에 육색 측정 에 관한 선행 보고가 없는 것으로 파악되고 있다.

마리네이드 처리에 의한 조직특성 측정 결과를 Table 132에 나타내었다. Hardness, brittleness 및 cohesiveness는 유의적인 차이가 없었으나 Springiness는 T-2, adhesiveness는 T1이 유의적으로 높았고 gumminess와 chewiness는 T-2가 유의적으로 낮게 나타났다.

마리네이드 처리에 의한 관능검사 결과 Table 133에 나타내었다. 육색, 향, 풍미, 연도 및 다즙성 항목에서 유의적인 차이는 없었으나 전체적인 기호도에서 T2 및 T-2조건이 가장 양호하여 이들 조건하에서 마리네이딩 된 원료육을 스튜용으로 사용하였다.

마리네이드 처리된 시료를 활용하여 제조한 토마토 및 라이코펜 함유 포크 스튜 제품의 pH 측정 결과를 Table 134에 나타내었다. 저장 기간이 경과함에 따라 pH는

유의적으로 감소하였으며, 저장 3일차에 T1의 pH가 높았으나($p<0.05$), 나머지 기간에서는 유의적인 차이가 없었다.

마리네이드 처리된 시료를 활용하여 제조한 토마토 및 라이코펜 함유 포크 스튜 제품의 TBARAS 측정 결과를 Table 135에 나타내었다. 저장기간이 경과함에 따라 TBARS 값은 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 처리구간에서는 유의적인 차이가 없었다.

마리네이드 처리된 시료를 활용하여 제조한 토마토 및 라이코펜 함유 포크 스튜 제품의 관능검사 성적을 Table 136에 나타내었다. 전체적인 기호도는 T1이 6.80, T2가 7.00으로 조금 높았으나 유의적인 차이가 없이 양호한 결과였다.

② 요약

라이코펜 함유 포크스튜의 품질 특성 조사 결과 pH는 T1과 T1-1간에는 유의적인 차이가 없었으나 T2와 T-2간에는 유의적인 차이가 나타났다. 전반적으로 마리네이드 시간이 길수록 pH는 증가하는 경향이었다. 전단가는 생육의 경우 T1에 비해 나머지 처리구들이 유의적으로 낮은 값을 나타내었고($p<0.05$), 가열육의 경우에는 이와 반대되는 결과를 보였다. 보수력은 인산염을 처리하고 24시간 마리네이딩한 고기가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 모든 육색 측정 항목에서 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). Hardness, brittleness 및 cohesiveness는 유의적인 차이가 없었으나 Springiness는 T-2, adhesiveness는 T1이 유의적으로 높았고 gumminess와 chewiness는 T-2가 유의적으로 낮게 나타났다. 육색, 향, 풍미, 연도 및 다즙성 항목에서 유의적인 차이는 없었으나 전체적인 기호도에서 T2 및 T-2조건이 가장 양호하여 이들 조건하에서 마리네이딩 된 원료육을 스튜용으로 사용하였다. 저장 기간이 경과함에 따라 pH는 유의적으로 감소하였으며, 저장 3일차에 T1의 pH가 높았으나($p<0.05$), 나머지 기간에서는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간이 경과함에 따라 TBARS값은 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 처리구간에서는 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 T1이 6.80, T2가 7.00으로 조금 높았으나 유의적인 차이가 없이 양호한 결과였다.

Table 130. Effect of a marinade treatments on physico-chemical of pork loin

Treatments[1)]	pH	Shear force (kg/cm^2)		WHC (%)	Cooking loss (%)	Yield (%)
		Raw	Cooked			
T1	5.50^{C}	5.77^{A}	2.55^{B}	80.59^{B}	19.06^{A}	54.30^{B}
T2	6.00^{B}	3.84^{B}	3.01^{A}	88.16^{A}	17.16^{B}	61.62^{A}
T-1	5.51^{C}	3.76^{B}	2.99^{A}	80.21^{B}	20.34^{A}	62.95^{A}
T-2	6.04^{A}	3.60^{B}	3.28^{A}	87.64^{A}	16.27^{B}	63.60^{A}
SE[2)]	0.01	0.47	0.12	1.12	1.50	2.40

[1)] T1, T-1(12hr marination into 10% sodium chloride), T2 and T-2(24hr marination into 10% sodium chloride + 2% sodium tripolyphosphate). [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 131. Effect of a marinade treatments on meat color of pork loin

Treatments[1)]	L^*	a^*	b^*	C	H
T1	44.90	8.39	-2.58	8.77	342.90
T2	45.49	6.32	-3.61	7.28	330.27
T-1	48.18	6.40	-2.20	6.77	341.06
T-2	49.69	5.11	-4.66	6.91	317.66
SE[2)]	0.05	0.08	0.05	0.08	

[1)] T1, T-1(12hr marination into 10% sodium chloride), T2 and T-2(24hr marination into 10% sodium chloride + 2% sodium tripolyphosphate). [2)] Pooled standard errors of the mean.

Table 132. Effect of a marinade treatments on texture properties of pork loin

Treatments[1)]	Hardness (kg)	Brittleness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg,mm)	Adhesiveness
T1	1.11	0.80^{B}	0.54	1.00^{B}	0.59^{A}	0.59^{AB}	0.31^{A}
T2	1.10	0.82^{B}	0.51	1.00^{B}	0.56^{A}	0.56^{AB}	0.27^{B}
T-1	1.15	1.12^{A}	0.52	1.23^{A}	0.59^{A}	0.73^{A}	0.21^{C}
T-2	1.04	0.79^{B}	0.44	1.02^{B}	0.46^{B}	0.47^{B}	0.26^{B}
SE[2)]	0.04	0.08	0.04	0.05	0.03	0.05	0.01

[1)] T1, T-1(12hr marination into 10% sodium chloride), T2 and T-2(24hr marination into 10% sodium chloride + 2% sodium tripolyphosphate). [2)]Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 133. Effect of a marinade treatments on sensory score[1)] of pork loin

Treatments[2)]	Color	Aroma	Flavor	Tenderness	Juiciness	Overall acceptability
T1	6.20	5.20	5.60	6.30	6.10	5.70^{B}
T2	5.90	5.10	6.00	5.70	5.80	6.30^{A}
T-1	6.10	5.00	5.60	6.20	6.10	5.70^{B}
T-2	5.90	5.10	6.00	5.70	5.70	6.40^{A}
SE[2)]	0.14	0.28	0.14	0.22	0.17	0.18

[1)] Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. [2)] T1, T-1(12hr marination into 10% sodium chloride), T2 and T-2(24hr marination into 10% sodium chloride + 2% sodium tripolyphosphate). [3)] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 134. pH of pork stew products

Treatments[1)]	Storage days			
	0	3	6	SE[2)]
T1	5.47^{A}	4.68^{Ba}	4.25^{C}	0.18
T2	5.45^{A}	4.54^{Bb}	4.23^{C}	0.18
SE[2)]	0.01	0.03	0.03	

[1)] Treatments are the same as in Table 86. [2)] Pooled standard errors of the mean.

[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 135. TBARS(mg MA/kg) of pork stew products

Treatments[1)]	Storage days			
	0	3	6	SE[2)]
T1	0.71^{B}	0.19^{C}	1.46^{A}	0.18
T2	0.70^{B}	0.21^{C}	1.63^{A}	0.21
SE[2)]	0.03	0.01	0.06	

[1)] Treatments are the same as in Table 86. [2)] Pooled standard errors of the mean. [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 136. Sensory score[1)] of pork stew products

Items	Treatments[2)]	Storage days			
		0	3	6	SE[3)]
Color	T1	7.22	7.08	7.00	0.07
	T2	7.48^{A}	7.08^{AB}	7.00^{B}	0.09
	SE[3)]	0.14	0.06	0.06	
Flavor	T1	7.74^{A}	7.00^{B}	6.80^{B}	0.13
	T2	7.48	6.83	7.00	0.14
	SE[3)]	0.17	0.10	0.10	
Aroma	T1	7.41	7.17	7.10	0.12
	T2	7.04	6.92	7.00	0.12
	SE[3)]	0.17	0.07	0.19	
Tenderness	T1	7.26^{A}	6.83^{B}	7.00^{ABa}	0.08
	T2	6.91	6.42	6.60^{b}	0.11
	SE[3)]	0.13	0.14	0.09	
Juiciness	T1	7.26	6.92	6.80	0.11
	T2	7.13	6.75	7.00	0.09
	SE[3)]	0.09	0.15	0.10	
Overall acceptability	T1	7.52^{A}	7.25^{AB}	6.80^{B}	0.11
	T2	7.15	6.92	7.00	0.10
	SE[3)]	0.13	0.14	0.10	

[1)] Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. [2)] Treatments are the same as in Table 130. [3)] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

(9) 토마토 분말 첨가 발효 폭찹

① 결과 및 고찰

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장 저장한 폭찹의 pH 변화를 Table 137에 나타내었다. pH는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며, 처리구간에서는 저장 15일차에는 T4, 저장 30일차에는 T1이 유의적으로 낮았다. 저장기간에 따른 pH 감소의 원인에 대해 Paneras와 Bloukas(1994)는 *lactobacilli*의 작용과 CO_2 가스의 발생으로 인한 것이라고 보고하였다. Choi와 Lee(2002)는 고추장과 된장 양념육을 저장하였을 때 저장기간에 따라 pH는 다소 증가하는 경향을 나타내다가 5℃에서 저장하였을 때는 저장 8일 이후 pH가 감소하였으며, 10℃에 저장하였을 때는 저장 4일 이후에 pH가 감소하였는데, 이는 유산균에 의해 생성된 산의 축적에 의한 것이라고 하였다. 일반적으로 육은 저장기간 동안 단백질 등이 분해되면서 발생되는 염기성기들과 또한 저장 중에 산패정도가 높아질수록 식육의 pH는 높아지는 경향을 보인다고 보고하였으며(Holly 등, 1994), 또한 박 등(1997)은 저장 중의 pH의 증가는 온도가 높을수록 지방의 산패가 심하여 과산화물의 축적량이 많고 단백질분해에 의한 암모니아의 생성량이 크기 때문이라고 하였다.

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장 저장한 폭찹의 육색 변화를 Table 138에 나타내었다. 소비자들의 식육 구입 시 주요 관점은 외관형질 즉, 육색을 기초로 하여 구매한다(Zhu와 Brewer, 1998). 또한 육색은 돈육의 품질을 좌우하게 되고, 냉장돈육에서 정상적인 육색은 돈육산업에 있어서 대단히 중요하다(Warner 등, 1993). 육색은 주로 명도와 적색도를 주로 관찰하며 적색도가 높을수록 좋은 품질로 평가받고 있다. 가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cáceres 등, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L^*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguelmo 등, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a^*값은 감소한다고 보고되는데(Phillips 등, 2001), 명도는 저장 15일차에 유의적으로 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 보였고, 적색도는 증가하다가 다시 하였으나 저장 초기보다는 유의적으로 높게 나타났다. 황색도는 T2는 유의적으로 증가하였으나 나머지 처리구들은 유의적인 차이가 없었다. 최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon., 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식

품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott and Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다.

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장저장 한 폭챱의 TBARS와 VBN의 변화를 Table 139에 나타내었다. TBARS는 T1과 T2는 저장말기에 유의적으로 감소하였으나 T3와 T4는 저장 전 기간 동안 유의적인 차이가 없었다. 처리구간에서는 T1이 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($P<0.05$). 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산 화력이 우수한 것으로 보고(Pannala *et al.*, 1998)되고 있다. Choi 등(2003)은 녹차분말을 첨가하여 소시지를 제조하였을 때, TBARS가 감소하였다고 하였고, Kim 등(2002)은 솔잎 및 녹차 추출물을 이용하여 소시지를 제조하였을 때, 이들의 첨가에 의해 TBARS가 감소하였다고 하였으나, Kim 등(2005)은 이들의 첨가로 인한 지방산화 억제효과는 크게 나타나지 않았다고 상반된 결과를 보고하였다. Kim 등(2001)은 소시지에 감귤껍질을 첨가함으로써 소시지의 TBARS는 유의성은 인정되지 않았지만 대조구에 비해 낮은 수준을 보였다고 하였으며, Lee 등(2004)은 유자과피 분말을 함유한 유화형 소시지에서 저장 20일 이후 유자과피 분말 0.9% 첨가군이 대조구와 0.3%와 0.6% 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 가졌다고 하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유자과피 분말 첨가군 모두 유의적으로 증가하였다고 하였다. Lee 등(2003)은 뽕잎 및 감잎 분말을 0.04% 첨가한 소시지는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS을 나타내었으나, 뽕잎과 감잎분말을 첨가한 소시지 간에는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다. 식육이나 육제품의 품질을 평가하는데 유용한 항목인 TBARS에 대한 초기연구에서 TBARS치가 지방 함유 식품의 자동산화 정도를 측정하는데 적절한 방법이라고 제안되었으며(Sinnhuber와 Yu, 1977), 저장온도와 기간, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. Brewer 등(1992)은 신선육의 경우 malonaldehyde의 양이 0.2 mg/kg 이하 범위는 신선하다고 하였다. 한편, 휘발성 염기질소에 의한 저장성 판정에 있어서 생육 가식권의 한계는 30mg%라고 하였으며(高坂, 1975), 우리나라 식품공전에 신선육의 경우 20mg% 이하로 규정되어 있으나, 햄, 베이컨, 소시지 등 육가공 제품에는 그 규정치가 제시되어 있지 않다.

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장저장 한 폭챱의 염도 변화를 Table 140에 나타내었다. 염도는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였고 처리구간에서는 저장 1일차에 T1이 1.33으로 유의적으로 높았다. 나머지 저장기간에서는 유의적인 차이가 없었으나 전반적으로 염도가 높은 것은 이와 같은 결과는 양념에 포함되어 있던 염분이 삼투압의 차이로 인해 근육내로 침투하였기 때문으로 판단된다. 당도는 저장기간이 경과함에 따라 증가하였으며 처리구간에서는 일정한 경향은 없었다.

VBN은 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며 저장 30일차에 T4가 유의적으로 낮게 나타났다. 일반적으로 휘발성 염기태 질소화합물은 육류에 많이 오염되어 있는 *pseudomonas spp.* 등과 같은 gram negative bacteria에 의해 요소와 아미노산이 분해됨으로써 형성된다고 하였다(Lefebvre 등, 1994).

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장저장 한 폭찹의 가열감량의 변화를 Table 141에 나타내었다. 가열감량은 T2와 T4는 저장 15일차에 유의적으로 감소하였다가 저장 말기에는 증가하는 경향을 보였고 나머지 처리구들은 유의적인 차이가 없었다. 처리구간에서는 저장 초기 유의적인 차이가 있었으나 나머지 기간에는 유의적인 차이가 없었다.

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장저장 한 폭찹의 전단가의 변화를 Table 142에 나타내었다. 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon 등, 2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고된다(Choi 등, 2003). 조직감과 밀접한 관련이 있는 연도는 근원섬유단백질(myofibrillar proteins), 근육 세포골격 단백질(muscle cytoskeleton), 근육 내 결합조직(intramuscular connective tissue), 근섬유 내 수분함량(intrafiber water content)에 의해 영향을 받으며(Offer 등, 1989; Silva 등, 1993), 열처리 방법에 따라서도 전단가에서 유의적인 차이가 발생(Obuz et al., 2003)한다. 따라서 여러 가지 복잡한 요인들에 의해서 육류의 조직감과 함께 관능적 특성도 결정되기 때문에 조직감 측정은 품질을 평가하는 유효한 수단이 되고 있다. 전단가는 생육의 경우 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 T1을 제외한 가열육의 경우에도 동일한 경향이었다.

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장저장 한 폭챱의 조직감의 변화를 Table 143에 나타내었다. 육류의 화학적 조성도 육의 구조에 영향을 미치며, 물리적 성질을 결정하는데 관여한다. 이러한 복잡한 요인에 의해 육류의 조직감이 결정되고, 관능적 특성도 아울러 결정된다. 육의 조직감 측정은 육질을 평가하는데 가장 중요한 방법 중의 하나이며, 육류의 조직은 소비자들이 육의 맛을 평가하는데 중요한 기준이 된다.

저장기간이 경과함에 따라 T2 및 T4는 brittleness, hardness 및 gumminess가 유

의적으로 감소하였고($p<0.05$), chewiness는 T4, adhesiveness는 T3, T4에서 유의적으로 감소하였다. 나머지 조직 항목에서는 저장기간에 따른 차이는 없었다. 처리간에서 springiness는 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$), T2는 hardness가 낮았고, hardness와 springiness를 제외한 나머지 항목은 T1이 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$).

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장저장 한 폭찹의 총 균수의 변화를 Table 66에 나타내었다. Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열소시지에 토마토 주스 첨가 시 미생물수가 낮았다고 하였는데 이는 소시지에 투입된 토마토 주스의 낮은 pH에 기인하는 것으로 보고한 내용과 상이하였으며, 이러한 결과는 사용된 토마토의 농도와 형태, 제품 및 제조공정상 열처리 조건의 차이 등 여러 가지 요인들의 차이에 의한 것으로 판단된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토 분말과 토마토 페이스트를 갈은 고기에 투입하였을 때의 pH는 각각 5.1과 5.3이었으며, 자연건조 토마토분말에 미생물 수가 가장 많았음에도 불구하고 낮은 pH에 의해 호기성미생물 성장이 거의 없었고, 정제 라이코펜 투입 시 미생물수는 대조구보다 오히려 다소 높았다고 하여 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 없다고 보고하였다. Lamkey 등(1991)은 소시지에서 세균수가 10^8 CFU/g 수준이면 부패냄새가 나게 되어 식용이 불가능하다고 하였는데, 저장기간이 경과함에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 저장 15일차까지 T4가 유의적으로 낮았으나($p<0.05$), 저장 30일차에는 차이가 없었다. Ingram과 Dainty(1971)는 총균수가 7 $\log_{10}$CFU/㎠ 이상이 되면 육에서 이취가 발생하고 8 $\log_{10}$CFU/㎠수준이 되면 점액이 형성된다고 하였다. 본 연구에서의 발효 돈육은 이취나 제품의 관능상의 문제는 없는 것으로 판단되었다. Baranyi와 Roberts(1994)는 저장기간이 경과함에 따라 온도, pH, 수분활성도 등의 요인들에 의하여 미생물이 성장하게 된다고 하였으며, *Lactobacillus*나 *Leuconostoc*의 몇몇 특이 종들은 육표면의 끈적끈적한(slime) 물질을 생산하는 탄수화물 기질(carbohydrate substrates)로서 이용될 수 있기 때문에 (Cerning, 1990) 제품 제조 및 취급 시 유의하여야 한다. 한편, 육제품의 안전성 확보를 위해 병원성 미생물을 제거시키기 위한 가장 바람직한 방법은 방사선 조사이지만, 이취발생, 색상 변화와 이러한 품질 변화에 대한 소비자들의 반응 등 부정적인 측면도 있다고 보고(Ahn 등, 2000; Jo와 Ahn, 2000)되고 있다. 또한 가공햄에 공기조성변경포장(MAP) 적용 시 미생물 증식억제에 의해 유통기한이 증진된다 (Wang, 2001).

Table 137. pH of vacuum packed fermented porkchop during storage at 5℃

Treatments[1)]	Storage days			
	1	15	30	SE[2)]
T1	5.13^{Ab}	5.34^{Aa}	4.70^{Cc}	0.10
T2	5.04^{Bb}	5.24^{ABa}	4.80^{Bc}	0.06
T3	5.04^{Bb}	5.19^{ABa}	4.81^{Bc}	0.06
T4	5.14^{Aa}	5.12^{Ba}	4.95^{Ab}	0.03
SE[2)]	0.01	0.01	0.03	

[1)] Treatments are the same as in Table 87. [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [a,b] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 138. The salinity(%) and saccarinity (%) of vacuum packed fermented porkchop during storage at 5℃

	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
Salinity (%)	T1	1.00^{Bb}	1.00^{b}	1.67^{a}	0.12
	T2	1.33^{Aa}	1.00^{b}	1.50^{a}	0.09
	T3	1.00^{Bb}	1.00^{b}	1.50^{a}	0.08
	T4	1.00^{Bb}	1.00^{b}	1.50^{a}	0.08
	SE[2)]	0.06	0.00	0.04	
Saccarinity (%)	T1	17.00^{BCc}	18.33^{Bb}	20.00^{Aa}	0.47
	T2	18.33^{Ab}	20.00^{Aa}	19.00^{ABab}	0.31
	T3	18.00^{ABb}	18.33^{ABab}	19.67^{ABa}	0.33
	T4	16.33^{Cb}	19.33^{Ba}	18.67^{Ba}	0.48
	SE[2)]	0.29	0.28	0.22	

[1)] Treatments are the same as in Table 87. [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [a,b] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 139. Meat color of vacuum packed fermented porkchop during storage at 5℃

	Treatments[1]	Storage days			
		1	15	30	SE[2]
L*	T1	46.59^{ABa}	40.08^{Bb}	46.15^{Aa}	1.19
	T2	49.74^{Aa}	44.43^{Ab}	43.38^{Bb}	1.07
	T3	46.22^{Ba}	42.48^{ABb}	47.84^{Aa}	0.87
	T4	45.34^{Ba}	42.03^{ABb}	41.68^{Bb}	0.77
	SE[2]	0.66	0.66	0.79	
a*	T1	13.00^{Ab}	12.85^{Cb}	20.70^{Aa}	1.38
	T2	11.59^{Bc}	19.73^{Aa}	17.26^{Bb}	0.97
	T3	11.18^{Bb}	16.27^{Ba}	15.46^{Ba}	0.73
	T4	13.32^{Ab}	18.79^{Aa}	17.92^{ABa}	0.85
	SE[2]	0.32	0.32	0.71	
b*	T1	19.37^{A}	16.59^{C}	23.44^{A}	1.13
	T2	14.65^{Bb}	25.31^{Aa}	22.17^{ABa}	1.43
	T3	17.53^{AB}	19.07^{BC}	17.68^{B}	0.36
	T4	19.82^{A}	21.60^{B}	21.14^{AB}	0.32
	SE[2]	0.77	0.77	0.89	
C* (Chroma)	T1	23.34^{Ab}	21.00^{Cb}	31.29^{Aa}	1.66
	T2	18.71^{Bc}	32.09^{Aa}	28.10^{ABb}	1.69
	T3	20.80^{ABb}	25.07^{Ba}	23.49^{Bab}	0.58
	T4	23.88^{Ab}	28.64^{ABa}	27.72^{ABa}	0.75
	SE[2]	0.77	0.77	1.10	
H° (Hue angle)	T1	56.08^{Aa}	51.97^{Aab}	48.32^{Bb}	1.40
	T2	51.25^{B}	52.06^{A}	52.11^{A}	1.03
	T3	57.43^{Aa}	49.51^{Ab}	48.83^{Bb}	1.46
	T4	56.11^{Aa}	48.93^{Ab}	49.79^{ABb}	1.12
	SE[2]	0.93	0.93	0.58	

[1] Treatments are the same as in Table 87. [2] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [a,b] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 140. TBARS and VBN of vacuum packed fermented porkchop during storage at 5℃

	Treatments[1]	Storage days			
		1	15	30	SE[2]
TBARS (mg MA/kg)	T1	0.64^{Ca}	0.64^{Ba}	0.54^{Cb}	0.02
	T2	1.03^{Aa}	0.75^{ABb}	0.70^{Ab}	0.05
	T3	0.84^{B}	0.84^{A}	0.80^{A}	0.02
	T4	0.82^{B}	0.88^{A}	0.83^{A}	0.02
	SE[2]	0.04	0.03	0.03	
VBN (mg%)	T1	57.00^{Cb}	57.17^{Bb}	102.00^{Aa}	7.54
	T2	69.33^{Ac}	62.50^{ABb}	100.67^{Aa}	5.94
	T3	64.67^{Bb}	70.17^{Ab}	100.67^{Aa}	6.04
	T4	67.67^{ABa}	56.17^{Bc}	90.00^{Ba}	4.98
	SE[2]	1.54	2.31	1.75	

[1] Treatments are the same as in Table 87. [2] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [a,b] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 141. Cooking loss(%) of vacuum packed fermented porkchop during storage

Treatments[1)]	Storage days			
	1	15	30	SE[2)]
T1	32.55^{B}	25.71	31.27	1.46
T2	38.40^{Aa}	28.01^{b}	36.50^{a}	1.88
T3	36.23^{AB}	26.66	30.54	2.00
T4	32.72^{Ba}	24.57^{b}	27.52^{b}	1.35
SE[2)]	0.97	0.91	1.52	

[1)] Treatments are the same as in Table 87. [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [a,b] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 142. Shear force(g/cm^2) of vacuum packed fermented porkchop during storage

	Treatments[1)]	Storage days			
		1	15	30	SE[2)]
Raw	T1	3.02^{Cb}	4.34^{Aa}	2.64^{Cb}	0.27
	T2	6.43^{Ba}	4.38^{Ab}	2.19^{Dc}	0.61
	T3	6.09^{Ba}	3.48^{Bc}	4.30^{Ab}	0.39
	T4	8.26^{Aa}	3.45^{Bb}	2.99^{Bc}	0.84
	SE[2)]	0.57	0.15	0.24	
Cooked	T1	3.46^{Bb}	3.64^{Bb}	4.43^{Aa}	0.15
	T2	3.56^{Ba}	2.87^{Cb}	1.99^{Dc}	0.23
	T3	2.93^{Ca}	2.37^{Db}	2.40^{Cb}	0.10
	T4	4.36^{Aa}	4.19^{Aa}	3.67^{Bb}	0.11
	SE[2)]	0.16	0.21	0.30	

[1)] Treatments are the same as in Table 87. [2)] Pooled standard errors of the mean.
[A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.
[a,b] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 143. Texture properties of vacuum packed fermented porkchop during storage

	Treatments[1]	Storage days			
		1	15	30	SE[2]
Brittleness (kg)	T1	1.30^{B}	1.06^{B}	1.28	0.06
	T2	1.66^{Aa}	1.09^{Bb}	1.32^{ab}	0.10
	T3	1.63^{A}	1.50^{A}	1.61	0.09
	T4	1.82^{Aa}	1.29^{ABb}	1.37^{b}	0.09
	SE[2]	0.06	0.07	0.08	
Hardness (kg)	T1	1.32^{Cb}	1.32^{Bb}	1.49^{Ba}	0.03
	T2	1.79^{Ba}	1.43^{Bb}	1.47^{Bb}	0.06
	T3	1.75^{Bb}	1.68^{Ab}	1.88^{Aa}	0.04
	T4	2.29^{Aa}	1.63^{Ab}	1.60^{Bb}	0.12
	SE[3]	0.10	0.05	0.06	
Cohesiveness (%)	T1	0.60	0.44^{B}	0.44^{B}	0.04
	T2	0.63	0.53^{A}	0.40^{B}	0.06
	T3	0.64	0.43^{B}	0.49^{AB}	0.05
	T4	0.52	0.49^{AB}	0.57^{A}	0.02
	SE[2]	0.05	0.02	0.02	
Springiness (㎜)	T1	1.16	1.00	1.05	0.04
	T2	1.22	1.12	1.00	0.07
	T3	1.27	1.01	1.10	0.08
	T4	1.03	1.04	1.13	0.03
	SE[2]	0.07	0.02	0.02	
Gumminess (kg)	T1	0.78	0.59^{B}	0.69^{B}	0.04
	T2	1.11^{a}	0.76^{Aab}	0.59^{Bb}	0.10
	T3	1.11	0.73^{A}	0.92^{A}	0.10
	T4	1.19^{a}	0.80^{Ab}	0.90^{Ab}	0.06
	SE[2]	0.09	0.03	0.05	
Chewiness (kg/㎜)	T1	0.92	0.59^{B}	0.73^{AB}	0.08
	T2	1.44	0.85^{A}	0.59^{B}	0.20
	T3	1.54	0.74^{AB}	1.02^{A}	0.22
	T4	1.24^{a}	0.83^{Ab}	1.02^{Aab}	0.07
	SE[2]	0.20	0.04	0.07	
Adhesiveness	T1	0.40^{Da}	0.22^{Bc}	0.31^{Bb}	0.03
	T2	0.60^{Ba}	0.38^{Ab}	0.29^{Bc}	0.05
	T3	0.50^{Ca}	0.43^{Aab}	0.34^{Bb}	0.03
	T4	0.68^{Aa}	0.41^{Ab}	0.46^{Ab}	0.04
	SE[2]	0.03	0.03	0.02	

[1] Treatments are the same as in Table 87. [2] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [a,b] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 144. Total plate counts (log_{10} CFU/g) of vacuum packed fermented porkchop during storage at 5℃

Treatments[1)]	Storage days			
	1	15	30	SE[2)]
T1	5.14^{Ac}	6.23^{Ab}	6.46^{Ba}	0.20
T2	4.71^{Bc}	6.22^{Ab}	6.85^{Aa}	0.32
T3	4.26^{Cc}	5.87^{Bb}	6.68^{ABa}	0.36
T4	3.73^{Dc}	4.81^{Cb}	6.73^{ABa}	
SE[2)]	0.16	0.18	0.06	

[1)] Treatments are the same as in Table 87. [2)] Pooled standard errors of the mean. [A,B] : Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [a,b] : Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 145. Sensory score[1] of vacuum packed fermented porkchop during storage at 5℃

	Treatments[1]	Storage days			
		1	15	30	SE[2]
Color	T1	6.2^{Bb}	6.9^{a}	6.4^{Bab}	0.11
	T2	7.3^{A}	6.9	6.8^{B}	0.12
	T3	6.8^{AB}	6.7	6.9^{AB}	0.11
	T4	6.7^{AB}	6.9	7.3^{A}	0.17
	SE[2]	0.17	0.05	0.11	
Flavor	T1	7.0^{a}	6.8^{ab}	6.1^{b}	0.18
	T2	7.2	6.9	6.3	0.19
	T3	7.2	6.9	6.4	0.19
	T4	7.3^{a}	6.9^{ab}	6.4^{b}	0.17
	SE[3]	0.18	0.05	0.15	
Aroma	T1	7.2	7.1	6.4	0.16
	T2	7.2	7.3	6.8	0.17
	T3	7.2	7.3	6.9	0.17
	T4	7.4	7.3	7.0	0.14
	SE[2]	0.12	0.08	0.18	
Tenderness	T1	6.7	6.5	6.4	0.14
	T2	7.1	6.5	6.6	0.15
	T3	6.9	6.4	6.7	0.13
	T4	6.9	6.6	6.7	0.14
	SE[2]	0.10	0.07	0.16	
Juiciness	T1	6.2	6.1	6.1	0.09
	T2	6.2	6.1	6.2	0.10
	T3	6.3	6.0	6.4	0.09
	T4	6.1	6.1	6.3	0.09
	SE[2]	0.05	0.03	0.13	
Overall acceptability	T1	6.9^{a}	6.7^{ab}	6.2^{Bb}	0.14
	T2	7.2	7.0	6.4^{AB}	0.16
	T3	7.2	6.8	6.9^{AB}	0.17
	T4	7.1	7.0	7.1^{A}	0.11
	SE[2]	0.15	0.09	0.14	

[1] Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. [2] Treatments are the same as in Table 87. [3] Pooled standard errors of the mean. [a,b] Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. [A,B] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

5일간 마리네이딩 용액에 발효 숙성시킨 후 진공 포장하여 냉장저장 한 폭챱의 관능적 특성의 변화를 Table 145에 나타내었다. 육색은 T3와 T4가 유의적으로 좋은 점수를 얻었고(P<0.05), 이러한 결과로서 전체적인 기호도가 양호하였으며 처리간에서는 T1이 6.2점으로 유의적으로 낮았다(p<0.05).

② 요약

폭찹의 경우 pH는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였으며, 처리구간에서는 저장 15일차에는 T4, 저장 30일차에는 T1이 유의적으로 낮았다. 육색은 주로 명도와 적색도를 주로 관찰하며 적색도가 높을수록 좋은 품질로 평가받고 있다. 명도는 저장 15일차에 유의적으로 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 보였고, 적색도는 증가하다가 다시 하였으나 저장 초기보다는 유의적으로 높게 나타났다. 황색도는 T2는 유의적으로 증가하였으나 나머지 처리구들은 유의적인 차이가 없었다. 염도는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였고 처리구간에서는 저장 1일차에 T1이 1.33으로 유의적으로 높았다. 나머지 저장기간에서는 유의적인 차이가 없었으나 전반적으로 염도가 높은 것은 이와 같은 결과는 양념에 포함되어 있던 염분이 삼투압의 차이로 인해 근육내로 침투하였기 때문으로 판단된다. 당도는 저장기간이 경과함에 따라 증가하였으며 처리구간에서는 일정한 경향은 없었다. VBN은 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며 저장 30일차에 T4가 유의적으로 낮게 나타났다. 가열감량은 T2와 T4는 저장 15일차에 유의적으로 감소하였다가 저장 말기에는 증가하는 경향을 보였고 나머지 처리구들은 유의적인 차이가 없었다. 처리구간에서는 저장 초기 유의적인 차이가 있었으나 나머지 기간에는 유의적인 차이가 없었다. 전단가는 생육의 경우 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 T1을 제외한 가열육의 경우에도 동일한 경향이었다. 저장기간이 경과함에 따라 T2 및 T4는 brittleness, hardness 및 gumminess가 유의적으로 감소하였고(p<0.05), chewiness는 T4, adhesiveness는 T3, T4에서 유의적으로 감소하였다. 나머지 조직 항목에서는 저장기간에 따른 차이는 없었다. 처리 간에서 springiness는 유의적인 차이가 없었으며(p>0.05), T2는 hardness가 낮았고, hardness와 springiness를 제외한 나머지 항목은 T1이 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05). 저장기간이 경과함에 따라 총 균수는 유의적으로 증가하였으며(p<0.05), 저장 15일차까지 T4가 유의적으로 낮았으나(p<0.05), 저장 30일차에는 차이가 없었다. 관능적 특성의 경우 육색은 T3와 T4가 유의적으로 좋은 점수를 얻었고(P<0.05), 이러한 결과로서 전체적인 기호도가 양호하였으며 처리 간에서는 T1이 6.2점으로 유의적으로 낮았다(p<0.05).

3) 전체 육제품의 품질 요약

올리브 열풍건조 토마토 분말과 라이코펜을 함유한 다양한 공정에 적용시킬 수 있는 제품 류 즉, 소시지, 미트 패티, 햄, 그릴드 스테이크, 육포, 양념육, 토마토 발효 폭찹을 개발하고 이에 대한 품질특성을 조사하였다.

최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon., 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다.

소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott and Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. 한편, 대조구에 비해 첨가구들의 TBARS값이 대부분 제품에서 낮게 나타났다. 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala *et al.*, 1998)되고 있다. 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon 등, 2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고되는데(Choi 등, 2003), 개발제품에 있어서 조직특성은 관능적 성적과 비교 시 양호하였다. 토마토 소재물들은 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 인정하기 어려웠다. Ingram과 Dainty(1971)는 총 균수가 7 log CFU/㎠ 이상이 되면 육에서 이취가 발생하고 8 log CFU/㎠수준이 되면 점액이 형성된다고 하였으나 본 연구 조건에서의 개발된 제품류들은 이취나 제품의 관능상의 문제는 없는 것으로 판단되었고 전체적인 기호도 또한 양호한 점수를 얻었다.

이상의 여러 가지 품질특성 측면 고찰에서 본 연구의 개발제품에 대한 토마토 소재물의 적용은 상품화 가능성이 있음이 입증되었다.

2. 천연 라이코펜 및 한방소재 물질을 이용한 육제품 기술 정립

1) 한방물질의 기능성 성분 탐색

본 실험은 기능성 육제제품을 제조하기 위한 한방추출물의 항균 및 항산화 특성을 조사하기 위해 실시하였다. 육제품에 기능성을 부여하기위한 한방 재료는 동양에서 말하는 보양 소재는 다음과 같다. 수유는 본경소증에 의하면 맛이 시고 기는 평하다. 심한 사기로 생긴 한열을 다스리고 속을 태우고 차가운 습으로 생긴 비층을 치료한다. 또한 오랫동안 복용하면 몸이 가벼워진다. 축은 맛이 맵고 기는 차갑다. 발기부전과 음양이 끊어진 손상, 음경 속 동통을 치료한다. 소변을 잘 내보내고 기력을 복돋고 뜻을 강화한다고 한다(신농본초경).
보기 소재는 다음과 같다. 연자육은 맛은 달고, 기는 평하며 중초를 보하고 신체를 기르며 기력을 북돋우고 허기가 없어지고 오랜 사는 특징이 있다. 황기는 오장사이에 있는 나쁜 피를 몰아내며 남자의 허손을 그치고 복통설사를 치료하며 기를 돋구고 음기를 좋게 하며 백수에서 나오는 것은 기가 서늘하고 인체를 보한다(명의 별록). 백출은 주로 소화를 돕는 약재로 사용하나 그 맛이 쓰고 매우며 성질은 따뜻하며 습을 없애고 비를 튼튼하게 하며 땀을 나게 하고 풍을 없애며 눈을 밝게 한다. 감초는 맛이 달며 기는 평하며 오장육보의 한열과 사기를 치료하며 근골을 강화하고 기육을 기르며 힘을 키운다. 외상으로 생긴 종기를 치료하고 해독한다. 몸이 가벼워지고 장수한다. 속을 데우고 기침을 치료하며, 갈증 및 혈맥 소통에 좋다(신농본초경, 명의 별록). 보혈 소재는 다음과 같다. 복령은 본래 노송 영기가 가라앉아 응결하여 생긴 것으로서 소갈을 그치고 수면장애에 좋으며, 오줌을 잘 나오게 하고 담과 물이 막혔을 때 가슴을 열고 내장 기를 조절하고 음을 기르고 신을 보호하고 중초를 지키며 풍으로 생긴 허증, 5가지 과로와 정서장애와 건망증 등을 치료하는 효과가 있다. 구기자는 맛은 쓰고 차가우며 다섯 가지 내부사기를 다스리며, 혈액순환을 좋게 하여 내부 열, 소갈, 주비, 풍습을 치료한다. 오랜 복용은 근골이 강해지고 몸이 가벼워지고 장수에 좋으며 추위와 더위를 잘 견디며 대 소장을 이롭게 한다. 갈근의 맛은 달고, 기는 평하며 소갈을 치료하고 여러 가지 저리고 막힌 증상을 치료하며 음기를 일으키고 여러 가지 독을 풀어준다. 혈액순환에 도움이 되며 상한과 중품으로 생긴 두통을 치료한다. 진피는 맛이 쓰고 성질은 따뜻하며 폐, 비경을 작용하며 기를 잘 돌아가게 하고 가슴이 답답한 증세를 개선하며 습을 없앤다고 알려져 있다. 항암소재로는 백굴채, 차전자 육계 및 봉출을 선택하여 실험을 실시하였다.

(1) 시료 및 시료준비

실험재료는 지역시장에서 구입하였으며, 한약 재료로는 황기, 진피, 감초, 육계, 산수유, 봉출, 연자육, 갈근, 백굴채, 복령, 복분자, 백출, 흑축, 차전자, 구기자였다. 한약 재료는 105 ℃에서 시료: 증류수의 비율을 1 : 10으로 첨가하여 24시간동안 가

열하여 추출한 다음 여과지(커피여과지)를 이용하여 여과 후 실험에 이용하였다. 추출 후에는 미생물이나 기타 상온에서 오는 변성을 막기 위해 용기에 밀봉한 후 멸균시켜(102 ℃/15 min) 냉동 보관해두었다가 실험에 이용하였다.

(2) 기능성 평가

① 항균활성 평가

디스크 확산법 시험을 위해 플라스틱 페트리디쉬(15×90 mm, Bacton- Dickinson, USA), 여지디스크(8 mm, Lot No D0811606, Toyo Roshi Kaisha, Ltd. Japan), 34 ℃ Incubator(Model No. 137925, Barnstead/Thermolyne, USA)가 사용되었다.

시험용 균주 배양 및 처리를 위해서 항균 활성 평가에 사용된 균주로는 동결 건조된 *Bacillus cereus*(ATCC 11778IFO 3836), *Escherichia coli*(ATCC 11775), *Salmonella typhimurium*(ATCC 14028), Staphylococcus aurecus(ATCC 12692), *Pseudomonas aeruginosa*(00247 ATCC 7700IFO 3899NRRL B-23), *Yeast Candida albicans*(00432 ATCC 10231IFO 1594) 을 한국식품개발연구원에서 분양받아 2대 계대배양한 이후 사용하였다. 청결하고 건조한 핀셋을 사용하여 7개의 8 mm 여지디스크를 페트리디쉬 뚜껑에 놓고 시료용액, 열수추출물 40 μl, 에탄올 추출물 100 μl, 메탄올 추출물 100 μl를 각각 디스크에 주입하였다. 시료 주입량의 정확성을 기하기 위하여 미리 시료용액 20 μl를 취하여 피펫팁을 적신 후 방출한 다음 다시 20 μl를 정확히 취해 디스크에 조심스럽게 가하였다. 열수 추출물은 2회 에탄올 메탄올 추출물은 5회 주입하였다. 디스크를 평판배지의 가장자리로부터 최소 30 mm 간격을 유지하면서 배지 표면에 놓고 핀셋으로 가볍게 2회 두드려 압착하였다. 핀셋은 매 시료마다 증류수에 세척하여 사용하였다. 평판비지는 뚜껑을 아래로 향하게 하여 34 ℃에서 16~18시간 동안 배양하였다. 이 때 음성 표준 시료는 억제환을 가지지 않고 양성은 억제환을 가지고 있다. 생육저해환의 직경이 8.0 mm은 '-', 8.1~8.4 mm는 ±, 8.5~9.0 mm은 +, 9.0~9.9 mm은 ++, 10.0~11.5 mm은 +++, 11.5~13.5 mm ++++로, 13.5 mm 이상은 +++++로 표시하여 항균력을 비교하였다. 디스크 확산법의 결과판정을 위해 평판배지를 배양기에서 꺼내어 실온에서 약 10분간 방치한 이후 판정하였다.

② TBA(Thiobarbituric Acid Reaction)를 이용한 항산화 평가

근육 조직 내 지방 산패정도는 Witte 등(1970)의 방법을 이용하여 TBA extraction method로 측정하였다. 추출물 20 ml에 돈육 지방 5g을 첨가하여 30℃ 항온 수조에 넣어 6시간동안 방치 후 실험을 실시하였다. 이를 균질화 한 후 25 ml로 whatman No 1 여과지를 이용하여 여과하였다 이를 thiobarbituric acid를 첨가하여 암실에서 15시간 발색시킨다. 발색된 용액을 spectrometer로 530 nm에서 흡광도를 측정하여 측정치에 5.2를 곱하여 ppm 단위로 환산하였다. 이때 샘플 고유의 흡광도를 제외 시키기 위해 각 샘플마다의 TCA를 첨가하지 않은 값을 제외시켜 주었다.

$$TBA(ppm) = Absorbance \times 5.2$$

(3) 결과 및 고찰

① 항균활성

Table 155. The results of antimicrobial activity of various extracts

Science name	Microbials[1)]					
	Sal	E.coli	St	Pseu	Ba	Ye
Astragalus membranaceus	±	−	+	−	−	−
Aurantii nobilis pericarpium	±	−	−	−	−	−
Glycyrrhiza uralensis	±	−	−	−	−	−
Cinnamomi cortex	−	+++++	−	−	−	−
Cornus officinalis	±	−	−	++	−	−
Curcuma zedoaria	+	−	−	±	−	−
Nelumba nucifera Gaerth (Nymphaeaceae)	+	±	−	+	−	−
Radix puerariae	−	−	−	−	−	−
Arrowroot, Bundle	−	−	−	−	−	−
Poria cocos	+++	+++	+++++	+++	−	++
Rubus coreanus Miquel fruit	−	−	−	−	−	−
Rhizoma Atractylodis	−	−	−	−	−	−
Morning glory seeds	−	−	−	−	−	−
Plantaginis Semen	−	−	−	−	++	−

[1)]Ba=*Bacillus cereus*(ATCC 11778IFO 3836), E.coli=*Escherichia coli*(ATCC 11775), Sal=*Salmonella typhimurium*(ATCC 14028), St=Staphylococcus aurecus(ATCC 12692), Pseu=*Pseudomonas aeruginosa*(00247 ATCC 7700IFO 3899NRRL B-23), Ye=*Yeast Candida albicans*(00432 ATCC 10231IFO 1594).

Zone diameter (8.0 mm = −; 8.1~8.4 =±; 8.5~9.0 = +; 9.0~9.9 = ++; 10.0~11.5 = +++; 11.5~13.5 = ++++; 13.5 obove = +++++).

S*almonella spp*에 대한 항균활성에 있어 산수유는 9.0mm의 항균활성면적을 복분자의 경우 9.5 mm 항균활성면적을 나타내었다. E. *coli* 에 대한 항균활성실험의 경우 육계가 9.2 mm 연자육이 9.1 mm, 갈근이 9.0 mm, 복분자가 9.5 mm로 활성도가 나타났다.

또한 *stapyrococcus*에 대한 항균활성의 경우 육계와 복분자가 각각 8.9 mm, 9.6 mm의 항균활성도를 나타내었다. *Pseudomonas*에 대한 항균활성의 경우 산수유와 봉출이 각각 9.0 mm의 활성도를 나타내었으며, 복분자는 9.5 mm의 활성도를 나타내었다.

*Bacillus*에 대한 항균활성의 경우 녹각, 연자육, 갈근, 차전자, 구기자가 9.0 mm 정도의 활성을 나타내었다. 전체적으로 복분자가 가장 높은 항균활성을 나타내었으며 S*almonella spp*, *E. coli, Stapyrococcus, Pseudomonas* 등의 균에서도 균일하게 높은 항균력을 나타내었다. 또한 육계, 산수유, 연자육, 갈근등도 2종의 미생물에 활

성을 나타내었다.

② 항산화성

Table 156. TBARS values of tested extracts

Science name	TBARS
Astragalus membranaceus	0.14
Aurantii nobilis pericarpium	0.12
Glycyrrhiza uralensis	0.12
Cinnamomi cortex	0.12
Cornus officinalis	0.54
Curcuma zedoaria	0.24
Nelumba nucifera Gaerth (Nymphaeaceae)	0.24
Radix puerariae	0.13
Arrowroot, Bundle	0.11
Poria cocos	0.33
Rubus coreanus Miquel fruit	0.15
Rhizoma Atractylodis	0.31
Morning glory seeds	0.24
Plantaginis Semen	0.24
Lycium barbarum fruit	0.32

황기, 진피, 감초, 육계, 백굴채(A, B, C, E J)는 각각 0.13, 0.11, 0.12, 0.12, 0.11 unit로 상대적으로 TBARS value가 낮아 산화에 안정적이었으나, 산수유, 구기자는 0.54, 0.72 unit로 다른 것들 보다 산화가 많이 진행되었음을 알 수 있었다.

(4) 요약

이상의 결과 구기자, 갈근, 복분자, 산수유, 백출, 갈근, 감초를 예비실험을 통해서 식육과 조화가 잘되었다. 이에 이를 이용한 육제품 제조를 위해 사용하였다.

2) 토마토 분말 및 한방물질 함유 육제품 개발

(1) 토마토 분말 및 한방소재 물질 함유 저염 저지방 소시지

① 재료 및 방법

a. pH

시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

b. 가열감량

시료를 2 ㎝ 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고 지퍼백에 넣어 water bath에서 심부온도가 70℃에 도달할 때까지 가열하여 식힌 후 시료의 무게를 측정하여 가열 전후 무게 차이를 가열 전 무게에 대한 백분율로 산출하였다.

c. 보수력

마쇄한 시료를 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다.

보수력(%) = [(총 시료 중량-유리 수분 중량)/(총 시료 중량)]×100

d. Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)

Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 저장 중 가열 및 미가열 각각의 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μL와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화 시킨 후 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 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정한 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malondialdehyde)/kg으로 나타내었다.

e. Volatile basic nitrogen(VBN)

高坂(1975)의 방법을 이용하여 세절육 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 14,000rpm으로 5분간 균질한 후 균질액을 whatman No. 1로 여과하여 여과액 1 mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01N 붕산용액 1㎖와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접착부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K_2CO_3 1 mL를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37℃에서 120분간 배양 후 0.02N H_2SO_4로 적정하여 다음과 같이 구하였다.

VBN(mg%)=(a−b)×f×0.02×14.007×/S×100×100

a: samlpe mL, b: blank mL, S: sample wt, f: 0.02N H_2SO_4 factor

f. 육색

Chromameter(CR 400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 동일한 방법으로 5회 반복하여 측정하여 명도(lightness)를 나타내는 L^*값, 적색도(redness)를 나타내는 a^*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^*값과 CIE값을 이용하여 saturation index인 C^*(Chroma value=$[a^{*2}+b^{*2}]^{1/2}$) 및 H°(Hue angel=$\tan^{-1}[^{b*/a*}]$) 값을 측정하였다. 이때 표준색은 L^*값이 89.2, a^*값이 0.921, b^*값이 0.783인 표준색판을 사용하여 표준화한 다음 측정하였다.

g. 조직감 및 전단가

조직감은 mastication test로 adapter No. 5의 구형 plunger를 이용하여 측정하였다. 이 때 분석 조건은 chart speed 120 mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 60 mm/min, 시료높이 20 mm로 하였다. 조직감은 표면경도(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 조사하였다. 전단가는 Rheometer(EZtest, shimadze, Japan)를 이용하여 shearing cutting test로 측정하였으며, 이 때 분석조건은 chart speed 120/mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 20 mm/sec, 시료높이 20 mm, adapter No. 4로 측정하였다.

h. 총 세균

총 균수(Total plate counts)는 시료 10 g을 1% peptone수 90 mL에 넣고 bagmixer로 균질 시킨 다음 1 ml를 채취하여 준비된 9 mL peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(plate counter agar, Difco)에 평판 배양하여 32℃에서 2일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

i. 대장균

대장균(*Escherichia coli*)은 시료 10g을 1% peptone수 90 mL에 넣고 bag−mixer로 균질 시킨 다음 1 mL를 채취하여 준비된 9ml peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(MaCConkey agar, Difco) 에 평판 배양하여 37℃에서 1일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

j. 관능검사

잘 훈련된 관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 평가 시 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

k. 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 실험치의 평균값과 표준오차(standard errors of the mean)를 구하였다.

② 결과 및 고찰

Table 157. Sausage formula mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth

Items	Treatments[1)]					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pork loin	72.72	72.72	72.72	72.72	72.72	72.72
ice/water	7.83	6.43	6.08	6.96	4.68	5.21
Fat	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45
NaCl	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
KCL	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
$NaNO_2$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Phosphate	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
sugar	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
MSG	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Seasoning-A	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Squid oil	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55
Sub-total	98.45	98.05	98.7	100.58	99.3	100.83
Tomato powder	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Lycium barbarum fruit extract		2.6			2.6	
Rhizoma Atractylodis extract			3.25		3.25	3.25
Radix puerariae extract				1.63		1.625

[1)] T1=Tomato powder, T2=Tomato powder+Plantaginis semen, T3=Tomato powder+Plantaginis semen, T4=Tomato powder+Nelumba nucifera Gaerth, T5=Tomato powder+Plantaginis semen+Plantaginis semen, T6=Tomato powder+Plantaginis semen+Nelumba nucifera Gaerth.

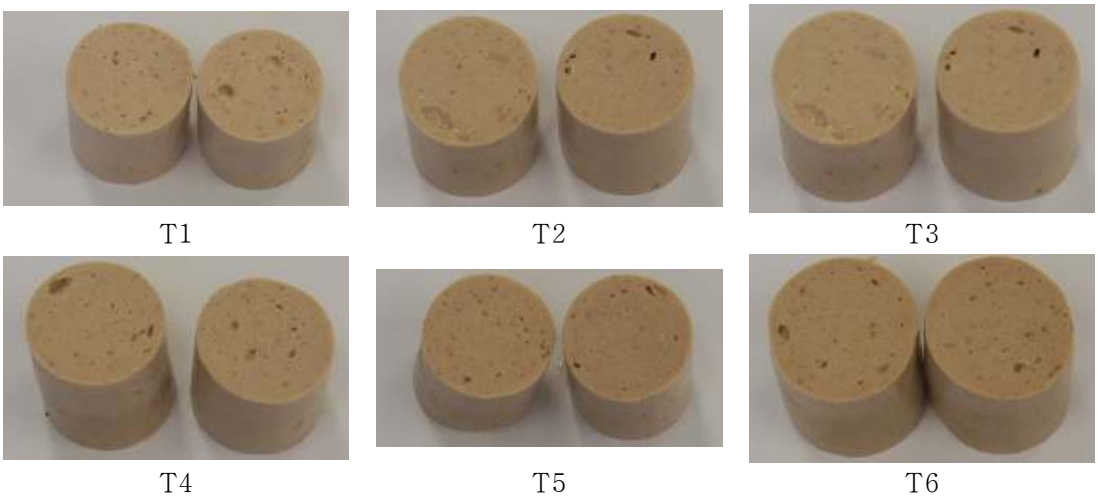


Fig. 8. Figure of sausages using tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit and Nelumba nucifera Gaerth. Treatments are the same as the described in Table 157.

Table 158. Texture profine of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth during storage

Storage(days)	Treatments[1)]	Hardness	Surface hardness	Cohesiv-eness	Springn-ess	Gummi-ness	Chewin-ess	Adhesiv-eness
1	T1	0.36^{b}	0.30^{ab}	0.75	1.34	0.26	0.44	0.15^{ab}
	T2	0.41^{a}	0.34^{a}	0.62	1.12	0.25	0.28	0.17^{a}
	T3	0.36^{b}	0.30^{ab}	0.63	1.17	0.23	0.27	0.13^{bc}
	T4	0.33^{b}	0.22^{c}	0.59	1.00	0.19	0.19	0.17^{a}
	T5	0.33^{b}	0.24^{bc}	0.55	1.02	0.18	0.19	0.14^{bc}
	T6	0.32^{b}	0.25^{bc}	0.60	1.01	0.20	0.20	0.17^{a}
	p	0.00	0.00	0.64	0.48	0.58	0.56	0.00
7	T1	0.38^{b}	0.29^{ab}	0.57	1.02	0.22^{b}	0.22^{b}	0.15^{b}
	T2	0.42^{a}	0.31^{a}	0.62	1.08	0.26^{a}	0.28^{a}	0.16^{ab}
	T3	0.35^{bc}	0.29^{ab}	0.58	1.02	0.20^{b}	0.21^{b}	0.14^{c}
	T4	0.34^{c}	0.32^{a}	0.60	1.02	0.20^{b}	0.21^{b}	0.18^{a}
	T5	0.34^{c}	0.25^{bc}	0.59	1.05	0.20^{b}	0.21^{b}	0.13^{c}
	T6	0.34^{c}	0.21^{c}	0.61	1.01	0.20^{b}	0.21^{b}	0.18^{a}
	p	0.00	0.00	0.48	0.11	0.00	0.00	0.00
21	T1	0.39^{ab}	0.29^{ab}	0.59	1.03	0.23^{abc}	0.24	0.16^{a}
	T2	0.42^{a}	0.32^{ab}	0.59	1.00	0.25^{a}	0.25	0.16^{a}
	T3	0.37^{bc}	0.29^{ab}	0.60	1.07	0.22^{abc}	0.24	0.12^{b}
	T4	0.34^{c}	0.23^{c}	0.59	1.00	0.20^{c}	0.20	0.17^{a}
	T5	0.40^{ab}	0.28^{b}	0.58	1.04	0.23^{ab}	0.24	0.15^{a}
	T6	0.34^{c}	0.33^{a}	0.62	1.01	0.21^{bc}	0.21	0.17^{a}
	p	0.00	0.00	0.62	0.16	0.02	0.06	0.00
28	T1	0.38^{ab}	0.30^{ab}	0.58^{b}	1.05^{a}	0.22	0.24	0.16^{c}
	T2	0.40^{a}	0.30^{ab}	0.61^{b}	1.04^{a}	0.24	0.25	0.18^{abc}
	T3	0.37^{ab}	0.28^{b}	0.57^{b}	1.03^{a}	0.21	0.21	0.13^{d}
	T4	0.37^{b}	0.20^{d}	0.63^{b}	1.06^{a}	0.23	0.25	0.20^{a}
	T5	0.36^{b}	0.24^{c}	0.66^{b}	1.12^{a}	0.24	0.27	0.17^{bc}
	T6	0.33^{c}	0.32^{a}	1.05^{a}	0.24^{b}	0.21	0.20	0.19^{ab}
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.41	0.00

[1)] Treatments are the same as the described in Table 157.

[a-d]Means are significantly different within the same column.

0.8% 토마토를 함유한 기본 배합비(T1)에 2.6% 구기자(T2), 3.25% 백출(T3), 1.63% 갈근(T4), 2.6% 구기자와 3.25% 백출 첨가(T5), 3.25% 백출과 1.63% 갈근 처리구(T6) 소시지의 품질 특성의 조사 결과를 조사하였다. Table 2는 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 조직감 특성에 미치는 영향에 대한 표이다. 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon 등, 2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고된다(Choi 등, 2003). 저장 1일차 경도는 구기자 및 토마토 분말 혼합 처리구인 T2가 가장 높게 나타났으며, 다른 시험구는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장 1일차 표면경도는 T2가 가장 높았고, T4가 가장 낮은 표면경도를 나타내었다. 저장 1일차 탄력성, 검성, 씹힘성은 시험구 간 유의적인 차이가 없었으나, 부착성은 T2, T4, T6가 가장 높게 나타났고, 모든 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 부착성을 나타내었다. 이상의 결과 저장 1일차 구기자는 경도, 표면경도, 부착성을 증가시키고, 백출은 표면경도를 증가시키는 것으로 여겨진다. 하지만 갈근은 조직감에 영향이 미약한 것처럼 나타났다.

저장 7일차에는 경도, 표면경도 및 씹힙성의 경우 T2가 가장 높게 나타났으며, 부착성은 T4 및 T6가 가장 높게 나타났다. 저장기간에 따라 T1의 탄력성 응집성 및 씹힘성은 저장 7일부터 감소하여 28일까지 일정하게 유지하였다. 저장기간에 따라 T2의 탄력성 및 씹힘성은 저장기간 동안 감소하였다. 저장 기간 동안 T3 및 T4의 탄력성은 저장 7일부터 감소하는 경향이었다. 하지만 T4는 저장 21일까지 일정하다가 저장 28일차에 증가하는 경향이었다. 조직감과 밀접한 관련이 있는 연도는 근원섬유단백질(myofibrillar proteins), 근육 세포골격 단백질(muscle cytoskeleton), 근육내 결합조직(intramuscular connective tissue), 근섬유 내 수분함량(intrafiber water content)에 의해 영향을 받으며(Offer 등, 1989; Silva 등, 1993), 열처리 방법에 따라서도 전단가에서 유의적인 차이가 발생(Obuz et al., 2003)한다. 따라서 여러 가지 복잡한 요인들에 의해서 육류의 조직감과 함께 관능적 특성도 결정되기 때문에 조직감 측정은 품질을 평가하는 유효한 수단이 되고 있다.

Table 159. TBARS values of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth during storage

Treatments[1)]	Storage (days)				SE	*p*
	1	7	21	28		
T1	1.19^{Ad}	1.07^{Be}	0.92^{Cc}	1.03^{Bcd}	0.03	0.00
T2	1.93^{Ab}	1.94^{Ab}	1.59^{Bb}	1.69^{Bb}	0.05	0.00
T3	1.16^{Bde}	1.27^{Bd}	2.01^{Aa}	2.03^{Aa}	0.13	0.00
T4	2.21^{Aa}	2.22^{Aa}	1.54^{Bb}	1.31^{Bc}	0.13	0.00
T5	1.66^{c}	1.65^{c}	1.48^{b}	1.79^{ab}	0.04	0.06
T6	1.06^{Be}	1.22^{Ade}	1.04^{Bc}	1.02^{Bd}	0.03	0.00
SE	0.11	0.10	0.11	0.11		
p	0.00	0.00	0.00	0.00		

1) Treatments are the same as the described in Table 157.

$^{A-D}$Means are significantly different within the same row.

$^{a-d}$Means are significantly different within the same column.

Table 159은 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 중 TBARS 결과를 나타낸 표이다. 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala *et al.*, 1998)되고 있다. Choi 등(2003)은 녹차분말을 첨가하여 소시지를 제조하였을 때, TBARS가 감소하였다고 하였고, Kim 등(2002)은 솔잎 및 녹차 추출물을 이용하여 소시지를 제조하였을 때, 이들의 첨가에 의해 TBARS가 감소하였다고 하였으나, Kim 등(2005)은 이들의 첨가로 인한 지방산화 억제효과는 크게 나타나지 않았다고 상반된 결과를 보고하였다. Kim 등(2001)은 소시지에 감귤껍질을 첨가함으로써 소시지의 TBARS는 유의성은 인정되지 않았지만 대조구에 비해 낮은 수준을 보였다고 하였으며, Lee 등(2004)은 유자과피 분말을 함유한 유화형 소시지에서 저장 20일 이후 유자과피 분말 0.9% 첨가군이 대조구와 0.3%와 0.6% 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 가졌다고 하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유자과피 분말 첨가군 모두 유의적으로 증가하였다고 하였다. Lee 등(2003)은 뽕잎 및 감잎 분말을 0.04% 첨가한 소시지는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS을 나타내었으나, 뽕잎과 감잎분말을 첨가한 소시지 간에는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

식육이나 육제품의 품질을 평가하는데 유용한 항목인 TBARS에 대한 초기연구에서 TBARS치가 지방 함유 식품의 자동산화 정도를 측정하는데 적절한 방법이라고 제안되었으며(Sinnhuber와 Yu, 1977), 저장온도와 기간, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. Brewer 등(1992)은 신선육의 경우

malonaldehyde의 양이 0.2 mg/kg 이하 범위는 신선하다고 하였다. 한편, 휘발성 염기질소에 의한 저장성 판정에 있어서 생육 가식권의 한계는 30 mg%라고 하였으며(高坂, 1975), 우리나라 식품공전에 신선육의 경우 20 mg% 이하로 규정되어 있으나, 햄, 베이컨, 소시지 등 육가공 제품에는 그 규정치가 제시되어 있지 않다. TBARS의 경우 저장 1일차에는 T4가 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮게 나타나 T4> T2>T5>T1>T3>T6순이었다. 저장 7일차에도 T4가 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮게 나타났다. 저장 21일차에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T1 및 T6이 다른 처리구보다 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장 28일차에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮은 TBARS값을 나타내었다.

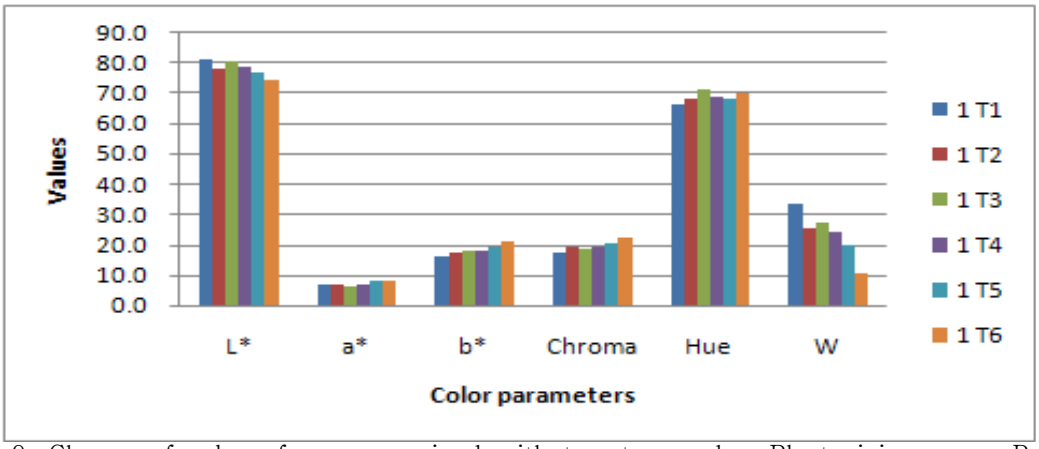


Fig. 9. Change of color of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth at day 1 of storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

Fig. 9는 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 중 육색의 결과를 나타낸 그림이다. 명도는 모든 처리구가 대조구보다 낮게 나타났으며, 혼합처리가 가장 낮은 명도를 나타내었다. 적색도는 T5 및 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T4 및 T1이었으며, 대조구가 가장 낮은 적색도를 나타내었다. 황색도 및 chroma는 T6이 가장 높게 나타났으며, 대조구가 가장 낮게 나타났다. hue angle은 T3이 가장 높게 나타났으며, 대조구가 가장 낮게 나타났다. 백색도는 대조구가 가장 높았으며, 다음으로 T1, T3 순이었으며, T6가 가장 낮은 백색도를 나타내었다. 가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cáceres 등, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L^*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguelmo 등, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a^*값은 감소한다고 보고되는데(Phillips 등, 2001), 최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였

을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon., 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott and Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다.

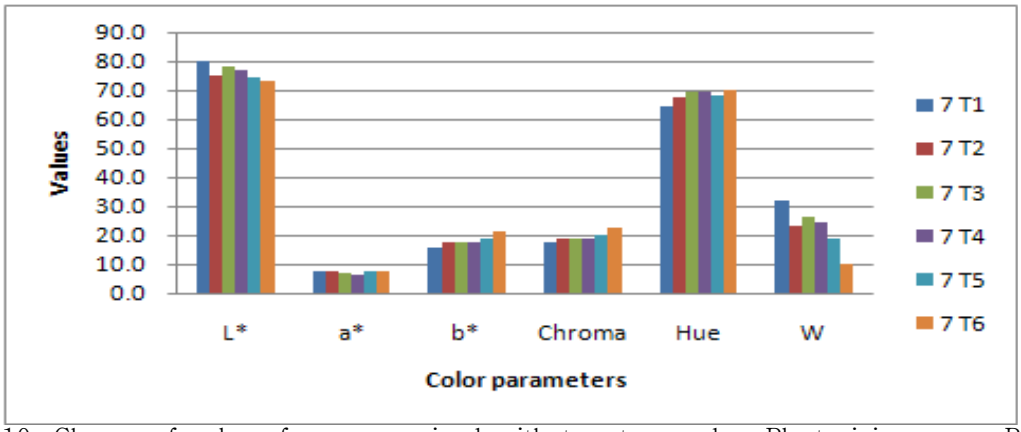


Fig. 10. Change of color of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth at day 7 of storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

Fig. 10는 저장 7일차 육색의 변화를 나타낸 그림이다. 저장 7일차의 경우 T1이 명도가 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮은 명도를 나타내었다. 적색도의 경우 T1, T5, T6가 다른 처리구보다 높게 나타났으며, 황색도의 경우 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6가 가장 높게 나타났고 다음으로 T5순으로 나타났다. chroma의 경우에도 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6가 가장 높게 나타났다. hue값의 경우에는 T4 및 T6가 가장 높은 값을 나타내었으며 T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 백색도(W)의 경우에는 T1이 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮은 값을 나타내었다.

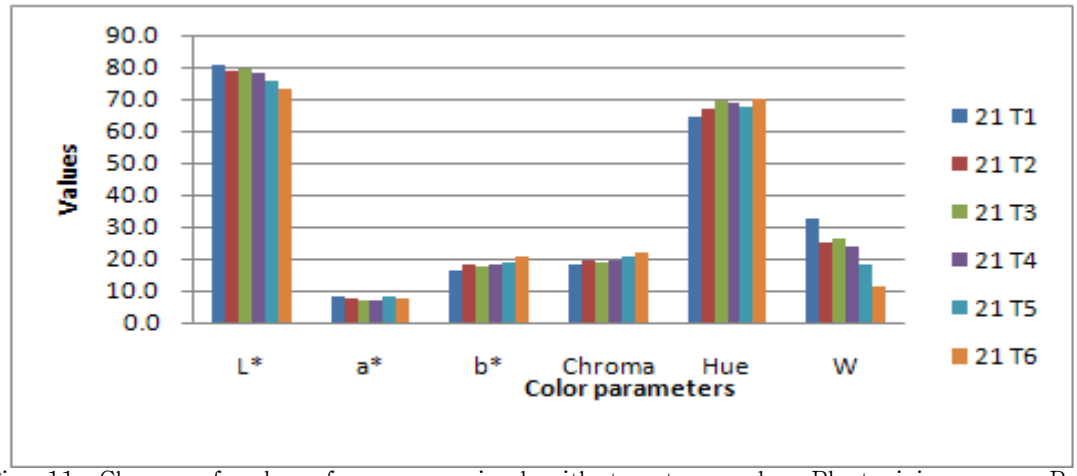


Fig. 11. Change of color of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth at day 21 of storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

Fig. 11은 저장 21일차 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 육색 변화를 나타낸 그림이다. 저장 21일차의 경우에도 명도의 경우 T1이 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮은 값을 나타내었다. 적색도는 처리구간별 특이한 차이가 없었으며, 황색도는 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6가 가장 높게 나타났다. 또한 chroma의 경우에도 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6가 가장 높게 나타났다. hue값의 경우에도 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6가 가장 높게 나타났다. 하지만 백색도의 경우 T1이 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮은 값을 나타내었다.

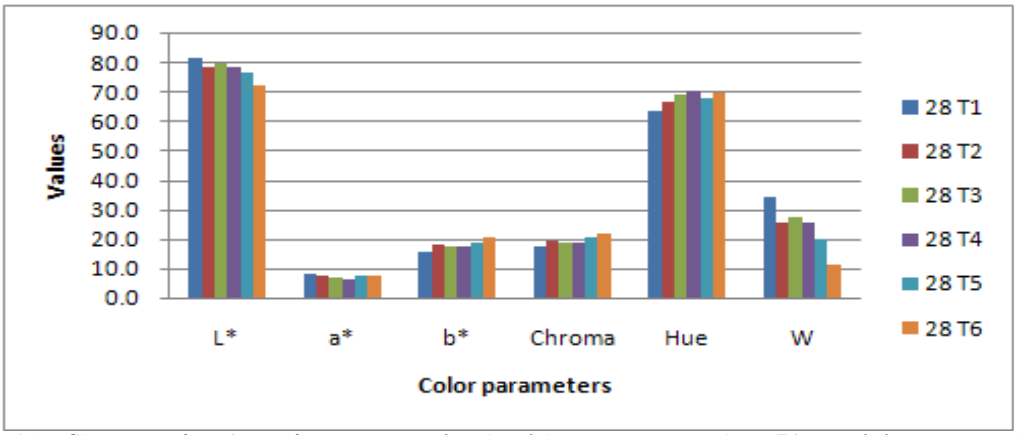


Fig. 12. Change of color of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth at day 28 of storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

Fig. 11은 저장 28일차 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 육색 변화를 나타낸 그림이다. 저장 28일차의 명도의 경우 T1이 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮은 값을 나타내었다. 적색도는 처리구간별 특이한 차이가 없었으며, 황색도는 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6이 가장 높게 나타났다. 또한 chroma의 경우에도 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6이 가장 높게 나타났다. hue값의 경우에도 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6이 가장 높게 나타났다. 하지만 백색도의 경우 T1이 가장 높게 나타났으며, T6이 가장 낮은 값을 나타내었다.

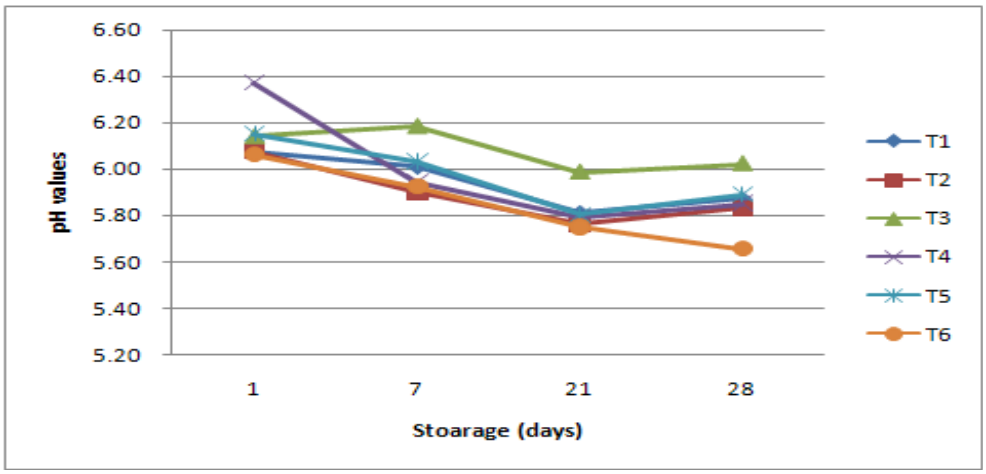


Fig. 13. Change of pH of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth during storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

Jung 등(2003)에 따르면 깻잎 분말을 첨가하여 제조한 소시지의 pH는 첨가하지 않은 처리구에 비해 높게 나타났다고 하였으며, Nam 등(2000)도 쑥과 솔잎 추출물

을 첨가한 돈육 patty의 pH가 대조구보다 높다고 하였는데, 이는 식물에서 칼륨과 같은 무기질 함량이 높고 이들로 인하여 pH가 높게 나타난다고 하였다. 하지만 Kim 등(2005)은 솔잎, 깻잎 및 녹차분말이 함유된 유화형 소시지 실험에서 처리 구에 따른 pH는 큰 차이를 보이지 않았다고 하였으며, Yilmaz 등(2002)은 저지방 가열 소시지에 토마토 주스와 해바라기유를 첨가하였을 때 토마토 처리구의 pH가 가장 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

Pearson 등(2005)은 본인 햄과 본레스햄 공히 PSE(Pale, Soft, Exudative) 수준의 pH를 가지는 원료육으로 햄 제조 시, 대조구에 비해 더 많은 품질결함을 나타낸다고 하였으며, 낮은 pH의 햄은 정상적인 pH를 가지는 햄보다 많은 비단백태질소함량을 가지고 있고, 반죽 같은 조직감(pasty texture)을 가지는데(Garcia-Rey 등, 2004), 낮은 pH는 acid protease(cathepsin)의 최적조건과 밀접하기 때문(Virgili 등. 1995)이라고 하였다. Kim과 Lim(1994)은 수율을 향상시키기 위한 습염 육제품 제조에는 상대적으로 높은 pH를 갖는 원료육이 적합하며, 최적 pH 범위는 5.8~6.2 수준이며, 이는 pH 6.2 이상의 범위에서는 보수력의 증가로 수율은 향상되지만 육의 발색에는 불리하고, pH 5.8 이하의 범위에서는 보수력이 현저히 떨어지기 때문이라고 하였다.

Fig. 13는 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 중 pH 변화를 나타낸 그림이다. 저장 기간 중 모든 처리구의 pH가 유의적으로 감소하였으며, 저장 초기 T4가 가장 높은 pH를 나타내었으며 다른 시험구는 시험구간 유의적인 차이가 나타내지 않았다. 저장 7, 21 및 28일차에는 T3이 가장 높은 pH값을 나타내었다. 저장 28일차에는 T6가 가장 낮은 pH값을 나타내었다.

Fig. 14는 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 중 보수력의 변화를 나타낸 그림이다.

보수력은 저장 초기 T6이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T3이었으며 다른 처리구간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장 7일차에는 T3의 보수력이 가장 낮게 나타났으며 저장 28일차 까지 가장 낮은 수치를 나타내었다. Morrison 등(1971)은 육제품의 보수력은 육제품의 안정성을 결정하는 가장 중요한 요인이라고 보고하였다.

일반적으로 휘발성 염기태 질소화합물은 육류에 많이 오염되어 있는 *pseudomonas spp.* 등과 같은 gram negative bacteria에 의해 요소와 아미노산이 분해됨으로써 형성된다고 하였다(Lefebvre 등, 1994).

Fig.15 는 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 중 VBN의 변화를 나타낸 그림이다. VBN은 저장 초기 T3이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T6이었으며 T1이 가장 낮은 값을 타나내었다. 저장 28일차에는 T6이 가장 높은 VBN함량을 나타내었고 다음으로 T4 및 T5순이었으며, T2가 가장 낮은 VBN값을 나타내었다.

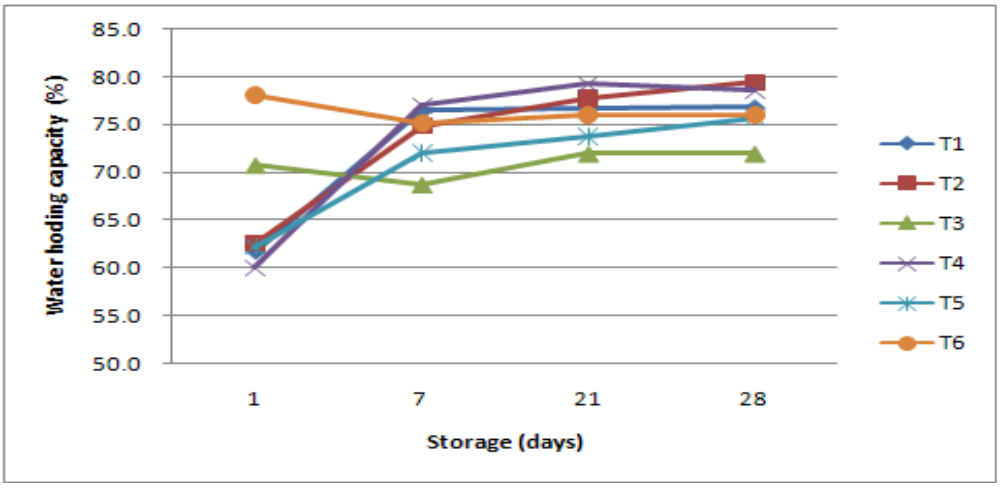


Fig. 14. Change of water holding capacity of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth during storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

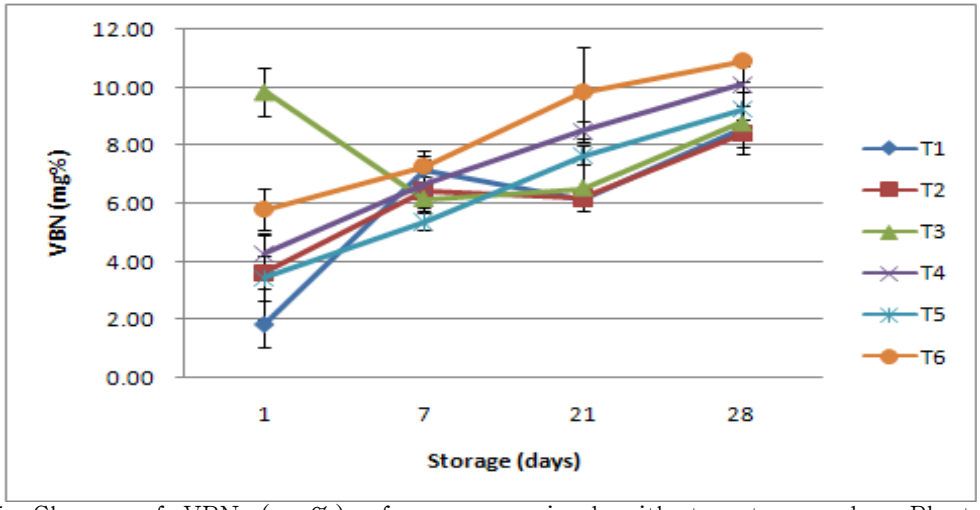


Fig. 15. Change of VBN (mg%) of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth during storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

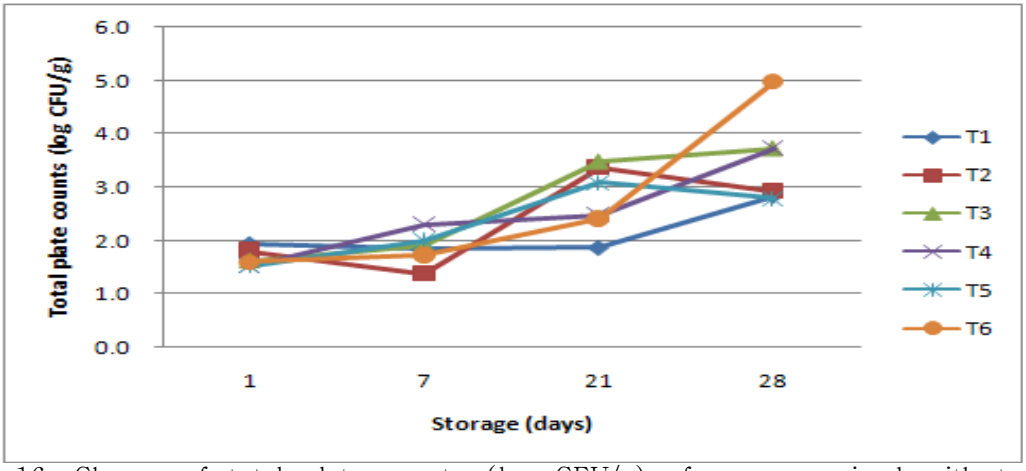


Fig. 16. Change of total plate counts (log CFU/g) of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth during storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

Fig. 16는 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 중 총 균수의 변화를 나타낸 그림이다. 저장 초기 시험구간 유의적이 총 균수의 변화가 나타나지 않았으며, 저장 7일차에 T2가 가장 낮은 값을 나타내었으며, 저장 21일차에는 T1이 가장 낮게 나타났다. 저장 28일차에는 T1,T2, 5T가 가장 낮은 총 균수를 나타내었으며, T6이 가장 높은 총 균수를 타나내었다. Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열소시지에 토마토 주스 첨가 시 미생물수가 낮았다고 하였는데 이는 소시지에 투입된 토마토 주스의 낮은 pH에 기인하는 것으로 보고한 내용과 상이하였으며, 이러한 결과는 사용된 토마토의 농도와 형태, 제품 및 제조공정상 열처리 조건의 차이 등 여러 가지 요인들의 차이에 의한 것으로 판단된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토분말과 토마토 페이스트를 갈은 고기에 투입하였을 때의 pH는 각각 5.1과 5.3이었으며, 자연건조 토마토분말에 미생물 수가 가장 많았음에도 불구하고 낮은 pH에 의해 호기성미생물 성장이 거의 없었고, 정제 라이코펜 투입 시 미생물수는 대조구보다 오히려 다소 높았다고 하여 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 없다고 보고하였다. Lamkey 등(1991)은 소시지에서 세균수가 10^8 CFU/g 수준이면 부패 냄새가 나게 되어 식용이 불가능하다고 하였는데,Baranyi와 Roberts(1994)는 저장기간이 경과함에 따라 온도, pH, 수분활성도 등의 요인들에 의하여 미생물이 성장하게 된다고 하였으며, *Lactobacillus*나 *Leuconostoc*의 몇몇 특이 종들은 육표면의 끈적끈적한(slime) 물질을 생산하는 탄수화물 기질(carbohydrate substrates)로서 이용될 수 있기 때문에(Cerning, 1990) 제품 제조 및 취급 시 유의하여야 한다. 한편, 육제품의 안전성 확보를 위해 병원성 미생물을 제거시키기 위한 가장 바람직한 방법은 방사선 조사이지만, 이취발생, 색상 변화와 이러한 품질 변화에 대한 소비자들의 반응 등 부정적인 측면도 있다고 보고(Ahn 등, 2000; Jo와 Ahn, 2000)되고 있

다. 또한 가공햄에 공기조성변경포장(MAP) 적용 시 미생물 증식억제에 의해 유통기한이 증진된다(Wang, 2001). Ingram과 Dainty(1971)는 총균수가 7 log CFU/㎠ 이상이 되면 육에서 이취가 발생하고 8 log CFU/㎠수준이 되면 점액이 형성된다고 하였다. 본 연구에서의 발효 돈육은 이취나 제품의 관능상의 문제는 없는 것으로 판단되었다.

Table 159. Change of coliforms of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth during storage

Treatments[1)]	Storage (days)			
	1	7	21	28
T1	–	–	–	–
T2	–	–	–	–
T3	–	–	–	–
T4	–	–	–	–
T5	–	–	–	–
T6	–	–	–	–

[1)] Treatments are the same as the described in Table 157.

Table 159는 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 중 대장균군수의 변화를 나타낸 표이다. 모든 저장기간 동안 모든 처리구에서 대장균 군이 검출되지 않았다.

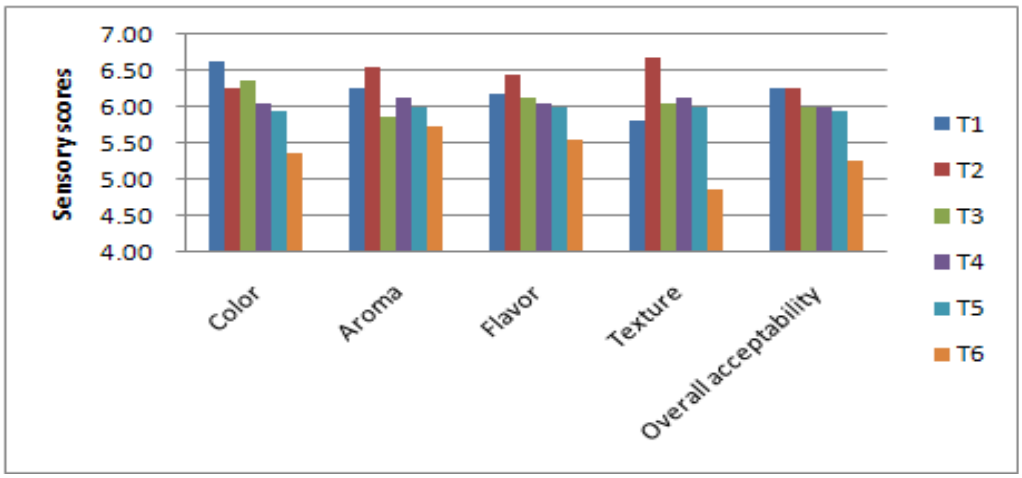


Fig. 17. Change of sensory characteristics of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth at day 7 of storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

Fig. 17는 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 7일차 관능적 특성을 나타낸 그림이다. 관능적 특성의 육색의 경우 T1이 가장 높은 관능적 특성을 나타내었으며 T6이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 향의 경우 T2가 가장 높게 나타났으며 T6이 가장 낮은 향을 나타내었다. 풍미의 경우에도 T2가 가장 높은 결과를 나타내었으며, T6이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 조직감의 기호도의 경우에도 T2가 가장 높은 조직감을 나타내었으며, T6이 가장 낮은 조직감을 나타내었다. 종합적인 기호도의 경우 T1 및 T2가 가장 높은 기호도를 나타내었으며 T6가 가장 낮은 기호도를 나타내었다.

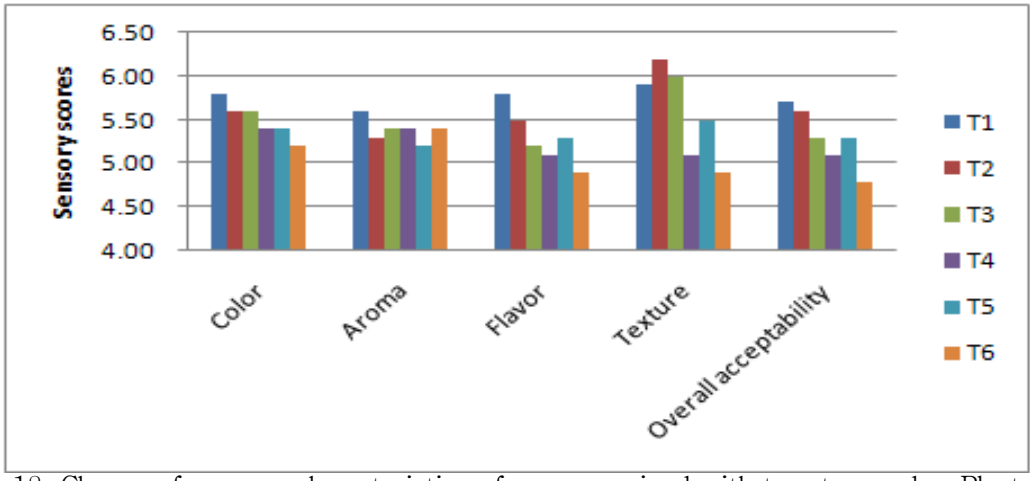


Fig. 18. Change of sensory characteristics of sausage mixed with tomato powder, Plantaginis semen, Rubus coreanus Miquel Fruit, Nelumba nucifera Gaerth at day 21 of storage. Treatments are the same as the described in Table 157.

Fig. 18은 토마토, 구기자, 백출 및 갈근의 복합처리가 소시지의 저장 21일차 관능적 특성을 나타낸 그림이다. 관능검사의 경우 육색의 경우 T1이 가장 높은 관능적 특성을 나타내었으며 T6이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 향의 경우 T1이 가장 높게 나타났으며 T5가 가장 낮은 향을 나타내었다. 풍미의 경우에도 T1이 가장 높은 결과를 나타내었으며, T6이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 조직감의 기호도의 경우에도 T2가 가장 높은 조직감을 나타내었으며, T6이 가장 낮은 조직감을 나타내었다. 종합적인 기호도의 경우 T1이 가장 높은 기호도를 나타내었으며 T6이 가장 낮은 기호도를 나타내었다.

③ 요약

0.8% 토마토를 함유한 기본 배합비(T1)에 2.6% 구기자(T2), 3.25% 백출(T3), 1.63% 갈근(T4), 2.6% 구기자와 3.25% 백출 첨가(T5), 3.25% 백출과 1.63% 갈근 처리구(T6) 소시지의 품질 특성의 조사 결과를 조사하였다. 저장 1일차 경도는 구기자 및 토마토 분말 혼합 처리구인 T2가 가장 높게 나타났으며, 다른 시험구는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장 1일차 표면경도는 T2가 가장 높았고, T4가 가장 낮은 표면경도를 나타내었다. 저장 1일차 탄력성, 검성, 씹힘성은 시험구 간 유의적인 차이가 없었으나, 부착성은 T2, T4, T6가 가장 높게 나타났고, 모든 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 부착성을 나타내었다. 이상의 결과 저장 1일차 구기자는 경도, 표면경도, 부착성을 증가시키고, 백출은 표면경도를 증가시키는 것으로 여겨진다. 하지만 갈근은 조직감에 영향이 미약한 것처럼 나타났다. 저장 7일차에는 경도, 표면경도 및 씹힘성의 경우 T2가 가장 높게 나타났으며, 부착성은 T4

및 T6가 가장 높게 나타났다. 저장기간에 따라 T1의 탄력성 응집성 및 씹힘성은 저장 7일부터 감소하여 28일까지 일정하게 유지하였다. 저장기간에 따라 T2의 탄력성 및 씹힘성은 저장기간 동안 감소하였다. 저장 기간 동안 T3 및 T4의 탄력성은 저장 7일부터 감소하는 경향이었다. 하지만 T4는 저장 21일까지 일정하다가 저장 28일차에 증가하는 경향이었다. 저장 1일차에는 T4가 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮게 나타나 T4> T2>T5>T1>T3>T6순이었다. 저장 7일차에도 T4가 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮게 나타났다. 저장 21일차에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T1 및 T6가 다른 처리구보다 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장 28일차에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮은 TBARS값을 나타내었다. 제조초기 명도는 모든 처리구가 대조구보다 낮게 나타났으며, 혼합처리가 가장 낮은 명도를 나타내었다. 적색도는 T5 및 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T4 및 T1이었으며, 대조구가 가장 낮은 적색도를 나타내었다. 황색도 및 chroma는 T6이 가장 높게 나타났으며, 대조구가 가장 낮게 나타났다. hue angle은 T3이 가장 높게 나타났으며, 대조구가 가장 낮게 나타났다. 백색도는 대조구가 가장 높았으며, 다음으로 T1, T3 순이었으며, T6가 가장 낮은 백색도를 나타내었다. 저장 28일차 명도의 경우 T1이 가장 높게 나타났으며, T6가 가장 낮은 값을 나타내었다. 적색도가 처리구간별 특이한 차이가 없었으며, 황색도는 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6가 가장 높게 나타났다. 또한 chroma의 경우에도 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6가 가장 높게 나타났다. hue값의 경우에도 T1이 가장 낮게 나타났으며, T6가 가장 높게 나타났다. 하지만 백색도의 경우 T1이 가장 높게 나타났으며, T6이 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 기간 중 모든 처리구의 pH가 유의적으로 감소하였으며, 저장 초기 T4가 가장 높은 pH를 나타내었으며 다른 시험구는 시험구간 유의적인 차이가 나타내지 않았다. 저장 7, 21 및 28일차에는 T3이 가장 높은 pH값을 나타내었다. 저장 28일차에는 T6이 가장 낮은 pH값을 나타내었다. 보수력은 저장 초기 T6이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T3이었으며, 다른 처리구간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장 7일차에는 T3의 보수력이 가장 낮게 나타났으며 저장 28일차 까지 가장 낮은 수치를 나타내었다. VBN은 저장 초기 T3이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T6이었으며 T1이 가장 낮은 값을 타나내었다. 저장 28일차에는 T6이 가장 높은 VBN함량을 나타내었고 다음으로 T4 및 T5순이었으며, T2가 가장 낮은 VBN값을 나타내었다. 저장 초기 시험구간 유의적이 총 균수의 변화가 나타나지 않았으며, 저장 7일차에 T2가 가장 낮은 값을 나타내었으며, 저장 21일차에는 T1이 가장 낮게 나타났다. 저장 28일차에는 T1,T2, 5T가 가장 낮은 총 균수를 나타내었으며, T6이 가장 높은 총 균수를 타나내었다. 육색의 경우 T1이 가장 높은 관능적 특성을 나타내었으며 T6이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 향의 경우 T2가 가장 높게 나타났으며 T6가 가장 낮은 향을 나타내었다. 풍미의 경우에도 T2가 가장 높은 결과를 나타내었으며, T6가 가장 낮은 결과를 나타내었다. 조직감의 기호도의 경우에도 T2가 가장 높은 조직감을 나타내었으며, T6이 가장 낮은 조직감을

나타내었다. 종합적인 기호도의 경우 T1 및 T2가 가장 높은 기호도를 나타내었으며 T6이 가장 낮은 기호도를 나타내었다. 관능검사의 경우 육색의 경우 T1이 가장 높은 관능적 특성을 나타내었으며 T6이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 향의 경우 T1이 가장 높게 나타났으며 T5가 가장 낮은 향을 나타내었다. 풍미의 경우에도 T1가 가장 높은 결과를 나타내었으며, T6가 가장 낮은 결과를 나타내었다. 조직감의 기호도의 경우에도 T2가 가장 높은 조직감을 나타내었으며, T6가 가장 낮은 조직감을 나타내었다. 종합적인 기호도의 경우 T1이 가장 높은 기호도를 나타내었으며 T6가 가장 낮은 기호도를 나타내었다.

(2) 토마토 분말 및 한방물질 첨가 육포

① 재료 및 방법

먼저 일정한 크기로 절단한 시료를 조미액에 침지시켜 손으로 잘 혼합시킨 후 텀블러(Vis-41, BIRO MFG Co., USA)에 넣고 기능성 한방물질을 이용한 육포의 경우 A는 무처리구이고, B는 간마늘 3%와 토마토분말 2%를 첨가하였고, C는 B에 복분자를 20%첨가, D는 B에 산수유를 20%첨가하고, E는 홍삼엑기스 0.3%를 첨가, F는 복분자 및 산수유를 10%첨가하여 고기량의 20%의 염지액에 담구어 3일간 숙성이후 가열 후 제품을 제조하였다. 4시간 동안 텀블링 한 후 4±1℃의 냉장실에서 12시간 숙성시켰다. 처리 후 표면에 묻은 과도한 조미액을 제거한 후 75℃로 조정된 훈연기(AC-7FM-SMK, NU-VU, USA)에 넣어 4시간 동안 열풍건조를 실시하였다. 건조가 완료된 제품은 상온에서 방냉시킨 후 함기포장(Nylon/PE)하여 25±1℃에서 보관하였다.

a. pH

시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

b. 가열감량

시료를 2 ㎝ 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고 지퍼백에 넣어 water bath에서 심부온도가 70℃에 도달할 때까지 가열하여 식힌 후 시료의 무게를 측정하여 가열 전후 무게 차이를 가열 전 무게에 대한 백분율로 산출하였다.

c. 보수력

마쇄한 시료를 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다.

보수력(%) = [(총 시료 중량-유리 수분 중량)/(총 시료 중량)]×100

d. Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)

Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 저장 중 가열 및 미가열 각각의 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μL와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화 시킨 후 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 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정한 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malonaldehyde)/kg으로 나타내었다.

e. Volatile basic nitrogen(VBN)

高坂(1975)의 방법을 이용하여 세절육 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 14,000rpm으로 5분간 균질한 후 균질액을 whatman No. 1로 여과하여 여과액 1 mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접착부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K_2CO_3 1 mL를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37℃에서 120분간 배양 후 0.02N H_2SO_4로 적정하여 다음과 같이 구하였다.

$$VBN(mg\%)=(a-b)\times f\times 0.02\times 14.007\times /S\times 100\times 100$$

a: samlpe mL, b: blank mL, S: sample wt, f: 0.02N H_2SO_4 factor

f. 육색

Chromameter(CR 400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 동일한 방법으로 5회 반복하여 측정하여 명도(lightness)를 나타내는 L^*값, 적색도(redness)를 나타내는 a^*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^*값과 CIE값을 이용하여 saturation index인 C^*(Chroma value=$[a^{*2}+b^{*2}]^{1/2}$) 및 H°(Hue angel=$\tan^{-1}[b^*/a^*]$) 값을 측정하였다. 이때 표준색은 L^*값이 89.2, a^*값이 0.921, b^*값이 0.783인 표준색판을 사용하여 표준화한 다음 측정하였다.

g. 조직감 및 전단가

조직감은 mastication test로 adapter No. 5의 구형 plunger를 이용하여 측정하였다. 이 때 분석 조건은 chart speed 120 mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 60 mm/min, 시료높이 20 mm로 하였다. 조직감은 표면경도(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 조사하였다.

전단가는 Rheometer(EZtest, shimadze, Japan)를 이용하여 shearing cutting test로 측정하였으며, 이 때 분석조건은 chart speed 120/mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 20 mm/sec, 시료높이 20 mm, adapter No. 4로 측정하였다.

i. 총 세균

총 균수(Total plate counts)는 시료 10 g을 1% peptone수 90 mL 넣고 bagmixer로 균질 시킨 다음 1 mL를 채취하여 준비된 9 mL peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(plate counter agar, Difco)에 평판 배양하여 32℃에서 2일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

j. 대장균

대장균(*Escherichia coli*)은 시료 10 g을 1% peptone수 90 mL에 넣고 bagmixer

로 균질 시킨 다음 1 mL를 채취하여 준비된 9 mL peptone수에 넣어 희석한 후, 희석 액을 미리 조제한 배지(MaCConkey agar, Difco)에 평판배양하여 37℃에서 1일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

k. 관능검사

잘 훈련된 관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 평가 시 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

l. 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 실험치의 평균값과 표준오차(standard errors of the mean)를 구하였다.

② 결과 및 고찰

A B C D E F

Fig. 19. Jerky figures with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture A, B, C, D, E, F see the table of 160.

Table 160. Jerky formulat with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture

	A	B	C	D	E	F
Soy source	52.50	52.50	52.50	52.50	52.50	52.50
Sugar	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80
Sesame oil	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
pepper	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Wine	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Phosphate	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
water	7.00	7.00	0.00	0.00	6.94	7.00
NPS	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub-total	100	99.9	92.9	92.9	99.84	99.9
grinded garlic		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tomato poweder		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Poria cocos (65 brix)			20.00			10.00
Cornus officinalis (65 brix)				20.00		10.00
Red ginseng (91brix)					0.30	

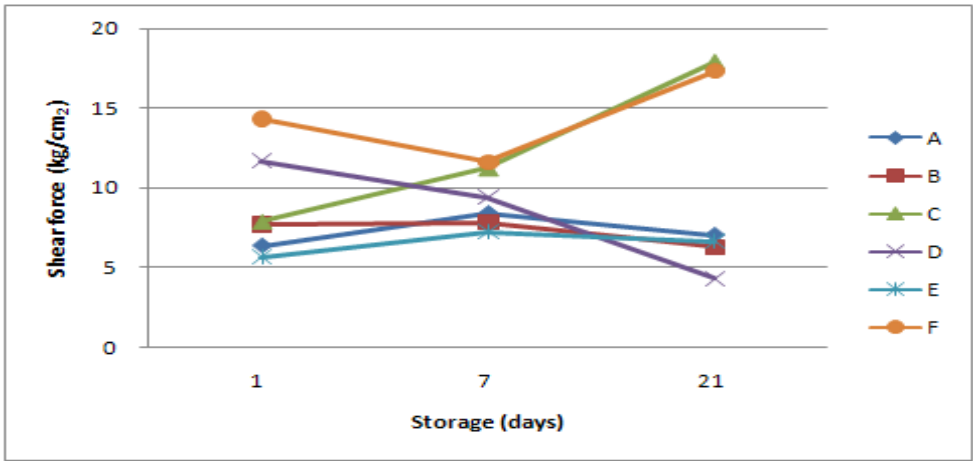


Fig. 20. Shear force of jerky mixed with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture during storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

Fig. 20은 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 전단가의 변화를 나타낸 그림이다. 저장 기간 동안 F가 가장 높은 전단가를 나타내었으며, C는 초기에는 낮은 전단가를 나타내었으나 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 21일차에 가장 높은 전단가를 나타내었다. D의 경우 저장기간 동안 전단가가 감소하여 저장 21일차에 가장 낮은 전단가를 나타내었다. A, B, E는 저장 기간 동안 가장 낮은 전단가 함량을 나타내었다.

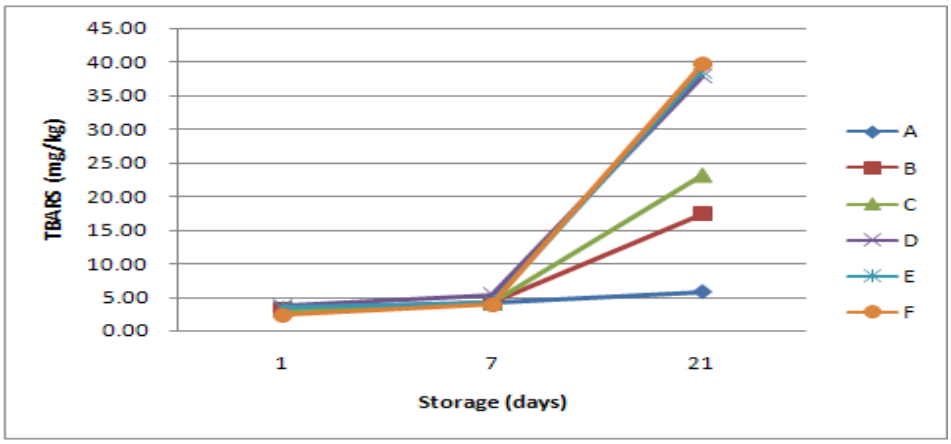


Fig. 21. TBARS values of jerky mixed with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture during storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

Fig. 21은 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 TBARS의 변화를 나타낸 그림이다. 저장 1 및 7일까지는 시료가 유의적인 차이

가 나타나지 않았다. 하지만 저장 21일차에 A 을 제외하고는 모든 시험구가 유의적으로 증가하여 F, E, D가 가장 높은 TBARS값을 나타내었고 다음으로 C 및 B로 나타났다.

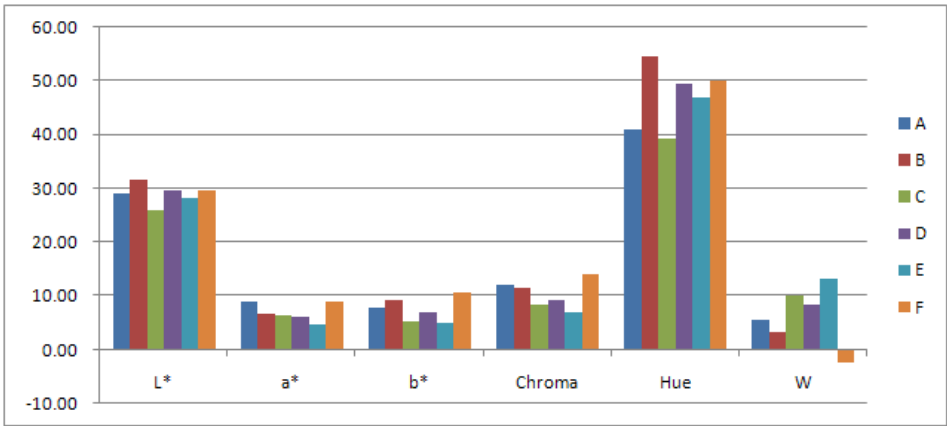


Fig. 22. Color values of jerky mixed with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture dat day 1 of storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

Fig. 22은 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 저장 1일차 육색 변화를 나타낸 그림이다. 저장 초기 명도는 C가 다소 낮은 경향 이었으며, 적색도는 F가 A 와 유사하게 높게 나타났으나 다른 처리구는 낮게 나타났으며 E가 가장 낮은 적색도를 나타내었다. 황색도의 경우 E가 가장 낮게 나타났으며, F가 가장 높게 나타났다. chroma의 경우에는 E가 가장 낮게 나타났으나, F가 가장 높게 나타났다. hue값의 경웨는 B가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 D, E, F순으로 나타났다. 백색도의 경우에는 B가 가장 낮게 나타났으며 C, D, E가 A 보다 높은 값을 나타내었으며 F가 가장 낮은 값을 나타내었다.

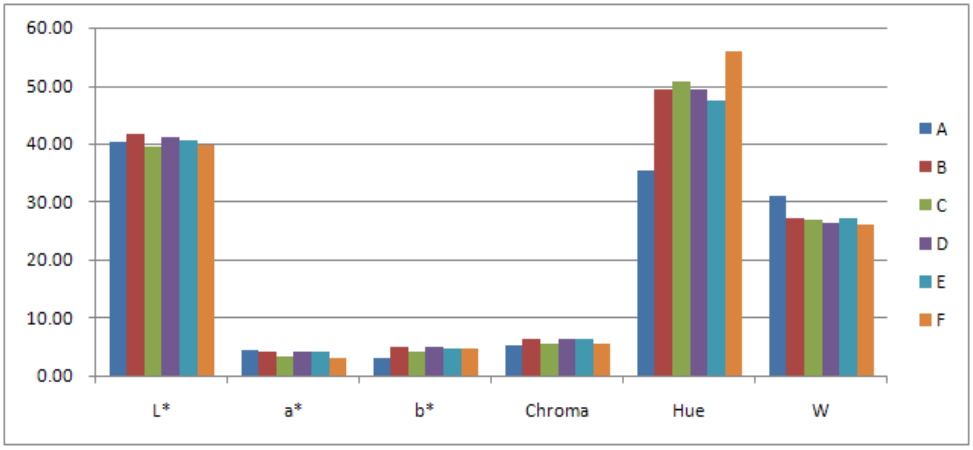


Fig. 23. Color values of jerky mixed with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture dat day 7 of storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

Fig. 23은 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 저장 7일차 육색 변화를 나타낸 그림이다. 저장 7일차 명도는 B가 다소 높은 경향이었으나 시료 간 큰 차이는 나타나지 않았다. 적색도는 B, D, E가 A와 비슷한 수준이었으나 F가 낮은 결과를 나타내었다. 황색도의 경우 A가 시험구중 가장 낮게 나타났다. hue값의 경우에는 A가 가장 낮게 나타났으며 F가 가장 높게 나타났다. 백색도의 경우 A가 가장 높게 나타났으며, F가 가장 낮은 값을 나타내었다.

Fig. 24은 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 저장 21일차 육색 변화를 나타낸 그림이다. 저장 21일차 명도는 C가 다소 낮게 나타났다. 적색도는 B, D, E가 가장 높게 나타났다. 황색도의 경우는 B, D, E가 가장 높게 나타났으며, C가 가장 낮게 나타났다. chroma의 경우 C가 가장 낮게 나타났으며, D가 가장 높게 나탔다. hue값의 경우에는 B값이 가장 높게 나타났다. 명도의 경우 C가 가장 높게 나타났다.

Fig. 25는 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 저장 중 pH의 변화를 나타낸 그림이다. 저장 기간 동안 D가 가장 낮은 pH값을 나타내었으며, A가 가장 높은 값을 나타내었다.

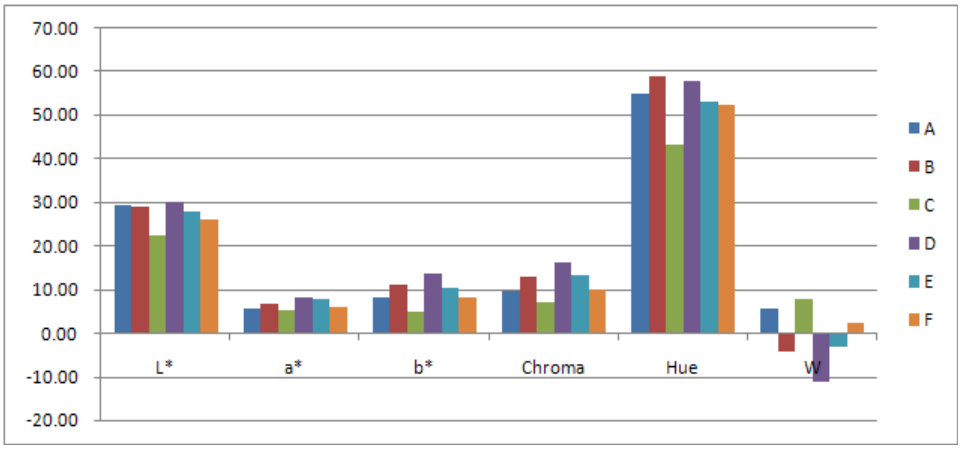


Fig. 24. Color values of jerky mixed with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture dat day 7 of storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

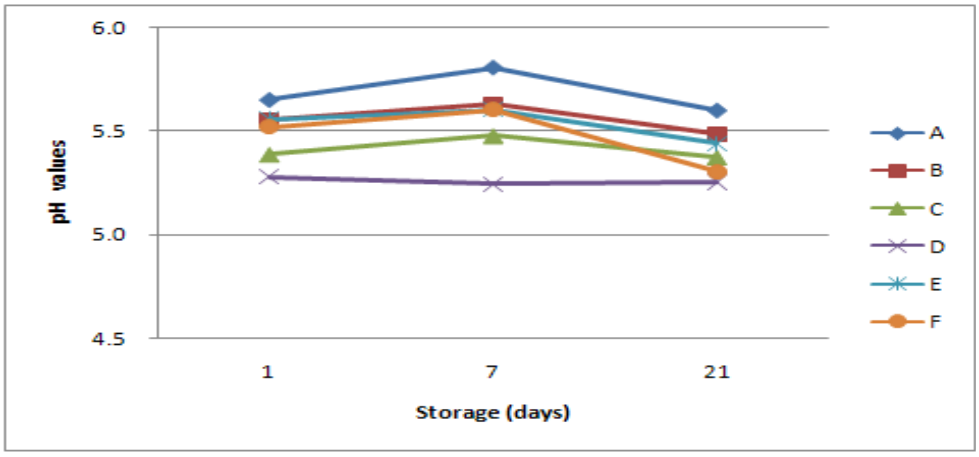


Fig. 25. pH values of jerky mixed with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture during storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

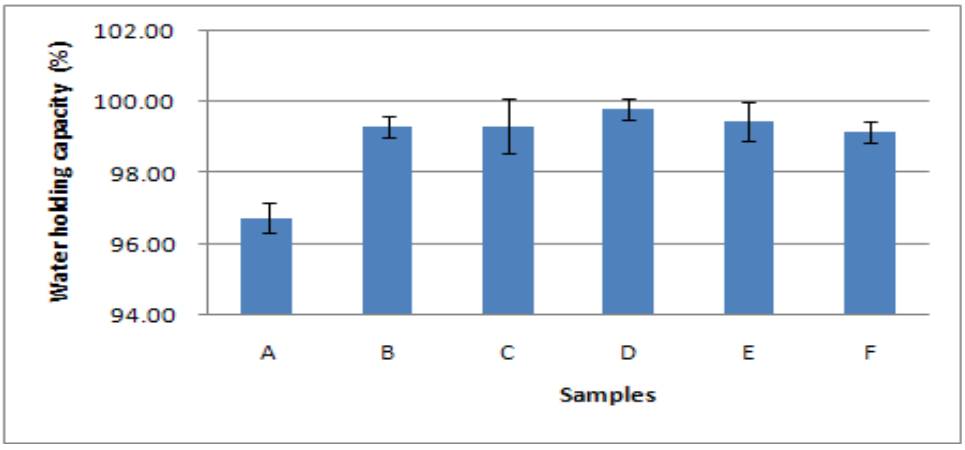


Fig. 26. Water holding capacity of jerky mixed with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture at day 7 of storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

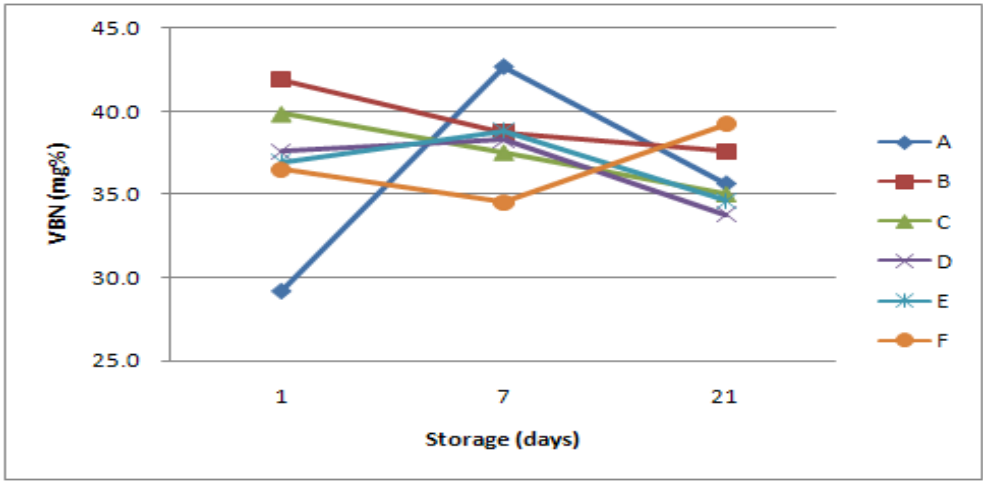


Fig. 27. VBN values of jerky mixed with tomato poweder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture during storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

Fig. 26은 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 저장 7일차의 보수력의 변화를 나타낸 그림이다. 측정결과 A보다 다른 시험구의 보수력이 유의적으로 높은 결과를 나타내었다.

Fig. 27은 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 저장 중 VBN의 변화를 나타낸 그림이다. 저장 초기 A가 가자 낮은 VBN값을

나타내었으며 B가 가장 높은 VBN값을 나타내었다. 저장 21일차의 경우 D가 가장 낮은 값을 나타내었고, C 및 E가 다음으로 낮게 나타났다. 하지만, 저장 21일차 때 B 및 F는 A 보다 높은 VBN값을 나타내었다.

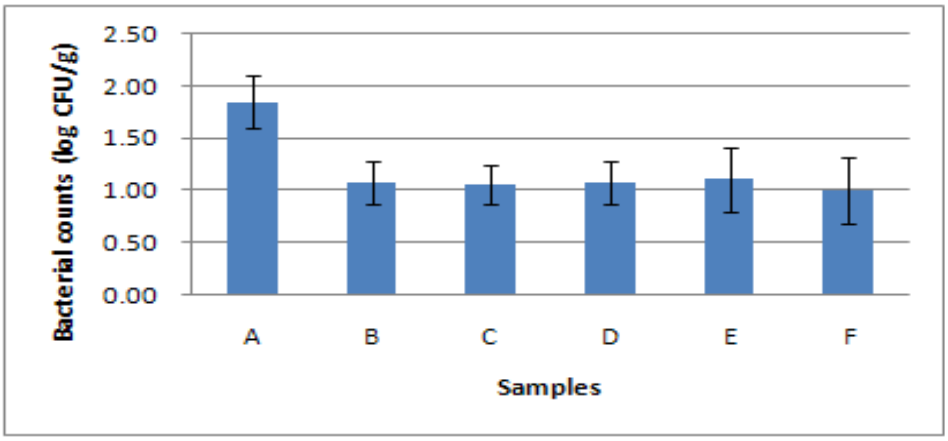


Fig. 28. Total plate counts (log CFU/g) of jerky mixed with tomato powder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture dat day 21 of storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

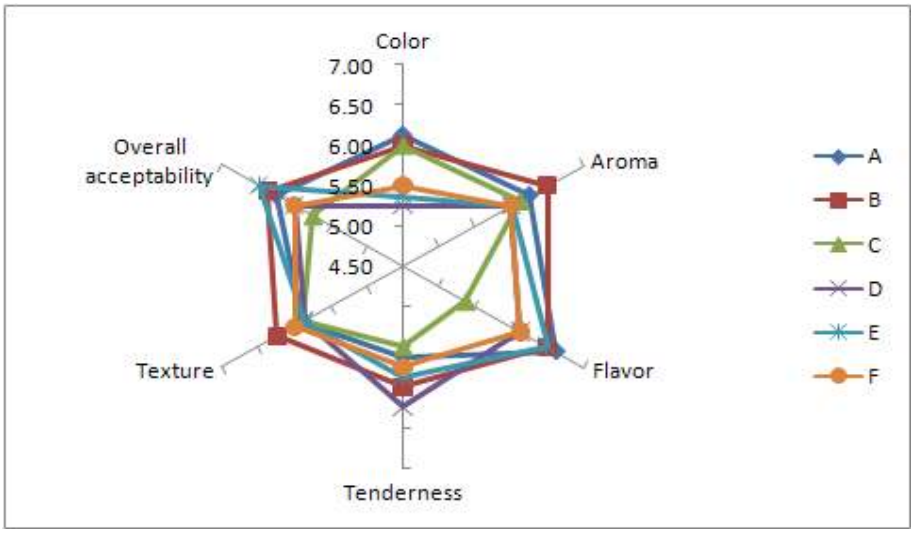


Fig. 29. Sensory evaluation of jerky mixed with tomato powder, Poria cocos, Cornus officinalis, and red ginseng mixture dat day 21 of storage. A, B, C, D, E, F see table 160.

Fig. 28은 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 저장 21차 미생물의 변화를 나타낸 것이다. 미생물의 경우 A가 다른 시험구보다 총 균수가 유의적으로 높게 나타났으며, B, C, D, E, F간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Fig. 29는 토마토 분말, 복분자, 산수유 및 홍삼 액기스의 단독 및 복합처리 육포의 저장 21차 관능적 특성을 나타낸 그림이다. 관능검사 육색의 경우 A, B 및 C가 우수하였고, 향의 경우 B가 가장 좋게 나타났으며, 풍미는 E 및 B가 우수하였으며, 연도의 경우에는 D가 가장 좋게 나타났으며, 조직감의 경우에는 B가 우수하였다. 종합적인 기호도의 경우에는 E가 가장 높게 나타났으며, B, E 또한 우수한 종합적인 기호도 결과를 나타내었다.

③ 요약

기능성 한방물질을 이용한 육포의 경우 A는 무처리구이고, B는 간마늘3%와 토마토분말 2%를 첨가하였고, C는 B에 복분자를 20%첨가, D는 B에 산수유를 20%첨가하고, E는 홍삼엑기스 0.3%를 첨가, F는 복분자 및 산수유를 10%첨가하여 고기량의 20%의 염기액에 담구어 3일간 숙성이후 가열후 제품을 제조하였다. 저장 기간 동안 F가 가장 높은 전단가를 나타내었으며, C는 초기에는 낮은 전단가를 나타내었으나 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 21일차에 가장 높은 전단가를 나타내었다. D의 경우 저장기간 동안 전단가가 감소하여 저장 21일차에 가장 낮은 전단가를 나타내었다. A, B, E는 저장 기간 동안 가장 낮은 전단가 함량을 나타내었다. 저장 1 및 7일까지는 시료가 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 하지만 저장 21일차에 A을 제외하고는 모든 시험구가 유의적으로 증가하여 F, E, D가 가장 높은 TBARS값을 나타내었고 다음으로 C 및 B로 나타났다. 저장 초기 명도는 C가 다소 낮은 경향 이었으며, 적색도는 F가 A 와 유사하게 높게 나타났으나 다른 처리구는 낮게 나타났으며 E가 가장 낮은 적색도를 나타내었다. 황색도의 경우 E가 가장 낮게 나타났으며, F가 가장 높게 나타났다. chroma의 경우에는 E가 가장 낮게 나타났으나, F가 가장 높게 나타났다. hue값의 경우는 B가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 D, E, F순으로 나타났다. 백색도의 경우에는 B가 가장 낮게 나타났으며 C, D, E가 A보다 높은 값을 나타내었으며 F가 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 7일차 명도는 B가 다소 높은 경향이었으나 시료 간 큰 차이는 나타나지 않았다. 적색도는 B, D, E가 A와 비슷한 수준이었으나 F가 낮은 결과를 나타내었다. 황색도의 경우 A가 시험구중 가장 낮게 나타났다. hue값의 경우에는 A가 가장 낮게 나타났으며 F가 가장 높게 나타났다. 백색도의 경우 A가 가장 높게 나타났으며, F가 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 21일차 명도는 C가 다소 낮게 나타났다. 적색도는 B, D, E가 가장 높게 나타났다. 황색도의 경우는 B, D, E가 가장 높게 나타났으며, C가 가장 낮게 나타났다. chroma의 경우 C가 가장 낮게 나타났으며, D가 가장 높게 나탔다. hue값의 경우에는 B값이 가장 높게 나타났다. 명도의 경우 C가 가장 높게 나타났

다. 저장 기간 동안 D가 가장 낮은 pH값을 나타내었으며, A가 가장 높은 값을 나타내었다. A보다 다른 시험구의 보수력이 유의적으로 높은 결과를 나타내었다. 저장 초기 A가 가자 낮은 VBN값을 나타내었으며 B가 가장 높은 VBN값을 나타내었다. 저장 21일차의 경우 D가 가장 낮은 값을 나타내었고, C 및 E가 다음으로 낮게 나타났다. 하지만, 저장 21일차 때 B 및 F는 A 보다 높은 VBN값을 나타내었다. 미생물의 경우 A가 다른 시험구보다 총균수가 유의적으로 높게 나타났으며, B, C, D, E, F간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 관능검사 육색의 경우 A, B 및 C가 우수하였고, 향의 경우 B가 가장 좋게 나타났으며, 풍미는 E 및 B가 우수하였으며, 연도의 경우에는 D가 가장 좋게 나타났으며, 조직감의 경우에는 B가 우수하였다. 종합적인 기호도의 경우에는 E가 가장 높게 나타났으며, B, E 또한 우수한 종합적인 기호도 결과를 나타내었다.

(3) 토마토 분말 및 한방물질 함유 저염-저지방 미트볼

① 재료 및 방법

a. pH

시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

b. 가열감량

시료를 2 ㎝ 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고 지퍼백에 넣어 water bath에서 심부온도가 70℃에 도달할 때까지 가열하여 식힌 후 시료의 무게를 측정하여 가열 전후 무게 차이를 가열 전 무게에 대한 백분율로 산출하였다.

c. 보수력

마쇄한 시료를 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다.

보수력(%) = [(총 시료 중량-유리 수분 중량)/(총 시료 중량)]×100

d. Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)

Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 저장 중 가열 및 미가열 각각의 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μL와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화 시킨 후 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 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정한 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malonaldehyde)/kg으로 나타내었다.

e. Volatile basic nitrogen(VBN)

高坂(1975)의 방법을 이용하여 세절육 10g에 증류수 90 mL를 가하여 14,000 rpm으로 5분간 균질한 후 균질액을 whatman No. 1로 여과하여 여과액 1 mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접착부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K_2CO_3 1 mL를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37℃에서 120분간 배양 후 0.02N H_2SO_4로 적정하여 다음과 같이 구하였다. VBN(mg%)=(a-b)×f×0.02×14.007×/S×100×100

a: samlpe mL, b: blank mL, S: sample wt, f: 0.02N H_2SO_4 factor

f. 육색

Chromameter(CR 400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 동일한 방법으로 5회 반복하여 측정하여 명도(lightness)를 나타내는 L^*값, 적색도(redness)를 나타내는 a^*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^*값과 CIE값을 이용하여 saturation index인 C^*(Chroma value=$[a^{*2}+b^{*2}]^{1/2}$) 및 H°(Hue angel=$\tan^{-1}[b^*/a^*]$) 값을 측정하였다. 이때 표준색은 L^*값이 89.2, a^*값이 0.921, b^*값이 0.783인 표준색판을 사용하여 표준화한 다음 측정하였다.

g. 조직감 및 전단가

조직감은 mastication test로 adapter No. 5의 구형 plunger를 이용하여 측정하였다. 이 때 분석 조건은 chart speed 120 mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 60 mm/min, 시료높이 20 mm로 하였다. 조직감은 표면경도(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 조사하였다.

전단가는 Rheometer(EZtest, shimadze, Japan)를 이용하여 shearing cutting test로 측정하였으며, 이 때 분석조건은 chart speed 120/mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 20 mm/sec, 시료높이 20 mm, adapter No. 4로 측정하였다.

h. 총 세균

총 균수(Total plate counts)는 시료 10 g을 1% peptone수 90ml에 넣고 bagmixer로 균질 시킨 다음 1 ml를 채취하여 준비된 9 ml peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(plate counter agar, Difco)에 평판 배양하여 32℃에서 2일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

i. 대장균

대장균(*Escherichia coli*)은 시료 10 g을 1% peptone수 90 ml에 넣고 bagmixer로 균질 시킨 다음 1 ml를 채취하여 준비된 9 ml peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(MaCConkey agar, Difco)에 평판 배양하여 37℃에서 1일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

j. 관능검사

잘 훈련된 관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 평가 시 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

k. 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석

하였고 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 실험치의 평균값과 표준오차(standard errors of the mean)를 구하였다.

② 결과 및 고찰

Table 161. Meat ball formula with tomato powder for replacing nitrite

Index	Treatments					
	C	T1	T2	T3	T4	T5
Pork loin	81.26	81.26	81.26	81.26	81.26	81.26
ice/water	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Fat	9.53	9.53	11.54	9.03	9.03	9.03
NaCl	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
KCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
$NaNO_2$		0.01	0.01			0.005
Phosphate	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
sugar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MSG	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Seasoning-C	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Flavor wine	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01
Fat replacer	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
Sodium ascorbate			0.10			
Tomato powder				0.50	1.00	0.50
Total	100.00	100.01	102.12	100.00	100.50	100.01

C T1 T2 T3 T4 T5 T6

Fig. 30. The figure of meat patties mixed with tomato powder. Treatments(T1-T5) were shown in the table 161.

Table 162. The texture profiles of meat patties added tomato powder and nitrite during storage

Items	Storage (days)	Treatments[1)]							
		C	T1	T2	T3	T4	T5	SE[2)]	*p*
Hardness (kg, f)	1	0.57	0.54^{ab}	0.53	0.57	0.52	0.45	0.02	0.24
	7	0.44	0.47^{b}	0.50	0.54	0.50	0.44	0.02	0.53
	21	0.50^{BC}	0.62^{Aa}	0.58^{AB}	0.53^{B}	0.42^{C}	0.54^{B}	0.01	0.00
	SE[2)]	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02		
	p	0.12	0.01	0.13	0.87	0.06	0.05		
Brittleness (kg, f)	1	0.40	0.34	0.37	0.34	0.39	0.36	0.01	0.63
	7	0.35	0.32	0.33	0.47	0.36	0.37	0.02	0.24
	21	0.43^{AB}	0.40^{AB}	0.36^{B}	0.47^{A}	0.34^{B}	0.40^{AB}	0.01	0.04
	SE[2)]	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01		
	p	0.11	0.10	0.43	0.25	0.62	0.55		
Cohesiveness (ratio)	1	0.62	0.65	0.55	0.58^{b}	0.59	0.57	0.02	0.40
	7	0.63	0.56	0.61	0.56^{b}	0.59	0.66	0.02	0.81
	21	0.61	0.61	0.57	0.75^{a}	0.66	0.70	0.03	0.42
	SE[2)]	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04		
	p	0.97	0.27	0.29	0.03	0.75	0.41		
Springiness (ratio)	1	1.14	1.07	1.01	1.02^{b}	1.05	1.04	0.02	0.35
	7	1.17	1.04	1.08	1.03^{b}	1.05	1.19	0.04	0.77
	21	1.06	1.08	1.05	1.30^{a}	1.18	1.21	0.04	0.45
	SE[2)]	0.05	0.02	0.02	0.05	0.06	0.07		
	p	0.70	0.74	0.41	0.04	0.60	0.55		
Gumminess (kg, f)	1	0.35^{A}	0.33^{Aa}	0.29^{AB}	0.33^{A}	0.30^{AB}	0.26^{Bb}	0.01	0.03
	7	0.27	0.26^{b}	0.30	0.30	0.30	0.28^{b}	0.01	0.85
	21	0.30^{BC}	0.38^{ABa}	0.33^{ABC}	0.40^{A}	0.27^{C}	0.38^{ABa}	0.01	0.04
	SE[2)]	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02		
	p	0.11	0.00	0.41	0.16	0.69	0.02		
Chewiness (kg,f)	1	0.40	0.36^{a}	0.29	0.34	0.32	0.27	0.01	0.06
	7	0.33	0.27^{b}	0.33	0.32	0.32	0.35	0.02	0.96
	21	0.32	0.41^{a}	0.34	0.55	0.35	0.48	0.03	0.27
	SE[2)]	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04	0.05		
	p	0.50	0.00	0.46	0.09	0.94	0.17		
Adhesiveness (kg, f)	1	0.24^{A}	0.23^{A}	0.22^{A}	0.27^{Aa}	0.24^{A}	0.16^{Bb}	0.01	0.01
	7	0.19	0.19	0.23	0.20^{b}	0.21	0.19^{b}	0.01	0.16
	21	0.24^{A}	0.24^{A}	0.27^{A}	0.24^{Aa}	0.20^{B}	0.25^{Aa}	0.01	0.03
	SE[2)]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
	p	0.08	0.06	0.20	0.00	0.10	0.01		

[1)]Treatments are the same as described in Table 161.[2)]Pooled standard errors of the mean. [A,B,C]Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [a,b,c]Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. *p* means ANAVA p-value.

기능성 한방물질을 이용한 저염 저지방 미트볼의 경우 기본 배합비에 T1은 0.01% 아질산염을 첨가, T2는 아질산염과 1.0% 토마토분말, T3은 아질산염 비처리 및 토마토분말 0.5%첨가, T4는 아질산염 비처리에 토마토분말 1.0%첨가하였고, T5는 아질산염 0.005%처리와 토마토분말 0.5%를 동시에 처리하여 미트볼을 제조하였다.

Fig. 162는 아질산염 대체 가능성 평가를 위한 토마토 분말을 이용한 미트볼의 저장 중 조직감 특성결과를 나타낸 그림이다. 저장 1일차 경도는 C 및 T3이 가장 높게 나타났으며, T5가 가장 낮은 결과를 타나내었다. 응집성의 경우 C 및 T1이 가장 높게 나타났으며, 탄력성은 C가 가장 높게 나타났으며, 검성은 C가 가장 높게 나타났으나 T5가 가장 낮게 나타났다. 씹힘성의 경우에도 C가 가장 높게 나타났으나 T5가 가장 낮게 나타났다. 부착성은 T3이 가장 높게 나타났으나, T5가 가장 낮게 나타났다. 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon 등, 2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고된다(Choi 등, 2003).

조직감 중 저장 7일차 경도는 T3이 가장 높게 나타났으며, T5가 가장 낮은 결과를 타나내었다. 표면 경도의 경우에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 응집성의 경우 T5가 가장 높게 나타났으며, 탄력성은 C 및 T5가 가장 높게 나타났다. 으며, 검성은 T2, T3, T4가 대조구보다 높은 결과를 나타내었다. 씹힘성의 경우에도 T1이 다른 시험구보다 낮은 결과를 나타내었다. 부착성은 T2가 가장 높게 나타났다. 조직감과 밀접한 관련이 있는 연도는 근원섬유단백질(myofibrillar proteins), 근육 세포골격 단백질(muscle cytoskeleton), 근육 내 결합조직(intramuscular connective tissue), 근섬유 내 수분함량(intrafiber water content)에 의해 영향을 받으며(Offer 등, 1989; Silva 등, 1993), 열처리 방법에 따라서도 전단가에서 유의적인 차이가 발생(Obuz et al., 2003)한다. 따라서 여러 가지 복잡한 요인들에 의해서 육류의 조직감과 함께 관능적 특성도 결정되기 때문에 조직감 측정은 품질을 평가하는 유효한 수단이 되고 있다.

저장 21일차 경도는 T1이 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮은 결과를 타나내었다. 표면 경도의 경우에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T2 및 T4가 가장 낮은 값을 나타내었다. 응집성의 경우 T3가 가장 높게 나타났으며, T2가 가장 낮게 나타났다. 탄력성은 T3이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T4 및 T5 순으로 나타났고, C, T1, T2가 비교적 낮은 수준이었다. 검성의 경우 T3이 가장 높게 나타났으며, C 및 T4가 낮은 결과를 나타내었다. 씹힘성의 경우에는 T3이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T6 순이었으며, C가 가장 낮은 씹힘성을 나타내었다.

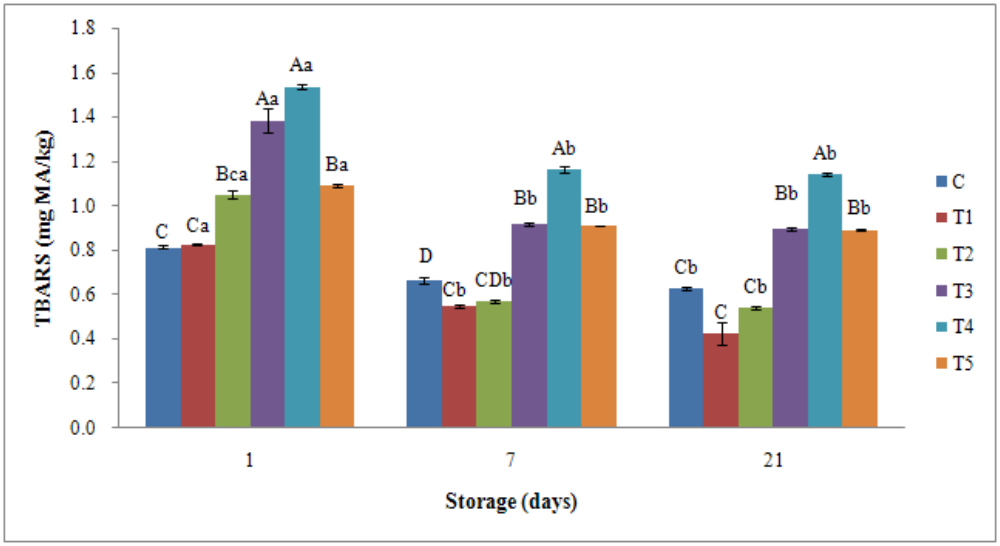


Fig 31. The TBARS values of meat patties added tomato powder and nitrite during storage. Treatments are the same as described in Table 161. Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C,D}Means with different superscripts within the same stored day in the different treatment differ significantly at $p<0.05$. ^{a,b,c}Means with different superscripts within the different stored day in the same treatment differ significantly at $p<0.05$.

Fig. 31은 아질산염 대체 가능성 평가를 위한 토마토 분말을 이용한 미트볼의 저장 중 TBARS 값의 변화를 나타낸 그림이다.

저장기간의 증가에 따라 TBARS 값이 유의적으로 감소하였다. 또한 저장 초기에는 T4 및 T3이 다른 처리구보다 높게 나타났으나, 저장 21일차에는 T1이 가장 낮은 TBARS 값을 나타내었으며, 다음으로 T2였고 다음으로 C 순이었다. 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala 등, 1998)되고 있다. Choi 등(2003)은 녹차분말을 첨가하여 소시지를 제조하였을 때, TBARS가 감소하였다고 하였고, Kim 등(2002)은 솔잎 및 녹차 추출물을 이용하여 소시지를 제조하였을 때, 이들의 첨가에 의해 TBARS가 감소하였다고 하였으나, Kim 등(2005)은 이들의 첨가로 인한 지방산화 억제효과는 크게 나타나지 않았다고 상반된 결과를 보고하였다. Kim 등(2001)은 소시지에 감귤껍질을 첨가함으로써 소시지의 TBARS는 유의성은 인정되지 않았지만 대조구에 비해 낮은 수준을 보였다고 하였으며, Lee 등

(2004)은 유자과피 분말을 함유한 유화형 소시지에서 저장 20일 이후 유자과피 분말 0.9% 첨가군이 대조구와 0.3%와 0.6% 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 가졌다고 하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유자과피 분말 첨가군 모두 유의적으로 증가하였다고 하였다. Lee 등(2003)은 뽕잎 및 감잎 분말을 0.04% 첨가한 소시지는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS을 나타내었으나, 뽕잎과 감잎분말을 첨가한 소시지 간에는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다. 식육이나 육제품의 품질을 평가하는데 유용한 항목인 TBARS에 대한 초기연구에서 TBARS치가 지방함유 식품의 자동산화 정도를 측정하는데 적절한 방법이라고 제안되었으며(Sinnhuber와 Yu, 1977), 저장온도와 기간, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. Brewer 등(1992)은 신선육의 경우 malonaldehyde의 양이 0.2 mg/kg 이하 범위는 신선하다고 하였다. 한편, 휘발성 염기질소에 의한 저장성 판정에 있어서 생육 가식권의 한계는 30 mg%라고 하였으며(高坂, 1975), 우리나라 식품공전에 신선육의 경우 20 mg% 이하로 규정되어 있으나, 햄, 베이컨, 소시지 등 육가공제품에는 그 규정치가 제시되어 있지 않다.

가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cáceres 등, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L^*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguelmo 등, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a^*값은 감소한다고 보고되는데(Phillips 등, 2001), Table 163은 저장 중 육색의 변화를 나타낸 것이다. 저장 1일차 육색의 경우 C가 가장 높은 명도를 나타났으며, T4가 가장 낮게 나타났다. 적색도는 T1, T2 및 T4가 비교적 높게 나타났으며, C가 가장 낮은 적색도를 나타내었다. 황색도는 T4가 가장 높게 나타났으며 다음으로 T3 및 T5로 나타났으며, T1이 가장 낮은 황색도를 나타내었다. chroma의 경우에는 T4가 가장 높게 나타났으며 다음으로 T3 및 T5였다. hue 값의 경우 C, T3, T4 및 T5가 높게 나타났으며, T1 및 T2는 낮은 값을 타나내었다. 백색도의 경우 C, T1 및 T2가 높게 나타났으며, T4는 음의 수를 나타내어 가장 낮은 값을 나타내었다.

저장 7일차의 경우에는 C, T1 및 T2가 다른 시험구보다 높은 명도를 나타내었으며, T4가 가장 낮은 명도를 나타내었다. 적색도의 경우에는 C가 가장 낮았으며, T2 및 T4가 높은 결과를 나타내었다. 황색도의 경우에는 T4가 가장 높게 나타났고, 다음으로 T3 및 T5가 높게 나타났다. chroma의 경우에도 T4가 가장 높게 나타났고 다음으로 T3 및 T5가 높은 결과를 나타내었다. hue값의 경우에는 T3가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 C 및 T4 및 T5가 높은 결과를 나타내었으나 T1 및 T2는 낮은 결과를 나타내었다. 백색도의 경우 토마토 처리구가 매우 낮은 결과를 나타내었다.

저장 21일차의 경우에도 토마토처리구가 낮은 명도 값을 나타내었으며, T4가 가장 낮은 명도 값을 나타내었다. 적색도의 경우에는 T2및 T4가 가장 높은 결과를 나타내었다. 황색도의 경우에는 T4가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T3, T5가 가장 높게 나타나났다. chroma의 경우에도 T4가 가장 높게 나타났으며 다음으로 T3 및 T5가 높은 결과를 나타내었다. hue 값의 경우에는 C, T3, T4 및 T5가 높은 경향을

나타내었다. 백색도의 경우에는 토마토 처리구가 가장 낮은 백색도를 나타내었다.

Table 163. The color analysis of meat patties added tomato powder and nitrite during storage

Items	Storage (days)	Treatments[1)]							
		C	T1	T2	T3	T4	T5	SE[2)]	*p*
L*	1	79.08^{A}	76.60^{B}	77.17^{Ba}	71.94^{Ca}	64.85^{E}	69.43^{D}	0.87	0.00
	7	77.65^{A}	76.86^{A}	77.40^{Aa}	70.15^{Bab}	65.35^{C}	69.21^{B}	0.83	0.00
	21	78.89^{A}	75.79^{B}	74.58^{Bb}	67.99^{Cb}	65.11^{D}	68.79^{C}	0.86	0.00
	SE[2)]	0.31	0.33	0.37	0.63	0.28	0.28		
	p	0.12	0.42	0.00	0.03	0.79	0.66		
a*	1	3.71^{Ea}	10.56^{Ba}	11.30^{A}	7.22^{Da}	10.30^{Ba}	8.01^{Ca}	0.45	0.00
	7	3.93^{Da}	8.75^{Bb}	10.25^{A}	6.67^{Cab}	10.64^{Aa}	6.92^{Cc}	0.40	0.00
	21	2.36^{Eb}	8.98^{Bb}	10.31^{A}	6.07^{Db}	9.39^{Bb}	7.57^{Cb}	0.46	0.00
	SE[2)]	0.27	0.21	0.21	0.20	0.18	0.13		
	p	0.02	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00		
b*	1	11.33^{C}	9.54^{Db}	9.91^{Db}	20.12^{B}	25.63^{A}	21.24^{B}	1.07	0.00
	7	11.82^{C}	10.25^{Da}	11.35^{Ca}	21.55^{B}	25.90^{A}	21.07^{B}	1.03	0.00
	21	12.10^{D}	9.53^{Eb}	9.75^{Eb}	21.12^{C}	25.93^{A}	22.20^{B}	1.11	0.00
	SE[2)]	0.27	0.12	0.21	0.27	0.17	0.27		
	p	0.54	0.01	0.00	0.08	0.74	0.17		
Chroma	1	11.94^{E}	14.23^{Da}	15.03^{D}	21.38^{C}	27.62^{A}	22.70^{B}	0.94	0.00
	7	12.49^{E}	13.48^{Db}	15.31^{C}	22.57^{B}	28.01^{A}	22.18^{B}	0.96	0.00
	21	12.41^{E}	13.09^{Eb}	14.20^{D}	21.98^{C}	27.58^{A}	23.46^{B}	0.99	0.00
	SE[2)]	0.22	0.14	0.20	0.28	0.19	0.26		
	p	0.57	0.00	0.05	0.23	0.62	0.14		
Hue angle	1	71.68^{A}	42.11^{Cc}	41.29^{Cb}	70.31^{ABb}	68.09^{Bb}	69.29^{Bb}	2.27	0.00
	7	71.39^{A}	49.47^{Ca}	47.90^{Ca}	72.81^{Aa}	67.69^{Bb}	71.80^{Aa}	1.83	0.00
	21	78.48^{A}	46.73^{Cb}	43.51^{Cb}	73.95^{Ba}	70.09^{Ba}	71.17^{Ba}	2.35	0.00
	SE[2)]	1.43	0.80	0.81	0.49	0.32	0.34		
	p	0.24		0.07					
W	1	45.09^{A}	47.99^{A}	47.45^{Aa}	11.57^{Ba}	−12.03^{D}	5.72^{C}	4.04	0.00
	7	42.20^{B}	46.12^{A}	43.34^{Bb}	5.49^{Cb}	−12.36^{D}	6.01^{C}	3.89	0.00
	21	42.59^{B}	47.20^{A}	45.33^{Aab}	4.63^{Cb}	−12.67^{E}	2.18^{D}	4.09	0.00
	SE[2)]	0.68	0.36	0.56	1.17	0.34	0.91		
	p	0.17	0.09	0.00	0.02	0.76	0.16		

[1)]Treatments are the same as described in Table 161.[2)]Pooled standard errors of the mean. [A,B,C]Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [a,b,c]Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. *p* means ANAVA p−value.

최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon., 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott과 Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다.

Jung 등(2003)에 따르면 깻잎 분말을 첨가하여 제조한 소시지의 pH는 첨가하지 않은 처리구에 비해 높게 나타났다고 하였으며, Nam 등(2000)도 쑥과 솔잎 추출물을 첨가한 돈육 patty의 pH가 대조구보다 높다고 하였는데, 이는 식물에서 칼륨과 같은 무기질 함량이 높고 이들로 인하여 pH가 높게 나타난다고 하였다. 하지만 Kim 등(2005)은 솔잎, 깻잎 및 녹차분말이 함유된 유화형 소시지 실험에서 처리구에 따른 pH는 큰 차이를 보이지 않았다고 하였으며, Yilmaz 등(2002)은 저지방 가열 소시지에 토마토 주스와 해바라기유를 첨가하였을 때 토마토 처리구의 pH가 가장 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

Fig. 32는 아질산염 대체 가능성 평가를 위한 토마토 분말을 이용한 미트볼의 저장 중 pH의 변화를 나타낸 그림이다. 저장 기간 중 pH는 감소하는 경향이었으며, 저장 7일차에 감소하다가 저장 21일차에 다시 증가하는 경향이었다. 저장 기간 동안 T4가 가장 낮은 pH를 나타내었으며 T2, T3 및 T5는 비슷한 경향을 나타내었다. 저장 기간 동안 T1의 pH가 가장 높은 경향이었다. Pearson 등(2005)은 본인 햄과 본레스햄 공히 PSE(Pale, Soft, Exudative) 수준의 pH를 가지는 원료육으로 햄 제조시, 대조구에 비해 더 많은 품질결함을 나타낸다고 하였으며, 낮은 pH의 햄은 정상적인 pH를 가지는 햄보다 많은 비단백태질소함량을 가지고 있고, 반죽 같은 조직감(pasty texture)을 가지는데(Garcia-Rey 등, 2004), 낮은 pH는 acid protease(cathepsin)의 최적조건과 밀접하기 때문(Virgili 등. 1995)이라고 하였다. Kim과 Lim(1994)은 수율을 향상시키기 위한 습염 육제품 제조에는 상대적으로 높은 pH를 갖는 원료육이 적합하며, 최적 pH 범위는 5.8~6.2 수준이며, 이는 pH 6.2 이상의 범위에서는 보수력의 증가로 수율은 향상되지만 육의 발색에는 불리하고, pH 5.8 이하의 범위에서는 보수력이 현저히 떨어지기 때문이라고 하였다.

일반적으로 휘발성 염기태 질소화합물은 육류에 많이 오염되어 있는 *pseudomonas spp.* 등과 같은 gram negative bacteria에 의해 요소와 아미노산이 분해됨으로써 형성된다고 하였다(Lefebvre 등, 1994). Fig. 36은 아질산염 대체 가능성 평가를 위한 토마토 분말을 이용한 미트볼의 저장 중 VBN의 변화를 나타낸 그림이다. 저장 초기 T1이 가장 낮은 VBN 함량(5.51 mg%)을 나타내었고 다음으로 C가 6.44 mg%로 낮게 나타났다. 하지만 저장기간이 증가함에 따라 T1 및 C는 유의적으로 증가하여 저장 7일차에 C가 가장 높은 함량을 나타내었다. 저장 21일차에는 C가 가장 높은 8.96 mg%로 가장 높게 나타났으나 다른 시험구는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

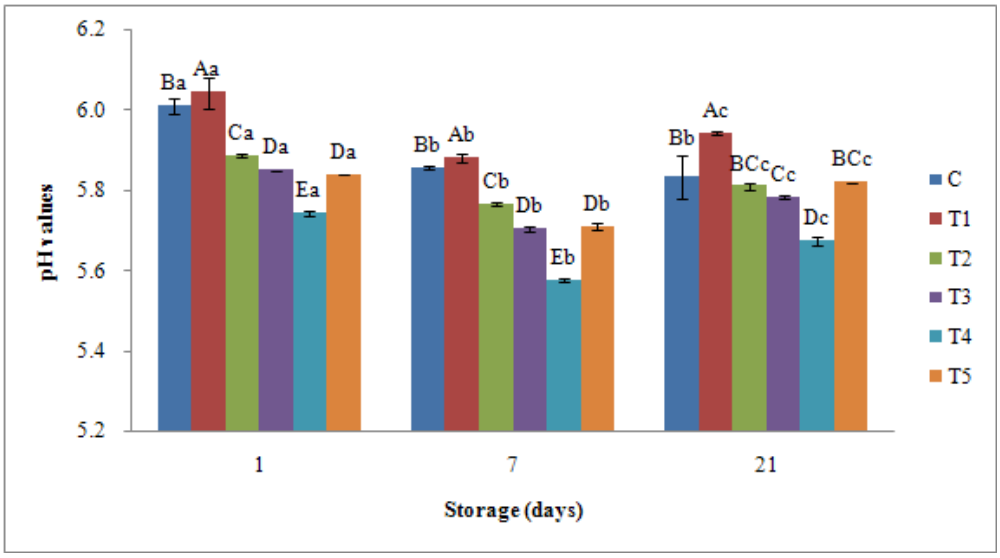


Fig 32. The pH values of meat patties added tomato powder and nitrite during storage. Treatments are the same as described in Table 161. Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C,D}Means with different superscripts within the same stored day in the different treatment differ significantly at $p<0.05$. ^{a,b,c}Means with different superscripts within the different stored day in the same treatment differ significantly at $p<0.05$.

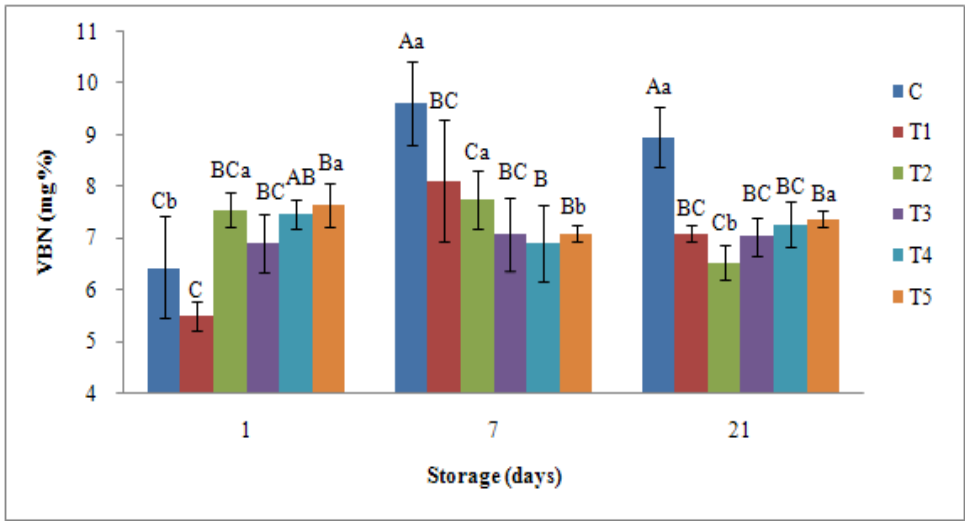


Fig. 36. The VBN values of meat patties added tomato powder and nitrite during storage. Treatments are the same as described in Table 161. Pooled standard errors of the mean. ^{A,B,C,D}Means with different superscripts within the same stored day in the different treatment differ significantly at $p<0.05$. ^{a,b,c}Means with different superscripts within the different stored day in the same treatment differ significantly at $p<0.05$.

Table 164. The bacterial counts (log CFU/g) of meat patties added tomato powder and nitrite during storage

Items	Storage (days)	Treatments[1)]							
		C	T1	T2	T3	T4	T5	SE[2)]	*p*
Total bacteria	1	2.93^{ABa}	3.22^{Aa}	3.21^{Ab}	2.49^{Cb}	2.88^{Bb}	2.94^{ABb}	0.08	0.01
	7	3.07^{Ba}	3.10^{Ba}	4.49^{Aa}	3.10^{Ba}	3.10^{Ba}	2.42^{Cc}	0.19	0.00
	21	2.40^{Db}	1.79^{Eb}	2.86^{Bc}	2.40^{Db}	2.80^{Cb}	3.11^{Aa}	0.13	0.00
	SE[2)]	0.13	0.29	0.31	0.14	0.06	0.13		
	p	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00		
Yeast and Mold	1	2.72	2.52^{a}	2.57^{b}	2.19^{b}	2.58^{b}	1.90^{c}	0.10	0.14
	7	2.54^{E}	2.10^{Fb}	5.16^{Aa}	3.40^{Da}	4.10^{Ba}	3.84^{Ca}	0.30	0.00
	21	2.86^{A}	1.09^{Ec}	2.51^{Bc}	1.85^{Cb}	1.83^{Dc}	2.85^{Ab}	0.19	0.00
	SE[2)]	0.07	0.27	0.55	0.32	0.42	0.36		
	p	0.17	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00		
Salmonella spp.	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.
	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.
	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.
	SE[2)]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	p	.	.	.	.	.	.		
Stapylococcus aureus	1	2.87^{Aa}	2.83^{Aa}	2.64^{A}	2.40^{ABb}	2.65^{A}	1.95^{Bc}	0.10	0.04
	7	2.40^{Db}	2.52^{Bb}	2.45^{C}	2.64^{Aa}	2.48^{C}	2.52^{Bb}	0.02	0.00
	21	2.41^{BCb}	1.21^{Ec}	2.35^{D}	2.40^{Cb}	2.42^{B}	3.10^{Aa}	0.17	0.00
	SE[2)]	0.10	0.31	0.08	0.05	0.08	0.21		
	p	0.01	0.00	0.44	0.00	0.55	0.01		

[1)]Treatments are the same as described in Table 1.[2)]Pooled standard errors of the mean. [A,B,C]Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

[a,b,c]Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. *p* means ANAVA p-value.

Fig. 164는 아질산염 대체 가능성 평가를 위한 토마토 분말을 이용한 미트볼의 저장기간 중 미생물의 변화를 나타낸 그림이다. Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열소시지에 토마토 주스 첨가 시 미생물수가 낮았다고 하였는데 이는 소시지에 투입된 토마토 주스의 낮은 pH에 기인하는 것으로 보고한 내용과 상이하였으며, 이러한 결과는 사용된 토마토의 농도와 형태, 제품 및 제조공정상 열처리 조건의 차이 등 여러 가지 요인들의 차이에 의한 것으로 판단된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토분말과 토마토 페이스트를 갈은 고기에 투입하였을 때의 pH는 각각 5.1과 5.3이었으며, 자연건조 토마토분말에 미생물 수가 가장 많았음에도 불구하고 낮은 pH에 의해 호기성미생물 성장이 거의 없었고, 정제 라이코펜 투입 시 미생물수는 대조구보다 오히려 다소 높았다고 하여 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 없다고 보고하였다. Lamkey 등(1991)은 소시지에서 세균수가 10^8 CFU/g 수준이면 부패 냄새가 나게 되어 식용이 불가능하다고 하였는데, 제조 초기 T3이 가장 낮은 총균수를 나타내었다. 효모 곰팡이 균의 경우에는 T5가 가장 낮은 균수를 나타내었으며, 다음으로 T3가 낮게 나타났다. staphylococcus spp. 또한 t5에서 가장 낮게 나타났으며 다음으로 T3가 낮게 나타났다. Baranyi와 Roberts(1994)는 저장기간이 경과함에 따라 온도, pH, 수분활성도 등의 요인들에 의하여 미생물이 성장하게 된다고 하였으며, *Lactobacillus*나 *Leuconostoc*의 몇몇 특이 종들은 육표면의 끈적끈적한(slime) 물질을 생산하는 탄수화물 기질(carbohydrate substrates)로서 이용될 수 있기 때문에(Cerning, 1990) 제품 제조 및 취급 시 유의하여야 한다. 한편, 육제품의 안전성 확보를 위해 병원성 미생물을 제거시키기 위한 가장 바람직한 방법은 방사선 조사이지만, 이취발생, 색상 변화와 이러한 품질 변화에 대한 소비자들의 반응 등 부정적인 측면도 있다고 보고(Ahn 등, 2000; Jo와 Ahn, 2000)되고 있다. 또한 가공햄에 공기조성변경포장(MAP) 적용 시 미생물 증식억제에 의해 유통기한이 증진된다(Wang, 2001).

저장 7일차에 T5가 가장 낮은 총 균수를 나타내었으며, T2가 가장 높은 총 균수를 나타내었다. 효모 곰팡이 균의 경우에는 토마토 처리구가 비교적 높은 수치를 나타내었으나, C 및 T1이 가장 낮은 효모 곰팡이 균수를 나타내었다. staphylococcus spp. 시험구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

저장 21일차에 T1이 가장 낮은 총 균수를 나타내었으며, 다음으로 T3이 가장 낮은 수치를 나타내었다. 하지만 토마토 처리구T4 및 T5는 비교적 높은 총 균수를 나타내었다. 효모 및 곰팡이의 경우 T1이 가장 낮게 나타났으며, 다음으로 T3 T4가 낮은 수준으로 나타났다. 하지만 C, T2 및 T5는 비교적 높은 효모 곰팡이 수를 관찰하였다. 저장 21일차 staphylococcus spp.는 T1이 가장 낮은 수치를 나타내었으며, 다음으로 C, T2, T3, T4로 나타났으며, T5가 가장 높은 staphylococcus spp. 수치를 나타내었다. Ingram과 Dainty(1971)는 총 균수가 7 log CFU/㎠ 이상이 되면 육에서 이취가 발생하고 8 log CFU/㎠수준이 되면 점액이 형성된다고 하였다. 본 연구에서의 발효 돈육은 이취나 제품의 관능상의 문제는 없는 것으로 판단되었다.

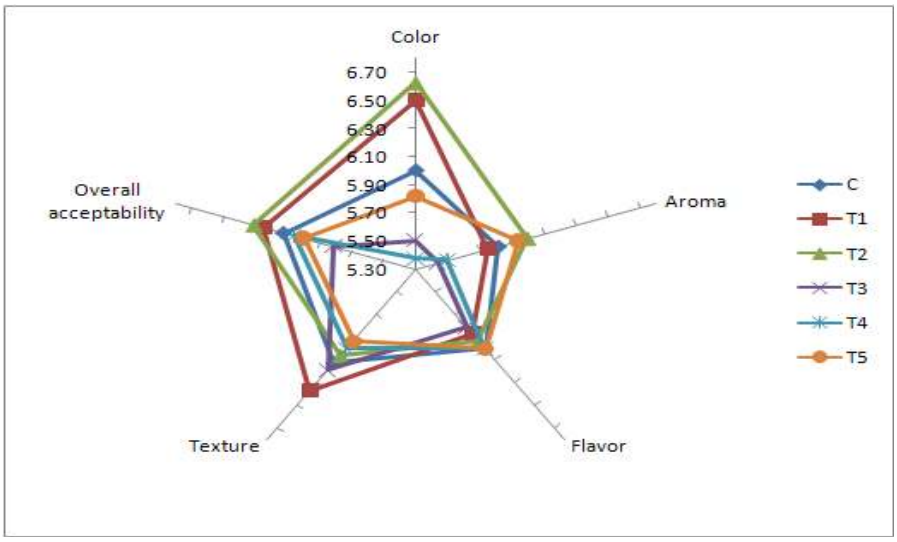


Fig 38. The sensory characteristics of meat patties added tomato power and nitrite at 7 of storage. T1-T5 see the table 161.

Fig. 38는 아질산염 대체 가능성 평가를 위한 토마토 분말을 이용한 미트볼의 저장 7일차의 관능적 특성을 나타낸 그림이다. 관능적 특성 중 육색의 경우 T2 및 T1의 기호도가 가장 높았으며, 다음으로 C 및 T5순이었고 T3 및 T4가 가장 낮은 육색의 기호도를 나타내었다. 향의 경우에는 T3 및 T4가 가장 낮았으나 T5는 T2와 함께 매우 좋은 향의 기호도를 나타내었다. 풍미의 경우에는 T5가 비교적 높은 기호도를 나타내었으며, T4또한 매우 높은 기호도를 나타내었다. 조직감의 경우에는 T1이 가장 우수한 결과를 나타내었으며, T3 또한 T2와 함께 높은 조직감의 기호도를 나타내었다. 종합적인 기호도의 경우 T2및 T1이 가장 높은 종합적인 기호도를 나타내었다. 하지만 C 및 T4, T5가 다음 순으로 비교적 높은 기호도를 나타내었다. 하지만 T3은 매우 낮은 종합적인 기호도를 나타내어 토마토 분말 0.5%보다는 1%추가와 아질산염이 포함된 T5가 비교적 우수한 결과를 나타낸 것으로 나타났다.

③ 요약

기능성 한방물질을 이용한 저염 저지방 미트볼의 경우 기본 배합비에 T1은 0.01% 아질산염을 첨가, T2는 아질산염과 1.0% 토마토분말, T3는 아질산염 비처리 및 토마토분말 0.5%첨가, T4는 아질산염 비처리에 토마토분말 1.0%첨가하였고, T5는 아질산염 0.01%처리와 토마토분말 0.5%를 동시에 처리하여 미트볼을 제조하였다. 저장 1일차 경도는 C 및 T3이 가장 높게 나타났으며, T5가 가장 낮은 결과를 타나내었다. 응집성의 경우 C 및 T1이 가장 높게 나타났으며, 탄력성은 C가 가장 높게 나타났으며, 검성은 C가 가장 높게 나타났으나 T5가 가장 낮게 나타났다. 씹힘성의 경우에도 C가 가장 높게 나타났으나 T5가 가장 낮게 나타났다. 부착성은 T3이 가장 높게 나타났으나, T5가 가장 낮게 나타났다. 조직감 중 저장 7일차 경도는 T3이 가장 높게 나타났으며, T5가 가장 낮은 결과를 타나내었다. 표면 경도의 경우에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 응집성의 경우 T5가 가장 높게 나타났으며, 탄력성은 C 및 T5가 가장 높게 나타났다. 으며, 검성은 T2, T3, T4가 대조구보다 높은 결과를 나타내었다. 씹힘성의 경우에도 T1이 다른 시험구보다 낮은 결과를 나타내었다. 부착성은 T2가 가장 높게 나타났다. 저장 21일차 경도는 T1이 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮은 결과를 타나내었다. 표면 경도의 경우에는 T3이 가장 높게 나타났으며, T2 및 T4가 가장 낮은 값을 나타내었다. 응집성의 경우 T3이 가장 높게 나타났으며, T2가 가장 낮게 나타났다. 탄력성은 T3이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T4 및 T5 순으로 나타났고, C, T1, T2가 비교적 낮은 수준이었다. 검성의 경우 T3이 가장 높게 나타났으며, C 및 T4가 낮은 결과를 나타내었다. 씹힘성의 경우에는 T3이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T6 순이었으며, C가 가장 낮은 씹힘성을 나타내었다. 저장기간의 증가에 따라 TBARS 값이 유의적으로 감소하였다. 또한 저장 초기에는 T4 및 T3이 다른 처리구보다 높게 나타났으나, 저장 21일차에는 T1이 가장 낮은 TBARS 값을 나타내었으며, 다음으로 T2였고 다음으로 C 순이었다. 저장 1일차 육색의 경우 C가 가장 높은 명도를 나타났으며, T4가 가장 낮게 나타났다. 적색도는 T1, T2 및 T4가 비교적 높게 나타났으며, C가 가장 낮은 적색도를 나타내었다. 황색도는 T4가 가장 높게 나타났으며 다음으로 T3 및 T5로 나타났으며, T1이 가장 낮은 황색도를 나타내었다. chroma의 경우에는 T4가 가장 높게 나타났으며 다음으로 T3 및 T5였다. hue 값의 경우 C, T3, T4 및 T5가 높게 나타났으며, T1 및 T2는 낮은 값을 타나내었다. 백색도의 경우 C, T1 및 T2가 높게 나타났으며, T4는 음의 수를 나타내어 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 7일차의 경우에는 C, T1 및 T2가 다른 시험구보다 높은 명도를 나타내었으며, T4가 가장 낮은 명도를 나타내었다. 적색도의 경우에는 C가 가장 낮았으며, T2 및 T4가 높은 결과를 나타내었다. 황색도의 경우에는 T4가 가장 높게 나타났고, 다음으로 T3 및 T5가 높게 나타났다. chroma의 경우에도 T4가 가장 높게 나타났고 다음으로 T3 및 T5가 높은 결과를 나타내었다. hue값의 경우에는 T3가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 C 및 T4 및 T5가 높은

결과를 나타내었으나 T1 및 T2는 낮은 결과를 나타내었다. 백색도의 경우 토마토 처리구가 매우 낮은 결과를 나타내었다. 저장 21일차의 경우에도 토마토처리구가 낮은 명도 값을 나타내었으며, T4가 가장 낮은 명도 값을 나타내었다. 적색도의 경우에는 T2및 T4가 가장 높은 결과를 나타내었다. 황색도의 경우에는 T4가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T3, T5가 가장 높게 나타나났다. chroma의 경우에도 T4가 가장 높게 나타났으며 다음으로 T3 및 T5가 높은 결과를 나타내었다. hue 값의 경우에는 C, T3, T4 및 T5가 높은 경향을 나타내었다. 백색도의 경우에는 토마토 처리구가 가장 낮은 백색도를 나타내었다. 저장 기간 중 pH는 감소하는 경향이었으며, 저장 7일차에 감소하다가 저장 21일차에 다시 증가하는 경향이었다. 저장 기간 동안 T4가 가장 낮은 pH를 나타내었으며 T2, T3 및 T5는 비슷한 경향을 나타내었다. 저장 기간 동안 T1의 pH가 가장 높은 경향이었다. 저장 초기 T1이 가장 낮은 VBN 함량(5.51 mg%)를 나타내었고 다음으로 C가 6.44 mg%로 낮게 나타났다. 하지만 저장기간이 증가함에 따라 T1 및 C는 유의적으로 증가하여 저장 7일차에 C가 가장 높은 함량을 나타내었다. 저장 21일차에는 C가 가장 높은 8.96 mg%로 가장 높게 나타났으나 다른 시험구는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 제조 초기 T3가 가장 낮은 총 균수를 나타내었다. 효모 곰팡이 균의 경우에는 T5가 가장 낮은 균수를 나타내었으며, 다음으로 T3가 낮게 나타났다. staphylococcus spp. 또한 t5에서 가장 낮게 나타났으며 다음으로 T3가 낮게 나타났다. 관능적 특성 중 육색의 경우 T2 및 T1의 기호도가 가장 높았으며, 다음으로 C 및 T5순이었고 T3 및 T4가 가장 낮은 육색의 기호도를 나타내었다. 향의 경우에는 T3 및 T4가 가장 낮았으나 T5는 T2와 함께 매우 좋은 향의 기호도를 나타내었다. 풍미의 경우에는 T5가 비교적 높은 기호도를 나타내었으며, T4또한 매우 높은 기호도를 나타내었다. 조직감의 경우에는 T1이 가장 우수한 결과를 나타내었으며, T3 또한 T2와 함께 높은 조직감의 기호도를 나타내었다. 종합적인 기호도의 경우 T2및 T1이 가장 높은 종합적인 기호도를 나타내었다. 하지만 C 및 T4, T5가 다음 순으로 비교적 높은 기호도를 나타내었다. 하지만 T3는 매우 낮은 종합적인 기호도를 나타내어 토마토 분말 0.5%보다는 1%추가와 아질산염이 포함된 T5가 비교적 우수한 결과를 나타낸 것으로 나타났다.

(4) 토마토 분말 및 한방물질 함유 햄

① 재료 및 방법

기능성 한방물질을 첨가한 햄은 처리구의 경우 기본 배합비에 T1은 0.5% sodium ascorbate, T2는 5% 토마토 분말, T3은 T2에 30% 산수유 엑기스(65 brix), T4는 T2에 30% 구기자 엑기스(65 brix), T5는 T2에 감초 10%(65 brix), T6은 T2에 8% 산수유 엑기스(65 brix)와 8% 구기자 엑기스(65 brix) 그리고 4% 감초 엑기스(65 brix),를 각각 혼합하여 식육의 20%를 등심육과 혼합한 후 3일간 숙성한 후 가열 건조시켰다.

a. pH

시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

b. 가열감량

시료를 2 ㎝ 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고 지퍼백에 넣어 water bath에서 심부온도가 70℃에 도달할 때까지 가열하여 식힌 후 시료의 무게를 측정하여 가열 전후 무게 차이를 가열 전 무게에 대한 백분율로 산출하였다.

c. 보수력

마쇄한 시료를 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다.

보수력(%) = [(총 시료 중량-유리 수분 중량)/(총 시료 중량)]×100

d. Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)

Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 저장 중 가열 및 미가열 각각의 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μL와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화 시킨 후 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 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정한 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malonaldehyde)/kg으로 나타내었다.

e. Volatile basic nitrogen(VBN)

高坂(1975)의 방법을 이용하여 세절육 10g에 증류수 90㎖를 가하여 14,000rpm으로 5분간 균질한 후 균질액을 whatman No. 1로 여과하여 여과액 1㎖를 conway

unit 외실에 넣고 내실에는 0.01N 붕산용액 1㎖와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접착부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K_2CO_3 1㎖를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37℃에서 120분간 배양 후 0.02N H_2SO_4로 적정하여 다음과 같이 구하였다.

$$VBN(mg\%)=(a-b)\times f\times 0.02\times 14.007\times /S\times 100\times 100$$

a: samlpe ㎖, b: blank ㎖, S: sample wt, f: 0.02N H_2SO_4 factor

f. 육색

Chromameter(CR 400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 동일한 방법으로 5회 반복하여 측정하여 명도(lightness)를 나타내는 L^*값, 적색도(redness)를 나타내는 a^*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^*값과 CIE값을 이용하여 saturation index인 C^*(Chroma value=$[a^{*2}+b^{*2}]^{1/2}$) 및 H°(Hue angel=$\tan^{-1}[b^*/a^*]$) 값을 측정하였다. 이때 표준색은 L^*값이 89.2, a^*값이 0.921, b^*값이 0.783인 표준색판을 사용하여 표준화한 다음 측정하였다.

g. 조직감 및 전단가

조직감은 mastication test로 adapter No. 5의 구형 plunger를 이용하여 측정하였다. 이 때 분석 조건은 chart speed 120 mm/min, maximum load 10 kg, 측정 속도 60 mm/min, 시료높이 20 mm로 하였다. 조직감은 표면경도(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 조사하였다.

전단가는 Rheometer(EZtest, shimadze, Japan)를 이용하여 shearing cutting test로 측정하였으며, 이 때 분석조건은 chart speed 120/mm/min, maximum load 10 kg, 측정 속도 20 mm/sec, 시료높이 20 mm, adapter No. 4로 측정하였다.

i. 총세균

총 균수(Total plate counts)는 시료 10g을 1% peptone수 90 ml에 넣고 bagmixer로 균질 시킨 다음 1 ml를 채취하여 준비된 9 ml peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(plate counter agar, Difco)에 평판 배양하여 32℃에서 2일 배양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

j. 대장균

대장균(*Escherichia coli*)은 시료 10 g을 1% peptone수 90 ml에 넣고 bagmixer로 균질 시킨 다음 1 ml를 채취하여 준비된 9 ml peptone수에 넣어 희석한 후, 희석액을 미리 조제한 배지(MaCConkey agar, Difco)에 평판 배양하여 37℃에서 1일 배

양한 후 나타나는 colony의 수를 계수하였다.

k. 관능검사

잘 훈련된 관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 평가 시 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

l. 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 실험치의 평균값과 표준오차(standard errors of the mean)를 구하였다.

② 결과 및 고찰

Table. 162. Formula ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen and Glycyrrhiza uralensis mixture

Index	Treatments						
	C	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Water	82.6	82.6	82.6	72.1	72.1	79.1	75.6
NPS	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Phosphate	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
sugar	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
Sodium ascorbiate		0.5					
Tomato powder			5.0	5.0	5.0	5.0	3.0
Cornus officinalis (65brix)				30.0			8.0
Plantaginis Semon (65brix)					30.0		8.0
Glycyrrhiza uralensis (65brix)						10.0	4.0
	100	100.5	105	124.5	124.5	111.5	116

C T1 T2 T3 T4 T5 T6

Fig. 41. The fingure of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen, and Glycyrrhiza uralensis mixture.

Table 163. The texture profiles of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen and Glycyrrhiza uralensis mixture during storage

Index		Treatments[1)]							SE	*p*
		C	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Hardness	1	1.10^{BC}	0.85^{Db}	0.88^{Db}	0.93^{CDa}	1.18^{Ba}	0.84^{D}	1.48^{Aa}	0.04	0.00
	7	1.19^{A}	1.04^{ABa}	1.21^{Aa}	0.65^{Ab}	0.86^{BCb}	1.08^{AB}	1.16^{Ab}	0.04	0.00
	21	1.39^{A}	0.86^{BCb}	0.96^{BCb}	0.81^{Cab}	1.14^{Ba}	0.99^{BC}	1.60^{Aa}	0.05	0.00
	SE	0.05	0.04	0.02	0.03	0.03	0.05	0.03		
	p	0.08	0.00	0.02	0.03	0.01	0.07	0.01		
Surf. Hardness	1	1.08^{B}	0.78^{Cb}	0.82^{Cb}	0.92^{BCa}	1.06^{Ca}	0.80^{C}	1.38^{Aab}	0.04	0.00
	7	1.15^{A}	0.93^{ABa}	1.17^{Aa}	0.62^{Cb}	0.83^{BCb}	1.02^{AB}	1.10^{Ab}	0.04	0.00
	21	1.18^{B}	0.85^{CDab}	0.95^{CDab}	0.76^{Dab}	1.06^{BCa}	0.97^{BCD}	1.55^{Aa}	0.05	0.00
	SE	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01		
	p	0.60	0.01	0.03	0.02	0.05	0.12	0.01		
Cohesiveness	1	0.46^{A}	0.38^{ABab}	0.38^{AB}	0.33^{B}	0.34^{B}	0.45^{A}	0.39^{AB}	0.01	0.01
	7	0.41	0.33^{b}	0.52	0.38	0.48	0.54	0.44	0.02	0.09
	21	0.44	0.43^{a}	0.42	0.39	0.55	0.43	0.45	0.02	0.21
	SE	0.05	0.06	0.03	0.04	0.04	0.08	0.01		
	p	0.53	0.01	0.19	0.30	0.22	0.29	0.52		
Springness	1	1.16	1.13	1.18	1.06	1.01	1.23	1.12	0.02	0.20
	7	1.10	1.07	1.21	1.09	1.12	1.26	1.18	0.03	0.39
	21	1.09	1.18	1.17	1.08	1.24	1.24	1.19	0.03	0.59
		0.05	0.05	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01		
		0.59	0.23	0.95	0.86	0.12	0.96	0.79		
Gumminess	1	0.50^{A}	0.32^{B}	0.34^{Bb}	0.30^{B}	0.40^{B}	0.36^{Bb}	0.57^{A}	0.02	0.00
	7	0.49^{ABC}	0.35^{CD}	0.63^{Aa}	0.25^{D}	0.40^{BCD}	0.58^{ABa}	0.51^{ABC}	0.03	0.00
	21	0.62^{ABC}	0.37^{D}	0.40^{CDb}	0.31^{D}	0.64^{AB}	0.42^{BCD}_{b}	0.71^{A}	0.03	0.00
	SE	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.10	0.02		
	p	0.23	0.16	0.01	0.37	0.14	0.02	0.15		
Chewiness	1	0.59^{AB}	0.36^{C}	0.42^{BC}	0.32^{C}	0.41^{C}	0.45^{BC}	0.65^{A}	0.03	0.00
	7	0.56^{ABC}_{D}	0.37^{CD}	0.80^{A}	0.28^{D}	0.45^{BCD}	0.76^{AB}	0.62^{ABC}	0.04	0.01
	21	0.68^{AB}	0.44^{B}	0.47^{B}	0.34^{B}	0.86^{A}	0.52^{AB}	0.86^{A}	0.05	0.02
	SE	0.05	0.05	0.03	0.05	0.03	0.06	0.01		
	p	0.59	0.15	0.07	0.57	0.10	0.10	0.29		
Adhesiveness	1	0.22^{ABb}	0.16^{CD}	0.11^{CDb}	0.07^{D}	0.20^{AB}	0.16^{BC}	0.24^{A}	0.01	0.00
	7	0.23^{Ab}	0.13^{BC}	0.19^{ABa}	0.09^{C}	0.12^{BC}	0.21^{AB}	0.20^{AB}	0.01	0.01
	21	0.37^{Aa}	0.18^{B}	0.12^{Bb}	0.13^{B}	0.18^{B}	0.18^{B}	0.30^{A}	0.02	0.00
	SE	0.07	0.07	0.02	0.04	0.04	0.07	0.02		
	p	0.03	0.24	0.04	0.14	0.08	0.35	0.14		

[1)] Treatments are the same as described in Table 162.

[A,B,C]Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [a,b,c]Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. *p* means ANAVA p-value.

Table. 163은 토마토 분말과 기능성 한약성분의 단독 및 혼합 햄의 조직감의 변화를 나타낸 표이다. 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성

정도가 달라져서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon 등, 2001), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고된다(Choi 등, 2003).

저장 7일차의 경우 T6가 가장 높은 경도와 표면강도 및 씹힘성을 나타내었다. 경도는 T2 및 T5가 가장 낮게 나타내었으며, 표면 경도는 T2가 가장 낮은 값을 나타내었다. 응집성은 T1 및 T5가 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮게 나타났다. 탄력성은 T5가 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮은 탄력성을 나타내었다. 검성은 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1이었으며 다른 처리구는 낮게 나타났다. 씹힘성은 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1이었다. 다른 처리구는 낮은 수준이었다. 부착성은 T1, T4, T6가 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮은 수치를 나타내었다.

저장 28일차에는 T6의 경도가 가장 높게 나타타났으며, 다음으로 T1이었으며, 다른 처리구는 비교적 낮은 값을 나타내었다. 표면 경도는 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1이 높았으며, T4가 가장 낮은 표면경도를 나타내었다. 응집성은 T4가 가장 높게 나타났다. 또한 탄력성은 T4 및 T5가 가장 높게 나타났으며, T1 및 T4가 가장 낮은 값을 나타내었다. 검성은 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1 및 T4였다. 씹힘성은 T4 및 T6가 가장 높게 나타났다. 부탁성은 T1이 가장 높게 나타났다.

조직감과 밀접한 관련이 있는 연도는 근원섬유단백질(myofibrillar proteins), 근육세포골격 단백질(muscle cytoskeleton), 근육 내 결합조직(intramuscular connective tissue), 근섬유 내 수분함량(intrafiber water content)에 의해 영향을 받으며(Offer 등, 1989; Silva 등, 1993), 열처리 방법에 따라서도 전단가에서 유의적인 차이가 발생(Obuz et al., 2003)한다. 따라서 여러 가지 복잡한 요인들에 의해서 육류의 조직감과 함께 관능적 특성도 결정되기 때문에 조직감 측정은 품질을 평가하는 유효한 수단이 되고 있다.

Table 163. The TBARS values of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen and Glycyrrhiza uralensis mixture during storage

Storage	Treatments[1)]							SE	*p*
	C	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
1	0.27^{Ca}	0.44^{Aa}	0.36^{Ba}	0.45^{Aa}	0.36^{Bb}	0.36^{Ba}	0.25^{Ca}	0.02	0.00
7	0.25^{Ca}	0.23^{Bb}	0.28^{Cb}	0.44^{ABa}	0.45^{Aa}	0.33^{Ca}	0.28^{Da}	0.02	0.00
21	0.15^{Cb}	0.27^{Cb}	0.16^{BCc}	0.30^{Ab}	0.33^{Ab}	0.16^{Bb}	0.10^{BCb}	0.02	0.00
SE	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03		
p	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00		

[1)]Treatments are the same as described in Table 162.

[A,B,C]Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

[a,b,c]Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. *p* means ANAVA p-value.

Table 163은 토마토 분말과 기능성 한약성분의 단독 및 혼합 햄의 TBARS(mg MA/kg) 변화를 나타낸 표이다.

카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala *et al.*, 1998)되고 있다. Choi 등(2003)은 녹차분말을 첨가하여 소시지를 제조하였을 때, TBARS가 감소하였다고 하였고, Kim 등(2002)은 솔잎 및 녹차 추출물을 이용하여 소시지를 제조하였을 때, 이들의 첨가에 의해 TBARS가 감소하였다고 하였으나, Kim 등(2005)은 이들의 첨가로 인한 지방산화 억제효과는 크게 나타나지 않았다고 상반된 결과를 보고하였다. Kim 등(2001)은 소시지에 감귤껍질을 첨가함으로써 소시지의 TBARS는 유의성은 인정되지 않았지만 대조구에 비해 낮은 수준을 보였다고 하였으며, Lee 등(2004)은 유자과피 분말을 함유한 유화형 소시지에서 저장 20일 이후 유자과피 분말 0.9% 첨가군이 대조구와 0.3%와 0.6% 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 가졌다고 하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유자과피 분말 첨가군 모두 유의적으로 증가하였다고 하였다. Lee 등(2003)은 뽕잎 및 감잎 분말을 0.04% 첨가한 소시지는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS을 나타내었으나, 뽕잎과 감잎분말을 첨가한 소시지 간에는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

저장기간 동안 TBARS 값이 감소하는 경향이었으며, 저장 21일차에 T6이 가장 낮은 TBARS값을 나타내었으며, 다음으로 T2, T4, T5였으며, C가 가장 높은 TBARS 값을 나타내었다. 이상의 결과 T6이 가장 좋은 지방안전성을 나타내었다. 식육이나 육제품의 품질을 평가하는데 유용한 항목인 TBARS에 대한 초기연구에서 TBARS치가 지방 함유 식품의 자동산화 정도를 측정하는데 적절한 방법이라고 제안되었으며(Sinnhuber와 Yu, 1977), 저장온도와 기간, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. Brewer 등(1992)은 신선육의 경우 malonaldehyde의 양이 0.2 mg/kg 이하 범위는 신선하다고 하였다. 한편, 휘발성 염기질소에 의한 저장성 판정에 있어서 생육 가식권의 한계는 30 mg%라고 하였으며(高坂, 1975), 우리나라 식품공전에 신선육의 경우 20 mg% 이하로 규정되어 있으나, 햄, 베이컨, 소시지 등 육가공 제품에는 그 규정치가 제시되어 있지 않다.

Table 164. The color values of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen, and Glycyrrhiza uralensis mixture during storage

Parameter	Storage	Treatments							SE	*p*
		C	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
L*	1	75.45^{Db}	77.21^{CD}	78.13^{BC}	77.05^{CD}	83.59^{A}	78.55^{BCab}	79.35^{B}	0.43	0.00
	7	78.0^{BCa}	77.16^{BC}	77.36^{BC}	75.42^{C}	82.04^{A}	79.33^{ABa}	79.51^{AB}	0.52	0.02
	21	73.54^{Eb}	76.59^{CD}	77.27^{C}	75.07^{DE}	81.21^{A}	77.21^{Cb}	79.41^{B}	0.42	0.00
	SE	0.61	0.40	0.32	0.70	0.69	0.33	0.37		
	p	0.00	0.81	0.53	0.49	0.38	0.02	0.99		
a*	1	12.46^{A}	9.60^{BCD}	9.99^{BC}	10.54^{B}	8.89^{CD}	8.70^{Db}	9.76^{BCD}	0.23	0.00
	7	10.89^{AB}	9.50^{ABC}	9.22^{BC}	11.40^{A}	8.21^{C}	9.22^{BCb}	9.28^{BC}	0.27	0.02
	21	11.79^{A}	10.23^{BC}	10.72^{AB}	11.23^{AB}	9.35^{C}	10.68^{ABa}	10.54^{B}	0.17	0.02
	SE	0.30	0.21	0.24	0.46	0.25	0.25	0.29		
	p	0.10	0.33	0.03	0.74	0.18	0.00	0.22		
b*	1	7.76^{B}	8.47^{AB}	8.88A	9.05^{A}	7.69^{Bb}	8.58^{AB}	8.44^{ABb}	0.13	0.03
	7	8.53^{B}	9.32^{AB}	9.35^{AB}	9.91^{A}	9.09^{ABa}	9.07^{AB}	9.44^{ABa}	0.13	0.17
	21	8.67^{CD}	8.85^{BCD}	9.61^{AB}	9.72^{A}	9.62^{ABa}	8.20^{D}	9.19^{ABCa}	0.12	0.00
	SE	0.21	0.20	0.17	0.24	0.23	0.15	0.14		
	p	0.16	0.22	0.25	0.35	0.00	0.07	0.00		
Chroma	1	14.70^{A}	12.83^{CD}	13.43^{BC}	13.91^{AB}	11.77^{Eb}	12.27^{DEb}	12.91^{CD}	0.18	0.00
	7	13.84^{C}	13.33^{AB}	13.13^{AB}	15.17^{BC}	12.27^{Ab}	12.94^{ABa}	13.26^{AB}	0.25	0.09
	21	14.65^{AB}	13.54^{B}	14.42^{AB}	14.85^{A}	13.43^{Ba}	13.47^{Ba}	13.99^{AB}	0.16	0.05
	SE	0.30	0.21	0.18	0.47	0.26	0.15	0.26		
	p	0.45	0.38	0.00	0.54	0.01	0.00	0.25		
Hue	1	31.93^{Bb}	41.45^{A}	41.72A	40.65^{A}	40.84^{Ab}	44.59^{Aa}	41.02^{Ab}	0.84	0.00
	7	38.12^{Ca}	44.43^{AB}	45.44^{AB}	41.68^{BC}	48.17^{Aa}	44.56^{ABa}	45.72^{ABa}	0.68	0.00
	21	36.39^{Ca}	40.93^{B}	41.85^{B}	40.91^{BC}	45.90^{Aa}	37.55^{Cb}	41.12^{Bb}	0.56	0.00
	SE	0.84	0.87	0.99	0.89	1.08	1.14	0.81		
	p	0.00	0.22	0.23	0.90	0.01	0.01	0.02		
W	1	52.17^{BCa}	51.82^{BC}	51.50^{BC}	49.90^{C}	60.52^{Aa}	52.83^{BC}	54.03^{B}	0.66	0.00
	7	52.49^{Aa}	49.20^{AB}	49.32^{AB}	45.68^{B}	54.76^{Ab}	52.11^{A}	51.19^{AB}	0.79	0.05
	21	47.52^{BCb}	50.05^{AB}	48.44^{BC}	45.91^{C}	52.35^{Ab}	52.60^{A}	51.85^{A}	0.51	0.00
	SE	0.92	0.88	0.64	1.23	1.19	0.52	0.66		
	p	0.04	0.49	0.13	0.30	0.01	0.86	0.19		

[1)]Treatments are the same as described in Table 162. ^{,A,B,C}Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a,b,c}Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. *p* means ANAVA p-value.

Table 164는 토마토 분말과 기능성 한약성분의 단독 및 혼합 햄의 저장 중 육색의 변화를 나타낸 그림이다.

저장 1일차 T4의 명도가 가장 높게 나타났으며, 적색도는 T1이 가장 높게 나타났으며, chroma도 T1이 가장 높게 나타났다. hue값은 T5가 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 백색도의 경우에는 T4가 가장 높은 결과를 나타내었다.

가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cáceres 등, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L^*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguelmo 등, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a^*값은 감소한다고 보고되는데(Phillips 등, 2001), 저장 7일차 T4의 명도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 T5 및 T6이였다. 적색도는 T3이 가장 높게 나타났으며, chroma도 T3이 가장 높게 나타났다. hue값은 T4가 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 백색도의 경우에는 T4가 가장 높은 결과를 나타내었으며, T3이 가장 낮은 값을 나타내었다.

저장 21일차 T4 및 T6의 명도가 가장 높게 나타났으며 T1이 가장 낮은 명도를 나타내었다. 적색도는 T1이 가장 높게 나타났으며, chroma도 T1이 가장 높게 나타났다. hue값은 T4가 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 백색도의 경우에는 T4 및 T5가 가장 높은 결과를 나타내었으며, T3가 가장 낮은 값을 나타내었다. 최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS(generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐 만 아니라 식품의 적색 착색제(red as a food colorant)로서 유용하다고 하였으며(Anon., 2003), Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott and Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다.

Table 165. The pH values of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen and Glycyrrhiza uralensis mixture during storage

Storage	Treatments[1)]							SE	*p*
	C	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
1	6.12^{AB}	6.10^{ABa}	5.93^{BCa}	5.72^{Ca}	6.23^{Aa}	5.94^{BCa}	5.93^{BCb}	0.04	0.01
7	6.17	6.05^{b}	5.89^{b}	5.65^{b}	6.14^{b}	5.89^{b}	6.06^{a}	0.13	0.90
21	5.21^{A}	5.84^{Cc}	5.69^{Dc}	5.61^{Ec}	5.88^{Bc}	5.77^{Dc}	5.76^{Cc}	0.04	0.00
SE	0.33	0.04	0.04	0.02	0.05	0.03	0.04		
p	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

[1)]Treatments are the same as described in Table 162. [A,B,C]Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. [a,b,c]Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. *p* means ANAVA p-value.

Table 165는 토마토 분말과 기능성 한약성분의 단독 및 혼합 햄의 저장 기간 중 pH의 변화를 나타낸 표이다.

저장 초기 T4가 가장 높은 pH값을 타나내었으며 T3이 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 21일차에는 C가 가장 낮은 pH값을 나타내었으며 다음으로 T3 순이었으며, T4가 가장 높은 pH값을 타나내었다. Jung 등(2003)에 따르면 깻잎 분말을 첨가하여 제조한 소시지의 pH는 첨가하지 않은 처리구에 비해 높게 나타났다고 하였으며, Nam 등(2000)도 쑥과 솔잎 추출물을 첨가한 돈육 patty의 pH가 대조구보다 높다고 하였는데, 이는 식물에서 칼륨과 같은 무기질 함량이 높고 이들로 인하여 pH가 높게 나타난다고 하였다. 하지만 Kim 등(2005)은 솔잎, 깻잎 및 녹차분말이 함유된 유화형 소시지 실험에서 처리구에 따른 pH는 큰 차이를 보이지 않았다고 하였으며, Yilmaz 등(2002)은 저지방 가열 소시지에 토마토 주스와 해바라기유를 첨가하였을 때 토마토 처리구의 pH가 가장 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. Pearson 등(2005)은 본인햄과 본레스햄 공히 PSE(Pale, Soft, Exudative) 수준의 pH를 가지는 원료육으로 햄 제조 시, 대조구에 비해 더 많은 품질결함을 나타낸다고 하였으며, 낮은 pH의 햄은 정상적인 pH를 가지는 햄보다 많은 비단백태질소함량을 가지고 있고, 반죽 같은 조직감(pasty texture)을 가지는데(Garcia-Rey 등, 2004), 낮은 pH는 acid protease(cathepsin)의 최적조건과 밀접하기 때문(Virgili 등. 1995)이라고 하였다. Kim과 Lim(1994)은 수율을 향상시키기 위한 습염 육제품 제조에는 상대적으로 높은 pH를 갖는 원료육이 적합하며, 최적 pH 범위는 5.8~6.2 수준이며, 이는 pH 6.2 이상의 범위에서는 보수력의 증가로 수율은 향상되지만 육의 발색에는 불리하고, pH 5.8 이하의 범위에서는 보수력이 현저히 떨어지기 때문이라고 하였다.

Table 166. The VBN values of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen, and Glycyrrhiza uralensis mixture during storage

Storage	Treatments1)							SE	*p*
	C	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
1	9.90^{c}	9.52	10.27	9.34^{b}	9.34	11.30	10.46^{b}	0.211	0.09
7	11.21^{b}	10.27	10.09	10.46^{b}	10.18	9.62	12.14^{a}	0.25	0.08
21	12.61^{Aa}	11.86^{AB}	10.09^{C}	11.95^{ABa}	10.18^{C}	11.77^{AB}	10.74^{BCb}	0.24	0.02
SE	0.42	0.50	0.15	0.41	0.24	0.52	0.32		
p	0.00	0.14	0.87	0.00	0.26	0.22	0.05		

1)Treatments are the same as described in Table 162. ^{,B,C}Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$. ^{a,b,c}Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$. *p* means ANAVA p-value.

Table 166은 토마토 분말과 기능성 한약성분의 단독 및 혼합 햄의 저장 기간 중 VBN의 변화를 나타낸 표이다.

저장 초기 모든 시험구의 VBN은 유의적인 차이가 나지 않았다. 하지만 저장 7일차에 T4 및 T6이 유의적으로 증가하여 가장 높은 VBN값을 나타내었다. 저장 21일차에는 T4 및 T6의 VBN 값이 다시 감소하였다. T3은 저장기간 동안 증가하여 저장 21일차에 가장 높은 VBN값을 나타내었다. 하지만 저장 21일차에 모든 처리구의 VBN값이 20 mg%이하로 가식권 내에 있었다. 일반적으로 휘발성 염기태 질소화합물은 육류에 많이 오염되어 있는 *pseudomonas spp.* 등과 같은 gram negative bacteria에 의해 요소와 아미노산이 분해됨으로써 형성된다고 하였다(Lefebvre 등, 1994).

Table 167는 토마토 분말과 기능성 한약성분의 단독 및 혼합 햄의 저장 기간 중 총 균수 및 대장균 군 수(log CFU/g)의 변화를 타나낸 표이다.

Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열소시지에 토마토 주스 첨가 시 미생물수가 낮았다고 하였는데 이는 소시지에 투입된 토마토 주스의 낮은 pH에 기인하는 것으로 보고한 내용과 상이하였으며, 이러한 결과는 사용된 토마토의 농도와 형태, 제품 및 제조공정상 열처리 조건의 차이 등 여러 가지 요인들의 차이에 의한 것으로 판단된다. Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토분말과 토마토 페이스트를 갈은 고기에 투입하였을 때의 pH는 각각 5.1과 5.3이었으며, 자연건조 토마토분말에 미생물 수가 가장 많았음에도 불구하고 낮은 pH에 의해 호기성미생물 성장이 거의 없었고, 정제 라이코펜 투입 시 미생물수는 대조구보다 오히려 다소 높았다고 하여 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 없다고 보고하였다. Lamkey 등(1991)은 소시지에서 세균수가 10^{8} CFU/g 수준이면 부패 냄새가 나게 되어 식용이 불가능하다고 하였는데, 총 균수는 모든 처리구에서 저장 기간 동안 1 log cfu/g이하 수준으로 매우

낮은 수준이었다. 대장균군의 경우에도 모든 시험구가 저장 기간 동안 검출되지 않았다. Baranyi와 Roberts(1994)는 저장기간이 경과함에 따라 온도, pH, 수분활성도 등의 요인들에 의하여 미생물이 성장하게 된다고 하였으며, *Lactobacillus*나 *Leuconostoc*의 몇몇 특이 종들은 육표면의 끈적끈적한(slime) 물질을 생산하는 탄수화물 기질(carbohydrate substrates)로서 이용될 수 있기 때문에(Cerning, 1990) 제품 제조 및 취급 시 유의하여야 한다. 한편, 육제품의 안전성 확보를 위해 병원성 미생물을 제거시키기 위한 가장 바람직한 방법은 방사선 조사이지만, 이취발생, 색상 변화와 이러한 품질 변화에 대한 소비자들의 반응 등 부정적인 측면도 있다고 보고(Ahn 등, 2000; Jo와 Ahn, 2000)되고 있다. 또한 가공 햄에 공기조성변경포장(MAP) 적용 시 미생물 증식억제에 의해 유통기한이 증진된다(Wang, 2001). Ingram과 Dainty(1971)는 총 균수가 7 log CFU/㎠ 이상이 되면 육에서 이취가 발생하고 8 log CFU/㎠수준이 되면 점액이 형성된다고 하였다. 본 연구에서의 발효돈육은 이취나 제품의 관능상의 문제는 없는 것으로 판단되었다.

Table 167. The microbial counts of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen, and Glycyrrhiza uralensis mixture during storage

	Treatments[1)]	Storage (days)		
		1	7	21
Total plate counts (log CFU/g)	C	<1.0	<1.0	<1.0
	T1	<1.0	<1.0	<1.0
	T2	<1.0	<1.0	<1.0
	T3	<1.0	<1.0	<1.0
	T4	<1.0	<1.0	<1.0
	T5	<1.0	<1.0	<1.0
	T6	<1.0	<1.0	<1.0
Coliforms (log CFU/g)	C	-	-	-
	T1	-	-	-
	T2	-	-	-
	T3	-	-	-
	T4	-	-	-
	T5	-	-	-
	T6	-	-	-

[1)]Treatments are the same as described in Table 162.

Table 168. The sensory characteristics of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen, and Glycyrrhiza uralensis mixture at 7 of storage

Treatments[1)]	Color	Aroma	Flavor	Tenderness	Texture	Overall acceptability
C	5.81	6.75	7.14[a]	6.31	7.13	7.25
T1	6.00	6.56	6.75[ab]	6.25	6.44	6.94
T2	6.38	6.25	5.63[bc]	5.44	5.94	6.41
T3	5.81	5.56	5.63[bc]	6.19	5.88	6.27
T4	5.38	5.31	5.31[c]	6.19	6.06	5.71
T5	5.81	5.94	6.38[abc]	6.25	6.44	6.71
T6	5.88	5.63	5.44[bc]	5.63	5.50	5.88
SE	0.16	0.16	0.18	0.15	0.15	0.16
p	0.84	0.09	0.03	0.60	0.10	0.07

[1)] Treatments are the same as described in Table 162.

[a-d]Means are significantly differ within the same column

Table 168은 저장 7일차 제품의 관능적 특성을 나타낸 표이다.

저장 7일차의 경우 T2가 가장 높은 육색의 기호도를 나타내었으며, 향의 경우에는 C가 가장 높은 결과를 가져왔으나 유의적인 차이가 없었으며, 풍미의 경우에도 C 가 유의적으로 가장 높게 나타났고 T4가 가장 낮게나타났다. 조직감 및 종합적인 기호도 면에서도 C 가 가장 높은 결과를 나타내었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 169는 저장 21일차 제품의 관능적 특성을 나타낸 표이다.

저장 21일차의 경우 C가 가장 높은 육색의 기호도를 나타내었으며, 향의 경우에는 T5가 가장 높은 결과를 가져왔다($p>0.05$). 풍미의 경우에는 T6 가 가장 높게 나타났고 조직감의 경우에는 T2가 가장 높은 결과를 나타내었다($p>0.05$). 종합적인 기호도의 경우에는 T6이 가장 높은 결과를 나타내었다($p>0.05$).

Table 169. The sensory characteristics of ham with tomato powder, cornus offinialis, plantaginis semen, and Glycyrrhiza uralensis mixture at day 21 of storage

Treatments[1)]	Color	Aroma	Flavor	Tenderness	Texture	Overall acceptability
C	5.90	6.00	5.70	6.20	5.80	5.90
T1	5.50	6.10	6.00	6.40	5.80	6.10
T2	5.80	6.10	6.30	6.00	6.20	6.20
T3	5.80	6.00	6.20	6.10	6.10	6.10
T4	5.40	5.90	5.80	6.40	5.80	5.70
T5	5.60	6.30	6.00	6.20	5.80	6.00
T6	5.80	6.20	6.40	6.30	6.00	6.40
SE	0.10	0.06	0.09	0.09	0.07	0.08
p	0.86	0.58	0.31	0.88	0.64	0.39

[1)] Treatments are the same as described in Table 162.

③ 요약

기능성 한방물질을 첨가한 햄은 처리구의 경우 기본 배합비에 T1은 0.5% sodium ascorbate, T2는 5% 토마토 분말, T3은 T2에 30% 산수유 엑기스(65 brix), T4는 T2에 30% 구기자 엑기스(65 brix), T5는 T2에 감초 10%(65 brix), T6은 T2에 8% 산수유 엑기스(65 brix)와 8% 구기자 엑기스(65 brix) 그리고 4% 감초 엑기스(65 brix),를 각각 혼합하여 식육의 20%를 등심육과 혼합한 후 3일간 숙성한 후 가열 건조시켰다. 저장 7일차의 경우 T6가 가장 높은 경도와 표면강도 및 씹힘성을 나타내었다. 경도는 T2 및 T5가 가장 낮게 나타내었으며, 표면 경도는 T2가 가장 낮은 값을 나타내었다. 응집성은 T1 및 T5가 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮게 나타났다. 탄력성은 T5가 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮은 탄력성을 나타내었다. 검성은 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1이었으며 다른 처리구는 낮게 나타났다. 씹힘성은 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1이었다. 다른 처리구는 낮은 수준이었다. 부착성은 T1, T4, T6가 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮은 수치를 나타내었다. 저장 28일차에는 T6의 경도가 가장 높게 나타타났으며, 다음으로 T1이었으며, 다른 처리구는 비교적 낮은 값을 나타내었다. 표면 경도는 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1이 높았으며, T4가 가장 낮은 표면경도를 나타내었다. 응집성은 T4가 가장 높게 나타났다. 또한 탄력성은 T4 및 T5가 가장 높게 나타났으며, T1 및 T4가 가장 낮은 값을 나타내었다. 검성은 T6가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T1 및 T4였다. 씹힘성은 T4 및 T6가 가장 높게 나타났다. 부탁성은 T1이 가장 높게 나타났다. 저장기간 동안 TBARS 값이 감소하는 경향이었으며, 저장 21일차에 T6가 가장 낮은 TBARS값을 나타내었으며, 다음으로 T2, T4, T5였으며, C가 가장 높은 TBARS 값을 나타내었다. 이상의 결과 T6이 가장 좋은 지방안전성을 나타내었다. 저장 1일차 T4의 명도가 가장 높게 나타났으며, 적색도는 T1이 가장 높게 나타났으며, chroma도 T1이 가장 높게 나타났다. hue값은

T5가 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 백색도의 경우에는 T4가 가장 높은 결과를 나타내었다. 저장 7일차 T4의 명도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 T5 및 T6이였다. 적색도는 T3이 가장 높게 나타났으며, chroma도 T3이 가장 높게 나타났다. hue값은 T4가 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 백색도의 경우에는 T4가 가장 높은 결과를 나타내었으며, T3이 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 21일차 T4 및 T6의 명도가 가장 높게 나타났으며 T1이 가장 낮은 명도를 나타내었다. 적색도는 T1이 가장 높게 나타났으며, chroma도 T1이 가장 높게 나타났다. hue값은 T4가 가장 높게 나타났으며, T1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 백색도의 경우에는 T4 및 T5가 가장 높은 결과를 나타내었으며, T3가 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 초기 T4가 가장 높은 pH값을 타나내었으며 T3이 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 21일차에는 C가 가장 낮은 pH값을 나타내었으며 다음으로 T3 순이었으며, T4가 가장 높은 pH값을 타나내었다. 저장 초기 모든 시험구의 VBN은 유의적인 차이가 나지 않았다. 하지만 저장 7일차에 T4 및 T6이 유의적으로 증가하여 가장 높은 VBN값을 나타내었다. 저장 21일차에는 T4 및 T6의 VBN 값이 다시 감소하였다. T3는 저장기간 동안 증가하여 저장 21일차에 가장 높은 VBN값을 나타내었다. 하지만 저장 21일차에 모든 처리구의 VBN값이 20 mg%이하로 가식권 내에 있었다. 총균수는 모든 처리구에서 저장 기간 동안 1 log cfu/g이하 수준으로 매우 낮은 수준이었다. 대장균군의 경우에도 모든 시험구가 저장 기간 동안 검출되지 않았다. 풍미의 경우에는 C 가 가장 높게 나타났고 조직감 및 종합적인 기호도 면에서도 C 가 가장 높은 결과를 나타내었다. 저장 21일차의 경우 C가 가장 높은 육색의 기호도를 나타내었으며, 향의 경우에는 T5가 가장 높은 결과를 가져왔다. 풍미의 경우에는 T6 가 가장 높게 나타났고 조직감의 경우에는 T2가 가장 높은 결과를 나타내었다. 종합적인 기호도의 경우에는 T6이 가장 높은 결과를 나타내었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

가. 연구개발목표의 달성도

목 표	연구개발 수행내용	달성도(%)
○라이코펜 함유 지리산 권역 흑돼지 브랜드 개발(1종)	○최적 조건 실험구 현장적용 검증 및 확정실험 ○최적 급여조건 적용에 따른 기술조건 검증 확립 ○브랜드 흑돈 최적 상품화 생산기술 개발 확립	100%
○라이코펜 함유 기능성 식육 제품 개발과 품질평가 -공정별 적용기술: 6종 -식육제품개발: 11종	○기술공정별 상품화 추진 - 주입기술공정 : 햄류 1종 개발 - 절임기술공정 : 스튜 등 4종 개발 - 혼합기술공정 : 소시지류 2종 개발	115%
	○항산화성 생리활성물질 함유 비선호 흑돈 부위 활용 건강지향 식육제품 개발 총 12종	110%
	○ 상품화 제품의 저장성과 품질특성 평가 - 적용품목: 개발제품 19종 분석 - 저장성 및 안전성 평가	110%
	○ 기술체계도 및 매뉴얼 확립	100%
○라이코펜 흑돼지고기 품질평가와 유통기한 설정 및 품질관리 매뉴얼 확립	○라이코펜 흑돼지 품질분석 및 안전성평가 - 포장방법: 진공포장, 함기포장 - 저장성 및 안전성 평가 ○유통기한 설정 및 품질관리 지침서 확립	100%

나. 관련분야에의 기여도

○ 기능적으로 차별화된 지리산 권역 경남지역 특화 흑돈 브랜드상품화로 안정적 농가소득 증대

○ 돼지고기 소비촉진 가능하여 양돈 산업 안정적 영위 및 육가공산업 동시 발전도모 (167억원 창출)

○ 생리활성 물질 근육내 전이 축적 및 건강지향 기능성 식육제품 상품화 노하우 확보로 관련 산업 기초 응용 기술력 향상에 기여

-특허: 고함량의 토마토 라이코펜 소재물의 제조방법 및 용도(출원번호 10-2007-0081834)

○ 식육제품 주요 공정별 기술조건 확립으로 기능성 식육제품 제조 시 공정 적용 다양화된 제품생산 가능

제 5 장 연구개발 성과 및 성과 활용계획

□ 실용화 및 산업화 계획

○ 라이코펜 함유한 지리산 권역 브랜드화 발전적 모델 시스템으로 적극 활용

- 최적 급여조건 확인조사에 의한 품질평가 분석 제시에 의한 흑돼지 브랜드 개발

○ 항산화성 생리활성물질 함유한 건강지향 식육제품의 기술이전방식에 의한 산업화 지속적 추진

- 물리화학적, 미생물학적 및 관능적 품질특성 평가를 통하여 상품화 가능성이 있는 제품

□ 기술확산계획

○교육 및 지도

- 주관연구기관에서 운영 중인 경남양돈산업클러스터사업단, 양돈과학기술센터, 동물생명산업센터의 전문기술인력을 통한 기술교육과 기술지도
- 생산농장 및 가공 현장과의 유기적 지도체제 구축으로 효율적인 상품화 및 산업기반 구축 위주 컨설턴트 시행
- 생산 및 작업표준서, 품질관리지침서 등 표준관리 매뉴얼 제시에 이에 의한 교육 및 지도와 현장 확인을 통한 기술 확산 추진

○성과홍보

- 양돈과학기술센터, 동물생명산업, 경남바이오누리사업단의 홈페이지 및 각종 소식지에 기술개발 성과 홍보
- 식품관련 전문지와 한국축산식품학회지 등 학회지를 통한 연구성과 홍보

□ 지식재산권확보계획

○세척한 토마토를 세절하여 올리브유를 혼합하고 가열처리하는 단계, 가열된 세절 토마토를 방냉시켜 수분을 완전히 제거하는 건조단계, 위와 같이 건조된 토마토를 미세하게 분쇄하여 분말화하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 고함량의 토마토 라이코펜 소재물의 제조방법에 대한 특허 획득(현재 특허공개 단계에 있음)

○현재 발표된 논문이외에 2009년도에 15편 이상 논문을 SCI(E)급 및 학진등재 학술지에 게제 예정임

□ 추가 및 타연구 활용계획

○건강지향의 기능성 생리활성물질 함유 식육제품의 품질특성 변화를 고려한 기초자료를 향휴 관련 제품 개발 시 유통기한 설정 기초자료로 활용

○범 지리산권역 지역특화 흑돈산업의 발전적 모델로 적극 활용

-개발된 브랜드화 기술은 향후 닭고기 , 쇠고기에도 기술확대 적용계획 가능

○지리산 약용식물체 함유 전통식품과 육가공과 관련된 산업체 응용기술에 활용

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

○라이코펜의 추가적 효능 및 안전성 확보 정보
- 생리활성 물질로서의 특이적 예방효과와 그 기능 및 산화 안전성 등

○라이코펜 함량 분석 기법 정보
- POLC-GC, HPLC 등

제 7 장 참고문헌

Agarwal, S. and Rao., A. V. 1998. Tomato lycopene and low-density lipoprotein oxidation: a human dietary intervention study. Lipids, 33:981-984.

Ahn, D. U., Jo, C., Du, M., Olson, D. G., and Nam, K. C. (2000) Quality characteristics of pork patties irradiated and stored in different packaging and storage conditions. Meat Sci. 56, 203-209.

Angela R. Davis, Wayne W. Fish, Penelope Pekins-Veazie. 2003. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. Postharvest Biology and Technology. 28:425-430.

Anonymous. (2003) Lycopene red as a food colorant and antioxidant. Focus on pigments. 11, 7.

AOAC (1995) Official Method of Analysis 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, chapter 39. pp. 1-8.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Association of Official analytical Chemist. Wastington D.C.

Asghar, A., J. I. Gray, A> M. Booren, E. A. Gomaa, M. M. Abouzied, E. R. Miller, and D. J. Buckley. 1991. Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of α-tocopherol in the muscle and on pork quality. J. Sci. Food. Agric., 57:31.

Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. National Research Council of Canada. Vol. 37.

Bloukas, J. G., Arvanitoyannis, I. S., and Siopi, A. A. (1999) Effect of natural colorant and nitrites on colour attributes of frankfurters. Meat Sci. 52, 257-265.

Brewer, M. S., Ikins, W. G., and Harbers, C. A. Z. (1992) TBA walues, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage : Effects of packing. J. Food Sci. 57, 558-564.

Buege, J. A. and Aust, J. D. (1978) Microsomal lipid peroxidation. Methods Enzymol. 52, 302-309.

Burroughs, W., Pitzen, D. F., Trenkle, A. H. Vetter, R. L. and Cooper, C. C. 1970. Artificially dried shelled corn fed whole vs. rolled daily before feeding vs. high-moisture shelled corn rolled daily before feeding. Iowa State Univ. Exp. Sta. Res. Bull. ASL. pp. 131-142.

Burton, G. W. and Ingold, K. U. (1984) β-Carotene: an unusual type of lipid antioxidant. Science. 224, 569-573.

Butler J. E. 1973. Synthesis and distribution of immunoglobulines. J. Am Vet Med Assoc, 163-795.

Cáceres, E., García, M. L., Toro, J., and Selgas, M. D. (2004) The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. Meat Sci.

68, 87−96.

Calicioglu, M., Sofos, J. N., Samelis, J., Kendall, P. A., and Smith, G. C. (2003) Effect of acid adaption on inactivation of Salmonella during drying and storage of beef jerky treated with marinades. Int'l J. Food Microbiol. 89, 51−65.

Calvo, M. M., Garciía, M. L, & Selgas, M. D. (2008) Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. Meat Science, 80, 167−172.

Cameron, N. D., Warriss, P. D., Porter, S. J. and Enser. 1990. Comparison of Duroc and British Landrace pigs for meat and eating quality. Meat Sci. 27:227.

Campbell, R. G. and Taverner, M. R. 1988. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pig. J. Anim. Sci. 66:676.

Candogan, K. (2002) The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage, European Food Research and Technology, 215, 305-309.

Cannon, J. E., J. B. Morgan, G. R. Schmidt. J. D. Tatum. J. N. Sofos, G. C. Smith, R. J. Delmore, and S. N. Williams. 1996. Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. J. Anim. Sci. 74:98−105.

Carlin, A. F. and Harrison, D. L. 1978. Cooking and sensory methods used in experimental studies on meat. Natl. Livestock and Meat Board, Chicago, Ⅱ, USA.

Cerning, J. (1990) Exocellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria. FEMS Microbiological Reviews. 87, 113-130.

Cheah, K. S., A. M. Cheah, and D. I. Krausgrill. 1995. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. Meat. Sci. 39:255−264.

Cheng, Q., Sun, D. W., and Scannell, A. G. M. (2005) Feasibility of water cooking for pork ham processing as compared with traditional dry and wet air cooking methods. J. Food Engineering. 67, 427−433.

Ching−Hui Chang, Hsing− Yu Lin, Chi Yue Chang, Yung−Chuan Liu. 2005. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze−dried and hot−air−dried tomatoes. Journal of Food Engineering.

Chizzolini, R., Novelli, E., and Zanardi, E. (1998) Oxidation in traditional mediterranean meat products. Meat Sci. 49, 87−99.

Cho, S. H., Park. B. Y., Kim, J. H., Kim, M. J., Seong, P. N., Kim, Y. J., Kim, D. H. and Ahn, C. N. 2007. Carcass yields and meat quality by live weight of Korean native black pigs. J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.) 49(4):523−530.

Choi, S. H., Kwon, H. C., An, D. J., Park, J. R., and Oh, D. H. (2003) Nitrite contents and storage properties of sausage added with green tea powder. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 23, 299−308.

Choi, Y. S. 2004. Studies on the pork quality of Korean native black pigs and its improvement through dietary manipulation. Ph. D. Thesis. Kanwon National Univ., Chunckeon, Korea. pp. 1−169.

Choski, P. M. & Joshi, V. Y. (2007) A review on lycopene -Extraction, purification, stability and applications. International Journal of Food Properties, 10, 289-98.

Chow, C. K. 1992. Fatty acids in foods and their health implications. Marcel Dekker, Inc. p1.

CIE (Commission International de l'Éclairage) (1976). Official recommendations on uniform color spaces. color difference equations and metric color terms, Suppl. No. 2. CIE Publication No. 15 Colorimetry. Paris.

Claus, J. R. and Hunt, M. C. (1991) Low fat, high added-water bologna formulated with texture modifying ingredients. J. Food Sci. 56, 643-647.

Clinton, S. K. (1998) Lycopene chemistry, biology, and implications for human health and disease. Nutr Rev 56, 35-51.

Cnadek-Potokar. M., Zlender, B., Lefaucheur, L., and Bonneau, M. 1998. Effects of Age and/or Weight at Slaughter on longissimus dorsi Muscle: Biochemical Traits and Sensory Quality in Pigs. Meat Sci. 48:287-300.

Cole, J. W., W. R. Barkus and L. E. Orme. 1960. Specific gravity as an objective measure of beef quality. J. Anim. Sci. 19:167.

Cornforth, D. P. (1994) Color: Its basis and importance. In: Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Product. Pearson, A. M. and Dutson, T. R. (eds), Blackie Academic & Professional, London, England, p. 39.

Council of the European Union. (1994) List of permitted food colours. Off. Eur. Comm. No. L 237, 17.

Cover, S., G. T. King and O. D. Butler. 1958. Effect of carcass grades and fatness on tenderness of meat form steers of known history. Texas Agric. Exp. Sta. Bull. College Station. p:889.

Davey, R. J. 1976. Growth and carcass characteristics of high-and low-fat swine fed diet varying in protein and lysine content. J. Anim. Sci. 43:598.

Davis , G. W., G. C. Smith, Z. L. Carpenter and H. R. Cross. 1975. Relationships of quality indicators to palatability attributes of pork loins. J. Anim. Sci. 41:1305.

De Greef, K. H., Werstegen, M. W. A., Kemp B., and van der Togt, P. L. 1994. The effect of body weight and energy intake on the composition of deposited tissue in pig. J. Anim. Sci. 58:263.

Decker, E. A., Chan, W. K. M., Livisay, S. A., Butterfield, D. A., and Faustman, C. (1995) Interactions between carnosine and the different redox states of myoglobin. J. Food Sci. 60, 1201-1204.

Deda, M. S., Bloukas, J. G., & Fista, G. A. (2007) Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters, Meat Science, 76, 501-508.

Desmond, E. M. and Kenny, T. A. (2005) Effect of pelvic suspension and cooking method on the processing and sensory properties of hams prepared from two pork muscles. Meat Sci. 69, 425-431.

Desmond, E., Troy, D., and Buckley, D. (1998) The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensory properties of low-fat beef burgers, Lebensmittel Wissenschaft und Technologie 31 (7&8), 653-657.

Di Mascio, P., Kaiser, S., and Sies, H. (1989) Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. Arch. Biochem. Soc. Trans. 24, 1023-1027.

Esterlie, M. J. Lerfall. 2005. Lycopene form tomato products added minced meat: Effect on storage quality and colour. Food Research International.

Faith, N. G., Le Coutour, N. S., Alvarenga, M. B., Calicioglu, M., Buege, D. R., and

Luchansky, J. B. (1998) Viability of Escherichia coli O157:H7 in ground and formed beef jerky prepared at levels of 5 and 20% fat and dried at 52, 57, 63, or 68°C in a home-style dehydrator. Int'l J. Food Microbiol. 41, 213-221.

Flores, M., Moya, V. J., Aristoy, M. C., and Toldrá, F. (2000) Nitrogen compounds as potential biochemical markers of pork meat quality. Food Chem. 69, 371-377.

Folch. J., M. Lees and G. H. Sloane-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Bio. Chem. 226:497.

Franceschi, S., Bidoli, E., LaVeccia, C., Talamini, R., D'Avanzo, B., and Negri, E. 1994. Tomatos and risk of digestive tract cancers. Int. J. Cancer. 59:181-184.

Garcia-garrido, J. A., Quiles-Zafra, R., Tapiador, J., and Luque de Castro, D. (2000) Activity of cathepsin B, D, H and L in Spanish dry-cured ham of normal and defective texture. Meat Sci. 56, 1-6.

Garcia-Rey, R. M., García-Garrido, J. A., Quiles-Zafra, R., Tapiador, J., and Luque de Castro, M. D. (2004) Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality. Meat Sci. 67, 625-632.

Garstner, C., Stahl, W., and Sies, H. (1997) Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. American. J. Clinical Nutr. 66, 116-122.

Giovannucci. E., Ascherio, A., Rimm, E. B., Stampfer, M. J., Colditz, G. A. and Willett, W. C. 1995. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. J. Natl. Cancer Inst. 87: 1767-1776.

Girard, J. P., Goutefongea, R., Monin, G., and Touraille, C. 1986. In: Le porc et son elevage, [Perez, J. M., Mornet, P. and Rerat, A. (eds)], Maloine, Paris, 461.

Goula, A. M. & Adamopoulos, K. G. (2005) Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. Lebensmittell Wissenschaft und Technologie, 38, 479-.487.

Gould, W. V. (1992) Tomato Production, Processing and Technology. CTI Publications, Baltimore, MD.

Griguelmo., N., Abadias, M. I., and Martin, O. (1999) Characterization of low fat high dietary fiber frankfurters. Meat Sci. 52, 247-256.

Hale, O. M. and Newton, G. L. 1979. Effect of a nonviable lactobacillus species fermentation prodect on performance of pig. J. Anim. Sci. 48:770-775.

Harrison, J. A., Harrison, M. A., and Rose, R. A. (1997) Fate of E. coli O157:H7, L. monocytogenes, and Salmonella spp. in reduced sodium beef jerky. Abstract P 57. Annu. Meet. Int. Assoc. Milk Food Environ. Sanit, USA, p. 47.

Hasty, J. L., E. van Heugten, M. T. See, D. K. Larick. 2002. Effects of vitamin E on improving fresh pork quality in Berkshire and Hampshire sired pigs. J. Anim. Sci. 80:3230-3237.

Hasty, J. L., E. van Heugten, M. T. See, D. K. Larick. 2002. Effects of vitamin E on improving fresh pork quality in Berkshire and Hampshire sired pigs. J. Anim. Sci. 80:3230-3237.

Henckel, P., Karlsson, A. H., jensen, M. T., Oksbjerg, N., and Petersen, J. S. 2002. Metabolic condition in porcine longissimus dorsi muscle immediately pre-slaughter and its influence on per-and post mortem energy metabolism. Meat Sci. 62:145-155.

Henderson, H. E. and Bergen, W. G. 1970. Dry corn vs. high moisture corn vs. reconstituted corn for finishing yearling steers on an 80% concentrate ration. Mich.

State Univ. Res. Rep. AH-BC-692.

Higgins, F. M., Kerry, J. P., Buckley, D. J., and Morrisey, P. A. (1998) Effect of dietary α-tocopheryl acetate supplementation on α-tocopherol distribution in raw turkey muscles and its effect on the storage stability of cooked turkey meat. Meat Sci. 50, 373-383.

Hodgson, R. R., G. W. Davis, G. C. Smith, J. W. Savell and H. R. Cross. 1991. Relationship between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops. J. Anim. Sci. 69:4858.

Hoe, S. K., Park, K. H., Yang, M. R., Jeong, K. J., Kim, D. H., Choi, S. K., and Kim, I. S. (2006) Quality characteristics of low-fat emusified sausage containing tomatoes during cold storage. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 26(3), 297-305.

Holley, R. A. (1985) Beef jerky: fate of Staphylococcus aureus in marinated and corned beef during jerky manufacture and 2.5℃ storage. J. Food Prot. 48, 107-111.

Honikel, K. O. 1987. How to measure the water-holding capaccity of meat : Recommendation of standardized methods. In : P. V. Tarrant, G. Eikelenboom, and G. Monin (ed.) Evaluation and Cotrol of Meat Quality in Pigs. p. 129. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Hoppe, P. P., K. Kramer, H. Van Den Berg, G. Steenge, and T. Van Vliet. 2003. Synthetic and tomato-based lycopene have identical bioavailability in human. Eur. J. Nutr., 42:272-278.

Hwang, E. S. and Bowen, P. E. (2004) Effects of tomatoes and lycopene on prostate cancer prevention and treatment. J. Korean Soc. Food Sci. Nutri. 33, 455-462.

Jin, S. K., Kim, C. W., Song, Y. M., Jang, W. H., Kim, Y. B., Yeo, J. S., Kim, J. W. and Kang, K. H. 2001. Physicochemical characteristics of longissimus muscle between the Korean native pig and Landrace. Kor. J. Food Sci., 21:143.

Jin, S. K., Kim, I. S., Song, Y. M. and Hah, K. H. 2003. Effects of dietary oils and tocopherol supplementation on fatty acid, amino acid, TBARS, VBN and sensory characteristics of pork meat. J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.) 45(2):297-308.

Jo, C. and Ahn, D. U. (2000) Volatiles and oxidative change in irradiated pork sausage with different fatty acid composition and tocopherol content. J. Food Sci. 65, 270-275.

Johnson, D. D., Lunt, D. K., Savell, J. W. and Smith, G. C. 1988. Factors affecting carcass characteristics and palatability of young bulls, J. Anim. Sci. 66:2568-2579.

Juncher, D., Ronn, B., Mortensen, E. T., Henckel, P., Karlsson, A., Skibsted, L. H., and Bertelsen, G. 2001. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of color and lipid during chill storage of pork. Meat Sci. 58:347-357.

Jung, I. C., Kangm S. J., Kim, J. K., Hyon, J. S., Kim, M. S., and Moon, Y. H. (2003) Effects of addition of perillar leaf powder and carcass grade on the quality and palatability of pork sausage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32, 350-355.

Kang, D. K., S. I. Kim., C. H. Cho., Y. H. Yim. and H. S. Kim. 2003. Use of lycopene, antioxidant carotenoid, in laying hen for egg yolk pigmentation. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16:1799-1803.

Karnin, W. U. and Regina, G. (2004) Lycopene modes of action to promote prostate health. Archi. Biochem. Biophysics. 430, 127-134.

Kauffman, R. G., Eikelen, B. G., van der Wal, P. G., Engel, B. and Zaar, M. A. 1986.

Comparison of methods to estimate water-holding capacity in post-rigorporcine muscle. Meat Sci. 18:307-318.

Kavanaugh, C. J., Trumbo, P. R., & Ellwood, K. C. (2007) The US food and drug administration's evidence-based review for qualified health claims: Tomatoes, lycopene and cancer. Journal of the National Cancer Institute, 99, 1074-085.

Kawaida, H. 1993. Studies on the performance of meat prodection and meat quality in pigs. Report of kagoshima prefectural animal husbandry experiment station. 26:3.

Keene, W. E., Sazie, E., Kok, J., Rice, D. H., Hancock, D. D., Balan, V. K., Zhoa, T., and Doyle, M. P. (1997) An outbreak of E. coli O157:H7 infections traced to jerky made from deer meat. J. Am. Med. Assoc. 227, 1229-1231.

Kim Jun, Hyeyoung. 1990. Comparison of Anitioxidant Activity of α-, β-Carotene, Lutein and Lycopene by High Pressure Liquid Chromatography. Korean J. Nutrition. 23(6):434-442.

Kim, B. C., Park, G. B., Sung, S. K., Lee. M., Lee, S. K., Chung, M. S., Joo, S. T., and Choi, Y. I. (1998) The science of muscle foods. Sun Jin Mun Hwa Sa, Seoul, Korea, pp. 331-332 (in Korean).

Kim, C. J. and Lim, S. C. (1994) Effects of tumbling condition and curing method on the quality of turkey drumstick. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 14, 37-40.

Kim, C. J., Jeong, J. Y., Lee, E. S., and Song, H. H. (2002) Studies on the improvement of quality and shelf-life of traditional marinated beef(Galbi) as affected by packaging method during storage at -1℃. Korean J. Food Sci. Technol. 34, 792-798.

Kim, S. M., Cho, Y. S., and Sung, S. K. (2001) The antioxidant and nitrite scavenging ability of waste resource (crab shell, sesame meal, Korean tangrin peal) extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30, 589-593.

Klosterman, E. W., Johnson, R. R., Scott, H. W., Moxon, A. L. and Stavern, J. V. 1960. Whole plant and ground ear corn silages, their acid content, feeding value and digestibility. J. Anim. Sci. 19:522-534.

Kucuk, O. 2002. Chemoprevention of prostate cancer. Cancer Metast Rev. 21:111-124.

Kurihara, K. 1987. Recent progress in the taste receptor. In Umami : A basic taste. Kawamura Y. Kare MR. eds. Marcel Dekker, New York. pp. 3-39.

Kwon, O. S., Park, J. C. and Huh, T. Y. 2001. Korean native black pigs. Standard Guideline for farmer, RDA.

Laakkonen, E., Wellington, G. H. and Skerbon, J. W. 1970. Low temperature longtime heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. J. Food Sci., 35:175.

Laleye, C. L., Simard, R. E., Lee, B. H. and Holley, R. A. 1984. Shelf-life of vacuum of nitrogen packed pastrami, effects of packaging atmospheres, temperature and daration of storage on microflora changes. J. Food. Sci. 49:827-837.

Lamkey, J. K., Leak, F. W., Tiley, W. B., and Hayase, F. (1991) Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. J. Food Sci. 56, 220-227.

Larick, D. K., Turner, B. E., Schoenherr, W. D., Coffey, M. T., and Pilkington, D. H. 1992. Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. J. Anim. Sci. 70:1397.

Larry G. S., 이갑랑, 이갑득. 1993. 기본 생화학. 학문사. pp. 410-411.

Lawrence, T. E., Dikeman, M. E., Hunt, M. C., Kastner, C. L., and Johnson, D. E. (2004) Effects of enhancing beef longissimus with phosphate plus salt, or calcium lactate plus non-phosphate water binders plus rosemary extract. Meat Sci. 67, 127-137.

Lee, B. J., Hendricks, D. G., and Cornforth, D. P. (1998) Antioxidant effect of carnosine and phytic acid in a model beef system. J. Food Sci. 63, 394-398.

Lee, J. I., Ha, Y. J., Jung, J. D., Lee, J. R., Do, C. H., and Lee, J. D. (2005b) Effects of ginseng powder additives on quality characteristics of press ham. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 25, 277-284.

Lee, J. R., Jung, J. D., Ha, Y. J., Lee, J. W., Lee, J. I., Lee, J. D., Park, G. B., and Kwck, S. J. (2005a) Effects of addition of citron peel powder on the proximate composition, minerals, vitamine A, C content and fatty acid composition of emulsion-type sausage. J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.). 47, 99-106.

Lee, J. R., Jung, J. D., Lee, J. I., Song, Y. M., Jin, S. K., Kim, I. S., Kim, H. Y., and Lee, J. H. (2003) The effects of emulsion-type sausages containing mulberry leat and persimmon leaf power on lipid oxidation, nitrite, VBN and fatty acid composition. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 23, 1-8.

Lee, S. J. and Park, G. S. (2004) The quality characteristics of beef jerky prepared with various spices. Korean J. Food Cookery Sci. 20, 489-497.

Lee, S. K., Kim, S. T., Kim, H. J., and Kang, C. K. (1997a) Effect of rosemary, α-tocopherol, sodium tripolyphosphate compared with nitrite on the antioxidant properties of goat meat jerky during drying. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 17, 178-183.

Lee, S. K., Kim, S. T., Kim, H. J., and Kang, C. K. (1997b) Effects of temperature and time on physicochemical properties of Korean goat meat jerky during drying. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 17, 184-189.

Lefebvre, N., Thibault, C., Charbonneau, R. and Piette, J. P. G. (1994) Improvement of shelf-life and wholesomeness of ground beef by irradiation. meat Sci. 32:371.

Leistner L. (1987) Water activity: Theory and applications to foods. In: Water activity. Rocklan, L. B. and Beuchat, L. R. (eds), Marcel Dekker, NY, pp. 295-327.

Lindemanrt M. D., Comelius S. G., Kandelgy M. E. 1986. Effect of age weaning and diet on digestive Enzyme levels in the piglet. J. Anim Sci. 62:1298.

Macy, R. L., Naumann, H. D., and Bailey, M. F. 1970. Water-soluble flavor and odor precursors of heating upon acid extractable non-nucleotide chemical constituents of beef, lamb and pork. J. Food. Sci 35:83-88.

Mascio, P.. Kaiser, S. and Sies, H. 1989. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. Arch. Biochem. Biophys. 274:532-538.

Miller, M. F., Shackelford, S. D., Hayden, K. D., and Reagan, J. D. 1990. Determination of the alteration in fatty acid profiles sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. J. Anim. Sci. 68:1624.

Monahan, F. J., D. J. Buckley, P. A. Morrissey, P. B. Lyhch, and J. I. Gray. 1992(b). Influence of dietary fat and α-tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. Meat Sci. 31:229-241.

Monahan, F. J., J. I. Gray., A. M. Booren., E. R. Miller. D. J. Buckley, P. A. Morrissey, and E. A. Gomaa. 1990(a). Influence of dietary treatment on lipid cholesterol oxidation in pork. J. Agric. Food. Chem. 40:1310.

Mottram, D. S. and Edwards, D. S. 1983. The role of thriglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. J. Sci. Food Agri. 34:517-523.

Nam, J. H., Song, H. I., Park, C. K., Moon, Y. H., and Jung, I. C. (2000) Quality characteristics of pork patties prepared with mugwort, pine needle and fatsia leaf extracts. Korean J. Life Sci. 10, 326-332.

Nicastro, F. 1999. Amino acid composition of longissimus thoracis from pigs of two genetic lines. 45th ICoMST, p. 414.

Nobuyuki Kozukue and Mendel Friedman. 2003. Tomatine, chlorophyll, β-carotene and lycopene content in tomatoes during growth and maturation. Journal of the Science of Food and Agriculture. 83:195-200.

Obuz, E., Dikeman, M. E., and Loughin, T. M. (2003) Effects of cooking method, reheating, holding time, and holding temperature on beef longissimus lumborum and biceps femoris tenderness. Meat Sci. 65, 841-851.

Offer, G., Knight, P., Jeacocke, R., Almond, R., Cousins, T., Elsey, J., Parsons, N., Sharp, A., Starr, R., and Purslow, P. (1989) The structural basis of water holding, appearance and toughness of meat and meat products. Food Microstructure. 8, 151-170.

Oh, J. S. (2002) Quality characteristics of beef jerky prepared with different methods. Master thesis, Sunchon Univ., Sunchon, Korea.

Olives A. I., Barba, M. Camara Hurtado, M. C. Sanchez Mata, V. Fernandez, M. Lopez Saenz de Tejada. 2006. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β-carotene in vegetables. Food Chemistry.

Omoni, A. O. & Aluko, R. E. (2005) The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene: a review, Trends in Food Science and Technology, 16, 334-350

Osterlie, M. and Lerfall, J. (2005) Lycopene from tomato products added minced meat: Effect on storage quality and colour. Food Res. Inter. 38, 925-929.

Pannala, A. S., Rice-Evans, C., Sampson, J., and Singh, S. (1998) Interaction of peroxynitrite with carotenoids and tocopherols within low density lipoprotein. FEBS Letters. 423, 297-301.

Park, G. S., Lee, S. J., and Jeong, E. S. (2002) The quality characteristics of beef jerky according to the kinds of saccharides and the concentration of green tea powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutri. 31, 230-235.

Park, J. H. and Lee, K. H. (2005) Quality characteristics of beef jerky made with beef meat of various places of origin. Korean J. Food Cookery Sci. 21, 528-535.

Pastori, M., Pfander, H. Boscoboinik D. and Azzi, A. 1998. Lycopene in association with alpha-tocopherol inhibits at physiological concentrations proliferation of prostate carcinoma cells. Biochem. Biophys. Res. Comm. 250:582-585.

Pearson, D. (1968) Application of chemical methods for the assessments of beef quality. Journal of Science and Food Agriculture 19, pp. 366-369.

Pearson, R. C., McKenna, D. R., Ellebracht, J. W., Griffin, D. B., McKeith, F. K. Scanga, J. A., Belk, K. E., Smith, G. C., and Savel, J. W. (2005) Benchmarking value in the pork supply chain: Processing and consumer characteristics of hams manufactured from different quality raw materials. Meat Sci. 70, 91-97.

Phillips, A. L., Mancini, R., Sun, Q., Lynch, M. P., and Faustman, C. (2001) Effect of erythorvic acid on cooked colour in ground beef. Meat Sci. 57, 31-34.

Quinion, N., Noblet, J., van Milgen, J., and Dourmad, Y. J. 1995. Effect of energy intake on performance, nutrient and tissue gain and protein and energy utilization in growing boars. Anim. Sci. 61:133.

Ramsey, C. B., L. F. Tribble, C. Wu and K. D. Lind. 1990. Effects of grains, marbling and sex on pork tenderness and composition. J. Anim. Sci. 68:148.

Rao, A. V. & Agarwal, S. (1998) Bioavailability and in vivo antioxidant properties of lycopene from tomato products and their possible role in the prevention of cancer. Nutr Cancer 31, pp 199--203.

Richelle, M. K. Bortlik, S. Liardet, C. Hager, P. Lambelet, M. Baur, L. A. Applegate, and E. A. Offor. 2002. A food-base formulation provides lycopene with the same bioavailability to human as that from tomato paste. J. Nutr. 132:404-408.

Richelle, M. K., Bortlik, S., Liardet, C., Hager, P., L., and Baur., M. (2002) A food-based formulation provides lycopene with the same bioavailability to humans as that from tomato paste. J. Nutri. 132, 404-408.

Ryoichi, S., Degychi, T. and Nagata, Y. 1993. Effectiveness of the filter paper press method for determinating the water holding capacity of meat. Fleischwirtsch, 73:1399.

Sánchez-Escalante, A., Torrescano, G., Djenane, D., BeltránJ. A. & Roncalés, P. (2003) Stabilization of colour and odour of beef patties using lycopene-rich tomato and peppers as a source of antioxidants, Journal of the Science of Food and Agriculture, 83, 187-194.

SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, USA.

SAS 2003. SAS/STAT Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Seo, S. H. and Park, J. Y. 1998. Status of hypertensive patients' drug-taking in health center and its related factors. J. Kor. Soc. Health Education. 15(2):23-43.

Sharoni, Y., Giron, E., Rise, M. and Levy, J. 1997. Effects of lycopene-enriched tomato olerosin on 7, 12-dimethyl-benz (a) antracene-induced rat mammary tumors, Cancer Detect. Prev. 21:118-123.

Shi, J. and Le Maguer, M. (2000) Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. Critical Rev. Food Scic. Technol. 40, 1-42.

Shields, R. G., Jr. D. C. Mahan and P. L. Graham. 1983. Changes in swine body composition from birth to 145kg. J. Anim. Sci. 13:65.

Silva, T. J. P., Orcutt, M. V., Forrest, J. C., Bracker, C. E., and Judge, M. D. (1993) Effect of heating rate on shortening, ultrastructure and fracture behavior of prerigor beef muscle. Meat Sci. 33, 1-24.

Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oil. J. Jap. Soc. Fish. SCi.. 26, 259-267.

Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. 1958. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. 2. The quantitative determination of malonaldehyde. Food Technol. 12:9-15.

Solomon, M. B., Paroczay, E. W., and Schemidtmann, E. T. (1994) Lipid composition of skeletal muscle from deer fed at two different locations. J. Anim. Sci. 72, suppl. 2, p. 129.

St. John, L. C., Young, C. R., Knabe, D. A., Thompson, L. D., Schelling, G. T., Grundy, S. M., and Smith, S. B. 1987. Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed and elevated monounsaturated fat diet. J. Anim. Sci. 64:1441.

Stevenson, J. M., Seman, D. L., and Littlejohn, R. B. (1992) Seasonal variation in venison quality of mature farmed red deer stags in New Zealand. J. Anim. Sci. 70, 1389-1396.

Swenson, M. J., Goetsh, D. D., Underbieges, G. K. L. 1955. The effect of the sow's ration on the hematology of the newborn pig proc book, A.V.W.A. 36:159-161.

Tapiero, H., Townsend, M. D., & Tew, W. D. (2004) The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. Biomedicine and Pharmacotherapy, 58, 100-.110.

Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan, L. (1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in racid foods. Journal of American Oil Chemistry Society, 37, 44-52.

Tatum, J. D., Smith, G. C., Berry, B. W., Murphey, C. E., Williams, F. L. and Carpenter, Z. L. 1980. Carcass characteristics, time on feed and roasted beef palatanility attributes, J. Anim. Sci. 50:833-841.

Thomas W. M. Boileau, Steven K. Clinton and John W. Erdman, Jr. 2000. Tissue Lycopene Concentrations and Isomer Patterns Are Affected by Androgen Status and Dietary Lycopene Concentration in Male F344 Fats. American Society for Nutritional Sciences.

Troutt, E. S., Hunt, M. C., Johnson, D. E., Claus, J. R., Kastner, C. L., Kropf, D. H., and Stroda, S. (1992) Chemical, physical and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat. J. Food Sci. 57, 25-29.

Turner, E. W., Paynter, W. D., Montie, E. J. Basserkt, M. W., Struck, G. M., and Olson, F. C. 1954. Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. Food Technol. 8:326-335.

Usborne, W. R., J. D. Kemp and W. G. Moody. 1968. Effect of live weight on quality, proximate composition, certain protein components and free amino acids of porcine muscle. J. Anim. Sci. 27:584.

Van der Wal, P. G., Engel, B., and Hulsegge, B. 1997. Causes for variation in pork quality. Meat Sci. 46:319.

Virgili, R., Parolari, G., Schivazappa, C., Soresi-Bordini, C., and Borri, M. (1995) Sensory

and texture quality of dry-cured ham as affected by endogenous cathepsin B activity and muscle composition. J. Food Sci. 60, 1183-1186.

Wagner, G. R., Clark, A. J., Hays, V. W., and Speer, V. C. 1963. Effect of protein-energy relationships on the performance and carcass quality of growing swine. J. Anim. Sci. 22;202.

Waldroup P. W., Hillard C. M., Mitchell R. J. 1982. The nutritive value of yeast grown on hydrocarbon fraction for broiler chichs. Poult Sci, 50:1022-1028.

Wang, F. S. (2001) Lipolytic and proteolytic properties of dry-cured boneless hams ripened in modified atmospheres. Meat Sci. 59, 15-22.

Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Russell, R. L. 1993. Quality attributes of major porcine muslces: A comparison with longissimus lumborum. Meat Sci. 33: 359.

Warriss, P. D., Brown, S. N., Nute, G. R., Knowles, T. G., Edwards, J. E., Perry A. M., and Johnson, S. P. 1995. Potential interactions between the effects of the carcasses on meat quality in pigs. Meat Sci. 41:55.

Whittemore, C. T. 1977. The potato as a source of nutrients for pigs, calves and fowl-a review. Anim, Feed Sci. Technol., 2:171-190.

Whittemore, C. T. and Elsely, F. W. H. 1977. Practical pig nutrition. Farming press Limited. 2nd pp. 15-190.

Wiklund, E., Sampels, S., Manley, T. R., Pickova, J., and Littlejohn, R. P. (2005) Effects of feeding regimen and chilled storage on water-holding capacity, colour stability, pigment content and oxidation in red deer (Cervus elaphus) meat. J. Sci. Food Agri. 85 (In press).

Wissgott. U. and Bortlik. K. (1996) Prospects for new natural food colorants. Trends in Food Sci. Tech. 7, 298-302.

Witte, V. C., Krause, G. F. and Bailey, M. E. 1970. New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J. Food Sci., 35, 582.

Wood, J. D., Wiseman, J. and Cole, D. J. A. 1994. In : Principles of Pig Science, eds Cole, D. J. A., Wiseman, J. and Varley, M. A.. Nottingham University Press, Sutton Bonington, p. 433.

Yilmaz, I., Simsek, O., & Isikli, M. (2002) Fatty acid composition and quality characteristics of low-fat cooked sausage made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. Meat Science. 62, 253-258.

Yin, M. C. and Faustman, C. (1993) Influence of temperature, pH and phospholipid composition upon the stability of myoglobin and phospholipid: a liposome model. J. Agr. Food Chem. 41:853-857.

Yun Wei, Tianyou Zhang, Guoquing Xu, Yoichiro Ito. 2001. Application of analytical and preparative high-speed counter-current chromatography ofr separation of lycopene from crude extract of tomato paste. Journal of Chromatography A. 929:169-173.

Zhu, L. G. and Brewer, M. S. 1998. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. J. Food. Sci. 63(5):763-767.

高坂和久. (1975) 肉製品の鮮度保持と測定. 食品工業. 18, 105-111.

권기범, 김인호, 홍종욱, 문태현, 최상열, 석호봉. 2001. 돼지에 있어 원적외선 방사물질의 첨

가가 면역반응 및 분 중 미생물의 변화에 미치는 영향. Korea J. Vet. Res 41(1):37−42.
김대성, 문점동. 1980. 돼지의 혈액상에 관한 연구. 진주농전논문. 15:45−48.
김동석, 한재숙, 김미향. 2004. 토마토의 생육과정에 따른 성분 변화 Ⅱ. Korea J. Food Culture. 19(6):605−610.
김선재. 2000. Lycopene으로부터 산화개열산물의 생성. Korean J. Food Sci. 32(6):1227−1233.
김회윤. 감껍질 발효사료 급여가 흑돼지의 발육과 육질특성에 미치는 영향. 진주산업대학교 석사학위논문.
남궁환, 백인기. 1986. 곰팡이 쓴 옥수수를 사용할 때 Amminia 처리와 BHT, CTC, Probiotics의 첨가가 육계에 미치는 영향. 한국가금학회지. 13(2):221−226.
노선호, 이찬호, 최윤재, 한인규. 1994. 항생제, 효소제, 효모제, 생균제 및 β−agonist가 육계의 성장과 영양소 이용율에 미치는 효과. 한국축산학회지. 36(6):630−638.
박우문, 최원희, 유익종, 김왕준, 전기홍, 정동효. 1997. 발효식품에서 분리한 젖산균이 발효 소시지의 저장중 미생물의 특성에 미치는 영향. 한국축산학회지, 39: 60.
박창일. 2006. 쑥 분말과 어유의 첨가가 계육의 지방산 조성에 미치는 영향. 한국축삭식품학회지. 26(3):276−283.
박형룡, 한인규, 허기남. 1994. Yeast culture의 첨가가 육계의 상쟁성과 장내 yeast colony에 미치는 영향. 한영사지. 18(5):346−357.
善林明治, 鍋田 肇. 1988. 去勢肥育牛の筋育中脂質含量に及ぼす 品種と榮養水準の影響, 日畜會報, 59(1):39−47.
善林明治, 橘山眞理子. 1987. 黑手和種, 日本短角種 去勢肥育 枝肉中脂肪蓄積 分析, 日畜會報, 58(5):381−390.
小提恭平. 1989. 牛肉 の 品質評價に關する硏究. 日本食品工業學會誌 36(10):587−601.
송계원, 성삼경, 채영석, 이유방, 김현욱, 강통삼, 송인상, 이무하, 배석연, 한석현. 1984. 식육과 육제품의 가학. 선진문화사. pp.341.
양 융, 김기태, 신완철. 1989. Red Muscle과 White Muscle의 근섬유간 지방질의 조성비교. 한식과지. 21:505.
윤용덕. 1984. 장관점막면역에 대한 지견. 대한수의사회지. 20:450−457.
이 은, 최무영. 2000. 솔잎분말이 고 콜레스테롤 급여 흰쥐의 체지질구성과 TBARS량에 미치는 영향. 한국식품영양학회지. 32(5):1186 −1190.
이성대. 가고시마 흑돈의 출하일령이 성별과 육질에 미치는 영향. 진주산업대학교 석사학위논문.
정명근. 2005. 메밀 식물체 함유 Rutin의 HPLC 분석방법 개발. Korean J. Crop Sci. 50(5):181−186.
조혜연, 조진국, 이치호. 2001. HPLC를 이용한 돈육 중의 Oxytetracycline, Chloramphenicol 및 Sulfamethoxazole의 동시검출. Korean J. Food Sci. 21(1):64−70.
주원돈. 2005. 라이코펜의 사료내 첨가가 닭과 돼지의 지질대사 및 항산화에 미치는 영향. 건국대학교 박사학위 논문
주원돈. 2005. Lycopene의 사료 내 첨가가 닭과 돼지의 지질대사 및 항산화에 미치는 영향. 박사학위논문.
지영철, 한정희, 권혁무, 정현규, 이함희. 2002. 항혈청 투여에 따른 돼지 유행성 설사병 예방

효과 Ⅱ. 임상증상, 병리조직학적 검사, 면역조직학적 검사. 한국수의병리학회지. Korean J Vet Pathol. (6):1:27-39.
진상근, 송영민, 박태선, 이정일, 주선태, 박구부. 1999. 한약찌꺼기 급여가 비육돈의 생산형질 및 도체품질에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 41(3):365-374.
하경희, 진상근, 김일석, 정현정, 김동훈. 2006. 버크셔의 성별이 돈육의 관능 평가, 지방산 및 아미노산 조성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지. 26(4):426-430.
하경희. 1999. Conjugated Linoleic Acid(CLA)가 유화형 소세지의 품질과 저장성에 미치는 영향. 경상대학교 석사학위논문.
한홍율, 이정길, 이창우. 1982. 수의임상병리. 기전연구사. 서울. pp. 59-170.

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.