

최 중
연구보고서

축육 surimi를 활용한 기능성 소시지 및 섬유상 게맛살형
육제품 개발

Development of functional sausage and
fiberized-type crab analog using meat surimi

연구기관
진주산업대학교
(경상대학교)

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “축육 surimi를 활용한 기능성 소시지 및 섬유상 게맛살형 육제품 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 4월 22일

주관연구기관명 : 진주산업대학교

총괄연구책임자 : 진 상 근

세부연구책임자 : 진 상 근

연 구 원 : 김 일 석, 허 선 진

연 구 원 : 이 정 일, 이 제 룡

연 구 원 : 박 기 훈, 하 지 희

연 구 원 : 정 현 정, 김 수 정

연 구 원 : 정 기 중, 김 동 훈

연 구 원 : 고 병 순, 양 정 모

연 구 원 : 남 영 욱, 조 주 현

연 구 원 : 양 미 라

협동연구기관명 : 경상대학교

협동연구책임자 : 최 영 준

연 구 원 : 김 진 수

연 구 원 : 허 선 희, 이 원 일

연 구 원 : 한 정 현, 임 형 수

참 여 기 업 : 한성기업(주)

연 구 원 : 김 병 균

연 구 원 : 최 수 용, 이 호 연

요 약 문

I. 제 목

축육 surimi를 활용한 기능성 소시지 및 섬유상 계맛살형 육제품 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

연구개발의 최종목적은 폐계육과 축육의 비선호 부위 및 부산물을 활용하여 회수단백질을 개발하고 이를 결합육으로 이용한 기능성 소시지와 계맛살과 같이 찢어 먹을 수 있는 건강 지향형 기능성 섬유상 계맛살형 육제품을 개발하여 상품화 하는데 있음.

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

- 1) 일반 어육을 이용한 연육으로 만든 계맛살은 근막이나 육기질단백질 등과 같은 염용성단백질 외 저급 단백질들이 적어 찢어 먹는 섬유상 조직감을 재현하기가 용이하나 축육에는 근막과 육기질단백질들이 많아 체에 걸림으로써 Sheet 형성이 되지 않기 때문에 결이 있는 조직감 재현이 곤란함.
- 2) 기존 방식대로 어육을 이용하여 만든 연육 제조 시 염용성단백질을 추출하기 위하여 수많은 수세 공정을 거치게 되는데 이때에는 폐수 속에는 많은 수용성단백질들이 내포되어 있어 폐수처리 비용이 과다하게 들게 되며, 수용성단백질을 전부 버리기 때문에 단백질 회수율이 매우 낮은 단점을 갖고 있다.
- 3) 이러한 새로운 기술들이 개발되어 적용된다면 돼지 부산물(머리육, 족발, 심장 등), 폐계육 및 닭가슴살 및 돼지고기 비선호 부위(살코기가 많은 뒷다리, 앞다리, 등심 및 안심 등)의 부가가치를 향상할 수 있어 축산업의 생산성 향상에도 크게 기여할 것으로 판단됨.
- 4) 본 연구 기술에 의해 기본 계맛살형 육제품이 개발되면 여기에 생리활성 기능을 가진 각종 기능성 물질을 가미한 맛살형태의 찢어 먹을 수 있는 건강 지향형 기능성 육제품 개발이 가능.
- 5) 따라서 우리나라 축산업의 안정적 기반 구축을 위해 돼지 부산물, 폐계육 및 축육의 비선호 부위에 대한 육질특성을 구명하고 이들을 활용하여 소비자의 요구에 부응할 수 있는 부가가치가 높은 건강 지향형 기능성 섬유상 계맛살

육제품과 같은 전혀 새로운 제품개발이 절실히 요구되며, 특히 대일 수출 중단 이후 시장 환경 변화에 대응한 돼지고기 비선호 부위(수출 부위, 살코기가 많은 뒷다리, 앞다리, 등심 및 안심 등)의 신수요 창출과 이를 위한 다양한 가공 기술개발의 필요성이 시급한 과제로 대두되고 있음.

나. 경제·산업적 측면

- 1) 식용 가능한 식육 및 식육 부산물을 보다 경제적으로 부가가치가 높은 식품으로 전환시켜 이용하고자 하는 시도 및 가공방법의 개발에 대한 연구가 확산되고 있으며 그 중 축산물로부터 수리미를 제조하는 것에 대한 경제성 평가가 이루어지고 있음.
- 2) 돼지고기의 경우 삼겹살 및 목살의 소비자 선호도는 95% 이상인데 반해 생산량면에서는 돼지 1두당 두 부위가 26%밖에 되지 않아 공급과 수요의 균형이 맞지 않은 실정이다. 그러다 보니 삼겹살 및 목살은 수입에 의존할 수밖에 없고, 비선호 부위인 살코기가 많은 부위는 대일 수출 중단으로 수출물량도 극소량이며, 우리나라의 가공비를 또한 10.6%에 불과하여 비선호 부위의 재고가 많아야 하나 비선호 부위의 둔갑판매 등으로 인해 그 재고량은 극소에 불과하여 시장의 흐름을 깨뜨리고 있다.
- 3) 폐계육은 아주 싼 값에 팔리고 있으며, 질긴 단점이 있어 단순하게 백숙 등과 같이 찜용으로 이용되고 있는 실정이며, 닭가슴살은 살코기가 많아 퍽퍽하고 씹기가 없어 한국 소비자들의 기호가 떨어지는 단점을 갖고 있으며 통닭이나 부분육 튀김용으로 비선호 부위는 소비가 둔화되어 이들을 이용한 부가가치를 올릴 수 있는 방법이 필요함.
- 4) 축육을 이용한 본 기술개발 적용 시 새로운 형태의 중간소재 식품자원으로서 그 가치가 매우 높다고 판단되며 이를 활용 시 육가공 산업의 활성화에 기여할 것으로 기대됨.
- 5) 최근 개발된 pH 전이법으로 돼지후지, 닭가슴살을 이용하여 단백질 회수물을 제조하여 제품의 중간소재로서의 가능성을 검토한 결과 대량생산 시스템만 구축된다면 비선호 부위육을 활용한 식품소재 개발이라는 측면에서 매우 긍정적인 결과를 얻었음.
- 6) 국내에서는 주로 깡치, 풀치 등을 이용한 어묵용 surimi를 생산하고 있으며 고급 연제품(맛살류 등) 생산을 위한 surimi는 전량 수입(43천톤, 59천불, 해양수산통계연보 2006)에 의존하고 있는 실정이다. 또한 세계적으로 어획량이 줄고 있어 생산량에 비해 수요량(604천톤)이 매우 많아 공급에 차질을 빚고 있어 고급 연제품 생산을 위한 surimi 값이 40% 정도 매우 치솟고 있다.

다. 사회·문화적 측면

- 1) 돼지고기의 소비 성향이 구이문화에 젖어 있어 삼겹살 위주의 소비만이 고집되어 오다 보니 건강지향 측면에서도 새로운 식습관의 변화를 기해야 할 필요성 대두.
- 2) 고기하면 지방과 콜레스테롤 함량이 많아 먹기를 꺼려하면서도 돼지고기 중에 지방이 가장 많은 삼겹살만을 고집하는 국내 소비자들의 소비 패턴 자체에 모순점을 안고 있어 균형된 육류 소비가 되지 않고, 바로 이러한 점들이 육류시장의 증대 및 발전에 저해요인이 되고 있음.
- 3) 비선호 부위를 활용한 동 기술개발로 산업화 본격 추진 시 양돈농가 불안감 해소로 양돈산업의 기반 유지에 기여함으로써 안정적인 경영 가능

III. 연구개발 내용 및 범위

제 1절 축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 및 계맛살형 육제품 개발(주관기관)

1. 축육을 이용한 회수단백질 및 기능성 계맛살형 육제품 개발

가. 축육을 이용한 회수단백질 개발(1차 년도)

- 1) 원료육 특성 분석 : 돼지뒷다리육(T1), 폐계가슴육(T2)에 대해 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 추출성, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감 및 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도)를 분석하였다.
- 2) 소금 2% 첨가 효과 : 폐계가슴육, 돼지뒷다리육 및 명태연육을 이용하여 C(2회 수세, 명태연육), T1(2회 수세, 돼지뒷다리 회수단백질), T2(4회 수세, 돼지뒷다리 회수단백질), T3(pH 3.0 조절, 돼지뒷다리 회수단백질), T4(pH 11.0 조절, 돼지뒷다리 회수단백질), T5(2회 수세, 폐계가슴 회수단백질), T6(4회 수세, 폐계가슴 회수단백질), T7(6회 수세, 폐계가슴 회수단백질), T8(pH 2.5 조절, 폐계가슴 회수단백질), T9(pH 3.0 조절, 폐계가슴 회수단백질), T10(pH 10.5 조절, 폐계가슴 회수단백질), T11(pH 11.0 조절, 폐계가슴 회수단백질) 처리구로 하여 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 함량, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 파괴강도, 전단가, 조직감, 변형값, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도) 및 수율을 분석하였다.
- 3) 회수단백질 제조 방법 간의 특성 : 폐계가슴육, 돼지뒷다리육 및 명태연육을 이용하여 C(4회 수세, 명태연육), T1(2회 수세, 돼지뒷다리 회수단백질), T2(2회 수세, 폐계가슴 회수단백질), T3(4회 수세, 돼지뒷다리 회수단백질), T4(4회 수세, 폐계가슴 회수단백질), T5(pH 3.0 조절, 돼지뒷다리 회수단백질), T6(pH 3.0 조절, 폐계가슴 회수단백질), T7(pH 11.0 조절, 돼지뒷다리 회수단백),

T8(pH 11.0 조절, 폐계가슴 회수단백질) 처리구로 하여 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 함량, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 파괴강도, 전단가, 조직감, 변형값, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도) 및 수율을 분석하였다.

- 4) 회수단백질의 냉동변성방지제 최적 배합비 설정 : 처리구별로 설탕:솔비톨:인산염을 C(4회 수세 명태연육, 4:5:0.3%), T1(2회 수세 폐계가슴 회수단백질, 0:0:0.3%), T2(2회 수세 폐계가슴 회수단백질, 0:5:0.3%), T3(2회 수세 폐계가슴 회수단백질, 4:5:0.3%), T4(pH 11.0 조절 폐계가슴 회수단백질, 0:0:0.3%), T5(pH 11.0 조절 폐계가슴 회수단백질, 0:5:0.3%), T6(pH 11.0 조절 폐계가슴 회수단백질, 4:5:0.3%) 처리구별로 냉동변성방지제를 달리 투입하여 -40°C/36시간 동결 후 -20°C/3개월 저장하면서 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 함량, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 파괴강도, 전단가, 조직감, 변형값, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량, 아미노산 조성, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), TBARS, VBN 등을 분석하였다.

나. 계맛살형 육제품 개발(2차 년도)

- 1) 결착제 및 축육과 명태연육 혼합 비율 설정
 - 가) 결착제의 선별 및 최적 첨가 수준 설정 : 표면반응분석법을 활용하여 원료육 100에 대해 전분, 가라기난, 난백액의 첨가 수준을 설정하였다.
 - 나) 명태연육, 폐계가슴육 회수단백질 및 전분의 최적 혼합 비율 설정 : JMP(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2002)의 Full Factorial Designs 프로그램을 활용하여 원료육별 사용 제한 범위를 명태연육(APS, Alaska pollack surimi) 40-100%, 폐계가슴육 회수단백질(SRP, spent hens breast recovered protein) 0-60%, 전분(Starch) 0-10%(단 전분은 감자:소맥=50:50 혼합) 범위로 하여 설계한 결과에 따라 APS:SRP:전분 비율을 달리하여 C(100:0:0), T1(90.91:0:9.09), T2(80:0:20), T3(62.5:37.5:0), T4(58.82:35.3:5.88), T5(40:60:0), T6(36.36:54.55:9.09) 처리구로 하여 모든 처리구에 100에 대해 공히 소금, 인산염, 설탕, 가라기난, 난백액을 각각 0.94, 0.14, 1.03, 0.46, 0.37% 첨가하여 품질 특성을 분석하였다.
- 2) 폐계가슴육 및 다리살, S사 MDCM 및 J사 MDCM을 활용한 회수단백질 소시지 특성 : pH 11.0 알칼리 조절법으로 제조한 회수단백질을 이용하여 C(폐계가슴 회수단백질), T1(폐계다리 회수단백질), T2(MDCM S사 회수단백질), T3(MDCM J사 회수단백질) 처리구로 하여 각 처리구 공히 원료육 100에 대해 소금, 솔비톨, 인산염을 각각 2, 5, 0.3% 첨가하여 품질 특성을 분석하였다.
- 3) 명태연육, 폐계가슴육, S사 MDCM 및 J사 MDCM을 활용한 회수단백질 소시지 특성 : pH 11.0 알칼리 조절법으로 제조한 회수단백질을 이용하여 C(명태연육), T1(폐계가슴 회수단백질), T2(MDCM S사 회수단백질), T3(MDCM J사

회수단백질) 처리구로 하여 각 처리구 공히 원료육 100에 대해 소금, 솔비톨, 인산염을 각각 2, 5, 0.3% 첨가하여 품질 특성을 분석하였다.

- 4) 폐계가슴육 및 MDCM의 명태연육 대체 비율 설정 : 폐계가슴육 및 J사 MDCM(Mechanically deboned chicken meat)을 활용하여 명태연육(APS) 대체 수준을 파악하기 위해 JMP(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2002)의 Screening Design 프로그램을 활용하여 원료육별 사용 제한 범위를 모두 0, 27.37, 54.73으로 하여 설계한 결과에 따라 pH 11.0의 알칼리 조절법으로 회수한 단백질을 명태연육:폐계가슴 회수단백질:MDCM 회수단백질의 비율을 각각 C(54.73:0:0), T1(36.49:18.24:0), T2(27.37:27.37:0), T3(18.24:36.49:0), T4(0:54.73:0), T5(43.78:0:10.95) 처리구로 하여 감자전분, 밀전분, 물 및 복합 첨가제를 공히 전체 중량의 2.8, 2.8, 32.84 및 6.83% 첨가하여 제조한 유회물을 PVDC(Ø3.0×15cm)에 충전한 후 Autoclave에서 90°C/25분간 열처리한 후 품질 특성을 분석하였다.
- 5) 제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정 : 계맛살 현장시제품은 명태연육:이토요리연육:폐계가슴 회수단백질:MDCM 회수단백질의 비율을 달리하여 GC(50:80:0:0), GT1(50:60:20:0), GT2(50:50:30:0), GT3(50:50:0:30) 처리구로 하였고, 크래미 현장시제품은 명태연육:이토요리연육:폐계가슴 회수단백질:MDCM 회수단백질의 비율을 달리하여 KC(70:20:0:0), KT1(70:10:10:0), KT2(70:0:20:0), KT3(70:10:0:10) 처리구로 하여 일반 현장 작업표준에 준하여 제품 시제 후 9±1°C에서 4주간 저장하면서 품질 특성을 분석하였다.

다. 기능성 계맛살형 육제품 개발(3차 년도)

- 1) 기능성 물질 첨가수준 설정을 위한 계맛소시지의 품질 특성 : 계맛살형 기본 배합비에 대조구는 명태연육만을 이용하고 처리구들에는 공히 폐계가슴 회수단백질을 명태연육에 대해 **20%** 대체하여 동충하초분말:누에고치분말:CLA를 각각 GC(0:0:0), GT1(0:0:0), GT2(0.1:0:0), GT3(0:0.1:0), GT4(0:0:0.1), GT5(0.05:0.05:0), GT6(0.05:0:0.05), GT7(0:0.05:0.05%) 처리구로 하여 9±1°C에서 4주간 저장하면서 일반성분, pH, 보수력(가열전 시료), 가열감량(가열전 시료), 육색, 전단가, 조직감(전향목), 파괴강도, 변형값, 쫄강도, 쫄리강도, 관능검사(향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적 기호도) 등 품질 특성을 분석하였다.
- 2) 기능성 계맛살형 육제품 유통기한 설정 : 계맛살 및 크래미형 기본 배합비에 대조구는 명태연육만을 이용하고 처리구들에는 공히 폐계가슴 회수단백질을 명태연육에 대해 **20%** 대체하여 누에고치분말:동충하초분말:CLA를 각각 GC 및 KC(0:0:0), GT1 및 KT1(0:0:0), GT2 및 KT2(0.1:0:0), GT3 및 KT3(0.05:0.05:0), GT4 및 KT4(0:0.05:0.05) 처리구로 하여 9±1°C에서 6주간 저장하면서 일반성분, pH, 보수력(가열전 시료), 가열감량(가열전 시료), 육색, 전단가, 조직감(전향목), 파괴강도, 변형값, 쫄강도, 쫄리강도, 관능검사(향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적 기호도) 등 품질 특성을 분석하였다.

2. 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 기능성 소시지 개발

가. 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 개발(2차 년도)

- 1) 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 유통기한 설정 : 폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 이용하여 LCF 프로그램을 활용한 혼합비율을 설정 후 C(돼지등심), T1(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체), T2(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40%), T3(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 60%) 처리구로 하여 일반적인 소시지 제조방법에 따라 시제품 제조 후 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 4주간 저장하면서 일반성분, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량, 아미노산 조성, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), TBARS, VBN, 총세균수, 대장균수 및 유산균수 등 품질 특성을 분석하였다.

나. 기능성 소시지 개발(3차 년도)

- 1) 기능성 소시지 기초 품질 특성 분석 : 소시지 기본 배합비에 대조구는 돼지햄 육만을 이용하고 처리구들에는 공히 폐계가슴 회수단백질을 돼지햄육에 대해 40% 대체하여 동충하초분말:누에고치분말:CLA를 각각 SC(0:0:0), ST1(0:0:0), ST2(0.1:0:0), ST3(0:0.1:0), ST4(0:0:0.1), ST5(0.05:0.05:0), ST6(0.05:0:0.05), ST7(0:0.05:0.05%) 처리구로 하여 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 30일간 저장하면서 일반성분, pH, 보수력(가열전 시료), 가열감량(가열전 시료), 육색, 전단가, 조직감(전향목), 관능검사(향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적 기호도) 등 품질 특성을 분석하였다.
- 2) 원료육에 따른 소시지 현장시제품 품질 특성 : 소시지 기본 배합비를 활용하여 C(돼지햄육), B1(폐계가슴 회수단백질을 돼지햄육에 대해 40% 대체), M1(MDCM 회수단백질을 돼지햄육에 대해 40% 대체) 처리구로 하여 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 30일간 저장하면서 일반성분, pH, 보수력(가열전 시료), 가열감량(가열전 시료), 육색, 전단가, 조직감(전향목), 관능검사(향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적 기호도) 등 품질 특성을 분석하였다.
- 3) 폐계가슴 회수단백질 함유 기능성소시지 현장시제품 특성 : 소시지 기본 배합비를 활용하여 공히 폐계가슴 회수단백질을 돼지햄육에 대해 40% 대체한 후 **누에고치분말:CLA:동충하초분말**을 각각 B2(0.1:0:0), B3(0:0.1:0), B4(0.05:0:0.05%) 처리구로 하여 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 30일간 저장하면서 일반성분, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), TBARS, VBN, 총세균수, 대장균수 및 유산균수 등 품질 특성을 분석하였다.
- 4) MDCM 회수단백질 함유 기능성소시지 현장시제품 특성 : 소시지 기본 배합비를 활용하여 공히 MDCM 회수단백질을 돼지햄육에 대해 40% 대체한 후 **누에고치분말:CLA:동충하초분말**을 각각 M2(0.1:0:0), M3(0:0.1:0),

M4(0.05:0:0.05%)처리구로 하여 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 30일간 저장하면서 일반성분, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), TBARS, VBN, 총세균수, 대장균수 및 유산균수 등 품질 특성을 분석하였다.

제 2절 돼지 부산물을 활용한 recovered protein 제조 기술 개발(협동기관)

1. 돼지 부산물을 활용한 회수단백질 개발(1차 년도)

가. 원료육 특성 분석 및 수세 및 pH 조건설정에 따른 회수단백질 제조 비교 : 돼지머리육 및 돼지심장육을 이용하여 2-4회 수세 및 pH 2.0-10.5 조건설정에 따라 회수단백질을 제조 후 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 추출성, 힘색소, Met-mb, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감 및 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), VBN, 지방산, 아미노산 등 품질 특성을 분석하였다.

나. 회수단백질의 냉동변성방지제 최적 배합비 설정 : 돼지 부산물 회수단백질을 활용하여 A(설탕 5, 솔비톨 4, 인산염 0.3%), B(솔비톨 9.3%) 처리구로 하여 $-40^{\circ}\text{C}/36$ 시간 동결 후 -20°C 저장하면서 70일간 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 함량, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 파괴강도, 전단가, 조직감, 변형값, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량, 아미노산 조성, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), VBN 등 품질 특성을 분석하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

A. 연구개발 결과

제 1절 축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 및 계맛살형 육제품 개발(주관기관)

1. 축육을 이용한 회수단백질 및 기능성 계맛살형 육제품 개발

가. 축육을 이용한 회수단백질 개발(1차 년도)

1) 축육 회수단백질 제조를 위한 두 원료육의 특성을 비교한 결과를 종합하면 돼지뒷다리육에 비하여 폐계가슴육이 수분, 산화 마이오글로빈, 명도 및 백색도는 높았고, 지방 함량, 염용성단백질, 콜라겐, pH, 가열감량, 전단가, 적색도 및 조직감의 전 항목은 낮았으며, 마이오글로빈, 보수력, 황색도 및 관능검사 결과 전 항목에서 육 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

- 2) 소금 첨가 유무에 따른 회수단백질의 특성을 종합하면 2% 소금 첨가로 돼지 뒷다리육을 이용할 경우 4회 수세하거나 pH 조건에 상관없이 pH 조절 시에는 겔 형성에 도움이 되었으며, 폐계가슴육을 이용할 경우는 2회 수세하거나 알칼리 조건인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질에 소금을 첨가함으로써 겔 형성에 도움이 되었다.
- 3) 회수단백질 제조 방법에 따른 품질 특성 및 폐수 부하량 등을 종합하면 돼지 뒷다리육보다는 폐계가슴육이, 수세법과 산 처리보다는 알칼리 처리 시 변형값과 겔강도를 포함하는 회수단백질의 물리적 특성을 감안 할 때 우수한 품질을 생산할 수 있고, 폐수 부하량도 훨씬 줄일 수 있으며, 폐계가슴육을 이용하여 회수단백질 제조 시 수세는 2회면 충분하고 pH 조절은 알칼리인 11이 적당하였다.
- 4) 폐계가슴육을 이용하여 2회 수세한 회수단백질과 알칼리인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질을 이용하여 냉동변성방지제 첨가 종류(설탕 4.0, 솔비톨 5.0 및 인산염 0.3%)에 따른 -20℃에서 3개월간 냉동저장 동안 품질 변화를 시험한 결과를 종합하면 폐계가슴육을 이용하여 알칼리인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질에 냉동변성방지제는 솔비톨과 인산염을 넣은 T5와 3가지(설탕, 솔비톨 및 인산염) 모두를 넣은 T6 간에 큰 차이가 없어 경제성 등을 고려할 때 T5가 가장 적절하였다.

나. 게맛살형 육제품 개발(2차 년도)

- 1) 게맛살 및 크래미 생산을 위한 기초 배합비 시험을 위하여 회수단백질 소시지 제조 시 명태연육만을 이용한 대조구, 명태연육에 전분을 9.09% 함유한 T1 및 20%를 함유한 T2, 명태연육과 폐계가슴육 회수단백질만을 이용하여 혼합비율을 달리한 T3(62.5:37.5) 및 T5(40.0:60.0), 명태연육, 폐계가슴육 회수단백질 및 전분을 이용하여 혼합비율을 달리한 T4(58.8:35.3:5.9) 및 T6(36.4:54.5:9.1)에 대한 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면 명태연육만을 이용한 대조구의 품질과 비교 시 명태연육을 폐계가슴육 회수단백질 및 전분으로 대체하여 혼합 시 명태연육:폐계가슴육 회수단백질:전분 62.50:37.50:0 비율로 섞은 T3 및 58.82:35.30:5.88 비율로 섞은 T4가 차이가 없어 전분을 제외한 원료육 전체에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 37.5%까지 대체가 가능한 것으로 판단된다.
- 2) 원료육에 따라 폐계가슴육(대조구) 및 폐계다리육(T1), S사MDCM(mechanical deboned chicken meat, T2) 및 J사 MDCM(T3)을 이용하여 제조한 회수단백질의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 폐계가슴육의 대조구와 J사 MDCM을 이용한 T3가 가장 비슷한 결과였으며, 회수단백질 원료로서 MDCM은 콜라겐과 미오글로빈이 많아 조직과 색에 부정적인 영향을 미치는 결과로 이에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 판단된다.

- 3) 원료육에 따라 명태연육(대조구), 폐계가슴육(T1), S사 MDCM(T2) 및 J사 MDCM(T3)을 이용하여 제조한 회수단백질의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 명태연육의 대조구와 폐계가슴육을 이용한 T1은 비슷한 결과였다. 특히 J사 MDCM을 이용한 T3가 명태연육 대체 원료로서 가장 뛰어난 결과였으며, 회수단백질 원료로서 MDCM은 적색도가 높아 색에 부정적인 영향을 미치는 결과로 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.
- 4) 원료육 종류와 명태연육에 대해 폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질 대체비율을 달리하여 명태연육만을 이용한 대조구, 전체 원료육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 대체비율이 33%인 T1, 50%인 T2, 67%인 T3, 100%인 T4 및 J사 MDCM 회수단백질 대체비율이 20%인 T5로 하여 제조한 계맛살 소시지의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 명태연육 100%인 대조구에 비해 폐계가슴육 회수단백질의 대체비율이 33%인 T1과 50%인 T2까지는 품질 특성상 차이를 보이지 않았으며, 대체비율이 그 이상인 T3와 T4는 품질이 저하되는 결과였다. 또한 총 원료육 중량에 대해 J사 MDCM 회수단백질의 대체비율이 20%인 T5는 명태연육 100%인 대조구와 비교 시 소시지의 품질상에 차이를 보이지 않았다. 그리하여 총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질은 50%까지, MDCM은 20%까지 대체가 가능한 것으로 판단된다.
- 5) 계맛살 제조 시 명태연육을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 15.38% 대체한 T1 및 23.08% 대체한 T2, MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 23.08% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과 명태연육을 주원료로 이용한 대조구와 비교 시 T1 및 T2가 계맛살의 품질 특성을 종합적으로 고려할 때 큰 차이를 보이지 않아 계맛살 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 15.38-23.08%까지는 대체할 수 있으며, MDCM 회수단백질은 15.38%까지는 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 다만 축육 고유의 붉은 색상을 살린 계맛살 같은 조직을 재현하는 축육 신제품 개발에 초점을 맞춘다면 축육 회수단백질의 첨가 수준은 23.08% 이상도 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 4주까지 가능할 것으로 판단된다.
- 6) 크래미 제조 시 명태연육을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 11.1% 대체한 T1 및 22.2% 대체한 T2, MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 11.1% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과 명태연육을 이용하여 제조한 대조구와 비교 시 T1이 크래미의 품질 특성을 종합적으로 고려할 때 차이를 보이지 않아 크래미 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 11.1%까지는 대체할 수 있으며, MDCM 회수단백질은 5.55%까지는 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 다만 축육 고유의 붉은 색상을 살린 크래미 같은 조직을 재현하는 축육 신제품 개발에 초점을 맞춘다면 축육

회수단백질의 첨가 수준은 11.1% 이상도 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 22일까지 가능할 것으로 판단된다.

다. 기능성 계맛살형 육제품 개발(3차 년도)

- 1) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성 결과 지방산패도와 휘발성염기태질소화합물이 높았고, 백색도는 낮은 단점만 보완한다면 관능검사 결과에는 차이가 없으면서 밝고 경도가 높으며, 낮은 세균수의 제품 생산이 가능한 것으로 판단된다.
- 2) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 단일 기능성 물질인 동충하초분말 0.1% 첨가(GT2), 누에고치분말 0.1% 첨가(GT3), CLA 0.1% 첨가(GT4)에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성 분석 결과 누에고치분말을 첨가한 GT3가 가장 양호하였다.
- 3) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 두 기능성 물질을 각각 0.05%씩 혼합하여 0.1% 첨가 시 동충하초분말과 누에고치분말 첨가(GT5), 동충하초분말과 CLA 첨가(GT6), 누에고치분말과 CLA 첨가(GT7)에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성 분석 결과를 요약하면 동충하초분말과 누에고치분말을 첨가한 GT5와 동충하초분말과 CLA를 첨가한 GT6가 누에고치분말과 CLA를 첨가한 GT7보다 양호하였다.
- 4) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체하여 현장시제한 계맛살의 이화학적 특성 및 저장성 결과 변형값, EFA(essential fatty acid), EFA/UFA(unsaturated fatty acid), 관능평가의 연도 및 전체적 기호도는 대조구보다 처리구가 높았고 UFA, UFA/SFA(saturated fatty acid), n-3계 지방산, 콜레스테롤 함량, BAA(bitter amino acid) 및 TBARS는 대조구보다 처리구가 낮은 장점을 지닌 반면, 적색도, 황색도, SFA, VBN, TPC(total plate count) 및 *E. coli*는 대조구보다 처리구가 높았고 전단가, 명도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 경도, 표면경도, 검성, 씹힘성, UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산, FAA(flavorous amino acid), STAA(sweet taste amino acid) 및 AAA(aromatic amino acid)는 대조구보다 처리구가 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 적색도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 경도, 표면경도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS는 두 처리구 모두 증가하였으나, 황색도, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3 및 *E. coli*는 두 처리구 모두 감소하였다.
- 5) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1% 첨가(GT2), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05% 첨가(GT3), 동충하초분말과 CLA를 각각 0.05% 첨가(GT4)하여 현장시제한 계맛살의 이화학적 특성 및 저장성 결과 처리 간에 GT2는 pH, FAA, EAA(essential amino acid) 및 TAA는 높았고, *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면, 콜레스테롤, BAA(bitter amino acid) 및 TBARS는 높았고 UFA는 낮은 단점을 나타내었다. GT3는 n-3계 지방산은 높았고, BAA는 낮은

장점을 지닌 반면 적색도, 황색도 및 *E. coli*는 높았고, 명도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 응집성, 탄력성, AAA, EAA 및 TAA는 낮은 단점을 나타내었다. GT4는 전단가, 파괴강도, 젤강도, 경도, UFA, EFA, UFA/SFA 및 EFA/UFA는 높았고, SFA는 낮은 장점을 지닌 반면 pH, 변형값, 젤리강도 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 젤리강도, 경도, 검성, SFA, TBARS 및 TPC는 세 처리구 모두 증가한 반면 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, STAA 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 감소하였다.

- 6) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체하여 현장시제한 크래미의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 EFA/UFA, AAA, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도는 대조구보다 처리구가 높았고, n-6계 지방산, TBARS, TPC 및 *E. coli*는 대조구보다 처리구가 낮은 장점을 지닌 반면, 적색도, 황색도, SFA, n-6/n-3 및 VBN은 대조구보다 처리구가 높았고, 전단가, 명도, 백색도, 파괴강도, 변형값, 젤강도, 젤리강도, 응집성, 탄력성, 검성, UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산, FAA(flavorous amino acid), STAA(sweet taste amino acid) 및 TAA(total amino acid)는 대조구보다 처리구가 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH, 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 젤리강도, 경도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS는 두 처리구 모두 증가하였으나, 명도, 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, FAA, TAA 및 *E. coli*는 두 처리구 모두 감소하였다.
- 7) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1% 첨가(KT2), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05% 첨가(KT3), 동충하초분말과 CLA를 각각 0.05% 첨가(KT4)하여 현장시제한 크래미의 이화학적 특성 및 저장성 결과 처리 간에 KT2는 명도, 백색도, n-3계 지방산, EAA(essential amino acid) 및 전체적 기호도는 높았고, 적색도, n-6계 지방산, 콜레스테롤 함량 및 n-6/n-3은 낮은 장점을 지닌 반면, SFA는 높았고, 젤리강도, 경도, UFA, EFA 및 EFA/UFA는 낮은 단점을 나타내었다. KT3는 황색도, TPC 및 *E. coli*는 높았고, 전단가 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다. KT4는 젤리강도, 경도, 부착성, UFA 및 STAA는 높았고, SFA 및 *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면, n-6/n-3는 높았고, pH 및 전체적 기호도는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH, 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 변형값, 젤강도, 젤리강도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS의 경우 세 처리구 모두 증가하였다. 명도, 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, FAA, STAA, AAA(aromatic amino acid), EAA, TAA 및 *E. coli*의 경우 세 처리구 모두 감소하였다.

2. 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 기능성 소시지 개발

가. 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 개발(2차 년도)

- 1) 소시지 제조 시 돼지등심육만을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 결착육으로 총 원료육 중량에 대해 20% 대체한 T1 및 40% 대체한 T2, 60% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과 돼지등심육으로 제조한 대조구와 비교 시 폐계가슴육 회수단백질을 20% 및 40%까지 대체하여 제조한 T1과 T2가 차이를 보이지 않아 소시지 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 40%까지는 대체 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 4주까지 가능할 것으로 판단되며, kg당 246원의 원가절감에도 기여하였다.
- 2) 소시지 제조 시 돼지등심육만을 이용한 대조구, MDCM 회수단백질을 결착육으로 총 원료육 중량에 대해 20% 대체한 T1 및 40% 대체한 T2, 60% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과 돼지등심육만으로 제조한 대조구와 비교 시 MDCM 회수단백질을 20%까지 대체하여 제조한 T1이 오히려 양호하여 소시지 제조 시 MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 20%까지 대체할 수 있을 것으로 판단되며, kg당 236원의 원가절감에도 기여하였다. 다만 MDCM 회수단백질 대체 비율이 증가할수록 지방산 조성면에서는 긍정적으로 작용하였으나 조직감이 떨어지는 단점을 결착제 등으로 해결한다면 60%까지도 대체가 가능할 것으로 판단되며, 이럴 경우 무려 kg당 760원의 원가절감을 할 수 있다.

나. 기능성 소시지 개발(3차 년도)

- 1) 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40% 대체에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면 세균수가 높았고 조직감 항목들이 낮은 단점을 보완한다면 보수력, 전단가, 탄력성, 지방산패도, 휘발성염기태질소화합물 및 관능검사 결과에는 차이가 없으면서 밝은 제품 생산이 가능한 것으로 판단된다.
- 2) 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40% 대체한 배합비에 단일 기능성 물질인 동충하초분말 0.1% 첨가(ST2), 누에고치분말 0.1% 첨가(ST3), CLA 0.1% 첨가(ST4)에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면 누에고치분말을 첨가한 ST3와 CLA를 첨가한 ST4가 동충하초분말을 첨가한 ST2보다 양호하였다.
- 3) 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40% 대체한 배합비에 두 기능성 물질을 각각 0.05%씩 혼합하여 0.1% 첨가 시 동충하초분말과 누에고치분말 첨가(ST5), 동충하초분말과 CLA 첨가(ST6), 누에고치분말과 CLA 첨가(ST7)에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면 동충하초분말과 누에고치분말을 첨가한 ST5와 동충하초분말과 CLA를 첨가한 ST6가 누에고치분말과 CLA를 첨가한 ST7보다 양호하였다.
- 4) 햄육(C)에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 40% 대체(B1)와 MDCM 회수단백질

을 40% 대체(M1)하여 현장시제한 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과 C는 수분 함량, 보수력, 경도, 표면경도, 검성, 씹힘성, 부착성, 응집성, EFA, EFA/UFA, 관능평가의 향은 높았고, 황색도, TBARS 및 TPC는 낮은 장점을 지닌 반면, 조희분 함량, BAA 및 VBN은 높았고, pH, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도 낮은 단점을 나타내었다. B1은 명도, 탄력성 및 관능평가의 전체적 기호도는 높았고, 조지방 함량은 낮은 장점을 지닌 반면, 가열감량 및 SFA는 높았고, 적색도, 응집성 및 UFA/SFA는 낮은 단점을 나타내었다. M1은 UFA/SFA 및 TBARS는 높았고, SFA는 낮은 장점을 지닌 반면, 황색도, UFA 및 콜레스테롤 함량은 높았고, 수분 함량, 보수력, 명도, 백색도, 경도, 탄력성, EFA/UFA 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 수분 함량, 향은 세 처리구 모두 감소하였다. 가열감량, 전단가, BAA, TPC 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가하였다.

- 5) 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 40% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1%(B2), CLA 0.1%(B3), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05%씩(B4) 첨가하여 현장시제한 기능성 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과 B2는 pH, 씹힘성 및 EFA가 높았고, 백색도 및 VBN이 낮은 장점을 나타내었다. B3는 적색도 및 검성은 높았고, 황색도는 낮은 장점을 지닌 반면 SFA 및 콜레스테롤 함량은 높았고, 전단가, 씹힘성, UFA 및 UFA/SFA는 낮은 단점을 나타내었다. B4는 조지방 함량, 전단가, 명도, UFA 및 UFA/SFA는 높았고, 조희분 함량, SFA, n-6계 지방산, BAA 및 *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면 백색도는 높았고, 조단백질 함량, 응집성, 검성, EFA, EFA/UFA, FAA, STAA, AAA, EAA 및 TAA는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 가열감량, 전단가, SFA, FAA, AAA, BAA, EAA, TAA, TPC 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가한 반면 UFA/SFA 및 STAA는 감소하였다.
- 6) 햄육에 대해 MDCM 회수단백질을 40% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1%(M2), CLA 0.1%(M3), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05%씩(M4) 첨가하여 현장시제한 기능성 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과 M2는 전단가, 경도, 응집성, UFA, EAA 및 TAA 함량은 높았고, 콜레스테롤 함량 및 TPC는 낮은 장점을 지닌 반면, BAA는 높았고, 보수력 및 적색도는 낮은 단점을 나타내었다. M3는 보수력 및 적색도는 높았고, 백색도는 낮은 장점을 지닌 반면, 황색도는 높았고, 수분 함량 및 TAA 함량은 낮은 단점을 나타내었다. M4는 수분 함량은 높았고, n-6계 지방산, BAA 및 TBARS는 낮은 장점을 지닌 반면, 가열감량, SFA, 콜레스테롤 함량 및 VBN은 높았고, 경도, 검성, 씹힘성, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA 및 EAA는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 가열감량, 전단가, SFA, FAA, TPC와 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가한 반면 조단백질 함량, UFA, EFA, UFA/SFA, STAA 및 관능평가의 향은 세 처리구 모두 감소하였다.

제 2절 돼지 부산물을 활용한 surimi 제조 기술 개발(협동기관)

1. 돼지 부산물을 활용한 회수단백질 개발(1차 년도)

- 가. 원료육의 특성 비교 시 돼지머리육은 지방과 육기질 단백질이 많아 회수단백질 제조 원료보다는 수육과 편육 등 다른 부가가치 향상 제품을 만드는 것이 효율적이며 돼지심장육은 pH 3.5와 11에서 가장 높은 염용성단백질 추출성을 보였다.
- 나. 회수단백질 제조 원료와 방법에 따른 품질 특성을 종합적으로 살펴보면 돼지머리육은 수율이 낮아 생산성이 매우 낮으며, 돼지심장육은 수세와 알칼리 처리보다는 산 처리 시 파괴강도와 변형값이 훨씬 뛰어나 folding 점수도 매우 높았다. 단 육색의 개선이 필요하였다.
- 다. 냉동변성방지제에 따른 저장기간 중 변화를 종합하면 돼지머리육은 pH 10.5, 돼지심장육은 3.5로 회수한 단백질을 이용하되 돼지머리육은 경제성이 없으며, 돼지심장육은 일반적으로 사용되는 3가지 냉동변성방지제(설탕 5%, 솔비톨 4%, 인산염 0.3%)를 첨가하여 소금을 첨가하지 않고 겔 형성 시 20일 이전에 겔 특성이 사라지나 여기에 소금을 첨가하게 되면 겔 특성이 충분히 70일까지 유지된다.

B. 활용에 대한 건의

- 1. ARPC 지원에 의한 연구개발 결과물의 원활한 산업화 및 상품화를 위해서는 개발된 시제품을 산업현장에 접목할 수 있는 대량생산 체계 구축 등을 위한 후속 지원사업이 요구됨.
- 2. 현재에도 ARPC에서 노력해 오고 있으나 기 개발된 제품에 대한 홍보 및 산업화 과정의 역할을 연구 및 개발자가 아니라 ARPC에서 주도적으로 전담할 수 있는 조직을 더욱 강화하여 산업화가 많이 이루어질 수 있도록 협조 바람.

SUMMARY

Section I. Development of functional sausage and fiberized-type crab analog using meat recovered protein(principal)

1. The development of recovered protein and functional fiberized-type crab analog by using a meat

1) The development of recovered protein by using a meat (the 1st year)

- (1) As result of compared two raw materials made by animal products to make a recovered protein, spent hens breast meat was higher in moisture, met-myoglobin, lightness (L^*) and whiteness (W) compared with pork ham sample whereas crude fat, salt soluble protein, collagen, pH, cooking loss, shear force, redness (a^*), and all texture properties were lower in spent hens breast meat. Myoglobin, water holding capacity (WHC), yellowness (b^*) and all sensory evaluation items showed no significantly different among the samples.
- (2) As result of salt addition in recovered protein, the gel formation was improved by 2% salt addition in pork ham regardless of pH adjustment, and washing (4 times). In spent hens breast meat sample, gel formation was improved by salt addition, two times washing and pH (11) adjustment in recovered protein.
- (3) As result of the qualities and load factor by manufacture method in recovered protein, alkali treatment was better than washing and acid treatment for better qualities in the matter of physical properties such as deformation value and gel strength in spent hens breast meat when compared with pork ham. Alkali treatment can be reduced the load factor in spent hens breast meat, it is because two times washing was enough to make recovered protein by using a spent hens breast meat.
- (4) This study was conducted to determine the effect of 2 times washing or adjusted to pH 11.0, and the addition of cryoprotectants (4.0% sugar, 5.0% sorbitol, and 0.3% phosphate) on the storage properties at -20°C

during 3 months of recovered protein made by spent hens breast meat. In recovered protein made by spent hens breast meat after pH(11) adjustment, T5 (cryoprotectant containing sorbitol and phosphate) had better than T6 (cryoprotectant containing sugar, sorbitol and phosphate) because qualities were no significantly different between T5 and T6. Thus, T5 would be better from the point of economical efficiency.

2) The development of fiberized-type crab analog by using a animal products (the second year)

(1) The basic formulation experiment was conducted to make a Gemassal and Krami. Sausages containing recovered protein were made from Alaska pollack surimi (C), Alaska pollack surimi with 9.09% starch (T1), Alaska pollack surimi with 20% starch (T2), 62.5% Alaska pollack surimi with 37.5% recovered protein made from spent hens breast meat (T3), 40% Alaska pollack surimi with 60% recovered protein made from spent hens breast meat (T4), 58.8% Alaska pollack surimi with 35.3% recovered protein made from spent hens breast meat and 5.9% starch (T5) and 36.4% Alaska pollack surimi with 54.5% recovered protein made from spent hens breast meat and 9.1% starch (T6). As result of this study, the qualities T3 and T4 were not significantly different compared with the control. Thus, we assumed that recovered protein made from spent hens breast meat can be replaced until 37.5% of whole raw materials except starch.

(2) This study was carried out to compare the quality characteristics of recovered protein by four different materials. We prepared materials from spent hens breast meat, as the control. The different treatments were manufactured with spent hens leg meat (T1), commercial mechanically deboned chicken meat (MDCM)-S. Co. (T2) and MDCM-J. Co. (T3). Deformation value and cohesiveness were higher in control and T3 than other treated samples. On the other hand, collagen and myoglobin content were higher, and lightness and whiteness were lower in MDCM samples than those of other treatments. The correlation among texture properties and gel characteristics was positive, while negative among surface color.

- (3) This study was based to determine the deformation value and cohesiveness for the same texture as compared with Alaska pollack surimi. We prepared materials from Alaska pollack surimi, as the control. The different treatments were manufactured with spent hens breast meat (T1), commercial mechanically deboned chicken meat (MDCM)–S. Co. (T2) and MDCM–J. Co. (T3). Deformation value and cohesiveness were higher in control and T1 than other treated samples. Especially, T3 was greater texture characteristics.
- (4) The first group was taken as control, and five groups were added with different ingredients. The control was prepared with Alaska pollack surimi, T1 (Alaska pollack surimi+recovered protein from spent hens breast meat; 67:33), T2 (Alaska pollack surimi+recovered protein from spent hens breast meat; 50:50), T3 (Alaska pollack surimi+recovered protein from spent hens breast meat; 33:67), T4 (100% recovered protein from spent hens breast meat) and T5 (Alaska pollack surimi+recovered protein from MDCM–J. Co.; 80:20). T1 and T2 were no significantly difference in deformation value and cohesiveness compared with the control. However, T3 and T4 were lower in deformation value and cohesiveness than control. Again, T5 was the same on quality characteristics of sausage compared with the control. Therefore, this study demonstrates that an acceptable Gemassal–like meat products can be made in which spent hens breast meat is replaced with until to 50%, and MDCM is replaced with until to 20%.
- (5) The study comprised four different treatments: control (Alaska pollack surimi), T1 (replaced 15.38% spent hens breast meat), T2 (replaced 23.08% spent hens breast meat), and T3 (replaced 23.08% MDCM). T1 and T2 were no significantly difference on quality characteristics of raw materials compared with the control. In conclusion, we found that an acceptable Gemassal can be made in which spent hens breast meat is replaced from 15.38 to 23.08%, and MDCM is replaced with until to 15.38%, but if not consideration of Gemassal–like meat products surface color that the substantiation of recovered protein % will be increasing.
- (6) The effect of the using different raw materials (%) on quality characteristics of Krami were investigated. The study comprised four

different treatments: control (Alaska pollack surimi), T1 (replaced 11.1% spent hens breast meat), T2 (replaced 22.2% spent hens breast meat), and T3 (replaced 11.1% MDCM). T1 was no difference on quality characteristics of raw materials compared with the control. In conclusion, we found that an acceptable Krami-like meat products can be made in which spent hens breast meat is replaced with until to 11.1%, and MDCM is replaced with until to 5.55%.

- 3) The development of functional fiberized-type crab analog by using a animal products (the third year)
 - (1) The effects of the replaced of 20% recovered protein from spent hens breast meat on physico-chemical properties of Gemassal-taste sausage were investigated. The TBARS, VBN, sensory color and hardness scores were higher in the Gemassal-taste sausage manufactured from replaced of 20% recovered protein. Again, the microorganism was lower in replaced of 20% recovered protein compared to the Alaska pollack surimi. This indicates that replaced of recovered protein, in comparison to Alaska pollack surimi sample under the same processing condition, may be safe from microbial growth.
 - (2) The physico-chemical properties of Gemassal-taste sausage in addition of functional different ingredients by the replaced of 20% recovered protein from spent hens breast meat. The control (not added ingredient), GT2 (added 0.1% Cordyceps powder), GT3 (added 0.1% Silkworm cocoon powder) and GT4 (added 0.1% CLA). The better physico-chemical characteristics was found in the GT3 treatment; while within treatments.
 - (3) Moreover, another treatments divided into GT5 (added 0.05% Cordyceps powder+0.05% Silkworm cocoon powder), GT6 (added 0.05% Cordyceps powder+0.05% CLA) and GT7 (added 0.05% Silkworm cocoon powder+0.05% CLA). The better physico-chemical characteristics was found in the GT5 and GT6 treatments than the GT7.
 - (4) The effects of the replaced of 20% recovered protein from spent hens breast meat on physico-chemical properties of prototype Gemassal-like meat products were investigated. The treatment had higher deformation

value, EFA (essential fatty acid), EFA/UFA (unsaturated fatty acid) and sensory hardness and overall acceptability scores better than control, whereas the control had higher UFA, UFA/SFA (saturated fatty acid), n-3 fatty acid, cholesterol content, BAA(bitter amino acid), TBARS less than treatment. The treatment had higher redness, yellowness, SFA, VBN, TPC (total plate count) and *E. coli* less than control, whereas the control had higher shear force, lightness, whiteness breaking force, gel strength, hardness, brittleness, gumminess, chewiness, UFA, UFA/SFA, n-3 fatty acid, FAA (flavorous amino acid), STAA (sweet taste amino acid) and AAA (aromatic amino acid) better than treatment. Also, after 1 day of storage, the redness, whiteness, breaking force, gel strength, hardness, brittleness, SFA, n-3 fatty acid and TBRAS slightly increased for all treatments. However, in comparison to day 1, the yellowness, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6 fatty acid, n-6/n-3 fatty acid and *E. coli* of the all treatments decreased during 4 weeks.

- (5) The effects of the replaced of 20% recovered protein from spent hens breast meat on physico-chemical properties of prototype Gemassal-like meat products were investigated. The GT2 (added 0.1% Silkworm Cocoon powder) had higher values pH, FAA, EAA (essential amino acid), and TAA better than GT3 (added 0.05% Silkworm Cocoon powder+0.05% Cordyceps powder) and GT4 (added 0.05% Cordyceps powder+0.05% CLA), higher cholesterol content, BAA (biter amino acid) and TBARS less than GT2 and GT3. The GT3 had higher n-3 fatty acid and BAA better then other treatments, but lower lightness, breaking force, gel strength, cohesiveness, springiness, AAA, EAA and TAA less than other treatments. Again, the GT4 had higher shear force, breaking force, gel strength, hardness, UFA, EFA, UFA/SFA and EFA/UFA better then other treatments, but lower pH, deformation value, gel strength, and STAA less than other treatments. Also, after 1 day of storage, the shear force, redness, whiteness, breaking force, gel strength, hardness, gumminess, SFA, TBARS and TPC slightly increased for all treatments. However, in comparison to day 1, the yellowness, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6 fatty acid, n-6/n-3 fatty acid, STAA and *E. coli* of the all treatments decreased during 4 weeks.

- (6) The effects of the replaced of 20% recovered protein from spent hens breast meat on physico-chemical properties of prototype Krami-like meat products were investigated. The treatment had higher EFA/UFA, AAA and sensory hardness and overall acceptability scores, and lower n-6 fatty acid, TBARS, TPC and *E. coli* better than control, whereas the control had lower redness, whiteness, SFA, n-6/n-3 fatty acid and VBN better than treatment, and higher shear force, lightness, whiteness, breaking force, deformation value, gel strength, cohesiveness, springiness, gumminess, UFA, UFA/SFA, n-3 fatty acid, FAA (flavourous amino acid), STAA (sweet taste amino acid) and TAA (total amino acid) better than treatment. Also, after 1 day of storage, the pH, shear force, redness, whiteness, breaking force, gel strength, hardness, SFA, n-3 fatty acid and TBARS slightly increased for all treatments. However, in comparison to day 1, the lightness, yellowness, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6 fatty acid, n-6/n-3 fatty acid, FAA, TAA and *E. coli* of the all treatments decreased during 4 weeks.
- (7) The physico-chemical and storage properties of prototype Krami-like meat products in addition of functional different ingredients by the replaced of 20% recovered protein from spent hens breast meat. The KT2 (added 0.1% Silkworm Cocoon powder), KT3 (added 0.05% Silkworm Cocoon powder+0.05% Cordyceps powder) and GT4 (added 0.05% Cordyceps powder+0.05% CLA). The KT2 had higher lightness, whiteness, n-3 fatty acid, EAA and overall acceptability, and lower redness, n-6 fatty acid, cholesterol content and n-3/n-6 fatty acid better than other treatments. However, KT2 had higher SFA, and lower hardness, UFA, EFA and EFA/UFA less than other treatments. The KT3 had higher yellowness, TPC and *E. coli*, and lower shear force and STAA less than other treatments. Again, the KT4 had higher hardness, adhesiveness, UFA and STAA, and lower SFA and *E. coli* better than other treatments, and higher n-6/n-3 fatty acid, lower pH and overall acceptability less than other treatments. Also, after 1 day of storage, the pH, shear force, redness, whiteness, breaking force, gel strength, deformation value, jelly strength, SFA and n-3 fatty acid slightly increased for all treatments. However, in comparison to day 1, the lightness, yellowness, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6 fatty acid, n-6/n-3 fatty acid,

FAA, STAA, AAA (aromatic amino acid), EAA, TAA and *E. coli* of the all treatments decreased during 4 weeks.

2. The development of functional properties of sausage by using binder a recovered protein

1) The development of sausage by using binder a recovered protein (the second year)

(1) This study was conducted to determine the effect on quality characteristics of sausage as compared with different percentage of replaced raw materials. We prepared materials from pork ham, as the control. T1 (80% pork ham+20% recovered protein from spent hens breast meat), T2 (60% pork ham+40% recovered protein from spent hens breast meat) and T3 (40% pork ham+60% recovered protein from spent hens breast meat). T1 and T2 were no differences quality characteristics of raw materials compared to the control. In conclusion, we found that an acceptable sausage can be made in which spent hens breast meat is replaced with until to 40%. Therefore, it is suggested that sausage could be until 4 weeks the self-life at refrigerated storage. To contributed of reducing that the cost of production about W246 per kg.

(2) Moreover, the control was prepared with pork ham, T1 (pork ham+recovered protein from MDCM; 80:20), T2 (pork ham+recovered protein from MDCM; 60:40) and T3 (pork ham+recovered protein from MDCM; 40:60). T1 was greater in quality characteristics than control. In conclusion, we found that an acceptable sausage can be made in which MDCM is replaced with until to 20%. However, if the solved of a problem sausage texture that the could be replaced of more recovered protein. In this case, to contributed of reducing that the cost of production about W760 per kg.

2) The development of functional properties of sausage (the third year)

(1) The physico-chemical properties of sausage in addition of functional different ingredients by the replaced of 40% recovered protein from spent hens breast meat for pork ham. We found that the treatment (pork ham+recovered protein from spent hens breast meat; 60:40) was higher microorganism and lower texture properties than control. However, there

- was no significantly difference on WHC, shear force, springiness, TBARS, VBN and sensory evaluation of raw materials compared with the control.
- (2) Moreover, the physico-chemical properties of prototype sausage in addition of functional different ingredients by the replaced of 40% recovered protein from spent hens breast meat for pork ham. The control (not added ingredient), ST2 (added 0.1% Cordyceps powder), ST3 (added 0.1% Silkworm cocoon powder) and ST4 (added 0.1% CLA). The ST3 and ST4 had greater physico-chemical properties than ST2.
 - (3) The physico-chemical and storage properties of prototype sausage in addition of functional different ingredients by the replaced of 40% recovered protein from spent hens breast meat for pork ham. The ST5 (added 0.05% Cordyceps powder+0.05% Silkworm cocoon powder), ST6 (added 0.05% Cordyceps powder+0.05% CLA) and ST7 (added 0.05% Silkworm cocoon powder+0.05% CLA). The ST5 and ST6 had greater physico-chemical characteristics than the GT7.
 - (4) The effects of the replaced of 40% recovered protein from spent hens breast meat (B1) and MDCM (M1) for pork ham on physico-chemical properties of prototype sausage were investigated. We prepared materials from pork ham, as the control. The control had higher moisture content, WHC, hardness, brittleness, gumminess, chewiness, adhesiveness, cohesiveness, EAA, EFA/UFA and sensory flavor, and lower yellowness, TBARS and TPC better than other treatments. Also, higher ash content, BAA and VBN, and lower pH sensory hardness score and overall acceptability less than other treatments. The B1 had higher lightness, springiness and overall acceptability, lower crude fat content better than other treatments. However, higher cooking loss and SFA, and lower redness, cohesiveness and UFA/SFA less than those other treatments. The M1 had higher UFA/SFA and TBARS, and lower SFA better than those other treatments. However, higher yellowness, UFA and cholesterol content, lower WHC, lightness, whiteness, hardness, springiness, EFA/UFA and STAA less than those other treatments. Also, after 1 day of storage, the moisture content and flavor slightly decreased for all treatments. However, in comparison to day 1, the cooking loss, shear

force, BAA, TPC and *E-coli* of the all treatments increased during 4 weeks.

- (5) The effects of the replaced of 40% recovered protein from spent hens breast meat and MDCM for pork ham in addition of functional ingredients, such as 0.1% Silkworm cocoon powder (B2), 0.1% CLA (B3) and 0.05% Cordyceps powder+0.05% Silkworm cocoon powder (B4) on physico-chemical properties of prototype sausage were investigated. The B2 had higher chewiness and EFA, and lower whiteness and VBN better than those other treatments. The B3 had higher redness and gumminess, and lower yellowness better than those other treatments. However, Higher SFA and cholesterol content, and lower shear force, chewiness, UFA and UFA/SFA less than those other treatments. The B4 had higher crude fat content, shear force, lightness, UFA and UFA/SFA, and lower ash content, SFA, n-6 fatty acid, BAA and *E-coli* better than those other treatments. All treatments had increased shear force, cooking loss, SFA, FAA, AAA, BAA, EAA, TAA, TPC and *E-coli* during storage at 4 weeks. However, in comparison to day 1, the UFA/SFA and STAA of the all treatments increased.
- (6) Moreover, the effects of the replaced of 40% recovered protein from MDCM for pork ham in addition of functional ingredients, such as 0.1% Silkworm cocoon powder (M2), 0.1% CLA (M3) and 0.05% Cordyceps powder+0.05% Silkworm cocoon powder (M4) on physico-chemical properties of prototype functional sausage were investigated. The M2 had higher Shear force, hardness, cohesiveness, UFA, EAA and TAA, and lower cholesterol content and TPC better than those other treatments. However, Higher BAA, and lower WHC and redness less than those other treatments. The M3 had higher WHC and redness, and lower whiteness better than those other treatments. However, Higher yellowness, and lower moisture content and TAA less than those other treatments. The M4 had higher moisture content, and lower n-6 fatty acid, BAA and TBARS better than those other treatments. However, Higher cooking loss, cholesterol content and VBN, and lower gumminess,

hardness, chewiness, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/USA and EAA less than those other treatments. All treatments had increased shear force, cooking loss, SFA, FAA, TPC and *E-coli* during storage at 4 weeks. However, in comparison to day 1, the UFA, EFA, UFA/SFA, STAA and sensory flavor score of the all treatments increased.

Section II. The development of a new technology for making recovered protein using pork by-products (cooperation)

1. The development of recovered protein by using pork by-products (the first year)

- 1) To investigated on quality characteristics of recovered protein in different pork by-products. A much amounts of fat content and stromal protein found in head meat (HM) are also not suitable to obtain the recovered protein by using raw HM material. The salt soluble protein (SSP) content was higher in the recovered protein manufactured from heart meat (cardiac muscle; CM) recovered at pH adjustments of 3.5 and 11.0. Also, the higher breaking force, deformation value and folding score were found in the recovered protein from CM; while within the treatments, the CM recovered protein made by a pH adjustment 3.5 than pH 11.0. Moreover, the study was conducted to determine the effect of the addition of cryoprotectants on the quality characteristics and storage properties of pork by-products. CM adjusted to pH 3.5, and added cryoprotectants (5.0% sugar, 4.0 sorbitol, and 0.3% phosphate) and salt had greater and keep in quality characteristics and storage properties during 70 days.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction of the research project	3
Part 1. Research goals	3
Part 2. Research scope	3
Chapter 2. Art status of domestic and abroad	4
Chapter 3. Results of the research project	5
Part 1. Development of functional sausage and fiberized-type crab analog using recovered protein (principal)	5
1. Development of recovered protein and functional fiberized-type crab analog using meat	51
1) Development of recovered protein using meat (the 1st year)	5
(1) Materials and methods	5
(2) Results and discussion	5
(3) Summary	9
2) Development of fiberized-type crab analog using recovered protein (the second year)	9
(1) Materials and methods	9
(2) Results and discussion	9
(3) Summary	146
3) Development of functional fiberized-type crab analog using recovered protein (the third year)	17
(1) Materials and methods	17
(2) Results and discussion	19
(3) Summary	208
2. Development of functional sausage using recovered protein	21
1) Development of sausage using recovered protein (the second year)	22

(1) Materials and methods	20
(2) Results and discussion	25
(3) Summary	26
2) Development of functional sausage using recovered protein (the third year)	27
(1) Materials and methods	27
(2) Results and discussion	21
(3) Summary	291
Part 2. Development of a new technology for recovered protein using pork by-products(cooperation)	2
1. Development of recovered protein using pork by-products (the 1st year)	32
1) Materials and methods	23
2) Results and discussion	25
3) Summary	322
Chapter 4. Attainability of the research goal and contribution to related fields	33
Chapter 5. Application of research results	38
Chapter 6. Scientific and technical information obtained from abroad during conduction of the research	332
Chapter 7. References	331

목 차

제 1장 연구개발과제의 개요	33
제 1절 연구개발의 목적	33
제 2절 연구개발의 필요성	33
1. 기술적 측면	33
2. 경제·산업적 측면	34
3. 사회·문화적 측면	33
제 3절 연구개발의 범위	40
1. 1차 년도(2005) : 소시지 결착용 및 게맛살형 육제품용에 적합한 축육 및 돼지 부산물을 이용한 회수단백질 최적 제조기술 개발	40
2. 2차 년도(2006) : 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 및 게맛살형 육제품 개발	41
3. 3차 년도(2007) : 축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 및 게맛살형 육제품 개발	41
제 2장 국내외 기술개발 현황	42
제 1절 국내외 관련분야에 대한 기술개발 현황	42
1. 국내 기술개발 현황	42
2. 국외 기술개발 현황	44
3. 국내외 주요 연구현황 요약	50
제 2절 연구결과가 국내외 기술개발현황에서 차지하는 위치	50
1. 핵심기술	50
2. 연구결과별 기술적 수준	50
3. 각 연구결과별 구체적 활용계획	50
제 3장 연구개발수행 내용 및 결과	51
제 1절 축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 및 게맛살형 육제품 개발 (주관기관)	51
1. 축육을 이용한 회수단백질 및 기능성 게맛살형 육제품 개발	51
가. 축육을 이용한 회수단백질 개발(1차 년도)	51

1) 재료 및 방법	51
2) 결과 및 고찰	55
가) 원료육 특성	55
나) 회수단백질 제조 방법에 따른 소금 첨가 유무가 가열 겔의 물리적 특성에 미치는 영향	58
다) 회수단백질 제조 방법 간의 특성	66
라) 냉동변성방지제에 따른 냉동저장 동안 품질 변화	75
3) 요약	89
나. 게맛살형 육제품 개발(2차 년도)	99
1) 재료 및 방법	99
2) 결과 및 고찰	98
가) 회수단백질 소시지 이화학적 특성	98
나) 폐계가슴육 및 다리살, S사 MDCM 및 J사 MDCM을 활용한 회수 단백질 소시지 특성	99
다) 명태연육, 폐계가슴육, S사 MDCM 및 J사 MDCM을 활용한 회수 단백질 소시지 특성	103
라) 폐계가슴육 및 MDCM의 명태연육 대체 비율 설정	108
마) 게맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정	113
바) 크래미형 육제품 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정	127
사) 시작품 제작	140
아) 작업표준서 정립	143
3) 요약	146
다. 기능성 게맛살형 육제품 개발(3차 년도)	147
1) 재료 및 방법	147
2) 결과 및 고찰	149
가) 게맛살소시지	149
(1) 폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 게맛소시지의 이화학적 특성	149
(2) 단일 기능성 물질 첨가에 따른 게맛소시지의 이화학적 특성	155
(3) 두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 게맛소시지의 이화학적 특성	160
(4) 현장 시제 게맛살 및 크래미의 이화학적 특성	167
3) 요약	208
2. 축육 회수단백질을 결합육으로 이용한 기능성 소시지 개발	210
가. 축육 회수단백질을 결합육으로 이용한 소시지 개발(2차 년도)	210
1) 재료 및 방법	210
2) 결과 및 고찰	215
가) 폐계가슴육 회수단백질 소시지의 이화학적 특성	215
나) MDCM 회수단백질 소시지 이화학적 특성	226

3) 요약	236
나. 기능성 소시지 개발(3차 년도)	237
1) 재료 및 방법	237
2) 결과 및 고찰	241
가) 폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 소시지의 이화학적 특성	241
나) 단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 이화학적 특성	247
다) 두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 이화학적 특성	253
라) 기능성소시지 현장시제품(C B1 M1) 이화학적 특성 및 유통기한 설정	259
마) 기능성소시지 현장시제품(B2 B3 B4) 이화학적 특성 및 유통기한 설정	270
바) 기능성소시지 현장시제품(M2 M3 M4) 이화학적 특성 및 유통기한 설정	280
3) 요약	291
제 2절 돼지 부산물을 활용한 recovered protein 제조 기술개발(협동기관)	288
1. 돼지 부산물을 활용한 회수단백질 개발(1차 년도)	288
가. 재료 및 방법	293
나. 결과 및 고찰	295
1) 원료육의 특성	295
2) 수세 및 pH 조건 설정에 따른 회수단백질 제조 비교	304
3) 회수단백질의 냉동변성방지제 및 ingredient의 최적 배합비 설정	313
다. 요약	322
제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	323
제 1절 연구개발 목표의 달성도	323
1. 연도별 연구목표	323
2. 평가 착안점	324
3. 연구개발목표의 달성도	325
제 2절 관련분야의 기술발전예의 기여도	326
1. 기술적 측면	326
2. 경제·산업적 측면	327
3. 산업·문화적 측면	327
제 5장 연구개발결과의 활용계획	328
제 1절 활용실적	328

제 2절 추가연구의 필요성	330
제 3절 타연구에의 응용	331
제 4절 기업화 추진방안	331
제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	332
제 7장 참고문헌	334

제 1장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 목적

연구개발의 최종목표는 폐계육과 축육의 비선호 부위 및 부산물을 활용하여 회수단백질을 개발하고 이를 결착육으로 이용한 기능성 소시지와 게맛살과 같이 찢어 먹을 수 있는 건강 지향형 기능성 섬유상 게맛살형 육제품을 개발하여 상품화 하는데 있음.

제 2절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

- 가. 일반 어육을 이용한 연육으로 만든 게맛살은 근막이나 육기질단백질 등과 같은 염용성단백질 외 저급 단백질들이 적어 찢어 먹는 섬유상 조직감을 재현하기가 용이하나 축육에는 근막과 육기질단백질들이 많아 체에 걸림으로써 Sheet 형성이 되지 않기 때문에 결이 있는 조직감 재현이 곤란함.
- 나. 기존 방식대로 어육을 이용하여 만든 연육 제조 시 염용성단백질을 추출하기 위하여 수많은 수세 공정을 거치게 되는데 이때에는 폐수 속에는 많은 수용성단백질들이 내포되어 있어 폐수처리 비용이 과다하게 들게 되며, 수용성단백질을 전부 버리기 때문에 단백질 회수율이 매우 낮은 단점을 갖고 있다. 닭가슴살을 이용하여 수세 4회한 것(60%)에 비해 pH 조절법을 이용하여 단백질 회수 시 수율은 82%로 22% 정도의 회수율을 높일 수 있으며(Jin 등, 2007), 특히 축육의 경우 가식부가 많아 회수율이 어육의 30%에 비해 훨씬 높은 80% 정도 된다.
- 다. 축육을 이용한 섬유상 게맛살형 육제품을 개발하기 위해서는 근막과 육기질 단백질 제거 기술이 무엇보다 필요하며, 새로운 방법을 통하여 단백질의 회수율을 높이고 또한 recovered protein의 결착력도 증진시킬 수 있는 새로운 기술 적용이 절실히 요구됨.
- 라. Recovered protein 개발에 의한 육제품 제조 시 결착육으로서의 이용 가치 또한 매우 높다고 판단됨.
- 마. 이러한 새로운 기술들이 개발되어 적용된다면 돼지 부산물(머리육, 족발, 심장 등), 폐계육 및 닭가슴살 및 돼지고기 비선호 부위(살코기가 많은 뒷다리, 앞다리, 등심 및 안심 등)의 부가가치를 향상할 수 있어 축산업의 생산성 향상에도 크게 기여할 것으로 판단됨.
- 바. 본 연구 기술에 의해 기본 게맛살형 육제품이 개발되면 여기에 생리활성 기능을 가진 각종 기능성 물질을 가미한 맛살형태의 찢어 먹을 수 있는 건강 지향형 기능성 육제품 개발이 가능.
- 사. 국민 식생활 관습에 의해 축육에 대한 소비자들의 선호 및 비선호 부위가 뚜

벗하여 안정적인 축산 및 육가공 산업 발달의 저해 요인으로 작용하고 있으나 이들 비선호 부위를 활용한 획기적인 기술개발 및 소비 촉진 방안은 매우 미진함.

- 아. 따라서 우리나라 축산업의 안정적 기반 구축을 위해 돼지 부산물, 폐계육 및 축육의 비선호 부위에 대한 육질특성을 구명하고 이들을 활용하여 소비자의 요구에 부응할 수 있는 부가가치가 높은 건강 지향형 기능성 섬유상 계맛살 육제품과 같은 전혀 새로운 제품개발이 절실히 요구되며, 특히 대일 수출 중단 이후 시장 환경 변화에 대응한 돼지고기 비선호 부위(수출 부위, 살코기가 많은 뒷다리, 앞다리, 등심 및 안심 등)의 신수요 창출과 이를 위한 다양한 가공 기술개발의 필요성이 시급한 과제로 대두되고 있음.

2. 경제·산업적 측면

가. 축산 부산물

- 1) 돼지 부산물(머리육, 족발, 심장 등)의 경우 편육, 족발제품 및 수육 등의 전통적인 방법으로 단순하게 이용될 뿐이므로 이의 부가가치 향상을 할 수 있는 방법은 적용된 바 없음.
- 2) 식용 가능한 식육 및 식육 부산물을 보다 경제적으로 부가가치가 높은 식품으로 전환시켜 이용하고자 하는 시도 및 가공방법의 개발에 대한 연구가 확산되고 있으며 그 중 축산물로부터 수리미를 제조하는 것에 대한 경제성 평가가 이루어지고 있음.

나. 축육 비선호 부위 산업의 현황과 중요성

- 1) 한국육류수출협회(2007)에 따르면 '06년말 기준 국내 돼지사육두수는 938만두, 도축두수 1,300만두(적육 659,230톤)이나 축육 전체 소비량은 1,622,107톤(국민 1인당 33.58kg) 중 돈육이 53.9%인 874,704톤(1,736만두분)으로 생산량에 비해 219,504톤 부족한 것으로 추정되었다. 10년전과 비교 시 1인당 고기소비량은 우육은 동일하며, 돈육 1.2배, 계육 1.4배, 고기 전체로는 1.2배의 소비 증가를 보이고 있다. 그리하여 '06년말 기준 돈육의 경우 수입량은 210,555톤(1,413억원, 특히 삼겹살 및 목심이 64.2% 차지)으로 주요 수입국은 미국 16%, 칠레 7%, 캐나다 7%, 프랑스 5% 등이었으며, '06년말 기준 돈육 재고 추정량은 20,229톤으로 이 중 삼겹살 및 목심을 제외한 비선호 부위육이 64.7%인 13,088톤(38만두 생산량)이었다. 이러한 살코기가 많은 비선호 부위육의 경우 2000년 구제역 발생으로 대일 수출이 중단된 이래 겨우 러시아 등에 12,216톤(239억원) 수출하는 수준이다.
- 2) 한편 고가인 삼겹살 대체육으로 한우육에 비해 매우 값싼 우육 수입량은 상대적으로 많이 늘어 179,405톤(1,503억원)이나 수입되었으며, 주요 수입국은 호주 71%, 뉴질랜드 19%, 미국 15% 순이었다.

- 3) 돼지 절식체중(110kg)을 기준으로 볼 때 지육률 77.6%(85.4kg), 정육률 60.8%(66.9kg), 적육률 46.1%(50.7kg), 삼겹살 및 목심은 12.1%(13.3kg)로 정육 중 비선호 부위는 약 80%(축산과학원, 2007)인 53.5kg(110kg, 두)으로 이를 '06년말 연간 도축두수(1,300만두)로 환산하면 비선호 부위가 무려 695,500톤이나 된다.
- 4) '06년말 기준 국내 육제품 전체 생산량은 164,823톤으로 축육제품 생산량이 132,599톤(80.4%), 혼합소시지 생산량이 32,224톤(19.6%)이었다. 축육제품 생산량 중 햄 44.1%, 소시지 33.3%, 베이컨 2.1%, 캔 20.5%를 차지하였다. 10년 전에 비해 신장율은 캔 2.4배, 베이컨 1.9배, 햄 1.2배, 소시지 1.1배 순으로 축육제품 전체적으로는 1.3배 신장하였으며, 어육제품은 1.8배로 총 육제품은 1.4배 신장하였다. 또한 축육제품 수입량은 8,912톤이었다(한국육가공협회, 2007). 축육제품 생산량(132,599톤)을 고급 육제품 수준인 비선호 부위육 사용량(70%)으로 환산할 경우에도 겨우 92,819톤으로 전체 돈육 소비량에 비해 돈육 가공비율은 10.6%에 불과하여 선진국의 20~40%에 비해 아주 낮은 실정이다.
- 5) 이러한 불균형으로 인해 전년동기 국산 돈육의 소비 증가율은 7.9%인데 반해 수입 돈육은 무려 30.3%나 증가하였다. 이는 식당 등의 외식업체들이 마진율을 높이기 위해 상대적으로 가격이 저렴한 수입 돈육을 사용하기 때문이다. 냉동 돈육도 수입산(4,514원/kg)은 국산(6,725원/kg)의 67% 수준에 유통되고 있는 실정이다. 이러한 관점에서 볼 때 소비자 보호 차원에서 현행 식품위생법(제10조)상 300m² 이상 규모 음식점에서 우육의 경우 원산지 표시가 의무화되어 있으나 돈육의 경우에도 식육원산지표시제가 도입되어 적용되어야 한다. 그러나 WTO 및 FTA 등 세계 무역 장벽이 높아지고 있기 때문에 수입에 의존하는 돈육 공급체계 또한 한계에 부딪칠 수밖에 없는 실정이다. 한.미 FTA 협상결과 소시지 현 관세율 18%, 5년 후 철폐, 냉장 삼겹살, 목살 및 갈비 현 관세율 22.5%, 10년 후 철폐, 그 외 돼지고기 및 가공품은 현 관세율 22.5~30%, 2014년 철폐 시한을 두고 있다. 국내 돈육 가공비율이 10.6% 수준밖에 되지 않아 결국 남아도는 돈육 비선호 부위(73.8%)는 구제역 발생으로 인해 수출길이 현재 없다보니 결국 소비자가 생고기 구매시 삼겹살 및 목살값을 지불할 수밖에 없는 실정이다.
- 6) 결론적으로 돈육의 경우 연간 수요와 공급을 정리해보면 공급량 878,697톤[국내 돈육생산량(659,230톤) + 돈육수입량(210,555톤) + 돈육제품수입량(8,912톤)]과 수요량[국내 소비량(874,704톤) + 기타(3,993톤)]이 일치하게 된다. 비선호 부위 돈육이 삼겹살로 둔갑되어 소비되는 양을 추산해보면 연간 [국내 삼겹살과 목살을 제외한 돈육생산량(695,500톤; 53.5kg/두) 및 돈육수입량(75,379톤, 수입량의 35.8% 불과)] - [비선호 부위의 육제품 제조시 사용량(92,819톤; 축육제품의 70%) 및 재고량(13,088톤)] = 664,972톤이 국내에서 생육으로 소비된 것으로 추정할 수 있는데 비선호 부위를 소비자 중 5%도 선호하지 않는데 이 물량 중 20%(132,994톤)는 양념육 및 생고기 등으로 소비한다고 하더라도

531,978톤(돼지 994만두분, 53.5kg/두)으로 무려 국내 연간 돈육 소비량(874,704톤)의 61%에 해당되는 양이 삼겹살 및 목살과 섞여서 유통되는 것으로 추정된다. 이를 도매 유통가격(삼겹살 및 목심 8,245원/kg, 비선호 부위 4,408원/kg)으로 환산 시 2조 412억원(42,250원/국민 4,831만명, 1인, 년)의 구매자 손실이 나는 결과이다.

- 7) 비선호 부위는 주로 햄, 소시지 가공용 및 양념육류용으로 단순하게 사용되고 있어 과다 재고 시 육가공업체의 경영압박요인으로 작용하고 있으나 동 기술개발 시 균형된 돼지고기 소비가 가능하여 안정적인 양돈 및 육가공산업의 발전에 기여 가능.
- 8) 수출 중단과 소비자의 선호 기피에 따라 재고(51.5천톤/2003년)가 늘어가고 있는 돼지고기 비선호 부위인 살코기가 많은 뒷다리, 앞다리, 등심, 안심 등을 활용하여 부가가치를 향상시키는 제품개발은 경제, 산업적인 측면에서 매우 중요하며, 비선호 부위 생산재고 처리대책 없을 때 가격하락 심화로 양돈 및 돈육 산업 심각한 타격 받음.

< 돼지고기 부위별 수급현황 >

(단위:천톤)

구 분	계	비선호부위				선호부위					
		안심	등심	후지	계	목심	삼겹	전지	갈비	잡육	계
소비량	847.3	11.5	101.6	177.9	291.1	77.4	184.5	133.2	64.5	95.4	556.2
생산량	814.3	13.4	120.3	208.8	342.6	71.5	138.6	130.1	64.5	66.7	471.6
과부족	△33.0	1.9	18.6	30.9	51.5	△5.9	△46.8	△3.0	0.0	△28.6	△84.4

※ 자료 : 한국육류유통수출입협회

- 9) 비선호 부위 균형적 소비로 수출 중단에 따른 내수 시장의 불안정을 해소하고, 상대적으로 수입 대체 효과를 봄으로써 양돈산업의 지속적 발전에 기여.
- 10) 폐계육은 아주 싼 값에 팔리고 있으며, 질긴 단점이 있어 단순하게 백숙 등과 같이 찜용으로 이용되고 있는 실정이며, 닭가슴살은 살코기가 많아 딱딱하고 씹기가 없어 한국 소비자들의 기호가 떨어지는 단점을 갖고 있으며 통닭이나 부분육 튀김용으로 비선호 부위는 소비가 둔화되어 이들을 이용한 부가가치를 올릴 수 있는 방법이 필요함.
- 11) 닭가슴살은 살코기가 많아 딱딱하고 씹기가 없어 국내 소비자들로부터 외면을 당하고 있으나 단백질 보급의 보배이자 건강에 좋은 유용한 지방산을 타 육류에 비해 많이 가지고 있는 특성을 지니고 있12) 폐계육(Spent hen) 생산량(사육두수 4억 5천수의 21%, 0.7kg/수)은 66,150톤/년으로 아주 싼 값에 팔리고 있으며, 질긴 단점이 있어 단순하게 백숙 등과 같이 찜용으로 이용되고 있는 실정이며, 닭뼈에서 분리해낸 MDCM(600원/kg)은 일반 계육에 비해 지방량과 결체조직이 많으며, 기계의 압으로 뼈에 붙어 있는 육을 물리적으로

- 분리하다보니 뼈 내의 골수나 칼슘 등이 혼입되어 있어 저장성이 매우 낮은 단점을 지니고 있다. 이러한 저가육들로부터 단백질을 회수하여 식품 첨가제나 결착제로 활용한다면 그 부가가치 향상 효과는 매우 클 것으로 기대된다.
- 12) 회수단백질의 가치와 중간 원료 소재로서의 기능: 연육제품 생산시 축육의 저가 비선호 부위(폐계 가슴살, 돼지 뒷다리, MDCM 등)를 활용하여 간단한 공정으로 회수단백질을 대량 생산하여 연육을 대체할 수 있다면 어육과 축육이 어우러진 Fusion식 신육제품을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.
 - 13) 연육을 이용한 게맛살과 같이 미래에는 축육을 활용하여 게맛살에 이용되는 회수단백질의 생산을 복잡한 공정을 거치지 않고 산업적으로 쉽게 활용할 수 있는 경제적이고 효율적인 제품 생산이 가능한 방법을 찾는 것이 경제적 측면에서도 중요.
 - 14) 축육을 이용한 본 기술개발 적용 시 새로운 형태의 중간소재 식품자원으로서 그 가치가 매우 높다고 판단되며 이를 활용 시 육가공 산업의 활성화에 기여할 것으로 기대됨.
 - 15) 최근 개발된 pH 전이법으로 돼지후지, 닭가슴살을 이용하여 단백질 회수물을 제조하여 제품의 중간소재로서의 가능성을 검토한 결과 대량생산 시스템만 구축된다면 비선호 부위육을 활용한 식품소재 개발이라는 측면에서 매우 긍정적인 결과를 얻었음.
 - 16) 이러한 비선호 부위 축육이나 부산물들은 주로 가공용 및 양념육류용으로 단순하게 사용되고 있어 무역 자유화와 수출 중단으로 인한 과다 재고시 육가공업체의 경영압박요인으로 작용하고 있으나 동 단백질 회수기술을 활용하여 다양한 새로운 형태의 중간소재 식품자원으로 이용시 부가가치가 매우 높을 것으로 판단된다.
 - 17) 비선호 부위를 활용한 동 기술개발로 산업화 본격 추진 시 축산농가 불안감 해소로 축산업의 기반 유지에 기여함으로써 안정적인 경영이 가능할 것으로 기대됨.
 - 18) 이러한 시점에 웰빙식을 요구하는 소비자들의 Needs를 충족하기 위해서는 더욱 고급화 되고 차별화된 다양한 메뉴 개발이 절실히 요구되고 있어, 정부에서는 양념육과 분쇄가공육제품 생산 시에도 위생, 안전성 확보를 위해 HACCP 인증(농림부고시 제 2002-43호, 2002. 9. 17)을 추가 고시함은 물론 소비자들이 용도에 맞는 돈육 부위를 선택할 수 있도록 기존의 돈육 소분할 17개 부위에 5개 부위[삼겹살(토시살, 오돌삼겹), 갈비(갈비살, 마구리), 뒷다리(홍두깨살)]를 추가 지정하여 총 22개 부위가 되었다. 정부의 노력에도 불구하고 소비자들이 비선호 부위 돈육을 구워 먹지 않고 수육이나 다른 용도로 개발하여 먹을 수 있는 식문화를 선도한다는 것이 어지간히 어려운 일이기 에 더더욱 새로운 기술 개발 보급을 통해 해결해 나가야할 것으로 판단된다.

다. 연육산업

- 1) 전 세계적인 수산 어획량의 감소(Riley, 2002)와 더불어 주요 수리미 자원인 명태 어획량도 감소함에 따라 이를 대체할 수 있는 수리미 가공 적성을 지닌 백색 어류들(Morrissey와 Tan, 2000; Riley, 2002)은 연간 30만톤 이상의 다확성 어류 중 약 56.7%를 차지 할 정도로 많은 어획량을 보이지만 크기가 작고, 다량의 지방, 육색소 및 근형질단백질들로 인하여 가공 적성이 떨어지는 단점을 지니고 있어 이들 일시 다확성 어류의 유효 이용에 관한 관심이 고조되고 있다(Davis, 1988; Jiang 등, 1998; Hultin과 Kelleher, 2000; Underland 등, 2002). 일시에 대량 어획되는 백색육 어류는 주로 수리미 가공에 상용되고 있으나, 장기간 냉동한 어류와 24시간이 경과한 빙장 어류는 어육 단백질의 변성 혹은 효소에 의한 육단백질 붕괴(MacDonald 등, 1992; Simpson 등, 1994; Park 등, 1997)로 인하여 적절한 가열 젤을 형성할 수 없기 때문에 빙장 상태로 빠른 시간 내에 육상 공장에 운반하거나 어획 장소 근처의 공모선을 이용하여 선상에서 가공하고 있다(Toyoda 등, 1992; Park과 Morrissey, 2000).
- 2) 연육(surimi)의 경우 국내에서는 주로 깡치, 풀치 등을 이용한 어묵용을 극소량 생산하고 있으며, 고급 연제품(크래미 등 맛살류) 생산을 위한 연육은 전량 수입(43천톤, 5,900만불, 해양수산통계연보 2000)에 의존하고 있는 실정이다. 또한 세계적으로 어획량이 줄고 있어 생산량에 비해 연육 수요량(604천톤)이 매우 많아 공급에 차질을 빚고 있어 고급 연제품 생산을 위한 연육값이 매우 치솟고 있다.
- 3) 현재 고급 연제품 제조에 주로 이용되고 있는 명태연육의 등급별 수입가격은 상급 3.3\$, 중급 2.5\$, 하급 1.8\$ 및 이또요리연육은 상급 2.6\$, 중급 2.3\$, 하급 2.1\$ 수준이나 어획량의 급격한 감소로 인해 '08년 2/4분기 연육가는 공히 35% 정도 인상될 것으로 관련 업계에서는 전망하고 있어 원가부담(명태연육 4,200원/kg)이 더욱 가중되고 있는 실정이다.
- 4) 세계 주요 국가별 연육 총생산량은 140만톤으로 일본(42.9%), 한국(14.3%), 태국(10.7%), 미국 및 중국(7.1%) 순이었으며(Eurofish, 2007), 게맛살 제조시 연육 비율이 35% 정도, 게맛살과 몰드제품은 전체 어육연제품의 70%를 차지하고 있어 해가 갈수록 연육의 수요와 공급은 차질을 빚을 것으로 예측되기 때문에 이를 대체할 중간 원료육 개발이 절실히 요구되고 있다.
- 5) '06년 국내 연제품 총생산량은 69,350톤(1,894억원)으로 이 중 어묵 31,883톤(46.0%), 맛살 22,958톤(33.1%, 1,019억원, 4,439원/kg), 어육소시지 13,932톤(20.1%)으로 '01년 생산량 대비 각각 87.0, 59.6 및 100.1% 수준이었으며, 연제품 총생산량은 73.7% 수준이었다. 특히 '07년 게맛살류는 1,139억원, 어묵류 912억원이 판매되었으며, 게맛살류 전체 M/S는 H사(34.7%), D사(20.2%), D사(16.3%) 순이었으나, 일반 게맛살(3,050원/kg)에 비해 프리미엄급(7,250원/원)은 고가이나 소비자의 Needs를 충족하고 있어 H사(M/S 54.6%)가 고품질 시장을

선도하고 있다(식품연감, 2007; 무역협회, 2007). 한편 게맛살 제조시 연육 비율이 35% 정도이며, 게맛살과 몰드제품이 전체 어육연제품의 70%를 차지하고 있다.

- 6) '06년 국내 연제품 총 수출량은 6,393톤(생산량의 9.2%)으로 '01년 대비 26.2% 수준으로 감소하였으나, 이 중 게맛살류가 60.9%를 차지하였다. '06년 연제품 시장은 EU(연간 수입량 74,675톤)가 큰 시장이어서 '01년 대비 115.1%로 증가한 양으로 주요 수입국은 스페인(23.0%), 프랑스(16.6%), 이태리(14.3%), 영국(13.8%) 순이었으며, 주요 수출국은 중국 19,011톤(25.5%), 태국 15,216톤(20.4%), 벨기에 12,634톤(16.9%) 순으로 한국은 겨우 3,763톤(5.0%)에 불과하여 국내 수출 물량의 58.9%를 차지하였다(Eurofish, 2007).
- 7) 국내에서는 주로 깡치, 풀치 등을 이용한 어묵용 surimi를 생산하고 있으며 고급 연제품(맛살류 등) 생산을 위한 surimi는 전량 수입(43천톤, 59천불, 해양수산통계연보 2006)에 의존하고 있는 실정이다. 또한 세계적으로 어획량이 줄고 있어 생산량에 비해 수요량(604천톤)이 매우 많아 공급에 차질을 빚고 있어 고급 연제품 생산을 위한 surimi 값이 40% 정도 매우 치솟고 있다.
 - 가) 명태연육은 고가(2,800원/kg)로써 이를 대체할 원료육의 필요성 절실함.
 - 나) 국내 연제품 생산량 94,000톤, 2,470억원(수산정책국, 2001)으로 큰 시장이며, 게맛살류는 내수(32,000톤)와 수출(10,000톤) 물량을 합하여 42,000톤(수산정책국, 2003) 정도 된다.
 - 다) 게맛살 제조시 연육 비율이 35% 정도, 게맛살과 몰드제품은 전체 어육연제품의 70%를 차지
 - 라) 게맛살의 판매가는 kg당 7,850원으로 원료육인 연육가격의 약 3배에 해당
- 8) 게맛살, 크래미와 같이 찢어 먹는 제품이나, Crab와 Lobster analogue 같은 Mold형 제품은 물론 각종 요리(김밥, 꼬지류, 사라다, 볶음밥, 토핑용 등)의 식재료로 이용 상품개발을 통한 산업화 시 세계 최초로 축육이 함유되어 있으나 가로, 세로는 물론 대각선으로 찢어질 수 있는 결을 낼 수 있는 제품이 탄생하게 된다.
- 9) 국민소득의 증가에 의해 소비자의 기호도가 고급화, 다양화됨에 따라 기능이 강화된 동물성 단백질의 식품화와 연육과의 퓨전형 상품화는 소비자들의 비선호 부위의 축육에 대한 인식도를 제고시킬 수 있을 뿐 아니라 축육의 소비성향을 바꾸는 획기적인 식습관의 변화 유도도 육제품 소비의 저변 확대에 기여.

3. 사회·문화적 측면

- 가. 돼지고기의 소비 성향이 구이문화에 젖어 있어 삼겹살 위주의 소비만이 고집되어 오다 보니 건강지향 측면에서도 새로운 식습관의 변화를 기해야 할 필요성 대두.
- 나. 이는 고기하면 지방과 콜레스테롤 함량이 많아 먹기를 꺼리면서 돼지고기 중에 지방이 가장 많은 삼겹살만을 구워먹는 식문화가 주종을 이루고 있어, 국

내 소비자들의 소비 패턴 자체에 모순점을 안고 있다. 또한 삼겹살 및 목살 두 부위의 생산량은 26.2% 수준인데 반해 소비자들의 구매 선호도는 90% 이상이어서 수입에 의존하지 않고는 공급과 소비를 충족할 수가 없는 현실이다. 그런 소비 환경 때문에 비선호 부위 신선 돈육 및 가공 육제품 소비시장 또한 국민소득 증대만큼 활성화 되지 않고 낮은 성장률을 나타내고 있다.

- 1) 고기하면 지방과 콜레스테롤 함량이 많아 먹기를 꺼려하면서도 돼지고기 중에 지방이 가장 많은 삼겹살만을 고집하는 국내 소비자들의 소비 패턴 자체에 모순점을 안고 있어 균형된 육류 소비가 되지 않고, 바로 이러한 점들이 육류시장의 증대 및 발전에 저해요인이 되고 있음.
- 다. 국민소득의 증가에 의해 소비자의 기호도가 고급화, 다양화됨에 따라 기능성이 강화된 동물성 단백질의 식품화와 퓨전형 상품화는 소비자들의 비선호 부위의 돈육에 대한 인식도를 제고시킬 수 있을 것임.
- 라. 게맛살과 같이 찢어 먹는 또는 각종 요리(김밥, 꼬치류, 사라다, 볶음밥, 토핑용 등)의 재료로서 이용되는 기능성 섬유상 게맛살형 육제품 개발로 축육의 소비성향을 바꾸는 획기적인 식습관의 변화 유도로 육제품 소비의 저변 확대에 기여.
- 마. 비선호 부위를 활용한 동 기술개발로 산업화 본격 추진 시 양돈농가 불안감 해소로 양돈산업의 기반 유지에 기여함으로써 안정적인 경영 가능

제 3절 연구개발의 범위

1. 1차 년도(2005) : 소시지 결착용 및 게맛살형 육제품용에 적합한 축육 및 돼지 부산물을 이용한 회수단백질 최적 제조기술 개발

가. 주관 연구기관 과제 : 축육을 이용한 회수단백질 제조기술 개발

- 1) 원료육 특성 분석 : 폐계육, 돼지고기 뒷다리
- 2) 수세 및 pH 조건설정에 따른 회수단백질 제조 비교
- 3) 회수단백질의 냉동변성방지제 최적 배합비 설정
- 4) 회수단백질 시작품 제작
- 5) 축육 회수단백질의 이화학적 특성 구명

나. 협동 연구기관 과제 : 돼지 부산물을 활용한 회수단백질 제조기술 개발

- 1) 원료육 특성 분석 : 돼지 머리육, 심장
- 2) 수세 및 pH 조건설정에 따른 회수단백질 제조 비교
- 3) 회수단백질의 냉동변성방지제 최적 배합비 설정
- 4) 회수단백질 시작품 제작
- 5) 돼지 부산물 회수단백질의 이화학적 특성 구명

2. 2차년도(2006) : 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 및 계맛살형 육제품 개발

가. 주관 연구기관 과제 1 : 계맛살형 육제품 개발

- 1) 시험용 회수단백질 제조
- 2) 결착제 최적 배합비 설정
- 3) 축육 회수단백질로 명태연육 대체율 설정
- 4) 계맛살형 시작품 제작
- 5) 작업표준서 정립
- 6) 계맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정

나. 주관 연구기관 과제 2 : 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 개발

- 1) 시험용 회수단백질 제조
- 2) 축육 회수단백질의 적정 첨가 수준 설정
- 3) 소시지의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정
- 4) 회수단백질 결착육을 이용한 시작품 제작
- 5) 작업표준서 정립

3. 3차년도(2007) : 축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 및 계맛살형 육제품 개발

가. 주관 연구기관 과제 1 : 기능성 계맛살형 육제품 개발

- 1) 시험용 회수단백질 제조
- 2) 기능성 첨가물 종류별 적정 첨가 수준 설정
- 3) 기능성 계맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정
- 4) 기능성 계맛살형 시작품 제작
- 5) 작업표준서 정립

나. 주관 연구기관 과제 2 : 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 기능성 소시지 개발

- 1) 시험용 회수단백질 제조
- 2) 기능성 첨가물 종류별 적정 첨가 수준 설정
- 3) 기능성 소시지의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정
- 4) 기능성 소시지 시작품 제작
- 5) 작업표준서 정립

제 2장 국내외 기술개발 현황

제 1절 국내외 관련분야에 대한 기술개발 현황

1. 국내 기술개발 현황

가. 비선호 부위육

- 1) 계육을 이용한 수리미에 관한 연구에서 수세용매의 종류 및 횡수(Jin 등, 2005) 수세방법과 pH조절법(Park 등, 2005), 수세용액의 소금농도, 수세횡수와 소금 첨가(Lee와 Han, 1999)) 등이 있다.
- 2) 현재 축육의 근막과 육기질단백질들을 완전하게 제거할 수 있는 기계가 없으며, 세절기의 경우 근막 제거 hole-plate를 이용하거나 microcutter 또는 silent cutter를 이용하여 미세하게 세절하는 방법을 이용하고 있음.
- 3) 일반적으로 축육을 활용하여 몇몇 연구자들이 축육의 과도한 근막과 지방을 제거하고 세절하여 몇 차례에 걸친 수세 후 원심분리 하는 공정을 이용하여 연육과 같은 조직을 pilot실 규모의 실험적 차원에서 만들어 제품 제조 원료로 이용한 바 있음.
- 4) 최근들어 pH 조절을 통하여 용해하고 회수한 어육 단백질의 가열 겔 강도에 미치는 전분과 비근육 단백질의 최적화(박 등, 2003), 어육단백질을 알칼리용해와 등전점 침전으로 회수하고 이들 단백질의 가열 겔 강도에 미치는 전분과 비근육 단백질의 최적화(최와 최, 2003), 산과 알칼리 pH에서 어육 단백질의 용해를 이용한 회수단백질 제조(박 등, 2003), 산과 알칼리 공정으로 제조한 어육 회수단백질의 가열 겔에 미치는 근형질단백질과 NaCl의 영향(박 등, 2003), 산 및 알칼리 공정으로 조제한 회수단백질의 가열 겔의 물성 특성(최 등, 2002) 등에 대한 연구가 진행되고 있음
- 5) 현기술은 국내외적으로 개발되어 있는 바가 없으며, 축육을 이용하여 회수단백질을 pilot실 규모로 시험 생산하는 것은 몇몇 연구자들에 의해 연구된 바 있으나 대량으로 생산하여 산업에 활용할 수 있는 기술개발이 되어 있지 않으며, 비선호 부위의 식량화 및 식품소재화를 위해서도 기술개발을 반드시 필요함.

나. 기능성 물질

- 1) 학계, 산업계 등 여러 분야에서 식품과 질병과의 연계성에 대한 관심이 급격히 증가하고 있으며, 이에 따라 기능성 식품소재 개발을 통한 국민건강 증진 및 질병예방을 위해 많은 연구가 활발히 진행되고 있고, 최근 식물류 중에 들어 있는 생리활성 성분에 대한 관심이 높아지면서 국내외적으로 이들 생리활성 성분을 함유한 신소재 식물들을 식품에 첨가하려는 시도가 많이 이루어지고 있는 바, 동 기술개발 시 이들 기능성 물질을 첨가한 제품 개발이 필요.

- 2) 지금까지 브랜드 개발과 관련된 연구는 매우 다양하게 이루어지고 있으며, 기능성과 관련하여 식품자체나 또는 생체내에서 그 기능이 보유될 수 있는 기능성 분야에 대한 연구가 활발한 추세이다. 특히, 생체조절기능이나 방어능력이 있는 것으로 알려진 일부 성분들은 인체의 생리 기능조절 및 항상성 유지에 관여하여 질병예방이나 노화억제 등 건강을 유지하는데 주요한 역할을 하는 것으로 밝혀짐에 따라 이들을 이용한 기능성 축산물의 개발이 동물 및 식품산업의 새로운 연구 목표가 되고 있다(Sadaki, 1966; Lee 등, 2002).
- 3) 동충하초(冬蟲夏草)란 겨울에는 벌레상태로 있다가 여름이면 버섯이 된다는 뜻에서 유래된 것으로 동충하초는 동충하초균이 곤충의 몸속에 들어가 죽고 얼마 후 자실체를 형성하는 약용버섯의 일종(성 등, 1998)이다. 많은 담자균류의 균사체와 자실체가 모두 우수한 항암효과 및 면역활성을 증가시키는 것으로 보고(신 등, 1985)된 이래 버섯류 균사체의 배양이 활기를 띠고 있다. 동충하초는 곤충을 숙주로 하여 기생하는 균의 일종으로 중국에서는 황달, 아편중독, 결핵, 암 및 천식 등 질병의 치료에 이용하였으며, 면역기능 증강, 항암 효과가 있는 생리활성물질 등도 보고되었으며, 국내에서도 동충하초를 이용한 항암, 면역증강, 항피로 등의 효과가 보고되었다(Huang 등, 2007; Lee 등, 2006; Rao 등, 2007). 자양강장효과, 면역기능 증가(Chen 등, 1991; Xu, 1992; Kuo 등, 1996), 항균성 및 항종양작용(Kneifel 등, 1977; Miyazaki 등, 1977), 생체산화방지(Liu 등, 1991), 혈당강화, 콜레스테롤과 중성지질 저하 효과(Kiho, 1996) 등 이 밝혀지고 있다. 우리나라에서는 1998년 농촌진흥청에서 누에동충하초(*Peacilomyces Tenuipes*)를 개발하여 식품원료로 사용승인을 받았으며(농림부, 1998; 식품의약품안전청, 1998) 그 기능성에 대해서 보고(신, 1999; 최, 2003)된 바 있다. 현재까지 유용한 기능성 물질들이 밝혀져 식품이나 의약품 분야에서는 여러 가지 생리적 활성을 지닌 건강지향적 식품소재로 개발되거나 연구가 진행되고 있지만, 아직까지 기능성 측면에서의 과학적 연구는 초기수준에 머물러 있고(한 등, 1999; 지 등, 2003), 또한 기능성을 함유한 축산물 생산에 적용시킨 연구는 거의 없는 실정이다.
- 4) 누에고치의 주성분은 30만 이상의 고분자 단백질인 피브로인(fibroin)으로 구성되어 가수분해, 중화, 분말화 과정을 거쳐 로션 등 화장품 재료, 음료수 등 식품에 질병 치료제 등의 식품분야에 수술용 봉합사, 인공피부, 연질 콘택트렌즈 등의 의료용 재료 또는 분해성 포장재료 등으로 응용하려는 연구가 시도되고 있다(Lee, 1991; 平林, 1991). 알코올 분해기능, 혈액 콜레스테롤 저하효과(Sugiyama 등, 1985), 피브로인의 당뇨병 치료효과(Nam 등, 1995), 활성산소 생성억제(김 등, 1997) 등의 효과가 있는 것으로 밝혀지고 있다.
- 5) CLA는 21C의 식품산업에 부흥하는 고수익성·고기능성 식품개발의 필요성
- 가) 선진국에서는 21C 식품을 medical foods 또는 건강식품에 초점을 맞추고 이들의 개발을 서두르고 있다.
- 나) 우리 나라에서 생산되는 많은 기능성 식품 중 과학적으로 검증되지 않은 기능성 식품이 많으며, 이런 식품은 세계적으로 경쟁력이 낮다.

다) 따라서 과학적으로 검증된 (부작용이 없는) 고부가가치·고기능성 식품의 생산이 절실히 요구된다.

라) CLA는 상기 조건을 만족시킬 수 있는 첨단 고기능성 물질로 그 생리활성 효과는 암, 동맥경화증, 당뇨병 예방 및 치료, 면역시스템에 대한 긍정적인 효과를 발휘한다고 보고되었다(Pariza, 2004; Terpstra, 2004; Wang과 Jones, 2004).

(1) 화학적 및 미생물학적으로 대량 생산 가능

(가) Linoleic acid로부터 화학적으로 값싸게 대량 합성할 수도 있고, 미생물에 의해서도 합성할 수 있다.

(2) 각종 생리활성 기능을 가지고 있음.

(가) 강력한 항암성, 면역증강성, 체지방감소성, 당뇨치료성등의 생리활성을 갖고 있다.

(3) 체내에서의 대사는 일반 지방산과 동일

(가) 단위동물이나 물고기 등에서 흡수되면 세포내 (세포막, 중성지질)에 축적된다 ⇒ CLA가 다량 축적된 기능성 식품생산이 가능하다.

(나) 과량으로 축적된 CLA는 일반 지방산과 마찬가지로 대사되어 에너지원으로 사용된다. ⇒ 사료 첨가제로 사용할 경우 최대 축적조건을 구명할 필요가 있다.

(4) 활용가능성

(가) CLA를 식품·의약품 제품에 직접 첨가하여 기능성 식품으로 제조가 가능하다.

(나) 사료 첨가제로 사용하여 기능성 식품 및 의약품 생산이 가능하다.

2. 국외 기술개발 현황

가. “수리미”는 원래 일본어로 어육을 수세하여 불필요한 물질을 제거하고 정제한 염용성 어육 단백질 제품을 말하나 근래에는 축육을 이용하여 육단백질을 회수하는데 그 원리를 적용하기 시작하였으며, 축육 수리미라는 과학 용어로 사용하고 있다(Knight, 1992). 수리미는 1960년대에 일본 북해도 수산시험장의 Nishitani 등이 북양명태 자원의 고도 이용을 위하여 연구개발한 것으로(Okada, 1985), 내장과 뼈를 제거하고 절취한 어육을 마쇄하여 수세 공정을 통해 근원섬유단백질만을 농축한 제품으로 다양한 수산식품의 가공을 위한 중간소재로 사용되어 왔다(Park과 Morrissey, 2000). 이러한 수리미는 주로 동결상태로 활용하는데 주로 명태를 이용해 왔으나 최근에는 붉은살 어류, 심해어, 상어 등 미 이용 어류의 유효 이용방법으로써도 극히 중요한 기술로 국제적으로 광범위하게 사용되고 있다(Okada, 1985). 수리미의 품질과 등급은 수분함량, 백색도, 불순물의 함량, 젤 강도 등에 의해 결정되기 때문에 수리미 가공

원료로는 주로 백색육 어류를 사용해 왔다(Lanier와 Lee, 1992; Park과 Morrissey, 2000). 수리미는 어육을 마쇄하여 수세 공정을 통해 근장단백질, 지질, 비단백태 질소 화합물 등을 제거하고 근원섬유단백질만을 농축한 후 냉동 변성제를 혼합한 염용성 어육단백질로서 다양한 수산식품을 가공하기 위한 중간 소재로 사용되고 있다(Park과 Morrissey, 2000). 수리미는 어육을 이용하여 수세를 통해 혈액, 지방, 효소 및 근장단백질을 분리 후 단백질 안전성 향상을 위해 냉동 전 냉동변성방지제를 혼합한 것을 의미하는 것(Lee, 1984)으로 수리미 제조 시 수세 용액의 온도 및 pH가 제품에 영향을 미치며(Lee와 Han, 1999), 수세 용매의 종류와 횟수 또한 수리미의 품질에 영향을 미친다(Lee 등, 1999). 수리미의 품질은 수분함량, 단백질 함량, 백색도, 겔 강도 등에 의해 결정되기 때문에 주로 백색육인 어류를 사용하여 수리미를 제조하였다(NFI, 1999). 수세를 통한 일반적인 수리미 제조는 수세 용액의 온도 및 pH가 제품에 영향을 미치며(Lee와 Han, 1999a), 수세 용매 종류와 횟수 또한 수리미의 품질에 영향을 미친다고는 보고(Lee 등, 1999)와 같이 제조 공정 중 수세 횟수가 증가함에 따라 근원섬유단백질의 일부가 소실되어 최종 수율의 감소로 이어진다(Stefannson과 Hultin, 1994 Lin과 Park, 1996). 육단백질의 용해성은 pH와 추출 시 온도에 직접적으로 영향을 받기 때문에 수리미 품질에 영향을 끼치는 중요한 요인이 된다(Young, 1975). 최근 산(pH 2.5)과 알카리(pH 10.5) 용액에서 어육 단백질을 용해시키고 pH 5.0~5.5에서 용해한 단백질을 침전하여 회수한 후 중성으로 pH를 재조절하여 기능성 단백질을 회수하는 방법이 개발되어 여러 가지 육 단백질에 대한 적용 가능성과 회수한 단백질의 gel화 특성을 검토하여(Underland 등, 2002; Venugopal 등, 2002), 그 사용방법의 경제성이 입증되고 있다. Lee와 Han(1999)은 기계발골계육을 pH 6.0 용액으로 제조한 수리미가 pH 5.0, 7.0 및 8.0으로 용액으로 제조한 수리미보다 조직특성이 가장 높았고, Park 등(2005)과 Jin 등(2006)은 분쇄닭가슴살을 pH 11.0 용액으로 제조한 수리미가 수세 및 pH 2.5, 3.0 및 10.5 용액으로 제조한 수리미보다 수율과 이화학적 특성이 좋았다고 보고하였다. 수리미란 일본에서 유래된 용어로 어육을 세절하여 세척 작업을 거쳐 근원섬유 단백질만을 추출한 후, 동결 보존제와 함께 동결 보관시킨 것을 의미하나(Okada, 1985) 근래에는 축육을 이용하여 육단백질을 회수하는데 그 원리를 적용하기 시작하였으며, 축육 수리미라는 과학 용어로 사용하고 있다(Knight, 1992; Smyth와 O'neill, 1997). 즉 계육, 돈육, 우육, 양육 및 소의 심장과 같은 식육부산물로부터 제조된 수리미 유사물의 특성에 대한 연구(Antonomanolaki 등, 1999; Nowsad 등, 2000; Srinivasan 등, 1996)와 기계발골계육, 분쇄닭가슴살 및 돈육 등을 이용하여 제조한 수리미 특성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Jin 등, 2006; Kang 등, 2006; Lee와 Han, 1999; Park 등, 2005). 산업적 활용도가 떨어지는

폐계육 및 발골 후 뼈에 부착되어 있는 고기들을 기계로 회수한 여러 고기들(MRM:mechanical recovery meat, MDCM: mechanical deboned chicken meat, MDTM: mechanical deboned turkey meat)을 활용하여 축육으로부터 육단백질을 회수하는데 그 원리를 적용하기 시작하였으며, 축육 회수단백질이라는 과학 용어로 사용되고 있다(Knight, 1992). 어육을 이용한 수리미에 대해서는 많은 연구가 되어 있으나 축육을 이용한 수리미에 대한 연구로는 닭가슴살, 양고기, 동물의 심장 및 기계발골육 등을 활용한 것들이 주종을 이루고 있다(Lee와 Han, 1999; Lee 등, 1999; Smyth와 Óneill, 1997; Wimmer 등, 1993; Yang과 Froning, 1992). 그러나 수세법이 아닌 pH 조절법으로 제조한 회수단백질에 관한 연구는 닭가슴살과 돈육뒷다리 부위를 이용한 몇몇 연구(Jung 등, 2004)가 진행되었다.

나. 냉동저장은 근육식품 품질에 확실히 불안정한 변화를 가져오는 것으로 냉동을 통한 얼음 결정화는 근육 조직 및 특정 단백질의 부분적인 변성을 야기한다(Tomaniak 등, 1998). 또한 근원섬유단백질을 변성시켜 기능적 특성을 약화시키므로 보수성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 지질산화의 원인으로(Nilsson과 Ekstrand, 1995; Richards 등, 1998) 작용하는 바, 냉동저장 중 수리미 또는 수리미의 원료가 되는 어육 및 축육의 품질은 저장 및 유통 중 조절이 중요시된다(Jittinandana 등, 2005). 이렇듯 냉동 중 단백질변성 및 지질산화로부터 어육단백질을 장기간 저장하기 위하여 sucrose(4%), sorbitol(4%), polyphosphates(0.2%) 등을 상업적으로 혼합·사용한 이후(Lee, 1984), 수리미 제조 시 널리 사용되는 냉동변성방지제는 저분자량을 가진 당류와 sucrose, sorbitol과 같은 polyol류 및 polyphosphate를 걸러낸 어육과 1:1비율로 사용하거나 단독으로 8%(w/w) 이내로 첨가하고 있다(Auh 등, 1999; Sych 등, 1990). Ahn 등(1999)은 수리미에 올리고당을 첨가하여 냉동변성방지제로서의 이용가능성을 보고하였다. 몇몇 냉동변성방지제들을 최종 제품의 단맛을 증가시키는 단점을 지니나, 저렴한 비용뿐만 아니라 근원섬유단백질 변성을 억제 및 백색 겔 제품의 갈변화 경향이 적기 때문에 사용 횟수가 증가되고 있다(MacDonald와 Lanier, 1991). 이러한 냉동변성방지제에 대한 연구로는, 우육 심장을 이용한 surimi-like materials 제조 시 냉동변성방지제의 첨가가 단백질 용해성 및 겔 형성에 효과가 있으며(Wang과 Xiong, 1998), 우육(Park 등, 1993), 돈육(Tomaniak 등, 1998), 계육(Uijttenboogaart 등, 1993), ling cod surimi 및 lizardfish surimi (Ruttanapornvareesakul 등, 2006) 등에 대한 연구가 진행되었다.

다. 한편 축육을 이용한 회수단백질 제조 시 가열을 할 때 겔 안정성이 중요하다고 보고(Smyth와 O'Niel, 1997)한 바 있고, 회수단백질의 조직적 기능과 성질은 가열조건, 단백질의 형태와 양, 단백질 용해성, 지방, 수분, pH, 이온강도,

소금과 인산염 함량 및 기타 첨가제(설탕, 전분, 검, 비육단백질) 등에 의해 좌우(Lanier, 1986)된다고 보고한 바 있음.

- 라. 소금은 수리미 제품 제조 시 gel 형성을 위해 최종 제품의 중량에 대해 약 1.5~3.0% 정도가 첨가되는데, 수리미 제조 시 탈수작용을 하는 것으로 알려져 있다(Park 등, 1988). 수리미 제조 시 소금의 첨가는 근원섬유단백질을 용해시키는데 필수적이며, 수리미 gel화를 위해서도 반드시 필요하다(Henniger 등, 1989). 즉, 소금의 첨가로 인해 근원섬유단백질은 용해되고, 용해된 단백질은 가열시 변성되어 gel을 형성하게 되며, 단백질 분자 내 상호작용으로 형성된 3차원 구조는 중합반응에 의해 안정된 gel을 형성하게 된다. 이와 같은 단백질 구조의 특성은 수분과 소금 및 단백질 농도, pH, 액토마이오신의 용해도 및 가열 처리 방법 등에 의해 영향을 받는다(Acton과 Dick, 1984; Hickson 등, 1982; Lee, 1986; Siegel과 Schmidt, 1979; Yasui 등, 1982). 돈육과 우육 수리미에 있어서 gel 정도와 보수력은 소금이 첨가될 때 증가한다고 보고(Park 등, 1996)한 반면 Park 등(2003b)은 어중에 따라 pH 처리를 통해 회수한 어육 단백질에 대한 염의 첨가는 오히려 가열 젤의 파괴강도와 변형값을 감소시킨다고 하였으며, Kang 등(2006)은 2.0% 소금이 첨가된 돈육 수리미는 색깔이 선명하면서 밝은 것으로 나타났고, 전체적인 기호성도 우수하다고 보고하였다.
- 마. 현재 축육의 근막과 육기질단백질들을 완전하게 제거할 수 있는 기계가 없으며, 세절기의 경우 근막 제거 hole-plate를 이용하거나 microcutter 또는 silent cutter를 이용하여 미세하게 세절하는 방법을 이용하고 있음.
- 바. 일반적으로 축육을 활용하여 몇몇 연구자들이 축육의 과도한 근막과 지방을 제거하고 세절하여 몇 차례에 걸친 수세 후 원심분리하는 공정을 이용하여 recovered protein와 같은 조직을 pilot실 규모의 실험적 차원에서 만들어 냉동 변성방지제(소금, 설탕, 인산염 등)를 혼합한 후 냉동보관하면서 분석이나 제품 제조 원료로 이용한 바 있음.
 - 1) Newsad 등(2000)은 닭의 가슴과 다리살을 활용하여 recovered protein을 제조하였고, Smyth와 O'Neil(1997)은 MDCM을 활용하였으며, Park 등(1996)은 우육, 돈육, 어육을 활용하였고, Antonomanolaki 등(1999)과 McCormick 등(1993)은 양육을 활용하였고, Desmond와 Kenny(1998)은 소의 심장을 활용하였으며, McKeith 등(1988)은 우육, 소의 심장, 머리육, 혀 등을 활용하였으며, Murphy 등(2004)은 소시지 생산에 있어 어육 recovered protein을 활용하여 특성을 연구한 바 있음.
- 사. Park 등(1996)은 축육의 경우 지방함량과 힘색소 및 콜라겐 함량이 높아 recovered protein 제조 시 여러 문제를 야기할 수 있다고 하였으며, 이런 문제를 해결하기 위하여 Varnam과 Sutherland(1995)은 수차례에 걸친 수세를 실시함으로써 해결될 수 있다고 하였음.
- 아. 한편 축육을 이용한 recovered protein 제조 시 가열을 할 때 겔 안정성이 중

요하다고 보고(Smyth와 O'Niel, 1997)한 바 있고, recovered protein의 조직적 기능과 성질은 가열조건, 단백질의 형태와 양, 단백질 용해성, 지방, 수분, pH, 이온강도, 소금과 인산염 함량 및 기타 첨가제(설탕, 전분, 검, 비육단백질) 등에 의해 좌우(Lanier, 1986)된다고 보고한 바 있음.

자. 어육 surimi의 수율을 높이기 위한 육과 수세수의 비율 및 최적 수세 사이클의 결정, 수세수에 포함된 단백질의 회수와 재사용에 관한 연구가 수행되었지만, 축육의 경우 효율적인 방안의 기술적인 제시는 매우 미흡함.

- 1) 많은 지질과 색소를 함유하고 있는 적색육 어류의 surimi 제조를 위하여 수세수에 sodium bicarbonate를 첨가하거나(Shimizu 등, 1999), 근형질 단백질의 용해도를 증가시키기 위해 소량의 sodium chloride를 사용하기도 하지만 알칼리 수세법으로 제조한 고등어 백색육의 surimi 수율은 전통적인 방법에 비하여 55-65%에 불과(Opiacha 등, 1999).
- 2) 기존의 제조법인 수세법과 달리 최근에 새롭게 개발된 산(pH 2.5)과 알칼리(pH 10.5) 용액에서 어육단백질을 용해시켜 회수시킨 pH 조절법이 이용되어지고 있는데(Undeland 등, 2002), 이러한 pH 조절법으로 제조된 수리는 수세법과 비교하여 수용성단백질 함량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 높은 제품 수율을 가져온다(Lin과 Park, 1996). 그리고 적색육 어류는 단백질의 변성 속도가 빠르고(Watabe 등, 1983), 근형질 단백질이 어육 젤 형성을 방해하기 때문에 알칼리 수세법을 이용하여 수리미를 제조하고 있다(Shimizu 등, 1992). 그러나 이 같은 수리미 제조법은 수율과 젤 형성능이 저하하는 문제점을 가지고 있다(MacDonald 등, 1992; Hultin과 Kelleher, 2000). 따라서 기존의 수세법과 달리 최근에 새롭게 개발된 산(pH 2.5)과 알칼리(pH 10.5) 용액에서 어육단백질을 용해시켜 회수시킨 pH 조절법은 단백질의 젤화 특성을 검토하여 그 사용법의 경제성이 입증되었다(Underland 등, 2002; Venugopal 등, 2002; Kristinsson과 Hultin, 2003). 최근 산(pH 2.5)과 알칼리(pH 10.5) 용액에서 어육 단백질을 용해시키고 pH 5.0~5.5에서 용해한 단백질을 침전하여 회수한 후 중성으로 pH를 재조절하여 기능성 단백질을 회수하는 방법이 개발되어 여러 가지 육 단백질에 대한 적용 가능성과 회수한 단백질의 젤화 특성을 검토하여(Underland 등, 2002; Venugopal 등, 2002), 그 사용방법의 경제성이 입증되고 있다. 그러나 어육(명태 등)을 원료로 수회에 걸친 수세와 원심분리 방법을 이용하여 염용성단백질만을 추출하여 수리미화 하는 기존의 수세법은 많은 폐수가 발생하고(Pacheco-Aguilar 등, 1989; Toyota 등, 1992), 이를 정화하기 위한 비용이 과다하며, 수율 또한 20~25%에 불과하여(Lin과 Park, 1996), 산업화 측면에서 사용성과 경제성이 떨어지는 문제점을 가지고 있다.
- 3) 최근들어 pH 조절을 통하여 용해하고 회수한 어육 단백질의 가열 겔강도에 미치는 전분과 비근육 단백질의 최적화(박 등, 2003), 어육단백질을 알칼리용해와 등전점 침전으로 회수하고 이들 단백질의 가열 겔강도에 미치는 전분과 비근육 단백질의 최적화(최와 최, 2003), 산과 알칼리 pH에서 어육 단백질의 용해

를 이용한 recovered protein 제조(박 등, 2003), 산과 알칼리 공정으로 제조한 어육 recovered protein의 가열 겔에 미치는 근형질 단백질과 NaCl의 영향(박 등, 2003), 산 및 알칼리 공정으로 조제한 회수단백질의 가열 겔의 물성 특성(최 등, 2002) 등에 대한 연구가 진행되고 있음

- 4) 그러나 돼지고기등 축육에서 회수한 물성의 변화 등에 대한 연구는 거의 없음.
- 차. 현기술은 국내외적으로 개발되어 있는바가 없으며, 축육을 이용하여 recovered protein을 pilot실 규모로 시험 생산하는 것은 몇몇 연구자들에 의해 연구된 바 있으나 대량으로 생산하여 산업에 활용할 수 있는 기술개발이 되어 있지 않으며, 비선호 부위의 식량화 및 식품소재화를 위해서도 기술개발을 반드시 필요함.
- 카. 또한 학계, 산업계 등 여러 분야에서 식품과 질병과의 연계성에 대한 관심이 급격히 증가하고 있으며, 이에 따라 기능성 식품소재 개발을 통한 국민건강 증진 및 질병예방을 위해 많은 연구가 활발히 진행되고 있고, 최근 식물류 중 에 들어 있는 생리활성 성분에 대한 관심이 높아지면서 국내외적으로 이들 생리활성 성분을 함유한 신소재 식품들을 식품에 첨가하려는 시도가 많이 이루어지고 있는 바, 동 기술개발 시 이들 기능성 물질을 첨가한 제품 개발이 필요하며 연구진들은 다음과 같은 기능성 물질의 활용을 검토 계획임

1) 세계적 수준

개념정립 단계	◆	기업화 단계		기술 안정화 단계	
---------	---	--------	--	-----------	--

- 타. 현재 원심분리공정을 대신하는 단백질 회수공정에 대한 연구는 국내외에서 적은 실정이다.
- 하. Park 등(1996)은 축육의 경우 지방함량과 힘색소 및 콜라겐 함량이 높아 수세법으로 회수단백질 제조시 여러 문제를 야기할 수 있다고 하였으며, 이런 문제를 해결하기 위하여 Varnam과 Sutherland(1995)은 수차례에 걸친 수세를 실시함으로써 해결될 수 있다고 하였음
- 가. 한편 축육을 이용한 회수단백질 제조시 가열을 할 때 겔 안정성이 중요하다고 보고(Smyth와 O'Niel, 1997)한 바 있고, 회수단백질의 조직적 기능과 성질은 가열조건, 단백질의 형태와 양, 단백질 용해성, 지방, 수분, pH, 이온강도, 소금과 인산염 함량 및 기타 첨가제(설탕, 전분, 검, 비육단백질) 등에 의해 좌우(Lanier, 1986)된다고 보고한 바 있음.
- 냐. 어육 surimi의 수율을 높이기 위한 육과 수세수의 비율 및 최적 수세 사이클의 결정, 수세수에 포함된 단백질의 회수와 재사용에 관한 연구가 수행되었지만, 축육의 경우 효율적인 방안의 기술적인 제시는 매우 미흡함.

- 1) 많은 지질과 색소를 함유하고 있는 적색육 어류의 surimi 제조를 위하여 수세수에 sodium bicarbonate를 첨가하거나(Shimizu 등, 1999), 근형질 단백질의 용해도를 증가시키기 위해 소량의 sodium chloride를 사용하기도 하지만 알칼리 수세법으로 제조한 고등어 백색육의 surimi 수율은 전통적인 방법에 비하여 55-65%에 불과(Opiacha 등, 1999).

3. 국내·외 주요 연구현황 요약

연구수행 기관		연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
국외	미국 오리건주립대	Gelation characteristics of alkaline and acid solublization of fish muscle proteins	연구단계임
국내	진주산업대학교	알칼리 조절법으로 축육 회수단백질 제조 및 이를 활용한 게맛살형 연제품 개발	한성식품(주)에서 축육이 들어간 게맛살 및 크래미 현장 시제 세계 최초 제품 개발
	경상대학교	산, 알칼리 조절법으로 어육 및 축육 회수단백질 제조기술 확보	생산시 기초기술 제공

제 2절 연구결과가 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치

1. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	pH 조절법에 의한 축육 회수단백질 개발 기술
②	축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 기능성 소시지 개발 기술
③	축육 회수단백질을 이용한 기능성 섬유상 게맛살형 육제품 개발 기술

2. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화 흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체 이전 (상품화)	현장에로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v	v			
②의 기술		v					v	v		
③의 기술	v					v	v			

3. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	대량생산 체계 구축 후 상품화 및 대체 또는 중간소재 원료로 활용하여 생산비 절감에 기여
②의 기술	산업체 기술이전을 통한 육제품 생산 시 부가가치 향상에 기여
③의 기술	산업체 기술이전을 통한 연육 수입 대체 효과 및 신규 섬유상 축육제품 개발에 응용하여 부가가치 향상에 기여

제 3장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 및 계맛살형 육제품 개발(주관기관)

1. 축육을 이용한 회수단백질 및 기능성 계맛살형 육제품 개발

가. 축육을 이용한 회수단백질 개발(1차 년도)

1) 재료 및 방법

가) 원료육 특성 분석

(1) 대상 : 돼지뒷다리육(T1), 폐계가슴육(T2)

(2) 측정항목 : 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 추출성, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감 및 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도)

나) 소금 2% 첨가 효과

(1) 대상 : 2가지 육(폐계가슴육, 돼지뒷다리육) 및 명태연육

(2) 회수단백질 제조방법 : 2-6회 수세 및 pH 2.5-11 조건에 따른 단백질 추출

Table 1. Experimental design

Treatment ¹⁾	Alaska pollack surimi		Pork leg recovered protein				Spent hens breast recovered protein						
	Washing times	ng	Washing times		pH condition		Washing times			pH condition			
			2	4	3	11	2	4	6	2.5	3	10.5	11
			C	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Yield (%)	30.33 ±1.53 ^d	54.05 ±2.83 ^a	45.06 ±4.26 ^b c	47.05 ±3.82 ^{bc}	40.07 ±4.15 ^c	51.11 ±4.20 ^{ab}	43.88 ±3.56 ^c	43.41 ±3.14 ^c	44.12 ±3.34 ^{bc}	43.08 ±4.16 ^c	32.52 ±3.13 ^d	33.33 ±5.12 ^d	

¹⁾ C (Alaska pollack surimi by two times washing), T1 (pork leg recovered protein by two times washing), T2 (pork leg recovered protein by four times washing), T3 (pork leg recovered protein adjusted to pH 3.0), T4 (pork leg recovered protein adjusted to pH 11.0), T5 (spent hens breast recovered protein by two times washing), T6 (spent hens breast recovered protein by four times washing), T7 (spent hens breast recovered protein by six times

washing), T8 (spent hens breast recovered protein adjusted to pH 2.5), T9 (spent hens breast recovered protein adjusted to pH 3.0), T10 (spent hens breast recovered protein adjusted to pH 10.5), T11 (spent hens breast recovered protein adjusted to pH 11.0).

다) 회수단백질 제조 방법 간의 특성(수세 및 pH 조건설정에 따른 회수단백질 제조 비교)

(1) 대상 : 2가지 육(폐계가슴육, 돼지뒷다리육) 및 명태연육

(2) 수세 및 pH 조건에 따른 단백질 추출(총 9종류)

(가) 수세방법(2종류 × 2조건 = 4종류, 3반복)

① 원료육의 6배 증류수와 8,000rpm으로 30초간 균질한 후 10,000×g 25분 원심분리를 2, 4회 실시

(나) pH 조절법(2종류 × 2조건 = 4종류, 3반복)

① 원료육의 6배 증류수와 8,000rpm으로 30초간 균질한 후, 1N HCl과 1N NaOH 첨가로 pH 3, 11로 조절

② 10,000×g 25분 원심분리, 최상층(중성지방 등 유화층)과 최저층(결체조직, 막지질 등)을 버리고 중간층(염용성 및 수용성단백질) 회수

③ 1N HCl과 1N NaOH를 이용 pH 5.0-5.5로 조절 30분 방치

④ 10,000×g 25분 원심분리로 침전 단백질 회수, 1N NaOH로 pH 7로 조절 후 소금 2% 첨가

(다) 충전 : PVDC

(라) 가열 : 78℃에서 중심온도가 74℃ 도달 시 종료

(마) 측정항목 : 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 함량, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 파괴강도, 전단가, 조직감, 변형값, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도) 및 수율

Table 2. Experimental design

Treatments ¹⁾	Washing times	pH condition	Materials
C	4	-	Alaska pollack surimi
T1	2	-	Pork leg recovered protein
T2			Spent hens breast recovered protein
T3	4	-	Pork leg recovered protein
T4			Spent hens breast recovered protein
T5	-	3.0	Pork leg recovered protein
T6			Spent hens breast recovered protein
T7	-	11.0	Pork leg recovered protein
T8			Spent hens breast recovered protein

라) Recovered protein의 냉동변성방지제 최적 배합비 설정

- (1) 대상 : 상기 나) 실험에서의 2회 수세법과 pH 11 최적 조건의 육 한 가지 고기를 이용한 회수단백질 및 명태연육, 3반복 실험
- (2) 냉동변성방지제 배합비(%)

Table 3. Formula of recovered protein by different cryoprotectants

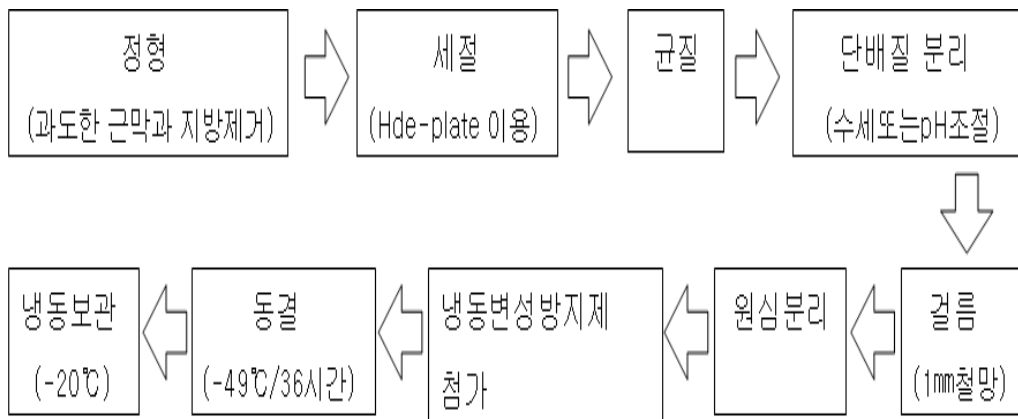
Treatments		Sugar	Sorbitol	Polyphosphate	Total
Alaska pollack surimi by four times washing	C	4	5	0.3	9.3
Spent hens breast recovered protein by two times washing	T1	0	0	0.3	0.3
	T2	0	5	0.3	5.3
	T3	4	5	0.3	9.3
Spent hens breast recovered protein by adjusted to pH 11.0	T4	0	0	0.3	0.3
	T5	0	5	0.3	5.3
	T6	4	5	0.3	9.3

(3) 동결 및 저장조건 : -40℃/36시간 동결 후 -20℃/3개월 저장

(4) 측정시기 : 제조 직후, 1.5개월, 3개월

(5) 측정항목 : 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 함량, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 파괴강도, 전단가, 조직감, 변형값, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량, 아미노산 조성, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), TBARS, VBN, 총세균수, 대장균수 및 유산균수(단, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량 및 아미노산 조성은 제조 직후와 3개월에만 측정)

마) 회수단백질 시작품 제작 기본 공정도



바) 분석방법

- (1) 일반성분 분석 : 시료의 일반성분은 AOAC(1995) 방법에 준하여 수분 함량은 oven 건조법, 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 조회분 함량은 건식회화법을 이용.
- (2) 콜라겐 함량 측정 : 총콜라겐 함량은 Woessner(1961)의 방법에 의해 시료에 6N HCl을 넣고 100℃에서 가수분해하여 Chloramine T로 산화시킨 후, p-dimethylamino-benzaldehyde를 넣어 반응시키고 557nm에서 흡광도를 측정.
- (3) pH 측정 : 시료 10g을 증류수 90ml와 함께 homogenizer(IKA, T25 Basic Malaysia)로 균질하여 pH-meter(Orion 230A, USA)로 측정.
- (4) 육색 측정 : 표면 육색은 chromameter(Minolta Co. CR 301, Japan)를 이용하여 명도(lightness)를 나타내는 L*값, 적색도(redness)를 나타내는 a*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b*값을 측정.
- (5) 보수력 측정 : 마쇄한 시료를 미리 무게를 단 tube에 취한 다음 70℃의 항온 수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정.
- (6) 전단가 및 조직감 : 조직감은 Rheometer(EZtest, shimadze, Japan)를 이용하여 신선육은 shearing cutting test로 가열육은 mastication test로 과쇄성(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 부착성(adhesiveness)을 조사하며, 분석조건은 chart speed 120/mm/min, maximum load 10kg, 측정속도 20mm, 시료높이 20mm, adapter No. 4로 측정.
- (7) 지방산 조성 : 지질 추출은 Folch(1957)의 방법으로 시료 50g에 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH = 2:1)을 넣고 균질화하여 지질을 추출한 후 가수분해하고 methylation 시킨 후 GLC를 이용하여 분석.
- (8) 콜레스테롤 함량 : 지질 추출은 Folch(1957)의 방법으로 시료 50g에 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH = 2:1)을 넣고 균질화하여 지질을 추출한 후 saponification 시켜 GLC를 이용하여 분석
- (9) 아미노산 조성 : 시료를 완전히 건조시킨 다음, 탈지한 후 6N-HCl을 가한 후 110℃에서 24시간 가수분해 시켜 아미노산분석기로 분석.
- (10) TBARS : Buege와 Aust(1978)의 방법에 의해 시료에 butylated hydroxyanisole(BHA)와 증류수를 첨가하여 균질화 시킨 후 균질액 1mL을 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90℃에서 15분간 열처리 한 후 냉각시켜 원심분리시킨다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 흡광도를 측정.
- (11) VBN : 高坂(1975)의 방법을 이용하여 세절육 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질한 후 균질액을 Whatman No.1으로 여과하여 여과액 1 mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red +

0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K₂CO₃ 1 mL를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37°C에서 120분간 배양한다. 배양 후 0.02 N H₂SO₄ 로 내실의 붕산용액을 측정한다.

- (12) 가열감량 : 시료의 무게를 측정한 후 중심온도가 70°C에 도달할 때까지 가열하고, 가열된 시료는 상온에서 냉각한 후에 시료의 무게를 측정하며, 감량된 무게를 백분율(%)로 환산하여 측정.
- (13) 총균수, 대장균수 및 유산균수 : 시료 10g을 0.1% peptone 용액으로 단계별로 희석한 후 plate count agar(Difco, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 나타난 colony 수를 측정한다.
- (14) 관능검사 : 각 시료에 대하여 관능검사 요원 10명을 선발하여 9점 척도법(Hedonic scale)으로 관능검사를 실시.
- (15) 염용성단백질 추출성 : 시료 5g에 증류수 30ml을 넣은 후 균질하여 1,500g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 분리하고 분리한 시료에 3% NaOH를 첨가해서 다시 균질, 원심분리해서 상층액을 분리하고 추출시료와 뷰렛시약을 3:2로 혼합해서 흡광도 540nm에서 측정.
- (16) 힘색소 : 시료 4g에 phosphate buffer 용액 20ml 첨가해 냉장 보관한 후 균질화하여 냉온에서 1시간 방지 시킨 후 원심분리 후 filtering(NO.1)해서 흡광도 측정(700, 572, 565, 545, 525nm 순서).
- (17) 파괴강도 및 변형값 : Okada의 방법(1964)에 따라 실린더 형의 시료(1.8×2.0cm) 위에 지름 5mm의 구형 plunger를 장착하고 60 mm/min의 속도로 올리면서 rheometer(Model CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)로 파괴강도(g)와 변형(mm)값을 측정하였다.
- (18) 수율 : 수율은 최종 회수단백질의 수분함량을 적외선 수분 측정계(FD-600, Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan)로 측정하고 건물 중량으로 환산한 후, 최종 회수단백질의 중량 %로 표시.

2) 결과 및 고찰

가) 원료육 특성

축육 회수단백질 제조를 위해 사용할 원료육(T1, 돼지뒷다리육; T2, 폐계가슴육) 특성을 분석하였다. 일반성분, 염용성단백질, 콜라겐, 마이오글로빈 및 산화 마이오글로빈 발생률은 Table 4에 나타내었다. 돼지뒷다리육에 비하여 폐계가슴육이 수분함량과 마이오글로빈의 산화율은 유의적으로 높았고, 조지방 함량, 염용성단백질, 콜라겐 함량은 유의적으로 낮았으며, 조단백질 함량과 마이오글로빈 함량은 두 육 간에 차이를 보이지 않았다.

Table 4. Proximate compositions, myofibrillar protein, collagen, myoglobin and met myoglobin content of pork leg and spent hens breast meat

Treatments ¹⁾	T1	T2
Water (%)	76.18±0.65 ^b	78.48±0.89 ^a
Crude protein (%)	20.65±0.96	20.21±0.50
Crude fat (%)	1.30±0.05 ^a	0.88±0.02 ^b
Myofibrillar protein (mg/g)	5.60±0.10 ^a	5.22±0.09 ^b
Collagen (mg/g)	2.42±0.60 ^a	1.00±0.06 ^b
Myoglobin (mg/g)	9.33±1.80	13.40±3.62
Met myoglobin (%)	50.08±1.44 ^b	84.37±12.12 ^a

¹⁾ T1 (pork leg meat), T2 (spent hens breast meat).

^{a,b} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

이화학적 특성 중 pH, 보수력, 가열감량 및 전단가는 Table 5에 나타내었다. 돼지 뒷다리육에 비하여 폐계가슴육이 pH, 가열감량 및 전단가가 낮았고, 보수력은 두 육 간에 차이를 보이지 않았다.

Table 5. Physico-chemical characteristics of pork leg and spent hens breast meat

Treatments ¹⁾	T1	T2
pH	6.47±0.08 ^a	6.25±0.05 ^b
WHC (%)	77.02±0.50	76.43±0.54
Cooking loss (%)	38.80±0.38 ^a	36.31±1.08 ^b
Shear force (kg/cm ²)	3.83±0.25 ^a	2.33±0.19 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 4.

^{a,b} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

표면 육색은 Table 6에 나타내었다. 돼지 뒷다리육에 비하여 폐계가슴육의 L*(명도)과 W*(L*-3b*, 백색도) 값이 유의적으로 높은 반면 a(적색도) 값은 유의적으로 낮았으며, b*(황색도) 값은 두 육 간에 차이를 보이지 않았다.

Table 6. Surface color of pork leg and spent hens breast meat

Treatments ¹⁾	T1	T2
L*	68.25±0.63 ^b	76.67±0.98 ^a
a*	44.98±0.60 ^a	32.81±1.64 ^b
b*	12.88±0.61	13.53±0.09
W*	29.62±2.46 ^b	36.08±0.89 ^a

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 4.

^{a,b} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

조직감은 Table 7에 나타내었다. 돼지뒷다리육에 비하여 폐계가슴육이 표면경도, 경도, 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성의 모든 항목에서 유의적으로 낮게 나타났다.

Table 7. Textural properties of pork leg and spent hens breast meat

Treatments ¹⁾	T1	T2
Brittleness (g)	555.77±1.05 ^a	465.15±4.80 ^b
Hardness (g)	1,395.64±26.07 ^a	1,237.94±34.16 ^b
Cohesiveness (%)	46.21±0.39 ^a	43.17±0.57 ^b
Springiness (mm)	89.15±0.53 ^a	76.17±1.28 ^b
Gumminess (g)	548.42±3.46 ^a	473.70±10.02 ^b
Chewiness (g*mm)	194.05±3.61 ^a	164.74±1.94 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 4.

^{a,b} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

가열육의 관능검사 결과를 Table 8에 나타내었다. 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도의 모든 항목에서 두 육 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 8. Sensory scores²⁾ of pork leg and spent hens breast meat

Treatments ¹⁾	T1	T2
Aroma	5.00±0.50	5.11±0.33
Flavor	5.11±0.60	5.44±0.88
Color	5.33±1.12	5.11±1.05
Juiciness	5.89±0.93	5.56±0.73
Tenderness	5.44±1.24	5.56±1.13
Overall acceptability	5.89±0.78	5.78±0.67

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 4.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

축육 회수단백질 제조를 위한 두 원료육의 특성을 비교한 결과를 종합하면 돼지 뒷다리육에 비하여 폐계가슴육이 수분, 산화 마이오글로빈, 명도 및 백색도는 높았고, 조지방 함량, 염용성단백질, 콜라겐, pH, 가열감량, 전단가, 적색도 및 조직감의 전 항목은 낮았으며, 마이오글로빈, 보수력, 황색도 및 관능검사 결과 전 항목에서 육 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

나) 회수단백질 제조 방법에 따른 소금 첨가 유무가 가열 겔의 물리적 특성에 미치는 영향

수세법에 의한 전통적인 방법으로 염용성단백질들을 회수하여 생산하는 회수단백질과 최근에 산과 알칼리 조건으로 pH 조절에 의해 염용성 및 수용성단백질까지를 용해시켜 회수하는 회수단백질(회수단백질이라 정의) 생산 공정에 많은 관심을 보이고 있다. 수세법보다는 pH 조절법에 의한 회수단백질 제조 시 폐수 부하량이 훨씬 적고 수율이 높은 특성을 지니면서 물리적 특성상에 문제가 없는 것으로 여겨지고 있다.

일반적으로 모든 단백질의 겔 형성을 위해서는 소금을 투입함으로써 염용성단백질 추출성이 향상되어 가열 시 매트릭스 형성에도 도움을 준다. 그러나 원료육과 회수단백질 제조 방법에 따라서는 가열 겔 제조 시 소금을 투입함으로써 매트릭스 형성에 방해가 되기도 한다.

단 소금은 냉동 보관 중 산화를 촉진하기 때문에 gel 형성 전에 회수단백질무게에 대해 소금 2%를 계산하여 섞어서 충전 후 가열하되 어육의 경우 pH 조절 한 회수단백질에 소금을 투입하게 되면 오히려 겔강도 낮아지기도 하는데 이는 pH 조절 시 변성이 되어 myosin 그물망이 너무 풀리거나 용해되어 제대로 겔이 형성되지 않기 때문이나 수세법은 소금 미 첨가 시에 겔 형성이 되지 않는다.

또한 근막 등이 적은 폐계가슴육의 활용도 제고를 위하여 수세 횟수와 단백질 용해성 정도를 정확하게 파악하기 위하여 pH 조건도 4가지로 세분화 하여 실시하였다. 그리하여 Table 1과 같이 명태육과 돼지 뒷다리육 및 폐계가슴육을 활용하여 수세 횟수에 따른 수세법과 pH 조건에 따른 pH 조절법으로 제조한 회수단백질 총 12가지를 이용하여 가열 겔 형성 시 소금 2% 첨가 유무에 따른 겔의 물리적 특성을 파악하고자 실시하였다.

수율은 최종 회수단백질의 수분을 보정하기 전 회수단백질의 고형분 함량/원료육의 고형분에 대한 비율로 나타내었으며, 명태연육보다는 모든 처리구들이 높았고, 축육 간에는 돼지 뒷다리육을 이용한 것보다는 폐계가슴육을 이용한 경우가 낮았으며, 수세법>산 처리법>알칼리 처리법 순이었다.

Table 9. Breaking force, deformation and gel strength of recovered protein

Treatments ¹⁾	Breaking force (g)		Deformation (mm)		Gel strength (g/cm ²)	
	0	2% salt	0	2% salt	0	2% salt
C	577.00±25.00	577.00±25.00	10.12±0.03	10.10±0.03	2938.64±127.32	2938.64±127.32
T1	436.33±47.18 ^B	597.33±26.10 ^A	7.10±2.63	6.92±2.81	2222.23±240.31 ^B	3075.53±183.22 ^A
T2	499.67±26.10	525.67±27.59	5.74±0.07 ^B	7.62±0.87 ^A	2544.78±132.94	2677.20±140.53
T3	123.00±37.32 ^B	482.00±58.95 ^A	7.54±4.45	7.70±2.11	626.43±190.08 ^B	454.62±300.54 ^A
T4	249.00±32.14 ^B	575.67±13.65 ^A	7.78±3.05	7.94±1.98	1268.15±163.69 ^B	2933.24±67.12 ^A
T5	608.67±57.52 ^B	786.67±72.86 ^A	8.44±1.81	9.98±0.09	3099.91±292.94 ^B	4006.46±371.06 ^A
T6	864.67±19.14 ^A	805.67±30.11 ^B	8.76±1.00	8.12±2.33	4403.71±97.48 ^A	4103.23±153.33 ^B
T7	984.00±126.11 ^A	678.00±28.16 ^B	8.74±1.21	8.30±2.09	5011.47±642.26 ^A	3453.03±143.42 ^B
T8	590.67±48.64 ^A	145.67±62.58 ^B	7.50±2.38	5.34±3.03	3008.24±247.75 ^A	741.87±318.72 ^B
T9	315.67±83.10	183.00±59.10	9.36±1.05	6.16±2.61	1607.68±423.25	932.01±301.00
T10	-	434.00±7.94	-	6.74±0.12	-	2210.34±40.42
T11	184.67±43.55	195.33±15.28	6.90±2.55	8.34±2.38	940.50±221.78	994.82±77.80

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

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

회수단백질 제조 방법과 소금 첨가 유무에 따른 회수단백질의 파괴강도, 변형값 및 켈강도는 Table 9에 나타내었다. 일반적으로 회수단백질의 물리적 품질 특성을 평가 시 단백질의 양이 많을수록 높은 파괴강도와 단백질 중 변성되지 않은 단백질의 함량이 높을수록 높은 변형값을 주로 대상으로 한다. 특히 파괴강도는 비육단백질들을 첨가함으로써 보완이 가능하지만 변형값은 기타 첨가제로서 조절 보완하기가 한계가 있기 때문에 특히 회수단백질 평가 시 주요 항목으로 활용한다. 소금 2% 첨가로 돼지뿔다리육으로 만든 회수단백질은 수세 횟수나 pH 조건에 무관하게 파괴강도 및 켈강도 등이 증가하였으나 특이하게도 폐계가슴육으로 만든 회수단백질은 2회 수세한 회수단백질(T5)만이 돼지뿔다리육과 같이 증가하는 것을 제외하고는 수세 4(T6), 6(T7)회 한 것이나 산성 pH 2.5(T8)로 조절한 회수단백질은 오히려 감소하였다. 변형값은 돼지뿔다리육을 4회 수세한 회수단백질(T2)만이 소금 2% 첨가로 증가하였으며, 나머지 처리구들은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 폐계가슴육을 이용하여 4, 6회로 과다하게 수세하여 제조한 회수단백질이나 산성 pH(2.5 또는 3)로 조절하여 제조한 회수단백질의 경우 소금을 첨가할수록 파괴강도와 켈강도가 오히려 낮아졌는데 이는 이미 단백질 구조가 풀려 매트릭스를 형성할 수 있는 여건이 만들어진 상태에서 소금이 들어가 단백질의 구조를 과하게 풀리게 함으로써 매트릭스 형성에 방해가 되어 오히려 켈강도 등을 떨어뜨리는 결과를 초래한 것으로 판단된다. 특히 폐계가슴육을 이용한 알칼리 처리(pH 10.5)구는 소금 미 첨가 시 켈 형성이 되지를 않았다. Park 등(2003)은 산과 알칼리 처리한 시료에서 회수한 단백질로 만든 gel의 파괴강도와 변형값 비교에서 산 처리보다

알칼리 처리가 두 항목 모두 높게 나타났다고 보고하였다. Smyth와 O'neill(1997)은 수리미를 pH 6.4에서 pH 6.0으로 낮출수록 겔강도가 높았다는 보고와 Xiong과 Brekke(1991)의 닭고기와 칠면조 고기에서 추출한 단백질 용액의 겔강도는 pH 6.0에서 가장 높았다고 보고하였다. Kang 등(2006)은 소금을 첨가하지 않은 대조구에 비하여 소금을 첨가한 수리미의 겔강도가 더 높았다고 보고하였다.

Table 10. Shear force, folding score and count gel strength of recovered protein

Treatments ¹⁾	Shear force (kg/cm ²)		Folding score ²⁾		Count gel strength (g*mm)	
	0	2% salt	0	2% salt	0	2% salt
C	1.79±0.09	1.79±0.09	3.00±0.00	3.00±0.00	5839.24±254.29	5828.20±270.26
T1	2.49±0.11 ^A	1.68±0.13 ^B	2.33±0.58 ^B	4.00±0.00 ^A	3112.12±1298.19	4176.56±1865.13
T2	2.31±0.12 ^A	1.71±0.10 ^B	3.67±0.58	4.67±0.58	2867.98±149.72 ^B	3999.02±401.51 ^A
T3	2.23±0.13	1.73±0.20	1.67±0.58	2.00±0.00	1037.88±732.85 ^B	3762.40±1286.88 ^A
T4	2.52±0.11 ^A	1.79±0.04 ^B	1.67±0.58	2.67±0.58	2002.18±957.17 ^B	4585.02±1227.88 ^A
T5	2.55±0.11 ^A	1.87±0.15 ^B	2.67±0.58	2.67±0.58	5121.58±1094.18 ^B	7855.20±796.57 ^A
T6	2.73±0.16	2.23±0.30	2.67±0.58	3.67±0.58	7562.14±711.18	6518.28±1761.18
T7	2.96±0.12 ^A	1.99±0.12 ^B	2.67±0.58	3.67±0.58	8568.00±1269.59	5651.18±1582.29
T8	2.69±0.45	1.62±0.08	2.00±0.00	1.67±0.58	4495.08±1714.17 ^A	899.98±878.12 ^B
T9	2.52±0.11 ^A	1.96±0.22 ^B	1.67±0.58	1.67±0.58	2913.82±636.90 ^A	1209.72±737.33 ^B
T10	.-	2.47±0.16	2.00±0.00	2.67±0.58	-	2924.86±56.74
T11	3.02±0.46	2.67±0.23	2.00±0.00	2.33±0.58	1278.50±543.10	1638.08±534.73

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

²⁾ 5 (No crack showing after folding twice), 4 (No crack showing after folding in half), 3 (Cracks gradually when folded in half), 2 (Cracks immediately when folded in half), 1 point (Breaks by finger pressure).

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

회수단백질 제조 방법과 소금 첨가 유무에 따른 회수단백질의 전단가, folding 점수 및 겔강도(파괴강도×변형값)는 Table 10에 나타내었다. 전단가는 돼지뒷다리 육으로 2(T1), 4(T2)회 수세한 것과 pH 11(T4)로 조절한 회수단백질 및 폐계가슴육으로 2(T5), 6(T7)회 수세한 회수단백질은 소금 첨가로 오히려 낮아져 파괴강도와 겔강도와는 일치하지 않았다. 회수단백질의 겔 특성을 정확하게 측정하기 위해서는 shear 또는 punch test보다는 torsion(twisting) test가 더 합리적이라고 제시하고 있다. 특히 폐계가슴육을 이용하여 pH 10.5(T10)로 조절하여 제조한 회수단백질은 소금을 첨가하지 않을 경우 겔 형성이 되지 않았다. Folding 점수는 회수단

백질 가열 겔의 특성을 사람이 직접 접으면서 판단할 수 있어 산업현장에서 실용적으로 이용되는 방법이기도 하다. Folding 시험 결과 돼지뒷다리육을 2회 수세한 회수단백질(T1)만이 소금 2% 첨가로 증가하였으며, 나머지 처리구들은 유의적인 차이를 보이지 않았다. Chio와 Park(2002) 및 Jin 등(2005)은 수세 횟수가 증가할수록 파괴강도 및 변형값은 높았다고 보고하였다. 수리미의 가열 겔을 형성하기 위해 첨가하는 염은 myosin을 녹이고 가열 중에 myosin의 망상구조에 기여함으로써 탄성적인 겔의 형성에 중요한 역할을 행사하기 때문에 수리미의 가열 겔 형성을 위해 염의 첨가는 필수적이며(Niwa, 1992), 염의 첨가량이 1 M일 때까지 겔 강도는 증가하고 그 이상일 경우는 오히려 감소한다고 하였으며(Shimizu와 Simidu, 1955), Park 등(2003)도 어육 수리미에 2% 소금 첨가 시 파괴강도는 반으로 준다고 하였으며, 수리미로서 기능을 발휘하기 위해서는 파괴강도 100 g 및 변형값 4.6 mm 이상이어야 한다고 제안하였다.

Table 11. Textural properties of recovered protein

Treatments ¹⁾	Brittleness (kg)		Hardness (kg)		Cohesiveness (%)	
	0	2% salt	0	2% salt	0	2% salt
C	0.41±0.07	0.41±0.07	0.53±0.04	0.53±0.04	51.58±6.56	51.58±6.56
T1	0.18±0.02 ^B	0.41±0.10 ^A	0.25±0.03 ^B	0.57±0.04 ^A	31.61±4.47 ^B	55.67±1.86 ^A
T2	0.36±0.12	0.36±0.05	0.49±0.04 ^A	0.36±0.05 ^B	53.02±4.41	48.42±4.69
T3	0.06±0.01 ^B	0.47±0.10 ^A	0.08±0.02 ^B	0.56±0.13 ^A	19.58±1.57 ^B	41.92±4.80 ^A
T4	0.13±0.07 ^B	0.49±0.08 ^A	0.13±0.06 ^B	0.51±0.09 ^A	31.86±7.44 ^B	51.16±1.51 ^A
T5	0.30±0.15	0.47±0.06	0.31±0.14 ^B	0.63±0.04 ^A	32.36±1.75 ^B	49.62±4.27 ^A
T6	0.56±0.15	0.62±0.21	0.63±0.19	0.77±0.03	39.73±14.01	52.02±1.58
T7	0.63±0.09	0.39±0.14	0.70±0.05	0.63±0.07	34.52±1.85 ^B	54.35±3.75 ^A
T8	0.48±0.12 ^B	0.08±0.02 ^A	0.62±0.27 ^A	0.10±0.01 ^B	35.69±2.13 ^A	27.58±0.11 ^B
T9	0.42±0.21	0.13±0.03	0.48±0.14 ^A	0.14±0.02 ^B	42.43±16.52	22.48±5.49
T10	0.43±0.17	0.26±0.08	0.46±0.14	0.28±0.05	24.57±2.46	37.01±5.04
T11	0.11±0.03	0.07±0.02	0.15±0.02	0.10±0.03	29.92±4.59	24.99±3.98

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

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

회수단백질 제조 방법과 소금 첨가 유무에 따른 회수단백질의 조직감은 Table 11에 나타내었다. 소금 2% 첨가로 표면경도, 경도, 응집성, 검성 및 씹힘성은 돼지 뒷다리육을 이용하여 2회 수세나 pH 조절에 의해 제조된 회수단백질들의 경우 증가하였으나 돼지뒷다리육을 이용하여 4회로 과하게 수세한 회수단백질(T2)와 폐계가슴육을 이용하여 산성 pH 2.5(T8)와 3(T9)으로 조절한 회수단백질은 오히려 낮아졌다.

탄력성의 경우 돼지뒷다리육을 이용하여 4회 수세한 회수단백질(T2)와 폐계가슴육을 이용하여 알칼리 조건인 pH 10.5(T10)와 11(T11)로 조절하여 제조한 회수단백질의 경우 소금 첨가로 증가하여 조직감 항목 중 강도와 관련된 파괴강도와 관련되기보다는 변형값과 더 유사한 경향을 보여 탄력성은 변형값과 더 관련이 있는 것으로 판단된다. Lee와 Han(1999)은 표면경도, 탄력성, 응집성, 검성 및 씹힘성은 pH 6.0으로 제조한 수리미가 pH 5.0, 7.0 및 8.0으로 제조한 수리미보다 높았고, Park 등(2005)과 Jin 등(2006)은 pH 11.0 용액으로 제조한 수리미가 수세 및 pH 2.5, 3.0 및 10.5 용액으로 제조한 수리미보다 응집성, 탄력성 및 검성이 높은 경향을 보였다고 하였으며, 염용성단백질을 가열처리하여 gel을 형성하였을 때 pH에 따른 강도를 비교한 연구에서 닭, 돼지고기 및 대구에서 추출한 actomyosin 용액을 가열하여 제조된 gel이 pH 5.5~6.0에서 강도(work penetration)가 가장 높다고 보고한 바 있다(Foegeding, 1988). Kang 등(2006)은 수리미 제조에서 3.0%까지 소금 첨가는 조직감을 향상시킨다고 하였고, Lee(1986)는 최적의 겔강도와 조직감은 적정 이온농도(적정 염 농도), pH, 온도 및 수분함량을 통한 근원섬유단백질의 충분한 용해가 요구된다고 보고 한 바 있다. Hastings(1989) 및 Lee 등(1999)은 종합적인 기계적 물성변화에서 수세 횟수가 증가할수록 수분함량 증가로 인해 경도가 낮았다고 하였으며, 일반적으로 소금은 수리미 제조 시 젤 형성을 위해 최종 제품의 중량에 대해 약 1.5~3% 정도가 첨가되며(Park 등, 1988), 근원섬유단백질을 용해시키고(Hennigar 등, 1989), 우육과 돈육에 있어 젤 경도와 보수력을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Park 등, 1996a). Roussel와 Cheftel(1990)은 가열 젤화 과정에서 소금의 첨가에 의한 근원섬유의 해리, 가열변성에 의한 단백질 구조의 풀림과 기능기의 노출, 3차원 망상 구조를 형성하는 응집의 단계로 진행하기 때문에 가열 젤을 형성하기 위해서는 소금의 첨가가 필수적이라고 하였다.

회수단백질 제조 방법과 소금 첨가 유무에 따른 회수단백질의 색깔은 Table 12에 나타내었다. 소금 2% 첨가로 대부분 처리구들이 L^* (명도), a^* (적색도), b^* (황색도) 및 $W^*(L^* - 3b^*)$ (백색도) 값이 낮아졌으나 소금 2% 첨가로 L^* 값은 폐계가슴육을 이용하여 pH 3으로 제조한 회수단백질(T9)이, W^* 값은 두 육 모두 수세 횟수가 많은 처리구들이 높게 나타났다. Lee와 Han(1999)은 pH가 5.0에서 7.0까지 증가할수록 명도(L^*)와 백색도(W)는 감소하고 적색도(a^*) 값은 증가한다는 보고하였으며, pH 11.0에서 제조한 수리미가 pH 2.5, 3.0 및 10.5에서 제조한 수리미보다 명도(L^*)값은 높고 적색도(a^*)와 황색도(b^*)값은 낮았다고 보고(Jin 등, 2006)하였다. Kang 등(2006)은 돈육 수리미 제조 시 2.0과 3.0% NaCl 첨가 수리미가 1.0과 4.0% 첨가 수리미에 비해 적색도(a^*)와 황색도(b^*) 값이 현저히 낮아진다고 보고하였고, NaCl은 Fe^{3+} 의 활성을 강화시키고(Kanner 등, 1991), NaCl로부터 유래된 Cl^- 는 Fe^{3+} 의 용해도를 증가시켜 지질의 과산화(Osinchak 등, 1992)를 촉진하는 것으로 알려져 있다.

Table 11. Continued

Treatments ¹⁾	Springiness (mm)		Gumminess (kg)		Chewiness (kg*mm)	
	0	2% salt	0	2% salt	0	2% salt
C	13.87±0.16	13.87±0.16	27.55±4.62	27.55±4.62	382.22±66.54	382.22±66.54
T1	13.80±0.66	13.35±0.27	7.92±0.33 ^B	31.84±2.91 ^A	109.18±3.12 ^B	425.80±47.65 ^A
T2	13.03±0.22 ^B	13.66±0.17 ^A	26.17±3.07 ^A	17.55±0.58 ^B	341.40±44.75 ^A	239.60±5.72 ^B
T3	12.45±2.10	13.12±0.54	1.61±0.31 ^B	23.91±7.64 ^A	19.60±0.39 ^B	314.96±104.85 ^A
T4	13.72±0.12	10.52±3.41	4.57±2.62 ^B	26.35±4.63 ^A	62.66±35.84 ^B	287.51±133.14 ^A
T5	13.99±0.11	12.96±0.98	9.85±4.07 ^B	31.38±4.55 ^A	137.53±55.90 ^B	407.76±78.79 ^A
T6	13.15±0.76	12.84±0.38	26.94±17.59	40.28±2.65	345.94±205.81	517.32±40.76
T7	11.97±1.51	13.01±0.41	24.34±2.81	34.14±5.67	290.32±39.33 ^B	442.92±62.34 ^A
T8	11.88±1.73	9.36±2.24	21.93±8.81 ^A	2.64±0.24 ^B	254.25±89.40 ^A	24.71±3.95 ^B
T9	11.56±3.45	13.84±0.09	19.22±2.15 ^A	3.06±0.31 ^B	218.50±41.46 ^A	41.17±4.59 ^B
T10	7.66±2.04 ^B	13.23±0.49 ^A	11.42±4.52	10.39±3.05	92.04±57.87	137.02±37.64
T11	12.84±0.58 ^B	13.95±0.12 ^A	4.63±0.90	2.70±1.10	59.44±12.44	37.56±15.06

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

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

일반적으로 수리미 유사물 제조 시 실시되는 세척작업에 있어서 염들과 산성 pH는 힘(Heme) 색소물질과 지방은 효율적으로 제거시킬 수 있는 장점이 있지만, 단백질의 수율을 감소시킨다고 보고하였다(Wimmer 등, 1993). 수리미는 수세 공정을 통해 다량의 혈색소인 hemoglobin과 육색소인 myoglobin이 제거되어 적색도 및 황색도가 감소하며(Park 등, 2003a), Jin 등(2005)은 수세한 어육 수리미의 표면 색도의 경우 명도는 높고 적색도는 낮을수록 좋다고 하였다. Choi와 Park(2002)은 명태 수리미 제조 시, Nowsad 등(2000)과 Jin 등(2005)은 폐계육 수리미 제조 시 수세 횟수 증가로 명도는 높아지고 적색도와 황색도는 낮아진다고 보고와 Park 등(2003c)은 가열 젤의 백색도는 소금 첨가량의 증가와 더불어 증가한다고 하였으며, Kang 등(2006)은 돼지고기 수리미 유사물 내에 근원섬유단백질과 함께 포함되어 있는 힘(heme) 관련 색소물질들은 첨가되는 소금의 함량이 2~3%일 때 불활성화 되어 젤의 적색도와 황색도를 낮추어 전체적으로 깨끗한 색깔이 나타난다고 보고하였다. Park 등(2003b)은 어육 수리미로서 기능을 발휘하기 위해서는 백색도가 25.5 이상이어야 한다고 제안하였으며, Antonomanolaki 등(1999)은 양고기를 수세하여 수리미를 제조 시 명도 74.99, 적색도 0.17, 황색도 12.78을 나타내었다고 하였다.

Table 12. Surface color of recovered protein

Treatments ¹⁾	L*		a*	
	0	2% salt	0	2% salt
C	70.71±0.45	70.71±0.45	0.56±0.20	0.56±0.20
T1	80.82±1.12 ^A	75.55±0.35 ^B	6.81±0.47	5.73±0.63
T2	73.61±0.98 ^A	69.33±0.23 ^B	10.87±0.39 ^A	9.90±0.14 ^B
T3	57.15±2.11	57.96±0.77	11.99±0.34 ^A	11.12±0.26 ^B
T4	66.34±3.10	69.12±0.31	11.37±1.29 ^A	8.75±0.28 ^B
T5	83.20±0.51 ^A	79.21±0.55 ^B	9.95±0.15 ^A	9.64±0.10 ^B
T6	82.31±1.16 ^A	78.88±0.32 ^B	6.99±0.07 ^B	7.88±0.05 ^A
T7	81.42±1.81 ^A	77.30±0.67 ^B	7.66±0.28 ^B	8.99±0.33 ^A
T8	81.47±0.10 ^A	73.80±2.31 ^B	7.34±0.36	7.84±0.19
T9	68.13±0.11 ^B	74.41±1.00 ^A	7.88±0.41	7.71±0.29
T10	80.47±1.16	79.18±0.16	7.31±0.44 ^A	5.97±0.28 ^B
T11	79.99±0.69 ^A	77.88±0.48 ^B	8.74±0.20 ^A	6.01±0.16 ^B

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

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

Table 12. Continued

Treatments ¹⁾	b*		W*	
	0	2% salt	0	2% salt
C	4.80±0.33	4.80±0.33	56.30±0.58	56.30±0.58
T1	7.29±0.48	6.52±0.18	58.94±2.53	55.99±0.66
T2	1.98±0.27 ^A	-2.13±0.2 ^B	67.68±1.22 ^B	75.73±0.56 ^A
T3	11.23±0.25 ^A	9.62±0.30 ^B	23.45±2.23 ^B	29.10±1.66 ^A
T4	8.43±0.34 ^A	7.49±0.14 ^B	41.04±4.11	46.66±0.45
T5	4.25±0.18 ^A	3.39±0.40 ^B	70.44±1.04	69.04±1.55
T6	6.65±0.38 ^A	4.45±0.10 ^B	62.37±2.31	65.53±0.40
T7	5.90±0.48 ^A	2.74±0.06 ^B	63.71±3.24 ^B	69.07±0.50 ^A
T8	6.11±0.30	6.90±0.42	63.13±0.85 ^A	53.11±3.52 ^B
T9	7.14±0.29	7.60±0.35	46.72±0.79 ^B	51.62±2.02 ^A
T10	5.81±0.36	5.63±0.16	63.05±0.27 ^A	62.30±0.37 ^B
T11	6.01±0.42 ^B	6.92±0.17 ^A	61.95±1.95 ^A	57.11±0.10 ^B

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

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

회수단백질 제조 방법과 소금 첨가 유무에 따른 회수단백질의 관능검사 결과는 Table 13에 나타내었다. 모든 처리구들이 관능검사의 모든 항목에서 소금을 첨가할수록 좋은 결과였으나 폐계가슴육을 이용하여 산성 pH로 조절한 것들(T8, T9)은 소금 첨가에 대한 효과가 나타나지 않아 전체적인 기호도면에서 pH 2.5로 조절한 T8 처리구는 오히려 소금 첨가로 낮아졌다. Park 등(2005)과 Jin 등(2006)은 pH 11.0 용액으로 제조한 수리미가 수세 및 pH 2.5, 3.0 및 10.5 용액으로 제조한 수리미에 비해 관능평가(색도, 향, 풍미, 다즙성, 연도 및 전체적 기호도)에서 현저한 차이를 보이지 않았다는 보고하였다. Kang 등(2006)은 관능평가에서 2.0% 소금이 첨가된 돈육 수리미의 색깔이 선명하면서 밝은 것으로 나타났고 전체적인 기호성도 우사하다고 하였으며, Jin 등(2005)은 육색과 전체 기호도에서 6회 수세한 수리미가 2회와 4회 수세한 수리미에 비해 약간 높았으나 수세 횟수를 달리하여 제조한 수리미에서 처리구 간에 차이를 보이지 않았다고 하였다. Kang 등(2006)은 수리미 제조 시 소금의 농도를 높일 경우, 수리미의 강도는 높일 수 있지만 깨끗하지 못하고 어두운 색깔로 인하여 소비자들로부터 저품질로 평가받을 수 있으며, 소금 2% 첨가구가 색이 선명하고 밝으며, 전체적인 기호성도 높았다고 보고하였다.

Table 13. Sensory scores²⁾ of recovered protein

Treatments ¹⁾	Aroma		Flavor		Meat color	
	0	2% salt	0	2% salt	0	2% salt
C	8.67±0.52 ^a	8.67±0.52 ^a	5.67±1.03	5.67±1.03	5.50±1.05	5.50±1.05
T1	3.67±0.52 ^B	6.83±0.75 ^A	4.83±0.41 ^B	6.67±0.52 ^A	5.00±0.63 ^B	7.83±0.41 ^A
T2	7.00±0.63 ^B	7.83±0.41 ^A	7.00±0.63 ^B	7.83±0.41 ^A	7.33±0.82	7.67±0.52
T3	3.17±0.41 ^B	4.50±0.55 ^A	2.33±0.52 ^B	4.17±0.41 ^A	3.17±0.98 ^B	4.67±0.52 ^A
T4	2.17±0.41 ^B	4.83±0.75 ^A	2.33±0.52 ^B	4.67±0.52 ^A	3.50±0.84 ^B	5.67±0.52 ^A
T5	4.17±0.41 ^B	5.00±0.63 ^A	4.17±0.41	4.67±0.52	5.17±0.41	5.67±0.52
T6	4.67±0.52 ^B	7.00±0.63 ^A	4.33±0.52 ^B	6.50±0.84 ^A	4.83±0.41 ^B	6.33±0.52 ^A
T7	4.17±0.41 ^B	7.17±0.41 ^A	4.17±0.41 ^B	5.67±0.52 ^A	5.17±0.41 ^B	6.67±0.52 ^A
T8	2.67±0.52	2.17±0.41	2.83±0.41	2.83±0.41	2.83±0.41	2.83±0.41
T9	2.33±0.52	2.17±0.41	2.50±0.55	2.17±0.41	2.33±0.52	2.17±0.41
T10	2.83±0.41 ^B	4.00±0.63 ^A	3.00±0.63	3.50±0.55	3.83±0.41 ^B	4.83±0.41 ^A
T11	3.17±0.41	3.67±0.52	2.83±0.41 ^B	3.67±0.52 ^A	3.83±0.41 ^B	4.83±0.75 ^A

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

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

Table 13. Continued

Treatments ¹⁾	Juiciness		Tenderness		Overall acceptability	
	0	2% salt	0	2% salt	0	2% salt
C	2.00±0.63	2.00±0.63	4.83±0.75	4.83±0.75	6.33±0.52	6.33±0.52
T1	4.17±0.41 ^B	7.17±0.41 ^A	4.83±0.41 ^B	6.67±0.52 ^A	4.50±0.17 ^B	8.53±0.27 ^A
T2	7.67±0.52	7.67±0.52	7.67±0.52	7.67±0.52	7.33±0.48	7.77±1.17
T3	2.17±0.41 ^B	4.67±0.52 ^A	2.33±0.52 ^B	3.67±0.52 ^A	2.63±0.32 ^B	5.70±0.21 ^A
T4	2.67±0.52 ^B	5.17±0.41 ^A	3.17±0.75 ^B	4.83±0.41 ^A	2.77±0.15 ^B	5.80±0.13 ^A
T5	4.83±0.41	4.83±0.41	4.83±0.41	4.83±0.75	4.63±0.20 ^B	7.03±0.76 ^A
T6	5.17±0.41 ^B	5.83±0.41 ^A	5.00±0.63 ^B	5.83±0.41 ^A	4.80±0.25 ^B	8.40±0.00 ^A
T7	5.17±0.41 ^B	5.83±0.41 ^A	3.83±0.41 ^B	5.67±0.52 ^A	4.50±0.11	6.10±1.87
T8	3.17±0.41	2.83±0.41	2.83±0.41	2.83±0.41	2.87±0.35 ^A	2.53±0.10 ^B
T9	2.33±0.52	2.50±0.55	2.33±0.52	2.83±0.41	2.37±0.27 ^B	3.67±0.80 ^A
T10	2.83±0.41 ^B	4.17±0.41 ^A	3.00±0.63 ^B	5.17±0.41 ^A	3.10±0.24 ^B	4.60±0.25 ^A
T11	4.17±0.41	4.67±0.52	4.17±0.41	4.33±0.52	3.63±0.20	2.63±1.19

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

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

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

회수단백질 제조 방법과 소금 첨가 유무에 따른 회수단백질의 특성을 종합하면 돼지뒀다리육을 이용할 경우 수세 횟수와 pH 조건에 무관하게 소금 2% 첨가 시 물리적 특성을 향상시켰으나 폐계가슴육을 이용한 회수단백질은 수세 횟수가 많거나 산성 pH 조건으로 제조한 회수단백질에 2%의 소금을 첨가할 경우 오히려 회수단백질 겔 특성이 낮아졌다. 결론적으로 2% 소금 첨가로 돼지뒀다리육을 이용할 경우 4회 수세하거나 pH 조건에 상관없이 pH 조절 시에는 겔 형성에 도움이 되었으며, 폐계가슴육을 이용할 경우는 2회 수세하거나 알칼리 조건인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질에 소금을 첨가함으로써 겔 형성에 도움이 되었다.

다) 회수단백질 제조 방법 간의 특성

축육 회수단백질 제조를 위해 돼지뒀다리육과 폐계가슴육을 이용하여 수세 횟수(2, 4회)와 pH 조절 조건(3, 11)에 따른 회수단백질의 특성을 파악하기 위하여

Table 2와 같은 실험설계로 실시하였으며, 물성 특성을 파악하기 위해 모든 처리구에 소금 2%씩을 첨가하여 가열 겔을 만든 후 시험에 이용하였다.

Table 14. Proximate compositions of recovered protein

Treatments ¹⁾	Water (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)
C	74.83±0.64 ^d	17.36±0.60 ^c	2.40±0.27 ^a
T1	77.88±0.20 ^c	14.82±0.27 ^d	1.15±0.02 ^b
T2	77.95±0.23 ^{bc}	14.71±0.13 ^d	1.14±0.01 ^b
T3	77.01±0.40 ^c	14.95±0.23 ^d	1.13±0.01 ^b
T4	76.72±1.92 ^c	14.55±0.44 ^d	1.14±0.01 ^b
T5	79.79±1.06 ^b	20.47±0.11 ^a	1.18±0.01 ^b
T6	79.83±0.25 ^b	20.11±0.33 ^a	1.19±0.02 ^b
T7	78.25±0.24 ^{bc}	19.01±0.43 ^b	1.18±0.01 ^b
T8	82.25±1.99 ^a	18.64±0.29 ^b	1.17±0.01 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

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

회수단백질의 일반성분은 Table 14에 나타내었다. 수분은 명태연육보다는 축육 회수단백질들이 수세보다는 pH 조절법이 돼지뒷다리육보다는 폐계가슴육 회수단백질들이 높았고, 폐계가슴육을 이용하여 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질(T8)가 가장 높았으며, 명태연육(C)이 가장 낮았다. 근원섬유단백질은 수세 시 일부 녹으며, 1, 2회 수세 시는 물로 하지만 근원섬유단백질이 swelling 되어 물이 잘 빠지지 않기 때문에 3회 수세 시는 0.1% 소금용액을 이용 시 조직이 오므라들면서 물이 잘 빠지게 된다. 조단백질 함량은 수세<명태<pH 조절 회수단백질 순이었고, 알칼리보다는 산성 pH 조절 시 더 높았으며, 두 육 간에는 차이를 보이지 않았다. 조지방 함량은 명태연육에 비하여 전 축육 회수단백질들이 높았다. Stefansson과 Hultin(1994)는 수세를 통한 일반적인 수리미 제조공정에서 수세 횟수가 증가함에 따라 근원섬유 단백질의 일부가 소실되고 수분함량이 증가한다는 보고와 Lin 등(1995)은 수리미 제조 라인에서 수세 횟수가 증가함에 따라 지방 함량이 낮았다고 보고하였다. 계육의 지방 함량은 약 3~4% 이하인데(Amato 등, 1989; Lan 등, 1995), Nowsad 등(2000)은 닭고기 수리미 제조를 위해 수세하였을 경우 지방은 약 1% 이하의 수준을 나타낸다고 보고하였다. Lue 등(2004)은 단백질 함량은 Alaska pollack 및 일반적으로 제조되는 crab 수리미의 겔 특성에 가장 큰 영향을 미치며, 콜라겐 및 결합조직 단백질 함량 역시 겔 및 조직감에 중요하게 작용한다. 일반적

으로 수리미는 조단백질 및 근원섬유단백질 함량이 높고 수율이 많으면서 수분 및 조지방 함량이 적은 것이 가장 좋은 결과이다(Jin 등, 2006). 또한 돈육 및 계육의 지방 함량은 약 2-4% 이하인데 수리미 제조를 위해 수세하였을 경우, 지방함량은 약 1% 수준을 나타낸다고 보고하였다(Jin 등, 2007; Nowsad 등, 2000).

Table 15. Myofibrillar protein, collagen, myoglobin and met myoglobin contents of recovered protein

Treatments ¹⁾	Myofibrillar protein (mg/g)	Collagen (mg/g)	Myoglobin (mg/g)	Met myoglobin (%)
C	5.00±0.03 ^b	1.32±0.13 ^{bcde}	2.23±0.18 ^f	29.11±0.80 ^b
T1	5.03±0.03 ^b	1.68±0.13 ^a	5.38±0.35 ^{cd}	19.87±2.80 ^{cd}
T2	5.02±0.03 ^b	1.49±0.13 ^b	3.20±0.17 ^e	21.27±3.49 ^c
T3	5.01±0.03 ^b	1.47±0.09 ^{bc}	4.86±0.23 ^d	37.56±0.04 ^a
T4	5.01±0.03 ^b	1.38±0.09 ^{bcd}	2.53±0.29 ^f	37.73±0.99 ^a
T5	5.02±0.02 ^b	1.27±0.12 ^{cd}	7.52±0.62 ^a	17.90±0.82 ^{de}
T6	5.01±0.02 ^b	1.15±0.10 ^e	6.62±0.26 ^b	15.82±1.96 ^{ef}
T7	5.01±0.01 ^b	1.31±0.10 ^{bcde}	6.82±0.10 ^b	12.75±1.79 ^f
T8	5.08±0.02 ^a	1.24±0.12 ^{de}	5.87±0.28 ^c	15.65±1.02 ^{ef}

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

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

회수단백질의 염용성단백질, 콜라겐, 마이오글로빈 및 산화 마이오글로빈은 Table 15에 나타내었다. 염용성단백질은 폐계가슴육을 이용하여 pH 11로 제조한 회수단백질(T8)가 다른 처리구들에 비하여 유의적으로 높았다. 콜라겐 함량은 수세법보다 pH 조절법이 낮았으며, 돼지뒷다리육보다는 폐계가슴육이 낮았다. 마이오글로빈 함량은 수세법보다 pH 조절법이 높았고, 돼지뒷다리육보다는 폐계가슴육이 낮았으며, 명태연육보다 축육 회수단백질들이 높았다. 마이오글로빈 산화율은 수세법보다 pH 조절법이 낮았으며, 두 육 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 수세에 의한 방법보다 산 및 알칼리 처리에 의해 회수된 회수율이 높았다는 보고(Park 등, 2003)하였으며, 수세나 산 처리에 의한 단백질 회수보다 알칼리 처리에 의한 단백질 회수율이 높았다고 보고(Suzuki, 1981)하였다. Ha와 Woo(1997)는 수리미에서 수분 증가는 수리미 제조과정에서의 수세에 따른 변화로 보인다는 보고하였으며, 단백질 감소는 수용성 단백질 대부분과 수세 과정의 이행에 따른 일부 염용성 단백질의 손실에 기인한다는 보고하였다. Choi와 Park(2002)은 3회 수세한 수리미가 1회 수세한 수리미보다 수율이 낮았다고 하였다.

Table 16. Physico-chemical characteristics and yield of recovered protein

Treatments ¹⁾	pH	WHC (%)	Cooking loss (%)	Shear force (kg/cm ²)	Yield (%)
C	7.54±0.07 ^{ab}	83.77±0.38 ^b	9.25±0.50 ^a	3.52±0.23 ^a	30.33±1.53 ^d
T1	7.35±0.04 ^{bcd}	75.49±0.70 ^f	37.81±0.38 ^{ab}	2.16±0.03 ^{cd}	54.05±2.83 ^a
T2	7.29±0.03 ^{cd}	77.31±0.40 ^d	34.96±2.19 ^c	1.90±0.02 ^d	51.11±4.20 ^{ab}
T3	7.30±0.04 ^{cd}	76.69±0.31 ^{de}	38.22±0.34 ^{ab}	2.16±0.07 ^{cd}	45.06±4.26 ^{bc}
T4	7.28±0.02 ^d	77.17±0.52 ^d	33.94±0.56 ^c	1.84±0.05 ^d	43.88±3.56 ^{bc}
T5	7.27±0.04 ^d	86.73±0.62 ^a	36.86±0.34 ^b	2.05±0.04 ^{cd}	47.05±3.82 ^{abc}
T6	7.66±0.21 ^a	79.10±0.15 ^c	38.36±0.42 ^{ab}	2.55±0.13 ^b	43.08±4.16 ^c
T7	7.49±0.21 ^{abc}	79.17±0.34 ^c	39.23±0.28 ^a	2.57±0.52 ^b	40.07±4.15 ^{cd}
T8	7.48±0.06 ^{abc}	76.12±0.23 ^{ef}	38.22±0.30 ^{ab}	2.39±0.11 ^{bc}	33.33±5.12 ^d

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

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

Table 17. Breaking force, deformation and gel strength of recovered protein

Treatments ¹⁾	Breaking force (g)	Deformation (mm)	Gel strength (g*mm)
C	289.00±1.00 ^a	7.96±0.02 ^a	2,300.74±14.73 ^a
T1	213.00±3.61 ^d	5.52±0.11 ^f	1,175.00±7.08 ^g
T2	213.00±2.65 ^d	5.83±0.21 ^e	1,241.30±30.97 ^f
T3	212.33±1.53 ^d	5.78±0.17 ^e	1,227.61±36.08 ^{fg}
T4	213.00±3.36 ^d	5.83±0.13 ^e	1,241.65±46.79 ^f
T5	259.33±1.53 ^c	6.28±0.23 ^d	1,628.31±58.10 ^e
T6	274.00±1.00 ^b	6.81±0.01 ^b	1,865.39±6.68 ^b
T7	262.67±2.08 ^c	6.53±0.02 ^c	1,715.49±16.19 ^d
T8	263.67±4.51 ^c	6.79±0.02 ^b	1,790.08±27.36 ^c

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

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

회수단백질의 이화학적 성질은 Table 16에 나타내었다. pH는 폐계가슴육을 이용하여 pH 3으로 조절하여 제조한 회수단백질(T6)가 가장 높았으며, 수세법보다 명태연육과 pH 조절법이 높았다. 보수력은 수세법보다는 pH 조절법과 명태연육이 높았으며, pH 조절법 내에서는 산처리보다 알칼리 처리 시 낮았다. 가열감량은 수세법보다는 pH 조절법과 명태연육이 높았다. 전단가는 명태연육이 가장 높았으며, 수세법보다는 pH 조절법이 높았으며, pH 조절법 내에서는 산처리보다 알칼리 처

리 시 높았다. 수율은 명태연육이 가장 낮았으며, 수세법보다 pH 조절법이 낮았고, 산처리보다 알칼리 처리 시 낮았다. 물론 수세 횟수가 많아질수록 수율은 낮았다. Antonomanolaki 등(1999)의 연구에서는 양고기를 이용하여 수리미 유사물질을 제조 시 pH의 수준이 6.05~7.06이었다고 하였으며, 일반적으로 식육의 pH는 5.4~6.0 수준을 나타낸다고 하였다(Bendall과 Swatland, 1988).

회수단백질의 파괴강도, 변형값 및 겔강도는 Table 17에 나타내었다. 파괴강도는 명태연육이 가장 높았고, 수세법<알칼리 처리<산 처리 순이었다. 회수단백질 품질 중 가장 중요 시 되는 변형값과 겔강도는 명태연육이 가장 높았고, 수세법<산 처리<알칼리 처리 순이었으며, 돼지뒷다리육보다 폐계가슴육이 높았다. Park 등(2003)은 산과 알칼리 처리한 시료에서 회수된 단백질로 만든 젤의 파괴강도와 변형값 비교에서 산 처리보다 알칼리 처리가 두 항목 모두 더 높게 나타났다고 보고하였고, Park(1994)은 수분 함량의 감소는 파괴강도와 변형값을 크게 증가시키는 것으로 보고했고, 또한 Jung 등(2004)은 어육, 닭가슴살 및 돼지 후지육을 이용하여 알칼리 공정으로 회수한 기능성 단백질 젤의 특성과 최적화에서 변형값은 꼬마 민어 > 닭가슴살 > 돼지 후지육 > 갈고등어 순으로 높았다고 보고하였다. Nowsad 등(2000)은 수세 및 미수세의 동일한 조건하에 겔강도와 파괴강도는 브로일러와 비교 시 노계육에서 더 높게 나타났다고 하였다. 수리미에 감자, 옥수수 및 밀전분과 같은 첨가물을 첨가 시 파괴강도는 감소하고, 변형값은 유의적인 영향을 미치지 않으며, 소 혈청 단백질은 변형값을 다소 증가시켰으나 분말 난백 단백질은 크게 감소시킨다고 보고하였다(Choi와 Choi, 2003). Rawdkuen 등(2004)은 닭 혈청 단백질의 첨가수준이 증가함에 따라 어육수리미의 modori gel의 파괴강도와 변형값은 증가하고, myosin heavy chain이 훨씬 더 많이 존재한다고 하였다. Park(1994)은 수분 함량의 감소가 파괴강도와 변형값을 증가시킨다고 보고하였다. Choi와 Park(2002)은 3회 수세한 수리미가 1회 수세한 수리미보다 파괴강도와 변형값이 높았다는 보고하였다. Jung 등(2004)은 닭 가슴살의 파괴강도와 변형값은 산성 용액보다 알칼리 용액으로 회수한 근원섬유 단백질이 높게 나타났고, pH 변화에 따른 물성의 변화가 다른 육에 비하여 크지 않은 것으로 보고하였다. Nowsad 등(2000)은 계육의 지방 함량은 약 3~4% 이하인데 닭고기 수리미 제조를 위해 수세하였을 경우, 지방은 약 1% 이하의 수준을 나타낸다고 보고하였다. Park(1994)은 수분 함량의 감소는 파괴강도와 변형값을 증가시킨다고 보고하였으며, Jung 등(2004)은 닭 가슴살의 파괴강도와 변형값은 산성 용액보다 알칼리 용액으로 회수한 단백질이 높게 나타났고, pH 변화에 따른 물성의 변화가 다른 육에 비하여 크지 않은 것으로 보고하였다. Antonomanolaki 등(1999)의 연구에서는 양고기를 이용하여 수리미 유사 물질을 제조 시 pH의 수준이 6.05~7.06이었다고 하였다.

수리미 겔의 물성은 punch test로 파괴강도와 변형값을 측정하는 일본의 방법을 사용하는데 국제적으로 공인되어 있다(Lanier와 Lee, 1992). Xiong과 Brekke(1990)는 식육의 종류나 부위에 따라 gel 강도는 약간 다르지만, 닭고기 가슴육에서 추출한 염용성단백질의 최대 gel 강도는 pH 6.0일 때라고 보고하였다. Wimmer 등(1993)은 단백질의 함량이 높을수록 수리미의 겔 강도가 높아진다고 보고하였으며, Antonomanolaki 등(1999)은 염용성단백질의 함량이 높을수록 수리미의 겔 강도가 증가된다고 보고하였다. 강 염기성 용액에 과다한 노출은 carboxylate-phenolic기와 양자화된 아미노기의 상호작용을 저해하여 응집물의 가교 결합을 방해하기 때문에 겔 형성에 영향을 미친다(Boye 등, 1997). Park 등(2003b)은 수리미로서 기능을 발휘하기 위해서는 파괴강도 100 g 및 변형값 4.6 mm 이상이어야 한다고 제안하였으며, Park(1994)은 수분함량의 감소는 파괴강도와 변형값을 증가시킨다는 보고하였다. 이는 수분함량보다는 조단백질 함량이 겔 특성에 더 많은 영향을 미침을 알 수 있다(Jin 등, 2006). 또한 Jung 등(2004)은 닭가슴살의 파괴강도와 변형값은 산성 용액보다 알칼리 용액으로 회수한 단백질이 높게 나타남을 보고하였다. Joo 등(1999)은 육에서의 물리적 특성은 사후 pH 값에 의해 많이 좌우되는 것으로 닭가슴살을 활용한 pH 3.0조절법에 의해 회수한 수리미의 높은 pH 값은 겔 특성인 파괴강도, 변형값 및 겔 강도 값을 높게 나타낸 것으로 판단된다. 또한 Park 등(2003)은 수리미로서의 기능을 발휘하기 위해서는 파괴강도 100 g 및 변형값 4.6 mm 이상이어야 한다고 제안하였는데 본 연구 결과 모든 처리구들이 이러한 조건을 충족시켰다.

Table 18. Surface color of recovered protein

Treatments ¹⁾	L*	a*	b*	W*
C	84.22±0.61 ^a	2.16±0.13 ^c	8.92±0.15 ^c	57.46±0.85 ^a
T1	81.68±0.60 ^b	2.02±0.15 ^c	9.20±0.13 ^c	54.08±0.94 ^b
T2	75.34±0.37 ^d	2.45±0.26 ^c	9.03±0.23 ^c	48.24±0.45 ^c
T3	80.55±1.06 ^{bc}	1.96±0.08 ^c	8.99±0.05 ^c	53.57±0.92 ^b
T4	75.23±0.41 ^d	2.56±0.10 ^c	9.38±0.18 ^c	47.08±0.94 ^c
T5	71.95±0.46 ^e	6.50±0.43 ^a	12.31±0.40 ^a	35.02±1.07 ^e
T6	79.26±0.55 ^c	0.49±0.11 ^d	12.03±0.27 ^a	43.17±0.49 ^d
T7	72.63±0.45 ^e	4.13±1.51 ^b	10.16±0.21 ^b	42.16±0.39 ^d
T8	79.31±2.44 ^c	1.97±1.01 ^c	10.40±0.68 ^b	48.12±4.03 ^c

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

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

회수단백질의 육색은 Table 18에 나타내었다. 명도를 나타내는 L^* 과 백색도를 나타내는 W^* 값은 명태연육>수세법>알칼리 처리>산 처리 순이었으며, 수세법에서는 돼지뒷다리육이 pH 조절법에서는 폐계가슴육이 더 높았다. 적색도를 나타내는 a^* 값은 산과 알칼리 처리가 수세법과 명태연육에 비하여 높게 나타났고 돼지뒷다리육보다 폐계가슴육이 낮았다. 황색도를 나타내는 b^* 값은 산 처리>알칼리 처리>수세법 및 명태연육 순이었다. Park 등(2003)은 수리미의 백색도(L^*-3b^*)는 육색소인 myoglobin 등이 함유된 수용성인 근형질 단백질의 함량이 많을수록 낮다고 하여 명도와 황색도와 관련성을 제시하였다. 일반적인 수세법에 의한 수리미 제조 시 Nowsad 등(2000)은 수세횟수가 증가할수록 육색소 등을 함유한 근형질 단백질이 제거되기 때문에 닭고기 수리미의 적색도는 감소하고 명도는 증가한다고 하였다. Chang-Lee 등(1990)은 수분 함량이 높은 수리미가 수분 함량이 낮은 수리미에 비해 명도(L^*)는 높았고, 황색도(b^*)는 낮았다는 보고와 Choi와 Park(2002)은 3회 수세한 수리미가 1회 수세한 수리미보다 명도(L^*)는 높았지만 적색도(a^*)와 황색도(b^*)는 낮았다는 보고하였다. Nowsad 등(2000)은 수분 함량이 높은 수리미가 수분 함량이 낮은 수리미에 비해 명도는 높았고, 황색도는 낮았다고 하였으며, Antonomanolaki 등(1999)의 연구에서는 양고기를 수세하여 수리미를 제조 시 명도값은 74.99를 나타내었고, 적색도는 0.17 그리고 황색도는 12.78을 나타내었다 하였다. 산과 알칼리 처리한 회수 단백질의 백색도는 적색육 어류가 백색육 어류에 비하여 낮는데, 이는 혈색소인 hemoglobin과 육색소인 myoglobin에 기인한다(Park *et al.*, 2003). Park 등(2003)은 수리미로서 기능을 발휘하기 위해서는 백색도가 25.5 이상이어야 한다고 제안하였는데 본 연구 결과 모든 처리구들이 이러한 조건을 충족하는 수준이었다. Nowsad 등(2000)과 Reppond와 Babbitt (1997)는 수분의 함량이 높을수록 명도는 증가하고 적색도는 감소한다고 보고하였으며, Antonomanolaki 등(1999)의 연구에서는 양고기를 수세하여 수리미를 제조 시 명도값은 74.99을 나타내었고, 적색도는 0.17 그리고 황색도는 12.78을 나타내었다 하였다. 수리미는 명도 및 백색도가 높을수록 선호도가 높다(Oehiai 등, 2001).

회수단백질의 조직감은 Table 19에 나타내었다. 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성은 명태연육, 알칼리 처리>산 처리>수세법 순이었으며, 응집성은 명태연육, 알칼리 처리>수세법>산 처리 순이었고, 탄력성은 명태연육, 수세법>산 처리>알칼리 처리 순이었으며, 모든 항목에서 돼지뒷다리육보다 폐계가슴육이 낮게 나타났다. Xiong과 Brekke(1990)는 식육의 종류나 부위에 따라 gel 강도는 약간 다르지만 닭고기 가슴육에서 추출한 염용성 단백질의 최대 gel 강도는 pH 6.0일 때라고 보고하였다. Ha와 Woo(1997)는 pH 6.0 용액으로 제조한 수리미가 6.4, 6.8, 7.2 및 7.6 용액으로 제조한 수리미보다 경도, 탄력성 및 응집성이 높았다고 하였고, Ha와 Woo(1997)는 돼지 심장을 이용하여 수리미 제조 시 pH 6.0 용액으로 제조한 수리미가 6.4, 6.8, 7.2 및 7.6

용액으로 제조한 수리미보다 경도, 탄력성 및 응집성이 높았다고 하였다. Wimmer 등 (1993)은 단백질의 함량이 높을수록 단백질 겔의 강도가 높아진다고 보고하였으며, Antonomanolaki 등(1999)은 염용성 단백질의 함량이 높을수록 수리미의 겔 강도가 증가된다고 보고하였다. Jin 등(2006)은 pH 조절법으로 제조한 수리미가 수세법보다 조직감을 개선시키며, Ha와 Woo(1997)는 돼지 심장을 이용하여 수리미 제조시 pH 6.0 용액으로 제조한 수리미가 6.4, 6.8, 7.2 및 7.6 용액으로 제조한 수리미보다 경도, 탄력성 및 응집성이 높다는 보고하였다.

Table 19. Textural properties of recovered protein

Treatments ¹⁾	Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg*mm)
C	0.75±0.09 ^a	0.75±0.09 ^a	78.79±0.80 ^a	26.42±1.10 ^a	38.00±1.97 ^a	332.68±6.11 ^a
T1	0.18±0.01 ^e	0.18±0.01 ^e	49.13±0.91 ^{bc}	13.07±0.50 ^b	8.81±0.52 ^e	114.96±4.44 ^d
T2	0.20±0.01 ^e	0.20±0.01 ^e	48.69±0.22 ^{bc}	12.51±0.05 ^b	9.57±0.32 ^{de}	116.56±0.82 ^d
T3	0.19±0.01 ^e	0.19±0.01 ^e	48.87±0.50 ^{bc}	13.05±0.43 ^b	9.76±0.48 ^{de}	116.79±0.98 ^d
T4	0.18±0.01 ^e	0.18±0.01 ^e	45.75±1.07 ^c	12.37±0.34 ^{bc}	9.47±0.45 ^{de}	116.31±0.65 ^d
T5	0.39±0.01 ^c	0.39±0.01 ^c	45.93±2.20 ^c	12.05±0.19 ^{bc}	18.94±1.03 ^c	228.03±9.93 ^b
T6	0.30±0.02 ^d	0.30±0.02 ^d	40.28±3.64 ^d	11.88±0.82 ^{bc}	11.95±1.55 ^d	142.81±28.63 ^d
T7	0.49±0.04 ^b	0.49±0.04 ^b	48.35±1.30 ^{bc}	11.78±1.13 ^{bc}	22.60±3.12 ^b	243.38±38.37 ^b
T8	0.38±0.10 ^c	0.38±0.10 ^c	50.73±5.42 ^b	11.14±0.71 ^c	16.58±1.89 ^c	185.82±19.82 ^c

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

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

Table 20. Sensory scores²⁾ of recovered protein

Treatments ¹⁾	Aroma	Flavor	Color	Juiciness	Tenderness	Overall acceptability
C	4.89±0.33	6.11±0.60	6.11±0.60	5.56±0.88	6.11±0.60	6.22±0.44
T1	5.22±0.67	5.78±0.44	5.56±0.53	5.00±0.50	5.33±0.87	5.89±0.33
T2	5.22±0.67	5.67±0.87	5.56±0.73	5.22±0.83	5.44±0.88	6.00±0.71
T3	4.89±0.60	5.89±0.60	5.78±0.67	5.33±0.71	5.78±0.67	6.00±0.50
T4	5.11±0.78	5.56±0.88	5.33±0.71	5.67±0.71	5.33±0.87	5.78±0.67
T5	5.22±0.67	5.78±0.97	5.67±0.87	5.56±0.88	5.44±1.13	5.89±0.78
T6	5.00±0.71	5.78±0.67	5.56±0.73	5.56±0.73	5.56±0.73	5.78±0.67
T7	5.33±0.71	6.11±0.60	5.89±0.78	5.67±0.87	5.67±1.12	5.89±0.78
T8	5.11±0.60	6.00±0.71	5.78±0.83	5.56±0.88	5.78±0.83	6.00±0.71

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

회수단백질의 관능검사 결과는 Table 20에 나타내었다. 향, 맛, 색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도의 모든 항목에 있어 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 21. BOD, COD, SS and TN (mg/total L) of waste water by manufacturing of recovered protein

Treatments ¹⁾	pH	BOD	COD	SS	TN	TP
T1	6.21	213200.00±1833.03 ^e	119896.00±186.52 ^d	105950.00±360.42 ^f	34002.00±437.51 ^g	8964.80±157.57 ^c
T2	6.22	243300.00±2861.82 ^d	120012.00±135.10 ^d	118270.00±437.15 ^d	35644.00±342.39 ^f	8392.00±124.47 ^d
T3	6.77	237124.00±3263.08 ^e	154336.00±433.39 ^b	148360.00±2890.81 ^c	43596.00±444.32 ^d	10521.60±164.04 ^a
T4	6.25	220240.00±5854.64 ^f	124940.00±804.30 ^c	116000.00±1598.00 ^e	45672.00±286.75 ^c	8453.60±97.50 ^d
T5	4.15	253900.00±1652.27 ^c	108655.00±336.03 ^f	37260.00±229.63 ^h	29356.00±193.90 ^h	9266.00±89.06 ^b
T6	4.27	234900.00±2954.66 ^e	118933.00±230.17 ^e	77500.00±361.97 ^g	38107.00±233.54 ^e	9153.10±86.00 ^{bc}
T7	6.37	310400.00±2551.47 ^b	125267.00±256.85 ^c	189590.00±528.49 ^a	59365.00±251.36 ^a	8506.20±196.82 ^d
T8	6.3	450700.00±2330.24 ^a	157301.00±344.47 ^a	176635.00±383.70 ^b	53169.00±260.14 ^b	5745.00±68.74 ^e

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

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

Total waste water : T1, T2 (60 L); T3, T4 (120 L); T5, T6, T7, T8 (30 L).

회수단백질 제조 방법에 따른 폐수 측정 항목별 값은 Table 21에 나타내었다. pH는 돼지뒹다리육을 이용하여 4회 수세한 회수단백질(T3)이 가장 높았고, 알칼리 처리 > 수세법 > 산 처리 순이었다. T1과 T2는 2회 수세 처리한 것으로 총 폐수량이 원료육(5 kg)의 12배인 60 L, T3와 T4는 4회 수세한 것으로 총 폐수량이 24배인 120 L, T5, T6, T7 및 T8은 pH 조절한 것들로 6배인 30 L이며, 각 항목 별로 이렇게 발생된 총 폐수량에 대한 BOD(생물학적 산소요구량), COD(화학적 산소요구량), SS(부유물), TN(총 질소량) 및 TP(총 인량)를 mg으로 나타내었다. BOD, COD, SS 및 TN은 알칼리 처리 > 수세법 > 산 처리법 순이었다. 일반적으로 회수단백질 제조 시 수세법이나 pH 조절법으로 할 경우 동일한 물의 양을 사용할 경우 수세법 > 알칼리 처리 > 산 처리 순으로 폐수 부하량이 낮아졌다. 그러나 이번 결과는 산이나 알칼리 처리 시 폐수에다 원심분리 시 3상 중 최하층의 찌꺼기까지 포함시켰기 때문이다. 앞으로 이러한 찌꺼기는 폐기 처리할 수 있기 때문에 폐수에 투입하지 않는다면 수세법 > 알칼리 처리 > 산 처리 순으로 부하량이 낮아질 것이다. 그러나 TP는 반대로 산 처리 > 수세법 > 알칼리 처리 순이었으며, 돼지뒹다리육보다 폐계가슴육이 낮았다.

회수단백질 제조 방법에 따른 품질 특성 및 폐수 부하량 등을 종합하면 돼지뿔다리육보다는 폐계가슴육이, 수세법과 산 처리보다는 알칼리 처리 시 변형값과 겔강도를 포함하는 회수단백질의 물리적 특성을 감안 할 때 우수한 품질을 생산할 수 있고, 폐수 부하량도 훨씬 줄일 수 있으며, 폐계가슴육을 이용하여 회수단백질 제조 시 수세는 2회면 충분하고 pH 조절은 알칼리인 11이 적당하였다.

라) 냉동변성방지제에 따른 냉동저장 동안 품질 변화

상기 실험 결과를 바탕으로 폐계가슴육을 이용하여 2회 수세한 회수단백질과 알칼리인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질을 이용하여 Table 3 배합표와 같이 설탕, 솔비톨 및 인산염을 회수단백질 무게에 대하여 첨가 혼합한 뒤 -40℃/36시간 동결 후 -20℃에서 3개월간 냉동저장하면서 품질을 측정하였다.

Table 22. Proximate compositions of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20℃

Treatments ¹⁾	Water (%)			Crude protein (%)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	73.70±0.41 ^c	73.75±0.35 ^c	73.74±0.41 ^c	16.84±0.40 ^{cde}	17.08±0.15 ^c	16.70±0.13 ^b
T1	78.92±2.86 ^b	77.61±1.15 ^{ab}	77.47±1.08 ^{ab}	20.31±0.93 ^a	19.43±0.71 ^{ab}	17.89±0.53 ^{ab}
T2	78.50±0.37 ^b	79.20±0.50 ^a	78.40±0.44 ^a	18.31±0.48 ^{bc}	20.17±1.11 ^a	19.34±0.92 ^a
T3	78.20±0.56 ^b	78.78±1.84 ^{ab}	76.68±0.83 ^{ab}	18.66±0.40 ^b	18.36±0.82 ^b	17.40±0.16 ^b
T4	83.51±5.70 ^a	75.97±3.17 ^{bc}	73.28±3.63 ^c	17.96±1.88 ^{bcd}	15.59±1.01 ^d	13.97±0.53 ^c
T5	79.42±0.65 ^{ab}	79.75±0.68 ^a	76.97±0.52 ^{ab}	16.06±0.74 ^e	15.27±0.18 ^d	13.64±0.50 ^c
T6	78.42±1.43 ^b	77.87±1.20 ^{ab}	75.40±1.10 ^{bc}	16.54±0.50 ^{de}	16.22±0.20 ^{cd}	13.30±1.90 ^c

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

Table 22. Continued

Treatments ¹⁾	Crude fat (%)			Crude ash (%)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	2.46±0.30 ^a	2.39±0.31 ^c	2.13±0.04 ^c	0.62±0.01 ^a	0.59±0.02 ^c	0.50±0.02 ^b
T1	3.29±1.37 ^b	2.58±0.60 ^{bc}	2.28±0.35 ^c	0.18±0.07 ^b	0.17±0.02 ^{ab}	0.18±0.03 ^c
T2	5.10±0.25 ^b	4.28±0.81 ^a	3.35±0.12 ^b	0.13±0.04 ^b	0.12±0.04 ^a	0.08±0.02 ^c
T3	3.74±0.20 ^b	4.17±0.43 ^a	3.88±0.47 ^a	0.20±0.04 ^b	0.20±0.02 ^{bc}	0.14±0.06 ^c
T4	4.48±0.48 ^b	4.28±0.61 ^a	3.32±0.09 ^b	0.44±0.08 ^b	0.34±0.10 ^a	0.27±0.12 ^c
T5	3.24±0.74 ^b	3.46±0.20 ^{ab}	2.90±0.19 ^b	0.43±0.04 ^b	0.94±0.23 ^a	0.88±0.26 ^a
T6	3.17±0.38 ^b	3.16±0.24 ^{bc}	2.97±0.23 ^b	1.11±0.09 ^b	0.95±0.10 ^a	0.95±0.06 ^a

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 일반성분의 변화는 Table 22에 나타냈다. 냉동 초기보다는 3개월 냉동저장 시 품질의 변화를 처리 간에 주로 비교하였다. 수분은 3개월 저장 시 명태연육보다는 모든 처리구들이 높았고, 수세법과 알칼리 처리법 공히 인산염과 솔비톨을 첨가한 처리구들이 가장 높았으며, 알칼리 처리로 제조한 회수단백질에 인산염만 첨가한 회수단백질(T4)은 저장기간 경과로 수분 함량이 낮아졌다. 조단백질 함량은 처리 간에는 차이가 없었으며, 명태연육 및 수세법으로 제조한 회수단백질보다 알칼리 처리로 제조한 회수단백질이 낮게 나타났다. 조지방 함량과 조회분 함량은 저장기간 경과로 감소하였다. 조지방 함량은 3종류의 냉동변성방지제가 모두 들어 있는 T3가 가장 높았고, 수세법>알칼리 처리법>명태연육 순이었다. 조회분 함량은 T5 및 T6가 가장 높았으며, 알칼리 처리법>명태연육>수세법 순이었다. Ryu 등(1994)은 명태 연육 수리미와 냉동변성 방지제 첨가 수리미의 수분 함량은 유사하였다고 보고하였으며, Sung 등(2000)은 닭 가슴살의 조단백질 함량은 19.49~23.27%의 범위를 나타낸다고 하였다. 계육의 지방 함량은 약 3~4% 이하라는 보고(Lan 등, 1995)와 Cho 등(2002)은 계육의 조회분 함량은 0.98~1.09%를 범위를 나타낸다고 하였으며, 일반적으로 조단백질 함량이 높으면 지방 함량이 낮다는 Davis 등(1974)의 연구는 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 단백질 함량은 수리미의 겔 특성에 가장 큰 영향을 미치며(Lue 등, 2004), 수분 및 조지방 함량이 적은 것이 가장 좋은 결과이다(Jin 등, 2007).

Table 23. Myofibrillar protein and collagen content of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20°C

Treatments ¹⁾	Myofibrillar protein (mg/g)			Collagen (mg/g)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	3.40±0.02 ^c	3.42±0.01 ^c	3.40±0.03 ^d	1.82±0.24	0.49±0.09 ^a	0.45±0.11 ^a
T1	5.18±0.25 ^a	5.23±0.18 ^a	5.21±0.02 ^a	2.28±0.79	0.30±0.07 ^c	0.30±0.05 ^b
T2	4.82±0.04 ^b	4.83±0.03 ^{ab}	4.76±0.05 ^b	1.49±0.35	0.44±0.04 ^{ab}	0.35±0.07 ^{ab}
T3	4.65±0.08 ^b	4.44±0.42 ^b	4.04±0.37 ^c	1.70±0.33	0.35±0.09 ^{bc}	0.32±0.09 ^b
T4	4.78±0.16 ^b	4.55±0.34 ^b	4.24±0.16 ^c	1.56±0.45	0.27±0.04 ^c	0.23±0.03 ^b
T5	4.86±0.07 ^b	4.41±0.47 ^b	4.16±0.41 ^c	1.50±0.40	0.36±0.07 ^{bc}	0.30±0.05 ^b
T6	4.77±0.05 ^b	4.43±0.19 ^b	4.27±0.17 ^c	1.53±0.69	0.28±0.02 ^c	0.23±0.04 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 염용성단백질 및 콜라겐의 변화는 Table 23에 나타내었다. 염용성단백질은 저장기간 경과로 모든 처리구들이 변화가 없었으며, 수세법>알칼리 처리법>명태연육 순이었다. 콜라겐은 1.5개월 저

장 시 줄었으나 그 이후에는 거의 변화가 없었다. 명태연육>수세법>알칼리 처리
 법 순으로 축육 회수단백질도 제조 공정에서 거의 콜라겐이 제거됨으로써 어육을
 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 24. Myoglobin and met myoglobin content of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20°C

Treat- ments ¹⁾	Myoglobin (mg/g)			Met myoglobin (%)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	4.84±0.53 ^{ab}	5.99±0.12	6.22±0.00 ^{ab}	22.06±3.13 ^{bc}	33.33±2.14	63.66±4.90 ^{ab}
T1	5.80±0.86 ^{ab}	6.14±1.46	6.56±1.36 ^{ab}	20.40±4.62 ^{bc}	27.48±8.07	64.19±16.77 ^{ab}
T2	7.10±1.03 ^a	6.68±0.61	6.99±0.18 ^{ab}	31.26±3.27 ^a	33.46±6.19	68.41±13.43 ^{ab}
T3	5.03±1.73 ^{ab}	5.41±1.21	5.95±0.92 ^{ab}	26.47±2.47 ^{ab}	30.68±4.76	60.33±5.05 ^{ab}
T4	6.68±0.53 ^{ab}	7.37±0.87	7.60±0.20 ^a	20.03±4.86 ^{bc}	32.64±4.21	56.80±8.93 ^b
T5	7.41±2.76 ^a	7.41±2.29	7.48±1.60 ^{ab}	20.87±1.19 ^{bc}	31.53±2.41	75.35±7.88 ^{ab}
T6	3.95±1.39 ^b	5.18±0.42	5.80±0.63 ^b	17.26±6.09 ^c	32.30±2.78	80.10±12.15 ^a

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

Table 25. pH and WHC of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20°C

Treat- ments ¹⁾	pH			WHC (%)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	7.20±0.03 ^a	6.30±0.10 ^a	6.21±0.05 ^a	87.42±0.79 ^a	82.56±0.03 ^a	81.01±0.98 ^a
T1	6.47±0.02 ^d	5.89±0.22 ^b	5.88±0.37 ^{ab}	74.51±0.82 ^d	59.61±2.38 ^c	58.86±2.59 ^e
T2	6.40±0.01 ^e	5.85±0.22 ^b	5.70±0.52 ^{bc}	73.21±0.32 ^e	71.14±2.95 ^b	70.07±2.44 ^c
T3	6.31±0.02 ^f	5.37±0.12 ^c	5.26±0.10 ^c	78.64±0.81 ^c	60.32±0.85 ^c	59.09±0.55 ^e
T4	7.11±0.02 ^b	5.40±0.12 ^c	5.32±0.09 ^c	78.77±0.70 ^c	62.49±6.27 ^c	63.74±4.99 ^d
T5	7.13±0.02 ^b	5.48±0.23 ^c	5.44±0.17 ^{bc}	80.63±0.40 ^b	74.14±1.39 ^b	74.49±2.64 ^{bc}
T6	6.95±0.02 ^b	5.68±0.01 ^{bc}	5.59±0.03 ^{bc}	81.30±0.73 ^b	76.03±2.33 ^b	76.23±1.76 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 마이오글로빈 및 마이오글로
 빈 산화율의 변화는 Table 24에 나타내었다. 마이오글로빈은 저장기간 경과로 차
 이를 보이지 않았으며, T4가 가장 높았고 T6가 가장 낮았다. 저장기간에 따른 품
 질 지표가 될 수 있는 마이오글로빈 산화율의 변화는 저장기간 경과로 증가하였으
 며, 3개월 저장 시 T6가 가장 산화율이 가장 높았고 T4가 가장 낮게 나타났다.

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 pH와 보수력의 변화는 Table 25에 나타내었다. pH는 저장기간 경과로 낮아졌으며, 명태연육>수세나 알칼리 처리법으로 제조한 회수단백질 순이었다. 보수력은 저장기간 경과로 낮아졌으며, 명태연육>알칼리 처리법>수세법으로 제조한 회수단백질 순이었다. 특히 3가지 냉동변성방지제가 모두 들어간 T6가 높았다. Lee 등(2001)은 수리미에 인산염의 첨가는 pH를 높인다고 보고하였으며, Jung 등(2004)은 육의 종류에 따라 근원섬유단백질이 unfolding되는 pH가 다르다는 보고는 본 연구 결과를 뒷받침하고 있고, Lee 등(2001)은 저장기간이 경과함에 따라 수리미의 pH는 감소한다고 보고하였다. 수리미에서 pH가 높으면 보수력이 높다고 하였으며(Lee 등, 2001), Jin 등(2006)도 폐계 가슴살을 이용한 수리미 제조 시 산 처리보다 알칼리 처리한 수리미가 높은 보수력을 보였다는 보고한 바 있다. Yoon과 Lee(1990)는 솔비톨 단독 사용한 수리미에서 가열감량이 가장 높았고, 솔비톨과 다른 냉동변성 방지제를 혼합 첨가함으로써 가열감량은 낮았다고 보고 한 바 있고, 근육 내 결합조직에 있는 콜라겐은 고기의 조직을 결정하는 중요한 역할을 한다(Sims와 Bailey, 1981). Chae 등(2002)은 닭가슴살의 콜라겐 함량은 1.54~1.61 mg/g의 분포를 나타내었다고 보고하였다. Ryu 등(1994)은 8% 수준에서 냉동변성 방지제의 첨가는 높은 단백질 함량이 있었다는 보고하였고, Park 등(2005)은 수세에 의한 방법보다 산 및 알칼리 처리에 의해 회수된 회수율이 높았다는 보고하였다. Park 등(1988)은 대조구와 냉동변성제 첨가 수리미 모두 저장기간이 경과함에 따라 염용성단백질 함량은 감소한다고 보고하였다. Sung 등(2000)은 닭가슴살의 콜레스테롤 함량은 0.41~0.87 mg/g의 범위를 나타내었다고 보고하였다.

Table 26. Cooking loss and shear force of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20°C

Treatments ¹⁾	Cooking loss(%)			Shear force(kg/cm ²)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	12.40±2.04 ^b	14.40±2.57 ^{ab}	23.33±0.69 ^a	3.11±0.02 ^e	3.07±0.10 ^f	3.06±0.17 ^f
T1	9.64±1.53 ^b	10.68±1.54 ^{bc}	9.77±0.70 ^{cd}	6.81±0.07 ^a	7.03±0.09 ^a	6.88±0.03 ^a
T2	6.49±1.27 ^c	6.92±0.69 ^c	5.41±1.97 ^d	6.94±0.09 ^a	7.04±0.09 ^a	6.87±0.17 ^a
T3	11.26±1.47 ^b	12.16±2.94 ^b	9.16±1.13 ^{cd}	4.34±0.17 ^c	4.92±0.22 ^c	4.88±0.21 ^c
T4	15.47±1.89 ^a	17.01±0.86 ^a	19.16±7.75 ^{ab}	3.98±0.13 ^d	4.13±0.08 ^e	4.07±0.09 ^e
T5	9.87±1.55 ^b	11.08±3.26 ^b	9.45±2.74 ^{cd}	6.60±0.03 ^b	6.71±0.03 ^b	6.50±0.08 ^b
T6	17.24±1.60 ^a	18.35±2.13 ^a	14.32±0.82 ^{bc}	4.35±0.06 ^c	4.60±0.08 ^d	4.46±0.10 ^d

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 가열감량과 전단가의 변화는 Table 26에 나타내었다. 가열감량은 저장기간 경과로 증가하였으며, 명태연육>알칼리 처리법>수세법으로 제조한 회수단백질 순이었다. 전단가는 저장기간 경과로 차이를 보이지 않았으며, 수세법>알칼리 처리법>명태연육 순이었다. Park 등(2005)과 Jin 등(2006)은 알칼리 처리 수리미가 수세 및 산처리 수리미에 비해 전단가가 높았다고 보고하였고, Jung 등(2004)은 pH 조절에 따른 닭가슴살의 변형값은 유사하였고, 육의 종류에 따라 근형질단백질의 함량과 변형값이 차이가 있다고 보고하였다.

Table 27. Breaking force and deformation of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20°C

Treat- ments ¹⁾	Breaking force (g)			Deformation (mm)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	234.00±1.00 ^a	234.00±3.61 ^a	241.00±5.00 ^a	5.76±0.11 ^a	4.94±0.05	4.85±0.06 ^a
T1	210.00±1.00 ^d	217.33±7.51 ^c	219.67±10.97 ^c	4.63±0.02 ^{bc}	5.17±0.34	4.99±0.38 ^a
T2	204.67±1.15 ^e	219.67±4.51 ^{bc}	227.00±5.29 ^{bc}	4.37±0.37 ^{bc}	4.95±0.06	4.74±0.11 ^{ab}
T3	206.33±1.15 ^e	221.67±4.93 ^{bc}	228.33±7.23 ^{abc}	4.60±0.02 ^{bc}	4.97±0.01	4.72±0.09 ^{ab}
T4	217.67±2.52 ^c	232.67±3.79 ^a	234.00±7.00 ^{ab}	4.13±0.51 ^c	4.94±0.10	4.64±0.12 ^{ab}
T5	218.33±1.53 ^c	227.00±2.65 ^{ab}	233.33±5.86 ^{ab}	4.80±0.02 ^b	4.99±0.12	4.87±0.19 ^a
T6	225.00±1.00 ^b	227.33±2.52 ^{ab}	232.33±2.52 ^{ab}	4.64±0.33 ^{bc}	4.94±0.05	4.42±0.36 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 파괴강도와 변형값의 변화는 Table 27에 나타내었다. 파괴강도와 변형값은 저장기간 경과로 차이를 보이지 않았으며, 파괴강도는 명태연육이 가장 높았으나 수세법에 인산염만 첨가한 T1이 가장 낮았다. 변형값은 명태연육(C), T1, T5는 높았으나 알칼리 처리에 3가지 냉동변성방지제를 다 넣은 T6가 낮았다. Toyoda 등(1992)은 어육 단백질의 기능성 향상을 위해서는 pH가 6.5에서 7.0 사이 값이어야 한다고 하였으며, 명태연육 수리미 원료에 8%수준의sucrose-sorbitol 혼합제제(1:1, w/w)를 0.2% Na-pyrophosphate /Na-triphosphate (1:1)와 병용하였을 때 drip loss가 가장 적게 발생되었다(Ryu 등, 1994)고 보고하였다. Lue 등(2004)은 단백질 함량은 일반적으로 제조된 crab 수리미의 겔 특성에 가장 큰 영향을 미치며, 콜라겐 및 결합조직 단백질 함량 역시

겔 및 조직감에 중요하게 작용한다고 하였다. 수리미 원료로 어육을 냉동 저장 시 냉동변성방지제를 첨가하지 않을 경우 단백질 용해성이 감소하며(Sych 등, 1990), 탈라피아 어류(tilapia)를 이용한 수리미 제조 시 sodium lactate 및 상업적으로 유통되는 냉동변성방지제를 첨가 시 단백질 용해성을 증가시킨다는 보고하였다(Zhou 등, 2006). 일반적으로 수리미의 파괴강도는 단백질의 양을 나타내는 지표로서 양이 많을수록 높고, 변형값은 변성되지 않은 단백질의 양을 나타내는 지표로 양이 많을수록 변형값이 높다(Jin 등, 2006). Park 등(2003)은 수리미로서의 기능을 발휘하기 위해서는 파괴강도 100 g 및 변형값 4.6 mm 이상이어야 한다고 제안하였다. 수리미의 겔 형성은 마이오신과 같은 근원섬유단백질 함량에 따라 좌우되며, 냉동 저장 중 근원섬유단백질의 변성 및 붕괴는 겔 유화물 내 보수력 및 탄력성을 감소시켜 저품질의 겔 망상조직을 형성하게 된다(Benjukul 등, 2003). 또한 냉동저장 중 ascorbate (Lee와 Lanier, 1995) 및 tripolyphosphate (Srinivasan과 Xiong, 1996) 첨가 시 수리미 겔 형성에 영향을 미친다고 보고하였다.

Table 28. Gel strength of recovered protein by different cryopectants during storage 3 month at -20°C

Treatments ¹⁾	Gel strength (g*mm)			Cholesterol (mg/100g)	
	0	1.5	3	0	3
C	1347.03±24.08 ^a	1156.07±29.28 ^a	1169.55±20.42 ^a		
T1	973.01±8.91 ^d	1122.90±45.65 ^{ab}	1062.84±54.16 ^c	42.02±2.62 ^{cd}	41.13±2.44 ^d
T2	927.87±21.62 ^e	1086.66±28.74 ^b	1076.74±34.98 ^{bc}	41.31±0.20 ^d	40.63±0.46 ^d
T3	948.44±5.64 ^{de}	1102.46±27.05 ^{ab}	1077.37±20.97 ^{bc}	45.29±0.75 ^{ab}	44.46±0.50 ^{ab}
T4	832.20±7.06 ^f	1148.78±39.41 ^a	1085.31±18.44 ^{bc}	46.51±0.72 ^a	45.73±0.86 ^a
T5	1048.73±8.47 ^c	1133.36±20.83 ^{ab}	1135.04±30.23 ^{ab}	42.88±0.02 ^{cd}	42.01±0.24 ^{cd}
T6	1077.52±20.27 ^b	1123.78±15.64 ^{ab}	993.32±36.87 ^d	44.25±0.81 ^{bc}	43.57±0.59 ^{bc}

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 겔강도 및 콜레스테롤의 변화는 Table 28에 나타내었다. 겔강도는 저장기간 경과에 따라 차이를 보이지 않았으며, 명태연육(C)이 가장 높았으나 알칼리 처리에 3가지 냉동변성방지제를 다 넣은 T6가 낮았다. 콜레스테롤은 저장기간 경과로 약간 감소하였으며, 전체적으로 40-46 mg/100g 범위였다.

Table 29. Surface color of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20°C

Treatments ¹⁾	L*			a*		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	55.93±1.28 ^d	56.09±0.62 ^c	55.60±0.93 ^c	2.29±0.03 ^c	2.17±0.04 ^c	2.13±0.05 ^d
T1	48.50±2.14 ^e	64.50±3.22 ^{ab}	63.46±2.72 ^{ab}	5.05±0.32 ^b	8.05±4.21 ^{ab}	4.71±0.34 ^c
T2	52.05±3.39 ^e	66.41±1.32 ^a	65.24±1.56 ^{ab}	4.97±0.20 ^b	10.40±4.48 ^a	11.76±0.44 ^a
T3	80.91±1.09 ^a	64.76±1.58 ^{ab}	63.93±1.60 ^{ab}	7.00±0.23 ^a	5.21±0.41 ^{bc}	5.10±0.55 ^c
T4	80.20±1.11 ^a	67.56±0.51 ^a	66.67±0.51 ^a	5.85±0.97 ^b	12.26±0.88 ^a	10.99±0.55 ^b
T5	61.27±1.97 ^c	64.74±1.58 ^{ab}	63.98±2.37 ^{ab}	2.81±0.48 ^c	11.81±0.47 ^a	10.95±0.22 ^b
T6	74.65±2.94 ^b	62.73±1.15 ^b	62.47±0.88 ^b	5.38±0.63 ^b	10.90±0.29 ^a	10.75±0.29 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

Table 29. Contined

Treatments ¹⁾	b*			W*		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	1.09±0.15 ^b	1.15±0.06 ^c	1.15±0.04 ^c	52.66±0.91 ^a	52.63±0.46 ^b	52.16±0.84 ^c
T1	6.37±0.95 ^a	4.41±0.70 ^a	4.31±0.61 ^a	49.40±0.78 ^b	51.27±4.27 ^b	50.53±3.21 ^c
T2	6.74±1.09 ^a	4.73±0.21 ^a	4.61±0.11 ^a	51.83±1.01 ^b	52.21±0.81 ^b	51.41±1.23 ^c
T3	7.52±0.44 ^a	3.99±0.50 ^a	4.03±0.61 ^a	58.34±2.31 ^a	52.78±0.10 ^b	51.83±0.26 ^c
T4	7.85±2.09 ^a	4.34±0.65 ^a	4.29±0.62 ^a	53.31±4.34 ^a	54.54±1.71 ^{ab}	53.79±1.92 ^{bc}
T5	1.68±0.50 ^b	2.37±0.11 ^b	2.32±0.12 ^b	56.23±3.40 ^a	57.63±1.59 ^a	57.01±2.38 ^{ab}
T6	8.55±2.57 ^a	1.40±0.63 ^c	1.47±0.31 ^c	52.33±8.21 ^a	58.54±3.04 ^a	58.05±1.80 ^a

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 육색의 변화는 Table 29에 나타내었다. L*값은 저장기간 경과로 T1과 T2는 증가하고 T3, T4 및 T6는 감소하였으며, T4가 가장 높았고 명태연육이 가장 낮았다. a*값은 T2, T4, T5 및 T6는 증가하고 T3는 감소하였으며, T2가 가장 높았고 명태연육이 가장 낮았다. b*값은 저장기간 경과로 낮아졌으며, 수세법>알칼리 처리법. 명태연육 순이었다. W*값은 저장기간 경과에 따른 변화는 없었으며, T6가 가장 높았고 알칼리 처리법, 수세법 및 명태연육 순으로 낮았다. 명도와 백색도 면에서 명태연육에 비하여 폐계 가슴육을 이용한 회수단백질도 대체 사용하는데 손색이 없는 결과였다. Rhee 등

(1995)은 인산염의 증가는 L*값을 낮추고 a*값을 증가시킨다고 하였으나, Park 등 (2003)은 수리미의 백색도(W)는 육색소인 myoglobin 등이 함유된 수용성인 근형 질단백질의 함량이 많을수록 낮다고 하여 명도와 황색도와의 관련성을 제시하였으며, Jin 등(2006)은 알카리 처리한 수리미가 밝은 육색을 나타내어 수리미의 품질을 높이는 것으로 보고하였다. Lee 등(2001)은 인산염을 증가한 수리미의 L*값은 저장기간이 경과함에 따라 감소하였고, a*값은 증가하였다는 보고하였고, Jung 등(2004)은 적색육 어류의 고등어에 비해 백색육인 닭 가슴살 켈의 백색도가 높았고, 이는 다량의 myoglobin과 hemoglobin을 포함하고 있기 때문이라 하였다. 식육의 저장 중 육색 저하에 결정적인 영향을 미치는 것은 OxyMb이나 DeoxyMb이 산화되어 met-Mb을 형성하는 것인데, Mb의 산화는 Mb를 이루고 있는 Heme 단백질의 중심에 있는 철 이온이 Fe²⁺에서 Fe³⁺로 화학적 변화를 일으키는 것을 말한다(Livingston과 Brown, 1982).

이때 형성된 Fe³⁺는 계속 그 화학적 상태를 유지하게 되고, 일부는 Fe⁴⁺로 변화되면서 산화는 지속적으로 이루어져 마침내 met-Mb의 갈색으로 고정된다(Baron 등, 2002). 이는 인산염이 pH를 증가시킴으로써(Livingston과 Brown, 1981) 또는 다가금속이온과 결합함으로써(Liu, 1970) 변색의 비율이 감소하기 때문이라고 보고하였으며, 저장기간이 경과함에 따라 met-Mb 비율이 증가한다고 보고하였으며(Jeong 등, 2006), 일반적으로 수리미의 색은 백색에 가까울수록 품질이 좋은 것으로 평가된다(Jin 등, 2007). 수리미는 명도 및 백색도가 높을수록 선호도가 높다(Oehiai 등, 2001). Repond과 Babbitt(1997)은 수리미의 명도 값은 원료육의 수분함량에 따라 결정되며, 수리미에 냉동변성방지제 첨가 시 육색에 영향을 미치지 못한다고 보고하였다(Jittinandana 등, 2005). 또한 Ahu 등(1999)은 냉동변성방지제인 sucrose 및 sorbitol 첨가 시 명도 값엔 영향을 미치지 않으나 Na-lactate 첨가는 영향을 미치는 것으로 보고하였다.

Table 30. Textural properties of recovered protein by different cryopectants during storage 3 month at -20°C

Treatments ¹⁾	Brittleness (kg)			Hardness (kg)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	0.29±0.01 ^a	0.33±0.03 ^d	0.33±0.04 ^d	0.41±0.01 ^a	0.32±0.03 ^d	0.33±0.04 ^c
T1	1.50±0.01 ^e	1.96±0.18 ^{ab}	1.96±0.14 ^{abc}	1.49±0.01 ^e	1.97±0.18 ^b	1.96±0.14 ^b
T2	2.29±0.06 ^e	1.39±0.03 ^c	1.60±0.36 ^c	2.32±0.12 ^e	1.40±0.04 ^c	1.57±0.32 ^b
T3	1.92±0.08 ^e	2.17±0.47 ^a	2.13±0.43 ^a	1.94±0.07 ^e	2.20±0.45 ^{ab}	2.15±0.41 ^{ab}
T4	0.30±0.06 ^c	2.29±0.05 ^a	2.29±0.05 ^a	0.32±0.08 ^e	2.63±0.60 ^a	2.63±0.60 ^a
T5	0.20±0.01 ^c	2.06±0.16 ^a	2.06±0.16 ^{ab}	0.22±0.03 ^c	2.05±0.17 ^b	2.05±0.17 ^{ab}
T6	0.24±0.04 ^d	1.64±0.14 ^{bc}	1.64±0.14 ^{bc}	0.25±0.03 ^d	1.64±0.14 ^{bc}	1.64±0.14 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

Table 30. Contined

Treatments ¹⁾	Cohesiveness (%)			Springiness (mm)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	48.30±5.22 ^a	45.05±0.56 ^b	44.68±0.42 ^b	13.27±0.41 ^a	14.26±0.40 ^a	14.30±0.47 ^a
T1	40.41±0.62 ^{bc}	42.56±0.83 ^b	42.90±1.38 ^b	10.03±0.68 ^b	9.17±1.01 ^c	9.99±0.43 ^b
T2	38.43±3.33 ^{bc}	46.15±3.14 ^b	43.60±1.02 ^b	11.31±1.01 ^b	13.26±0.25 ^a	13.17±0.30 ^a
T3	30.08±0.54 ^{bc}	45.99±2.17 ^b	45.66±2.10 ^b	11.59±0.66 ^b	10.84±0.45 ^b	11.08±0.88 ^b
T4	44.13±5.12 ^c	43.52±2.08 ^b	43.52±2.08 ^b	12.97±0.29 ^{bc}	13.21±1.16 ^a	13.21±1.16 ^a
T5	43.36±3.70 ^c	44.95±0.81 ^b	44.95±0.81 ^b	13.43±0.42 ^{bc}	13.40±0.68 ^a	13.40±0.68 ^a
T6	37.87±0.06 ^d	51.25±1.95 ^a	51.25±1.95 ^a	13.77±0.20 ^{bc}	13.30±0.50 ^a	13.30±0.50 ^a

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

Table 30. Contined

Treatments ¹⁾	Gumminess (kg)			Chewiness (kg*mm)		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	20.43±2.52 ^b	19.45±1.65 ^a	19.07±1.38 ^{cd}	51.92±15.31 ^d	236.84±7.87 ^b	235.87±10.02 ^e
T1	14.07±1.32 ^c	34.57±3.28 ^b	36.44±3.71 ^a	445.18±6.50 ^a	362.39±28.35 ^a	356.33±11.64 ^a
T2	29.79±5.72 ^a	18.28±1.38 ^b	23.79±5.01 ^{bc}	382.85±44.00 ^b	242.57±22.69 ^b	256.60±8.50 ^d
T3	27.79±1.33 ^a	15.41±1.12 ^b	14.88±1.02 ^d	311.41±6.38 ^c	327.97±22.42 ^a	301.51±18.16 ^c
T4	11.45±0.28 ^c	13.30±0.42 ^b	13.16±0.33 ^d	246.86±16.51 ^d	335.58±13.94 ^a	319.39±14.02 ^{bc}
T5	20.23±1.46 ^b	18.71±4.76 ^b	18.07±4.23 ^{cd}	176.01±17.11 ^e	245.26±12.56 ^b	228.44±4.32 ^e
T6	12.10±1.37 ^c	30.04±5.92 ^a	28.86±5.77 ^b	152.30±3.48 ^e	352.87±10.28 ^a	337.13±9.47 ^{ab}

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 조직감의 변화는 Table 30에 나타내었다. 표면경도와 경도는 저장기간이 경과할수록 알칼리 처리법의 처리구들은 증가하였으며, 명태연육이 가장 낮았다. 응집성은 T2, T3 및 T6 처리구가 저장기간 경과로 증가하였으며, T6 처리구가 가장 높았다. 탄력성은 저장기간 경과에 따른 변화는 없었으며, T1과 T3가 가장 낮았다. 검성은 T1과 T6가 저장기간 경과로 증가하였으며, T1이 가장 높았다. 씹힘성은 T6가 저장기간 경과로 증가하였으며, T1이 가장 높았고 명태연육이 가장 낮았다. 조직감, 전단강, 파괴강도 및 변형값으로 회수단백질의 겔 특성을 평가하는 데는 한계가 있다. 그래서 최근에 punch test보다는 torsion test를 통해 회수단백질 겔의 물리적 특성을 측정하고자 하는 시도가 진행되고 있다. Lee 등(2001)은 인산염을 첨가한 수리미의 경도와 응집성은

냉동저장기간이 경과함에 따라 감소하며, 수리미는 냉동저장 기간이 경과함에 따라 결착력, 경도 및 부착성이 감소하였고, 이는 냉동변성 방지제를 첨가함으로써 감소폭을 줄일 수 있다는 보고하였다. Ha와 Woo(1997)는 항산화제를 첨가하여 수세한 수리미는 탄력성의 감소폭이 낮았다고 보고하였고, Park 등(2005)은 수세 수리미에 비해 알칼리 처리한 수리미가 응집성, 탄력성 및 검성이 높았다고 하였으며, Antonomanolaki 등(1999)은 염용성단백질의 함량이 높을수록 수리미의 겔 강도가 증가한다고 보고하였다.

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 관능검사 결과의 변화는 Table 31에 나타내었다. 외관, 육색, 향, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도는 저장 기간 경과로 낮아졌으며, 맛은 차이를 보이지 않았다. 처리 간에는 외관 및 육색의 경우 명태연육이 가장 높았고, 육색은 T6가 가장 낮았다. 향은 처리 간에 차이를 보이지 않았으며, 맛은 알칼리 처리법>수세법>명태연육 순이었으며 특히 T5와 T6가 높았다. 다즙성과 연도는 명태연육이 가장 낮게 나타났으며, 연도는 역시 T6가 가장 높게 나타났다. 그리하여 전체적인 기호도는 명태연육이 다른 처리구들에 비하여 높게 나타났다. 외관과 함께 육색은 매우 주요한 품질 요인이라 하였으며(Pearson 등, 2005), 향과 풍미는 육제품 저장 시 산화 과정이 진행됨으로써 조직감 및 육색이 저하되며(Decker 등, 1995; Yin과 Faustman, 1993), 육가공 제품에 있어서 풍미는 휘발성 풍미 물질의 농도보다는 그 물질의 화학적 상태와 소비자들이 인지하는 역가가 더 중요하고 하였다(Chizzolini 등, 1998).

Table 31. Sensory scores²⁾ of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20°C

Treat- ments ¹⁾	Appearance			Color		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	6.90±0.32 ^a	6.20±1.14 ^a	6.10±0.88 ^a	7.50±0.71 ^a	6.70±1.06 ^a	6.10±0.57 ^a
T1	5.00±0.82 ^c	5.00±0.82 ^b	4.80±0.79 ^b	5.20±0.79 ^d	5.20±0.79 ^{bc}	5.20±0.79 ^b
T2	5.20±0.79 ^{bc}	5.60±0.97 ^{ab}	5.20±0.79 ^b	5.50±0.85 ^{cd}	5.90±0.88 ^{ab}	5.00±0.82 ^{bc}
T3	5.60±0.97 ^{bc}	5.00±0.94 ^b	4.80±0.79 ^b	6.20±0.92 ^{bc}	5.60±0.84 ^b	5.10±0.57 ^{bc}
T4	5.90±0.88 ^b	5.70±0.82 ^{ab}	5.30±0.48 ^b	6.30±0.95 ^{bc}	5.30±1.06 ^{bc}	5.20±1.03 ^b
T5	5.90±0.88 ^b	5.50±0.85 ^{ab}	5.10±0.74 ^b	6.50±1.27 ^b	5.10±0.74 ^{bc}	5.00±0.67 ^{bc}
T6	6.00±1.33 ^b	5.60±0.84 ^{ab}	4.70±0.82 ^b	5.60±1.35 ^{bcd}	4.60±0.97 ^c	4.40±0.52 ^c

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

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

Table 31. Contined

Treatments ¹⁾	Aroma			Flavor		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	5.70±0.95 ^a	5.50±1.27	4.90±0.88	4.30±1.06	4.30±1.06 ^c	4.20±0.92 ^b
T1	4.40±0.52 ^b	5.30±1.70	4.50±0.71	4.20±0.42	4.80±1.03 ^{bc}	4.50±0.71 ^{ab}
T2	4.50±0.71 ^b	5.60±0.52	5.20±0.79	4.50±0.53	4.80±1.03 ^{bc}	4.60±0.70 ^{ab}
T3	4.50±0.71 ^b	5.00±0.82	4.80±0.79	4.30±0.48	5.60±0.97 ^{ab}	4.90±0.74 ^{ab}
T4	4.40±0.70 ^b	5.40±0.70	4.90±0.88	4.30±0.48	5.20±1.03 ^{abc}	4.90±0.74 ^{ab}
T5	5.40±1.35 ^a	5.20±0.92	5.00±0.94	4.80±0.63	5.80±0.79 ^a	5.20±0.79 ^a
T6	4.50±0.85 ^b	5.50±0.53	4.90±0.74	4.70±0.82	5.50±0.85 ^{ab}	5.20±0.79 ^a

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

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

Table 31. Contined

Treatments ¹⁾	Juiciness			Tenderness		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	3.90±0.57 ^c	4.50±1.08 ^b	4.20±0.79 ^b	4.20±0.79 ^b	4.70±1.06 ^b	4.30±0.82 ^b
T1	5.60±0.70 ^a	5.60±0.70 ^a	5.00±0.94 ^a	5.80±0.79 ^a	5.80±0.79 ^a	5.20±0.92 ^{ab}
T2	5.50±0.53 ^{ab}	5.60±0.52 ^a	5.40±0.52 ^a	5.60±0.97 ^a	5.50±0.97 ^{ab}	4.80±0.92 ^{ab}
T3	5.40±0.52 ^{ab}	5.20±1.14 ^{ab}	5.10±0.88 ^a	5.40±0.70 ^a	5.40±0.84 ^{ab}	5.00±0.82 ^{ab}
T4	5.40±0.52 ^{ab}	5.40±0.84 ^a	5.10±0.74 ^a	5.30±0.82 ^a	5.60±0.84 ^{ab}	5.20±0.79 ^{ab}
T5	4.90±0.74 ^b	5.30±0.67 ^{ab}	5.20±0.63 ^a	5.80±1.03 ^a	5.50±0.97 ^{ab}	5.10±0.88 ^{ab}
T6	5.40±0.97 ^{ab}	5.40±0.97 ^a	5.20±0.92 ^a	5.80±1.32 ^a	5.80±1.32 ^a	5.50±1.35 ^a

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

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

Table 31. Contined

Treatments ¹⁾	Overall acceptability		
	0	1.5	3
C	6.70±0.48 ^a	6.10±1.10 ^a	5.90±0.74 ^a
T1	5.20±0.79 ^{bc}	5.20±0.79 ^{ab}	5.00±0.94 ^b
T2	4.80±0.63 ^c	5.00±0.94 ^b	4.70±0.67 ^b
T3	5.20±0.63 ^{bc}	5.80±0.92 ^{ab}	4.90±0.57 ^b
T4	5.30±0.48 ^{bc}	5.50±0.97 ^{ab}	4.80±0.79 ^b
T5	6.00±1.63 ^{ab}	5.50±1.27 ^{ab}	5.20±0.63 ^b
T6	4.90±1.10 ^c	4.90±1.10 ^b	4.80±0.79 ^b

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

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

Table 32. TBARS and VBN of recovered protein by different cryopectants b during storage 3 month at -20°C

Treat- ments ¹⁾	TBARS			VBN		
	0	1.5	3	0	1.5	3
C	1.97±0.44 ^a	1.67±0.10 ^a	1.57±0.04 ^a	4.84±0.11 ^a	5.12±0.14 ^a	4.45±0.28 ^a
T1	0.96±0.12 ^b	0.30±0.27 ^{cde}	0.95±0.66 ^b	3.52±0.27 ^{cd}	3.94±0.29 ^c	3.77±0.34 ^{cd}
T2	0.64±0.09 ^c	1.35±0.06 ^b	1.44±0.07 ^a	3.44±0.11 ^d	3.68±0.09 ^d	3.40±0.19 ^d
T3	0.44±0.02 ^{cd}	0.49±0.08 ^c	0.65±0.12 ^{bc}	3.85±0.17 ^c	4.33±0.15 ^b	3.99±0.41 ^{bc}
T4	0.09±0.02 ^{de}	0.38±0.12 ^{cd}	0.48±0.13 ^{bc}	4.50±0.16 ^{ab}	4.44±0.08 ^b	4.20±0.06 ^{abc}
T5	0.13±0.03 ^a	0.13±0.03 ^e	0.29±0.05 ^c	4.35±0.35 ^b	4.51±0.07 ^b	4.27±0.05 ^{ab}
T6	0.11±0.01 ^{de}	0.20±0.02 ^{de}	0.30±0.04 ^c	4.76±0.09 ^a	4.60±0.02 ^b	4.19±0.04 ^{abc}

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 TBARS 및 VBN의 변화는 Table 32에 나타내었다. TBARS는 저장기간 경과로 증가하였으며, 명태연육과 T2가 높았고, 알칼리 처리한 처리구들이 낮게 나타났다. VBN은 저장기간에 따른 차이는 보이지 않았으며, 명태연육>알칼리 처리법>수세법 순이었다. 지방산패도는 육과 육제품의 지질산화를 가리키는 대표적인 방법으로 사용된다(Jo와 Ahn, 2000). 일반적으로 sucrose와 sorbitol은 어육단백질을 안정화시켜 겔 형성 능력(Park 등, 1996) 및 염용성단백질 함량(Sych 등, 1990a) 증가에 효과가 있는 것으로 알려져 있으나, 설탕은 수리미의 저장기간 동안 효모의 생성을 억제하나 11.0% 이상의 sucrose 첨가 시 단맛을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Ahn 등, 1999). 그러나 지질산화는 냉동을 통한 얼음결정 형성이 단백질 집합체 내의 세포 파괴 및 용해질 함량을 증가시킴으로써 발생된다(Srinivasan와 Xiong, 1996). Riebroy 등(2007)은 저장기간이 증가할수록 bigeye snapper 원료육 및 수리미의 VBN값이 증가하며, 저장 15일째 bigeye snapper 수리미의 VBN값이 18 mg/%로 Alaska pollack을 활용한 대조구와 유사한 값을 나타내었다. 염과 같은 용질을 첨가하여 미생물이 수분을 이용하지 못하게 함으로써 감소시킬 수 있다(Thorarinsdottir 등,

2001)고 하였으며, 유지 산패는 주로 불포화지방산의 자동산화에 의한 것으로서 singlet oxygen이 지방산의 불포화기를 공격하여 hydroperoxide의 생성과 분해가 연쇄적으로 일어나는 반응이고(Juliano, 2005), Simmhuber와 Yu(1977)는 TBARS가 자동산화 정도를 측정하는데 적절한 방법이라고 제안하였다. Chen과 Wailmaleongoraek(1981)는 TBARS값은 시간의 경과, 저장온도, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등의 여러 요인에 의해 영향을 받는다고 하였다. 불포화지방산이 일반적으로 많이 함유된 육은 지방산화에 보다 많이 노출될 수 있는 조건(Brewer 등, 1992)이며, 저장 중 식육 및 육제품의 변패가 진행됨에 따라 단백질이 아미노산으로 또 다시 저분자 무기태질소로 분해된다(Lefebvre 등, 1994). Watabe 등(1983)은 적색육 어류는 단백질의 변성 속도가 빠르다고 보고하였고, 강등(1994)은 슬비톨과 인산염을 혼합 첨가함으로써 어육 수리미의 단백질 변패를 지연시키는데 더욱 효과가 있었다고 보고하였다. 일반적으로 휘발성 무기태질소의 함량이 18~23mg% 이상이면 부패취가 발생한다고 보고하였었다(森, 1980).

Table 33. Total plate counts and *salmonella* of recovered protein by different cryopectants during storage 3 month at -20°C

Treatments ¹⁾	Total plate counts		<i>Salmonella</i>		<i>Lactobacillus</i>	
	0	3	0	3	0	3
C	3.43±0.00 ^b	3.44±0.00 ^b	2.15±0.03 ^a	2.37±0.05 ^a	1.70±0.03 ^a	1.84±0.02 ^a
T1	3.49±0.02 ^{ab}	3.51±0.02 ^a	1.81±0.04 ^b	2.13±0.05 ^b	1.59±0.04 ^{bc}	1.69±0.03 ^c
T2	3.51±0.02 ^a	3.53±0.02 ^a	1.81±0.09 ^b	1.98±0.05 ^c	1.59±0.04 ^{bc}	1.71±0.02 ^c
T3	3.51±0.02 ^a	3.54±0.01 ^a	1.78±0.03 ^b	1.94±0.05 ^c	1.50±0.06 ^c	1.69±0.03 ^c
T4	3.49±0.03 ^{ab}	3.52±0.02 ^a	1.78±0.01 ^b	1.93±0.08 ^c	1.60±0.07 ^b	1.78±0.01 ^b
T5	3.52±0.02 ^a	3.54±0.01 ^a	1.83±0.02 ^b	1.91±0.08 ^c	1.60±0.05 ^b	1.70±0.02 ^c
T6	3.50±0.09 ^a	3.52±0.07 ^a	1.68±0.10 ^c	1.94±0.06 ^c	1.53±0.05 ^{bc}	1.73±0.06 ^c

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 총균수, 대장균수 및 유산균수의 변화는 Table 33에 나타내었다. 총균수와 대장균수는 저장기간 경과로 차이를 보이지 않았으나 유산균수는 약간 증가하였다. 처리 간에는 총균수의 경우 명태연육이 다른 처리구들에 비하여 낮았으며, 대장균수의 경우 명태연육>T1>다른 처리구들 순이었으며, 유산균수의 경우 명태연육>T4>다른 처리구들 순이었다. 총균수도 -20°C에서 3개월 저장하여도 10⁴ CFU/g 이하 수준이었다. 어육 및 축육에서 검출되는 대표적인 젖산균으로는 *Lactobacillus* sp. 및 *Pediococcus* sp.로 분류되며(Tanasupawat 등, 1993), Riebroy 등(2006a)은 어육을 이용한 수리미를 15일 동안 저장 시 10⁸ CFU/g 정도의 젖산균수가 검출되는 것으로 보고하였다. 이러한 미생

물수는 사후 원료육의 수분활성도 및 pH 변화에 따라 좌우되며, 높은 수분활성도 및 pH 조건일 때 미생물 성장이 유리하다(Calicioglu 등, 2003).

Table 34. Amino acid compositions (%) of recovered protein by different cryoprotectants during storage 3 month at -20°C

Treatments ¹⁾	days	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Aspartic	0	1.91±0.06 ^a	1.81±0.01 ^b	1.89±0.03 ^a	1.69±0.02 ^d	1.82±0.03 ^b	1.76±0.02 ^c
	90	1.96±0.06 ^a	1.82±0.05 ^{bc}	1.93±0.07 ^a	1.76±0.04 ^c	1.87±0.04 ^{ab}	1.83±0.04 ^{bc}
Threonine*	0	0.93±0.02 ^a	0.90±0.01 ^{bc}	0.91±0.02 ^{ab}	0.81±0.01 ^d	0.88±0.02 ^c	0.83±0.02 ^d
	90	0.99±0.01 ^a	0.98±0.06 ^a	0.98±0.05 ^a	0.87±0.03 ^b	0.94±0.02 ^{ab}	0.90±0.05 ^b
Serine	0	0.75±0.01 ^a	0.72±0.01 ^{bc}	0.74±0.02 ^{ab}	0.67±0.01 ^d	0.71±0.02 ^c	0.66±0.02 ^d
	90	0.82±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	0.79±0.02 ^a	0.72±0.02 ^b	0.77±0.03 ^{ab}	0.72±0.03 ^b
Glutamic	0	3.24±0.04 ^a	3.10±0.01 ^b	3.22±0.02 ^a	2.88±0.02 ^d	3.09±0.07 ^b	2.99±0.03 ^c
	90	3.30±0.03 ^a	3.17±0.06 ^b	3.29±0.03 ^a	2.94±0.02 ^d	3.15±0.07 ^b	3.07±0.03 ^c
Proline	0	0.65±0.02 ^a	0.65±0.02 ^a	0.64±0.01 ^a	0.59±0.01 ^b	0.64±0.01 ^a	0.59±0.04 ^b
	90	0.72±0.01 ^a	0.71±0.05 ^a	0.71±0.02 ^a	0.65±0.04 ^{ab}	0.71±0.04 ^a	0.64±0.03 ^b
Glycine	0	0.67±0.02 ^a	0.65±0.01 ^{ab}	0.66±0.02 ^{ab}	0.59±0.02 ^a	0.64±0.02 ^b	0.61±0.01 ^c
	90	0.73±0.03 ^a	0.72±0.04 ^{ab}	0.71±0.02 ^{ab}	0.65±0.01 ^c	0.71±0.04 ^{ab}	0.67±0.03 ^{bc}
Alanine	0	1.16±0.02 ^a	1.11±0.01 ^{ab}	1.15±0.01 ^a	1.02±0.01 ^{bc}	1.10±0.03 ^{ab}	0.96±0.14 ^c
	90	1.24±0.06 ^a	1.17±0.01 ^{ab}	1.20±0.03 ^a	1.10±0.07 ^{ab}	1.15±0.05 ^{ab}	1.05±0.15 ^b
Valine*	0	1.04±0.02 ^a	0.97±0.02 ^b	1.02±0.01 ^a	0.91±0.01 ^c	0.97±0.01 ^b	0.96±0.01 ^b
	90	1.10±0.04 ^a	1.05±0.05 ^{ab}	1.09±0.03 ^a	0.98±0.02 ^b	1.04±0.06 ^{ab}	1.03±0.04 ^{ab}
Ileucine	0	1.05±0.01 ^a	1.00±0.01 ^b	1.04±0.01 ^a	0.92±0.01 ^d	0.99±0.02 ^b	0.95±0.02 ^c
	90	1.13±0.02 ^a	1.08±0.04 ^{abc}	1.11±0.02 ^{ab}	1.01±0.08 ^c	1.06±0.05 ^{abc}	1.03±0.04 ^{bc}
Leucine*	0	1.66±0.02 ^a	1.61±0.01 ^b	1.66±0.02 ^a	1.47±0.01 ^d	1.60±0.03 ^b	1.53±0.02 ^c
	90	1.72±0.07 ^a	1.68±0.05 ^a	1.72±0.04 ^a	1.54±0.06 ^b	1.66±0.02 ^a	1.58±0.02 ^b
Tyrosine	0	0.66±0.02 ^a	0.59±0.04 ^{cd}	0.64±0.01 ^{ab}	0.51±0.01 ^e	0.62±0.01 ^{bc}	0.57±0.02 ^d
	90	0.73±0.01 ^a	0.67±0.07 ^{abc}	0.69±0.01 ^{ab}	0.59±0.05 ^c	0.68±0.04 ^{ab}	0.64±0.01 ^{bc}
Phenyl alanine*	0	0.70±0.02 ^a	0.64±0.03 ^{bc}	0.67±0.04 ^{ab}	0.60±0.01 ^c	0.66±0.01 ^{ab}	0.61±0.03 ^c
	90	0.79±0.08	0.71±0.06	0.73±0.06	0.67±0.03	0.74±0.04	0.68±0.07
Histidine*	0	0.48±0.01 ^{ab}	0.49±0.03 ^a	0.47±0.02 ^{abc}	0.44±0.02 ^c	0.45±0.02 ^{bc}	0.44±0.01 ^c
	90	0.56±0.03	0.55±0.01	0.54±0.05	0.53±0.06	0.53±0.04	0.50±0.03
Lysine*	0	1.89±0.06 ^a	1.82±0.01 ^{ab}	1.89±0.02 ^a	1.75±0.04 ^{bc}	1.78±0.06 ^{bc}	1.72±0.02 ^c
	90	1.95±0.04 ^a	1.89±0.05 ^{ab}	1.96±0.03 ^a	1.81±0.05 ^{bc}	1.86±0.09 ^{bc}	1.78±0.01 ^c
Arginine*	0	0.85±0.03 ^a	0.82±0.01 ^a	0.82±0.02 ^a	0.76±0.02 ^b	0.81±0.04 ^a	0.77±0.02 ^b
	90	0.93±0.01 ^a	0.89±0.05 ^{ab}	0.88±0.04 ^{ab}	0.82±0.06 ^b	0.88±0.06 ^{ab}	0.83±0.05 ^b
Essential amino acid	0	7.55±0.17 ^a	7.24±0.04 ^b	7.44±0.06 ^a	6.75±0.07 ^c	7.17±0.16 ^b	6.85±0.04 ^c
	90	8.04±0.21 ^a	7.75±0.03 ^{ab}	7.90±0.15 ^{ab}	7.21±0.18 ^c	7.65±0.20 ^b	7.31±0.17 ^c
Total	0	17.65±0.35 ^a	16.86±0.03 ^{bc}	17.41±0.14 ^{ab}	15.61±0.08 ^e	16.45±0.65 ^{cd}	15.95±0.26 ^{de}
	90	18.65±0.27 ^a	17.88±0.28 ^{bc}	18.32±0.12 ^{ab}	16.64±0.26 ^d	17.77±0.43 ^c	16.96±0.29 ^d

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 3.

* Essential amino acid.

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

냉동변성방지제에 따른 회수단백질의 냉동저장 중 아미노산 조성의 변화는 Table 34에 나타내었다. 총 아미노산 함량은 저장기간이 경과함에 따라 별 차이를 보이지 않았으며, 수세법으로 제조한 회수단백질들이 알칼리 처리법으로 제조한 회수단백질들에 비하여 높게 나타났다. 또한 필수아미노산(threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenyl alanine, histidine, lysine 및 arginine) 함량은 저장기간이 경과함에 따라 별 차이를 보이지 않았으며, 역시 수세법으로 제조한 회수단백질들이 알칼리 처리법으로 제조한 회수단백질들에 비하여 높게 나타났다. 총 아미노산 및 필수지방산 함량 공히 T1이 가장 높았고 T6가 가장 낮았다. 한편 감미계 아미노산(threonine, serine, glycine 및 alanine)들은 T1과 T3가 가장 높았고 T4와 T6가 가장 낮게 나타났다. 또한 맛 아미노산인 glutamic도 감미계 아미노산과 비슷한 경향이였다. 냉동변성방지제의 첨가 시 단점인 최종 제품의 단맛을 증가시키며(MacDonald와 Lanier, 1991), 식육에 함유되어 있는 아미노산이나 지방산은 산, 당, ATP 관련화합물 등과 함께 맛과 향의 생성에 깊은 관여를 한다(Baily, 1983; Shin 등, 1998).

폐계가슴육을 이용하여 2회 수세한 회수단백질과 알칼리인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질을 이용하여 냉동변성방지제 첨가 종류(설탕, 솔비톨 및 인산염)에 따른 -20℃에서 3개월간 냉동저장 동안 품질 변화를 시험한 결과를 종합하면 폐계가슴육을 이용하여 알칼리인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질에 냉동변성방지제는 인산염과 솔비톨을 넣은 T5와 3가지(인산염, 솔비톨 및 설탕) 모두를 넣은 T6 간에 큰 차이가 없어 경제성 등을 고려할 때 T5가 가장 적절하였다.

3) 요약

- 가) 축육 회수단백질 제조를 위한 두 원료육의 특성을 비교한 결과를 종합하면 돼지뒷다리육에 비하여 폐계가슴육이 수분, 산화 마이오글로빈, 명도 및 백색도는 높았고, 조지방 함량, 염용성단백질, 콜라겐, pH, 가열감량, 전단가, 적색도 및 조직감의 전 항목은 낮았으며, 마이오글로빈, 보수력, 황색도 및 관능검사 결과 전 항목에서 육 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.
- 나) 소금 첨가 유무에 따른 회수단백질의 특성을 종합하면 2% 소금 첨가로 돼지뒷다리육을 이용할 경우 4회 수세하거나 pH 조건에 상관없이 pH 조절 시에는 겔 형성에 도움이 되었으며, 폐계가슴육을 이용할 경우는 2회 수세하거나 알칼리 조건인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질에 소금을 첨가함으로써 겔 형성에 도움이 되었다.
- 다) 회수단백질 제조 방법에 따른 품질 특성 및 폐수 부하량 등을 종합하면 돼지뒷다리육보다는 폐계가슴육이, 수세법과 산 처리보다는 알칼리 처리

시 변형값과 겔강도를 포함하는 회수단백질의 물리적 특성을 감안 할 때 우수한 품질을 생산할 수 있고, 폐수 부하량도 훨씬 줄일 수 있으며, 폐계가슴육을 이용하여 회수단백질 제조 시 수세는 2회면 충분하고 pH 조절은 알칼리인 11이 적당하였다.

- 라) 폐계가슴육을 이용하여 2회 수세한 회수단백질과 알칼리인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질을 이용하여 냉동변성방지제 첨가 종류(설탕 4.0, 솔비톨 5.0 및 인산염 0.3%)에 따른 -20°C 에서 3개월간 냉동저장 동안 품질 변화를 시험한 결과를 종합하면 폐계가슴육을 이용하여 알칼리인 pH 11로 조절하여 제조한 회수단백질에 냉동변성방지제는 솔비톨과 인산염을 넣은 T5와 3가지(설탕, 솔비톨 및 인산염) 모두를 넣은 T6 간에 큰 차이가 없어 경제성 등을 고려할 때 T5가 가장 적절하였다.

나. 게맛살형 육제품 개발(2차 년도)

1) 재료 및 방법

가) 시험용 회수단백질 제조

시험용 회수단백질은 1년차에 정립한 다음과 같은 방법으로 제조하였다.

폐계가슴육 및 MDCM(mechanically deboned chicken meat) 원료육을 근막과 과다 지방을 제거 정형하여 Chopper[MGB-32, 한국후지, 한국]로 3 mm 초핑한 후 Silent cutter(AS-30, Ramon Co., Spain)로 미세하게 4분간 커팅 후 6배 중량의 물을 가하여 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 30초간 균질하였다. 균질액을 표준체 3.5와 18번으로 각각 여과한 후 여과액에 1 N NaOH를 이용하여 선행 연구(Jung 등, 2004b)에 따라 단백질 추출을 위하여 알칼리 조건인 pH 11로 조절한 후 3상 연속원심분리기(J-1250, 한일과학, 한국)로 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 최상층(중성지방 등 유화층)과 최저층(결체조직, 막지질 등)을 버리고 중간층(염용성 및 수용성단백질)을 회수하였다. 회수된 시료는 1 N HCl을 이용하여 pH 5로 조절하고 30분간 방치하여 단백질을 침전시킨 후 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 하층의 침전물을 회수한 후 수분은 80%, pH는 1 N NaOH를 이용하여 7.0으로 조절하였다. 수분과 pH를 조절한 회수단백질의 무게에 대해 냉동변성방지제로 솔비톨(Sigma) 5% 및 인산염(FOS/ENR, 태원, 폴리인산나트륨 40, 피로인산나트륨(무수) 30, 산성피로인산나트륨 30%) 0.3%를 첨가하여 Polyethylene 재질인 Nylon 3방으로 밀착포장한 후 -70°C 동결 후 -20°C 에서 냉동보관하면서 사용하였다.

나) 결착제 및 축육과 명태연육 혼합 비율 설정

(1) 결착제의 선별 및 최적 첨가 수준 설정

최적 결착제의 선별 및 함량 결정을 위해 표면반응분석법을 활용하여 원료육 100 에

대해 전분 5.6%(감자:소맥=50:50), 가라기난 0.46% 및 난백액 0.37%로 결정하였다.

(2) 명태연육, 폐계가슴육 회수단백질 및 전분의 최적 혼합 비율 설정

JMP(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2002)의 Full Factorial Designs 프로그램을 활용하여 원료육별 사용 제한 범위를 명태연육(APS, Alaska pollack surimi) 40-100%, 폐계가슴육 회수단백질(SRP, spent hens breast recovered protein) 0-60%, 전분(Starch) 0-10%(단 전분은 감자:소맥=50:50 혼합) 범위로 하여 설계한 결과는 Table 35와 같다.

Table 35. Result by full factorial test

Rows	Pattern	X1	X2	X3
		APS ¹⁾	SRP ¹⁾	Starch
C	---	40	0	0
T1	+ - +	100	0	10
T2	- - +	40	0	10
T3	+ + -	100	60	0
T4	+ + +	100	60	10
T5	- + -	40	60	0
T6	- + +	40	60	10

¹⁾ APS (Alaska pollack surimi), SRP (spent hens breast recovered protein).

Table 36. Formula of recovered protein sausage

Treat- ments	APS ¹⁾	SRP ¹⁾	Starch	Total	Salt	Phosphate	Sugar	Carrageenan	Fresh egg white
C	100.00	-	-	100					
T1	90.91	-	9.09	100					
T2	80.00	-	20.00	100					
T3	62.50	37.50	-	100	0.94 %	0.14%	1.03%	0.46%	0.37%
T4	58.82	35.30	5.88	100					
T5	40.00	60.00	-	100					
T6	36.36	54.55	9.09	100					

¹⁾ APS (Alaska pollack surimi), SRP (Spent hens breast recovered protein).

상기 결과에 의거 3가지 재료의 혼합 비율에 따른 조직 특성을 분석하기 위하여 명태연육과 폐계가슴육 회수단백질의 수분을 적외선 수분 측정기로 측정하여 수분 함량을 80%로 동일하게 보정한 후 명태연육, 폐계가슴육 회수단백질 및 전분의 함에 대해 소금, 인산염, 설탕, 가라기난 및 난백액을 Table 36과 같은 배합비로 배합 후 PVDC(Ø3.0×15cm)에 충전한 후 Autoclave에서 90℃/25분간 열처리 후 조직 관련 항목에 대해 분석한 결과는 다음과 같다.

Table 37. Formula of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments	Materials of recovered protein	Sorbitol	Phosphate	Salt
C	Spent hens breast meat			
T1	Spent hens leg meat	5.0%	0.3%	2.0%
T2	MDCM(S. Co.)			
T3	MDCM(J Co.)			

다) 폐계가슴육 및 다리살, S사 MDCM 및 J사 MDCM을 활용한 회수단백질 소시지 특성

회수단백질 원료육의 특성을 분석하기 위하여 폐계가슴육 및 다리살, S사 MDCM(Mechanically deboned chicken meat) 및 J사 MDCM을 활용하여 기 확보된 기술인 pH 11.0의 알칼리 조절법으로 회수단백질을 제조한 후 수분 함량을 80%로 보정한 후 회수단백질 원료육에 따른 소시지의 품질 특성을 분석하기 위하여 원료육에 대해 솔비톨(Sigma), 인산염[FOS/ENR, 태원, 폴리인산나트륨 40, 피로인산나트륨(무수) 30, 산성피로인산나트륨 30%], 소금(꽃소금, CJ, 88%)을 Table 37과 같은 배합비로 배합 후 PVDC(Ø3.0×15cm)에 충전한 후 Autoclave에서 90℃/25분간 열처리하였다.

Table 38. Formula of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments	Materials of recovered protein	Sorbitol	Phosphate	Salt
C	Alaska pollack			
T1	Spent hens breast meat	5.0%	0.3%	2.0%
T2	MDCM(S. Co.)			
T3	MDCM(J Co.)			

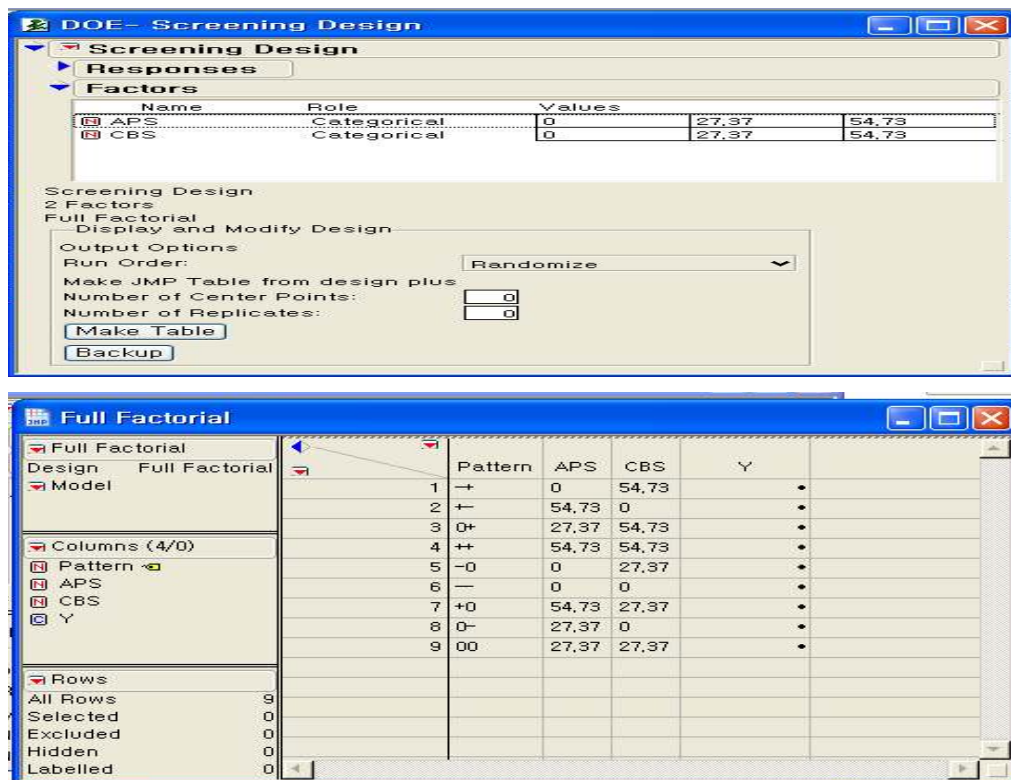
라) 명태연육, 폐계가슴육, S사 MDCM 및 J사 MDCM을 활용한 회수단백질 소시지 특성

상기 2) 시험 결과 폐계다리육은 회수단백질 원료로서 결체조직 등이 많아 부적합 하여 명태연육을 대체할 수 있는 회수단백질 원료육의 특성을 분석하기 위하여 명태연육, 폐계가슴육, S사 MDCM(Mechanically deboned chicken meat) 및 J사 MDCM을 활용하여 기 확보된 기술인 pH 11.0의 알칼리 조절법으로 회수단백질을 제조한 후 수분 함량을 80%로 보정한 후 회수단백질 원료육에 따른 소시지의 품질 특성을 분석하기 위하여 원료육에 대해 솔비톨(Sigma), 인산염[FOS/ENR, 태원, 폴리인산나트륨 40, 피로인산나트륨(무수) 30, 산성피로인산나트륨 30%], 소금(꽃소금, CJ, 88%)을 Table 38과 같은 배합비로 배합 후 PVDC(Ø3.0×15cm)에 충전한 후 Autoclave에서 90℃/25분간 열처리하였다.

마) 폐계가슴육 및 MDCM의 명태연육 대체 비율 설정

상기 3) 시험 결과에 따라 폐계가슴육 및 J사 MDCM(Mechanically deboned chicken meat)을 활용하여 명태연육(APS) 대체 수준을 파악하기 위해 JMP(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2002)의 Screening Design 프로그램을 활용하여 원료육별 사용 제한 범위를 모두 0, 27.37, 54.73으로 하여 설계한 결과는 Table 39와 같다.

Table 39. Result by screening design test



상기 결과에 의거 2가지 재료의 혼합 비율에 따른 조직 특성을 분석하기 위하여 기 확보된 기술인 pH 11.0의 알칼리 조절법으로 회수단백질을 제조하여 수분 함량을 80%로 보정한 후 MDCM은 적색도가 높아 대체 혼합 수준을 한 가지로 정하여 현장의 게맛살 제조 시 혼합하는 모든 부재료를 Table 40과 같이 투입하면서 Silent cutter를 활용하여 원료, 난백 + 염지제(정백당, 조미액, 정제소금, 탄산칼슘, 이지칼슘, 씨엠이, 글리신, 인산염)→ 1/2 얼음 → 1/2 얼음, 대두유→ 향신료(크렙엑기스, 다시마엑기스, 계향)→ 가라기난→ 전분(감자전분, 소맥전분) 순으로 5분간 세절하여 최종 유회물의 온도는 15℃ 이하가 되게 하여 PVDC(Ø3.0×15cm)에 충전한 후 Autoclave에서 90℃/25분간 열처리하였다.

Table 40. Formula of crab analog sausage

Materials	Treatments					
	C	T1	T2	T3	T4	T5
Alaska pollack surimi	54.73	36.49	27.37	18.24	-	43.78
Spent hens breast recovered protein	-	18.24	27.37	36.49	54.73	-
MDCM recovered protein	-	-	-	-	-	10.95
Potato starch				2.80		
Wheat starch				2.80		
Ice				32.84		
Mixed ingredients*				6.83		
Total	100	100	100	100	100	100

* Mixed ingredients : Sugar 15.08, Seasonings 13.76, Salt 13.76, Crab extract 10.25, Soybean oil 6.74, Carrageenin 6.74, Calcium carbonate 6.73, Egg albumen liquid 5.42, Kelp extract 5.42, Crab flavor 4.10, Monosodium L-glutamate (MSG) 4.10, CME 3.51, Glycine 2.05, Phosphate 2.05, Red colorant DW 0.29, Total 100.

바) 제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정
 계맛살 및 크래미 제조 시 배합비는 Table 41과 같다.

Table 41. Formula of crab analog and crab stick

Materials	Crab analog				Crab stick			
	GC	GT1	GT2	GT3	KC	KT1	KT2	KT3
Alaska pollack surimi	50	50	50	50	70	70	70	70
Itoyori surimi	80	60	50	50	20	10	-	10
Spent hens breast recovered protein	-	20	30	-	-	10	20	-
MDCM recovered protein	-	-	-	30	-	-	-	10
Wheat starch			66.30				8.44	
Ice			114.40				67.50	
Mixed ingredients ¹⁾			20.54				-	
Mixed ingredients ²⁾			-				14.1	
Total			331.24				180.04	

¹⁾ Salt 23.42, Sugar 17.72, Crab extract 9.49, Gluten 7.59, Soy protein 6.96, Monosodium L-glutamate (MSG) 5.06, Soybean oil 4.43, Calcium carbonate 4.43, Egg albumen liquid 3.17, Carrageenin 2.53, Crab flavor 2.53, CME 1.90, Red colorant DW 1.27, Phosphate 1.90, Seasonings 7.60, Total 100.

²⁾ Salt 15.75, Sugar 16.31, Crab extract 14.18, Egg albumen liquid 4.96, Calcium carbonate 4.26, Crab flavor 4.26, Soybean oil 11.28, Monosodium L-Glutamate

(MSG) 3.55, Glycine 5.60, Phosphate 2.48, Red color DW 0.35, mixed seasonings 17.02, Total 100.

게맛살 및 크래미 제조공정은 Table 42와 같다.

Table 42. Manufacturing process of crab analog and crab stick

Crab analog	Crab stick
Temper or thawing of frozen surimi	Temper or thawing of frozen surimi
Silent cutter(surimi, water, starch, ingredients)	Bowl cutter(surimi, water, starch, ingredients)
Sheet extrusion	Sheet extrusion
Steam cooking(95℃)	Steam cooking(95℃)
Gas cooking	Gas cooking
Slitting(1.2mm)	Slitting(0.8mm)
Bundling or Rolling fiber bundle	Bundling or Rolling fiber bundle
	Press
	Diagonal cutting
	Direction turning
	Diagonal bundling
Color application to inner film and wrapping or Color wrapped in film)	Color application to inner film and wrapping or Color wrapped in film)
Cutting	Cutting
Vacuum packaging	Vacuum packaging
Metal detection	Metal detection
Pasteurization(95±2℃)	Pasteurization(95±2℃)
Cooling(below 10℃ central temp. of product)	Cooling(below 10℃ central temp. of product)
Storage(below 10℃)	Storage(below 10℃)

(2) 게맛살형 육제품 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정

게맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정을 위하여 상기 방법에 의해 게맛살을 제조 후 9±1℃에서 4주간 저장하면서 제조직후, 2주 및 4주에 품질 특성을 분석하였다.

(3) 크래미형 육제품 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정

크래미형 육제품 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정을 위하여 상기 방법에 의해 게맛살을 제조 후 9±1℃에서 4주간 저장하면서 제조직후, 2주 및 4주에 품질 특성을 분석하였다.

2) 결과 및 고찰

가) 회수단백질 소시지 이화학적 특성

Table 43. Gel characteristics of recovered protein sausage

Treatments ¹⁾	Breaking force (g)	Deformation (mm)	Gel strength (g/cm ²)	Jelly strength (g*mm)
C	166.33±4.04 ^D	4.25±0.31 ^B	847.13±20.58 ^D	707.43±64.61 ^C
T1	201.33±7.51 ^B	4.23±0.08 ^B	1025.38±38.23 ^B	852.60±44.75 ^C
T2	185.67±8.14 ^C	4.35±0.22 ^B	988.03±58.73 ^B	807.32±44.64 ^C
T3	240.67±5.13 ^A	8.43±1.27 ^A	1225.71±26.14 ^A	2030.27±316.89 ^A
T4	168.00±1.73 ^D	9.35±0.52 ^A	855.62±8.82 ^D	1571.40±104.34 ^B
T5	183.33±2.89 ^C	8.58±1.02 ^A	933.71±14.70 ^C	1574.42±198.62 ^B
T6	101.33±5.13 ^E	7.53±2.18 ^A	516.09±26.14 ^E	770.63±264.79 ^C

¹⁾ Treatments are the same as in Table 36.

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

계맛살 및 크래미 생산을 위한 회수단백질 소시지의 겔 특성은 Table 43과 같다. 파괴강도는 T3가 가장 높았고 T6가 가장 낮아 대조구와 비교 시 T6를 제외하고 다른 처리구들은 차이가 없거나 더 높았다. 변형값은 원료육으로 명태연육만을 사용한 대조구, T1 및 T2가 폐계가슴육 회수단백질을 첨가한 네 처리구들(T3, T4, T5, T6)에 비해 낮았다. 겔강도는 T3가 가장 높았고 T6가 가장 낮았으며, 대조구와 비교 시 T6를 제외하고 다른 처리구들은 차이가 없거나 더 높았다. 젤리 강도는 T3가 가장 높았으며, 대조구와 비교 시 모든 처리구들은 차이가 없거나 더 높았다.

Table 44. Physico-chemical characteristics and sensory score of recovered protein sausage

Treatments ¹⁾	Shear force (kg/cm ²)	Folding test ²⁾	Overall acceptability ³⁾ of sensory
C	1.25±0.04 ^{AB}	4.00±0.00 ^B	4.43±0.53 ^B
T1	1.33±0.05 ^A	4.33±0.58 ^B	3.57±0.53 ^C
T2	1.28±0.10 ^{AB}	5.00±0.00 ^A	3.14±0.38 ^C
T3	1.17±0.11 ^{AB}	3.00±0.00 ^C	4.71±0.49 ^B
T4	1.26±0.10 ^{AB}	4.00±0.00 ^B	5.00±0.58 ^B
T5	1.08±0.27 ^B	4.00±0.00 ^B	5.86±0.38 ^A
T6	1.39±0.09 ^A	4.00±0.00 ^B	6.29±0.49 ^A

¹⁾ Treatments are the same as in Table 36.

²⁾ 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half),

3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

3) Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

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

계맛살 및 크래미 생산을 위한 회수단백질 소시지의 전단가, 접기시험 결과 및 관능평가 결과는 Table 44와 같다. 전단가는 T1과 T6가 가장 높았고, T5가 가장 낮았으나 대조구와 비교 시 모든 처리구들은 차이가 없거나 더 높았다. 접기시험 결과는 T2가 가장 높았고, T3가 가장 낮았으며, 대조구와 비교 시 T3를 제외하고 다른 처리구들은 차이가 없거나 더 높았다. 관능평가의 전체적 기호도는 T5와 T6가 가장 높았고 T1 및 T2가 가장 낮았으며, 대조구와 비교 시 T1 및 T2를 제외하고 다른 처리구들은 차이가 없거나 더 높았다.

계맛살 및 크래미 생산을 위한 회수단백질 소시지의 조직 특성은 Table 45와 같다. 표면경도는 T3와 T4가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 경도는 T1, T3 및 T4가 가장 높았고 T6가 가장 낮아 대조구와 비교 시 T6를 제외하고 다른 처리구들은 차이가 없거나 더 높았다. 응집성은 대조구가 가장 높았고 T5가 가장 낮았으며, 원료육으로 명태연육만을 사용한 대조구, T1 및 T2와 비교 시 T5와 T6를 제외하고 차이가 없었다. 탄력성은 T6가 가장 높았으며, 대조구와 비교 시 모든 처리구들은 차이가 없거나 더 높았다. 검성 및 씹힘성은 대조구와 비교 시 T5와 T6를 제외하고 차이가 없었다.

Table 45. Texture properties of recovered protein sausage

Treatments ¹⁾	Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg*mm)
C	0.09±0.01 ^C	0.15±0.01 ^{AB}	60.01±5.88 ^A	13.90±0.08 ^B	8.64±0.78 ^A	120.06±11.41 ^A
T1	0.10±0.01 ^B	0.15±0.01 ^A	53.65±1.53 ^{ABC}	13.95±0.07 ^B	8.21±0.49 ^A	114.50±6.39 ^A
T2	0.10±0.00 ^{BC}	0.13±0.01 ^B	59.25±1.21 ^{AB}	14.17±0.07 ^{AB}	7.94±0.48 ^A	112.48±7.28 ^A
T3	0.16±0.02 ^A	0.16±0.02 ^A	52.66±4.12 ^{BC}	14.11±0.39 ^{AB}	8.95±0.14 ^A	128.35±3.60 ^A
T4	0.16±0.01 ^A	0.16±0.00 ^A	55.77±2.76 ^{ABC}	14.16±0.13 ^{AB}	8.89±0.34 ^A	125.82±5.89 ^A
T5	0.10±0.00 ^{BC}	0.13±0.02 ^B	40.10±0.13 ^D	13.87±0.05 ^B	5.28±0.83 ^B	73.18±11.59 ^B
T6	0.09±0.00 ^{BC}	0.09±0.00 ^C	50.94±2.43 ^C	14.26±0.08 ^A	4.54±0.27 ^B	64.69±4.07 ^B

¹⁾ Treatments are the same as in Table 36.

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

Table 46. Correlation coefficients between texture parameters of recovered protein sausage

Items ¹⁾	BF	De	GS	JS	Ha	Gu
GS	0.99					
JS		0.82				
Br				0.76		
Ha	0.75		0.72			
Gu					0.82	
Ch					0.81	1.00

¹⁾ BF (breaking force), De (deformation), GS (gel strength), JS (jelly strength), Br (brittleness), Ha (hardness), Gu (gumminess), Ch (chewiness).

* Level of significance of correlation coefficients : $p < 0.05$.

게맛살 및 크래미 생산을 위한 회수단백질 소시지의 분석항목 간 상관관계는 Table 46과 같다. 파괴강도와 켈강도 및 경도 간에, 변형값과 켈리강도 간에, 켈강도와 경도 간에, 켈리강도와 표면경도 간에, 경도와 검성 및 씹힘성 간에, 검성과 씹힘성 간에 0.7 이상의 정의 상관관계가 있었다.

게맛살 및 크래미 생산을 위한 기초 배합비 시험을 위하여 회수단백질 소시지 제조 시 명태연육만을 이용한 대조구, 명태연육에 전분을 9.09% 함유한 T1 및 20%를 함유한 T2, 명태연육과 폐계가슴육 회수단백질만을 이용하여 혼합비율을 달리한 T3(62.5:37.5) 및 T5(40.0:60.0), 명태연육, 폐계가슴육 회수단백질 및 전분을 이용하여 혼합비율을 달리한 T4(58.8:35.3:5.9) 및 T6(36.4:54.5:9.1)에 대한 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면;

대조구의 경우 다른 처리구들에 비해 응집성은 가장 높은 장점을 나타낸 반면 변형값 및 표면경도는 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T1의 경우 다른 처리구들에 비해 전단가 및 경도는 가장 높은 장점을 나타낸 반면 변형값 및 관능평가의 전체적 기호도는 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T2의 경우 다른 처리구들에 비해 접기시험 결과는 가장 높은 장점을 나타낸 반면 변형값 및 관능평가의 전체적 기호도는 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T3의 경우 다른 처리구들에 비해 파괴강도, 켈강도, 켈리강도, 표면경도 및 경도는 가장 높은 장점을 나타낸 반면 접기시험 결과는 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T4의 경우 다른 처리구들에 비해 표면경도 및 경도는 가장 높은 장점을 나타내었다.

T5의 경우 다른 처리구들에 비해 관능평가의 전체적 기호도는 가장 높은 장점을 나타낸 반면 전단가는 가장 낮으나 대조구와는 차이가 없었으며, 응집성, 검성 및 씹힘성은 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T6의 경우 다른 처리구들에 비해 전단가, 관능평가의 전체적 기호도 및 탄력성은 가장 높은 장점을 나타낸 반면 파괴강도, 경도, 응집성, 검성 및 씹힘성은 가장 낮았고, 젤강도는 가장 낮은 단점을 나타내었으나 대조구와는 차이가 없었다.

결론적으로 게맛살 및 크래미 생산을 위한 기초 배합비 시험을 위하여 소시지 제조 시 명태연육만을 이용한 대조구의 품질과 비교 시 명태연육을 폐계가슴육 회수단백질 및 전분으로 대체하여 혼합 시 명태연육:폐계가슴육 회수단백질:전분 62.50:37.50:0 비율로 섞은 T3 및 58.82:35.30:5.88 비율로 섞은 T4가 차이가 없어 전분을 제외한 원료육 전체에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 37.5%까지 대체가 가능한 것으로 판단된다.

나) 폐계가슴육 및 다리살, S사 MDCM 및 J사 MDCM을 활용한 회수단백질 소시지 특성

Table 47. Proximate compositions (%) of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Yield (%)
C	70.75±0.71 ^C	26.31±0.63 ^A	0.71±0.22 ^C	2.24±0.02 ^C	79.67±1.53 ^A
T1	70.73±0.54 ^C	19.85±0.48 ^B	7.23±0.81 ^A	2.18±0.06 ^C	72.67±2.08 ^B
T2	75.53±0.58 ^A	15.47±0.52 ^C	6.22±0.70 ^A	2.78±0.05 ^B	36.33±2.52 ^C
T3	72.64±0.58 ^B	19.87±0.97 ^B	4.61±0.43 ^B	2.88±0.04 ^A	25.33±2.52 ^D

¹⁾ Treatments are the same as in Table 37.

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 일반성분은 Table 47과 같다. 수분은 T2가 가장 많았고 대조구와 T1이 가장 적었다. 조단백질 함량은 대조구가 가장 많았고 T2가 가장 적었다. 조지방 함량은 T1과 T2가 가장 많았고 대조구가 가장 적었다. 조회분 함량은 T3가 가장 많았고 대조구와 T1이 가장 적었다. 수율은 대조구가 가장 높았고 T3가 가장 낮았다.

Table 48. Physico-chemical characteristics of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	pH	WHC (%)	Cooking loss (%)	Shear force (kg/cm ²)	Myofibrillar protein (mg/g)	Collagen (mg/g)
C	6.52±0.03 ^B	71.10±1.20 ^B	16.86±1.90 ^B	2.65±0.25 ^A	2.67±0.13 ^C	69.25±7.80 ^B
T1	6.50±0.05 ^B	69.24±1.40 ^B	22.73±2.06 ^A	2.13±0.09 ^B	6.15±1.59 ^B	73.84±7.14 ^B
T2	6.82±0.04 ^A	58.78±1.10 ^C	18.09±2.06 ^B	2.26±0.18 ^B	2.33±0.78 ^C	160.52±4.98 ^A
T3	6.17±0.07 ^C	95.13±1.77 ^A	20.59±1.61 ^{AB}	2.05±0.12 ^B	26.61±2.75 ^A	155.51±6.60 ^A

¹⁾ Treatments are the same as in Table 37.

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 이화학적 특성은 Table 48과 같다. pH는 T2가 가장 높았고 T3가 가장 낮았다. 보수력은 T3가 가장 높았고 T2가 가장 낮았다. 가열감량은 T1이 가장 높았고 대조구와 T2가 가장 낮았다. 전단가는 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 높았다. 염용성단백질은 T3가 가장 많았고 대조구와 T2가 가장 적었다. 콜라겐은 T2와 T3가 대조구와 T1보다 높았다.

Table 49. Mb, met-Mb and meat color of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	Mb (mg/g)	Met-Mb (%)	L*	a*	b*	W
C	0.14±0.02 ^C	79.20±2.51 ^B	81.82±0.30 ^A	2.75±0.07 ^C	8.17±0.21 ^{BC}	57.30±0.90 ^A
T1	0.15±0.01 ^C	90.67±2.55 ^A	70.58±0.82 ^B	10.73±1.97 ^{AB}	6.83±1.62 ^C	50.09±4.04 ^B
T2	0.30±0.05 ^B	81.28±2.03 ^{AB}	59.99±1.50 ^C	8.87±0.32 ^B	12.07±0.89 ^A	23.79±4.16 ^D
T3	0.54±0.08 ^A	78.06±10.22 ^B	61.29±2.25 ^C	12.08±0.76 ^A	9.12±0.32 ^B	33.92±3.21 ^C

¹⁾ Treatments are the same as in Table 37.

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 미오글로빈, 산화 미오글로빈 및 육색은 Table 49와 같다. 미오글로빈은 T3가 가장 많았고 대조구와 T1이 가장 적었다. 산화 미오글로빈은 T1이 가장 많았고 대조구와 T3가 가장 적었으나 T1을 제외하면 두 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 명도는 대조구가 가장 높았고 T2와 T3가

가장 낮았다. 적색도는 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 황색도는 T2가 가장 높았고 T1이 가장 낮았으나 T2를 제외한 두 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 백색도는 대조구가 가장 높았고 T2가 가장 낮았다.

Table 50. Texture properties of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg*mm)
C	0.73±0.04 ^A	0.88±0.12 ^A	56.37±2.21 ^A	13.42±0.32	49.55±5.94 ^A	663.46±66.32 ^A
T1	0.31±0.07 ^B	0.41±0.07 ^B	50.97±0.31 ^B	12.73±0.32	20.64±3.15 ^B	262.39±37.56 ^B
T2	0.38±0.11 ^B	0.46±0.11 ^B	47.81±2.06 ^C	12.92±0.73	22.18±5.51 ^B	284.76±59.65 ^B
T3	0.37±0.13 ^B	0.42±0.05 ^B	52.80±0.40 ^B	13.15±0.18	22.22±2.92 ^B	292.10±37.46 ^B

¹⁾ Treatments are the same as in Table 37.

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 조직 특성은 Table 50과 같다. 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성은 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 높았다. 응집성은 대조구가 가장 높았고 T2가 가장 낮았다. 탄력성은 처리 간에 차이가 없었다.

Table 51. Gel characteristics of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	Breaking force (g)	Deformation (mm)	Gel strength (g/cm ²)	Jelly strength (g*mm)	Folding test ²⁾
C	1077.33±118.98 ^A	7.63±0.50 ^{BC}	5486.81±605.96 ^A	8204.90±815.30 ^A	4.00±0.00 ^A
T1	518.67±68.25 ^B	6.50±0.35 ^C	2641.55±347.60 ^B	3365.50±417.90 ^C	3.33±0.58 ^B
T2	528.00±55.34 ^B	8.90±1.31 ^{AB}	2519.32±569.33 ^B	4695.90±861.99 ^B	2.00±0.00 ^C
T3	484.67±19.40 ^B	9.38±0.69 ^A	2468.39±98.80 ^B	4538.92±161.05 ^{BC}	3.00±0.00 ^B

¹⁾ Treatments are the same as in Table 37.

²⁾ 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half), 3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 겔 특성은 Table 51과 같다. 파괴강도와 겔 강도는 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 높았다. 변형값은 T3가 가장 높았고 T1이 가장 낮았으나 T3를 제외한 두 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 젤리강

도는 대조구가 가장 높았고 T1이 가장 낮았다. 접기시험 결과는 대조구가 가장 높았고 T2가 가장 낮았다.

Table 52. Sensory score¹⁾ of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	Aroma	Flavor	Color	Juiciness	Tenderness	Overall acceptability
C	5.43±0.53 ^A	6.29±0.49 ^A	6.57±0.53 ^A	4.57±0.53 ^B	4.29±0.49 ^C	5.71±0.49 ^A
T1	4.57±0.53 ^B	5.43±0.53 ^B	5.86±0.69 ^B	4.71±0.49 ^B	5.00±0.58 ^B	5.29±0.49 ^{AB}
T2	5.86±0.69 ^A	4.14±0.69 ^C	4.00±0.82 ^C	5.43±0.53 ^A	3.71±0.49 ^C	4.57±0.53 ^{BC}
T3	5.86±0.69 ^A	3.57±0.53 ^C	3.29±0.49 ^D	5.86±0.69 ^A	6.14±0.69 ^A	4.43±0.98 ^C

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 37.

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 관능평가 결과는 Table 52와 같다. 향은 T1이 다른 세 구들에 비해 낮았다. 맛은 대조구가 가장 높았고 T2와 T3가 가장 낮았다. 색과 전체적 기호도는 대조구가 가장 높았고 T3가 가장 낮았으나 T1의 전체적 기호도는 대조구와 차이가 없었다. 다즙성은 T2와 T3가 대조구와 T1보다 높았다. 연도는 T3가 가장 높았고 대조구와 T2가 가장 낮았다.

원료육에 따라 폐계가슴육(대조구) 및 폐계다리육(T1), S사 MDCM(T2) 및 J사 MDCM(T3)을 이용하여 제조한 회수단백질의 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면;

대조구의 경우 다른 처리구들에 비해 조단백질 함량, 수율, 전단가, 명도, 백색도, 표면경도, 경도, 검성, 씹힘성 및 응집성, 파괴강도, 겔강도, 젤리강도, 접기시험 결과, 관능평가의 맛, 색 및 전체적 기호도는 가장 높았고, 조지방 함량, 조회분 함량, 가열감량, 미오글로빈 및 산화 미오글로빈, 적색도가 낮은 장점을 나타낸 반면 수분, 관능평가의 다즙성 및 연도가 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T1의 경우 다른 처리구들에 비해 조회분 함량, 황색도, 미오글로빈이 가장

낮은 장점을 나타낸 반면 수분, 염용성단백질 및 변형값, 관능평가의 향 및 다즙성이 가장 낮았고, 조지방 함량, 가열감량, 산화 미오글로빈이 가장 높은 단점을 나타내었다.

T2의 경우 다른 처리구들에 비해 수분, pH, 다즙성이 가장 높았고, 가열감량이 가장 적은 장점을 나타낸 반면 조단백질 함량, 보수력, 염용성단백질, 명도, 백색도, 응집성, 젤리강도, 접기시험 결과, 관능평가의 맛 및 연도가 가장 낮았고, 조지방 함량, 콜라겐, 황색도가 높은 단점을 나타내었다.

T3의 경우 다른 처리구들에 비해 보수력, 염용성단백질, 변형값, 다즙성, 연도가 가장 높았고, 산화 미오글로빈이 적은 장점을 나타낸 반면 조지방 함량, 콜라겐, 미오글로빈, 적색도가 가장 높았고, 수율, pH, 명도, 관능평가의 맛, 색 및 전체적 기호도는 가장 낮은 단점을 나타내었다.

결론적으로 폐계가슴육(대조구) 및 폐계다리육(T1), S사 MDCM(T2) 및 J사 MDCM(T3)을 이용하여 제조한 회수단백질의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 폐계가슴육의 대조구와 J사 MDCM을 이용한 T3가 가장 비슷한 결과였으며, 회수단백질 원료로서 MDCM은 콜라겐과 미오글로빈이 많아 조직과 색에 부정적인 영향을 미치는 결과로 이에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 판단된다.

다) 명태연육, 폐계가슴육, S사 MDCM 및 J사 MDCM을 활용한 회수단백질 소시지 특성

Table 53. Meat color of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	L*	a*	b*	W
C	75.29 ^B	0.54 ^D	-2.51 ^D	82.81 ^A
T1	80.59 ^A	2.56 ^C	7.99 ^C	56.62 ^B
T2	62.77 ^C	9.22 ^B	10.25 ^A	32.01 ^C
T3	56.18 ^D	12.62 ^A	9.83 ^B	26.69 ^D
SE ²⁾	0.41	0.13	0.07	0.48

¹⁾ Treatments are the same as in Table 38.

²⁾ Pooled standard error.

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 색은 Table 53과 같다. 명도는 T1이 가장

높았고, T3가 가장 낮았다. 적색도는 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 황색도는 T2가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 백색도는 대조구가 가장 높았고 T3가 가장 낮았다. 백색도는 수리미의 품질에 영향(Ochiai 등, 2001)을 미치는 바, 일반적으로 수리미의 백색도는 육색소인 myoglobin 등 수용성인 근장단백질의 함량이 많을수록 낮은 값을 보이며 명도와 황색도와 관련성을 가진다(Park 등, 2003b). 일반적인 수세법으로 수리미 제조시 수세횟수 증가 및 알칼리 용매로 닭고기 및 다랑어 수리미 제조시 적색도는 감소하고 명도는 증가한다는 보고(Nowsad 등, 2000; Chen, 2002)하였다.

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 조직 특성은 Table 54와 같다. 표면경도는 T1과 T2이 대조구와 T3보다 높았다. 경도는 T2가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 응집성은 대조구와 T3가 가장 높았고 T1이 가장 낮았으나 T1을 제외한 두 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 탄력성은 처리 간에 차이가 없었다. 검성 및 씹힘성은 T2가 가장 높았고 대조구와 T1이 가장 낮았다. 어육 조직이 축육에 비해 취약하다는 Suzuki (1981)의 보고와 프랑크푸르트 소시지 제조시 소와 돼지의 심장근육으로부터 추출한 수리미유사물의 첨가 및 대체를 통하여 햄, 소시지 제품에 결합육으로 이용될 수 있으며(Desmond와 Kenny, 1998; Moon 등, 2006), Park 등(2005)은 pH 조절법에 의해 닭가슴살을 활용한 수리미 중 알칼리 처리구에서 가장 치밀한 조직이 형성됨을 보고하였다.

Table 54. Texture properties of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg*mm)
C	0.20 ^B	0.27 ^C	55.00 ^A	13.74	14.68 ^C	201.90 ^C
T1	0.31 ^A	0.35 ^B	47.53 ^B	13.43	16.57 ^C	222.83 ^C
T2	0.32 ^A	0.56 ^A	53.23 ^{AB}	13.56	29.90 ^A	405.39 ^A
T3	0.20 ^B	0.36 ^B	59.72 ^A	13.57	21.86 ^B	296.83 ^B
SE ²⁾	0.02	0.01	1.98	0.17	0.94	14.70

¹⁾ Treatments are the same as in Table 38.

²⁾ Pooled standard error.

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

Table 55. Gel characteristics of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ¹⁾	Shear force (kg/cm ²)	Breaking force (g)	Deformation (mm)	Gel strength (g/cm ²)	Jelly strength (g*mm)	Folding test ²⁾
C	1.60 ^B	328.33 ^C	4.82 ^B	1672.19 ^C	1581.50 ^B	4.00 ^A
T1	1.59 ^B	394.00 ^B	8.95 ^A	2006.63 ^B	3547.42 ^A	3.17 ^B
T2	2.10 ^A	631.33 ^A	5.70 ^B	3215.36 ^A	3605.63 ^A	4.33 ^A
T3	1.67 ^B	405.00 ^B	6.92 ^{AB}	2062.65 ^B	2775.92 ^{AB}	3.83 ^A
SE ³⁾	0.06	14.60	0.91	74.35	379.13	0.20

¹⁾ Treatments are the same as in Table 38.

²⁾ 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half), 3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

³⁾ Pooled standard error.

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 겔 특성은 Table 55와 같다. 전단가는 T2가 다른 세 구들에 비해 높았다. 파괴강도는 T2가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 변형값은 T1이 가장 높았고 대조구와 T2가 가장 낮았으나 T1을 제외한 두 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 겔강도는 T2가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 젤리강도는 T1과 T2가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았으나 T3와 대조구와는 차이가 없었다. 접기시험 결과 T1이 다른 세 구들에 비해 낮았다. 백조기 알칼리 수리미 겔에 소혈청 단백질이 파괴강도를 현저히 증가시키고 변형값은 다소 증가시킨다는 보고(Park 등, 2003)와 같이, 파괴강도, 변형값 및 겔강도가 높을수록 수리미 단백질 조직이 안정적인 것으로 판단된다. Park 등(2003)은 산과 알칼리 처리한 시료에서 회수한 겔의 파괴강도 및 변형값의 비교에서 산 처리보다 알칼리 처리가 두 항목 모두 높게 나타났다. Park (1994)은 수분함량의 감소는 파괴강도와 변형값을 증가시키며, Jung 등(2004)은 어육, 닭가슴살 및 돼지 뒷다리육을 이용하여 알칼리 공정으로 회수한 단백질의 겔 특성과 최적화에서 변형값은 꼬마 민어>닭가슴살>돼지 뒷다리>갈고등어 순으로 높았다는 보고와 같이 원료육에 따른 겔 특성의 차이를 뒷받침 해 준다. 또한 수세 및 미수세의 동일한 조건하에 겔강도와 파괴강도는 브로일러와 비교 시 노폐계육에서 더 높게 나타남을 확인하였다(Nowsad 등, 2000).

Table 56. Sensory score¹⁾ of recovered protein sausage by 3 different materials

Treatments ²⁾	Aroma	Flavor	Color	Tenderness	Overall acceptability
C	7.14 ^A	6.71 ^A	7.43 ^A	7.29 ^A	7.14 ^A
T1	6.00 ^B	6.29 ^A	6.14 ^B	5.86 ^B	5.86 ^B
T2	5.86 ^B	5.43 ^B	5.43 ^C	5.00 ^C	5.43 ^B
T3	5.71 ^B	6.00 ^{AB}	5.00 ^C	6.43 ^B	5.64 ^B
SE ³⁾	0.28	0.25	0.22	0.29	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 38.

³⁾ Pooled standard error.

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

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 관능평가 결과는 Table 56과 같다. 향과 전체적 기호도는 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 높았다. 맛은 대조구와 T1이 가장 높았고 T2가 가장 낮았으나 T2를 제외한 두 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 색은 대조구가 가장 높았고 T2와 T3가 가장 낮았다. 연도는 대조구가 가장 높았고 T2가 가장 낮았다.

Table 57. Correlation coefficients between quality parameters of recovered protein sausage by 3 different materials

Items ¹⁾	CMC	MCL	MCa	MCb	BF	GS	Br	Ha
MCa		-0.95						
MCW	0.91		-0.94	-0.93				
BF								
GS					1.00			
Br					0.95	0.95		
Ha					0.95	0.95	0.99	
Gu					0.95	0.95	0.96	0.97
Ch					0.95	0.95	0.95	0.96

¹⁾ CMF (cooked meat flavor), CMC (cooked meat color), MCL (meat color lightness), MCa (meat color redness), MCb (meat color yellowness), MCW (meat color whiteness), BF (breaking force), GS (gel strength), Br (brittleness), Ha (hardness), Gu (gumminess), Ch (chewiness).

* Level of significance of correlation coefficients(0.9) : $p < 0.05$.

원료육에 따른 회수단백질 소시지의 분석항목 간 상관관계는 Table 57과 같다. 관능평가의 색과 백색도 간에, 파괴강도와 표면경도, 경도, 검성, 씹힘성 및 켈강도 간에, 켈강도와 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성 간에, 표면경도와 경도, 검성 및 씹힘성 간에, 경도와 검성 및 씹힘성 간에 0.9 이상의 정의 상관관계를 나타내었다. 명도와 적색도 간에, 적색도와 백색도 간에, 황색도와 백색도 간에 0.9 이상의 부의 상관관계를 나타내었다.

원료육에 따라 명태연육(대조구), 폐계가슴육(T1), S사 MDCM(T2) 및 J사 MDCM(T3)을 이용하여 제조한 회수단백질의 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면;

대조구의 경우 다른 처리구들에 비해 백색도, 응집성, 관능평가의 향, 맛, 색 및 전체적 기호도는 가장 높았고, 적색도 및 황색도가 가장 낮은 장점을 나타낸 반면 검성, 씹힘성, 파괴강도, 변형값, 켈강도 및 켈리강도가 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T1의 경우 다른 처리구들에 비해 명도, 표면경도, 변형값, 켈리강도, 관능평가의 맛 및 연도가 가장 높은 장점을 나타낸 반면 경도, 응집성, 검성, 씹힘성 및 접기시험 결과가 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T2의 경우 다른 처리구들에 비해 표면경도, 경도, 검성, 씹힘성, 전단가, 파괴강도, 켈강도 및 켈리강도가 가장 높은 장점을 나타낸 반면 변형값, 관능평가의 맛, 색 및 연도가 가장 낮았고, 황색도가 높은 단점을 나타내었다.

T3의 경우 다른 처리구들에 비해 응집성이 가장 높은 장점을 나타낸 반면 적색도가 가장 높았고, 명도, 백색도 및 관능평가의 색이 가장 낮은 단점을 나타내었다.

결론적으로 명태연육(대조구), 폐계가슴육(T1), S사 MDCM(T2) 및 J사 MDCM(T3)을 이용하여 제조한 회수단백질의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 명태연육의 대조구와 폐계가슴육을 이용한 T1은 비슷한 결과였으며, 특히 J사 MDCM을 이용한 T3가 명태연육 대체 원료로서 가장 뛰어난 결과였으며, 회수단백질 원료로서 MDCM은 적색도가 높아 색에 부정적인 영향을 미치는 결과로 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

라) 폐계가슴육 및 MDCM의 명태연육 대체 비율 설정

Table 58. Texture properties of crab analog sausage

Treatments ¹⁾	Shear force (kg/cm ²)	Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg,mm)
C	1.41 ^A	0.15 ^A	0.16 ^A	43.74 ^D	13.65 ^B	6.80 ^A	92.86 ^A
T1	1.27 ^{AB}	0.08 ^B	0.09 ^C	52.70 ^{BC}	14.05 ^A	4.76 ^B	66.89 ^B
T2	1.20 ^B	0.08 ^B	0.09 ^C	53.09 ^{BC}	13.95 ^{AB}	4.61 ^B	64.21 ^B
T3	1.32 ^{AB}	0.06 ^C	0.08 ^C	56.34 ^B	14.12 ^A	4.80 ^B	67.74 ^B
T4	1.31 ^{AB}	0.04 ^D	0.05 ^D	60.98 ^A	14.03 ^A	3.02 ^C	42.35 ^C
T5	1.30 ^{AB}	0.09 ^B	0.10 ^B	50.52 ^C	13.91 ^{AB}	5.12 ^B	71.19 ^B
SE ²⁾	0.04	0.00	0.00	1.15	0.11	0.16	2.24

¹⁾ Treatments are the same as in Table 40.

²⁾ Pooled standard error.

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

원료육에 따른 계맛살소시지의 조직 특성은 Table 58과 같다. 전단가는 대조구가 가장 높았고 T2가 가장 낮아 T2를 제외한 모든 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 표면경도 및 경도는 대조구가 가장 높았고 T4가 가장 낮았다. 응집성은 T4가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 탄력성은 T1, T3, T4가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았으나 T2와 T5는 대조구와 차이가 없었다. 검성 및 씹힘성은 대조구가 가장 높았고 T4가 가장 낮았다.

Table 59. Gel characteristics of crab analog sausage

Treatments ¹⁾	Breaking force (g)	Deformation (mm)	Gel strength (g/cm ²)	Jelly strength (g*mm)	Folding test ²⁾
C	245.67 ^A	6.05 ^A	1251.17 ^A	1487.75 ^A	5.00 ^A
T1	148.33 ^C	4.43 ^{BC}	755.46 ^C	657.50 ^C	4.33 ^B
T2	134.00 ^D	4.22 ^{BC}	682.46 ^D	567.27 ^C	4.00 ^B
T3	110.67 ^E	3.57 ^C	563.95 ^E	393.92 ^D	4.00 ^B
T4	56.67 ^F	3.45 ^C	288.60 ^F	193.08 ^E	1.00 ^C
T5	165.67 ^B	5.37 ^{AB}	843.73 ^B	890.77 ^B	5.00 ^A
SE ³⁾	4.11	0.49	20.95	53.56	0.14

¹⁾ Treatments are the same as in Table 40.

²⁾ 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half),

3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

³⁾ Pooled standard error.

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

원료육에 따른 게맛살소시지의 겔 특성은 Table 59와 같다. 파괴강도, 겔강도 및 켈리강도는 대조구와 T5가 가장 높았고 T4가 가장 낮았다. 변형값은 대조구가 가장 높았고 T3 및 T4가 가장 낮았으며, 대조구와 T5 간에는 차이가 없었다.

Table 60. Sensory score¹⁾ of crab analog sausage

Treatments ²⁾	Flavor	Cohesiveness	Overall acceptability
C	8.44 ^A	8.67 ^A	8.61 ^A
T1	6.89 ^B	7.33 ^B	6.94 ^B
T2	6.67 ^B	6.11 ^C	6.17 ^C
T3	6.44 ^B	6.22 ^C	6.22 ^C
T4	4.67 ^C	4.44 ^D	4.61 ^D
T5	6.44 ^B	7.67 ^B	6.78 ^B
SE ³⁾	0.22	0.20	0.19

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 40.

³⁾ Pooled standard error.

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

원료육에 따른 게맛살소시지의 관능평가 결과는 Table 60과 같다. 맛, 응집성 및 전체적 기호도는 대조구가 가장 높았고 T4가 가장 낮았다.

이러한 분석 결과들을 활용하여 게맛살 및 크래미와 같이 찢어질 수 있는 조직 재현을 위해 파괴강도(BF), 변형값(DE) 및 응집성(CO)을 중심으로 최소한의 조직 특성을 만족할 수 있는 지를 JMP(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2002)의 Screening Design 프로그램을 활용하여 Fit Model-> Standard Least Squares-> Effect Screening-> Full Factorial-Fit Least Squares 과정을 거쳐 검증한 결과는 Table 61-65와 같으며, 품질을 만족하는 수준이었다.

Table 61. Sausage formula by full factorial–fit least squares

Design	Full Factorial	Pattern	APS	CBS	FT	BF
1	00	27,37	27,37	4	134	
2	—	0	0	0	0	
3	+—	54,73	0	5	245,67	
4	+0	54,73	27,37	4,33	148,33	
5	0—	27,37	0	5	245,67	
6	0+	27,37	54,73	4	110,67	
7	+0	0	54,73	1	56,67	
8	-0	0	27,37	1	56,67	
9	++	54,73	54,73	4	134	

Table 62. FT (folding test) result by full factorial–fit least squares

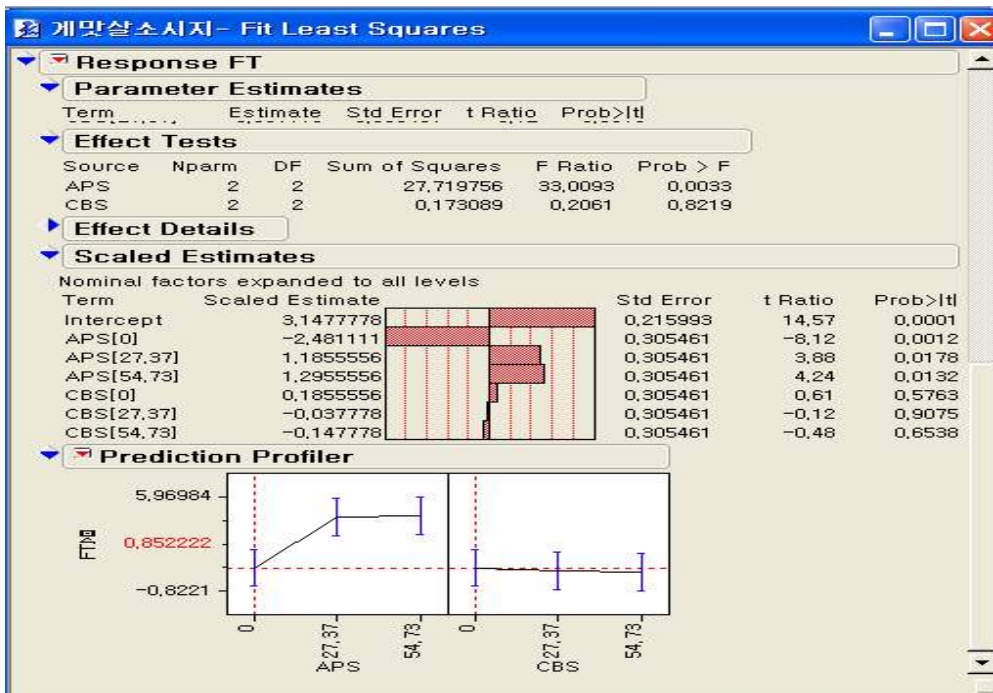


Table 63. BF (breaking force) result by full factorial-fit least squares

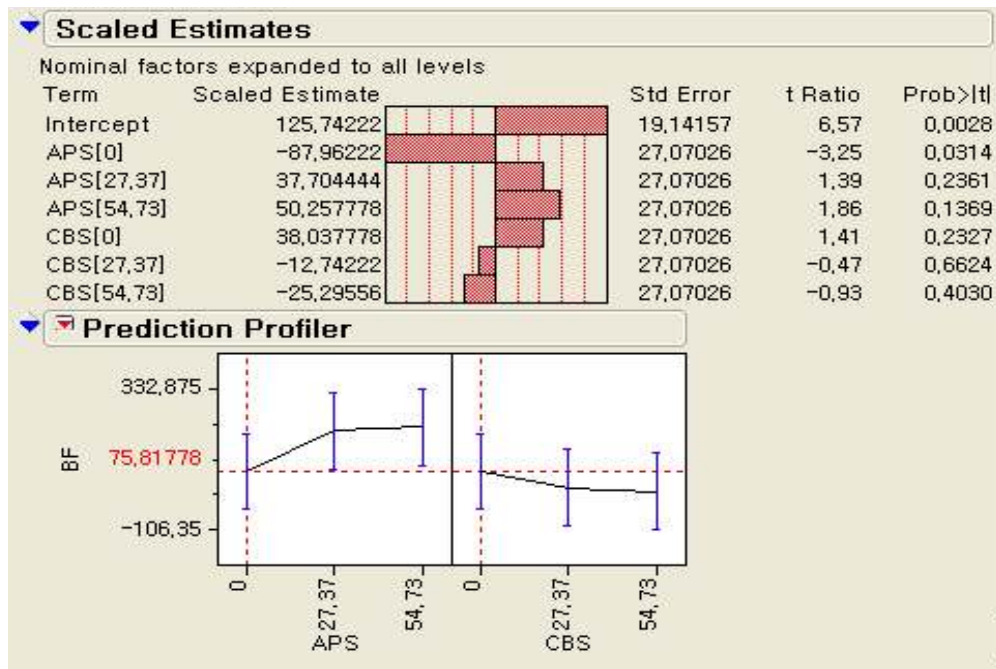


Table 64. DE (deformation) result by full factorial-fit least squares

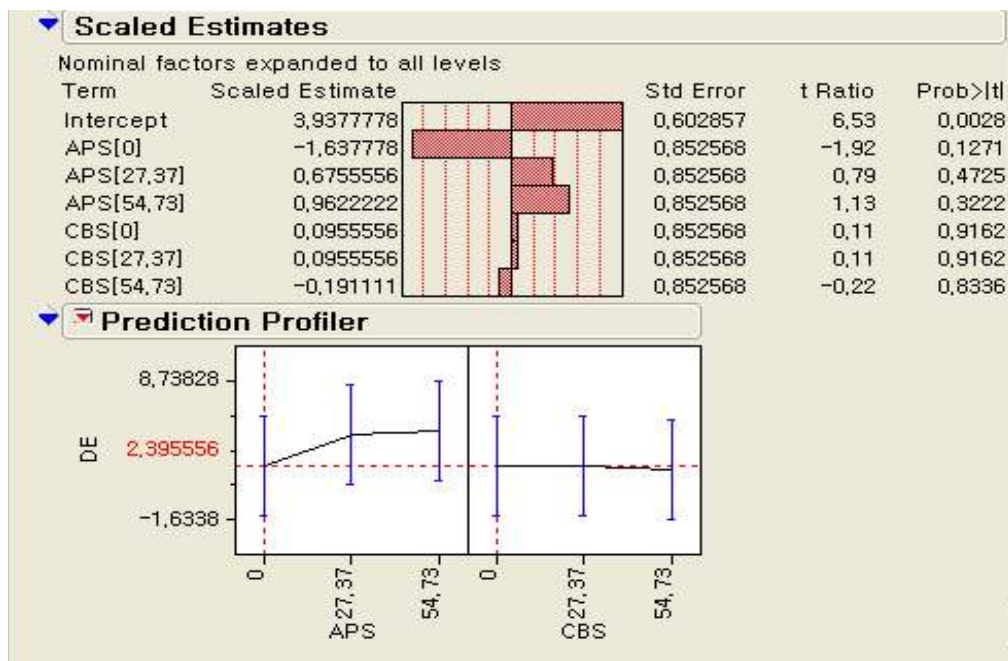
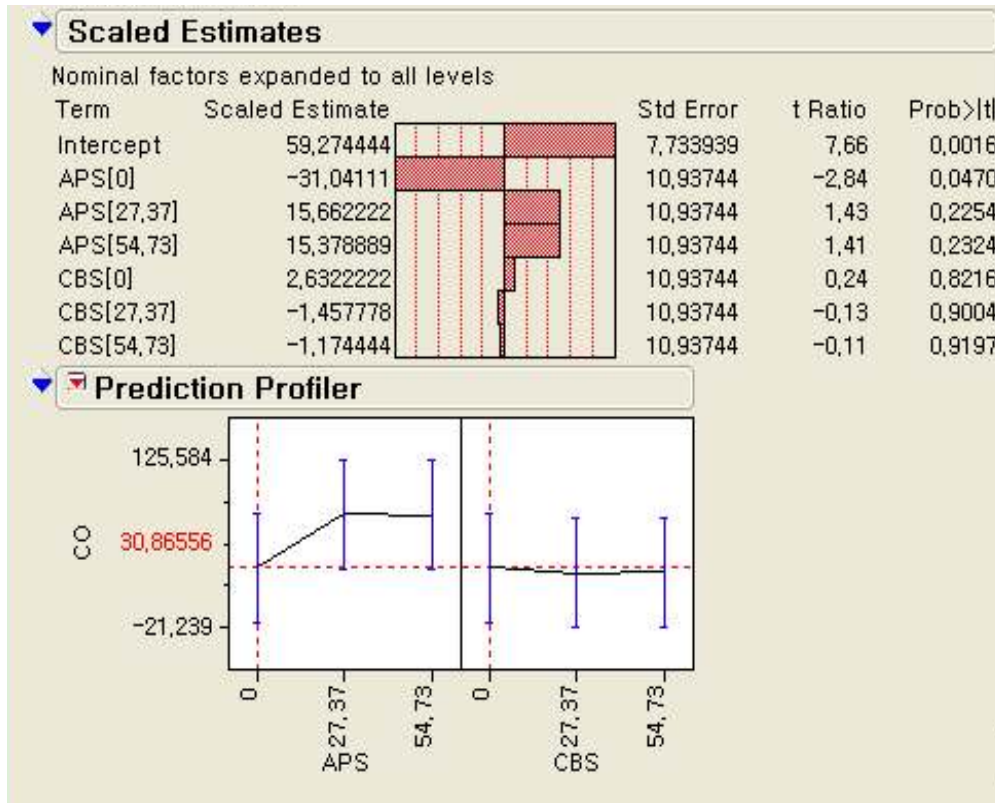


Table 65. CO (cohesiveness) result by full factorial-fit least squares



원료육 종류와 명태연육에 대해 폐계가슴육 및 MDCM 대체비율을 달리하여 명태연육만을 이용한 대조구, 전체 원료육에 대해 폐계가슴육의 대체비율이 33%인 T1, 50%인 T2, 67%인 T3, 100%인 T4 및 J사 MDCM의 대체비율이 20%인 T5로 하여 제조한 게맛살 소시지의 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면;

대조구의 경우 다른 처리구들에 비해 전단가, 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성, 파괴강도, 젤강도, 젤리강도, 변형값, 관능평가의 맛, 응집성 및 전체적 기호도가 가장 높은 장점을 나타낸 반면 응집성 및 탄력성이 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T1의 경우 다른 처리구들에 비해 탄력성이 가장 높은 장점을 나타내었다.

T2의 경우 다른 처리구들에 비해 전단가가 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T3의 경우 다른 처리구들에 비해 탄력성이 가장 높은 장점을 나타낸 반면 변형값이 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T4의 경우 다른 처리구들에 비해 응집성 및 탄력성이 가장 높은 장점을 나타낸 반면 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성, 파괴강도, 변형값, 겔강도 및 젤리강도, 관능평가의 맛, 응집성 및 전체적 기호도가 가장 낮은 단점을 나타내었다.

T5의 경우 다른 처리구들에 비해 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도가 가장 높은 장점을 나타내었다.

결론적으로 원료육 전체에 대해 명태연육 100%인 대조구, 폐계가슴육의 대체비율이 총 원료 중량에 대해 33%인 T1, 50%인 T2, 67%인 T3, 100%인 T4 및 J사 MDCM의 대체비율이 20%인 T5로 제조한 게맛살 소시지의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 명태연육 100%인 대조구에 비해 폐계가슴육의 대체비율이 33%인 T1과 50%인 T2까지는 품질 특성상 차이를 보이지 않았으며, 대체비율이 그 이상인 T3와 T4는 품질이 저하되는 결과였다. 또한 총 원료육 중량에 대해 J사 MDCM의 대체비율이 20%인 T5는 명태연육 100%인 대조구와 비교 시 소시지의 품질상에 차이를 보이지 않았다.

그리하여 총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질은 50%까지, MDCM 회수단백질은 20%까지 대체가 가능한 것으로 판단된다.

마) 게맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정

게맛살의 저장기간별 일반성분은 Table 66과 같다. 처리 간의 경우 수분과 탄수화물은 T1이 다른 세 구들에 비해 적은 반면 조단백질 함량은 많았다. T3가 다른 세 구들에 비해 조단백질 함량은 적은 반면 탄수화물은 많았다. 조지방 함량과 조회분 함량은 처리 간에 차이가 없었다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 구들이 2주차에 수분은 가장 적고 조회분 함량은 가장 많았다.

Table 66. Proximate compositions (%) of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
Moisture	0	68.43 ^{ABa}	68.89 ^{Aa}	68.53 ^{ABa}	68.06 ^B	0.13
	2	67.80 ^b	67.04 ^b	67.68 ^b	68.00	0.16
	4	68.56 ^{Aa}	68.16 ^{Cab}	68.35 ^{Ba}	68.31 ^B	0.05
	SE ²⁾	0.12	0.33	0.15	0.07	
Crude protein	0	7.32	7.76 ^b	7.69	7.41 ^a	0.80
	2	7.59	7.55 ^c	7.73	7.37 ^a	0.10
	4	7.44 ^B	8.16 ^{Aa}	7.43 ^B	7.00 ^{Cb}	0.13
	SE ²⁾	0.10	0.09	0.12	0.07	
Crude fat	0	2.32	2.20	2.48	2.41	0.07
	2	2.62	2.59	2.50	2.50	0.05
	4	2.35	2.41	2.45	2.48	0.06
	SE ²⁾	0.07	0.09	0.06	0.07	
Carbohydrate	0	19.84	19.04	19.13	19.93	0.16
	2	19.53	20.20	19.76	19.62	0.15
	4	19.50 ^B	19.04 ^C	19.62 ^B	20.10 ^A	0.13
	SE ²⁾	0.11	0.27	0.13	0.13	
Crude ash	0	2.09 ^b	2.12 ^b	2.17 ^b	2.19 ^{ab}	0.02
	2	2.45 ^a	2.62 ^a	2.33 ^a	2.50 ^a	0.06
	4	2.16 ^b	2.23 ^b	2.16 ^b	2.10 ^b	0.03
	SE ²⁾	0.07	0.08	0.03	0.08	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

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

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

Table 67. Physico-chemical characteristics of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
pH	0	6.77 ^{Bb}	6.92 ^{Ac}	6.93 ^{Ac}	6.95 ^{Ac}	0.03
	2	7.04 ^{Ca}	7.10 ^{ABa}	7.08 ^{Ba}	7.11 ^{Aa}	0.01
	4	7.02 ^{Ba}	7.06 ^{Ab}	7.03 ^{Bb}	7.06 ^{Ab}	0.01
	SE ²⁾	0.05	0.03	0.02	0.02	
WHC (%)	0	95.12	95.50 ^{ab}	96.80 ^{ab}	95.00	0.48
	2	94.58	95.06 ^b	92.15 ^b	95.53	0.69
	4	93.63	98.07 ^a	98.22 ^a	97.53	0.81
	SE ²⁾	0.80	0.60	1.15	0.69	
Cooking loss (%)	0	15.89 ^b	16.82 ^a	15.44 ^a	15.21 ^b	0.39
	2	13.54 ^{Ab}	14.18 ^{Ab}	11.84 ^{Bb}	12.81 ^{ABc}	0.32
	4	19.79 ^{Aa}	16.05 ^{BCab}	15.12 ^{Ca}	19.33 ^{ABa}	0.75
	SE ²⁾	1.02	0.51	0.74	1.01	
Shear force (kg/cm ²)	0	3.16 ^C	3.49 ^{Ba}	4.07 ^{Aa}	3.89 ^{Aa}	0.11
	2	3.28 ^C	3.66 ^{Ba}	3.73 ^{Bb}	4.03 ^{Aa}	0.09
	4	2.80 ^B	3.05 ^{ABb}	3.15 ^{ABc}	3.40 ^{Ab}	0.08
	SE ²⁾	0.10	0.10	0.14	0.10	
Cholesterol (mg/100g)	0	11.51 ^{Ba}	8.62 ^{Ca}	8.79 ^{Ca}	13.09 ^{Aa}	0.57
	4	8.77 ^{Bb}	7.62 ^{Cb}	7.77 ^{Cb}	11.89 ^{Ab}	0.52
	SE ²⁾	0.63	0.22	0.24	0.31	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

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

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

게맛살의 저장기간별 이화학적 특성은 Table 67과 같다. 처리 간의 경우 pH는 대조구가 가장 낮았다. 보수력은 처리 간에 차이가 없었다. 가열감량은 T2가 다른 세 구들에 비해 적었다. 전단가는 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 콜레스테롤 함량은 T3가 가장 많았고, T1과 T2가 가장 적었다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 구들이 2주차에 pH는 가장 높았고, 보수력과 가열감량은 적었다. 전단가와 콜레스테롤 함량은 감소하였다.

Table 68. Meat color of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
L*	0	77.59 ^B	80.41 ^{Aa}	80.17 ^A	75.84 ^{Cb}	0.61
	2	76.56 ^B	77.42 ^{Bb}	81.12 ^A	77.93 ^{Ba}	0.59
	4	77.83 ^B	78.54 ^{Bab}	81.19 ^A	77.28 ^{Ba}	0.51
	SE ²⁾	0.35	0.58	0.31	0.35	
a*	0	3.74 ^A	3.01 ^{ABb}	2.32 ^{Bc}	3.26 ^{AB}	0.23
	2	3.31 ^B	3.85 ^{Aab}	2.94 ^{Cb}	2.95 ^C	0.12
	4	3.76 ^B	4.67 ^{Aa}	3.71 ^{Ba}	3.68 ^B	0.16
	SE ²⁾	0.20	0.27	0.20	0.19	
b*	0	4.66 ^{Ca}	5.61 ^{Ba}	4.55 ^{Ca}	10.49 ^{Aa}	0.74
	2	3.11 ^{Cb}	3.92 ^{Bb}	4.08 ^{Ba}	9.73 ^{Aa}	0.80
	4	2.56 ^{Cb}	2.75 ^{BCc}	3.34 ^{Bb}	7.24 ^{Ab}	0.58
	SE ²⁾	0.33	0.42	0.20	0.50	
W	0	63.62 ^{Ac}	63.59 ^{Ab}	66.52 ^{Ac}	44.37 ^{Bc}	2.69
	2	67.22 ^{Bb}	65.66 ^{Cb}	68.89 ^{Ab}	48.73 ^{Db}	2.45
	4	70.15 ^{Aa}	70.28 ^{Aa}	71.18 ^{Aa}	55.55 ^{Ba}	1.98
	SE ²⁾	0.97	1.11	0.74	1.66	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41, ²⁾ Pooled standard error.

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

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

게맛살의 저장기간별 육색은 Table 68과 같다. 처리 간의 경우 명도는 T2가 가장 높았고, T3가 가장 낮았다. 적색도는 T1이, 황색도는 T3가 다른 세 구들에 비해 높은 반면 백색도는 T2가 가장 높았고, T3가 다른 세 구들에 비해 낮았다.

저장기간이 경과함에 따라 적색도와 백색도는 저장초기에 비해 저장말기에 증가하는 반면 황색도는 감소하였다.

Table 69. Gel characteristics of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
Breaking force (g)	0	357.00 ^A	361.33 ^A	304.67 ^{Bb}	308.00 ^B	9.31
	2	381.33 ^{AB}	388.00 ^A	361.33 ^{ABa}	321.67 ^B	11.27
	4	413.33 ^A	396.67 ^A	378.00 ^{ABa}	344.00 ^B	9.03
	SE ²⁾	13.32	9.28	11.44	7.29	
Deformation (mm)	0	6.82 ^a	6.33 ^a	6.93	6.15	0.19
	2	6.27 ^{ab}	5.45 ^b	5.53	7.30	0.38
	4	5.52 ^b	5.23 ^b	6.47	5.57	0.31
	SE ²⁾	0.22	0.20	0.43	0.51	
Gel strength (g/cm ²)	0	1818.19 ^A	1840.26 ^A	1551.65 ^{Bb}	1568.63 ^B	47.43
	2	1942.12 ^{AB}	1976.07 ^A	1840.26 ^{ABa}	1638.24 ^B	57.38
	4	2105.09 ^A	2020.21 ^A	1925.14 ^{ABa}	1751.98 ^B	45.97
	SE ²⁾	67.85	47.26	58.28	37.15	
Jelly strength (g*mm)	0	2432.30	2291.13	2118.45	1903.70	92.39
	2	2403.67	2121.23	1996.80	2345.67	130.61
	4	2280.50	2069.00	2452.70	1905.87	123.15
	SE ²⁾	99.42	72.24	163.70	162.28	
Folding test ³⁾	0	4.50 ^{Bb}	5.00 ^{Aa}	4.50 ^{Bb}	5.00 ^{Aa}	0.08
	2	5.00 ^{Aa}	4.50 ^{Bb}	5.00 ^{Aa}	4.00 ^{Cc}	0.13
	4	4.50 ^{Ab}	4.00 ^{Bc}	4.50 ^{Ab}	4.50 ^{Ab}	0.07
	SE ²⁾	0.08	0.14	0.08	0.14	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

³⁾ 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half), 3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

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

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

게맛살의 저장기간별 겔 특성은 Table 69와 같다. 처리 간의 경우 파괴강도와 겔강도는 대조구와 T1이 T2와 T3에 비해 높았으며, 변형값과 젤리강도는 처리 간에 차이가 없었다.

저장기간이 경과함에 따라 변형값은 낮아졌으며, 접기시험 결과 T3를 제외한 모든 구들이 저장 2주차에 가장 높았다.

Table 70. Texture properties of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
Brittleness (kg)	0	0.19 ^{Bb}	0.23 ^A	0.23 ^A	0.21 ^{ABab}	0.01
	2	0.22 ^{ab}	0.23	0.23	0.20 ^b	0.01
	4	0.24 ^{Aa}	0.23 ^{AB}	0.22 ^B	0.23 ^{ABa}	0.00
	SE ²⁾	0.01	0.01	0.00	0.01	
Hardness (kg)	0	0.19 ^{Bb}	0.24 ^A	0.23 ^A	0.22 ^A	0.01
	2	0.23 ^{ab}	0.24	0.23	0.22	0.00
	4	0.25 ^a	0.23	0.23	0.23	0.00
	SE ²⁾	0.01	0.00	0.00	0.00	
Cohesiveness (%)	0	38.94 ^{Bb}	44.24 ^{ABb}	46.10 ^{Ab}	40.97 ^{ABc}	1.09
	2	51.73 ^{Aa}	52.20 ^{Aa}	53.37 ^{Aa}	46.90 ^{Bb}	0.95
	4	51.21 ^a	52.87 ^a	55.56 ^a	54.73 ^a	0.98
	SE ²⁾	2.44	1.49	1.61	2.09	
Springiness (mm)	0	0.12 ^{ABb}	0.00 ^{BCb}	-0.09 ^{Cb}	0.20 ^{Ab}	0.04
	2	13.80 ^a	13.33 ^a	13.33 ^a	13.15 ^a	0.11
	4	13.99 ^{Aa}	12.92 ^{ABa}	12.77 ^{Ba}	13.44 ^{ABa}	0.20
	SE ²⁾	2.30	2.19	2.20	2.18	
Gumminess (kg)	0	7.47 ^{Cb}	10.52 ^{Ab}	10.74 ^A	9.02 ^{Bc}	0.44
	2	11.81 ^a	12.39 ^a	12.53	10.15 ^b	0.42
	4	12.61 ^a	12.31 ^a	12.49	12.61 ^a	0.23
	SE ²⁾	0.93	0.32	0.41	0.54	
Chewiness (kg,mm)	0	0.82 ^{ABb}	0.00 ^{ABb}	-0.96 ^{Bb}	1.80 ^{Ac}	0.39
	2	162.49 ^a	165.10 ^a	167.42 ^a	133.40 ^b	5.90
	4	176.05 ^a	158.91 ^a	159.56 ^a	169.37 ^a	3.76
	SE ²⁾	28.60	27.05	27.80	25.50	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

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

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

게맛살의 저장기간별 조직감은 Table 70과 같다. 처리 간의 경우 응집성 및 검성은 대조구와 T3가 T1과 T2에 비해 낮은 반면 탄력성과 씹힘성은 높았다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 구들이 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성은 저장 초기에 비해 저장말기에 증가하였다.

Table 71. Fatty acid compositions of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
Myristic acid (C14:0)	0	0.88 ^A	0.85 ^A	0.66 ^B	0.73 ^{ABa}	0.03
	4	0.84 ^A	0.82 ^A	0.68 ^B	0.65 ^{Bb}	0.03
	SE ²⁾	0.04	0.01	0.02	0.02	
Palmitic acid (C16:0)	0	12.59 ^{Ba}	13.43 ^{ABa}	14.31 ^{Aa}	13.78 ^A	0.23
	4	11.59 ^{Bb}	12.26 ^{Ab}	11.90 ^{Bb}	12.54 ^A	0.12
	SE ²⁾	0.23	0.28	0.55	0.37	
Palmitoleic acid (C16:1)	0	1.52	1.71	1.54 ^a	1.76	0.05
	4	1.36	1.64	1.18 ^b	1.70	0.09
	SE ²⁾	0.09	0.12	0.10	0.07	
Stearic acid (C18:0)	0	3.22 ^B	2.84 ^B	3.24 ^B	4.20 ^A	0.17
	4	2.79 ^C	3.06 ^{BC}	3.41 ^B	3.85 ^A	0.13
	SE ²⁾	0.18	0.12	0.05	0.12	
Oleic acid (C18:1)	0	15.48 ^{ABb}	13.07 ^{Cb}	15.14 ^{Bb}	15.69 ^{Ab}	0.32
	4	17.00 ^{Ba}	15.96 ^{Ca}	22.08 ^{Aa}	22.33 ^{Aa}	0.88
	SE ²⁾	0.37	0.65	1.57	1.49	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	0	27.53 ^B	26.02 ^{Ca}	29.06 ^{Ab}	28.43 ^{ABb}	0.38
	4	28.13 ^C	24.12 ^{Db}	35.01 ^{Aa}	33.28 ^{Ba}	1.30
	SE ²⁾	0.27	0.49	1.34	1.10	
Linolenic acid (C18:3, n-3)	0	0.53	0.49	0.55	0.73	0.06
	4	0.54 ^A	0.63 ^A	0.29 ^B	0.28 ^B	0.05
	SE ²⁾	0.01	0.07	0.08	0.14	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	0	3.51 ^{Ca}	4.29 ^B	4.48 ^{Ba}	5.57 ^{Aa}	0.24
	4	2.28 ^{Cb}	4.18 ^A	3.65 ^{ABb}	3.46 ^{Bb}	0.23
	SE ²⁾	0.28	0.20	0.21	0.50	
Eicosapentaenoic acid (C20:5, n-3)	0	11.63 ^{Ab}	11.32 ^{Ab}	10.12 ^{Ba}	10.41 ^{Ba}	0.20
	4	12.35 ^{Aa}	13.01 ^{Aa}	8.06 ^{Bb}	8.06 ^{Bb}	0.71
	SE ²⁾	0.18	0.44	0.49	0.54	
Docosahexaenoic acid (C22:6, n-3)	0	23.11 ^B	26.00 ^A	20.90 ^{Ca}	18.71 ^{Da}	0.84
	4	23.13 ^B	24.33 ^A	13.74 ^{Cb}	13.86 ^{Cb}	1.51
	SE ²⁾	0.30	0.49	1.60	1.10	
SFA ³⁾	0	16.69 ^{Ca}	17.11 ^{BCa}	18.22 ^{ABa}	18.71 ^A	0.31
	4	15.22 ^{Cb}	16.14 ^{Bb}	15.99 ^{Bb}	17.04 ^A	0.20
	SE ²⁾	0.40	0.22	0.52	0.46	
UFA ³⁾	0	83.31 ^{Ab}	82.89 ^{ABb}	81.78 ^{BCb}	81.29 ^C	0.31
	4	84.78 ^{Aa}	83.86 ^{Ba}	84.01 ^{Ba}	82.96 ^C	0.20
	SE ²⁾	0.40	0.22	0.52	0.46	

Table 71. Continued

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
EFA ³⁾	0	31.56 ^B	30.80 ^B	34.09 ^{Ab}	34.73 ^{Ab}	0.55

	4	30.95 ^C	28.93 ^D	38.95 ^{Aa}	37.02 ^{Ba}	1.26
	SE ²⁾	0.28	0.59	1.11	0.60	
UFA/SFA	0	5.00 ^{Ab}	4.85 ^{ABb}	4.49 ^{BCb}	4.36 ^{Cb}	0.10
	4	5.57 ^{Aa}	5.20 ^{Ba}	5.26 ^{Ba}	4.87 ^{Ca}	0.08
	SE ²⁾	0.15	0.08	0.18	0.14	
EFA/UFA	0	0.38 ^B	0.37 ^B	0.42 ^{Ab}	0.43 ^{Ab}	0.01
	4	0.37 ^C	0.34 ^D	0.46 ^{Aa}	0.45 ^{Ba}	0.02
	SE ²⁾	0.00	0.01	0.01	0.00	
n-3 fatty acid	0	35.27 ^B	37.81 ^A	31.57 ^{Ca}	29.84 ^{Da}	0.10
	4	36.01 ^B	37.97 ^A	22.09 ^{Cb}	22.19 ^{Cb}	2.26
	SE ²⁾	0.36	0.38	2.14	1.73	
n-6 fatty acid	0	31.03 ^B	30.31 ^B	33.54 ^{Ab}	34.00 ^{Ab}	0.52
	4	30.42 ^C	28.30 ^D	38.67 ^{Aa}	36.74 ^{Ba}	1.30
	SE ²⁾	0.28	0.60	1.16	0.67	
n-6/n-3	0	0.88 ^C	0.80 ^C	1.06 ^{Bb}	1.14 ^{Ab}	0.04
	4	0.85 ^B	0.75 ^B	1.75 ^{Aa}	1.66 ^{Aa}	0.14
	SE ²⁾	0.01	0.02	0.15	0.12	

1) Treatments are the same as in Table 41.

2) Pooled standard error.

3) SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

^{A-D} 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 $p < 0.05$.

계맛살의 저장기간별 지방산 조성은 Table 71과 같다. 처리 간의 경우 포화지방산은 T3가 가장 많았고 대조구가 가장 적어 역으로 불포화지방산 및 불포화지방산/포화지방산 비율은 T3가 가장 낮았고, 대조구가 가장 높았다. 필수지방산(리놀레산, 리놀렌산 및 아라키돈산)의 합계는 T2와 T3가 대조구와 T1에 비해 많아 필수지방산/불포화지방산 비율도 T2와 T3가 대조구와 T1에 비해 높았다. 오메가 3 지방산(리놀렌산, 에이코사펜타에노산 및 도코헥사에노산)의 합계는 대조구와 T1이 T2와 T3에 비해 많은 반면 오메가 6 지방산(리놀레산 및 아라키돈산)의 합계는 그 반대로 T2와 T3이 대조구와 T1에 비해 많아 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율 역시 T2와 T3이 대조구와 T1에 비해 높았다.

저장기간이 경과함에 따라 포화지방산, 불포화지방산 및 오메가 3 지방산은 저장초기에 비해 저장말기에 감소한 반면 필수지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율, 필수지방산/불포화지방산 비율, 오메가 6 지방산 및 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율은 저장초기에 비해 저장말기에 증가하였다.

Table 72. Amino acid compositions (%) of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ⁶⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
Aspartic acid	0	0.79 ^{Aa}	0.73 ^{Bb}	0.77 ^{AB}	0.74 ^{Ba}	0.01
	4	0.72 ^{Cb}	0.82 ^{Aa}	0.74 ^B	0.68 ^{Db}	0.02
	SE ⁶⁾	0.02	0.03	0.01	0.02	
Threonine ^{*, 3)}	0	0.35 ^a	0.34 ^b	0.34	0.35 ^a	0.00
	4	0.31 ^{Bb}	0.35 ^{Aa}	0.31 ^B	0.28 ^{Cb}	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.00	0.01	0.02	
Serine ³⁾	0	0.33 ^a	0.33 ^a	0.32	0.32 ^a	0.01
	4	0.28 ^{Ab}	0.26 ^{Bb}	0.30 ^A	0.27 ^{Ab}	0.02
	SE ⁶⁾	0.01	0.02	0.01	0.01	
Glutamic acid ²⁾	0	1.75 ^{Aa}	1.69 ^{Bb}	1.75 ^{Aa}	1.67 ^{Ba}	0.01
	4	1.49 ^{Cb}	1.79 ^{Aa}	1.64 ^{Bb}	1.58 ^{BCb}	0.04
	SE ⁶⁾	0.08	0.03	0.03	0.03	
Proline	0	0.20 ^{Bb}	0.22 ^{Ab}	0.22 ^{Ab}	0.20 ^{Ba}	0.00
	4	0.30 ^{Da}	0.34 ^{Ba}	0.32 ^{Ca}	0.37 ^{Ab}	0.01
	SE ⁶⁾	0.03	0.03	0.03	0.05	
Glycine ³⁾	0	0.30	0.29 ^b	0.30 ^b	0.29	0.00
	4	0.28 ^C	0.34 ^{Aa}	0.31 ^{Ba}	0.28 ^C	0.01
	SE ⁶⁾	0.00	0.01	0.00	0.01	
Alanine ³⁾	0	0.30 ^{ABb}	0.29 ^{ABb}	0.30 ^{Ab}	0.28 ^B	0.00
	4	0.33 ^{Ca}	0.46 ^{Aa}	0.37 ^{Ba}	0.35 ^{BC}	0.02
	SE ⁶⁾	0.01	0.05	0.02	0.02	
Valine [*]	0	0.30 ^{BCa}	0.31 ^{Ba}	0.36 ^{Aa}	0.29 ^{Ca}	0.01
	4	0.24 ^{Bb}	0.29 ^{Ab}	0.25 ^{Bb}	0.19 ^{Cb}	0.01
	SE ⁶⁾	0.02	0.01	0.03	0.03	
Isoleucine [*]	0	0.43 ^A	0.38 ^{Ba}	0.41 ^{AB}	0.33 ^C	0.01
	4	0.41 ^A	0.34 ^{Bb}	0.38 ^{AB}	0.37 ^{AB}	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.01	0.02	0.01	
Leucine [*]	0	0.60 ^B	0.60 ^{Bb}	0.63 ^{Aa}	0.55 ^C	0.01
	4	0.59 ^B	0.68 ^{Aa}	0.59 ^{Bb}	0.54 ^C	0.02
	SE ⁶⁾	0.00	0.02	0.01	0.01	

Table 72. Continued

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ⁶⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
Tyrosine ⁴⁾	0	0.25 ^a	0.25 ^a	0.28 ^a	0.24	0.01
	4	0.21 ^{Bb}	0.23 ^{Ab}	0.18 ^{Cb}	0.17 ^C	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.01	0.03	0.02	
Phenylalanine ^{*, 4)}	0	0.29 ^{ABa}	0.28 ^{Ba}	0.31 ^{Aa}	0.28 ^B	0.01
	4	0.23 ^{ABb}	0.25 ^{Ab}	0.18 ^{Bb}	0.20 ^{AB}	0.01
	SE ⁶⁾	0.02	0.01	0.04	0.03	
Histidine [*]	0	0.22 ^A	0.16 ^B	0.24 ^A	0.21 ^{Ab}	0.01
	4	0.20 ^{AB}	0.18 ^B	0.25 ^A	0.23 ^{Aa}	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.00	0.01	0.01	
Lysine [*]	0	0.59 ^A	0.58 ^{Ab}	0.56 ^B	0.48 ^{Cb}	0.02
	4	0.68	0.63 ^a	0.57	0.64 ^a	0.02
	SE ⁶⁾	0.04	0.01	0.00	0.05	
Arginine [*]	0	0.37 ^{Ab}	0.37 ^{Aa}	0.30 ^{Bb}	0.30 ^{Bb}	0.01
	4	0.49 ^{Aa}	0.34 ^{Cb}	0.38 ^{Ba}	0.48 ^{Aa}	0.02
	SE ⁶⁾	0.03	0.01	0.02	0.05	
EAA [*]	0	3.14 ^A	3.03 ^B	3.15 ^{Aa}	2.80 ^{Cb}	0.05
	4	3.14 ^A	3.05 ^{AB}	2.91 ^{Cb}	2.93 ^{BCa}	0.04
	SE ⁶⁾	0.02	0.01	0.07	0.04	
FAA ²⁾	0	1.75 ^{Aa}	1.69 ^{Bb}	1.75 ^{Aa}	1.67 ^{Ba}	0.01
	4	1.49 ^{Cb}	1.79 ^{Aa}	1.64 ^{Bb}	1.58 ^{BCb}	0.04
	SE ⁶⁾	0.08	0.03	0.03	0.03	
STAA ³⁾	0	1.27 ^a	1.25 ^b	1.27	1.24	0.01
	4	1.20 ^{Cb}	1.40 ^{Aa}	1.29 ^B	1.18 ^C	0.03
	SE ⁶⁾	0.02	0.04	0.01	0.02	
AAA ⁴⁾	0	0.55 ^a	0.53 ^a	0.60 ^a	0.52	0.01
	4	0.44 ^{Ab}	0.48 ^{Ab}	0.36 ^{Bb}	0.37 ^B	0.02
	SE ⁶⁾	0.03	0.02	0.07	0.05	
TAA ⁵⁾	0	7.07 ^{Aa}	6.83 ^{Bb}	7.10 ^{Aa}	6.54 ^C	0.09
	4	6.76 ^{Bb}	7.29 ^{Aa}	6.76 ^{Bb}	6.63 ^C	0.10
	SE ⁶⁾	0.09	0.13	0.10	0.04	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁵⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

⁶⁾ Pooled standard error.

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

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

게맛살의 저장기간별 아미노산 조성은 Table 72와 같다. 처리 간의 경우 총아미노산 함량은 T3가 다른 구들에 비해 적었으며, 필수아미노산(트레오닌, 발린, 이소루신, 루신, 페닐알라닌, 히스티딘, 라이신 및 아르기닌)의 합계는 대조구가 다른 처리구들에 비해 많았다. 방향족아미노산(티로신 및 페닐알라닌)의 합계는 대조구와 T1이 T2와 T3에 비해 많았으며, 단맛을 함유한 아미노산(트레오닌, 세린, 글리신 및 알라닌)의 합계는 T1>T2>대조구와 T3 순이었다.

저장기간이 경과함에 따라 총아미노산과 방향족아미노산 함량은 T3를 제외한 세 구들은 저장초기보다 저장말기에 감소하였다.

Table 73. Sensory score¹⁾ of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾				SE ³⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
Color	0	7.50 ^{Aa}	7.33 ^{Aa}	6.50 ^A	5.17 ^B	0.25
	2	7.17 ^{Aa}	7.33 ^{Aa}	6.50 ^B	5.17 ^C	0.20
	4	6.50 ^{Ab}	6.17 ^{Ab}	6.33 ^A	4.83 ^B	0.19
	SE ³⁾	0.15	0.22	0.17	0.13	
Aroma	0	6.83 ^a	6.67	6.67 ^a	6.00 ^{ab}	0.15
	2	6.83 ^a	6.50	6.33 ^{ab}	6.67 ^a	0.15
	4	6.00 ^b	6.00	5.67 ^b	5.50 ^b	0.10
	SE ³⁾	0.17	0.14	0.17	0.21	
Flavor	0	6.33 ^{ab}	6.67 ^a	6.50	6.00	0.20
	2	6.83 ^a	6.67 ^a	6.67	6.17	0.12
	4	5.83 ^b	5.67 ^b	5.50	5.17	0.24
	SE ³⁾	0.20	0.20	0.25	0.31	
Tenderness	0	6.00	6.17	6.33	5.50	0.18
	2	6.33	6.67	6.83	6.50	0.13
	4	6.33	6.33	6.17	5.67	0.15
	SE ³⁾	0.13	0.18	0.18	0.23	
Juiciness	0	6.17	6.00	6.50 ^{ab}	5.50	0.18
	2	6.17 ^B	6.17 ^B	7.00 ^{Aa}	6.17 ^B	0.13
	4	5.67	6.00	5.83 ^b	5.17	0.16
	SE ³⁾	0.16	0.13	0.22	0.20	
Overall acceptability	0	6.83	6.83	6.50	5.83	0.22
	2	6.83 ^A	6.75 ^A	6.75 ^A	6.00 ^B	0.13
	4	6.17 ^A	6.33 ^A	6.33 ^A	5.33 ^B	0.15
	SE ³⁾	0.16	0.15	0.17	0.24	

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 41.

³⁾ Pooled standard error.

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

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

게맛살의 저장기간별 관능검사 결과는 Table 73과 같다. 처리 간의 경우 색은 T3가 다른 세 구들에 비해 낮았으며, 향, 맛 및 연도는 처리 간에 차이가 없었다. 다즙성은 T2가 다른 세 구들에 비해 높았다. 전체적 기호도는 T3가 다른 세 구들에 비해 낮았다.

저장기간이 경과함에 따라 연도 및 전체적 기호도는 차이가 없었으나 색, 향, 맛 및 다즙성은 저장초기에 비해 저장말기에 낮아졌다.

Table 74. TBARS and VBN of crab analog

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		GC	GT1	GT2	GT3	
TBARS (mg/100g)	0	1.26 ^{Ab}	1.16 ^{Bb}	1.13 ^{Bb}	1.14 ^{Bb}	0.02
	2	1.27 ^{Ab}	1.19 ^{ABb}	1.14 ^{Bb}	1.20 ^{ABb}	0.02
	4	1.54 ^{Aa}	1.48 ^{ABa}	1.36 ^{Ba}	1.44 ^{ABa}	0.03
	SE ²⁾	0.05	0.05	0.04	0.05	
VBN (mg%)	0	7.61 ^{BC}	9.86 ^{Aa}	6.75 ^C	9.11 ^{ABa}	0.42
	2	8.04 ^A	5.66 ^{Cb}	7.14 ^B	6.09 ^{Cb}	0.30
	4	7.19 ^A	4.10 ^{Cc}	6.90 ^{AB}	6.23 ^{Bb}	0.38
	SE ²⁾	0.16	0.15	0.17	0.24	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

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

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

게맛살의 저장기간별 지방산패도 및 염기태질소화합물은 Table 74와 같다. 처리 간의 경우 지방산패도 및 염기태질소화합물 모두 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 높았다.

저장기간이 경과함에 따라 지방산패도는 증가하는 반면 염기태질소화합물은 T1과 T3에서 오히려 낮아졌다.

Table 75. Correlation coefficients between quality parameters of crab analog

Items ¹⁾	MCb	Coh	Sp	LIA	EPA	DHA	EFA	E/U	Se	GA	Gl	Le	Ty
MCW	-0.98												
Gu													
Ch		0.91											
EPA			0.99										
DHA													
EFA				-0.92									
E/U													
n-3				-0.92									
n-6					-0.94	-0.94							
n-6/n-3					-0.95	-0.91	0.99						
Pr								-0.96	-0.94				
Pe													
TAA								1.00	0.99				
FAA								0.96	0.93				
										-0.90			
STAA													0.92
													0.91
													1.00
													0.98

¹⁾ MCb (meat color yellowness), MCW (meat color whiteness), Coh (cohesiveness), Sp (springiness), Gu (gumminess), Ch (chewiness), LIA (linoleic acid), EPA (eicosapentaenoic acid), DHA (docosahexaenoic acid), EFA (essential fatty acid), E/U (EFA/UFA), n-3 (n-3 fatty acid), n-6 (n-6 fatty acid), Se (serine), Pr (proline), Gl (glycine), Le (leucine), Ty (tyrosine), Pe (penylalanine), STAA (sweet taste amino acid), EAA (essential amino acid), TAA (total amino acid).

* Level of significance of correlation coefficients : $p < 0.05$.

계맛살의 분석항목 간 상관관계는 Table 75와 같다. 응집성과 검성 간에, 탄력성과 씹힘성 간에, 필수지방산과 필수지방산/불포화지방산 비율, 오메가 6 지방산, 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율 간에, 필수지방산/불포화지방산 비율과 오메가 6 지방산, 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율 간에, 글리신과 단맛 함유 아미노산의 합 간에, 루신과 총아미노산 간에, 티로신과 페닐알라닌 간에 0.9 이상의 정의 상관관계가 있었다. 황색도와 백색도 간에, 리놀레산과 에이코사펜타에노산, 도코헥사에노산 간에, 에이코사펜타에노산과 필수지방산, 필수지방산/불포화지방산 비율 간에, 도코헥사에노산과 필수지방산, 필수지방산/불포화지방산 비율 간에, 필수지방산과 오메가 3 지방산 간에, 필수지방산/불포화지방산 비율과 오메가 3 지방산 간에, 세린과 프롤린 간에 0.9 이상의 부의 상관관계가 있었다.

게맛살 제조 시 명태연육을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 15.38% 대체한 T1 및 23.08% 대체한 T2, MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 23.08% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면;

대조구의 경우 다른 세 처리구들에 비해 전단가는 낮았고, 파괴강도, 젤강도, 탄력성 및 씹힘성은 높았고, 포화지방산 및 오메가 6 지방산은 적고, 불포화지방산 및 불포화지방산/포화지방산 비율은 높았고, 오메가 3 지방산은 많고 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율은 낮았으며, 필수아미노산 및 방향족아미노산이 많은 장점을 나타낸 반면 pH, 응집성, 검성, 필수지방산 및 필수지방산/불포화지방산 비율은 낮았고, 단맛을 함유한 아미노산은 적고, 지방산패도 및 염기태질소화합물이 높은 단점을 나타내었다.

T1의 경우 다른 세 구들에 비해 탄수화물, 콜레스테롤 및 오메가 6 지방산이 적고, 조단백질 함량, 오메가 3 지방산, 방향족아미노산 및 단맛을 함유한 아미노산이 많고, 파괴강도, 젤강도, 응집성 및 검성이 높았고, 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율이 낮은 장점을 나타낸 반면 수분 및 필수지방산이 적고, 적색도는 높았고, 탄력성, 씹힘성 및 필수지방산/불포화지방산 비율이 낮은 단점을 나타내었다.

T2의 경우 다른 세 구들에 비해 가열감량, 콜레스테롤이 적고, 필수지방산은 많고, 명도, 백색도, 응집성, 검성, 필수지방산/불포화지방산 비율 및 관능평가의 다즙성은 높은 장점을 나타낸 반면 파괴강도, 젤강도, 탄력성 및 씹힘성은 낮았고, 오메가 3 지방산 및 방향족아미노산은 적고, 오메가 6 지방산은 많고, 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율이 높은 단점을 나타내었다.

T3의 경우 다른 세 구들에 비해 필수지방산이 많고, 필수지방산/불포화지방산 비율이 높은 장점을 나타낸 반면 단백질, 불포화지방산, 오메가 3 지방산, 총아미노산, 방향족아미노산 및 단맛을 함유한 아미노산은 적고 탄수화물, 콜레스테롤, 포화지방산 및 오메가 6 지방산은 많고, 전단가, 황색도, 탄력성, 씹힘성 및 6 지방산/오메가 3 지방산 비율은 높았고, 명도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 응집성, 검성, 불포화지방산/포화지방산 비율, 관능평가의 색 및 전체적 기호도는 낮은 단점을 나타내었다.

유통기한은 4주 저장 중에 저장말기에 TBARS 수준이 약간 증가하는 것 외에는 게맛살의 품질저하가 거의 없어 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 4주까지 유통이 가능할 것으로 판단된다.

결론적으로 게맛살 제조 시 명태연육을 주원료로 이용한 대조구와 비교 시 T1 및 T2가 게맛살의 품질 특성을 종합적으로 고려할 때 큰 차이를 보이지 않아 게맛살 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해

15.38–23.08%까지는 대체할 수 있으며, MDCM 회수단백질은 15.38%까지는 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 다만 게맛살 제조 시 축육에 부족한 유용 지방산을 보충해 준다면 이화학적 및 영양적 특성상 어육만을 주원료로 한 대조구 게맛살에 버금가는 제품을 개발할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 어육에 비해 축육에 많이 함유된 미오글로빈으로 인해 적색도가 높기 때문에 기존의 백색에 가까운 어육 게맛살의 유사제품을 생산하기 위한 어육 대체 목적보다는 축육 고유의 붉은 색상을 살린 게맛살 같은 조직을 재현하는 축육 신제품 개발에 초점을 맞춘다면 축육 회수단백질의 첨가 수준은 23.08% 이상도 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 4주까지 가능할 것으로 판단된다.

바) 크래미형 육제품 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정

Table 76. Proximate compositions (%) of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
Moisture	0	76.08	76.27	76.39	76.26 ^b	0.10
	2	75.32 ^B	76.03 ^A	76.36 ^A	76.21 ^{Ab}	0.14
	4	76.04	76.13	75.97	76.68 ^a	0.13
	SE ²⁾	0.17	0.13	0.15	0.09	
Crude protein	0	10.40 ^{Aa}	10.07 ^{AB}	9.48 ^B	10.03 ^{AB}	0.13
	2	10.57 ^{Aa}	10.43 ^A	9.71 ^B	9.69 ^B	0.15
	4	9.74 ^{Bb}	10.27 ^A	9.88 ^{AB}	9.75 ^B	0.09
	SE ²⁾	0.15	0.11	0.12	0.09	
Crude fat	0	2.39	2.07	2.56	2.33	0.09
	2	2.47	2.33	2.38	2.19	0.05
	4	2.33	2.43	2.42	2.38	0.06
	SE ²⁾	0.08	0.09	0.05	0.06	
Carbohydrate	0	8.57	9.21	9.05	8.81	0.16
	2	8.66	8.28	8.50	9.08	0.16
	4	9.35	8.68	9.23	8.79	0.12
	SE ²⁾	0.20	0.22	0.19	0.10	
Crude ash	0	2.56 ^{Ab}	2.38 ^{Bb}	2.53 ^{Ab}	2.57 ^{Ab}	0.03
	2	2.98 ^a	2.93 ^a	3.04 ^a	2.83 ^a	0.04
	4	2.53 ^b	2.50 ^b	2.49 ^b	2.40 ^c	0.03
	SE ²⁾	0.08	0.09	0.10	0.07	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41, ²⁾ Pooled standard error.

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

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

크래미의 저장기간별 일반성분은 Table 76과 같다. 처리 간의 경우 수분은 대조구에 비해 처리구들이 많은 반면 조단백질 함량은 적었으며, 특히 T2와 T3가 낮았다. 조지방 함량과 탄수화물은 처리 간에 차이가 없었다. 조회분 함량은 T1이 다른 세 구들에 비해 적었다.

저장기간이 경과함에 따라 수분은 T3의 경우 저장초기에 비해 저장말기에 증가하였으나 역으로 조단백질 함량은 대조구의 경우 저장초기에 비해 저장말기에 감소하였다. 조지방 함량과 탄수화물은 저장 중에 차이가 없었다. 조회분 함량은 모든 구들이 저장 2주차에 가장 높았다.

Table 77. Physico-chemical characteristics of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				
		KC	KT1	KT2	KT3	SE ²⁾
pH	0	7.31 ^{Bc}	7.34 ^{ABc}	7.25 ^{Cc}	7.36 ^{Ac}	0.01
	2	7.53 ^{Ba}	7.53 ^{Ba}	7.41 ^{Ca}	7.57 ^{Aa}	0.02
	4	7.45 ^{Cb}	7.48 ^{Bb}	7.37 ^{Db}	7.53 ^{Ab}	0.02
	SE ²⁾	0.03	0.03	0.02	0.03	
WHC (%)	0	97.95	96.35 ^a	95.52	93.23	0.86
	2	94.18 ^A	91.21 ^{Bb}	90.48 ^B	93.02 ^{AB}	0.56
	4	95.10	90.41 ^b	91.22	94.05	1.17
	SE ²⁾	0.87	1.07	1.29	1.11	
Cooking loss (%)	0	14.97 ^b	17.37 ^a	16.22 ^a	15.48 ^b	0.47
	2	14.89 ^{Ab}	12.25 ^{Bb}	14.70 ^{Ab}	15.05 ^{Ab}	0.36
	4	18.41 ^{Aa}	16.60 ^{ABa}	15.30 ^{Bab}	16.97 ^{ABa}	0.42
	SE ²⁾	0.61	0.98	0.26	0.33	
Shear force (kg/cm ²)	0	2.70 ^{Bb}	2.65 ^{Bb}	2.83 ^{ABb}	2.89 ^{Ab}	0.04
	2	4.01 ^{Aa}	3.90 ^{ABa}	3.84 ^{ABa}	3.62 ^{Ba}	0.06
	4	2.58 ^{Bb}	2.57 ^{Bb}	2.85 ^{Ab}	2.78 ^{ABb}	0.05
	SE ²⁾	0.23	0.22	0.17	0.13	
Cholesterol (mg/100g)	0	19.58 ^{Ba}	17.80 ^{Cb}	17.60 ^{Cb}	22.91 ^A	0.65
	4	18.58 ^{Cb}	19.51 ^{Ba}	19.28 ^{Ba}	21.72 ^A	0.36
	SE ²⁾	0.23	0.41	0.38	0.36	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

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

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

크래미의 저장기간별 이화학적 특성은 Table 77과 같다. 처리 간의 경우 pH는 T3가 가장 높았고 T2가 가장 낮았다. 보수력은 대조구에 비해 처리구들이 유의적으로 낮았으며, 가열감량은 T1이 다른 세 구들에 비해 적었다. 전단가는 대조구와 T1이 다른 두 구에 비해 낮았으며, 콜레스테롤 함량은 T3가 다른 세 구들에 비해 많았다.

저장기간이 경과함에 따라 pH와 전단가는 모든 처리구들이 2주차에 가장 높았으며, 보수력은 T1의 경우 저장초기에 비해 저장말기에 감소하였다. 가열감량은 모든 처리구들이 2주차에 가장 낮았다. 콜레스테롤 함량은 대조구의 경우 저장초기에 비해 저장말기에 감소하는 반면 T1과 T2는 증가하였다.

크래미의 저장기간별 육색은 Table 78과 같다. 처리 간의 경우 명도는 T3가 다른 세 구들에 비해 낮았다. 적색도는 T1이, 황색도는 T3가 다른 세 구들에 비해 높은 반면 백색도는 T3가 다른 세 구들에 비해 낮았다.

저장기간이 경과함에 따라 명도는 T3의 경우 저장초기에 비해 저장말기에 증가하였다. 적색도는 T3를 제외한 세 구들이 저장초기에 비해 저장말기에 증가하였다. 황색도는 모든 구들이 저장초기에 비해 저장말기에 감소한 반면 백색도는 증가하였다.

Table 78. Meat color of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
L*	0	79.10 ^A	78.88 ^A	78.78 ^A	76.00 ^{Bb}	0.40
	2	78.94 ^A	79.09 ^A	77.95 ^{AB}	77.16 ^{Ba}	0.31
	4	78.19 ^B	79.68 ^A	78.37 ^{AB}	77.47 ^{Ba}	0.30
	SE ²⁾	0.27	0.26	0.20	0.27	
a*	0	2.27 ^b	2.21 ^b	1.96 ^b	2.52	0.09
	2	2.68 ^a	2.84 ^a	2.57 ^a	2.98	0.07
	4	2.66 ^{Ba}	3.09 ^{Aa}	2.41 ^{Ca}	2.53 ^{BC}	0.08
	SE ²⁾	0.07	0.14	0.10	0.13	
b*	0	3.50 ^{BCa}	2.90 ^{Ca}	3.90 ^{Ba}	7.31 ^{Aa}	0.53
	2	3.18 ^{Ba}	2.50 ^{Ba}	3.23 ^{Bb}	6.15 ^{Aa}	0.44
	4	2.14 ^{Bb}	0.86 ^{Cb}	1.98 ^{Bc}	4.64 ^{Ab}	0.42
	SE ²⁾	0.21	0.33	0.29	0.43	
W	0	68.61 ^{Ab}	70.17 ^{Ab}	67.09 ^{Ab}	54.08 ^{Bc}	1.97
	2	69.41 ^{ABb}	71.60 ^{Ab}	68.25 ^{Bb}	58.70 ^{Cb}	1.53
	4	71.76 ^{Ba}	77.09 ^{Aa}	72.44 ^{Ba}	63.54 ^{Ca}	1.48
	SE ²⁾	0.57	1.08	0.88	1.48	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

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

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

Table 79. Gel characteristics of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
Breaking force (g)	0	168.00 ^{Ab}	113.00 ^{Cc}	163.00 ^A	138.33 ^{Bb}	7.03
	2	177.00 ^{Ab}	145.33 ^{Bb}	172.00 ^A	147.33 ^{Bb}	4.48
	4	213.00 ^{Aa}	180.67 ^{Ba}	172.33 ^B	175.67 ^{Ba}	5.57
	SE ²⁾	7.48	10.03	2.83	6.25	
Deformation (mm)	0	8.33	8.10	6.52	6.48	0.68
	2	6.03	7.30	7.93	9.23	0.63
	4	9.58	9.80	9.40	9.18	0.17
	SE ²⁾	0.85	0.53	0.76	0.70	
Gel strength (g/cm ²)	0	855.62 ^{Ab}	575.50 ^{Cc}	830.15 ^A	704.53 ^{Bb}	35.81
	2	906.55 ^{Ab}	740.18 ^{Bb}	875.99 ^A	750.36 ^{Bb}	23.42
	4	1084.80 ^{Aa}	920.13 ^{Ba}	877.69 ^B	894.66 ^{Ba}	28.36
	SE ²⁾	38.00	51.10	14.42	31.81	
Jelly strength (g*mm)	0	1389.67 ^{ab}	915.45 ^b	1043.53	908.58 ^b	112.60
	2	1069.98 ^b	1056.68 ^b	1369.87	1359.95 ^{ab}	100.50
	4	2044.33 ^{Aa}	1768.48 ^{Ba}	1620.23 ^B	1605.98 ^{Ba}	62.30
	SE ²⁾	186.78	142.42	130.38	129.42	
Folding test ³⁾	0	3.00 ^{Ab}	3.00 ^{Ab}	2.00 ^{Bb}	3.00 ^{Ab}	0.13
	2	4.00 ^{Aa}	4.00 ^{Aa}	3.00 ^{Ba}	4.00 ^{Aa}	0.13
	4	3.00 ^{Bb}	4.00 ^{Aa}	2.00 ^{Cb}	3.00 ^{Bb}	0.21
	SE ²⁾	0.17	0.17	0.17	0.17	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

³⁾ 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half), 3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

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

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

크라미의 저장기간별 겔 특성은 Table 79와 같다. 처리 간의 경우 파괴강도, 겔 강도 및 젤리강도는 대조구에 비해 처리구들이 낮았으며, 변형값은 차이를 보이지 않았다. 접기시험 결과 T2가 다른 세 구들에 비해 낮았다.

저장기간이 경과함에 따라 T2를 제외한 세 구들이 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도는 저장초기에 비해 저장말기에 증가하였다. 변형값은 저장 중에 차이가 없었다. 접기시험 결과 모든 구들이 저장 2주차에 가장 높았다.

Table 80. Texture properties of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
Brittleness (kg)	0	0.11	0.08	0.09	0.08	0.01
	2	0.08	0.09	0.08	0.08	0.00
	4	0.10 ^A	0.09 ^{AB}	0.09 ^{AB}	0.08 ^B	0.00
	SE ²⁾	0.01	0.01	0.00	0.00	
Hardness (kg)	0	0.12 ^A	0.08 ^B	0.09 ^{AB}	0.08 ^B	0.01
	2	0.11	0.09	0.09	0.09	0.00
	4	0.11	0.10	0.11	0.11	0.00
	SE ²⁾	0.00	0.01	0.01	0.01	
Cohesiveness (%)	0	34.28 ^b	35.54 ^b	39.16	36.43 ^b	1.17
	2	41.71 ^{ab}	41.60 ^b	40.01	40.29 ^b	7.72
	4	49.96 ^a	51.99 ^a	44.63	49.95 ^a	1.41
	SE ²⁾	2.64	2.56	1.18	2.44	
Springiness (mm)	0	0.00 ^b	0.01 ^b	0.04 ^b	0.02 ^b	0.01
	2	13.59 ^a	13.74 ^a	13.95 ^a	13.96 ^a	0.13
	4	13.93 ^a	13.74 ^a	13.60 ^a	13.65 ^a	0.10
	SE ²⁾	2.30	2.29	2.29	2.30	
Gumminess (kg)	0	4.01 ^b	2.93 ^b	3.36 ^b	2.87	0.21
	2	4.39 ^b	3.88 ^b	3.60 ^b	3.54	0.16
	4	5.52 ^a	5.39 ^a	4.83 ^a	5.24	0.24
	SE ²⁾	0.24	0.40	0.27	0.48	
Chewiness (kg,mm)	0	-0.01 ^c	0.02 ^c	0.12 ^c	0.06 ^b	0.04
	2	59.52 ^b	53.38 ^b	50.36 ^b	49.41 ^a	2.12
	4	76.91 ^a	74.03 ^a	65.64 ^a	71.19 ^a	3.24
	SE ²⁾	11.69	11.20	9.99	11.22	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

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

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

크래미의 저장기간별 조직감은 Table 80과 같다. 처리 간의 경우 표면경도 및 경도는 대조구에 비해 처리구들이 낮았으며, 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성은 처리 간에 차이가 없었다.

저장기간이 경과함에 따라 표면경도 및 경도는 차이를 보이지 않았으나 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성은 저장초기에 비해 저장말기에 증가하였다.

크래미의 저장기간별 지방산 조성은 Table 81과 같다. 처리 간의 경우 포화지방산, 불포화지방산 및 불포화지방산/포화지방산 비율은 처리 간에 차이가 없었다.

필수지방산(리놀레산, 리놀렌산 및 아라키돈산)의 합계는 T3가 다른 세 구들에 비해 많았으며, 오메가 3 지방산(리놀렌산, 에이코사펜타에노산 및 도코헥사에노산)의 합계는 대조구가 다른 처리구들에 비해 많았으며, 오메가 6 지방산(리놀레산 및 아라키돈산)의 합계는 T3가 다른 세 구들에 비해 많아 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율은 대조구가 다른 처리구들에 비해 낮았다.

저장기간이 경과함에 따라 T2의 경우 저장초기에 비해 저장말기에 포화지방산은 감소함으로써 불포화지방산과 불포화지방산/포화지방산 비율은 증가하였다. 또한 모든 구들이 필수지방산, 필수지방산/불포화지방산 비율, 오메가 6 지방산 및 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율은 저장초기에 비해 저장말기에 증가하는 반면 오메가 3 지방산은 감소하였다.

able 81. Fatty acid compositions of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
Myristic acid (C14:0)	0	0.75 ^b	0.83	0.79	0.84	0.03
	4	0.99 ^{Aa}	0.82 ^B	0.94 ^{AB}	0.87 ^{AB}	0.03
	SE ²⁾	0.06	0.04	0.05	0.05	
Palmitic acid (C16:0)	0	12.15	13.09	13.16 ^a	13.16	0.22
	4	11.31	12.40	11.78 ^b	12.12	0.18
	SE ²⁾	0.30	0.30	0.33	0.38	
Palmitoleic acid (C16:1)	0	1.48	1.44	1.15	1.57	0.08
	4	1.53	1.49	1.55	1.71	0.10
	SE ²⁾	0.11	0.08	0.18	0.12	
Stearic acid (C18:0)	0	2.55	2.94	2.64	3.22	0.12
	4	2.46 ^B	2.78 ^{AB}	2.43 ^B	3.24 ^A	0.13
	SE ²⁾	0.11	0.06	0.08	0.21	
Oleic acid (C18:1)	0	11.95 ^{Cb}	12.94 ^{Bb}	14.27 ^{Ab}	14.44 ^{Ab}	0.31
	4	15.27 ^{Ca}	17.58 ^{Ba}	17.25 ^{Ba}	21.22 ^{Aa}	0.69
	SE ²⁾	0.75	1.04	0.81	1.54	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	0	11.58 ^b	10.62 ^b	11.22 ^b	12.05 ^b	0.29
	4	18.87 ^{Ba}	17.49 ^{Ca}	18.53 ^{Ba}	23.33 ^{Aa}	0.68
	SE ²⁾	1.67	1.55	1.64	2.55	
Linolenic acid (C18:3, n-3)	0	0.50 ^b	0.51	0.54	0.59	0.04
	4	0.71 ^{Aa}	0.49 ^B	0.62 ^{AB}	0.48 ^B	0.04
	SE ²⁾	0.05	0.04	0.05	0.07	

Table 81. Continued

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	0	3.75 ^{Ca}	5.64 ^{Aa}	6.06 ^{Aa}	4.72 ^{Ba}	0.29
	4	2.31 ^{Bb}	3.73 ^{Ab}	3.50 ^{Ab}	3.46 ^{Ab}	0.19
	SE ²⁾	0.34	0.46	0.60	0.29	
Eicosapentaenoic acid (C20:5, n-3)	0	21.01	21.54 ^a	19.86 ^a	20.67 ^a	0.31
	4	20.91 ^A	18.57 ^{Bb}	17.97 ^{Bb}	15.48 ^{Cb}	0.60
	SE ²⁾	0.32	0.77	0.51	1.17	
Docosahexaenoic acid (C22:6, n-3)	0	34.28 ^{Aa}	30.43 ^{Ba}	30.31 ^{Ba}	28.74 ^{Ca}	0.64
	4	25.66 ^{Ab}	24.65 ^{Ab}	25.43 ^{Ab}	18.08 ^{Bb}	0.96
	SE ²⁾	1.94	1.33	1.12	2.39	
SFA ³⁾	0	15.45	16.87	16.58 ^a	17.22	0.30
	4	14.75	16.00	15.14 ^b	16.23	0.28
	SE ²⁾	0.37	0.34	0.33	0.51	
UFA ³⁾	0	84.55	83.13	83.42 ^b	82.78	0.30
	4	85.25	84.00	84.86 ^a	83.77	0.28
	SE ²⁾	0.37	0.34	0.33	0.51	
EFA ³⁾	0	15.82 ^b	16.78 ^b	17.82 ^b	17.36 ^b	0.35
	4	21.88 ^{BCa}	21.71 ^{Ca}	22.65 ^{Ba}	27.27 ^{Aa}	0.70
	SE ²⁾	1.39	1.13	1.09	2.26	
UFA/SFA	0	5.48	4.94	5.03 ^b	4.83	0.11
	4	5.80	5.25	5.60 ^a	5.18	0.11
	SE ²⁾	0.17	0.13	0.13	0.18	
EFA/UFA	0	0.19 ^{Bb}	0.20 ^{ABb}	0.21 ^{Ab}	0.21 ^{ABb}	0.00
	4	0.26 ^{Ba}	0.26 ^{Ba}	0.27 ^{Ba}	0.33 ^{Aa}	0.01
	SE ²⁾	0.02	0.01	0.01	0.03	
n-3 fatty acid	0	55.79 ^{Aa}	52.48 ^{Ba}	50.72 ^{Ca}	50.00 ^{Ca}	0.07
	4	47.28 ^{Ab}	43.71 ^{Bb}	44.02 ^{Bb}	34.04 ^{Cb}	1.51
	SE ²⁾	1.96	1.98	1.53	3.57	
n-6 fatty acid	0	15.32 ^b	16.26 ^b	17.27 ^b	16.77 ^b	0.33
	4	21.18 ^{Ca}	21.22 ^{Ca}	22.03 ^{Ba}	26.79 ^{Aa}	0.71
	SE ²⁾	1.35	1.13	1.07	2.27	
n-6/n-3	0	0.28 ^{Bb}	0.31 ^{ABb}	0.34 ^{Ab}	0.34 ^{Ab}	0.01
	4	0.45 ^{Ca}	0.49 ^{Ba}	0.50 ^{Ba}	0.79 ^{Aa}	0.04
	SE ²⁾	0.04	0.04	0.04	0.10	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ Pooled standard error.

³⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

크라미의 저장기간별 아미노산 조성은 Table 82와 같다. 처리 간의 경우 총아미노산 함량은 대조구와 T1이 다른 두 구들에 비해 많았으며, 필수아미노산(트레오닌, 발린, 이소루신, 루신, 페닐알라닌, 히스티딘, 라이신 및 아르기닌)의 합계와 방향족아미노산(티로신 및 페닐알라닌)의 합계는 대조구가 가장 많은 반면 T2가 가장 적었다. 한편 단맛을 함유한 아미노산(트레오닌, 세린, 글리신 및 알라닌)의 합계는 T3가 다른 세 구들에 비해 적었다. 맛에 관여하는 아미노산인 글루탐산은 T1이 다른 세 구들에 비해 많았다.

저장기간이 경과함에 따라 총아미노산과 단맛 함유 아미노산 함량은 증가하는 반면, 방향족과 맛에 관여하는 아미노산 함량은 감소하였다. 필수아미노산 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 82. Amino acid compositions (%) of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ⁶⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
Aspartic acid	0	1.13 ^A	1.09 ^{Bb}	1.08 ^{Bb}	1.07 ^B	0.01
	4	1.11 ^B	1.21 ^{Aa}	1.21 ^{Aa}	1.10 ^B	0.02
	SE ⁶⁾	0.01	0.03	0.04	0.01	
Threonine ^{*, 3)}	0	0.52 ^{Aa}	0.51 ^{Ba}	0.51 ^{Ba}	0.50 ^{Ba}	0.00
	4	0.47 ^{Bb}	0.49 ^{Ab}	0.46 ^{Cb}	0.44 ^{Db}	0.01
	SE ⁶⁾	0.02	0.01	0.01	0.02	
Serine ³⁾	0	0.47 ^{Aa}	0.47 ^{Aa}	0.44 ^{Ba}	0.44 ^B	0.01
	4	0.42 ^{Bb}	0.38 ^{Cb}	0.38 ^{Cb}	0.45 ^A	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.03	0.02	0.00	
Glutamic acid ²⁾	0	2.15 ^{Aa}	2.15 ^A	2.04 ^C	2.08 ^{Ba}	0.02
	4	1.92 ^{Db}	2.13 ^A	2.07 ^B	1.95 ^{Cb}	0.03
	SE ⁶⁾	0.07	0.01	0.01	0.04	
Proline	0	0.26 ^{Ab}	0.25 ^{Bb}	0.25 ^{Bb}	0.22 ^{Cb}	0.01
	4	0.39 ^{Aa}	0.36 ^{Ca}	0.36 ^{Ca}	0.38 ^{Ba}	0.00
	SE ⁶⁾	0.04	0.03	0.03	0.05	
Glycine ³⁾	0	0.39	0.37	0.37	0.38	0.00
	4	0.37 ^B	0.40 ^A	0.38 ^{AB}	0.39 ^A	0.00
	SE ⁶⁾	0.01	0.01	0.00	0.00	
Alanine ³⁾	0	0.43 ^b	0.43 ^b	0.41 ^b	0.42 ^b	0.00
	4	0.53 ^{Ca}	0.66 ^{Aa}	0.61 ^{Ba}	0.52 ^{Da}	0.02
	SE ⁶⁾	0.03	0.07	0.06	0.03	

Table 82. Continue

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ⁶⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
Valine*	0	0.47 ^{AB}	0.48 ^{AB}	0.46 ^{Ba}	0.50 ^{Aa}	0.01
	4	0.49 ^A	0.45 ^B	0.43 ^{Bb}	0.42 ^{Bb}	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.01	0.01	0.02	
Isoleucine*	0	0.57 ^A	0.51 ^{Ba}	0.50 ^{Ba}	0.51 ^B	0.01
	4	0.55 ^A	0.48 ^{Cb}	0.43 ^{Db}	0.51 ^B	0.02
	SE ⁶⁾	0.01	0.01	0.02	0.00	
Leucine*	0	0.87 ^A	0.85 ^{ABb}	0.82 ^{Bb}	0.76 ^C	0.02
	4	0.84 ^C	0.90 ^{Aa}	0.86 ^{Ba}	0.83 ^C	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.02	0.01	0.02	
Tyrosine ⁵⁾	0	0.37 ^{Aa}	0.35 ^{Ba}	0.34 ^{Ba}	0.33 ^C	0.01
	4	0.32 ^{Ab}	0.28 ^{Cb}	0.30 ^{Bb}	0.31 ^A	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.02	0.01	0.00	
Phenylalanine *, 5)	0	0.37 ^B	0.39 ^{Aa}	0.38 ^B	0.40 ^{Aa}	0.00
	4	0.38 ^A	0.33 ^{Bb}	0.36 ^B	0.34 ^{Bb}	0.01
	SE ⁶⁾	0.00	0.02	0.01	0.02	
Histidine*	0	0.26 ^{Aa}	0.26 ^{Aa}	0.25 ^{ABa}	0.24 ^B	0.00
	4	0.25 ^{Bb}	0.21 ^{Cb}	0.21 ^{Cb}	0.26 ^A	0.01
	SE ⁶⁾	0.00	0.01	0.01	0.01	
Lysine*	0	0.76 ^{Bb}	0.81 ^A	0.73 ^{Cb}	0.72 ^{Db}	0.01
	4	0.87 ^{Ba}	0.82 ^C	0.85 ^{Ba}	0.94 ^{Aa}	0.02
	SE ⁶⁾	0.03	0.00	0.03	0.07	
Arginine*	0	0.40 ^{Bb}	0.44 ^A	0.37 ^{Cb}	0.38 ^{Cb}	0.01
	4	0.68 ^{Aa}	0.43 ^D	0.48 ^{Ca}	0.62 ^{Ba}	0.04
	SE ⁶⁾	0.08	0.01	0.03	0.07	
EAA*	0	4.23 ^{Ab}	4.26 ^{Aa}	4.01 ^B	4.02 ^{Bb}	0.04
	4	4.53 ^{Aa}	4.10 ^{Cb}	4.07 ^C	4.38 ^{Ba}	0.07
	SE ⁶⁾	0.09	0.05	0.02	0.11	
FAA ²⁾	0	2.15 ^{Aa}	2.15 ^A	2.04 ^C	2.08 ^{Ba}	0.02
	4	1.92 ^{Db}	2.13 ^A	2.07 ^B	1.95 ^{Cb}	0.03
	SE ⁶⁾	0.07	0.01	0.01	0.04	
STAA ³⁾	0	1.81 ^A	1.78 ^{Ab}	1.73 ^{Bb}	1.73 ^{Bb}	0.01
	4	1.79 ^C	1.92 ^{Aa}	1.83 ^{Ba}	1.79 ^{Ca}	0.02
	SE ⁶⁾	0.01	0.04	0.03	0.02	
AAA ⁴⁾	0	0.74 ^{Aa}	0.74 ^{Aa}	0.71 ^{Ba}	0.73 ^{ABa}	0.00
	4	0.70 ^{Ab}	0.61 ^{Cb}	0.66 ^{Bb}	0.65 ^{Bb}	0.01
	SE ⁶⁾	0.01	0.04	0.02	0.02	
TAA ⁵⁾	0	9.42 ^{Ab}	9.36 ^A	8.96 ^{Bb}	8.95 ^{Bb}	0.08
	4	9.60 ^{Aa}	9.51 ^{AB}	9.38 ^{Ca}	9.47 ^{BCa}	0.03
	SE ⁶⁾	0.05	0.05	0.12	0.15	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 41.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁵⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

⁶⁾ Pooled standard error.

^{A-D} 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 83. Sensory score¹⁾ of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾				SE ³⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
Color	0	8.00 ^{Aa}	7.83 ^{ABa}	7.17 ^{Ba}	5.67 ^C	0.22
	2	7.67 ^{Aa}	7.83 ^{Aa}	7.33 ^{Aa}	5.83 ^B	0.19
	4	6.33 ^b	6.17 ^b	5.67 ^b	5.83	0.15
	SE ³⁾	0.21	0.21	0.24	0.15	
Aroma	0	7.50 ^{Aa}	7.33 ^{ABa}	7.33 ^{ABa}	6.50 ^{Bab}	0.17
	2	7.50 ^a	7.67 ^a	7.67 ^a	7.17 ^a	0.12
	4	6.17 ^{Ab}	6.33 ^{Ab}	4.67 ^{Bb}	6.17 ^{Ab}	0.20
	SE ³⁾	0.22	0.20	0.36	0.18	
Flavor	0	7.67 ^a	7.67 ^a	7.67 ^a	6.50 ^a	0.22
	2	7.67 ^{Aa}	7.67 ^{Aa}	7.17 ^{ABa}	6.50 ^{Ba}	0.16
	4	5.33 ^{Ab}	5.33 ^{Ab}	3.83 ^{Bb}	5.00 ^{ABb}	0.24
	SE ³⁾	0.33	0.30	0.48	0.29	
Tenderness	0	7.67 ^a	7.17	8.00 ^a	7.00	0.22
	2	7.00 ^{Ba}	7.33 ^{AB}	7.83 ^{Aa}	6.83 ^B	0.12
	4	5.83 ^b	6.33	6.00 ^b	6.00	0.22
	SE ³⁾	0.25	0.22	0.32	0.26	
Juiciness	0	7.67 ^a	7.67 ^a	7.67	6.33	0.25
	2	7.00 ^{ABa}	7.50 ^{ABa}	7.83 ^A	6.50 ^B	0.19
	4	6.00 ^b	5.67 ^b	6.33	6.33	0.22
	SE ³⁾	0.24	0.33	0.31	0.23	
Overall acceptability	0	7.67 ^{Aa}	7.67 ^{Aa}	7.83 ^{Aa}	6.50 ^B	0.21
	2	7.42 ^{ABa}	7.67 ^{Aa}	7.42 ^{ABa}	6.75 ^B	0.13
	4	6.00 ^{Ab}	6.17 ^{Ab}	4.33 ^{Bb}	5.75 ^A	0.22
	SE ³⁾	0.22	0.20	0.42	0.27	

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 41.

3) Pooled standard error.

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

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

크래미의 저장기간별 관능검사 결과는 Table 83과 같다. 처리 간의 경우 색, 향 및 맛은 대조구가 가장 높았으며, T2와 T3가 가장 낮았다. 그러나 연도 및 다즙성은 T2가 다른 세 구들에 비해 높았다. 특히 색, 연도 및 전체적 기호도는 T3가 다른 세 구들에 비해 낮았다.

저장기간이 경과함에 따라 색, 연도 및 전체적 기호도는 T3를 제외한 세 구들은 낮아졌고, 향과 맛은 모든 처리구들이 낮아졌으며, 다즙성은 대조구와 T1이 낮아졌다.

크래미의 저장기간별 지방산패도 및 염기태질소화합물은 Table 84와 같다. 처리 간의 경우 지방산패도 및 염기태질소화합물 모두 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 높았다.

저장기간이 경과함에 따라 지방산패도 및 염기태질소화합물 모두 증가하였다.

Table 84. TBARS and VBN of crab stick

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
		KC	KT1	KT2	KT3	
TBARS (mg/100g)	0	1.47 ^{Ab}	1.37 ^{ABb}	1.33 ^{Bb}	1.42 ^{ABb}	0.02
	2	1.57 ^{Ab}	1.42 ^{Bb}	1.37 ^{Bb}	1.44 ^{Bb}	0.03
	4	2.25 ^{Aa}	2.10 ^{Ba}	2.06 ^{Ba}	2.15 ^{ABa}	0.03
	SE ²⁾	0.12	0.12	0.12	0.12	
VBN (mg%)	0	6.52 ^A	4.27 ^{Bb}	4.72 ^{Bc}	4.40 ^{Bb}	0.29
	2	7.35 ^A	5.35 ^{Ba}	5.92 ^{Bb}	5.26 ^{Ba}	0.27
	4	7.50 ^B	4.85 ^{Cab}	12.90 ^{Aa}	4.41 ^{Cb}	1.04
	SE ²⁾	0.33	0.18	1.28	0.18	

1) Treatments are the same as in Table 41.

2) Pooled standard error.

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

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

Table 85. Correlation coefficients between quality parameters of crab stick

Items ¹⁾	MCb	BF	Sp	OA	LIA	DHA	EFA	E/U	Se	Pr
MCW	-0.99									
GS		1.00								
Ch			0.94							
DHA				-0.95	-0.92					
EFA				0.92	0.97	-0.96				
E/U				0.92	0.97	-0.96	1.00			
n-3				-0.98	-0.91	0.98	-0.96	-0.96		
n-6				0.93	0.97	-0.96	1.00	1.00		
n-6/n-3				0.95	0.93	-0.96	0.97	0.97		
Al									-0.91	
Hi									0.90	
TBARS					0.91					0.98

¹⁾ MCb (meat color yellowness), MCW (meat color whiteness), BF (breaking force), GS (gel strength), Sp (springiness), Ch (chewiness), OA (oleic acid), LIA (linoleic acid), DHA (docosahexaenoic acid), EFA (essential fatty acid), E/U (EFA/UFA), n-3 (n-3 fatty acid), n-6 (n-6 fatty acid), Se (serine), Pr (proline), Al (alanine), Hi (histidine), TBARS (thiobarbituric acid reactive substances).

* Level of significance of correlation coefficients : $p < 0.05$.

크라미의 분석항목 간 상관관계는 Table 85와 같다. 파괴강도와 겔강도 간에, 탄력성과 씹힘성 간에, 올레산과 필수지방산, 필수지방산/불포화지방산 비율, 오메가 6 지방산, 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율 간에, 리놀레산과 지방산패도(TBARS) 간에, 필수지방산과 오메가 6 지방산, 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율 간에, 필수지방산/불포화지방산 비율과 오메가 6 지방산, 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율 간에, 세린과 히스티딘 간에, 프롤린과 지방산패도 간에 0.9 이상의 정의 상관관계가 있었다. 황색도와 백색도 간에, 올레산과 도코헥사에노산, 오메가 3 지방산 간에, 리놀레산과 도코헥사에노산 간에, 도코헥사에노산과 필수지방산 간에, 필수지방산과 오메가 3 지방산 간에, 필수지방산/불포화지방산 비율과 오메가 3 지방산 간에, 세린과 알라닌 간에 0.9 이상의 부의 상관관계가 있었다.

크라미 제조 시 명태연육을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 11.1% 대체한 T1 및 22.2% 대체한 T2, MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 11.1% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면;

대조구의 경우 다른 세 처리구들에 비해 조단백질 함량, 총아미노산, 필수아미노산, 방향족아미노산, 오메가 3 지방산이 많고, 보수력, 파괴강도, 젤강도 및 젤리강도가 높았으며, 오메가 6 지방산/오메가 3 지방산 비율이 낮았고, 관능평가의 색, 향 및 맛은 높은 장점을 나타낸 반면 수분은 적고, 표면경도, 경도, 지방산패도 및 염기태질소화합물은 높은 단점을 나타내었다. 또한 저장기간이 경과함에 따라 적색도, 파괴강도, 젤강도 및 젤리강도는 증가하고 콜레스테롤 함량이 감소하는 장점을 나타낸 반면 조단백질 함량 및 다즙성이 감소하는 단점을 나타내었다.

T1의 경우 다른 세 구들에 비해 조희분 함량, 가열감량이 적고 전단가는 낮았으며, 총아미노산 함량, 글루탐산이 많은 장점을 나타낸 반면 적색도가 높은 단점을 나타내었다. 또한 저장기간이 경과함에 따라 보수력이 감소하고, 관능평가의 다즙성이 낮아지며, 콜레스테롤 함량이 증가하는 단점을 나타내었다.

T2의 경우 다른 세 구들에 비해 관능평가의 연도 및 다즙성이 높은 장점을 나타낸 반면 조단백질 함량, 필수아미노산, 방향족아미노산이 적고 pH, 접기시험 결과, 관능평가의 색, 향 및 맛이 낮은 단점을 나타내었다. 또한 저장기간이 경과함에 따라 포화지방산은 감소하고, 불포화지방산과 불포화지방산/포화지방산 비율은 증가하는 장점을 나타낸 반면 콜레스테롤 함량이 증가하는 단점을 나타내었다.

T3의 경우 다른 세 구들에 비해 pH가 높았고 필수지방산이 많은 장점을 나타낸 반면 조단백질 함량이 적고 콜레스테롤 함량 및 오메가 6 지방산이 많고, 황색도는 높았고, 명도 및 백색도, 관능평가의 색, 향, 맛, 연도 및 전체적 기호도가 낮았고, 단맛을 함유한 아미노산이 적은 단점을 나타내었다. 또한 저장기간이 경과함에 따라 수분, 명도가 증가하는 장점을 나타내었다.

유통기한은 4주 저장 중에 저장말기에 n-6 지방산과 불포화지방산 및 TBARS 수준이 약간 증가하였고, 방향족 및 맛 관련 아미노산과 관능평가 결과가 약간 감소하였으나 크래미의 품질저하가 현저하지 않아 안전계수(0.8)를 고려할 때 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 22일까지 유통이 가능할 것으로 판단된다.

결론적으로 명태연육을 이용하여 제조한 대조구와 비교 시 T1이 크래미의 품질 특성을 종합적으로 고려할 때 차이를 보이지 않아 크래미 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 증량에 대해 11.1%까지는 대체할 수 있으며, MDCM 회수단백질은 5.55%까지는 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 다만 어육에 비해 축육에 많이 함유된 미오글로빈으로 인해 적색도가 높기 때문에 기존의 백색에 가까운 어육 크래미의 유사제품을 생산하기 위한 어육 대체 목적 보다는 축육 고유의 붉은 색상을 살린 크래미 같은 조직을 재현하는 축육 신제품 개발에 초점을 맞춘다면 축육 회수단백질의 첨가 수준은 11.1% 이상도 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 22일까지 가능할 것으로 판단된다.

사) 시작품 제작



< 기존 게맛살 >



< 기존 게맛살 조직 > < 축육 게맛살 조직 >



< 기존 크래미 >

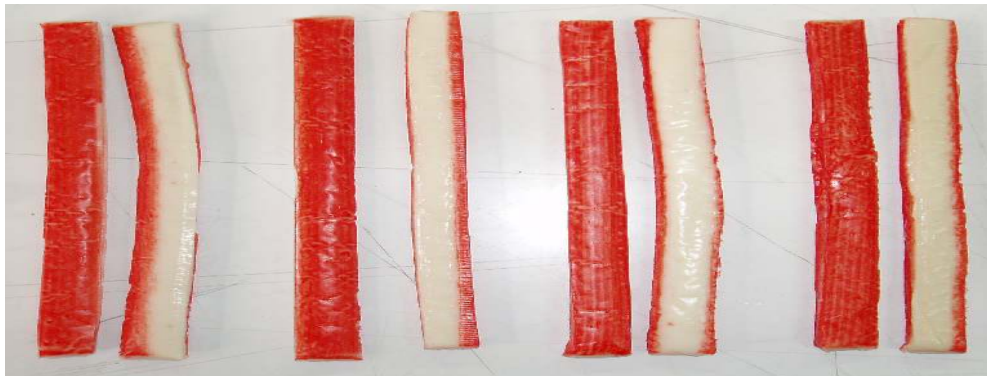
< 기존 크래미 조직 >



< 축육 크래미 조직 >



< 게맛살 시제품 >



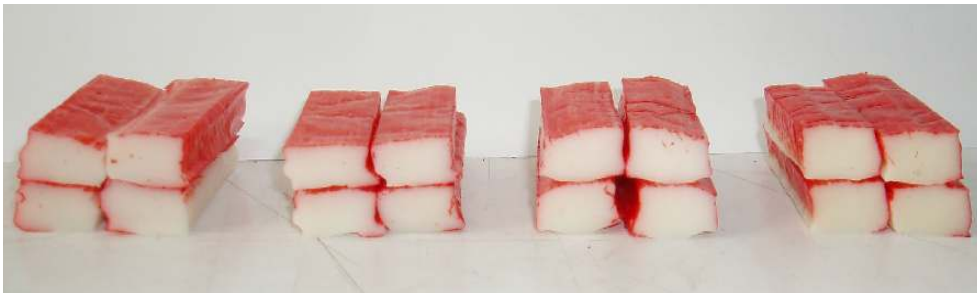
< GC 100% > < GT1 15.38% > < GT2 23.08% > < GT3 23.08% >

[어육연육] [폐계가슴육 회수단백질 대체] [MDCM 회수단백질 대체]

(총 원료육 중량에 대해 회수단백질 대체 비율)



< 크래미 시제품 >



< KC 100% > < KT1 11.11% > < KT2 22.22% > < KT3 11.11% >
 [어육연육] [폐계가슴육 회수단백질 대체] [MDCM 회수단백질 대체]
 (총 원료육 중량에 대해 회수단백질 대체 비율)

아) 작업표준서 정립

(1) 회수단백질 제조 작업표준서

폐계가슴육 및 MDCM 원료육을 근막과 과다 지방을 제거 정형하여 Chopper[MGB-32, 한국후지, 한국]로 3 mm 초핑한 후 Silent cutter(AS-30, Ramon Co., Spain)로 미세하게 4분간 커팅 후 6배 중량의 물을 가하여 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 30초간 균질하였다. 균질액을 표준체 3.5와 18번으로 각각 여과한 후 여과액에 1 N NaOH를 이용하여 선행 연구(Jung 등, 2004b)에 따라 단백질 추출을 위하여 알칼리 조건인 pH 11로 조절한 후 3상 연속원심분리기(J-1250, 한일과학, 한국)로 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 최상층(중성지방 등 유화층)과 최저층(결체조직, 막지질 등)을 버리고 중간층(염용성 및 수용성단백질)을 회수하였다. 회수된 시료는 1 N HCl을 이용하여 pH 5로 조절하고 30분간 방치하여 단백질을 침전시킨 후 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 하층의 침전물을 회수한 후 수분은 80%, pH는 1 N NaOH를 이용하여 7.0으로 조절하였다. 수분과 pH를 조절한 회수단백질의 무게에 대해 냉동변성방지제로 솔비톨(Sigma) 5% 및 인산염(FOS/ENR, 태원, 폴리인산나트륨 40, 피로인산나트륨(무수) 30, 산성피로인산나트륨 30%) 0.3%를 첨가하여 Polyethylene 재질인 Nylon 3방으로 밀착포장한 후 -70℃ 동결 후 -20℃에서 냉동보관하면서 사용하였다.

(가) 수분 80% 조절 시 필요한 물량 = [(최종회수단백질무게 × 0.8) - (최종회수단백질무게 × 최종회수단백질수분)]/0.2 식으로 산출한다.

(나) pH 조절 시 시약 량 산출 예)

회수단백질 pH 측정(회수단백질 10 g + 증류수 90 ml을 균질기 2단에서 30초간 균질 후 pH 측정) 시 10.5가 나와 2 N HCl을 이용하여 pH 7.0으로 조절하니 0.2 ml 정도 들어갔다면(그래서 10g:0.2 ml = 최종회수단백질무게(3,160g):X, X=63.2 ml로 계산되어 2 N HCl 63.2 ml + 증류수 297.04 = 360.24 g(수분 80% 조절 시 필요물량)을 투입하면 수분과 pH가 동시에 조정된다.

(다) 고형분 적외선 수분 측정 수율 = [회수단백질 무게 - (회수단백질 무게 × 회수단백질 수분량)]/[원료육 무게 - (원료육 무게 × 원료육 수분량)] × 100 식으로 산출한다.

(2) 게맛살형 육제품 제조 작업표준서

Table 86. Formula of crab analog

Materials	Crab analog			
	GC	GT1	GT2	GT3
Alaska pollack surimi	50	50	50	50
Itoyori surimi	80	60	50	50
Spent hens breast recovered protein	—	20	30	—
MDCM recovered protein	—	—	—	30
Wheat starch		66.30		
Ice		114.40		
Mixed ingredients ¹⁾		20.54		
Total		331.24		

¹⁾ Mixed ingredients : 정제소금 4.81, 정백당 3.64, 게액기스 1.95, 글루텐 1.56, 대두단백 1.43, 조미액 1.30, L-글루타민산나트륨 1.04, 대두유 0.91, 탄산칼슘 0.91, 난백액 0.65, 가라기난 0.52, 계향 0.52, 씨엠이 0.39, 레드칼라DW 0.26, 케이텐비 0.26, 인산염 0.39, 소계 20.54.

Table 87. Manufacturing process of crab analog

공정 및 내용
1) 원료대기 : 냉동연육 냉동고에서 출고대기
2) 배합 : Silent cutter(원료/첨가물 등)
3) 성형 : 띠모양으로 얇게 Sheet 형성
4) 증자 : 증기로 Setting(95℃ 전후)
5) 배소 : 가스로 일정시간 굽는다
6) 세절 : 직경 1.2 mm 세절한다
7) 결속 : 봉상으로 묶는다
8) 색소도부 : Inner film 도부한다
9) 절단 : 일정 길이로 절단한다
10) 진공포장 : 진공포장기로 진공한다
11) 금속검출 : 진공제품을 통과시킨다
12) 살균 : 일정온도(95±2℃) 살균
13) 냉각 : 일정온도(품온 10℃ 이하)로 냉각
14) 보관출고 : 10℃ 이하 냉장보관 출고

(3) 크래미형 육제품 제조 작업표준서

Table 88. Formula of crab stick

Materials	Crab stick			
	KC	KT1	KT2	KT3
Alaska pollack surimi	70	70	70	70
Itoyori surimi	20	10	-	10
Spent hens breast recovered protein	-	10	20	-
MDCM recovered protein	-	-	-	10
Wheat starch		8.44		
Ice		67.50		
Mixed ingredients ¹⁾		14.1		
Total		180.04		

¹⁾ Mixed ingredients : 정제소금 2.22, 정백당 2.30, 케엑기스 2.00, 조미액 1.70, 난백액 0.70, 탄산칼슘 0.60, 게향 0.60, 대두유 1.59, MSG 0.50, 글리신 0.79, 씨엠이 0.68, 인산염 0.35, 레드칼라DW 0.05, 케이텐비 0.02, 소계 14.10.

Table 89. Manufacturing process of crab stick

공정 및 내용
1) 원료대기 : 냉동연육 냉동고에서 출고대기
2) 배합 : Ball cutter(원료/첨가물/정제수)
3) 성형 : 띠모양으로 얇게 Sheet 형성
4) 증자 : 증기로 Setting(95℃ 전후)
5) 배소 : 가스로 일정시간 굽는다
6) 세절 : 직경 0.8 mm 세절한다
7) 결속 : 봉상으로 묶는다
8) 압착 : 일정 규격으로 압착한다
9) 절단 : 일정 길이로 절단한다
10) 방향전환 : 방향을 바꾼다
11) 접합 : 사단방향으로 접합한다
12) 색소도부 : Inner film 도부한다
13) 절단 : 일정 길이로 절단한다
14) 진공포장 : Multivac 입체 진공포장한다
15) 금속검출 : 진공제품을 통과시킨다
16) 살균 : 일정온도(95±2℃)살균
17) 냉각 : 일정온도(품온 10℃ 이하)로 냉각
18) 보관출고 : 10℃ 이하 냉장보관 출고

3) 요약

- 가) 계맛살 및 크래미 생산을 위한 기초 배합비 시험을 위하여 회수단백질 소시지 제조 시 명태연육만을 이용한 대조구, 명태연육에 전분을 9.09% 함유한 T1 및 20%를 함유한 T2, 명태연육과 폐계가슴육 회수단백질만을 이용하여 혼합비율을 달리한 T3(62.5:37.5) 및 T5(40.0:60.0), 명태연육, 폐계가슴육 회수단백질 및 전분을 이용하여 혼합비율을 달리한 T4(58.8:35.3:5.9) 및 T6(36.4:54.5:9.1)에 대한 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면 명태연육만을 이용한 대조구의 품질과 비교 시 명태연육을 폐계가슴육 회수단백질 및 전분으로 대체하여 혼합 시 명태연육:폐계가슴육 회수단백질:전분 62.50:37.50:0 비율로 섞은 T3 및 58.82:35.30:5.88 비율로 섞은 T4가 차이가 없어 전분을 제외한 원료육 전체에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 37.5%까지 대체가 가능한 것으로 판단된다.
- 나) 원료육에 따라 폐계가슴육(대조구) 및 폐계다리육(T1), S사 MDCM(T2) 및 J사 MDCM(T3)을 이용하여 제조한 회수단백질의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 폐계가슴육의 대조구와 J사 MDCM을 이용한 T3가 가장 비슷한 결과였으며, 회수단백질 원료로서 MDCM은 콜라겐과 미오글로빈이 많아 조직과 색에 부정적인 영향을 미치는 결과로 이에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 판단된다.
- 다) 원료육에 따라 명태연육(대조구), 폐계가슴육(T1), S사 MDCM(T2) 및 J사 MDCM(T3)을 이용하여 제조한 회수단백질의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 명태연육의 대조구와 폐계가슴육을 이용한 T1은 비슷한 결과였다. 특히 J사 MDCM을 이용한 T3가 명태연육 대체 원료로서 가장 뛰어난 결과였으며, 회수단백질 원료로서 MDCM은 적색도가 높아 색에 부정적인 영향을 미치는 결과로 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.
- 라) 원료육 종류와 명태연육에 대해 폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질 대체비율을 달리하여 명태연육만을 이용한 대조구, 전체 원료육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 대체비율이 33%인 T1, 50%인 T2, 67%인 T3, 100%인 T4 및 J사 MDCM 회수단백질 대체비율이 20%인 T5로 하여 제조한 계맛살 소시지의 품질 특성을 비교한 결과 씨트형 조직 재현을 위해 중요한 변형값과 응집성을 중심으로 볼 때 명태연육 100%인 대조구에 비해 폐계가슴육 회수단백질의 대체비율이 33%인 T1과 50%인 T2까지는 품질 특성상 차이를 보이지 않았으며, 대체비율이 그 이상인 T3와 T4는 품질이 저하되는 결과였다. 또한 총 원료육 중량에 대해 J사 MDCM 회수단백질의 대체비율이 20%인 T5는 명태연육 100%인 대조구와 비교 시 소시지의 품질상에 차이를 보이지 않았다. 그리하여 총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질은 50%까지, MDCM은 20%까지 대체가 가능한 것으로 판단된다.

- 마) 게맛살 제조 시 명태연육을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 15.38% 대체한 T1 및 23.08% 대체한 T2, MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 23.08% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과 명태연육을 주원료로 이용한 대조구와 비교 시 T1 및 T2가 게맛살의 품질 특성을 종합적으로 고려할 때 큰 차이를 보이지 않아 게맛살 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 15.38-23.08%까지는 대체할 수 있으며, MDCM 회수단백질은 15.38%까지는 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 다만 축육 고유의 붉은 색상을 살린 게맛살 같은 조직을 재현하는 축육 신제품 개발에 초점을 맞춘다면 축육 회수단백질의 첨가 수준은 23.08% 이상도 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 4주까지 가능할 것으로 판단된다.
- 바) 크래미 제조 시 명태연육을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 11.1% 대체한 T1 및 22.2% 대체한 T2, MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 11.1% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과 명태연육을 이용하여 제조한 대조구와 비교 시 T1이 크래미의 품질 특성을 종합적으로 고려할 때 차이를 보이지 않아 크래미 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 11.1%까지는 대체할 수 있으며, MDCM 회수단백질은 5.55%까지는 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 다만 축육 고유의 붉은 색상을 살린 크래미 같은 조직을 재현하는 축육 신제품 개발에 초점을 맞춘다면 축육 회수단백질의 첨가 수준은 11.1% 이상도 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 22일까지 가능할 것으로 판단된다.

다. 기능성 게맛살형 육제품 개발(3차 년도)

1) 재료 및 방법

가) 실험설계 및 배합비

Table 90. Experimental design

Materials	Quantity								
	GC	GT 1	GT 2	GT 3	GT 4	GT 5	GT 6	GT 7	GT
Alaska pollack surimi	5kg				4kg				
Spent hens breast recovered protein	-				1kg				
Ice	3kg				3kg				
Salt	130g				130g				
Mixed ingredients ¹⁾	350g				350g				
Mixed ingredients ²⁾	860g				860g				
Total	9.34kg				9.34kg				
Cordyceps powder	-	-	10g	-	-	5g	5g	-	-
Silkworm cocoon powder	-	-	-	10g	-	5g	-	5g	-
CLA	-	-	-	-	10g	-	5g	5g	-

- 1) Crab extract 0.11, Seasonings 0.1, Kelp extract 0.05, Egg albumen liquid 0.03, Soybean oil 0.03, Glycine 0.03kg, Total 350g.
- 2) Potato starch 0.25, Wheat starch 0.25, Sugar 0.13, Carrageenin 0.05, Calcium carbonate 0.09, Crab flavor 0.04, CME 0.02, Phosphate 0.03kg, Total 860g.

Table 91. Experimental design

Materials	Quantity				
	GC, KC	GT1, KT1	GT2, KT2	GT3, KT3	GT4, KT4
Alaska pollack surimi	40kg	32kg			
Spent hens breast recovered protein	—	8kg			
Ice	24kg	24kg			
Salt	1.04kg	1.04kg			
Mixed ingredients ¹⁾	2.8kg	2.8kg			
Mixed ingredients ²⁾	6.88kg	6.88kg			
Total	74.72kg	74.72kg			
	g				
Cordyceps powder	—	—	74.72g	37.36g	—
Silkworm cocoon powder	—	—	—	37.36g	37.36g
CLA	—	—	—	—	37.36g

- 1) Crab extract 0.88, Miring Seasonings 0.8, Kelp extract 0.4, Egg albumen liquid 0.24, Soybean oil 0.24, Glycine 0.24kg, Total 2.8kg.
- 2) Potato starch 2.0, Wheat starch 2.0, Sugar 1.04, Carrageenin 0.4, Calcium carbonate 0.72, Crab flavor 0.32, CME 0.16, Phosphate 0.24kg, Total 6.88kg.

나) 제조공정도 및 작업표준 : 기존 일반적인 소시지 및 계맛살형 제품 제법과 동일

다) 기능성 계맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정

(1) 포장방법 : 일반 계맛살 포장방법에 준함

(2) 저장 조건 : 9±1℃

(3) 측정 시기 : 제조직후, 15, 30일

라) 분석항목 : 일반성분, pH, 보수력(가열전 시료), 가열감량(가열전 시료), 육색, 전단가, 조직감(전항목), 파괴강도, 변형값, 켈강도, 젤리강도, 관능검사(향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적 기호도)

2) 결과 및 고찰

가) 계맛살소시지

(1) 폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성

Table 92. Proximate compositions (%)

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		GC	GT1	SE
Moisture	0	73.67 ^a	74.33	0.22
	4	72.92 ^{Bb}	74.11 ^A	0.29
	SE	0.18	0.20	
Crude protein	0	16.91 ^B	17.65 ^{Aa}	0.20
	4	16.79	16.85 ^b	0.07
	SE	0.06	0.21	
Crude fat	0	2.72	4.47	0.81
	4	2.41	2.68	0.12
	SE	0.16	0.81	
Crude ash	0	3.30 ^a	3.60	0.08
	4	3.14 ^{Bb}	3.79 ^A	0.15
	SE	0.04	0.06	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 89.

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 계맛소시지의 일반성분은 Table 92에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 수분, 조단백질 함량 및 조회분 함량은 높게 나타났으나, 조지방 함량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 대조구는 수분과 조회분 함량이 낮아지고, 처리구는 조단백질 함량이 낮아졌다.

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성은 Table 93에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 pH는 낮았고 전단가는 높게 나타났으나 보수력과 가열감량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 pH는 대조구에서 낮아졌으며, 가열감량과 전단가는 두 구 모두 높아졌다.

Table 93. Physico-chemical characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		GC	GT1	SE
pH	0	7.63 ^{Aa}	7.58 ^B	0.01
	4	6.80 ^b	6.95	0.17
	SE	0.23	0.18	
WHC(%)	0	94.98	94.90	0.32
	4	93.83	94.73	0.47
	SE	0.43	0.41	
Cooking loss(%)	0	11.88 ^b	10.62 ^b	0.38
	4	14.73 ^a	13.33 ^a	0.44
	SE	0.68	0.69	
Shear force (kg/cm ²)	0	0.48 ^{Bb}	0.53 ^{Ab}	0.01
	4	0.74 ^a	0.76 ^a	0.01
	SE	0.06	0.05	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

Table 94. Meat color and fat color

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		GC	GT1	SE
L*	0	77.94 ^{Bb}	81.35 ^{Ab}	0.79
	4	79.36 ^{Ba}	82.31 ^{Aa}	0.67
	SE	0.38	0.24	
a*	0	1.78 ^B	2.23 ^A	0.10
	4	1.75 ^B	2.27 ^A	0.12
	SE	0.02	0.02	
b*	0	1.88 ^B	3.39 ^A	0.34
	4	1.84 ^B	3.32 ^A	0.33
	SE	0.04	0.03	
W	0	72.30	71.18 ^b	0.32
	4	73.85 ^A	72.36 ^{Ba}	0.40
	SE	0.44	0.28	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 게맛소시지의 제품색은 Table 94에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 명도, 적색도 및 황색도는 높게 나타났으나, 백색도는 낮게 나타났다. 저장기간 경과로 명도는 두 구 공히 높아졌으며, 백색도는 처리구만 높아졌다.

Table 95. Gel characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		GC	GT1	SE
Breaking force (g)	0	238.00	254.00	8.30
	4	273.00 ^A	255.67 ^B	4.20
	SE	10.72	2.26	
Deformation (mm)	0	6.78	7.82	0.30
	4	7.33	8.43	0.32
	SE	0.16	0.29	
Gel strength (g/cm ²)	0	1212.12	1293.61	42.27
	4	1390.38 ^A	1302.10 ^B	21.39
	SE	54.61	11.50	
Jelly strength (g*mm)	0	1620.30	1988.37	122.44
	4	2002.27	2158.33	70.45
	SE	112.00	90.33	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 게맛소시지의 겔특성은 Table 95에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 파괴강도와 젤강도는 낮게 나타났으나 변형값과 젤리 강도는 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 두 구 모두 파괴강도, 변형값, 젤강도 및 젤리강도는 유의적인 차이가 없었다.

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 게맛소시지의 조직감은 Table 96에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 경도 및 표면경도는 높게 나타났으나, 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성은 낮게 나타났으며, 부착성은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 대조구는 응집성, 씹힘성 및 부착성이 높아졌으며, 처리구는 검성과 씹힘성이 높아졌다.

Table 96. Texture properties

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		GC	GT1	SE
Hardness (kg)	0	0.15	0.15	0.01
	4	0.15 ^B	0.17 ^A	0.00
	SE	0.00	0.01	
Brittleness (kg)	0	0.15	0.15	0.01
	4	0.15 ^B	0.17 ^A	0.00
	SE	0.00	0.01	
Cohesiveness (%)	0	1.30 ^b	1.11	0.08
	4	1.66 ^{Aa}	1.21 ^B	0.10
	SE	0.09	0.05	
Springiness (mm)	0	2.10	1.92	0.08
	4	2.46 ^A	1.94 ^B	0.13
	SE	0.11	0.05	
Gumminess (kg)	0	0.20	0.16 ^b	0.01
	4	0.25 ^A	0.20 ^{Ba}	0.01
	SE	0.01	0.01	
Chewiness (kg,mm)	0	0.42 ^b	0.32 ^b	0.04
	4	0.62 ^{Aa}	0.40 ^{Ba}	0.05
	SE	0.05	0.02	
Adhesiveness	0	0.03 ^b	0.04	0.00
	4	0.04 ^a	0.04	0.00
	SE	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

Table 97. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾		
		GC	GT1	SE
Color	0	6.17	6.33	0.13
	4	6.50	6.33	0.15
	SE	0.14	0.14	
Aroma	0	6.00	6.08	0.36
	4	6.58	6.17	0.21
	SE	0.29	0.30	
Flavor	0	6.67	6.67	0.22
	4	6.33	6.42	0.16
	SE	0.19	0.21	
Tenderness	0	5.92	5.75	0.29
	4	6.50	6.42	0.14
	SE	0.26	0.24	
Juiciness	0	6.17	6.17	0.32
	4	5.58	6.00	0.11
	SE	0.26	0.23	
Overall acceptability	0	6.17	6.25	0.33
	4	6.33	6.42	0.18
	SE	0.26	0.28	

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 90.

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 계맛소시지의 관능평가 결과는 Table 97에 나타내었다. 처리 간은 물론 저장기간 경과로 모든 관능평가 항목에서 유의적인 차이는 없었다.

Table 98. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		GC	GT1	SE
TBARS (mg/100g)	0	0.41 ^{Ba}	0.54 ^{Aa}	0.03
	4	0.26 ^{Bb}	0.44 ^{Ab}	0.04
	SE	0.04	0.02	
VBN (mg%)	0	54.60 ^b	70.09 ^b	5.85
	4	475.30 ^{Ba}	578.90 ^{Aa}	27.85
	SE	94.22	114.79	
TPC (log ₁₀ CFU)	0	3.06 ^{Ab}	1.74 ^{Bb}	0.30
	4	6.57 ^{Ba}	7.11 ^{Aa}	0.13
	SE	0.79	1.20	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	0	2.26 ^{Ab}	2.08 ^{Bb}	0.05
	4	4.52 ^{Aa}	4.19 ^{Ba}	0.07
	SE	0.50	0.47	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 계맛소시지의 저장성은 Table 98에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 지방산패도와 휘발성염기태질소화합물은 높게 나타난 반면 대장균수는 낮게 나타났으며, 총세균수는 일관성이 없었다. 저장기간 경과로 두 구 모두 지방산패도는 낮아진 반면 휘발성염기태질소화합물, 총세균수 및 대장균수는 높아졌다.

명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면

처리 간 비교 시 대조구에 비해 처리구가 수분, 조단백질 함량, 명도, 전단가, 경도 및 표면경도가 높았고, 대장균수가 낮은 장점을 지닌 반면 조회분 함량, 적색도, 황색도, 지방산패도, 휘발성염기태질소화합물이 높았고, pH, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성이 낮은 단점을 나타내었다. 조지방 함량, 보수력, 가열감량, 변형값, 젤리강도, 부착성 및 관능검사 결과는 처리 간에 유의적인 차이가 없었다.

저장기간 경과로 대조구는 응집성, 부착성은 높아지고, 수분, 조회분 함량, pH는 낮아졌으며, 처리구는 검성은 높아지고, 조단백질 함량, 백색도는 낮아졌다. 다만 두 구 모두 가열감량, 전단가, 명도, 씹힘성, 휘발성염기태질소화합물, 총세균수, 대장균수는

높아지고, 지방산패도는 낮아졌다.

결론적으로 계맛소시지 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 어육회수단백질의 20%를 대체 시 지방산패도와 휘발성염기태질소화합물이 높았고, 백색도가 낮은 단점만 보완한다면 관능검사 결과에는 차이가 없으면서 밝고 경도가 높으며, 낮은 세균수의 제품 생산이 가능한 것으로 판단된다.

(2) 단일 기능성 물질 첨가에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성

Table 99. Proximate compositions (%)

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		GT2	GT3	GT4	SE
Moisture	0	73.98	73.07	70.32	1.10
	4	73.34	73.41	73.42	0.12
	SE	0.20	0.22	1.61	
Crude protein	0	16.68	17.23	17.38	0.18
	4	16.73	16.59	17.28	0.19
	SE	0.17	0.25	0.18	
Crude fat	0	2.31	2.62	2.55	0.19
	4	2.60	2.50	2.86	0.09
	SE	0.23	0.17	0.15	
Crude ash	0	3.53 ^b	3.02	2.23	0.33
	4	3.65 ^{Aa}	3.32 ^B	3.21 ^C	0.07
	SE	0.03	0.09	0.46	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

단일 기능성 물질 첨가에 따른 계맛소시지의 일반성분은 Table 99에 나타내었다. 처리 간 비교 시 조회분 함량은 GT2>GT3>GT4 순이었으며, 수분, 조단백질 및 조지방 함량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 GT2에서 조회분 함량이 높아졌다.

Table 100. Physico-chemical characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		GT2	GT3	GT4	
pH	0	7.56 ^a	7.49	7.48	0.02
	4	6.48 ^{Bb}	7.42 ^A	7.54 ^A	0.17
	SE	0.24	0.04	0.03	
WHC(%)	0	95.87 ^{Aa}	95.04 ^A	89.82 ^B	1.05
	4	94.05 ^b	93.70	93.02	0.68
	SE	0.48	0.85	1.17	
Cooking loss(%)	0	10.00 ^{Bb}	11.62 ^{ABb}	12.09 ^A	0.43
	4	12.67 ^a	13.63 ^a	12.94	0.33
	SE	0.72	0.52	0.47	
Shear force (kg/cm ²)	0	0.43 ^{Ab}	0.40 ^{ABb}	0.35 ^{Bb}	0.02
	4	0.70 ^a	0.71 ^a	0.69 ^a	0.01
	SE	0.06	0.07	0.08	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

단일 기능성 물질 첨가에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성은 Table 100에 나타내었다. 처리 간 비교 시 pH는 GT3와 GT4가 GT2보다 높게 나타났고, 보수력은 GT2와 GT3가 GT4보다 높게 나타났으며, 가열감량은 GT4가 GT2보다 높게 나타났으나 GT3와는 유의적인 차이가 없었다. 전단가는 GT2가 GT4에 비해 높게 나타났으나 GT3와는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 pH와 보수력은 GT2에서 낮아졌고, 가열감량은 GT2와 GT3에서 높아졌으며, 전단가는 세 구 모두 높아졌다.

Table 101. Meat color and fat color

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		GT2	GT3	GT4	
L*	0	76.95 ^C	79.00 ^{Bb}	80.87 ^A	0.57
	4	77.19 ^B	80.10 ^{Aa}	80.97 ^A	0.59
	SE	0.14	0.29	0.13	
a*	0	2.45 ^{Ab}	1.86 ^C	2.05 ^{Ba}	0.09
	4	2.61 ^{Aa}	1.87 ^C	2.01 ^{Bb}	0.11
	SE	0.04	0.02	0.01	
b*	0	4.22 ^{Aa}	3.06 ^C	3.38 ^B	0.18
	4	3.68 ^{Ab}	2.79 ^B	3.03 ^B	0.15
	SE	0.15	0.08	0.10	
W	0	64.28 ^{Cb}	69.82 ^{Bb}	70.72 ^A	1.01
	4	66.15 ^{Ba}	71.72 ^{Aa}	71.89 ^A	0.97
	SE	0.47	0.47	0.35	

1) Treatments are the same as in Table 90.

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

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

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

단일 기능성 물질 첨가에 따른 게맛소시지의 제품색은 Table 101에 나타내었다. 처리 간 비교 시 명도는 GT4와 GT3가 GT2보다 높게 나타났으며, 적색도는 GT2>GT4>GT3 순이었다. 황색도는 GT2가 GT4와 GT3보다 높게 나타났다. 백색도는 GT4와 GT3가 GT2보다 높게 나타났다. 저장기간 경과로 명도는 GT3에서 높아졌으며, 적색도는 GT2에서 높아지고 GT4에서는 낮아졌다. 황색도는 GT2에서 낮아졌다. 백색도는 GT2와 GT3에서 높아졌다.

단일 기능성 물질 첨가에 따른 게맛소시지의 겔특성은 Table 102에 나타내었다. 처리 간 비교 시 저장직후의 경우 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도는 GT2와 GT3가 GT4보다 높게 나타났으나, 저장 4주차의 경우 GT3>GT4>GT2 순이었다. 이는 저장기간 경과로 GT2의 경우 파괴강도와 겔강도는 낮아져 겔특성이 열화되는 반면, GT4의 경우 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도가 높아진데 기인하는 결과였다. 변형값은 세 구 모두 유의적인 차이가 없었다.

Table 102. Gel characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		GT2	GT3	GT4	SE
Breaking force (g)	0	213.00 ^{Aa}	213.00 ^A	143.33 ^{Bb}	12.57
	4	183.67 ^{Cb}	243.00 ^A	205.67 ^{Ba}	8.87
	SE	7.24	8.84	14.71	
Deformation (mm)	0	6.53	6.60	5.65	0.29
	4	6.72	6.42	6.72	0.16
	SE	0.30	0.15	0.39	
Gel strength (g/cm ²)	0	1084.80 ^{Aa}	1084.80 ^A	729.99 ^{Bb}	64.02
	4	935.41 ^{Cb}	1237.59 ^A	1047.45 ^{Ba}	45.17
	SE	36.88	45.00	74.89	
Jelly strength (g*mm)	0	1398.07 ^A	1412.40 ^A	819.33 ^{Bb}	122.31
	4	1233.10 ^B	1559.92 ^A	1378.18 ^{ABa}	54.46
	SE	86.25	75.30	140.42	

1) Treatments are the same as in Table 90.

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

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

* Jelly strength= Breaking force*Deformation.

Table 103. Texture properties

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		GT2	GT3	GT4	
Hardness (kg)	0	0.11 ^{Bb}	0.14 ^{Ab}	0.13 ^A	0.01
	4	0.12 ^{Ba}	0.17 ^{Aa}	0.12 ^B	0.01
	SE	0.00	0.01	0.00	
Brittleness (kg)	0	0.10 ^{Bb}	0.14 ^{Ab}	0.13 ^A	0.01
	4	0.12 ^{Ba}	0.17 ^{Aa}	0.11 ^C	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	
Cohesiveness (%)	0	0.62 ^{Bb}	1.47 ^A	1.25 ^{Aa}	0.13
	4	1.60 ^{Aa}	1.54 ^A	0.53 ^{Bb}	0.18
	SE	0.22	0.04	0.17	
Springiness (mm)	0	1.15 ^{Cb}	2.52 ^A	2.11 ^{Ba}	0.21
	4	2.33 ^{Aa}	2.29 ^A	1.03 ^{Bb}	0.22
	SE	0.27	0.09	0.25	
Gumminess (kg)	0	0.07 ^{Cb}	0.21 ^{Ab}	0.16 ^{Ba}	0.02
	4	0.19 ^{Ba}	0.26 ^{Aa}	0.06 ^{Cb}	0.03
	SE	0.03	0.01	0.02	
Chewiness (kg,mm)	0	0.08 ^{Cb}	0.53 ^A	0.34 ^{Ba}	0.07
	4	0.45 ^{Ba}	0.60 ^A	0.07 ^{Cb}	0.08
	SE	0.08	0.03	0.06	
Adhesiveness	0	0.03 ^B	0.04 ^{Ab}	0.04 ^A	0.00
	4	0.04 ^B	0.05 ^{Aa}	0.04 ^B	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

단일 기능성 물질 첨가에 따른 계맛소시지의 조직감은 Table 103에 나타내었다. 처리 간 비교 시 저장직후의 경우 경도, 표면경도, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성 모든 항목에서 GT3와 GT4가 GT2보다 높게 나타났으며, 저장 4주차에는 GT3가 GT2와 GT4보다 높게 나타났다. 이는 저장기간 경과로 GT2는 거의 모든 조직감 항목에서 높아졌고, GT3는 경도, 표면경도, 검성 및 부착성에서 높아졌으나 GT4는 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성에서 낮아져 조직감이 열화된 데 기인하는 결과였다.

단일 기능성 물질 첨가에 따른 계맛소시지의 관능평가 결과는 Table 104에 나타내었다. 처리 간은 물론 저장기간 경과로 모든 관능평가 항목에서 유의적인 차이는 없었다. 다만 저장기간 경과로 육색에 있어 GT2는 낮아졌다.

단일 기능성 물질 첨가에 따른 계맛소시지의 저장성은 Table 105에 나타내었다. 처리 간 비교 시 제조직후의 경우 총세균수는 GT4>GT2>GT3 순이었으며, 대장균수는 GT4와 GT2가 GT3보다 높게 나타났다. 저장 4주차의 경우 총세균수는 GT2와 GT3가 GT4보다 높게 나타났으며, 대장균수는 GT3>GT4>GT2 순이었다. 이는 GT3가 다른 두 구에 비해 저장기간 경과로 세균수의 증식이 더 빠른데 기인하는 결과였다. 지방산패도 및 휘발성염기태질소화합물은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 세 구 모두 지방산패도는 낮아진 반면 휘발성염기태질소화합물, 총세균수 및 대장균수는 높아졌다.

Table 104. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾			
		GT2	GT3	GT4	SE
Color	0	6.42 ^a	6.17	6.67	0.12
	4	5.83 ^b	6.33	6.33	0.12
	SE	0.15	0.13	0.15	
Aroma	0	6.25	6.58	6.83	0.26
	4	5.92	5.67	6.25	0.18
	SE	0.29	0.33	0.23	
Flavor	0	6.50	6.50 ^a	6.58	0.14
	4	5.92	5.58 ^b	5.75	0.21
	SE	0.23	0.22	0.30	
Tenderness	0	6.08	6.25	6.25	0.21
	4	6.50	6.33	6.25	0.11
	SE	0.23	0.20	0.19	
Juiciness	0	6.67	6.50	6.67	0.20
	4	5.92	6.25	6.00	0.08
	SE	0.20	0.22	0.20	
Overall acceptability	0	6.58	6.75	6.83	0.21
	4	6.25	6.25	6.17	0.14
	SE	0.23	0.20	0.25	

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 90.

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

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

Table 105. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		GT2	GT3	GT4	SE
TBARS (mg/100g)	0	0.59 ^a	0.58 ^a	0.56 ^a	0.01
	4	0.43 ^b	0.45 ^b	0.45 ^b	0.01
	SE	0.04	0.03	0.03	
VBN (mg%)	0	53.67 ^b	43.87 ^b	63.00 ^b	4.33
	4	480.90 ^a	435.17 ^a	530.37 ^a	29.81
	SE	98.71	87.72	109.42	
TPC (log ₁₀ CFU)	0	2.40 ^{Bb}	2.23 ^{Cb}	3.14 ^{Ab}	0.14
	4	6.84 ^{Aa}	6.83 ^{Aa}	6.64 ^{Ba}	0.04
	SE	0.99	1.03	0.78	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	0	2.66 ^{Ab}	2.23 ^{Bb}	2.67 ^{Ab}	0.08
	4	3.98 ^{Ca}	5.31 ^{Aa}	4.86 ^{Ba}	0.20
	SE	0.30	0.69	0.49	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

(3) 두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성

Table 106. Proximate compositions (%)

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		GT5	GT6	GT7	SE
Moisture	0	74.14	74.19	74.21	0.09
	4	73.44 ^B	74.37 ^A	74.40 ^A	0.19
	SE	0.19	0.13	0.13	
Crude protein	0	17.37	17.24	17.11	0.15
	4	16.97	16.52	17.08	0.17
	SE	0.23	0.22	0.18	
Crude fat	0	2.70	1.66	1.86	0.75
	4	2.71	3.05	2.70	0.21
	SE	1.00	0.53	0.49	
Crude ash	0	3.39	3.41	3.51 ^b	0.03
	4	3.37	3.56	3.74 ^a	0.08
	SE	0.09	0.05	0.06	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 계맛소시지의 일반성분은 Table 106에 나타내었다. 처리 간 비교 시 수분은 GT6과 GT7이 GT5보다 높게 나타났다. 조단백질 함량, 조지방 및 조회분 함량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 GT7에서 조회분 함량이 높아졌다.

Table 107. Physico-chemical characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		GT5	GT6	GT7	SE
pH	0	8.13 ^A	8.13 ^{Ab}	7.84 ^B	0.05
	4	8.32 ^A	8.29 ^{Aa}	7.59 ^B	0.12
	SE	0.05	0.04	0.07	
WHC (%)	0	92.95	89.95	91.79	1.09
	4	95.71	89.41	85.84	2.86
	SE	0.83	2.73	3.31	
Cooking loss (%)	0	19.59 ^{Aa}	11.02 ^{Bb}	11.98 ^{Bb}	1.41
	4	13.20 ^{Bb}	16.28 ^{Aa}	15.73 ^{Aa}	0.55
	SE	1.56	1.21	0.88	
Shear force (kg/cm ²)	0	0.43 ^{Ab}	0.36 ^{ABb}	0.33 ^{Bb}	0.02
	4	0.76 ^a	0.75 ^a	0.74 ^a	0.01
	SE	0.07	0.09	0.09	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성은 Table 107에 나타내었다. 처리 간 비교 시 pH는 GT5와 GT6가 GT7에 비해 높게 나타났고, 보수력은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가열감량은 제조직후 GT5가 GT6와 GT7보다 높게 나타났으나, 저장 4주차에는 GT6와 GT7이 GT5보다 높게 나타났는데 이는 저장기간 경과로 GT5에서는 낮아진 반면 GT6와 GT7에서는 높아진 데 기인하는 결과였다. 전단가는 GT5가 GT7에 비해 높게 나타났으나 GT6와는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 pH는 GT6에서 높아졌고, 전단가는 세 구 모두 높아졌다.

Table 108. Meat color and fat color

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		GT5	GT6	GT7	SE
L*	0	77.81 ^B	77.86 ^{Bb}	81.08 ^{Ab}	0.55
	4	77.84 ^C	79.66 ^{Ba}	81.78 ^{Aa}	0.57
	SE	0.17	0.41	0.18	
a*	0	1.97 ^B	2.13 ^A	2.16 ^A	0.03
	4	2.00 ^B	2.22 ^A	2.20 ^A	0.04
	SE	0.04	0.04	0.01	
b*	0	4.08 ^a	4.18	3.88	0.07
	4	3.32 ^{Bb}	4.01 ^A	3.60 ^{AB}	0.13
	SE	0.18	0.13	0.08	
W	0	65.58 ^{Bb}	65.31 ^B	69.43 ^{Ab}	0.07
	4	67.88 ^{Ba}	67.64 ^B	70.99 ^{Aa}	0.60
	SE	0.61	0.65	0.40	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

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

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 계맛소시지의 제품색은 Table 108에 나타내었다. 처리 간 비교 시 명도와 백색도는 GT7이 GT5와 GT6보다 높게 나타났으며, 적색도는 GT6과 GT7이 GT5보다 높게 나타났다. 황색도는 GT6이 GT5보다 높게 나타났으나 GT7과는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 명도는 GT6과 GT7에서 높아졌으며, 황색도는 GT5에서 낮아졌다. 백색도는 GT5와 GT7에서 높아졌다.

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 계맛소시지의 질특성은 Table 109에 나타내었다. 처리 간 비교 시 파괴강도, 켈강도 및 켈리강도는 GT5와 GT7이 GT6보다 높게 나타났으며, 변형값은 GT7이 GT5와 GT6보다 높게 나타났다. 저장기간 경과로 파괴강도와 켈강도는 GT6의 경우 낮아지는 반면, GT7의 경우 낮아졌다.

Table 109. Gel characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		GT5	GT6	GT7	
Breaking force (g)	0	174.67 ^A	140.00 ^{Bb}	187.33 ^{Aa}	7.40
	4	174.67 ^A	153.00 ^{Ba}	173.00 ^{Ab}	3.63
	SE	2.49	3.46	3.77	
Deformation (mm)	0	5.90 ^B	5.88 ^B	6.77 ^A	0.18
	4	6.17	5.63	6.47	0.18
	SE	0.17	0.20	0.12	
Gel strength (g/cm ²)	0	889.56 ^A	713.01 ^{Bb}	954.08 ^{Aa}	37.60
	4	889.57 ^A	779.22 ^{Ba}	881.08 ^{Ab}	18.47
	SE	12.66	17.63	19.21	
Jelly strength (g*mm)	0	1032.55 ^B	825.33 ^C	1268.17 ^A	70.12
	4	1077.92 ^A	862.20 ^B	1118.87 ^A	46.98
	SE	41.19	35.93	42.11	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 계맛소시지의 조직감은 Table 110에 나타내었다. 처리 간 비교 시 저장직후 경도와 표면경도는 GT5가 GT6와 GT7보다 높게 나타났으나 저장 4주차에는 GT7이 GT5와 GT6보다 높게 나타났는데 이는 저장기간 경과로 경도와 표면경도에 있어 GT7이 높아진 데 기인하는 결과였다. 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성은 GT5가 GT6와 GT7보다 높게 나타났다. 저장기간 경과로 GT6는 응집성, 검성 및 씹힘성에서 높아졌으며, GT7은 경도, 표면경도 및 부착성에서 높아졌다.

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 계맛소시지의 관능평가 결과는 Table 111에 나타내었다. 처리 간 비교 시 모든 관능평가 항목에서 유의적인 차이는 없었다. 저장기간 경과로 육색은 GT5와 GT7에서 낮아졌고, 맛은 GT6에서 낮아졌으며, 다즙성은 GT7에서 낮아졌다.

Table 110. Texture properties

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		GT5	GT6	GT7	
Hardness (kg)	0	0.14 ^A	0.11 ^B	0.10 ^{Bb}	0.01
	4	0.13 ^B	0.13 ^B	0.17 ^{Aa}	0.01
	SE	0.00	0.01	0.01	
Brittleness (kg)	0	0.14 ^A	0.11 ^B	0.10 ^{Bb}	0.01
	4	0.13 ^B	0.13 ^B	0.17 ^{Aa}	0.01
	SE	0.00	0.01	0.02	
Cohesiveness (%)	0	1.04	1.25 ^b	1.24	0.09
	4	1.19 ^B	1.59 ^{Aa}	1.01 ^C	0.09
	SE	0.06	0.08	0.14	
Springiness (mm)	0	2.02	2.33	1.99	0.13
	4	2.26 ^{AB}	2.46 ^A	2.20 ^B	0.05
	SE	0.07	0.05	0.19	
Gumminess (kg)	0	0.14	0.14 ^b	0.13	0.01
	4	0.16 ^B	0.19 ^{Aa}	0.18 ^{AB}	0.01
	SE	0.01	0.01	0.02	
Chewiness (kg,mm)	0	0.29	0.32 ^b	0.28	0.03
	4	0.35 ^B	0.49 ^{Aa}	0.38 ^B	0.02
	SE	0.02	0.04	0.05	
Adhesiveness	0	0.03	0.03	0.03 ^b	0.00
	4	0.03 ^B	0.04 ^A	0.04 ^{Aa}	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

Table 111. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾			SE
		GT5	GT6	GT7	
Color	0	6.50 ^a	6.58	6.67 ^a	0.14
	4	6.00 ^b	6.00	6.00 ^b	0.00
	SE	0.13	0.18	0.14	
Aroma	0	6.50	6.50	6.83	0.26
	4	6.17	6.17	6.00	0.20
	SE	0.28	0.28	0.31	
Flavor	0	6.50	6.50 ^a	6.50	0.12
	4	5.92	5.42 ^b	5.92	0.20
	SE	0.23	0.25	0.23	
Tenderness	0	6.42	6.25	6.42	0.22
	4	6.50	6.67	6.58	0.14
	SE	0.17	0.27	0.24	
Juiciness	0	6.67	6.67	6.83 ^a	0.18
	4	6.00	6.00	6.00 ^b	0.07
	SE	0.20	0.20	0.20	1)
Overall acceptability	0	6.83	6.67	7.00	0.22
	4	5.83	5.83	6.08	0.18
	SE	0.33	0.24	0.26	

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 90.

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

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

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 계맛소시지의 저장성은 Table 112에 나타내었다. 처리 간 비교 시 지방산패도는 GT7이 GT6보다 높게 나타났으며, GT5와는 유의적인 차이가 없었다. 휘발성염기태질소화합물은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 총세균수는 제조직후의 경우 GT5와 GT6가 GT7보다 높게 나타났으나 저장 4주 시 GT7의 세균수 증식 속도가 빨라 GT7>GT6>GT5 순이었다. 대장균수는 제조직후의 경우 GT6와 GT7이 GT5보다 높게 나타났으나 저장 4주 시 GT5의 세균수 증식 속도가 빨라 GT5가 GT6와 GT7보다 높게 나타났다. 저장기간 경과로 세 구 모두 지방산패도는 낮아진 반면 휘발성염기태질소화합물, 총세균수 및 대장균수는 높아졌다.

Table 112. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		GT5	GT6	GT7	
TBARS (mg/100g)	0	0.58 ^a	0.59 ^a	0.63 ^a	0.01
	4	0.43 ^{ABb}	0.39 ^{Bb}	0.46 ^{Ab}	0.01
	SE	0.04	0.04	0.04	
VBN (mg%)	0	36.87 ^b	47.13 ^b	45.45 ^b	2.23
	4	254.10 ^a	481.83 ^a	466.90 ^a	53.59
	SE	48.63	114.27	94.44	
TPC (log ₁₀ CFU)	0	2.69 ^{Ab}	2.67 ^{Ab}	2.38 ^{Bb}	0.05
	4	5.97 ^{Ca}	6.08 ^{Ba}	7.38 ^{Aa}	0.23
	SE	0.73	0.76	1.12	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	0	2.43 ^{Bb}	2.68 ^{Ab}	2.77 ^{Ab}	0.06
	4	3.60 ^{Aa}	3.22 ^{Ba}	3.34 ^{Ba}	0.06
	SE	0.26	0.12	0.13	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 90.

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

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

명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 두 기능성 물질을 각각 0.05%씩 혼합하여 0.1% 첨가 시 동충하초분말과 누에고치분말 첨가(GT5), 동충하초분말과 CLA 첨가(GT6), 누에고치분말과 CLA 첨가(GT7)에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면

처리 간 비교 시 다른 두 구들보다 동충하초분말과 누에고치분말을 첨가한 GT5는 전단가는 높았고 가열감량, 적색도 및 황색도는 낮은 장점을 지닌 반면, 수분 함량, 명도, 검성 및 부착성이 낮은 단점을 나타내었다. 동충하초분말과 CLA를 첨가한 GT6는 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성은 높았고, 지방산패도는 낮은 장점을 지닌 반면, 황색도가 높았고, 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도는 낮은 단점을 나타내었다. 누에고치분말과 CLA를 첨가한 GT7은 명도, 백색도 및 변형값은 높은 장점을 지닌 반면, 지방산패

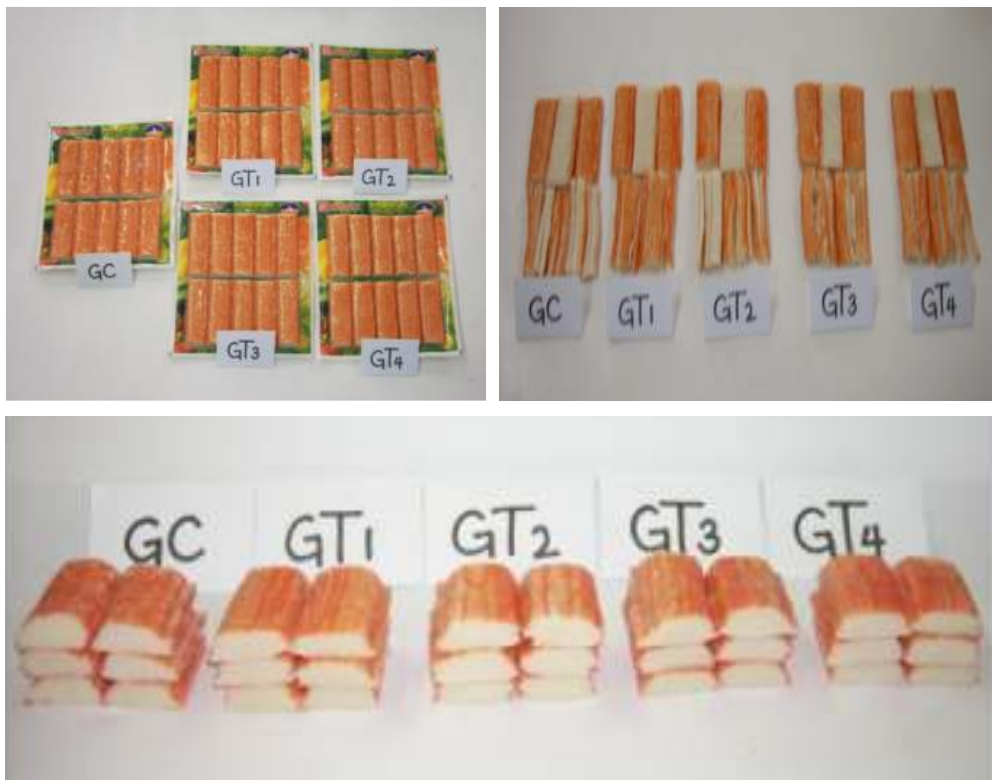
도는 높았고 pH, 전단가, 응집성 및 탄력성이 낮은 단점을 나타내었다. 조단백질 함량, 조지방 함량, 조회분 함량, 보수력, 관능검사 결과 및 휘발성염기태질소화합물은 처리 간에 유의적 차이가 없었다.

저장기간 경과로 GT5의 경우 백색도는 높아졌고, 황색도 및 관능평가의 색은 낮아졌다. GT6는 pH, 가열감량, 명도, 파괴강도, 쪼갬강도, 응집성, 점성 및 씹힘성은 높아졌고, 관능평가의 맛은 낮아졌다. GT7은 조회분 함량, 가열감량, 명도, 백색도, 경도, 표면경도 및 부착성은 높아졌고, 파괴강도, 쪼갬강도, 관능평가의 색 및 다즙성은 낮아졌다. 세 처리구 모두 전단가, 휘발성염기태질소화합물, 총세균수 및 대장균수는 높아졌고, 지방산패도는 낮아졌다.

결론적으로 두 기능성 물질을 각각 0.05%씩 0.1% 혼합 첨가에 따른 게맛소시지의 이화학적 특성 분석 결과 종합적으로 볼 때 동충하초분말과 누에고치분말을 첨가한 GT5와 동충하초분말과 CLA를 첨가한 GT6가 누에고치분말과 CLA를 첨가한 GT7보다 양호하였다.

(4) 현장 시제 게맛살 및 크래미의 이화학적 특성

(가) 게맛살 현장 시제품



(나) 게맛살 GC와 GT1 간 이화학적 특성 비교

Table 113. Physico-chemical characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
pH	GC	7.49	7.49	7.47	7.38	0.03
	GT1	7.47 ^B	7.53 ^A	7.50 ^B	7.55 ^A	0.01
	SE	0.01	0.02	0.01	0.06	
Shear force (g/cm ²)	GC	1.10	1.10 ^a	1.14 ^a	1.23 ^{Aa}	0.02
	GT1	1.18 ^A	0.83 ^{Bb}	0.78 ^{Cb}	0.89 ^{Bb}	0.05
	SE	0.03	0.06	0.08	0.08	
L*	GC	81.52 ^A	80.15 ^B	79.61 ^{Ba}	81.34 ^{Aa}	0.28
	GT1	79.49	78.74	78.38 ^b	78.97 ^b	0.23
	SE	0.57	0.40	0.29	0.59	
a*	GC	2.21 ^{Ca}	3.16 ^B	3.33 ^A	3.46 ^A	0.15
	GT1	1.93 ^{Bb}	3.10 ^A	3.34 ^A	3.47 ^A	0.19
	SE	0.08	0.04	0.07	0.02	
b*	GC	4.59 ^{Ab}	3.60 ^{Bb}	3.05 ^{Cb}	3.42 ^{Bb}	0.18
	GT1	6.21 ^{Aa}	5.17 ^{Ba}	4.63 ^{Ca}	4.45 ^{Ca}	0.21
	SE	0.37	0.36	0.35	0.24	
W	GC	67.74 ^{Ca}	69.35 ^{Ba}	79.61 ^{Aa}	81.34 ^{Aa}	1.82
	GT1	60.85 ^{Cb}	63.24 ^{Bb}	78.38 ^{Ab}	78.97 ^{Ab}	2.52
	SE	1.55	1.38	0.29	0.59	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 게맛살의 이화학적 특성은 Table 113과 같다. 처리 간에 pH는 유의적인 차이가 없었으며, 전단가, 명도, 적색도 및 백색도는 대조구보다 처리구가 낮았으나, 황색도는 대조구보다 처리구가 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH의 경우 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 전단가의 경우 대조구는 유의적인 차이가 없었으나 처리구는 감소하였다. 명도의 경우 대조구는 감소하였으나, 처리구는 유의적인 차이가 없었다. 적색도와 백색도는 두 처리구 모두 증가하였으나 황색도는 두 처리구 모두 감소하였다.

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 게맛살의 젤 특성은 Table 114와 같다. 처리 간에 파괴강도와 젤강도는 대조구보다 처리구가 낮았으나 변형값은 반대로 높았다. 젤리강도는 제조직후에는 대조구보다 처리구가 높았으나 저장말기에는 역으로 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 파괴강도와 젤 강도의 경우 두 처리구 모두 증가하였다. 변형값의 경우 대조구는 증가하였으나 처리구는 감소하였다. 젤리강도의 경우 대조구는 증가하였으나 처리구는 유의적인 차이가 없었다.

Table 114. Gel characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Breaking force (g)	GC	127.33 ^{Ba}	154.67 ^{Aa}	170.67 ^{Aa}	191.33 ^{Aa}	7.49
	GT1	95.67 ^{Cb}	118.67 ^{Bb}	140.67 ^{Ab}	165.67 ^{Ab}	7.91
	SE	8.72	8.31	6.72	6.04	
Deformation (mm)	GC	4.58 ^{Bb}	9.17 ^A	7.40 ^A	5.82 ^{BC}	0.59
	GT1	9.88 ^{Aa}	9.45 ^A	6.52 ^B	5.92 ^B	0.57
	SE	1.20	0.17	0.29	0.69	
Gel strength (g/cm ²)	GC	648.50 ^{Ba}	787.71 ^{Aa}	869.20 ^{Aa}	974.45 ^{Aa}	38.14
	GT1	487.23 ^{Cb}	604.36 ^{Bb}	716.41 ^{Ab}	843.73 ^{Ab}	40.27
	SE	44.39	42.34	34.23	30.75	
Jelly strength (g*mm)	GC	593.50 ^{Bb}	1418.28 ^{Aa}	1262.67 ^{Aa}	1111.03 ^A	108.03
	GT1	945.35 ^a	1123.48 ^b	916.73 ^b	983.97	47.76
	SE	91.49	76.36	83.99	128.44	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 게맛살의 조직감 특성은 Table 115와 같다. 처리 간에 경도, 표면경도, 검성 및 씹힘성은 대조구보다 처리구가 낮았으나, 응집성, 탄력성 및 부착성은 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 경도와 표면경도의 경우 두 처리구 모두 증가하였다. 응집성과 탄력성의 경우 대조구는 감소한 반면 처리구는 유의적인 차이가 없었다. 검성과 씹힘성은 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 부착성의 경우 대조구는 증가하였으나 처리구는 유의적인 차이가 없었다.

Table 115. Texture properties

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Hardness (kg)	GC	0.10 ^{Ba}	0.12 ^{ABa}	0.14 ^{Aa}	0.12 ^{AB}	0.00
	GT1	0.07 ^{Bb}	0.10 ^{Ab}	0.10 ^{Ab}	0.12 ^A	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	0.01	
Brittleness (kg)	GC	0.09 ^{Ba}	0.08 ^B	0.11 ^{Aa}	0.10 ^A	0.00
	GT1	0.06 ^{Bb}	0.09 ^A	0.09 ^{Ab}	0.09 ^A	0.00
	SE	0.01	0.00	0.00	0.01	
Cohesiveness (%)	GC	0.59 ^B	0.97 ^A	0.39 ^C	0.71 ^B	0.07
	GT1	0.47 ^B	0.84 ^A	0.46 ^B	0.54 ^B	0.05
	SE	0.03	0.05	0.02	0.05	
Springiness (mm)	GC	1.13 ^B	1.39 ^A	0.92 ^C	1.37 ^A	0.06
	GT1	1.04 ^B	1.32 ^A	1.05 ^{AB}	1.19 ^{AB}	0.05
	SE	0.04	0.05	0.04	0.07	
Gumminess (kg)	GC	0.06 ^{Ba}	0.12 ^{Aa}	0.06 ^{Ba}	0.09 ^B	0.01
	GT1	0.03 ^{Bb}	0.08 ^{Ab}	0.04 ^{Bb}	0.07 ^A	0.01
	SE	0.01	0.01	0.00	0.01	
Chewiness (kg,mm)	GC	0.07 ^{Ba}	0.16 ^{Aa}	0.05 ^B	0.12 ^B	0.01
	GT1	0.03 ^{Bb}	0.11 ^{Ab}	0.05 ^B	0.08 ^{AB}	0.01
	SE	0.01	0.01	0.00	0.01	
Adhesiveness	GC	0.02 ^B	0.02 ^B	0.03 ^A	0.02 ^B	0.00
	GT1	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

Table 116. Fatty acid compositions

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Myristic acid (C14:0)	GC	1.26 ^B	1.73 ^A	0.12
	GT1	1.31 ^B	1.60 ^A	0.06
	SE	0.05	0.05	
Palmitic acid (C16:0)	GC	10.89 ^{Bb}	14.85 ^{Ab}	0.89
	GT1	11.81 ^{Ba}	16.61 ^{Aa}	1.08
	SE	0.22	0.40	
Palmitoleic acid (C16:1)	GC	2.43	2.52	0.29
	GT1	1.87	2.13	0.09
	SE	0.30	0.13	
Stearic acid (C18:0)	GC	1.65	1.57	0.35
	GT1	2.05	2.36	0.28
	SE	0.32	0.36	
Oleic acid (C18:1)	GC	16.78 ^B	18.65 ^{Ab}	0.44
	GT1	16.77 ^B	21.17 ^{Aa}	0.99
	SE	0.12	0.58	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	GC	14.77 ^B	16.47 ^{Aa}	0.39
	GT1	14.81	15.01 ^b	0.09
	SE	0.08	0.34	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	GC	24.25 ^{Aa}	2.87 ^{Bb}	4.78
	GT1	23.48 ^{Ab}	5.32 ^{Ba}	4.06
	SE	0.18	0.55	
Docosahexaenoic acid (C22:6, n-3)	GC	28.40 ^B	41.33 ^{Aa}	2.90
	GT1	28.17 ^B	35.79 ^{Ab}	1.77
	SE	0.17	1.25	
SFA ²⁾	GC	13.81 ^B	18.15 ^{Ab}	1.05
	GT1	15.18 ^B	20.57 ^{Aa}	1.24
	SE	0.52	0.60	
UFA ²⁾	GC	86.63 ^A	81.85 ^{Ba}	1.24
	GT1	84.82 ^B	79.43 ^{Ab}	1.23
	SE	0.75	0.60	
EFA ²⁾	GC	39.02 ^A	19.34 ^{Bb}	4.40
	GT1	38.30 ^A	20.34 ^{Ba}	4.02
	SE	0.21	0.26	

Table 116. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
UFA/SFA	GC	6.30 ^A	4.52 ^{Ba}	0.42
	GT1	5.60 ^A	3.86 ^{Bb}	0.40
	SE	0.21	0.17	
EFA/UFA	GC	0.45 ^A	0.24 ^{Bb}	0.05
	GT1	0.45 ^A	0.26 ^{Ba}	0.04
	SE	0.00	0.00	
n-3 fatty acid	GC	28.40 ^B	41.33 ^{Aa}	2.90
	GT1	27.88 ^B	35.79 ^{Ab}	1.77
	SE	0.17	1.25	
n-6 fatty acid	GC	24.25 ^{Aa}	2.87 ^{Bb}	4.78
	GT1	23.48 ^{Ab}	5.32 ^{Ba}	4.06
	SE	0.18	0.55	
n-6/n-3	GC	0.85 ^{Aa}	0.07 ^{Bb}	0.18
	GT1	0.84 ^{Ab}	0.15 ^{Ba}	0.15
	SE	0.00	0.02	
Cholesterol (mg/100g)	GC	9.69	11.15 ^a	0.45
	GT1	11.15 ^A	9.35 ^{Bb}	0.54
	SE	0.45	0.54	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 계맛살의 지방산 조성은 Table 116 과 같다. 처리 간에 SFA, EFA 및 EFA/UFA는 대조구보다 처리구가 높았으나, UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산 및 콜레스테롤 함량은 낮았다. n-6계 지방산과 n-6/n-3의 경우 제조직후에는 대조구보다 처리구가 낮았으나 4주 저장말기에는 역으로 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 SFA와 n-3계 지방산은 증가하였으나, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산 및 n-6/n-3는 감소하였다. UFA의 경우 대조구는 감소한 반면 처리구는 증가하였다. 콜레스테롤 함량의 경우 대조구는 유의적인 차이가 없는 반면 처리구는 감소하였다.

Table 117. Amino acid compositions (%) of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Aspartic acid	GC	2.03 ^{Ab}	1.12 ^B	0.27
	GT1	2.27 ^{Aa}	1.14 ^B	0.33
	SE	0.07	0.01	
Threonine ^{*, 3)}	GC	0.49 ^A	0.41 ^B	0.02
	GT1	0.49 ^A	0.44 ^B	0.02
	SE	0.00	0.01	
Serine ³⁾	GC	0.47 ^B	0.52 ^A	0.01
	GT1	0.47 ^B	0.53 ^A	0.02
	SE	0.00	0.00	
Glutamic acid ²⁾	GC	3.06 ^{Aa}	2.01 ^B	0.30
	GT1	2.68 ^{Ab}	1.99 ^B	0.20
	SE	0.11	0.01	
Proline	GC	0.72 ^{Aa}	0.27 ^B	0.13
	GT1	0.63 ^{Ab}	0.28 ^B	0.10
	SE	0.02	0.00	
Glycine ³⁾	GC	1.13 ^{Ab}	0.74 ^B	0.11
	GT1	1.20 ^{Aa}	0.72 ^B	0.14
	SE	0.02	0.01	
Alanine ³⁾	GC	0.88 ^{Aa}	0.69 ^{Ba}	0.05
	GT1	0.65 ^b	0.67 ^b	0.00
	SE	0.06	0.01	
Valine ^{*, 6)}	GC	0.46 ^{Bb}	0.84 ^{Aa}	0.11
	GT1	0.57 ^{Ba}	0.78 ^{Ab}	0.06
	SE	0.03	0.02	
Isoleucine ^{*, 6)}	GC	0.44 ^{Bb}	0.53 ^A	0.03
	GT1	0.56 ^{Aa}	0.51 ^B	0.01
	SE	0.04	0.01	
Leucine [*]	GC	1.27 ^{Aa}	0.90 ^{Ba}	0.11
	GT1	0.79 ^{Bb}	0.88 ^{Ab}	0.03
	SE	0.14	0.01	
Tyrosine ^{5), 6)}	GC	0.49 ^{Ab}	0.35 ^B	0.04
	GT1	0.57 ^{Aa}	0.34 ^B	0.07
	SE	0.02	0.01	

Table 117. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Phenylalanine ^{*, 5), 6)}	GC	0.58 ^{Ab}	0.39 ^B	0.06
	GT1	0.65 ^{Aa}	0.37 ^B	0.08
	SE	0.02	0.00	
Histidine ^{*, 6)}	GC	0.36 ^A	0.29 ^B	0.02
	GT1	0.39 ^A	0.26 ^B	0.04
	SE	0.01	0.01	
Lysine [*]	GC	1.88 ^{Ab}	0.96 ^{Ba}	0.27
	GT1	2.07 ^{Aa}	0.95 ^{Bb}	0.32
	SE	0.06	0.00	
Arginine ^{*, 6)}	GC	0.69 ^{Ab}	0.67 ^{Ba}	0.01
	GT1	0.76 ^{Aa}	0.61 ^{Bb}	0.04
	SE	0.02	0.02	
FAA ²⁾	GC	3.06 ^{Aa}	2.01 ^B	0.30
	GT1	2.68 ^{Ab}	1.99 ^B	0.20
	SE	0.11	0.01	
STAA ³⁾	GC	2.97 ^{Aa}	2.36 ^B	0.18
	GT1	2.81 ^{Ab}	2.36 ^B	0.13
	SE	0.05	0.01	
AAA ⁵⁾	GC	1.07 ^{Ab}	0.73 ^B	0.10
	GT1	1.22 ^{Aa}	0.71 ^B	0.14
	SE	0.04	0.01	
BAA ⁶⁾	GC	3.02 ^b	3.06	0.03
	GT1	3.49 ^{Aa}	2.88 ^B	0.18
	SE	0.14	0.06	
EAA [*]	GC	6.18 ^A	4.99 ^B	0.34
	GT1	6.27 ^A	4.81 ^B	0.42
	SE	0.04	0.06	
TAA ⁷⁾	GC	14.96 ^A	10.69 ^B	1.23
	GT1	14.74 ^A	10.47 ^B	1.23
	SE	0.08	0.08	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ SAA (sulfur-containing amino acid), ⁵⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁶⁾ BAA (bitter amino acid), ⁷⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 계맛살의 아미노산 조성은 Table 117과 같다. 처리 간에 풍미 관련 아미노산(FAA), 단맛 관련 아미노산(STAA), 방향족 아미노산(AAA) 및 쓴맛 관련 아미노산(BAA)은 대조구보다 처리구가 낮았으며, 필수아미노산(EAA) 및 총아미노산(TAA) 함량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 FAA, STAA, AAA, BAA, EAA 및 TAA는 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다.

Table 118. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Treatments ²⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Color	GC	6.17 ^B	6.70 ^A	6.25 ^{AB}	6.63 ^{AB}	0.09
	GT1	6.67	6.50	6.33	6.50	0.10
	SE	0.19	0.12	0.11	0.10	
Aroma	GC	6.58	6.30	6.38	6.50	0.10
	GT1	6.92	6.30	6.38	6.50	0.12
	SE	0.21	0.11	0.15	0.12	
Flavor	GC	6.42	6.40	6.50	6.00	0.10
	GT1	6.92	6.20	6.63	6.25	0.13
	SE	0.22	0.13	0.13	0.13	
Tenderness	GC	6.33 ^b	6.40	6.25	6.50	0.09
	GT1	7.33 ^{Aa}	6.70 ^{AB}	6.50 ^B	6.75 ^{AB}	0.13
	SE	0.24	0.12	0.15	0.13	
Juiciness	GC	6.50	6.60	6.25	6.50	0.09
	GT1	7.17	6.60	6.63	6.75	0.12
	SE	0.21	0.13	0.15	0.13	
Overall acceptability	GC	6.33 ^{Bb}	7.00 ^A	6.25 ^B	6.38 ^B	0.10
	GT1	7.58 ^{Aa}	6.80 ^B	6.50 ^B	6.50 ^B	0.13
	SE	0.23	0.08	0.15	0.12	

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 91.

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 게맛살의 관능적 특성은 Table 118 과 같다. 처리 간에 제품의 색, 향, 맛 및 다즙성은 유의적인 차이가 없었으며, 연도 및 전체적 기호도는 대조구보다 처리구가 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 제품의 색, 향, 맛 및 다즙성은 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 연도 및 전체적 기호도의 경우 대조구는 유의적인 차이가 없었으나, 처리구는 저장기간 경과로 감소하였다.

Table 119. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
TBARS (mg/100g)	GC	1.65 ^{Ba}	1.58 ^{Ba}	1.94 ^{Aa}	2.17 ^{Aa}	0.07
	GT1	1.24 ^{Bb}	1.27 ^{Bb}	1.48 ^{Ab}	1.61 ^{Ab}	0.05
	SE	0.09	0.07	0.11	0.12	
VBN (mg%)	GC	69.07	54.37 ^b	62.86 ^b	54.41 ^b	2.64
	GT1	80.92 ^A	65.10 ^{Ca}	74.20 ^{Ba}	66.55 ^{Ca}	2.08
	SE	4.46	2.72	2.79	3.13	
TPC (log ₁₀ CFU)	GC	0.00	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00
	GT1	0.00 ^C	1.36 ^{Ba}	3.92 ^{Aa}	2.74 ^{Ba}	0.45
	SE	0.00	0.31	0.88	0.61	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	GC	2.12 ^{Ab}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.28
	GT1	3.31 ^{Aa}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.43
	SE	0.27	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 게맛살의 저장성 관련 특성은 Table 119와 같다. 처리 간에 TBARS는 대조구보다 처리구가 낮았으나, VBN, TPC 및 *E. coli*는 대조구보다 처리구가 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 TBARS는 두 처리구 모두 증가하였으나, *E. coli*는 두 처리구 모두 감소하였다. VBN의 경우 대조구는 유의적인 차이가 없었으나 처리구는 감소하였다. TPC의 경우 대조구는 유의적인 차이가 없었으나 처리구는 증가하였다.

종합적으로 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체하여 현장시제한 게맛살의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 처리 간에 pH, 응집성, 탄력성, 부착성, EAA 및 TAA, 관능평가의 제품의 색, 향, 맛 및 다즙성은 유의적인 차이가 없었다. 변형값, EFA, EFA/UFA, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도는 대조구보다 처리구가 높았고 UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산, 콜레스테롤 함량, BAA 및 TBARS는 대조구보다 처리구가 낮은 장점을 지닌 반면, 적색도, 황색도, SFA, VBN, TPC 및 *E. coli*는 대조구보다 처리구

가 높았고 전단가, 명도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 경도, 표면경도, 검성, 씹힘성, UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산, FAA, STAA 및 AAA는 대조구보다 처리구가 낮은 단점을 나타내었다.

저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH, 검성, 씹힘성, FAA, STAA, AAA, BAA, EAA, TAA, 관능평가의 제품의 색, 향, 맛 및 다즙성은 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 적색도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 경도, 표면경도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS는 두 처리구 모두 증가하였으나, 황색도, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3 및 *E. coli* 는 두 처리구 모두 감소하였다.

(다) 게맛살 GT2, 3, 4 간 이화학적 특성 비교

Table 120. Physico-chemical characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
pH	GT2	7.49 ^{Ba}	7.59 ^{Aa}	7.52 ^{Ba}	7.61 ^A	0.02
	GT3	7.48 ^{Ba}	7.56 ^{Aab}	7.53 ^{ABa}	7.61 ^A	0.02
	GT4	7.41 ^{Cb}	7.51 ^{Ab}	7.48 ^{Bb}	7.55 ^A	0.02
	SE	0.01	0.01	0.01	0.01	
Shear force (g/cm ²)	GT2	0.70 ^C	0.81 ^{Bb}	0.86 ^{Aab}	0.95 ^{Ab}	0.03
	GT3	0.73 ^B	0.86 ^{Aa}	0.84 ^{Ab}	0.98 ^{Ab}	0.03
	GT4	0.78 ^B	0.88 ^{Aa}	0.88 ^{Aa}	1.04 ^{Aa}	0.03
	SE	0.02	0.01	0.01	0.02	
L*	GT2	77.94 ^{Bb}	78.94 ^{Aa}	78.37 ^{ABa}	79.06 ^{Aa}	0.17
	GT3	79.21 ^{Aab}	77.41 ^{Bb}	77.25 ^{Bb}	77.39 ^{Bc}	0.26
	GT4	80.23 ^{Aa}	78.64 ^{Ba}	78.29 ^{Ba}	78.51 ^{Bb}	0.26
	SE	0.39	0.26	0.19	0.26	
a*	GT2	1.43 ^{Cc}	2.50 ^{Bb}	2.76 ^{Ab}	3.16 ^{Aab}	0.19
	GT3	2.09 ^{Ba}	3.44 ^{Aa}	3.27 ^{Aa}	3.29 ^{Aa}	0.18
	GT4	1.71 ^{Bb}	2.93 ^{Aab}	2.90 ^{Ab}	2.96 ^{Ab}	0.16
	SE	0.10	0.16	0.09	0.06	
b*	GT2	4.74 ^{Ab}	3.43 ^{Bb}	3.11 ^{Bc}	3.64 ^{Bb}	0.19
	GT3	5.82 ^{Aa}	4.99 ^{ABa}	4.42 ^{Ba}	4.55 ^{Ba}	0.21
	GT4	5.10 ^{Ab}	3.88 ^{Bb}	3.47 ^{Bb}	3.69 ^{Bb}	0.20
	SE	0.17	0.28	0.20	0.18	
W	GT2	63.73 ^{Cb}	68.64 ^{Ba}	78.37 ^{Aa}	79.06 ^{Aa}	1.96
	GT3	61.75 ^{Bc}	62.44 ^{Bb}	77.25 ^{Ab}	77.39 ^{Ac}	2.32
	GT4	64.94 ^{Ca}	67.01 ^{Ba}	78.29 ^{Aa}	78.51 ^{Ab}	1.89
	SE	0.48	1.05	0.19	0.26	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 계맛살의 이화학적 특성은 Table 120과 같다. 처리 간에 pH는 GT2가 가장 높았고, GT4가 가장 낮았다. 전단가는 GT4가 다른 두 처리구에 비해 높았다. 명도와 백색도는 GT3가 다른 두 처리구에 비해 낮은 반면 적색도와 황색도는 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH의 경우 GT2와 GT3는 유의적인 차이가 없었으나 GT4는 증가하였다. 전단가, 적색도 및 백색도는 세 처리구 모두 증가하였다. 명도의 경우 GT2는 유의적인 차이가 없었으나 GT3와 GT4는 감소하였다. 황색도는 세 처리구 모두 감소하였다.

Table 121. Gel characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Breaking force (g)	GT2	95.67 ^B	126.67 ^{Ab}	132.33 ^{Ab}	194.00 ^{Aa}	10.78
	GT3	94.00 ^B	119.67 ^{Ac}	113.00 ^{Ac}	163.00 ^{Ab}	7.69
	GT4	100.67 ^B	158.00 ^{Aa}	154.67 ^{Aa}	168.00 ^{Ab}	7.99
	SE	1.84	5.97	6.14	4.89	
Deformation (mm)	GT2	6.42	7.90 ^b	9.53 ^a	8.58	0.54
	GT3	5.60 ^B	9.73 ^{Aa}	9.58 ^{Aa}	8.35 ^A	0.57
	GT4	8.23 ^A	5.83 ^{ABc}	5.23 ^{Bb}	7.83 ^A	0.50
	SE	0.78	0.60	0.73	0.38	
Gel strength (g/cm ²)	GT2	487.23 ^B	645.11 ^{Ab}	673.97 ^{Ab}	925.22 ^A	48.91
	GT3	478.74 ^B	609.46 ^{Ac}	575.50 ^{Ac}	830.15 ^A	39.16
	GT4	492.69 ^B	804.69 ^{Aa}	787.71 ^{Aa}	855.62 ^A	43.91
	SE	13.14	30.40	31.25	21.72	
Jelly strength (g*mm)	GT2	613.40 ^B	1000.00 ^{Aab}	1261.50 ^{Aa}	1667.27 ^A	125.73
	GT3	522.77 ^B	1165.07 ^{Aa}	1083.98 ^{Ab}	1358.55 ^A	98.55
	GT4	826.80	921.18 ^b	809.97 ^c	1314.27 ^A	75.12
	SE	77.67	47.26	69.46	84.44	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

기능성 물질의 첨가에 따른 계맛살의 겔 특성은 Table 121과 같다. 처리 간에 파괴강도와 젤강도는 GT4가 가장 높았고, GT3가 가장 낮았다. 변형값과 젤리강도는 GT4가 두 처리구보다 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 파괴강도, 젤강도 및 젤리강도의 경우 세 처리구 모두 증가하였다. 변형값의 경우 GT2는 유의적인 차이가 없었고, GT3는 증가하는 반면 GT4는 감소하였다.

Table 122. Texture properties

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Hardness (kg)	GT2	0.06 ^{Cb}	0.10 ^{Bb}	0.12 ^A	0.11 ^{AB}	0.01
	GT3	0.07 ^{Bb}	0.10 ^{Ab}	0.12 ^A	0.11 ^A	0.01
	GT4	0.08 ^{Ba}	0.11 ^{Aa}	0.11 ^A	0.13 ^A	0.01
	SE	0.00	0.00	0.00	0.01	
Brittleness (kg)	GT2	0.05 ^{Cb}	0.08 ^B	0.12 ^{Aa}	0.08 ^B	0.01
	GT3	0.06 ^{Bab}	0.08 ^A	0.09 ^{Ab}	0.09 ^A	0.00
	GT4	0.07 ^a	0.09	0.08 ^b	0.08	0.00
	SE	0.00	0.00	0.01	0.00	
Cohesiveness (%)	GT2	0.62	0.52	0.54 ^a	0.66 ^a	0.03
	GT3	0.40 ^B	0.55 ^A	0.43 ^{ABb}	0.51 ^{ABb}	0.02
	GT4	0.40 ^B	0.48 ^{AB}	0.58 ^{Aa}	0.71 ^{Aa}	0.04
	SE	0.05	0.02	0.02	0.04	
Springiness (mm)	GT2	1.16	1.12	1.10 ^a	1.38 ^a	0.05
	GT3	1.00	1.08	0.95 ^b	1.07 ^b	0.03
	GT4	1.01	1.04	1.04 ^{ab}	1.37 ^{Aa}	0.05
	SE	0.05	0.04	0.03	0.06	
Gumminess (kg)	GT2	0.04 ^B	0.05 ^{AB}	0.06 ^A	0.07 ^{Ab}	0.00
	GT3	0.03 ^B	0.05 ^A	0.05 ^A	0.06 ^{Ac}	0.00
	GT4	0.03 ^B	0.05 ^A	0.06 ^A	0.09 ^{Aa}	0.01
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	
Chewiness (kg,mm)	GT2	0.05	0.06	0.07	0.10 ^{Aa}	0.01
	GT3	0.02 ^B	0.06 ^A	0.05 ^A	0.06 ^{Ab}	0.01
	GT4	0.03 ^B	0.05 ^{AB}	0.06 ^A	0.12 ^{Aa}	0.01
	SE	0.01	0.00	0.00	0.01	
Adhesiveness	GT2	0.02 ^a	0.02	0.02 ^b	0.03	0.00
	GT3	0.01 ^{Cb}	0.02 ^B	0.03 ^{Aab}	0.02 ^B	0.00
	GT4	0.02 ^{Ba}	0.03 ^{AB}	0.03 ^{Aa}	0.02 ^B	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 계맛살의 조직감 특성은 Table 122와 같다. 처리 간에 경도는 GT4가 두 처리구보다 높았다. 표면경도, 검성, 씹힘성 및 부착성은 처리 간에 일관성이 없어 유의적인 차이가 없었다. 응집성 및 탄력성은 GT3가 다른 두 처리구보다 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 경도와 검성의 경우 세 처리구 모두 증가하였다. 표면경도의 경우 GT2와 GT3는 증가하는 반면 GT4는 유의적인 차이가 없었다. 응집성의 경우 GT2와 GT3는 유의적인

차이가 없는 반면 GT4는 증가하였다. 탄력성의 경우 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 씹힘성과 부착성은 GT2는 유의적인 차이가 없는 반면 GT3와 GT4는 증가하였다.

Table 123. Fatty acid compositions

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Myristic acid (C14:0)	GT2	1.21 ^B	1.75 ^{Aa}	0.12
	GT3	1.29 ^B	1.41 ^{Ab}	0.03
	GT4	1.38	1.27 ^b	0.06
	SE	0.04	0.08	
Palmitic acid (C16:0)	GT2	12.19 ^{Bb}	17.41 ^{Aa}	1.17
	GT3	13.56 ^{Ba}	16.89 ^{Ab}	0.75
	GT4	11.47 ^{Bc}	15.87 ^{Ac}	0.98
	SE	0.31	0.23	
Palmitoleic acid (C16:1)	GT2	1.84 ^B	2.20 ^{Aa}	0.10
	GT3	1.57 ^B	2.03 ^{Aa}	0.10
	GT4	1.94	1.59 ^b	0.15
	SE	0.08	0.11	
Stearic acid (C18:0)	GT2	2.47 ^{Ba}	3.38 ^{Ab}	0.20
	GT3	2.45 ^{Ba}	3.46 ^{Aab}	0.23
	GT4	2.13 ^{Bb}	3.56 ^{Aa}	0.32
	SE	0.06	0.03	
Oleic acid (C18:1)	GT2	17.21 ^B	20.42 ^{Ab}	0.72
	GT3	16.84	19.78 ^b	0.85
	GT4	16.95 ^B	27.34 ^{Aa}	2.33
	SE	0.26	1.24	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	GT2	15.28 ^{Aa}	14.26 ^{Bc}	0.23
	GT3	13.43 ^{Bb}	16.80 ^{Ab}	0.76
	GT4	15.55 ^{Ba}	21.76 ^{Aa}	1.42
	SE	0.37	1.11	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	GT2	22.59 ^{Ab}	6.52 ^{Ba}	3.59
	GT3	22.68 ^{Ab}	4.59 ^{Bb}	4.05
	GT4	24.10 ^{Aa}	3.28 ^{Bc}	4.66
	SE	0.26	0.48	
Docosahexaenoic acid (C22:6, n-3)	GT2	27.20 ^{Bb}	34.04 ^{Ab}	1.53
	GT3	28.18 ^{Ba}	35.05 ^{Aa}	1.56
	GT4	26.49 ^{Ab}	25.33 ^{Bc}	0.28
	SE	0.28	1.55	

Table 123. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
SFA ²⁾	GT2	15.88 ^{Bb}	22.55 ^{Aa}	1.49
	GT3	17.29 ^{Ba}	21.76 ^{Ab}	1.01
	GT4	14.98 ^{Bc}	20.69 ^{Ac}	1.28
	SE	0.35	0.28	
UFA ²⁾	GT2	84.12 ^A	77.45 ^{Bc}	1.50
	GT3	82.71 ^A	78.24 ^{Bb}	1.18
	GT4	85.02 ^A	79.31 ^{Ba}	1.41
	SE	0.66	0.28	
EFA ²⁾	GT2	37.87 ^{Ab}	20.79 ^{Bb}	3.82
	GT3	36.11 ^{Ac}	21.39 ^{Bb}	3.29
	GT4	39.64 ^{Aa}	25.05 ^{Ba}	3.28
	SE	0.55	0.67	
UFA/SFA	GT2	5.30 ^{Ab}	3.44 ^{Bc}	0.42
	GT3	4.78 ^{Ac}	3.60 ^{Bb}	0.27
	GT4	5.67 ^{Aa}	3.83 ^{Ba}	0.41
	SE	0.13	0.06	
EFA/UFA	GT2	0.45 ^{Ab}	0.27 ^{Bb}	0.04
	GT3	0.44 ^{Ab}	0.27 ^{Bb}	0.04
	GT4	0.47 ^{Aa}	0.32 ^{Ba}	0.03
	SE	0.00	0.01	
n-3 fatty acid	GT2	27.20 ^{Bb}	34.04 ^{Ab}	1.53
	GT3	28.18 ^{Ba}	35.05 ^{Aa}	1.56
	GT4	26.49 ^{Ab}	25.33 ^{Bc}	0.28
	SE	0.28	1.55	
n-6 fatty acid	GT2	22.59 ^{Ab}	6.52 ^{Ba}	3.59
	GT3	22.68 ^{Ab}	4.59 ^{Bb}	4.05
	GT4	24.10 ^{Aa}	3.28 ^{Bc}	4.66
	SE	0.26	0.48	
n-6/n-3	GT2	0.83 ^{Ab}	0.19 ^{Ba}	0.14
	GT3	0.81 ^{Ab}	0.13 ^{Bb}	0.15
	GT4	0.91 ^{Aa}	0.13 ^{Bb}	0.17
	SE	0.02	0.01	
Cholesterol (mg/100g)	GT2	10.88 ^{Aa}	8.81 ^B	0.61
	GT3	4.40 ^{Bb}	8.16 ^A	1.13
	GT4	4.18 ^{Bb}	9.42 ^A	1.56
	SE	1.40	0.37	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 계맞살의 지방산 조성은 Table 123과 같다. 처리 간에 SFA는 GT4가 두 처리구보다 낮았다. UFA는 GT4가 가장 높았고, GT2가 가장 낮았다. EFA, UFA/SFA 및 EFA/UFA는 GT4가 다른 두 처리구보다 높았다. n-3계 지방산은 GT3가 다른 두 처리구보다 높았다. n-6계 지방산과 n-6/n-3의 경우 처리 간에 일관성이 없어 유의적인 차이가 없었다. 콜레스테롤 함량은 GT2가 다른 두 구에 비해 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 SFA는 세 처리구 모두 증가하는 반면 UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산 및 n-6/n-3는 감소하였다. n-3계 지방산의 경우 GT2와 GT3는 증가하는 반면 GT4는 감소하였다. 콜레스테롤 함량은 GT2는 감소한 반면 다른 두 처리구는 증가하였다.

Table 124. Amino acid compositions (%) of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Aspartic acid	GT2	2.37 ^{Aa}	1.12 ^{Ba}	0.36
	GT3	1.98 ^{Ab}	1.07 ^{Bb}	0.27
	GT4	1.61 ^{Ab}	1.06 ^{Bb}	0.16
	SE	0.15	0.01	
Threonine ^{*, 3)}	GT2	0.51 ^{Ab}	0.41 ^{Ba}	0.03
	GT3	1.30 ^{Aa}	0.39 ^{Bb}	0.26
	GT4	0.71 ^{Ab}	0.41 ^{Ba}	0.09
	SE	0.15	0.00	
Serine ³⁾	GT2	0.48 ^{Bb}	0.54 ^{Aa}	0.02
	GT3	0.80 ^{Aa}	0.50 ^{Bb}	0.09
	GT4	0.69 ^{Aa}	0.49 ^{Bb}	0.06
	SE	0.06	0.01	
Glutamic acid ²⁾	GT2	2.43 ^{Aa}	2.07 ^{Ba}	0.10
	GT3	1.94 ^b	1.85 ^b	0.06
	GT4	2.33 ^{ab}	1.85 ^b	0.14
	SE	0.11	0.05	
Proline	GT2	0.67 ^{Ab}	0.30 ^{Ba}	0.11
	GT3	0.45 ^{Ac}	0.28 ^{Bb}	0.05
	GT4	0.91 ^{Aa}	0.27 ^{Bc}	0.18
	SE	0.08	0.01	
Glycine ³⁾	GT2	1.61 ^{Aa}	0.77 ^{Ba}	0.24
	GT3	0.81 ^b	0.68 ^b	0.04
	GT4	0.90 ^{Ab}	0.67 ^{Bb}	0.07
	SE	0.16	0.02	
Alanine ³⁾	GT2	0.57 ^{Bc}	0.73 ^{Aa}	0.05
	GT3	1.20 ^{Aa}	0.67 ^{Bb}	0.16
	GT4	0.90 ^{Ab}	0.67 ^{Bb}	0.07
	SE	0.12	0.01	

Table 124. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Valine ^{*, 6)}	GT2	0.53 ^{Ba}	0.82 ^{Aa}	0.08
	GT3	0.29 ^{Bb}	0.76 ^{Ac}	0.14
	GT4	0.47 ^{Ba}	0.77 ^{Ab}	0.09
	SE	0.05	0.01	
Isoleucine ^{*, 6)}	GT2	0.52 ^b	0.53 ^b	0.01
	GT3	1.32 ^{Aa}	0.50 ^{Bc}	0.24
	GT4	1.33 ^{Aa}	0.60 ^{Ba}	0.21
	SE	0.17	0.02	
Leucine [*]	GT2	0.79 ^{Ba}	0.91 ^{Aa}	0.03
	GT3	0.30 ^{Bc}	0.84 ^{Ac}	0.15
	GT4	0.49 ^{Bb}	0.87 ^{Ab}	0.11
	SE	0.09	0.01	
Tyrosine ^{5), 6)}	GT2	0.54 ^{Ab}	0.38 ^{Ba}	0.04
	GT3	0.47 ^{Ab}	0.32 ^{Bb}	0.05
	GT4	0.74 ^{Aa}	0.32 ^{Bb}	0.12
	SE	0.05	0.01	
Phenylalanine ^{*, 5), 6)}	GT2	0.53 ^{Aa}	0.43 ^{Ba}	0.03
	GT3	0.24 ^{Bb}	0.36 ^{Ab}	0.04
	GT4	0.28 ^{Bb}	0.38 ^{Ab}	0.03
	SE	0.06	0.01	
Histidine ^{*, 6)}	GT2	0.45 ^{Aa}	0.30 ^{Ba}	0.04
	GT3	0.26 ^c	0.26 ^b	0.01
	GT4	0.34 ^b	0.25 ^b	0.03
	SE	0.03	0.01	
Lysine [*]	GT2	2.01 ^{Aa}	0.97 ^{Ba}	0.30
	GT3	1.36 ^{Ab}	0.86 ^{Bc}	0.15
	GT4	1.44 ^{Ab}	0.90 ^{Bb}	0.16
	SE	0.13	0.02	
Arginine ^{*, 6)}	GT2	0.71 ^b	0.70 ^a	0.00
	GT3	1.19 ^{Aa}	0.62 ^{Bb}	0.17
	GT4	0.95 ^{Aab}	0.59 ^{Bc}	0.11
	SE	0.09	0.02	
FAA ²⁾	GT2	2.43 ^{Aa}	2.07 ^{Ba}	0.10
	GT3	1.94 ^b	1.85 ^b	0.06
	GT4	2.33 ^{ab}	1.85 ^b	0.14
	SE	0.11	0.05	
STAA ³⁾	GT2	3.16 ^{Ab}	2.44 ^{Ba}	0.21
	GT3	4.11 ^{Aa}	2.25 ^{Bb}	0.55
	GT4	3.19 ^{Ab}	2.24 ^{Bb}	0.28
	SE	0.21	0.04	

Table 124. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
AAA ⁵⁾	GT2	1.06 ^{Aa}	0.81 ^{Ba}	0.07
	GT3	0.71 ^b	0.68 ^c	0.02
	GT4	1.02 ^{Aa}	0.70 ^{Bb}	0.09
	SE	0.07	0.02	
BAA ⁶⁾	GT2	3.28	3.17 ^a	0.03
	GT3	3.78	2.83 ^c	0.29
	GT4	4.10 ^A	2.92 ^{Bb}	0.35
	SE	0.17	0.06	
EAA [*]	GT2	6.05 ^A	5.07 ^{Ba}	0.29
	GT3	6.26	4.60 ^c	0.51
	GT4	6.02	4.77 ^b	0.38
	SE	0.14	0.09	
TAA ⁷⁾	GT2	14.72 ^A	10.97 ^{Ba}	1.08
	GT3	13.92	9.97 ^c	1.20
	GT4	14.07 ^A	10.10 ^{Bb}	1.18
	SE	0.35	0.20	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

²⁾ FAA (flavourous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ SAA (sulfur-containing amino acid), ⁵⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁶⁾ BAA (bitter amino acid), ⁷⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 계맛살의 아미노산 조성은 Table 124와 같다. 처리 간에 풍미 관련 아미노산(FAA)은 GT2가 다른 두 처리구보다 높았다. 단맛 관련 아미노산(STAA)은 GT4가 다른 두 처리구보다 낮았다. 방향족 아미노산(AAA)은 GT3가 다른 두 처리구보다 낮았다. 쓴맛 관련 아미노산(BAA), 필수아미노산(EAA) 및 총아미노산(TAA) 함량은 GT2가 가장 높았고 GT3가 가장 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 FAA 및 EAA의 경우 GT2는 감소하는 반면, 다른 두 처리구는 유의적인 차이가 없었다. STAA는 세 처리구 모두 감소하였다. AAA와 TAA의 경우 GT2와 GT4는 감소한 반면, GT3는 유의적인 차이가 없었다. BAA의 경우 GT2와 GT3는 유의적인 차이가 없는 반면, GT4는 감소하였다.

Table 125. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Treatments ²⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Color	GT2	6.67	6.70	6.38	6.50	0.11
	GT3	6.33	6.70	6.25	6.50	0.08
	GT4	6.17	6.50	6.25	6.63	0.08
	SE	0.14	0.09	0.08	0.08	
Aroma	GT2	6.75	6.10	6.75	6.50	0.11
	GT3	6.42	6.30	6.75	6.50	0.10
	GT4	6.75	6.10	6.75	6.50	0.11
	SE	0.16	0.07	0.12	0.10	
Flavor	GT2	6.92	6.20	6.63	5.88 ^B	0.16
	GT3	6.58	6.20	6.63	5.88	0.14
	GT4	6.75	6.20	6.63	5.88 ^B	0.14
	SE	0.20	0.09	0.15	0.13	
Tenderness	GT2	7.67 ^A	6.70 ^B	6.88 ^B	6.75 ^B	0.13
	GT3	7.17	6.90	6.63	6.75	0.10
	GT4	6.67	6.80	6.38	6.75	0.14
	SE	0.22	0.07	0.13	0.09	
Juiciness	GT2	6.33	6.60	6.63	6.75	0.11
	GT3	6.33	6.80	6.38	6.75	0.11
	GT4	6.67	6.80	6.50	6.75	0.12
	SE	0.15	0.15	0.13	0.09	
Overall acceptability	GT2	7.00	6.80	6.63	6.38	0.12
	GT3	6.92	6.80	6.63	6.38	0.11
	GT4	7.08	6.60	6.50	6.38	0.13
	SE	0.13	0.10	0.15	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 91.

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 계맛살의 관능적 특성은 Table 125와 같다. 처리 간에 제품의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성 및 전체적 기호도 모든 항목에서 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 제품의 색, 향, 다즙성 및 전체적 기호도는 유의적인 차이가 없었다. 맛의 경우 GT2와 GT4는 감소하는 반면 GT3는 유의적인 차이가 없었다. 연도의 경우 GT2는 감소하였으나 다른 두 처리구는 유의적인 차이가 없었다.

Table 126. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
TBARS (mg/100g)	GT2	1.42 ^{Ba}	1.33 ^C	1.53 ^A	1.87 ^{Aa}	0.06
	GT3	1.38 ^{Bab}	1.34 ^B	1.49 ^A	1.79 ^{Ab}	0.05
	GT4	1.34 ^{Bb}	1.33 ^B	1.47 ^A	1.83 ^{Aab}	0.06
	SE	0.02	0.01	0.02	0.02	
VBN (mg%)	GT2	54.18 ^{Bb}	55.30 ^{Ba}	66.73 ^A	50.68 ^B	2.23
	GT3	75.60 ^{Aa}	45.97 ^{Bb}	66.27 ^A	54.41 ^{BC}	3.90
	GT4	62.72 ^{Ab}	51.57 ^{Bab}	54.32 ^B	49.47 ^B	1.79
	SE	3.49	1.75	3.24	1.36	
TPC (log ₁₀ CFU)	GT2	0.00 ^{Cc}	1.52 ^{Bc}	6.04 ^{Aa}	4.03 ^{Bb}	0.70
	GT3	2.70 ^{Ba}	1.98 ^{Cb}	3.93 ^{Ab}	3.70 ^{Bc}	0.24
	GT4	1.40 ^{Bb}	3.10 ^{Aa}	3.43 ^{Ac}	4.38 ^{Aa}	0.33
	SE	0.39	0.24	0.40	0.10	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	GT2	2.92 ^{Ac}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^{Bb}	0.38
	GT3	4.29 ^{Aa}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^{Bb}	0.56
	GT4	3.77 ^{Ab}	0.00 ^B	0.00 ^B	1.52 ^{Ba}	0.47
	SE	0.20	0.00	0.00	0.25	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 게맛살의 저장성 관련 특성은 Table 126과 같다. 처리 간에 TBARS는 GT2가 다른 두 처리구보다 높았다. VBN과 TPC는 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. *E. coli*는 GT3가 가장 높았고, GT2가 가장 낮았다. 저장 기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 TBARS와 TPC는 세 처리구 모두 증가하였으나, *E. coli*는 세 처리구 모두 감소하였다. VBN의 경우 GT2는 증가하는 반면, GT4는 감소하였으며, GT3는 유의적인 차이가 없었다.

종합적으로 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1% 첨가(GT2), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05% 첨가(GT3), 동충하초분말과 CLA를 각각 0.05% 첨가(GT4)하여 현장시제한 게맛살의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 처리 간에 GT2는 pH, FAA, EAA 및 TAA는 높았고, *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면, 콜레스테롤, BAA 및 TBARS는 높았고 UFA는 낮은 단점을 나타내었다. GT3는 n-3계 지방산

은 높았고, BAA는 낮은 장점을 지닌 반면 적색도, 황색도 및 *E. coli*는 높았고, 명도, 백색도, 파괴강도, 겔강도, 응집성, 탄력성, AAA, EAA 및 TAA는 낮은 단점을 나타내었다. GT4는 전단가, 파괴강도, 겔강도, 경도, UFA, EFA, UFA/SFA 및 EFA/UFA는 높았고, SFA는 낮은 장점을 지닌 반면 pH, 변형값, 젤리강도 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다.

저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 GT2는 표면경도, n-3계 지방산 및 VBN은 증가한 반면 콜레스테롤, FAA, EAA, AAA, TAA, 관능평가의 맛 및 연도는 감소하였다. GT3는 변형값, 표면경도, 씹힘성, 부착성, n-3계 지방산 및 콜레스테롤은 증가한 반면 명도는 감소하였다. GT4는 pH, 응집성, 씹힘성, 부착성 및 콜레스테롤은 증가한 반면 명도, 변형값, n-3계 지방산, AAA, TAA, BAA, 관능평가의 맛 및 VBN은 감소하였다. 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 겔강도, 젤리강도, 경도, 검성, SFA, TBARS 및 TPC는 세 처리구 모두 증가한 반면 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, STAA 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 감소하였다.

(라) 크래미 현장 시제품



(마) 크래미 KC와 KT1 간 이화학적 특성 비교

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 크래미의 이화학적 특성은 Table 127과 같다. 처리 간에 pH는 유의적인 차이가 없었으며, 전단가, 명도 및 백색도는 대조구보다 처리구가 낮았으나, 적색도 및 황색도는 대조구보다 처리구가 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH, 전단가, 적색도 및 백색도의 경우 두 처리구 모두 증가하였다. 명도와 황색도의 경우 두 처리구 모두 감소하였다.

Table 127. Physico-chemical characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
pH	KC	7.43 ^B	7.54 ^A	7.55 ^A	7.57 ^A	0.02
	KT1	7.43 ^B	7.57 ^A	7.54 ^A	7.56 ^A	0.02
	SE	0.01	0.01	0.00	0.01	
Shear force (g/cm ²)	KC	0.78 ^{Ca}	0.94 ^{Ba}	1.00 ^{Aa}	1.10 ^{Aa}	0.04
	KT1	0.60 ^{Bb}	0.71 ^{Ab}	0.68 ^{Ab}	0.82 ^{Ab}	0.02
	SE	0.04	0.05	0.07	0.07	
L*	KC	82.10 ^{Aa}	79.62 ^{Ba}	77.97 ^C	79.83 ^{Ba}	0.46
	KT1	80.41 ^{Ab}	78.70 ^{Bb}	77.57 ^C	77.63 ^{Cb}	0.37
	SE	0.41	0.23	0.13	0.56	
a*	KC	2.14 ^C	3.06 ^B	3.24 ^{Ab}	3.29 ^A	0.14
	KT1	2.11 ^B	3.15 ^A	3.40 ^{Aa}	3.35 ^A	0.16
	SE	0.07	0.04	0.04	0.05	
b*	KC	4.94 ^{Ab}	3.56 ^{Bb}	3.33 ^B	3.85 ^{Bb}	0.20
	KT1	6.07 ^{Aa}	4.93 ^{Ba}	3.71 ^C	4.43 ^{Ca}	0.27
	SE	0.28	0.31	0.13	0.14	
W	KC	67.27 ^{Ca}	68.94 ^{Ba}	77.97 ^A	79.83 ^{Aa}	1.66
	KT1	62.20 ^{Cb}	63.92 ^{Bb}	77.57 ^A	77.63 ^{Ab}	2.21
	SE	1.19	1.13	0.13	0.56	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 크래미의 겔 특성은 Table 128과 같다. 처리 간에 파괴강도, 변형값, 겔강도 및 젤리강도 모두 대조구보다 처리구가 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도의 경우 두 처리구 모두 증가하였다. 변형값의 경우 대조구는 증가하였으나 처리구는 유의적인 차이가 없었다.

Table 128. Gel characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Breaking force (g)	KC	129.67 ^{Ba}	143.00 ^{Ba}	166.33 ^{Aa}	189.67 ^{Aa}	7.38
	KT1	88.33 ^{Cb}	108.33 ^{Bb}	136.33 ^{Ab}	167.00 ^{Ab}	9.16
	SE	10.41	8.20	7.22	6.04	
Deformation (mm)	KC	5.40 ^{Ba}	9.52 ^{Aa}	9.83 ^{Aa}	9.08 ^A	0.55
	KT1	3.67 ^b	4.85 ^b	4.75 ^b	9.70 ^A	0.72
	SE	0.43	1.07	1.16	0.23	
Gel strength (g/cm ²)	KC	660.39 ^{Ba}	728.29 ^{Ba}	847.13 ^{Aa}	965.96 ^{Aa}	37.60
	KT1	449.88 ^{Cb}	551.74 ^{Bb}	694.34 ^{Ab}	850.52 ^{Ab}	46.66
	SE	53.03	41.7	36.79	30.75	
Jelly strength (g*mm)	KC	706.70 ^{Ca}	1361.35 ^{Ba}	1635.67 ^{Aa}	1721.48 ^A	123.54
	KT1	324.17 ^{Bb}	520.75 ^{Ab}	650.78 ^{Ab}	1618.90 ^A	152.03
	SE	95.81	189.85	225.06	42.04	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 크래미의 조직감 특성은 Table 129와 같다. 처리 간에 경도, 표면경도, 씹힘성 및 부착성은 유의적인 차이가 없었다. 응집성, 탄력성 및 검성은 대조구보다 처리구가 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 경도의 경우 두 처리구 모두 증가하였다. 표면경도의 경우 대조구는 증가한 반면 처리구는 유의적인 차이가 없었다. 응집성, 검성, 씹힘성 및 부착성의 경우 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 탄력성의 경우 대조구는 유의적인 차이가 없는 반면 처리구는 감소하였다.

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 크래미의 지방산 조성은 Table 130과 같다. 처리 간에 SFA, EFA/UFA 및 n-6/n-3의 경우 대조구보다 처리구가 높았으나, UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산 및 n-6계 지방산의 경우 대조구보다 처리구가 낮았다. EFA의 경우 제조직후에는 대조구보다 처리구가 낮았으나 저장말기에는 역으로 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 SFA와 n-3계 지방산은 증가하였으나, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산 및 n-6/n-3는 감소하였다.

Table 129. Texture properties

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Hardness (kg)	KC	0.08 ^B	0.09 ^{AB}	0.11 ^A	0.12 ^A	0.01
	KT1	0.06 ^B	0.08 ^{AB}	0.11 ^A	0.12 ^A	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	0.00	
Brittleness (kg)	KC	0.07 ^B	0.08 ^{AB}	0.11 ^A	0.08 ^{AB}	0.01
	KT1	0.06	0.08	0.08	0.09	0.01
	SE	0.00	0.00	0.01	0.01	
Cohesiveness (%)	KC	0.55 ^B	0.71 ^A	0.54 ^{Ba}	0.58 ^{AB}	0.03
	KT1	0.48 ^B	0.70 ^A	0.34 ^{Bb}	0.50 ^B	0.04
	SE	0.05	0.02	0.05	0.03	
Springiness (mm)	KC	1.11	1.23	1.12 ^a	1.06	0.04
	KT1	1.12 ^B	1.49 ^A	0.80 ^{Cb}	1.06 ^{BC}	0.08
	SE	0.06	0.08	0.09	0.03	
Gumminess (kg)	KC	0.04	0.07	0.06 ^a	0.07 ^A	0.00
	KT1	0.03 ^B	0.06 ^A	0.04 ^{Bb}	0.06 ^A	0.00
	SE	0.01	0.00	0.01	0.00	
Chewiness (kg,mm)	KC	0.05	0.08	0.07	0.07	0.01
	KT1	0.04 ^B	0.09 ^A	0.03 ^B	0.06 ^{AB}	0.01
	SE	0.01	0.00	0.01	0.00	
Adhesiveness	KC	0.02	0.02	0.03	0.02	0.00
	KT1	0.02	0.02	0.03	0.02	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

Table 130. Fatty acid compositions

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Myristic acid (C14:0)	KC	1.50 ^B	1.62 ^{Aa}	0.03
	KT1	1.50	1.47 ^b	0.03
	SE	0.02	0.04	
Palmitic acid (C16:0)	KC	10.82 ^{Bb}	16.01 ^{Ab}	1.16
	KT1	11.59 ^{Ba}	16.61 ^{Aa}	1.12
	SE	0.18	0.14	
Palmitoleic acid (C16:1)	KC	2.47 ^a	2.16	0.10
	KT1	2.03 ^b	1.92	0.04
	SE	0.11	0.08	
Stearic acid (C18:0)	KC	1.60 ^{Bb}	2.84 ^{Ab}	0.28
	KT1	2.02 ^{Ba}	3.44 ^{Aa}	0.32
	SE	0.09	0.13	
Oleic acid (C18:1)	KC	14.11 ^{Bb}	18.45 ^{Ab}	0.97
	KT1	15.53 ^{Ba}	21.43 ^{Aa}	1.32
	SE	0.32	0.67	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	KC	13.74 ^B	16.14 ^{Ab}	0.54
	KT1	13.82 ^B	17.59 ^{Aa}	0.84
	SE	0.03	0.33	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	KC	26.37 ^{Aa}	4.20 ^B	4.96
	KT1	25.26 ^{Ab}	4.58 ^B	4.63
	SE	0.28	0.15	
Docosahexaenoic acid (C22:6, n-3)	KC	29.39 ^{Ba}	38.58 ^{Aa}	2.06
	KT1	28.61 ^{Bb}	32.96 ^{Ab}	1.06
	SE	0.26	1.26	

Table 130. Continued

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
SFA ²⁾	KC	13.91 ^{Bb}	18.15 ^{Ab}	0.98
	KT1	15.11 ^{Ba}	20.57 ^{Aa}	1.23
	SE	0.28	0.60	
UFA ²⁾	KC	86.09 ^A	79.53 ^{Ba}	1.47
	KT1	84.89 ^A	78.48 ^{Bb}	1.46
	SE	0.40	0.24	
EFA ²⁾	KC	40.11 ^{Aa}	20.34 ^{Bb}	4.42
	KT1	39.08 ^{Ab}	22.17 ^{Ba}	3.79
	SE	0.27	0.42	
UFA/SFA	KC	6.19 ^{Aa}	4.39 ^{Ba}	0.41
	KT1	5.62 ^{Ab}	3.82 ^{Bb}	0.40
	SE	0.13	0.14	
EFA/UFA	KC	0.47 ^A	0.26 ^{Bb}	0.05
	KT1	0.46 ^A	0.28 ^{Ba}	0.04
	SE	0.00	0.01	
n-3 fatty acid	KC	29.39 ^{Ba}	38.58 ^{Aa}	2.06
	KT1	28.25 ^{Bb}	32.96 ^{Ab}	1.06
	SE	0.26	1.26	
n-6 fatty acid	KC	26.37 ^{Aa}	4.20 ^B	4.96
	KT1	25.26 ^{Ab}	4.58 ^B	4.63
	SE	0.28	0.15	
n-6/n-3	KC	0.90 ^A	0.11 ^{Bb}	0.18
	KT1	0.89 ^A	0.14 ^{Ba}	0.17
	SE	0.00	0.01	
Cholesterol (mg/100g)	KC	9.87	9.34	0.56
	KT1	6.98	10.95	1.22
	SE	0.93	0.71	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

Table 131. Amino acid compositions (%) of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Aspartic acid	KC	2.78 ^{Aa}	1.11 ^B	0.48
	KT1	2.13 ^{Ab}	1.09 ^B	0.30
	SE	0.19	0.00	
Threonine ^{*, 3)}	KC	0.54 ^A	0.40 ^{Ba}	0.04
	KT1	0.44	0.37 ^b	0.02
	SE	0.03	0.01	
Serine ³⁾	KC	0.52 ^a	0.49	0.01
	KT1	0.42 ^{Bb}	0.48 ^A	0.02
	SE	0.03	0.00	
Glutamic acid ²⁾	KC	2.48 ^A	2.02 ^{Ba}	0.14
	KT1	2.40 ^A	1.96 ^{Bb}	0.13
	SE	0.05	0.01	
Proline	KC	0.86 ^{Aa}	0.26 ^{Bb}	0.17
	KT1	0.60 ^{Ab}	0.28 ^{Ba}	0.09
	SE	0.08	0.01	
Glycine ³⁾	KC	0.96 ^{Aa}	0.76 ^B	0.06
	KT1	0.34 ^{Bb}	0.74 ^A	0.12
	SE	0.18	0.00	
Alanine ³⁾	KC	1.16 ^A	0.72 ^{Bb}	0.13
	KT1	1.33 ^A	0.75 ^{Ba}	0.17
	SE	0.05	0.01	
Valine ^{*, 6)}	KC	0.32 ^{Bb}	0.89 ^{Aa}	0.16
	KT1	0.63 ^{Ba}	0.86 ^{Ab}	0.07
	SE	0.09	0.01	
Isoleucine ^{*, 6)}	KC	1.73 ^{Aa}	0.58 ^{Ba}	0.33
	KT1	1.35 ^{Ab}	0.50 ^{Bb}	0.25
	SE	0.11	0.02	
Leucine [*]	KC	0.35 ^B	0.91 ^{Aa}	0.16
	KT1	0.32 ^B	0.81 ^{Ab}	0.14
	SE	0.01	0.03	
Tyrosine ^{5), 6)}	KC	0.52 ^A	0.41 ^B	0.03
	KT1	0.51 ^A	0.40 ^B	0.03
	SE	0.01	0.00	

Table 131. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Phenylalanine ^{*, 5), 6)}	KC	0.10 ^{Bb}	0.37 ^{Aa}	0.08
	KT1	0.37 ^a	0.34 ^b	0.01
	SE	0.08	0.01	
Histidine ^{*, 6)}	KC	0.30 ^b	0.25 ^b	0.01
	KT1	1.57 ^{Aa}	0.33 ^{Ba}	0.36
	SE	0.37	0.02	
Lysine [*]	KC	1.38 ^A	0.96 ^{Ba}	0.12
	KT1	1.30 ^A	0.95 ^{Bb}	0.10
	SE	0.03	0.00	
Arginine ^{*, 6)}	KC	0.62	0.69 ^a	0.02
	KT1	0.65	0.63 ^b	0.01
	SE	0.01	0.02	
FAA ²⁾	KC	2.48 ^A	2.02 ^{Ba}	0.14
	KT1	2.40 ^A	1.96 ^{Bb}	0.13
	SE	0.05	0.01	
STAA ³⁾	KC	3.18 ^{Aa}	2.37 ^B	0.24
	K1	2.53 ^b	2.35	0.06
	SE	0.20	0.01	
AAA ⁵⁾	KC	0.62 ^{Bb}	0.78 ^A	0.05
	KT1	0.88 ^{Aa}	0.75 ^B	0.04
	SE	0.08	0.01	
BAA ⁶⁾	KC	3.60 ^b	3.19 ^a	0.13
	KT1	5.09 ^{Aa}	3.06 ^{Bb}	0.59
	SE	0.44	0.04	
EAA [*]	KC	5.35 ^b	5.05 ^a	0.12
	KT1	6.63 ^{Aa}	4.79 ^{Bb}	0.54
	SE	0.39	0.07	
TAA ⁷⁾	KC	14.63 ^A	10.82 ^{Ba}	1.12
	KT1	14.37 ^A	10.51 ^{Bb}	1.13
	SE	0.28	0.09	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ SAA (sulfur-containing amino acid), ⁵⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁶⁾ BAA (bitter amino acid), ⁷⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 크래미의 아미노산 조성은 Table 131과 같다. 처리 간에 풍미 관련 아미노산(FAA), 단맛 관련 아미노산(STAA) 및 총아미노산(TAA) 함량은 대조구보다 처리구가 낮았으며, 방향족 아미노산(AAA)은 대조구보다 처리구가 높았다. 쓴맛 관련 아미노산(BAA)과 필수아미노산(EAA)은 제조직후에는 대조구보다 처리구가 높았으나 저장말기에는 역으로 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 FAA 및 TAA는 두 처리구 모두 감소하였다. STAA는 대조구만, BAA 및 EAA는 처리구만 감소하였다. AAA의 경우 대조구는 증가하였으나 처리구는 감소하였다.

Table 132. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Treatments ²⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Color	KC	6.17	6.70	6.38	6.50	0.10
	KT1	6.83	6.70	6.38	6.50	0.12
	SE	0.23	0.11	0.15	0.10	
Aroma	KC	6.42	6.60	6.38	6.50	0.09
	KT1	6.58	6.60	6.50	6.50	0.09
	SE	0.14	0.13	0.10	0.12	
Flavor	KC	6.58	6.60	6.50	6.25	0.10
	KT1	6.75	6.30	6.50	6.00 ^B	0.12
	SE	0.18	0.17	0.10	0.13	
Tenderness	KC	6.00 ^b	6.30	6.25	6.25 ^b	0.09
	KT1	7.33 ^a	6.60	6.75	6.63 ^a	0.13
	SE	0.28	0.13	0.18	0.08	
Juiciness	KC	6.17 ^B	7.00 ^A	6.25 ^B	6.33 ^B	0.11
	KT1	6.83	7.20	6.88	6.58	0.12
	SE	0.23	0.08	0.18	0.10	
Overall acceptability	KC	6.00 ^{Bb}	7.20 ^A	6.25 ^B	6.20 ^B	0.13
	KT1	7.00 ^{Aa}	7.00 ^A	6.38 ^B	6.45 ^B	0.09
	SE	0.19	0.12	0.12	0.11	

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 91.

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 크래미의 관능적 특성은 Table 132와 같다. 처리 간에 제품의 색, 향, 맛 및 다즙성은 유의적인 차이가 없었으며, 연도 및 전체적 기호도는 대조구보다 처리구가 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 제품의 색, 향, 맛, 연도 및 다즙성은 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 전체적 기호도의 경우 대조구는 유의적인 차이가 없었으나, 처리구는 저장기간 경과로 감소하였다.

Table 133. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
TBARS (mg/100g)	KC	1.60 ^{Ba}	1.53 ^{Ca}	1.93 ^{Aa}	2.27 ^{Aa}	0.09
	KT1	1.31 ^{Bb}	1.26 ^{Bb}	1.50 ^{Ab}	1.84 ^{Ab}	0.07
	SE	0.07	0.06	0.10	0.10	
VBN (mg%)	KC	72.33 ^A	42.79 ^{Bb}	51.89 ^{ABb}	45.36 ^{Bb}	4.52
	KT1	71.87	63.23 ^a	71.40 ^a	61.60 ^{Ba}	1.84
	SE	5.90	4.81	4.59	4.07	
TPC (log ₁₀ CFU)	KC	1.57 ^a	2.11	2.14	1.74 ^b	0.10
	KT1	0.00 ^{Cb}	2.60 ^A	1.89 ^B	3.22 ^{Aa}	0.37
	SE	0.38	0.17	0.09	0.33	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	KC	4.09 ^{Aa}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.53
	KT1	2.79 ^{Ab}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.36
	SE	0.29	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

폐계가슴육 회수단백질을 어육연육 대체한 크래미의 저장성 관련 특성은 Table 133과 같다. 처리 간에 TBARS, TPC 및 *E. coli*는 대조구보다 처리구가 낮았으나, VBN은 대조구보다 처리구가 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 TBARS는 두 처리구 모두 증가하였으나, VBN은 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. TPC의 경우 대조구는 유의적인 차이가 없었으나, 처리구는 증가하였다. *E. coli*는 두 처리구 모두 감소하였다.

종합적으로 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체하여 현장시제한 크래미의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 처리 간에 pH, 경도, 표면경도, 씹힘성, 부착성, 관능평가의 제품의 색, 향, 맛 및 다즙성은 유의적인 차이가 없었다. EFA/UFA, AAA, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도는 대조구보다 처리구가 높았고, n-6계 지방산, TBARS, TPC 및 *E. coli*는

대조구보다 처리구가 낮은 장점을 지닌 반면, 적색도, 황색도, SFA, n-6/n-3 및 VBN은 대조구보다 처리구가 높았고, 전단가, 명도, 백색도, 파괴강도, 변형값, 젤강도, 젤리강도, 응집성, 탄력성, 검성, UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산, FAA, STAA 및 TAA는 대조구보다 처리구가 낮은 단점을 나타내었다.

저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 응집성, 검성, 씹힘성, 부착성, 관능평가의 제품의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성 및 VBN은 두 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. pH, 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 젤리강도, 경도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS는 두 처리구 모두 증가하였으나, 명도, 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, FAA, TAA 및 *E. coli*는 두 처리구 모두 감소하였다.

(바) 크래미 K2, 3, 4 간 이화학적 특성 비교

기능성 물질의 첨가에 따른 크래미의 이화학적 특성은 Table 134와 같다. 처리 간에 pH는 KT4가, 전단가는 KT3가 다른 두 처리구에 비해 낮았다. 명도와 백색도는 KT2가 다른 두 처리구에 비해 높은 반면 적색도는 낮았다. 황색도는 KT3가 다른 두 처리구에 비해 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH, 전단가, 적색도 및 백색도의 경우 세 처리구 모두 증가하였다. 명도와 황색도의 경우 세 처리구 모두 감소하였다.

기능성 물질의 첨가에 따른 크래미의 겔 특성은 Table 135와 같다. 처리 간에 파괴강도, 변형값 및 젤강도는 유의적인 차이가 없었다. 젤리강도는 KT4가 가장 높았고, KT2가 가장 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 파괴강도, 변형값, 젤강도 및 젤리강도의 경우 세 처리구 모두 증가하였다.

기능성 물질의 첨가에 따른 크래미의 조직감 특성은 Table 136과 같다. 처리 간에 경도는 KT4가 가장 높았고, KT2가 가장 낮았다. 표면경도, 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성은 유의적인 차이가 없었다. 부착성은 KT4가 다른 두 처리구에 비해 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 경도와 부착성의 경우 KT2와 KT3는 증가하였으나 KT4는 유의적인 차이가 없었다. 표면경도와 검성의 경우 KT2와 KT4는 유의적인 차이가 없는 반면 KT3는 증가하였다. 응집성과 씹힘성의 경우 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 탄력성의 경우 KT2와 KT4는 유의적인 차이가 없는 반면 KT3는 감소하였다.

Table 134. Physico-chemical characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
pH	KT2	7.48 ^{Cb}	7.63 ^{Aa}	7.57 ^{Bb}	7.60 ^{AB}	0.02
	KT3	7.51 ^{Ba}	7.60 ^{Aa}	7.60 ^{Aa}	7.62 ^A	0.01
	KT4	7.44 ^{Bc}	7.53 ^{Ab}	7.54 ^{Ac}	7.58 ^A	0.02
	SE	0.01	0.02	0.01	0.01	
Shear force (g/cm ²)	KT2	0.65 ^B	0.86 ^{Aa}	0.78 ^{Aa}	0.94 ^{Aa}	0.03
	KT3	0.63 ^C	0.80 ^{Ab}	0.73 ^{Bc}	0.82 ^{Ab}	0.02
	KT4	0.66 ^C	0.88 ^{Aa}	0.75 ^{Bb}	0.89 ^{Aab}	0.03
	SE	0.01	0.01	0.01	0.02	
L*	KT2	80.97 ^{Aa}	79.99 ^{Ba}	78.77 ^{Ca}	79.23 ^{Ca}	0.26
	KT3	78.98 ^{Ac}	78.77 ^{ABb}	77.74 ^{Bb}	77.67 ^{Bb}	0.23
	KT4	80.02 ^{Ab}	78.62 ^{Bb}	77.64 ^{Cb}	78.32 ^{BCab}	0.29
	SE	0.30	0.27	0.19	0.28	
a*	KT2	1.63 ^B	2.70 ^{Ab}	2.81 ^A	2.90 ^{Ab}	0.16
	KT3	1.80 ^B	2.91 ^{Aab}	2.99 ^A	3.15 ^{Aa}	0.16
	KT4	1.71 ^C	3.15 ^{Aa}	2.84 ^B	3.33 ^{Aa}	0.19
	SE	0.03	0.08	0.04	0.07	
b*	KT2	5.18 ^{Aab}	4.23 ^B	3.46 ^{Cb}	3.75 ^{BC}	0.21
	KT3	5.54 ^{Aa}	4.59 ^B	3.80 ^{Ca}	3.80 ^C	0.23
	KT4	5.06 ^{Ab}	4.27 ^B	3.70 ^{Cab}	3.91 ^{BC}	0.17
	SE	0.10	0.10	0.06	0.12	
W	KT2	65.42 ^{Ca}	67.30 ^{Ba}	78.77 ^{Aa}	79.23 ^{Aa}	1.92
	KT3	62.36 ^{Cb}	64.99 ^{Bb}	77.74 ^{Ab}	77.67 ^{Ab}	2.14
	KT4	64.83 ^{Ba}	65.81 ^{Bb}	77.64 ^{Ab}	78.32 ^{Aab}	1.92
	SE	0.50	0.40	0.19	0.28	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

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

Table 135. Gel characteristics

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Breaking force (g)	KT2	96.00 ^{Cb}	111.33 ^{Bb}	124.67 ^{Ab}	153.00 ^{Ab}	6.48
	KT3	101.33 ^{Bb}	125.67 ^{Aa}	133.00 ^{Ab}	173.00 ^{Aa}	7.86
	KT4	110.33 ^{Ba}	108.67 ^{Bb}	154.67 ^{Aa}	170.67 ^{Aa}	8.37
	SE	2.40	2.90	4.70	4.05	
Deformation (mm)	KT2	5.08 ^C	9.70 ^{Aa}	7.52 ^{Bb}	9.57 ^A	0.59
	KT3	7.78 ^B	8.45 ^{ABb}	9.90 ^{Aa}	9.38 ^{AB}	0.35
	KT4	5.45 ^B	9.68 ^{Aa}	9.25 ^{Aa}	9.67 ^A	0.56
	SE	0.61	0.24	0.37	0.12	
Gel strength (g/cm ²)	KT2	478.74 ^{Cb}	567.02 ^{Bb}	634.92 ^{Ab}	779.22 ^{Ab}	33.98
	KT3	516.09 ^{Bab}	640.02 ^{Aa}	673.72 ^{Ab}	909.32 ^{Aa}	43.14
	KT4	561.92 ^{Ba}	553.44 ^{Bb}	787.71 ^{Aa}	886.17 ^{Aab}	44.87
	SE	13.78	14.75	24.14	25.40	
Jelly strength (g*mm)	KT2	484.80 ^B	1081.18 ^A	935.97 ^{Ac}	1465.15 ^A	108.10
	KT3	788.17 ^C	1061.15 ^B	1316.80 ^{Ab}	1623.25 ^A	97.35
	KT4	601.48 ^C	1051.70 ^B	1429.33 ^{Aa}	1650.33 ^A	122.68
	SE	62.22	17.15	75.35	45.56	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

Table 136. Texture properties

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Hardness (kg)	KT2	0.06 ^{Bb}	0.07 ^{AB}	0.09 ^A	0.09 ^A	0.00
	KT3	0.06 ^{Cab}	0.08 ^B	0.10 ^A	0.10 ^A	0.01
	KT4	0.08 ^{ABa}	0.07 ^B	0.10 ^A	0.08 ^{AB}	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	
Brittleness (kg)	KT2	0.06	0.07	0.08	0.07	0.00
	KT3	0.06 ^B	0.06 ^B	0.09 ^A	0.07 ^{AB}	0.00
	KT4	0.07	0.06	0.08	0.07	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cohesiveness (%)	KT2	0.51	0.41	0.46	0.76 ^A	0.05
	KT3	0.54 ^A	0.38 ^B	0.48 ^{AB}	0.59 ^A	0.03
	KT4	0.41	0.38	0.47	0.63 ^A	0.04
	SE	0.04	0.02	0.02	0.05	
Springiness (mm)	KT2	1.07	0.99	0.90	1.44 ^{Aa}	0.07
	KT3	1.24 ^A	0.97 ^B	0.96 ^B	1.17 ^{ABb}	0.05
	KT4	1.05	0.92	1.06	1.03 ^b	0.04
	SE	0.07	0.03	0.04	0.07	
Gumminess (kg)	KT2	0.03	0.03	0.05	0.07 ^A	0.01
	KT3	0.03 ^B	0.03 ^B	0.05 ^A	0.06 ^A	0.00
	KT4	0.03 ^{AB}	0.03 ^B	0.05 ^A	0.05 ^A	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	
Chewiness (kg,mm)	KT2	0.03	0.03	0.04	0.10 ^A	0.01
	KT3	0.04	0.03	0.05	0.07 ^A	0.00
	KT4	0.04	0.03	0.05	0.05	0.01
	SE	0.01	0.00	0.00	0.01	
Adhesiveness	KT2	0.01 ^{Bb}	0.02 ^{AB}	0.02 ^A	0.02 ^{AB}	0.00
	KT3	0.01 ^{Bb}	0.02 ^A	0.03 ^A	0.02 ^{BC}	0.00
	KT4	0.02 ^{ABa}	0.02 ^B	0.03 ^A	0.02 ^{AB}	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

Table 137. Fatty acid compositions

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Myristic acid (C14:0)	KT2	1.17 ^B	1.65 ^A	0.11
	KT3	1.42	1.47	0.05
	KT4	1.43	1.26	0.28
	SE	0.14	0.14	
Palmitic acid (C16:0)	KT2	12.92 ^{Ba}	16.82 ^{Aa}	0.87
	KT3	11.72 ^{Bb}	16.52 ^{Aa}	1.08
	KT4	13.13 ^{Ba}	15.35 ^{Ab}	0.51
	SE	0.23	0.23	
Palmitoleic acid (C16:1)	KT2	1.70 ^B	2.44 ^A	0.20
	KT3	1.97	1.95	0.18
	KT4	1.93 ^B	2.57 ^A	0.16
	SE	0.11	0.14	
Stearic acid (C18:0)	KT2	2.72 ^B	3.21 ^A	0.11
	KT3	2.18 ^B	3.07 ^A	0.22
	KT4	2.11	3.34	0.35
	SE	0.14	0.11	
Oleic acid (C18:1)	KT2	15.47 ^B	20.74 ^A	1.19
	KT3	16.00 ^B	20.99 ^A	1.16
	KT4	15.86 ^B	21.34 ^A	1.23
	SE	0.19	0.20	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	KT2	13.71 ^B	14.89 ^{Ac}	0.26
	KT3	13.21 ^B	19.40 ^{Aa}	1.41
	KT4	13.34 ^B	18.36 ^{Ab}	1.13
	SE	0.15	0.69	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	KT2	23.78 ^{Ab}	5.54 ^B	4.08
	KT3	25.03 ^{Aa}	4.91 ^B	4.50
	KT4	25.07 ^{Aa}	5.57 ^B	4.37
	SE	0.24	0.16	
Docosahexaenoic acid (C22:6, n-3)	KT2	28.53 ^{Ba}	34.72 ^{Aa}	1.40
	KT3	28.48 ^{Ba}	31.70 ^{Ab}	0.75
	KT4	27.15 ^{Bb}	32.20 ^{Ab}	1.15
	SE	0.29	0.50	

Table 137. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
SFA ²⁾	KT2	16.81 ^B	21.67 ^{Aa}	1.09
	KT3	15.32 ^B	21.06 ^{Ab}	1.30
	KT4	16.66 ^B	19.96 ^{Ac}	0.85
	SE	0.37	0.26	
UFA ²⁾	KT2	83.19 ^A	78.33 ^{Bc}	1.17
	KT3	84.68 ^A	78.94 ^{Bb}	1.53
	KT4	83.34 ^A	80.04 ^{Ba}	0.89
	SE	0.72	0.26	
EFA ²⁾	KT2	37.48 ^A	20.43 ^{Bb}	3.81
	KT3	38.24 ^A	24.30 ^{Ba}	3.14
	KT4	38.41 ^A	23.93 ^{Ba}	3.25
	SE	0.28	0.64	
UFA/SFA	KT2	4.95 ^{Ab}	3.61 ^{Bc}	0.30
	KT3	5.53 ^{Aa}	3.75 ^{Bb}	0.40
	KT4	5.03 ^{Ab}	4.01 ^{Ba}	0.25
	SE	0.11	0.06	
EFA/UFA	KT2	0.45 ^A	0.26 ^{Bb}	0.04
	KT3	0.45 ^A	0.31 ^{Ba}	0.03
	KT4	0.46 ^A	0.30 ^{Ba}	0.04
	SE	0.00	0.01	
n-3 fatty acid	KT2	28.53 ^{Ba}	34.72 ^{Aa}	1.40
	KT3	28.48 ^{Ba}	31.70 ^{Ab}	0.75
	KT4	27.15 ^{Bb}	32.20 ^{Ab}	1.15
	SE	0.29	0.50	
n-6 fatty acid	KT2	23.78 ^{Ab}	5.54 ^B	4.08
	KT3	25.03 ^{Aa}	4.91 ^B	4.50
	KT4	25.07 ^{Aa}	5.57 ^B	4.37
	SE	0.24	0.16	
n-6/n-3	KT2	0.83 ^{Ac}	0.16 ^B	0.15
	KT3	0.88 ^{Ab}	0.15 ^B	0.16
	KT4	0.92 ^{Aa}	0.17 ^B	0.17
	SE	0.01	0.00	
Cholesterol (mg/100g)	KT2	8.55 ^b	10.37	0.83
	KT3	9.93 ^a	9.72	0.38
	KT4	10.04 ^a	8.23	0.59
	SE	0.32	0.64	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 크래미의 지방산 조성은 Table 137과 같다. 처리 간에 SFA는 KT2가 가장 높았고 KT4가 가장 낮았다. UFA와 n-6/n-3는 KT4가 가장 높았고, KT2가 가장 낮았다. EFA, EFA/UFA, n-6계 지방산 및 콜레스테롤 함량은 KT2가 다른 두 처리구에 비해 낮았다. UFA/SFA는 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. n-3계 지방산은 KT2가 다른 두 처리구보다 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 SFA 및 n-3계 지방산은 세 처리구 모두 증가하는 반면 UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산 및 n-6/n-3는 감소하였다. 콜레스테롤 함량은 저장기간 경과로 유의적인 차이가 없었다.

Table 138. Amino acid compositions (%) of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Aspartic acid	KT2	2.36 ^{Ab}	1.12 ^{Bb}	0.36
	KT3	2.35 ^{Ab}	1.12 ^{Bb}	0.36
	KT4	2.61 ^{Aa}	1.15 ^{Ba}	0.42
	SE	0.05	0.01	
Threonine ^{*, 3)}	KT2	0.55 ^{Ab}	0.49 ^{Ba}	0.01
	KT3	0.53 ^{Ab}	0.41 ^{Bc}	0.03
	KT4	0.62 ^{Aa}	0.44 ^{Bb}	0.05
	SE	0.02	0.02	
Serine ³⁾	KT2	0.47 ^b	0.48 ^b	0.00
	KT3	0.45 ^{Bc}	0.53 ^{Aa}	0.02
	KT4	0.59 ^{Aa}	0.53 ^{Ba}	0.02
	SE	0.03	0.01	
Glutamic acid ²⁾	KT2	2.12 ^{Ac}	2.10 ^{Ba}	0.01
	KT3	2.81 ^{Aa}	2.02 ^{Bc}	0.23
	KT4	2.39 ^{Ab}	2.03 ^{Bb}	0.10
	SE	0.13	0.02	
Proline	KT2	0.70 ^{Aa}	0.29 ^{Bab}	0.12
	KT3	0.65 ^{Ac}	0.28 ^{Bb}	0.11
	KT4	0.68 ^{Ab}	0.30 ^{Ba}	0.11
	SE	0.01	0.00	

Table 138. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Glycine ³⁾	KT2	0.80	0.77	0.01
	KT3	0.80 ^A	0.75 ^B	0.01
	KT4	0.81	0.73	0.03
	SE	0.00	0.01	
Alanine ³⁾	KT2	1.00 ^{Ab}	0.71 ^B	0.08
	KT3	0.99 ^{Ab}	0.71 ^B	0.08
	KT4	1.12 ^{Aa}	0.71 ^B	0.12
	SE	0.03	0.00	
Valine ^{*, 6)}	KT2	0.57 ^{Bc}	0.84 ^{Aab}	0.08
	KT3	0.62 ^{Ba}	0.84 ^{Ab}	0.06
	KT4	0.59 ^{Bb}	0.86 ^{Aa}	0.08
	SE	0.01	0.00	
Isoleucine ^{*, 6)}	KT2	0.47 ^{Bb}	0.59 ^{Aa}	0.03
	KT3	0.46 ^{Bc}	0.57 ^{Ab}	0.03
	KT4	0.56 ^{Aa}	0.54 ^{Bc}	0.01
	SE	0.02	0.01	
Leucine [*]	KT2	1.43 ^{Ab}	0.95 ^{Ba}	0.14
	KT3	1.41 ^{Ac}	0.92 ^{Bb}	0.14
	KT4	1.61 ^{Aa}	0.90 ^{Bc}	0.20
	SE	0.04	0.01	
Tyrosine ^{5), 6)}	KT2	0.46 ^{Aa}	0.40 ^{Ba}	0.02
	KT3	0.37 ^b	0.39 ^a	0.01
	KT4	0.47 ^{Aa}	0.35 ^{Bb}	0.03
	SE	0.02	0.01	
Phenylalanine ^{*, 5), 6)}	KT2	0.52 ^{Aa}	0.44 ^{Ba}	0.03
	KT3	0.42 ^{Ac}	0.41 ^{Bb}	0.00
	KT4	0.50 ^{Ab}	0.39 ^{Bc}	0.03
	SE	0.02	0.01	
Histidine ^{*, 6)}	KT2	0.28 ^{Bb}	0.30 ^A	0.01
	KT3	0.27 ^{Bc}	0.30 ^A	0.01
	KT4	0.31 ^{Aa}	0.30 ^B	0.00
	SE	0.01	0.00	

Table 138. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Lysine*	KT2	2.15 ^{Aa}	0.93 ^{Bb}	0.35
	KT3	2.16 ^{Aa}	0.99 ^{Ba}	0.34
	KT4	1.69 ^{Ab}	0.98 ^{Ba}	0.21
	SE	0.10	0.01	
Arginine*, 6)	KT2	0.72 ^b	0.70 ^a	0.00
	KT3	0.71 ^{Ab}	0.67 ^{Bb}	0.01
	KT4	0.74 ^{Aa}	0.68 ^{Bb}	0.02
	SE	0.01	0.01	
FAA ²⁾	KT2	2.12 ^{Ac}	2.10 ^{Ba}	0.01
	KT3	2.81 ^{Aa}	2.02 ^{Bc}	0.23
	KT4	2.39 ^{Ab}	2.03 ^{Bb}	0.10
	SE	0.13	0.02	
STAA ³⁾	KT2	2.82 ^{Ab}	2.45 ^B	0.11
	KT3	2.77 ^{Ac}	2.40 ^B	0.11
	KT4	3.14 ^{Aa}	2.41 ^B	0.21
	SE	0.07	0.01	
AAA ⁵⁾	KT2	0.98 ^{Aa}	0.83 ^{Ba}	0.04
	KT3	0.79 ^b	0.81 ^a	0.00
	KT4	0.97 ^{Aa}	0.74 ^{Bb}	0.07
	SE	0.04	0.02	
BAA ⁶⁾	KT2	3.01 ^{Bb}	3.26 ^{Aa}	0.07
	KT3	2.85 ^{Bc}	3.19 ^{Ab}	0.10
	KT4	3.17 ^{Aa}	3.12 ^{Bc}	0.02
	SE	0.06	0.03	
EAA*	KT2	6.68 ^{Aa}	5.24 ^{Ba}	0.42
	KT3	6.58 ^{Ab}	5.11 ^{Bb}	0.42
	KT4	6.63 ^{Aa}	5.09 ^{Bb}	0.44
	SE	0.02	0.03	
TAA ⁷⁾	KT2	14.60 ^{Ac}	11.11 ^{Ba}	1.01
	KT3	15.00 ^{Ab}	10.91 ^{Bb}	1.18
	KT4	15.30 ^{Aa}	10.89 ^{Bb}	1.27
	SE	0.13	0.05	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ SAA (sulfur-containing amino acid), ⁵⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁶⁾ BAA (bitter amino acid), ⁷⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 크래미의 아미노산 조성은 Table 138과 같다. 처리 간에 풍미 관련 아미노산(FAA), 방향족 아미노산(AAA), 쓴맛 관련 아미노산(BAA) 및 총아미노산(TAA) 함량은 유의적인 차이가 없었다. 단맛 관련 아미노산(STAA)은 KT4가 가장 높았고, KT3가 가장 낮았다. 필수아미노산(EAA)은 KT2가 다른 두 처리구에 비해 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 FAA, STAA, AAA, EAA 및 TAA의 경우 세 처리구 모두 감소하였다. BAA의 경우 KT2와 KT3는 증가하는 반면 KT4는 감소하였다.

Table 139. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Treatments ²⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Color	KT2	6.67	6.50	6.38	6.50	0.11
	KT3	6.67	6.50	6.38	6.50	0.14
	KT4	6.50	6.40	6.38	6.63	0.13
	SE	0.23	0.10	0.10	0.08	
Aroma	KT2	6.58	6.60	6.50	6.50	0.09
	KT3	6.42	6.60	6.50	6.50	0.09
	KT4	6.42	6.60	6.50	6.50	0.09
	SE	0.11	0.11	0.08	0.10	
Flavor	KT2	6.42	6.30	6.50	5.88	0.11
	KT3	6.42	6.30	6.63	5.88	0.13
	KT4	6.33	6.30	6.63	5.88 ^B	0.12
	SE	0.14	0.09	0.15	0.13	
Tenderness	KT2	7.33	6.60	6.88	6.63	0.13
	KT3	7.00	6.50	6.88	6.50	0.13
	KT4	7.00	6.50	6.38	6.50	0.12
	SE	0.20	0.10	0.15	0.07	
Juiciness	KT2	6.83	7.00	6.88	6.58	0.11
	KT3	6.50	7.00	6.75	6.58	0.10
	KT4	6.67 ^{AB}	7.00 ^A	6.25 ^B	6.58 ^{AB}	0.09
	SE	0.14	0.00	0.15	0.08	
Overall acceptability	KT2	7.17 ^a	7.00	6.88	6.45 ^B	0.10
	KT3	6.75 ^{ab}	7.00	6.88	6.45	0.09
	KT4	6.58 ^b	7.00	6.50	6.45 ^B	0.09
	SE	0.11	0.07	0.13	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 91.

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 크래미의 관능적 특성은 Table 139와 같다. 처리 간에 제품의 색, 향, 맛, 연도 및 다즙성은 유의적인 차이가 없었다. 전체적 기호도 KT2가 가장 높았고, KT4가 가장 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 제품의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성 및 전체적 기호도 모든 항목에서 유의적인 차이가 없었다.

Table 140. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
TBARS (mg/100g)	KT2	1.35 ^B	1.34 ^B	1.50 ^A	1.87 ^A	0.07
	KT3	1.33 ^B	1.31 ^B	1.52 ^A	1.85 ^A	0.07
	KT4	1.35 ^B	1.32 ^B	1.46 ^A	1.86 ^A	0.07
	SE	0.01	0.01	0.02	0.01	
VBN (mg%)	KT2	60.29 ^A	47.37 ^B	53.95 ^{AB}	46.76 ^B	2.21
	KT3	76.07 ^A	50.17 ^B	58.33 ^B	49.75 ^B	3.56
	KT4	74.01 ^A	64.75 ^{AB}	52.73 ^B	45.73 ^C	4.01
	SE	3.83	3.68	1.69	1.13	
TPC (log ₁₀ CFU)	KT2	2.08 ^b	2.02 ^b	2.18 ^c	2.53 ^{Ac}	0.06
	KT3	2.39 ^{Ca}	3.42 ^{Ba}	3.81 ^{Aa}	3.60 ^{Ba}	0.16
	KT4	1.50 ^{Cc}	2.04 ^{Bb}	2.79 ^{Ab}	2.82 ^{Ab}	0.17
	SE	0.14	0.23	0.24	0.16	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	KT2	4.12 ^{Ab}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.54
	KT3	4.27 ^{Aa}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.56
	KT4	3.42 ^{Ac}	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.45
	SE	0.13	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 91.

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

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

기능성 물질의 첨가에 따른 크래미의 저장성 관련 특성은 Table 140과 같다. 처리 간에 TBARS 및 VBN은 유의적인 차이가 없었다. TPC는 KT3가 다른 두 처리구에 비해 높았다. *E. coli*는 KT3가 가장 높았고, KT4가 가장 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 TBARS는 세 처리구 모두 증가하였으나, *E. coli*는 세 처리구 모두 감소하였다. VBN의 경우 KT2는 유의적인 차이가 없는 반면 KT3와 KT4는 감소하였다. TPC의 경우 KT2는 유의적인 차이가 없는 반면 KT3와 KT4는 증가하였다.

종합적으로 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1% 첨가(GT2), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05% 첨가(GT3), 동충하초분말과 CLA를 각각 0.05% 첨가(GT4)하여 현장시제한 크래미의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 처리 간에 KT2는 명도, 백색도, n-3계 지방산, EAA 및 전체적 기호도는 높았고, 적색도, n-6계 지방산, 콜레스테롤 함량 및 n-6/n-3은 낮은 장점을 지닌 반면, SFA는 높았고, 젤리강도, 경도, UFA, EFA 및 EFA/UFA는 낮은 단점을 나타내었다. KT3는 황색도, TPC 및 *E. coli*는 높았고, 전단가 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다. KT4는 젤리강도, 경도, 부착성, UFA 및 STAA는 높았고, SFA 및 *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면, n-6/n-3는 높았고, pH 및 전체적 기호도는 낮은 단점을 나타내었다. 파괴강도, 변형값, 젤강도, 표면경도, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성, UFA/SFA, FAA, AAA, BAA, TAA, 관능평가의 제품의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성, TBARS 및 VBN은 유의적인 차이가 없었다.

저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH, 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 변형값, 젤강도, 젤리강도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS의 경우 세 처리구 모두 증가하였다. 명도, 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, FAA, STAA, AAA, EAA, TAA 및 *E. coli*의 경우 세 처리구 모두 감소하였다. KT2는 경도, 부착성 및 BAA는 증가하였고, KT3는 경도, 부착성, 표면경도, 검성, BAA 및 TPC는 증가한 반면 탄력성 및 VBN은 감소하였다. KT4는 TPC는 증가한 반면 BAA 및 VBN은 감소하였다. 응집성, 씹힘성, 콜레스테롤 함량, 관능평가의 제품의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성 및 전체적 기호도의 경우 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다.

3) 요약

가) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체에 따른 게맛소시지의 이화학적 특성 결과 지방산패도와 휘발성염기태질소화합물이 높았고, 백색도는 낮은 단점만 보완한다면 관능검사 결과에는 차이가 없으면서 밝고 경도가 높으며, 낮은 세균수의 제품 생산이 가능한 것으로 판단된다.

나) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 단일 기능성 물질인 동충하초분말 0.1% 첨가(GT2), 누에고치분말 0.1% 첨가(GT3), CLA 0.1% 첨가(GT4)에 따른 게맛소시지의 이화학적 특성 분석 결과 누에고치분말을 첨가한 GT3가 가장 양호하였다.

다) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 두 기능성

물질을 각각 0.05%씩 혼합하여 0.1% 첨가 시 동충하초분말과 누에고치분말 첨가(GT5), 동충하초분말과 CLA 첨가(GT6), 누에고치분말과 CLA 첨가(GT7)에 따른 계맛소시지의 이화학적 특성 분석 결과를 요약하면 동충하초분말과 누에고치분말을 첨가한 GT5와 동충하초분말과 CLA를 첨가한 GT6가 누에고치분말과 CLA를 첨가한 GT7보다 양호하였다.

- 라) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체하여 현장시제한 계맛살의 이화학적 특성 및 저장성 결과 변형값, EFA, EFA/UFA, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도는 대조구보다 처리구가 높았고 UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산, 콜레스테롤 함량, BAA 및 TBARS는 대조구보다 처리구가 낮은 장점을 지닌 반면, 적색도, 황색도, SFA, VBN, TPC 및 *E. coli*는 대조구보다 처리구가 높았고 전단가, 명도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 경도, 표면경도, 검성, 씹힘성, UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산, FAA, STAA 및 AAA는 대조구보다 처리구가 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 적색도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 경도, 표면경도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS는 두 처리구 모두 증가하였으나, 황색도, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3 및 *E. coli*는 두 처리구 모두 감소하였다.
- 마) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1% 첨가(GT2), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05% 첨가(GT3), 동충하초분말과 CLA를 각각 0.05% 첨가(GT4)하여 현장시제한 계맛살의 이화학적 특성 및 저장성 결과 처리 간에 GT2는 pH, FAA, EAA 및 TAA는 높았고, *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면, 콜레스테롤, BAA 및 TBARS는 높았고 UFA는 낮은 단점을 나타내었다. GT3는 n-3계 지방산은 높았고, BAA는 낮은 장점을 지닌 반면 적색도, 황색도 및 *E. coli*는 높았고, 명도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 응집성, 탄력성, AAA, EAA 및 TAA는 낮은 단점을 나타내었다. GT4는 전단가, 파괴강도, 젤강도, 경도, UFA, EFA, UFA/SFA 및 EFA/UFA는 높았고, SFA는 낮은 장점을 지닌 반면 pH, 변형값, 젤리강도 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 젤리강도, 경도, 검성, SFA, TBARS 및 TPC는 세 처리구 모두 증가한 반면 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, STAA 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 감소하였다.
- 바) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체하여 현장시제한 크래미의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 EFA/UFA, AAA, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도는 대조구보다 처리구가 높았고, n-6계 지방산, TBARS, TPC 및 *E. coli*는 대조구보다 처리구가 낮은 장점을 지닌 반면, 적색도, 황색도,

SFA, n-6/n-3 및 VBN은 대조구보다 처리구가 높았고, 전단가, 명도, 백색도, 파괴강도, 변형값, 젤강도, 젤리강도, 응집성, 탄력성, 점성, UFA, UFA/SFA, n-3계 지방산, FAA, STAA 및 TAA는 대조구보다 처리구가 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH, 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 젤강도, 젤리강도, 경도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS는 두 처리구 모두 증가하였으나, 명도, 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, FAA, TAA 및 *E. coli*는 두 처리구 모두 감소하였다.

사) 명태연육 함량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1% 첨가(GT2), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05% 첨가(GT3), 동충하초분말과 CLA를 각각 0.05% 첨가(GT4)하여 현장시제한 크래미의 이화학적 특성 및 저장성 결과 처리 간에 KT2는 명도, 백색도, n-3계 지방산, EAA 및 전체적 기호도는 높았고, 적색도, n-6계 지방산, 콜레스테롤 함량 및 n-6/n-3은 낮은 장점을 지닌 반면, SFA는 높았고, 젤리강도, 경도, UFA, EFA 및 EFA/UFA는 낮은 단점을 나타내었다. KT3는 황색도, TPC 및 *E. coli*는 높았고, 전단가 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다. KT4는 젤리강도, 경도, 부착성, UFA 및 STAA는 높았고, SFA 및 *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면, n-6/n-3은 높았고, pH 및 전체적 기호도는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH, 전단가, 적색도, 백색도, 파괴강도, 변형값, 젤강도, 젤리강도, SFA, n-3계 지방산 및 TBARS의 경우 세 처리구 모두 증가하였다. 명도, 황색도, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, n-6/n-3, FAA, STAA, AAA, EAA, TAA 및 *E. coli*의 경우 세 처리구 모두 감소하였다.

2. 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 기능성 소시지 개발

가. 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 개발(2차 년도)

1) 재료 및 방법

가) 시험용 회수단백질을 제조

시험용 회수단백질은 1년차에 정립한 다음과 같은 방법으로 제조하였다.

폐계가슴육 및 MDCM 원료육을 근막과 과다 지방을 제거 정형하여 Chopper[MGB-32, 한국후지, 한국]로 3 mm 초핑한 후 Silent cutter(AS-30, Ramon Co., Spain)로 미세하게 4분간 커팅 후 6배 중량의 물을 가하여 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 30초간 균질하였다. 균질액을 표준체 3.5와 18번으로 각각 여과한 후 여과액에 1 N NaOH를 이용

하여 선행 연구(Jung 등, 2004b)에 따라 단백질 추출을 위하여 알칼리 조건인 pH 11로 조절한 후 3상 연속원심분리기(J-1250, 한일과학, 한국)로 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 최상층(중성지방 등 유화층)과 최저층(결체조직, 막지질 등)을 버리고 중간층(염용성 및 수용성단백질)을 회수하였다. 회수된 시료는 1 N HCl을 이용하여 pH 5로 조절하고 30분간 방치하여 단백질을 침전시킨 후 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 하층의 침전물을 회수한 후 수분은 80%, pH는 1 N NaOH를 이용하여 7.0으로 조절하였다. 수분과 pH를 조절한 회수단백질의 무게에 대해 냉동변성방지제로 솔비톨(Sigma) 5% 및 인산염(FOS/ENR, 태원, 폴리인산나트륨 40, 피로인산나트륨(무수) 30, 산성피로인산나트륨 30%) 0.3%를 첨가하여 Polyethylene 재질인 Nylon 3방으로 밀착포장한 후 -70℃ 동결 후 -20℃에서 냉동보관하면서 사용하였다.

나) 폐계가슴육 회수단백질 소시지

(1) LCF 프로그램을 활용한 혼합비율 설정

(가) 제한조건

- ① C(등심육만), T1(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체), T2(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40%), T3(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 60%).
- ② 육≥85%, 지방=20%, F(지방량)≤3×P(단백질량), M(수분량)≤4P+10.
- ③ T1[0.2=X2/(X1+X2)], T2[0.4=X2/(X1+X2)], T3[0.6=X2/(X1+X2)].

Table 141. Proximate composition and price of material

Items	Materials	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Price (W/kg)
X1	Loin pork	74.8	22.1	3.1	4,000
X2	Spent hens breast recovered protein	79.7	18.0	2.3	4,000
X3	Fat	18.0	—	82.0	500
X4	Ice	—	—	—	10
X5	NPS ¹⁾	—	—	—	200
X6	Polyphosphate	—	—	—	1,500
X7	Sugar	—	—	—	1,000
X8	Mixed spices	—	—	—	9,000
X9	MSG	—	—	—	1,500

¹⁾ NPS (NaCl : NaNO₂ = 99 : 1).

(나) 배합비

Table 142. Formula of recovered protein sausage

Materials	Treatments			
	C (Substitution ratio)	T1 (20%)	T2 (40%)	T3 (60%)
Loin pork	60.95	50.79	39.62	27.52
Spent hens breast recovered protein	—	12.70	26.41	41.27
Fat	22.33	22.11	22.15	22.19
Ice	14.27	11.95	9.37	6.57
NPS ¹⁾		1.3		
Polyphosphate		0.2		
Sugar		0.5		
Mixed spices		0.4		
MSG		0.05		
Total	99.95	100	100	100
Material cost (W/kg)	3015	3136	3261	3397

¹⁾ NPS (NaCl : NaNO₂ = 99 : 1).

(다) 제조방법

등심육 및 지방은 5 mm chopping, 회수단백질은 그대로 활용, 나머지 염지제를 계량하여 준비한 후 Silent cutter을 이용하여 원료육을 Bowl에 펼치고 염지제(NPS, 인산염, 설탕, MSG)를 투입 시에는 1단을 이용하고 본 cutting 시는 2단으로 하여 유화물 조직이 뻑뻑해져 오면 Ice를 2회에 걸쳐 나누어 넣으면서 cutting을 한다. 2회 Ice 투입과 동시에 지방을 투입하여 총 5분간 cutting하였으며, 최종 유화물의 온도는 14℃ 이하로 하였다.

유화물을 비통기성 Fibrous casing에 충전 후 Autoclave에서 78℃로 중심온도가 74℃에 도달 시 종료하여 제품 표면온도가 10℃ 이하 되도록 흐르는 물에 30분 이상 냉각하였다.

(2) 소시지의 이화학적 특성 구명 및 유통 기한 설정

회수단백질 소시지의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정을 위하여 상기 방법에 의해 소시지를 제조 후 9±1℃에서 4주간 저장하면서 제조직후, 2주 및 4주에 품질 특성을 분석하였다.

분석 항목은 일반성분, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량, 아미노산 조성, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), TBARS, VBN, 총세균수, 대장균수 및 유산균수 (단, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량 및 아미노산 조성은 제조 직후와 4주에만 측정)

다) MDCM 회수단백질 소시지

(1) LCF 프로그램을 활용한 혼합비율 설정

(가) 제한조건

- ① C(등심육만), T1(총 원료육 중량에 대해 MDCM 회수단백질 20% 대체), T2 (총 원료육 중량에 대해 MDCM 회수단백질 40%), T3(총 원료육 중량에 대해 MDCM 회수단백질 60%).
- ② 육 \geq 85%, 지방 \leq 20%, F(지방량) \leq 3 \times P(단백질량), M(수분량) \leq 4P+10.
- ③ T1[0.2=X2/(X1+X2)], T2[0.4=X2/(X1+X2)], T3[0.6=X2/(X1+X2)].

Table 143. Proximate composition and price of material

Items	Materials	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Price (W/kg)
X1	Loin pork	75	20	5	4,000
X2	MDCM recovered protein	78	15	6	1,800
X3	Fat	18	—	82	500
X4	Ice	100	—	—	10
X5	NPS ¹⁾	—	—	—	200
X6	Polyphosphate	—	—	—	1,500
X7	Sugar	—	—	—	1,000
X8	MSG	—	—	—	1,500
X9	Mixed spices	—	—	—	16,000
X10	Green paprika	—	—	—	1,500
X11	Red paprika	—	—	—	1,500
X12	Pizza cheese	—	—	—	1,000

¹⁾ NPS (NaCl : NaNO₂ = 99 : 1).

(나) 배합비

Table 144. Formula of recovered protein sausage

Materials	Treatments			
	C (Substitution ratio)	T1 (20%)	T2 (40%)	T3 (60%)
Loin pork	63.44	52.43	40.67	28.07
MDCM recovered protein	0	13.11	27.11	42.11
Fat	20.52	20.23	19.93	19.60
Ice	9.45	7.67	5.74	3.67
NPS ¹⁾		1.4		
Polyphosphate		0.2		
Sugar		0.5		
MSG		0.06		
Mixed spices		0.4		
Green paprika		1.5		
Red paprika		1.5		
Pizza cheese		1.0		
Total	100.51	100.54	100.55	100.55
Material cost (W/kg)	3229	2993	2741	2469

¹⁾ NPS (NaCl : NaNO₂ = 99 : 1).

(다) 제조방법

등심육 및 지방은 5 mm chopping, 회수단백질은 그대로 활용, 나머지 염지제를 계량하여 준비한 후 Silent cutter을 이용하여 원료육을 Bowl에 펼치고 염지제(NPS, 인산염, 설탕, MSG)를 투입 시에는 1단을 이용하고 본 cutting 시는 2단으로 하여 유화물 조직이 뽀뽀해져 오면 Ice를 2회에 걸쳐 나누어 넣으면서 cutting을 한다. 2회 Ice 투입과 동시에 지방을 투입하여 총 5분간 cutting하였으며, 최종 유화물의 온도는 14℃ 이하로 하였다.

유화물을 비통기성 Fibrous casing에 충전 후 Autoclave에서 78℃로 중심온도가 74℃에 도달 시 종료하여 제품 표면온도가 10℃ 이하 되도록 흐르는 물에 30분 이상 냉각하였다.

(2) MDCM 소시지의 이화학적 특성 구명

회수단백질 소시지의 이화학적 특성 구명을 위하여 상기 방법에 의해 소시지를 제조 후 일반 소시지와 같은 방법으로 품질 특성을 분석하였다.

2) 결과 및 고찰

가) 폐계가슴육 회수단백질 소시지의 이화학적 특성

(1) 소시지 시작품 제작



<C: 햄육 100%> <T1: 20% 대체> <T2: 40% 대체> <T3: 60% 대체>
[원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 대체 비율]

(2) 소시지의 이화학적 특성 구명 및 유통 기한 설정

Table 145. Proximate compositions (%) of recovered protein sausage

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Moisture	0	63.48±0.07 ^{Aa}	62.79±0.22 ^b	62.27±0.44 ^c	61.20±0.24 ^{Ad}
	2	62.37±0.42 ^{Ba}	62.73±1.53 ^a	61.66±0.29 ^{ab}	60.21±0.22 ^{Bb}
	4	62.92±0.62 ^{ABa}	63.03±0.46 ^a	62.26±0.49 ^a	60.88±0.28 ^{Ab}
Crude protein	0	15.41±0.45	15.49±0.15	15.44±0.08 ^A	15.06±0.11
	2	15.42±0.26 ^a	15.54±0.32 ^a	14.58±0.03 ^{Bab}	13.74±0.92 ^b
	4	15.32±0.28 ^a	15.25±0.32 ^a	14.64±0.26 ^{Bab}	13.92±1.20 ^b
Crude fat	0	4.43±0.13	4.35±0.44	4.44±0.34	4.12±0.21
	2	4.61±0.23 ^a	4.41±0.33 ^{ab}	4.66±0.08 ^a	3.87±0.45 ^b
	4	4.53±0.33	4.24±0.27	4.19±0.82	4.08±0.78
Crude ash	0	2.13±0.06 ^a	2.10±0.02 ^{Bab}	2.08±0.05 ^{ABab}	2.05±0.02 ^{Bb}
	2	2.22±0.04 ^a	2.20±0.02 ^{Aab}	2.17±0.03 ^{Abc}	2.14±0.01 ^{Ac}
	4	2.23±0.08 ^a	2.16±0.05 ^{ABab}	2.06±0.05 ^{Bb}	2.11±0.04 ^{Ab}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 142.

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

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

회수단백질 소시지의 저장기간별 일반성분은 Table 145와 같다. 처리 간의 경우 수분은 대조구가 가장 많았고 T3가 가장 적었다. 4주 저장 시 대조구와 T1 및 T2 간에는 차이가 없었다. 조단백질 함량은 대조구와 T1이 가장 많았고 역시 T3가 가장 적었다. 조지방 함량은 대조구와 T2가 가장 많았고 T3가 역시 가장 적었다. 조회분 함량은 대조구가 가장 많았고 T3가 가장 적었다.

저장기간이 경과함에 따라 수분은 2주차에 가장 낮았으나 저장초기에 비해 저장말기 간에는 차이가 없었다. 조단백질 함량은 T2의 경우 저장초기에 비해 저장말기에 감소하였다. 조지방 함량은 저장 중에 차이가 없었다. 조회분 함량은 모든 구들이 저장 2주차에 가장 높았으나 저장초기와 저장말기 간에는 차이가 없었다.

Table 146. Physico-chemical characteristics of recovered protein sausage

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
pH	0	5.90±0.01 ^{Bd}	6.03±0.01 ^{Bc}	6.13±0.01 ^{Cb}	6.25±0.01 ^{Ca}
	2	5.96±0.06 ^{ABd}	6.06±0.04 ^{Bc}	6.17±0.01 ^{Ba}	6.30±0.02 ^{Bb}
	4	6.01±0.01 ^{Ad}	6.15±0.01 ^{Ac}	6.25±0.01 ^{Ab}	6.37±0.00 ^{Aa}
WHC (%)	0	86.98±1.63	84.49±5.18	87.98±6.90	84.61±3.71
	2	85.66±2.30	86.91±4.46	82.94±2.83	82.08±0.65
	4	86.97±4.29	85.98±5.90	85.12±1.20	83.27±1.02
Cooking loss (%)	0	6.52±0.41 ^B	6.42±0.58 ^B	6.16±0.86 ^B	7.00±0.25 ^C
	2	4.57±0.18 ^{Cb}	4.74±0.25 ^{Bb}	4.72±0.79 ^{Bb}	10.13±0.59 ^{Ba}
	4	12.71±0.85 ^{Aab}	10.66±1.22 ^{Ab}	12.65±1.27 ^{Aab}	13.72±1.20 ^{Aa}
Shear force (kg/cm ²)	0	1.31±0.12 ^B	1.20±0.08 ^B	1.20±0.08 ^B	1.27±0.10 ^B
	2	2.01±0.05 ^{Aa}	2.00±0.02 ^{Aa}	1.94±0.10 ^{Aa}	1.81±0.03 ^{Ab}
	4	1.42±0.18 ^B	1.19±0.05 ^B	1.42±0.15 ^B	1.23±0.06 ^B
Cholesterol (mg/100g)	0	32.18±2.20 ^b	39.30±2.78 ^{Ba}	40.21±1.05 ^{Ba}	41.85±0.97 ^a
	4	27.59±3.47 ^b	43.94±0.43 ^{Aa}	47.35±2.47 ^{Aa}	43.36±2.27 ^a

¹⁾ Treatments are the same as in Table 142.

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

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

회수단백질 소시지의 저장기간별 이화학적 특성은 Table 146과 같다. 처리 간의 경우 pH는 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 보수력은 처리 간에 차이가 없었다. 가열감량은 T3가 다른 세 구들에 비해 많았다. 전단가는 T3가 다른 세 구들에 비해 낮았다. 콜레스테롤 함량은 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 적었다.

저장기간이 경과함에 따라 pH, 가열감량, 콜레스테롤 함량은 증가하였으며, 보수력과 전단가는 저장초기와 저장말기 간에는 차이가 없었다.

Table 147. Meat color of recovered protein sausage

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
L*	0	76.74±0.40 ^{ABd}	88.52±0.69 ^{Ac}	91.54±0.40 ^{Ab}	93.32±0.52 ^{Aa}
	2	78.09±0.28 ^{Ac}	78.07±0.91 ^{Bc}	80.20±1.06 ^{Bb}	82.44±0.22 ^{Ba}
	4	75.72±1.29 ^{Bd}	77.48±0.29 ^{Bc}	79.54±0.34 ^{Bb}	81.45±0.74 ^{Ba}
a*	0	11.20±0.26 ^b	12.61±0.47 ^{Aa}	10.96±0.20 ^{Ab}	10.35±0.10 ^{Ac}
	2	11.21±0.39 ^a	10.88±0.21 ^{Ba}	9.60±0.05 ^{Cb}	9.07±0.18 ^{Bc}
	4	11.73±0.69 ^a	11.08±0.15 ^{Ba}	9.87±0.07 ^{Bb}	8.89±0.49 ^{Bc}
b*	0	3.89±0.03 ^{Ba}	4.04±0.35 ^{Ba}	3.01±0.32 ^{Bb}	4.07±0.41 ^{Ba}
	2	4.22±0.10 ^{Bc}	5.42±0.34 ^{Aa}	4.81±0.31 ^{Ab}	5.71±0.30 ^{Aa}
	4	4.83±0.38 ^{Ab}	5.14±0.05 ^{Ab}	5.02±0.25 ^{Ab}	5.68±0.20 ^{Aa}
W	0	65.06±0.47 ^{Ac}	76.41±1.65 ^{Ab}	82.50±0.84 ^{Aa}	81.10±1.49 ^{Aa}
	2	65.43±0.28 ^{Aa}	61.82±1.92 ^{Bb}	65.77±1.19 ^{Ba}	65.32±0.90 ^{Ba}
	4	61.24±2.40 ^{Bb}	62.07±0.15 ^{Bab}	64.47±1.01 ^{Ba}	64.40±1.17 ^{Ba}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 142.

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

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

회수단백질 소시지의 저장기간별 육색은 Table 147과 같다. 처리 간의 경우 명도 및 백색도는 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮아 회수단백질 대체 비율이 높아질수록 명도는 높아졌다. 반면 적색도는 명도와 반대 결과로 T3가 다른 세 구들에 비해 낮았다. 황색도는 일정한 경향을 보이지 않았다.

저장기간이 경과함에 따라 명도, 적색도 및 백색도는 감소하고, 황색도는 증가하였다.

회수단백질 소시지의 저장기간별 조직감은 Table 148과 같다. 처리 간의 경우 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성은 대조구가 가장 높았고 T3가 가장 낮았으나 대조구와 T1 및 T2 간에는 차이가 없었다. 탄력성은 처리 간에 차이가 없었다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구들이 표면경도, 검성 및 씹힘성은 차이가 없었으나 T3의 경우 경도 및 탄력성은 감소하였다.

Table 148. Texture properties of recovered protein sausage

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Brittleness (kg)	0	0.24±0.02 ^a	0.15±0.01 ^b	0.16±0.01 ^b	0.16±0.01 ^b
	2	0.20±0.01 ^a	0.15±0.01 ^{ab}	0.11±0.07 ^b	0.15±0.01 ^{ab}
	4	0.24±0.03 ^a	0.16±0.03 ^b	0.17±0.02 ^b	0.14±0.02 ^b
Hardness (kg)	0	0.26±0.02 ^a	0.20±0.00 ^b	0.23±0.04 ^{ab}	0.19±0.01 ^{AB}
	2	0.23±0.02 ^a	0.20±0.02 ^{ab}	0.21±0.03 ^{ab}	0.17±0.01 ^{Bb}
	4	0.28±0.03 ^a	0.20±0.01 ^b	0.22±0.03 ^b	0.17±0.01 ^{Bb}
Cohesiveness (%)	0	47.57±1.54	51.96±3.22	50.28±6.32	50.76±2.06 ^B
	2	49.30±0.66 ^b	53.14±2.56 ^{ab}	54.37±4.28 ^{ab}	55.68±2.91 ^{Aa}
	4	47.17±1.65 ^b	53.09±3.99 ^a	51.12±1.61 ^{ab}	52.54±1.22 ^{ABa}
Springiness (mm)	0	14.14±0.17	12.98±2.57	14.09±0.24	14.16±0.08 ^A
	2	13.16±0.96	12.46±2.49	13.36±0.12	14.04±0.05 ^B
	4	13.59±0.11	14.02±0.35	13.37±1.03	13.82±0.04 ^C
Gumminess (kg)	0	12.34±1.49	10.49±0.61	11.63±3.51	9.48±0.13
	2	11.21±0.94	10.45±1.69	11.22±1.82	9.56±0.18
	4	13.21±1.50 ^a	10.73±0.75 ^b	11.00±1.26 ^b	9.16±0.39 ^b
Chewiness (kg*mm)	0	174.52±20.67	137.20±33.77	163.86±50.06	134.23±2.33
	2	147.23±13.09	131.89±41.64	150.07±25.56	134.23±2.97
	4	179.50±19.44 ^a	150.51±12.88 ^b	146.19±4.94 ^{bc}	126.52±5.43 ^c

¹⁾ Treatments are the same as in Table 142.

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

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

Table 149. Fatty acid compositions of recovered protein sausage

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Myristic acid	0	1.06±0.17	1.06±0.19	0.95±0.27	0.88±0.13
	4	0.95±0.02 ^b	1.05±0.04 ^{ab}	1.07±0.04 ^a	1.14±0.05 ^a
Palmitic acid	0	17.31±0.75 ^a	15.70±0.14 ^b	16.66±0.53 ^a	15.76±0.16 ^{Bb}
	4	16.85±0.16 ^b	16.01±0.11 ^c	17.82±0.08 ^a	16.65±0.14 ^{Ab}
Palmitoleic acid	0	1.64±0.30 ^b	2.17±0.06 ^{Ba}	1.63±0.26 ^b	1.78±0.27 ^{Bab}
	4	1.65±0.06 ^c	2.41±0.07 ^{Aa}	2.13±0.08 ^b	2.54±0.01 ^{Aa}
Stearic acid	0	10.49±0.44 ^{ab}	9.71±0.21 ^c	11.17±0.18 ^{Aa}	10.30±0.50 ^{bc}
	4	11.36±0.11 ^a	9.38±0.04 ^c	10.26±0.06 ^{Bb}	9.20±0.20 ^c
Oleic acid	0	38.93±0.99 ^{Bb}	44.29±0.10 ^{Ba}	36.16±0.54 ^{Bc}	39.34±0.81 ^{Bb}
	4	42.29±0.23 ^{Ad}	49.71±0.11 ^{Ab}	46.53±0.37 ^{Ac}	50.55±0.33 ^{Aa}
Linoleic acid	0	23.13±0.60 ^{Aa}	19.32±0.17 ^{Ac}	21.21±0.48 ^{Ab}	19.33±0.19 ^{Ac}
	4	21.31±0.06 ^{Ba}	17.44±0.01 ^{Bc}	18.86±0.33 ^{Bb}	16.81±0.03 ^{Bd}
Arachidonic acid	0	7.43±0.12 ^{Ab}	7.75±0.25 ^{Ab}	12.22±0.15 ^{Aa}	12.61±0.59 ^{Aa}
	4	5.60±0.20 ^{Ba}	4.00±0.25 ^{Bb}	3.35±0.03 ^{Bc}	3.10±0.33 ^{Bc}
SFA ²⁾	0	28.87±0.47 ^a	26.47±0.19 ^b	28.78±0.89 ^a	26.94±0.63 ^b
	4	29.15±0.03 ^a	26.45±0.20 ^c	29.14±0.10 ^a	27.00±0.01 ^b
UFA ²⁾	0	71.13±0.47 ^b	73.53±0.19 ^a	71.22±0.89 ^b	73.06±0.63 ^a
	4	70.85±0.03 ^c	73.55±0.20 ^a	70.86±0.10 ^c	73.00±0.01 ^b
EFA ²⁾	0	30.56±0.70 ^{Ac}	27.07±0.09 ^{Ad}	33.42±0.59 ^{Aa}	31.93±0.40 ^{Ab}
	4	26.91±0.26 ^{Ba}	21.44±0.24 ^{Bb}	22.21±0.36 ^{Bb}	19.91±0.35 ^{Bb}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 142.

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

회수단백질 소시지의 저장기간별 지방산 조성은 Table 149와 같다. 처리 간의 경우 포화지방산은 대조구와 T2가 T1과 T3보다 많아 불포화지방산은 역으로 대조구와 T2가 T1과 T3보다 적었다. 필수지방산은 일정한 경향을 보이지 않았다.

저장기간이 경과함에 따라 포화 및 불포화지방산은 차이가 없었으며, 필수지방산은 모든 처리구들이 저장초기에 비해 저장말기에 감소하였다.

Table 150. Amino acid compositions (%) of recovered protein sausage

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Aspartic acid	0	1.41±0.10 ^{Bb}	1.64±0.02 ^{Aa}	1.59±0.03 ^a	1.62±0.03 ^a
	4	1.59±0.03 ^{Ab}	1.59±0.01 ^{Bb}	1.61±0.01 ^{ab}	1.63±0.01 ^a
Threonine ^{*, 3)}	0	0.63±0.03 ^{Bb}	0.75±0.03 ^a	0.74±0.02 ^a	0.73±0.01 ^a
	4	0.75±0.01 ^{Aab}	0.74±0.01 ^b	0.74±0.00 ^{ab}	0.76±0.01 ^a
Serine ³⁾	0	0.53±0.02 ^{Bc}	0.64±0.01 ^a	0.63±0.01 ^{ab}	0.61±0.01 ^{Bb}
	4	0.64±0.01 ^{Aab}	0.63±0.00 ^b	0.63±0.00 ^{ab}	0.66±0.02 ^{Aa}
Glutamic acid ²⁾	0	2.41±0.16 ^{Bb}	2.73±0.04 ^a	2.77±0.09 ^a	2.76±0.04 ^a
	4	2.79±0.04 ^A	2.77±0.05	2.77±0.02	2.82±0.01
Proline	0	0.67±0.02 ^{Bb}	0.70±0.03 ^{ab}	0.70±0.01 ^{ab}	0.71±0.01 ^{Aa}
	4	0.72±0.03 ^{Aa}	0.67±0.01 ^b	0.67±0.03 ^b	0.68±0.01 ^{Bb}
Glycine ³⁾	0	0.64±0.05 ^{Bb}	0.89±0.04 ^{Aa}	0.85±0.03 ^a	0.83±0.11 ^a
	4	0.87±0.02 ^{Aa}	0.79±0.00 ^{Bc}	0.83±0.02 ^b	0.75±0.01 ^d
Alanine ³⁾	0	0.79±0.07 ^{Bb}	0.99±0.02 ^{Aa}	0.97±0.02 ^{Aa}	0.94±0.02 ^a
	4	0.95±0.02 ^A	0.94±0.00 ^B	0.94±0.01 ^B	0.95±0.02
Valine [*]	0	0.91±0.02 ^{Bc}	1.09±0.01 ^a	1.06±0.01 ^{Bb}	1.06±0.01 ^b
	4	1.07±0.02 ^A	1.07±0.02	1.09±0.00	1.07±0.01
Isoleucine [*]	0	0.86±0.03 ^{Bb}	1.00±0.02 ^a	1.01±0.03 ^a	1.02±0.01 ^a
	4	0.99±0.01 ^{Ab}	0.98±0.01 ^b	1.02±0.01 ^a	1.02±0.01 ^a
Leucine [*]	0	1.44±0.08	1.41±0.04	1.40±0.03	1.42±0.01
	4	1.39±0.02 ^b	1.38±0.02 ^b	1.40±0.00 ^b	1.43±0.02 ^a
Tyrosine ⁴⁾	0	0.47±0.04 ^{Bb}	0.55±0.01 ^a	0.54±0.01 ^{Ba}	0.55±0.00 ^a
	4	0.56±0.01 ^{Aab}	0.55±0.01 ^{ab}	0.58±0.00 ^{Aa}	0.56±0.02 ^b
Phenylalanine [*]	0	0.54±0.02 ^{Bb}	0.68±0.02 ^a	0.69±0.06 ^a	0.64±0.01 ^a
	4	0.70±0.05 ^A	0.66±0.00	0.67±0.01	0.66±0.01
Histidine [*]	0	0.70±0.02 ^{Bc}	0.80±0.01 ^a	0.76±0.03 ^b	0.72±0.01 ^c
	4	0.88±0.03 ^{Aa}	0.80±0.00 ^b	0.76±0.01 ^c	0.71±0.01 ^d

Table 150. Continued

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Lysine*	0	1.22±0.03 ^{Bb}	1.54±0.00 ^a	1.53±0.06 ^a	1.54±0.02 ^{Aa}
	4	1.55±0.02 ^{Aa}	1.54±0.01 ^a	1.56±0.02 ^a	1.49±0.01 ^{Bb}
Arginine*	0	0.73±0.06 ^{Bb}	1.09±0.02 ^a	1.16±0.04 ^a	1.18±0.03 ^a
	4	1.16±0.03 ^{Aab}	1.13±0.02 ^b	1.16±0.01 ^a	1.16±0.01 ^{ab}
EAA*	0	7.04±0.06 ^{Bb}	8.38±0.03 ^{Aa}	8.35±0.26 ^a	8.30±0.05 ^a
	4	8.49±0.15 ^{Aa}	8.29±0.01 ^{Bb}	8.41±0.03 ^{ab}	8.30±0.09 ^b
FAA ²⁾	0	2.41±0.16 ^{Bb}	2.73±0.04 ^a	2.77±0.09 ^a	2.76±0.04 ^a
	4	2.79±0.04 ^A	2.77±0.05	2.77±0.02	2.82±0.01
STAA ³⁾	0	2.59±0.11 ^{Bb}	3.27±0.08 ^{Aa}	3.19±0.05 ^a	3.11±0.13 ^a
	4	3.20±0.06 ^{Aa}	3.09±0.01 ^{Bb}	3.15±0.02 ^{ab}	3.11±0.06 ^b
AAA ⁴⁾	0	1.01±0.05 ^{Bb}	1.23±0.02 ^a	1.23±0.07 ^a	1.19±0.01 ^a
	4	1.26±0.05 ^A	1.22±0.01	1.25±0.00	1.22±0.03
TAA ⁵⁾	0	13.96±0.23 ^{Bb}	16.51±0.05 ^{Aa}	16.41±0.41 ^a	16.31±0.14 ^a
	4	16.61±0.28 ^{Aa}	16.23±0.07 ^{Bb}	16.44±0.06 ^{ab}	16.35±0.19 ^{ab}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 142.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁵⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

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

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

회수단백질 소시지의 저장기간별 아미노산 조성은 Table 150과 같다. 처리 간의 경우 소시지 제조 직후에는 총아미노산, 필수아미노산(트레오닌, 발린, 이소류신, 류신, 페닐알라닌, 히스티딘, 라이신 및 아르기닌)의 합계, 맛에 관여하는 아미노산인 글루탐산, 단맛을 함유한 아미노산(트레오닌, 세린, 글리신 및 알라닌)의 합계 및 방향족아미노산(티로신 및 페닐알라닌)의 합계는 대조구에 비해 세 처리구들이 많았으나 4주째에는 역으로 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 많았다.

저장기간이 경과함에 따라 대조구는 총아미노산, 필수아미노산, 맛에 관여하는 아미노산, 단맛 함유 아미노산 및 방향족 아미노산 함량은 증가하는 반면, T1은 반대로 총아미노산, 필수아미노산 및 단맛 함유 아미노산 함량은 감소하였다.

Table 151. Sensory score¹⁾ of recovered protein sausage

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾			
		C	T1	T2	T3
Aroma	0	6.50±0.76 ^{AB}	6.75±0.71	6.25±0.71 ^B	6.13±0.83
	2	7.13±0.35 ^{Aa}	7.25±0.46 ^a	7.13±0.64 ^{Aa}	6.38±0.52 ^b
	4	6.00±0.82 ^B	6.71±0.76	6.57±0.79 ^{AB}	6.43±0.79
Flavor	0	7.00±0.93 ^b	7.38±0.52 ^{ab}	7.50±0.53 ^{ab}	7.88±0.83 ^{Aa}
	2	6.88±0.64	7.50±0.53	7.50±0.53	7.25±0.89 ^{AB}
	4	6.57±0.79	7.00±0.82	7.00±0.58	6.86±0.69 ^B
Meat color	0	6.75±0.89 ^{ABa}	6.38±0.52 ^{ab}	5.75±0.89 ^{Bb}	5.75±0.71 ^{Bb}
	2	7.25±0.46 ^{Aab}	6.50±0.53 ^b	7.50±0.53 ^{Aa}	7.13±1.25 ^{Aab}
	4	6.14±0.69 ^B	6.14±0.90	6.43±0.98 ^B	6.14±0.90 ^{AB}
Juiciness	0	6.50±0.53 ^A	7.13±0.99 ^A	7.00±0.53 ^A	6.88±0.99
	2	6.63±0.52 ^A	6.75±0.46 ^{AB}	7.25±0.46 ^A	7.25±1.28
	4	5.71±0.76 ^B	6.29±0.49 ^B	6.29±0.49 ^B	6.14±1.07
Tenderness	0	6.13±0.64 ^{Bb}	6.38±0.92 ^b	7.50±0.53 ^{Aa}	8.25±0.89 ^{Aa}
	2	7.00±0.76 ^A	7.25±0.71	7.38±0.74 ^A	7.13±0.83 ^B
	4	6.14±0.90 ^B	6.57±0.98	6.43±0.53 ^B	6.71±0.95 ^B
Overall acceptability	0	6.88±0.35 ^{AB}	7.00±0.76	7.25±0.46 ^{AB}	7.50±0.76 ^A
	2	7.13±0.35 ^A	7.25±0.46	7.38±0.52 ^A	7.50±1.07 ^A
	4	6.43±0.79 ^B	6.86±0.90	6.71±0.76 ^B	6.57±0.53 ^B

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 142.

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

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

회수단백질 소시지의 저장기간별 관능검사 결과는 Table 151과 같다. 처리 간의 경우 향은 T3가 다른 세 구들에 비해 낮았다. 맛은 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 육색, 다즙성 및 전체적 기호도는 처리 간에 차이가 없었다. 연도는 T2와 T3가 대조구와 T1보다 높았다.

저장기간이 경과함에 따라 향, 육색은 2주째 가장 높았으나 저장초기와 저장말기 간에는 차이가 없었다. 맛, 다즙성, 연도 및 전체적 기호도는 저장초기에 비해 저장말기에 감소하였다.

Table 152. TBARS and VBN of recovered protein sausage

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
TBARS (mg/kg)	0	0.35±0.15 ^{Ab}	0.46±0.03 ^{Aab}	0.49±0.05 ^{Aab}	0.59±0.03 ^{Aa}
	2	0.23±0.02 ^{ABb}	0.39±0.07 ^{ABa}	0.39±0.06 ^{Aa}	0.42±0.09 ^{Ba}
	4	0.13±0.01 ^{Bb}	0.25±0.10 ^{Ba}	0.26±0.02 ^{Ba}	0.33±0.01 ^{Ba}
VBN (mg%)	0	2.88±1.65 ^A	2.79±0.42 ^B	3.37±0.70 ^B	2.46±0.68 ^B
	2	9.56±1.55 ^{Aa}	9.29±1.12 ^{Aa}	6.46±1.08 ^{Ab}	6.16±0.87 ^{Ab}
	4	10.49±0.70 ^{Ba}	8.05±1.28 ^{Ab}	6.52±0.16 ^{Ac}	6.23±0.09 ^{Ac}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 142.

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

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

회수단백질 소시지의 저장기간별 지방산패도 및 염기태질소화합물은 Table 152와 같다. 처리 간의 경우 지방산패도는 대조구가 다른 세 처리구들에 비해 낮았으며, 염기태질소화합물은 대조구와 T1이 T2와 T3에 비해 높았다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 구들이 지방산패도는 감소하였으며, 염기태질소화합물은 대조구의 경우 감소하는 반면 나머지 세 처리구들은 저장초기에 비해 저장말기에 증가하였다.

Table 153. Correlation coefficients between quality parameters of recovered protein sausage

Items ¹⁾	Ha	Gu	CF	AA	Th	Se	GA	Gl	Va	Is	Pe	Ly	Ar	EAA	STAA
Gu	0.91														
Ch		0.91													
La			0.95												
Th				0.93											
Se					0.93										
GA				0.94	0.93										
Va					0.90										
Is									0.92						
Ty									0.91						
Ly					0.90				0.95	0.92					
Ar					0.90							0.93			
EAA						0.90	0.90								
FAA				0.94	0.93									0.90	
STAA								0.91	0.92			0.91		0.92	
AAA									0.91			0.92		0.94	0.90

¹⁾ Ha (hardness), Gu (gumminess), Ch (chewiness), CF (crude fat), La (*Lactobacillus*), AA (aspartic acid), Th (threonine), Se (serine), GA (glutamic acid), Gl (glycine), Va (valine), Is (isoleucine), Ty (tyrosine), Pe (penylalanine), Ly (lysine), Ar (arginine), AA (essential amino acid), FAA (flavourous amino acid), STAA (sweet taste amino acid), AAA (aromatic amino acid).

* Level of significance of correlation coefficients : $p < 0.05$.

회수단백질 소시지의 분석항목 간 상관관계는 Table 153과 같다. 경도는 검성 간에, 검성은 씹힘성 간에, 조지방 함량은 유산균 간에, 아스파르트산은 트레오닌 및 글루탐산 간에, 트레오닌은 세린, 글루탐산, 발린, 라이신 및 아르기닌 간에, 발린은 이소루신, 라이신은 티로신 및 이소루신 간에, 필수아미노산은 세린, 글루탐산, 맛 관련 아미노산, 단맛 관련 아미노산 및 방향족 아미노산 간에, 맛 관련 아미노산은 아스파르트산 및 트레오닌 간에, 단맛 관련 아미노산은 글리신, 발린 및 라이신 간에, 방향족 아미노산은 발린, 라이신 및 단맛 관련 아미노산 간에 0.9 이상의 정의 상관관계가 있었다.

소시지 제조 시 돼지등심육만을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 20% 대체한 T1 및 40% 대체한 T2, 60% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면;

대조구의 경우 다른 세 처리구들에 비해 수분 및 조단백질 함량은 많고, 콜레스테롤 함량은 적고, 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성은 높았고, 지방산패도는 낮은 장점을 나타낸 반면 pH 및 전단가는 낮았고, 조지방 함량, 조회분 함량, 가열감량 및 포화지방산은 많고, 명도 및 백색도 낮았고, 총아미노산, 필수아미노산, 맛에 관여하는 아미노산, 단맛을 함유한 아미노산 및 방향족아미노산은 적고, 관능평가의 맛 및 연도는 낮았고, 염기태질소화합물은 많은 단점을 나타내었다.

T1의 경우 다른 세 구들에 비해 조단백질 함량은 많은 장점을 나타낸 반면 관능평가의 연도는 낮았고, 염기태질소화합물은 많은 단점을 나타내었다.

T2의 경우 다른 세 구들에 비해 관능평가의 연도는 높았고, 염기태질소화합물은 적은 장점을 나타낸 반면 조지방 함량 및 포화지방산은 많은 단점을 나타내었다.

T3의 경우 다른 세 구들에 비해 조지방 함량 및 조회분 함량은 적고, 명도, 백색도, pH, 관능평가의 맛과 연도는 높았고, 염기태질소화합물은 적은 장점을 나타낸 반면 수분 및 조단백질 함량은 적고, 적색도 낮았고, 표면경도, 경도, 검성, 씹힘성 및 관능평가의 향은 낮은 단점을 나타내었다.

유통기한은 4주 저장 중에 저장말기에 pH와 가열감량이 약간 증가하는 것

외에 소시지의 품질저하가 현저하지 않아 $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 4주까지 유통이 가능할 것으로 판단된다.

결론적으로 소시지의 품질 특성을 종합적으로 고려할 때 돼지등심육으로 제조한 대조구와 비교 시 폐계가슴육 회수단백질을 20% 및 40%까지 대체하여 제조한 T1과 T2가 차이를 보이지 않아 소시지 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 40%까지는 대체 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 4주까지 가능할 것으로 판단되며, kg당 246원의 원가절감에도 기여하였다.

(3) 작업표준서 정립

(가) LCF 프로그램을 활용한 혼합비율 설정

① 제한조건

㉔ C(등심육만), T1(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 20% 대체), T2(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40%), T3(총 원료육 중량에 대해 폐계가슴육 회수단백질 60%).

㉕ 육 $\geq 85\%$, 지방=20%, F(지방량) $\leq 3\times P$ (단백질량), M(수분량) $\leq 4P+10$.

㉖ T1[$0.2=X2/(X1+X2)$], T2[$0.4=X2/(X1+X2)$], T3[$0.6=X2/(X1+X2)$].

Table 154. Proximate composition and price of material

Items	Materials	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Price (W/kg)
X1	Loin pork	74.8	22.1	3.1	4,000
X2	Spent hens breast recovered protein	79.7	18.0	2.3	4,000
X3	Fat	18.0	—	82.0	500
X4	Ice	—	—	—	10
X5	NPS ¹⁾	—	—	—	200
X6	Polyphosphate	—	—	—	1,500
X7	Sugar	—	—	—	1,000
X8	Mixed spices	—	—	—	9,000
X9	MSG	—	—	—	1,500

¹⁾ NPS (NaCl : NaNO₂ = 99 : 1).

② 배합비

Table 155. Formula of recovered protein sausage

Materials	Treatments			
	C (Substitution ratio)	T1 (20%)	T2 (40%)	T3 (60%)
Loin pork	60.95	50.79	39.62	27.52
Spent hens breast recovered protein	—	12.70	26.41	41.27
Fat	22.33	22.11	22.15	22.19
Ice	14.27	11.95	9.37	6.57
NPS ¹⁾		1.3		
Polyphosphate		0.2		
Sugar		0.5		
Mixed spices		0.4		
MSG		0.05		
Total	99.95	100	100	100
Material cost (W/kg)	3015	3136	3261	3397

¹⁾ NPS (NaCl : NaNO₂ = 99 : 1).

③ 제조공정도

Table 156. Manufacturing process of recovered protein sausage

Process	Machine
Material preparation	Chopper
Emulsification	Silent cutter
Stuffing	Stuffer
Clipping	Clipper
Cooking	Autoclave
Chilling	—
Packaging	Vacuum chamber
Boxing	Taping machine

④ 제조방법

- ㉑ 원부재료 준비 : 등심육 및 지방은 5 mm chopping, 회수단백질은 그대로 활용, 나머지 염지제를 계량하여 준비한다.
- ㉒ 혼화 : Silent cutter를 이용하여 원료육(8℃ 전후)을 Bowl에 펼치고 염지제 (NPS, 인산염, 설탕, MSG)를 투입 시에는 1단을 이용하고 본 cutting 시는 2단으로 한다. 유화물 조직이 백백해져 오면 Ice를 2회에 걸쳐 나누어 넣으면서 cutting을 한다. 2회 Ice 투입과 동시에 약 7℃ 전후 시 지방을 투입하여 총 5분간 cutting한다. 최종 유화물의 온도는 14℃ 이하로 한다.
- ㉓ 충전 : 비통기성 Fibrous casing을 사용 전 60~65℃/30분 침지한 뒤 물기를 완전 제거 후 충전한다.
- ㉔ 결찰 : Clipper로 양끝을 결찰한다.
- ㉕ 열처리 : Autoclave에서 78℃로 중심온도가 74℃에 도달 시 종료한다.
- ㉖ 냉각 : 제품 표면온도가 10℃ 이하 되도록 흐르는 물에 30분 이상 냉각한다.

나) MDCM 회수단백질 소시지 이화학적 특성

- (1) MDCM 회수단백질 소시지 시제품
- (2) MDCM 회수단백질 소시지 이화학적 특성

Table 157. Proximate compositions (%) of recovered protein sausage

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	SE ²⁾
Moisture	61.59 ^C	62.56 ^{AB}	63.27 ^A	62.51 ^B	0.22
Crude protein	16.86 ^A	16.48 ^B	15.61 ^C	15.43 ^C	0.11
Crude fat	19.28 ^{AB}	18.79 ^B	18.89 ^{AB}	19.68 ^A	0.26
Crude ash	2.27 ^{AB}	2.18 ^B	2.23 ^{AB}	2.38 ^A	0.06

¹⁾ Treatments are the same as in Table 144.

²⁾ Pooled standard error.

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

회수단백질 소시지의 일반성분은 Table 157과 같다. 처리 간의 경우 수분은 T2가 가장 많았고 대조구가 가장 적었다. 조단백질 함량은 대조구가 가장 많았고 T2와 T3가 가장 적었다. 조지방 함량 및 조회분 함량은 T3가 가장 많았고 T1이 가장 적었으나 대조구와는 모든 처리구들이 차이를 보이지 않았다.

Table 158. Physico-chemical characteristics of recovered protein sausage

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	SE ²⁾
pH	5.97 ^D	6.17 ^C	6.26 ^B	6.35 ^A	0.02
WHC (%)	99.87	99.81	99.80	99.84	0.03
Cooking loss (%)	5.02 ^B	5.36 ^{AB}	5.96 ^A	5.98 ^A	0.23
Shear force (kg/cm ²)	2.00 ^C	2.78 ^A	2.49 ^B	2.93 ^A	0.06

¹⁾ Treatments are the same as in Table 144.

²⁾ Pooled standard error.

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

회수단백질 소시지의 이화학적 특성은 Table 158과 같다. 처리 간의 경우 pH는 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다. 보수력은 처리 간에 차이가 없었다. 가열감량은 T2와 T3가 가장 많았고 대조구가 가장 적었으나 대조구와 T1 간에는 차이가 없었다. 전단가는 T1과 T3가 가장 높았으며, 대조구가 가장 낮았다.

Table 159. Meat color of recovered protein sausage

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	SE ²⁾
L*	69.78 ^B	71.68 ^B	75.03 ^A	76.92 ^A	0.65
a*	12.99 ^A	12.22 ^A	11.46 ^{AB}	8.87 ^B	0.98
b*	9.92	10.28	9.17	8.30	1.06
W	40.02 ^B	40.83 ^B	47.51 ^{AB}	52.01 ^A	3.26

¹⁾ Treatments are the same as in Table 144.

²⁾ Pooled standard error.

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

회수단백질 소시지의 육색은 Table 159와 같다. 처리 간의 경우 명도는 T2와 T3가 대조구와 T1보다 높았다. 적색도는 대조구와 T1이 가장 높았고 T3가 가장 낮았으나 역으로 백색도는 T3가 가장 높았고 대조구와 T1이 가장 낮아 T3를 제외한 다른 처리구들은 적색도와 백색도 공히 대조구와 차이가 없었다. 황색도는 처리 간에 차이가 없었다.

Table 160. Texture properties of recovered protein sausage

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	SE ²⁾
Brittleness (kg)	0.23 ^A	0.20 ^{AB}	0.17 ^{BC}	0.15 ^C	0.01
Hardness (kg)	0.32 ^A	0.27 ^B	0.23 ^C	0.22 ^C	0.01
Cohesiveness (%)	58.50	58.04	58.22	58.04	0.73
Springiness (mm)	13.62	13.79	13.83	13.68	0.11
Gumminess (kg)	18.80 ^A	15.76 ^B	13.50 ^C	12.98 ^C	0.59
Chewiness (kg,mm)	255.93 ^A	217.36 ^B	186.94 ^C	177.47 ^C	8.16

¹⁾ Treatments are the same as in Table 144.

²⁾ Pooled standard error.

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

회수단백질 소시지의 조직감은 Table 160과 같다. 처리 간의 경우 표면경도는 대조구가 가장 높았고 T3가 가장 낮아 T1을 제외한 두 처리구들은 대조구보다 낮았다. 경도, 검성 및 씹힘성은 대조구가 가장 높았고 T2와 T3가 가장 낮아 모든 처리구들이 대조구보다 낮았다. 응집성 및 탄력성은 처리 간에 차이가 없었다.

Table 161. Gel characteristics of recovered protein sausage

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	SE ²⁾
Breaking force (g)	435.67 ^A	377.33 ^{AB}	328.00 ^{BC}	304.00 ^C	18.04
Deformation (mm)	3.90	3.98	4.22	3.98	0.12
Gel strength (g/cm ²)	2218.83 ^A	1921.74 ^{AB}	1670.49 ^{BC}	1548.26 ^C	91.86
Jelly strength (g*mm)	8654.13 ^A	7655.48 ^{AB}	6986.86 ^{BC}	6167.57 ^C	313.44
Folding test ³⁾	5.00 ^A	4.50 ^A	4.00 ^B	3.33 ^B	0.17

¹⁾ Treatments are the same as in Table 144.

²⁾ Pooled standard error.

³⁾ 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half), 3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

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

회수단백질 소시지의 겔 특성은 Table 161과 같다. 처리 간의 경우 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도는 대조구가 가장 높았고 T3가 가장 낮아 T1을 제외한 두 처리구들은 대조구보다 낮았다. 변형값은 처리 간에 차이가 없었다. 접기시험 결과 대조구와 T1이 T2와 T3보다 높았다.

Table 162. Fatty acid compositions of recovered protein sausage

Fatty acids	Treatments ¹⁾				SE ²⁾
	C	T1	T2	T3	
Myristic acid (C14:0)	1.52	1.37	1.58	1.26	0.14
Palmitic acid (C16:0)	18.78 ^A	17.92 ^{AB}	18.48 ^{AB}	17.47 ^B	0.34
Palmitoleic acid (C16:1)	2.23	1.98	2.28	2.40	0.21
Stearic acid (C18:0)	8.79	9.21	9.10	9.49	0.25
Oleic acid (C18:1)	48.83 ^A	48.25 ^A	46.77 ^B	46.46 ^B	0.32
Linoleic acid (C18:2, n-6)	17.50 ^B	18.82 ^{AB}	20.08 ^A	19.46 ^A	0.42
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	2.35 ^{AB}	2.45 ^{AB}	1.70 ^B	3.46 ^A	0.40
SFA ³⁾	29.09 ^A	28.50 ^{AB}	29.17 ^A	28.22 ^B	0.24
UFA ³⁾	70.91 ^B	71.50 ^{AB}	70.83 ^B	71.78 ^A	0.24
EFA ³⁾	19.85 ^B	21.28 ^{AB}	21.78 ^{AB}	22.92 ^A	0.61
UFA/SFA	2.44 ^B	2.51 ^{AB}	2.43 ^B	2.54 ^A	0.03
EFA/UFA	0.28 ^B	0.30 ^{AB}	0.31 ^A	0.32 ^A	0.01
n-6 fatty acid	19.85 ^B	21.28 ^{AB}	21.78 ^{AB}	22.92 ^A	0.61

¹⁾ Treatments are the same as in Table 144.

²⁾ Pooled standard error.

³⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

회수단백질 소시지의 지방산 조성은 Table 162와 같다. 처리 간의 경우 포화지방산은 대조구와 T2가 가장 많았고 T3가 가장 적었으나 T3를 제외한 두 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 불포화지방산과 불포화지방산/포화지방산 비율은 T3가 가장 많았고 대조구와 T2가 가장 적었으나 T3만이 대조구보다 많았다. 필수지방산과 n-6계열 지방산은 T3가 가장 많았고 대조구가 가장 적었으나 T3만이 대조구보다 많았다. 필수지방산/불포화지방산 비율은 T2와 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮아 T2와 T3가 대조구보다 높았다.

회수단백질 소시지의 관능평가 결과는 Table 163과 같다. 처리 간의 경우 색, 맛, 연도 및 전체적 기호도는 처리 간에 차이가 없었다. 향은 T1이 가장 높았고 T2와 T3가 가장 낮았으나 대조구와는 모든 처리구들이 차이를 보이지 않았다. 다즙성은 T2가 가장 높았고 대조구가 가장 낮아 T2와 T3가 대조구보다 높았다.

Table 163. Sensory score¹⁾ of recovered protein sausage

Treatments ²⁾	C	T1	T2	T3	SE ³⁾
Color	7.00	7.20	6.40	7.20	0.31
Aroma	7.20 ^{AB}	7.60 ^A	6.60 ^B	6.60 ^B	0.30
Flavor	6.80	7.40	6.80	6.60	0.32
Tenderness	7.00	7.00	6.60	7.20	0.32
Juiciness	6.00 ^C	6.60 ^{BC}	8.00 ^A	7.00 ^B	0.23
Overall acceptability	6.80	6.80	7.40	6.80	0.32

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 144.

³⁾ Pooled standard error.

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

Table 164. Correlation coefficients between quality parameters of recovered protein sausage

Items ¹⁾	pH	MCL	MCb	Ha	Gu	Ch	BF	GS	FT	OA
MCW			-0.92							
Ha	-0.96	-0.90								
Gu	-0.96	-0.90		0.99						
Ch	-0.95	-0.90		0.99	1.00					
BF	-0.91									
GS	-0.91						1.00			
JS	-0.92			0.90			0.96	0.96		
CP	-0.91			0.91	0.92	0.93			0.90	
OA							0.93	0.93		
E/U							-0.90	-0.90		-0.91

¹⁾ MCL (meat color lightness), MCb (meat color yellowness), MCW (meat color whiteness), Ha (hardness), Gu (gumminess), Ch (chewiness), BF (breaking force), GS (gel strength), JS (jelly strength), FT (folding test), CP (crude protein), OA (oleic acid), E/U (EFA/UFA).

* Level of significance of correlation coefficients : $p < 0.05$.

회수단백질 소시지의 분석항목 간 상관관계는 Table 164와 같다. 경도와 검성, 씹힘성, 젤리강도 및 조단백질 함량 간에, 검성과 씹힘성 및 조단백질 함량 간에, 씹힘성과 조단백질 함량 간에, 파괴강도와 켈강도, 젤리강도 및 올레산 간에, 켈강도와 젤리강도 및 올레산 간에, 접기시험 결과와 조단백질 함량 간에 0.9 이상의 정의 상관관계가 있는 반면, pH와 경도, 검성, 씹힘성, 파괴강도, 켈강도, 젤리강도 및 조단백질 함량 간에, 명도와 경도, 검성

및 씹힘성 간에, 황색도와 백색도 간에, 필수지방산/불포화지방산 비율은 파괴강도 및 겔강도 간에, 올레산은 필수지방산/불포화지방산 비율 간에 0.9 이상의 부의 상관관계가 있었다.

소시지 제조 시 돼지등심육만을 이용한 대조구, MDCM 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 20% 대체한 T1 및 40% 대체한 T2, 60% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과를 종합적으로 요약하면;

대조구의 경우 다른 세 처리구들에 비해 조단백질 함량은 많고, 가열감량 및 n-6계열 지방산은 적고, 적색도, 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성, 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도, 접기시험 결과는 높았으며, 백색도는 낮은 장점을 나타낸 반면 수분, 불포화지방산 및 필수지방산은 적고, pH, 전단가, 명도, 불포화지방산/포화지방산 비율, 필수지방산/불포화지방산 비율 및 관능평가의 다즙성은 낮았고, 포화지방산은 많은 단점을 나타내었다.

T1의 경우 다른 세 구들에 비해 전단가, 적색도, 접기시험 결과 및 관능평가의 향은 높았고, 조지방 함량 및 조회분 함량은 적고, 백색도는 낮은 장점을 나타낸 반면 명도가 낮은 단점을 나타내었다.

T2의 경우 다른 세 구들에 비해 수분은 많고, 명도, 필수지방산/불포화지방산 비율 및 다즙성은 높은 장점을 나타낸 반면 조단백질 함량 및 불포화지방산은 적고, 불포화지방산/포화지방산 비율은 낮았고, 가열감량 및 포화지방산은 많고, 경도, 검성, 씹힘성, 접기시험 결과 및 향은 낮은 단점을 나타내었다.

T3의 경우 다른 세 구들에 비해 포화지방산이 적어 불포화지방산 및 필수지방산은 많고, 불포화지방산/포화지방산 비율, 필수지방산/불포화지방산 비율, pH, 전단가, 명도는 높은 장점을 나타낸 반면 조단백질 함량은 적고, 조지방 함량, 조회분 함량, 가열감량 및 n-6계열 지방산은 많고, 적색도, 접기시험 결과, 표면경도, 경도, 검성, 씹힘성, 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도는 낮았고, 백색도는 높은 단점을 나타내었다.

결론적으로 소시지의 품질 특성을 종합적으로 고려할 때 돼지등심육만으로 제조한 대조구와 비교 시 MDCM 회수단백질을 20%까지 대체하여 제조한 T1이 오히려 양호하여 소시지 제조 시 MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 20%까지 대체할 수 있을 것으로 판단되며, kg당 236원의 원가절감에도 기여하였다. 다만 MDCM 회수단백질 대체 비율이 증가할수록 지방산 조성면에서는 긍정적으로 작용하였으나 조직감이 떨어지는 단점을 결착제 등으로 해결한다면 60%까지도 대체가 가능할 것으로 판단되며, 이럴 경우 무려 kg당 760원의 원가절감을 할 수 있다.

(3) 작업표준서 정립

(가) LCF 프로그램을 활용한 혼합비율 설정

① 제한조건

㉔ C(등심육만), T1(총 원료육 중량에 대해 MDCM 회수단백질 20% 대체), T2(총 원료육 중량에 대해 MDCM 회수단백질 40%), T3(총 원료육 중량에 대해 MDCM 회수단백질 60%).

㉕ 육 ≥ 85%, 지방 ≤ 20%, F(지방량) ≤ 3×P(단백질량), M(수분량) ≤ 4P+10.

㉖ T1[0.2=X2/(X1+X2)], T2[0.4=X2/(X1+X2)], T3[0.6=X2/(X1+X2)].

Table 165. Proximate composition and price of material

Items	Materials	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Price (W/kg)
X1	Loin pork	75	20	5	4,000
X2	MDCM recovered protein	78	15	6	1,800
X3	Fat	18	—	82	500
X4	Ice	100	—	—	10
X5	NPS ¹⁾	—	—	—	200
X6	Polyphosphate	—	—	—	1,500
X7	Sugar	—	—	—	1,000
X8	MSG	—	—	—	1,500
X9	Mixed spices	—	—	—	16,000
X10	Green paprika	—	—	—	1,500
X11	Red paprika	—	—	—	1,500
X12	Pizza cheese	—	—	—	1,000

¹⁾ NPS (NaCl : NaNO₂ = 99 : 1).

② LCF 계산식

< 대조구 >

!함 ;

$$\min = 4000 \cdot X_1 + 1800 \cdot X_2 + 500 \cdot X_3 + 10 \cdot X_4 + 200 \cdot X_5 + 1500 \cdot X_6 + 1000 \cdot X_7 + 1500 \cdot X_8 + 16000 \cdot X_9 + 3000 \cdot X_{10} + 3000 \cdot X_{11} + 10000 \cdot X_{12} ;$$

!최종수식 ;

$$0.15 \cdot X_1 + 0.15 \cdot X_2 + 0.15 \cdot X_3 - 0.85 \cdot X_5 - 0.85 \cdot X_6 - 0.85 \cdot X_7 - 0.85 \cdot X_8 - 0.85 \cdot X_9 - 0.85 \cdot X_{10} - 0.85 \cdot X_{11} - 0.85 \cdot X_{12} >= 0 ;$$

$$0.15 \cdot X_1 + 0.14 \cdot X_2 - 0.62 \cdot X_3 + 0.2 \cdot X_4 + 0.2 \cdot X_5 + 0.2 \cdot X_6 + 0.2 \cdot X_7 + 0.2 \cdot X_8 +$$

$$\begin{aligned}
&0.2*X_9 + 0.2*X_{10} + 0.2*X_{11} + 0.2*X_{12} \geq 0 ; \\
&X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 100 ; \\
&0.55*X_1 + 0.39*X_2 - 0.82*X_3 \geq 0 ; \\
&0.05*X_1 - 0.1*X_2 - 0.18*X_3 - X_4 \geq -10 ; \\
&X_1 \geq 0 ; X_2 = 0 ; X_3 \geq 0 ; X_4 \geq 0 ; X_5 = 1.4 ; X_6 = 0.2 ; X_7 = 0.5 ; \\
&X_8 = 0.06 ; X_9 = 0.4 ; X_{10} = 1.5 ; X_{11} = 1.5 ; X_{12} = 1.0 ;
\end{aligned}$$

< T1 >

!해 ;

$$\begin{aligned}
\min &= 4000*X_1 + 1800*X_2 + 500*X_3 + 10*X_4 + 200*X_5 + 1500*X_6 + 1000*X_7 + \\
&1500*X_8 + 16000*X_9 + 3000*X_{10} + 3000*X_{11} + 10000*X_{12} ;
\end{aligned}$$

!최종수식 ;

$$\begin{aligned}
&0.15*X_1 + 0.15*X_2 + 0.15*X_3 - 0.85*X_5 - 0.85*X_6 - 0.85*X_7 - 0.85*X_8 - 0.85*X_9 \\
&- 0.85*X_{10} - 0.85*X_{11} - 0.85*X_{12} \geq 0 ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&0.15*X_1 + 0.14*X_2 - 0.62*X_3 + 0.2*X_4 + 0.2*X_5 + 0.2*X_6 + 0.2*X_7 + 0.2*X_8 + \\
&0.2*X_9 + 0.2*X_{10} + 0.2*X_{11} + 0.2*X_{12} \geq 0 ;
\end{aligned}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 100 ;$$

$$0.55*X_1 + 0.39*X_2 - 0.82*X_3 \geq 0 ;$$

$$0.05*X_1 - 0.1*X_2 - 0.18*X_3 - X_4 \geq -10 ;$$

$$0.2*X_1 = 0.8*X_2 ;$$

$$X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0 ; X_3 \geq 0 ; X_4 \geq 0 ; X_5 = 1.4 ; X_6 = 0.2 ; X_7 = 0.5 ;$$

$$X_8 = 0.06 ; X_9 = 0.4 ; X_{10} = 1.5 ; X_{11} = 1.5 ; X_{12} = 1.0 ;$$

< T2 >

!해 ;

$$\begin{aligned}
\min &= 4000*X_1 + 1800*X_2 + 500*X_3 + 10*X_4 + 200*X_5 + 1500*X_6 + 1000*X_7 + \\
&1500*X_8 + 16000*X_9 + 3000*X_{10} + 3000*X_{11} + 10000*X_{12} ;
\end{aligned}$$

!최종수식 ;

$$\begin{aligned}
&0.15*X_1 + 0.15*X_2 + 0.15*X_3 - 0.85*X_5 - 0.85*X_6 - 0.85*X_7 - 0.85*X_8 - 0.85*X_9 \\
&- 0.85*X_{10} - 0.85*X_{11} - 0.85*X_{12} \geq 0 ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&0.15*X_1 + 0.14*X_2 - 0.62*X_3 + 0.2*X_4 + 0.2*X_5 + 0.2*X_6 + 0.2*X_7 + 0.2*X_8 + \\
&0.2*X_9 + 0.2*X_{10} + 0.2*X_{11} + 0.2*X_{12} \geq 0 ;
\end{aligned}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 100 ;$$

$$0.55*X_1 + 0.39*X_2 - 0.82*X_3 \geq 0 ;$$

$$0.05*X_1 - 0.1*X_2 - 0.18*X_3 - X_4 \geq -10 ;$$

$$0.4*X_1 = 0.6*X_2 ;$$

$$X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0 ; X_3 \geq 0 ; X_4 \geq 0 ; X_5 = 1.4 ; X_6 = 0.2 ; X_7 = 0.5 ;$$

$$X_8 = 0.06 ; X_9 = 0.4 ; X_{10} = 1.5 ; X_{11} = 1.5 ; X_{12} = 1.0 ;$$

< T3 >

!햄 ;

$$\min = 4000*X_1 + 1800*X_2 + 500*X_3 + 10*X_4 + 200*X_5 + 1500*X_6 + 1000*X_7 + 1500*X_8 + 16000*X_9 + 3000*X_{10} + 3000*X_{11} + 10000*X_{12} ;$$

!최종수식 ;

$$0.15*X_1 + 0.15*X_2 + 0.15*X_3 - 0.85*X_5 - 0.85*X_6 - 0.85*X_7 - 0.85*X_8 - 0.85*X_9 - 0.85*X_{10} - 0.85*X_{11} - 0.85*X_{12} \geq 0 ;$$

$$0.15*X_1 + 0.14*X_2 - 0.62*X_3 + 0.2*X_4 + 0.2*X_5 + 0.2*X_6 + 0.2*X_7 + 0.2*X_8 + 0.2*X_9 + 0.2*X_{10} + 0.2*X_{11} + 0.2*X_{12} \geq 0 ;$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 100 ;$$

$$0.55*X_1 + 0.39*X_2 - 0.82*X_3 \geq 0 ;$$

$$0.05*X_1 - 0.1*X_2 - 0.18*X_3 - X_4 \geq -10 ;$$

$$0.6*X_1 = 0.4*X_2 ;$$

$$X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0 ; X_3 \geq 0 ; X_4 \geq 0 ; X_5 = 1.4 ; X_6 = 0.2 ; X_7 = 0.5 ;$$

$$X_8 = 0.06 ; X_9 = 0.4 ; X_{10} = 1.5 ; X_{11} = 1.5 ; X_{12} = 1.0 ;$$

③ 배합비

Table 166. Formula of recovered protein sausage

Materials	Treatments			
	C (Substitution ratio)	T1 (20%)	T2 (40%)	T3 (60%)
Loin pork	63.44	52.43	40.67	28.07
MDCM recovered protein	0	13.11	27.11	42.11
Fat	20.52	20.23	19.93	19.60
Ice	9.45	7.67	5.74	3.67
NPS ¹⁾		1.4		
Polyphosphate		0.2		
Sugar		0.5		
MSG		0.06		
Mixed spices		0.4		
Green paprika		1.5		
Red paprika		1.5		
Pizza cheese		1.0		
Total	100.51	100.54	100.55	100.55
Material cost (W/kg)	3229	2993	2741	2469

¹⁾ NPS (NaCl : NaNO₂ = 99 : 1).

④ 제조공정도

Table 167. Manufacturing process of recovered protein sausage

Process	Machine
Material preparation	Chopper
Emulsification	Silent cutter
Stuffing	Stuffer
Clipping	Clipper
Cooking	Autoclave
Chilling	-
Packaging	Vacuum chamber
Boxing	Taping machine

⑤ 제조방법

- ㉑ 원부재료 준비 : 등심육 및 지방은 5 mm chopping, 회수단백질은 그대로 활용, 나머지 염지제를 계량하여 준비한다.
- ㉒ 혼화 : Silent cutter를 이용하여 원료육(8℃ 전후)을 Bowl에 펼치고 염지제(NPS, 인산염, 설탕, MSG)를 투입 시에는 1단을 이용하고 본 cutting 시는 2단으로 한다. 유화물 조직이 뽁뽁해져 오면 Ice를 2회에 걸쳐 나누어 넣으면서 cutting을 한다. 2회 Ice 투입과 동시에 약 7℃ 전후 시 지방을 투입하여 총 5분간 cutting한다. 최종 유화물의 온도는 14℃ 이하로 한다.
- ㉓ 충전 : 비통기성 Fibrous casing을 사용 전 60~65℃/30분 침지한 뒤 물기를 완전 제거 후 충전한다.
- ㉔ 결찰 : Clipper로 양끝을 결찰한다.
- ㉕ 열처리 : Autoclave에서 78℃로 중심온도가 74℃에 도달 시 종료한다.
- ㉖ 냉각 : 제품 표면온도가 10℃ 이하 되도록 흐르는 물에 30분 이상 냉각한다.

3) 요약

가) 소시지 제조 시 돼지등심육만을 이용한 대조구, 폐계가슴육 회수단백질을 결합육으로 총 원료육 중량에 대해 20% 대체한 T1 및 40% 대체한 T2, 60% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과 돼지등심육으로 제조한 대조구와 비교 시 폐계가슴육 회수단백질을 20% 및 40%까지 대체하여 제조한 T1과 T2가 차이를 보이지 않아 소시지 제조 시 폐계가슴육 회수단백질을 총 원료육 중량에 대해 40%까지는 대체 가능하며, 냉장온도에서의 유통기한은 4주까지 가능할 것으로 판단되며, kg당 246원의 원가절감에도 기여하였다.

나) 소시지 제조 시 돼지등심육만을 이용한 대조구, MDCM 회수단백질을 결합육으로 총 원료육 중량에 대해 20% 대체한 T1 및 40% 대체한 T2, 60% 대체한 T3에 대한 품질 특성을 비교한 결과 돼지등심육만으로 제조한 대조구와 비교 시 MDCM 회수단백질을 20%까지 대체하여 제조한 T1이 오히려 양호하여 소시지 제조 시 MDCM 회수단백질을 총 원료 중량에 대해 20%까지 대체할 수 있을 것으로 판단되며, kg당 236원의 원가 절감에도 기여하였다. 다만 MDCM 회수단백질 대체 비율이 증가할수록 지방산 조성면에서는 긍정적으로 작용하였으나 조직감이 떨어지는 단점을 결합제 등으로 해결한다면 60%까지도 대체가 가능할 것으로 판단되며, 이럴 경우 무려 kg당 760원의 원가절감을 할 수 있다.

나. 기능성 소시지 개발(3차 년도)

1) 재료 및 방법

가) 기능성 소시지 실험설계

Table 168. Formula of recovered protein sausage

Materials	%	g								
		SC	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	
Ham	72.4	3620				2172				
Spent hens breast recovered protein	-	-				1448				
Backfat	11.2	560				560				
Ice	13.8	690				690				
NPS	1.4	70				70				
Phosphate	0.2	10				10				
Sugar	0.5	25				25				
MSG	0.06	3				3				
Mixed spices	0.4	20				20				
Cordyceps powder	-	-	-	5g	-	-	2.5	2.5	-	
Silkworm cocoon powder	-	-	-	-	5g	-	2.5	-	2.5	
CLA	-	-	-	-	-	5g	-	2.5	2.5	
Total	99.96	4,975								

* 햄육 대비 40% 폐계가슴육 회수단백질로 대체

나) 제조공정도

공 정 명	사 용 기 계
원부재료 준비	Chopper
가 공 혼 화	Silent Cutter
충 전	Stuffer
결 찰	Clipper
열 처 리	Autoclave, 자숙기
냉 각	-
포 장	Vacuum Chamber
박 심	Taping Machine

다) Formula

원부재료명	구성비(%)	비 고
햄 육	72.4	
지 방	11.2	
I C E	13.8	* 햄육100%, 지방 15%, 수분 4P + 10
N P S	1.4	* NPS (NaCl : NaNO ₂ = 99.0 : 1.0)
인 산 염	0.2	향신료 : 송림(S - 1199)
설탕	0.5	
M S G	0.06	
향 신 료	0.4	
계	99.96	

라) 공정별 작업 표준

(1) 원부재료 준비

(가) 햄육, 지방은 5mm Chopping하고 폐계가슴육 회수단백질을 상온에서 6시간 녹인 후 깨서 5mm Chopping한다.

(나) 나머지 염지제는 계량하여 준비

(2) 가공혼화 : 아래 ①-③까지 공정별 시간을 기록하여 8개 처리구 모두 동일한 시간 조건으로 통일하여 Cutting한다.

(가) 햄육 및 폐계가슴육 회수단백질을 Silent cutter bowl에 깔고 1단으로 Cutting하면서 염지제(NPS, 인산염, 설탕, MSG)를 투입한 후 2단에서 백백해질 때까지 Cutting한다.

(나) 1/2 Ice를 투입하여 다시 백백해질 때까지 Cutting 한다.

(다) 1/2 Ice를 투입하고 이어서 5℃ 전후 시 지방과 향신료를 투입하여 Cutting 하며 총 소요시간은 10분, 유회물의 최종 온도는 14℃ 이하에서 종료한다.

- (3) 충전
 (가) 한 쪽을 Clipping한 Fibrous 유색(2G, 15cm)은 사용전 60~65°C/30분 침지 한 뒤 물기를 완전 제거 후 사용한다.
- (4) 결찰
 (가) Clipper 로 나머지 한쪽을 Clipping한다.
- (5) 열처리
 (가) Autoclave에서 Cooking 온도 78°C(중심온도 74°C 도달 시 종료, 약 60분 소요)
- (6) 냉각
 (가) 제품 표면온도 10°C 이하 되도록 흐르는 물에 30분 이상 냉각
- (7) 포장
 (가) 나이론 삼방 진공포장
- 마) 분석항목 : 일반성분, pH, 보수력(가열전 시료), 가열감량(가열전 시료), 육색, 전단가, 조직감(전항목), 관능검사(향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적 기호도)
- 바) 기능성소시지 현장시제(C, B1, M1)

Table 169. Formula of recovered protein sausage

Materials	Treatments		
	C	B1	M1
Ham	73.0	43.8	43.8
Spent hens breast recovered protein	—	29.2	—
MDCM recovered protein	—	—	29.2
Backfat		11.3	
Ice		13.0	
NPS		1.4	
Phosphate		0.2	
Sugar		0.5	
MSG		0.1	
Mixed spices		0.5	
Total		100	

사) 기능성소시지 현장시제(B2 B3 B4)

Table 170. Formula of recovered protein sausage

Materials	Treatments		
	B2	B3	B4
Ham		43.8	
Spent hens breast recovered protein		29.2	
Backfat		11.3	
Ice		13.0	
NPS		1.4	
Phosphate		0.2	
Sugar		0.5	
MSG		0.1	
Mixed spices		0.5	
Total		100	
Silkworm cocoon powder	0.1	—	0.05
CLA	—	0.1	—
Cordyceps powder	—	—	0.05

아) 기능성소시지 현장시제품(M2 M3 M4) 이화학적 특성 및 유통기한 설정

Table 171. Formula of recovered protein sausage

Materials	Treatments		
	M2	M3	M4
Ham		43.8	
MDCM recovered protein		29.2	
Backfat		11.3	
Ice		13.0	
NPS		1.4	
Phosphate		0.2	
Sugar		0.5	
MSG		0.1	
Mixed spices		0.5	
Total		100	
Silkworm cocoon powder	0.1	—	0.05
CLA	—	0.1	—
Cordyceps powder	—	—	0.05

- (1) 포장방법 : 비통기성 Fibrous 유색(2G)
- (2) 저장 조건 : $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ (제조직후, 2, 4, 6주)
- (3) 측정항목 : 일반성분, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감, 관능검사 (Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), TBARS, VBN, 총세균수, 대장균수 및 유산균수

2) 결과 및 고찰

가) 폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 소시지의 이화학적 특성

Table 172. Proximate compositions (%)

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		SC	ST1	SE
Moisture	0	68.11	68.71 ^a	0.21
	4	67.94 ^A	66.53 ^{Bb}	0.39
	SE	0.19	0.53	
Crude protein	0	16.79	16.85	0.07
	4	16.57	16.65	0.14
	SE	0.11	0.13	
Crude fat	0	12.61	14.48	0.74
	4	11.86	12.91	0.31
	SE	0.58	0.48	
Crude ash	0	2.19	2.05	0.05
	4	2.29 ^A	2.05 ^B	0.06
	SE	0.03	0.04	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 소시지의 일반성분은 Table 172에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 수분 및 조회분 함량은 낮게 나타났으나, 조단백질 함량 및 조지방 함량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 처리구는 수분 함량이 낮아졌다.

Table 173. Physico-chemical characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		SC	ST1	SE
pH	0	5.96 ^{Bb}	6.12 ^{Ab}	0.04
	4	6.01 ^{Ba}	6.19 ^{Aa}	0.04
	SE	0.01	0.02	
WHC(%)	0	77.51	81.40	2.76
	4	73.67	76.99	1.48
	SE	1.45	2.85	
Cooking loss(%)	0	15.89	12.51	1.67
	4	15.57	13.87	0.54
	SE	1.50	0.45	
Shear force (kg/cm ²)	0	0.70 ^b	0.64 ^b	1.67
	4	0.88 ^a	0.93 ^a	0.54
	SE	1.50	0.45	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 소시지의 이화학적 특성은 Table 173에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 pH는 높게 나타났으나 보수력, 가열감량 및 전단가는 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 pH와 전단가는 두 구 모두 높아졌다.

Table 174. Meat color and fat color

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		SC	ST1	SE
L*	0	78.12 ^B	80.46 ^A	0.54
	4	78.02 ^B	80.96 ^A	0.68
	SE	0.17	0.17	
a*	0	12.12 ^A	9.96 ^B	0.49
	4	11.69 ^A	9.89 ^B	0.43
	SE	0.18	0.05	
b*	0	2.53 ^B	3.21 ^A	0.16
	4	3.09	3.32	0.21
	SE	0.24	0.07	
W	0	70.53	70.84	0.19
	4	68.75	71.01	0.84
	SE	0.78	0.21	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 소시지의 제품색은 Table 174에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 명도와 황색도는 높게 나타났으나, 적색도는 낮게 나타났다. 백색도는 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 모든 육색 항목에서 유의적인 차이가 없었다.

Table 175. Gel characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		SC	ST1	SE
Breaking force (g)	0	420.00 ^A	312.00 ^{Bb}	24.73
	4	445.67 ^A	329.00 ^{Ba}	26.22
	SE	7.83	4.62	
Deformation (mm)	0	6.25	6.23	1.12
	4	5.13	4.95	0.08
	SE	0.84	0.83	
Gel strength (g/cm ²)	0	2139.04 ^A	1589.00 ^{Bb}	125.95
	4	2269.76 ^A	1675.58 ^{Ba}	133.54
	SE	39.90	23.51	
Jelly strength (g*mm)	0	2635.75	1962.13	460.07
	4	2287.33 ^A	1628.80 ^B	149.47
	SE	357.47	271.07	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 계맛소시지의 겔특성은 Table 175에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 파괴강도, 쥬강도 및 쥬리강도는 낮게 나타났으나 변형값은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 처리구의 경우 파괴강도와 쥬강도는 높아졌다.

Table 176. Texture properties

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		SC	ST1	SE
Hardness (kg)	0	0.39 ^A	0.26 ^B	0.03
	4	0.36 ^A	0.27 ^B	0.02
	SE	0.01	0.01	
Brittleness (kg)	0	0.30	0.16 ^b	0.04
	4	0.24	0.21 ^a	0.01
	SE	0.03	0.01	
Cohesiveness (%)	0	0.65	0.65	0.02
	4	0.67	0.58	0.03
	SE	0.02	0.02	
Springiness (mm)	0	1.00	1.02	0.01
	4	1.01	1.01	0.01
	SE	0.01	0.01	
Gumminess (kg)	0	0.25 ^A	0.16 ^B	0.02
	4	0.24 ^A	0.16 ^B	0.02
	SE	0.01	0.00	
Chewiness (kg,mm)	0	0.25 ^A	0.17 ^B	0.02
	4	0.25 ^A	0.16 ^B	0.02
	SE	0.01	0.00	1)
Adhesiveness	0	0.16 ^A	0.11 ^{Bb}	0.01
	4	0.14	0.13 ^a	0.00
	SE	0.01	0.01	

Treatments are the same as in Table 168.

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 소시지의 조직감은 Table 176에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 경도, 검성, 씹힘성 및 부착성은 낮게 나타났으나, 표면경도, 응집성 및 탄력성은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 처리구의 경우 표면경도와 부착성이 높아졌다.

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 소시지의 관능평가 결과는 Table 177에 나타내었다. 처리 간에는 모든 관능평가 항목에서 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 다즙성은 두 구 모두 낮아졌다.

Table 177. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾		
		SC	ST1	SE
Color	0	5.83	6.33	0.25
	4	6.58	6.10	0.18
	SE	0.22	0.22	
Aroma	0	6.50	6.33	0.24
	4	5.67	5.40	0.21
	SE	0.27	0.23	
Flavor	0	6.67	6.33	0.19
	4	6.17	6.00	0.08
	SE	0.19	0.11	
Tenderness	0	6.67	6.50	0.11
	4	6.08	6.30	0.18
	SE	0.20	0.13	
Juiciness	0	6.50 ^a	6.33 ^a	0.22
	4	5.58 ^b	5.90 ^b	0.13
	SE	0.23	0.23	
Overall acceptability	0	6.67	6.33	0.19
	4	5.92	5.90	0.16
	SE	0.22	0.18	

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 168.

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

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

Table 178. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾		
		SC	ST1	SE
TBARS (mg/100g)	0	1.86	1.91 ^a	0.03
	4	1.79	1.74 ^b	0.04
	SE	0.04	0.05	
VBN (mg%)	0	82.13 ^b	76.53 ^b	2.61
	4	143.50 ^a	117.18 ^a	8.12
	SE	14.91	9.22	
TPC (log ₁₀ CFU)	0	1.90 ^b	1.70 ^b	0.10
	4	6.05 ^{Ba}	6.49 ^{Aa}	0.10
	SE	0.93	1.07	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	0	2.39 ^b	2.53 ^b	0.05
	4	4.85 ^{Ba}	5.32 ^{Aa}	0.11
	SE	0.55	0.63	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

폐계가슴육 회수단백질 대체에 따른 소시지의 저장성은 Table 178에 나타내었다. 처리 간 비교 시 대조구보다 처리구가 총세균수와 대장균수는 높게 나타난 반면 지방산패도와 휘발성염기태질소화합물은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 지방산패도는 처리구에서 낮아졌으며, 휘발성염기태질소화합물, 총세균수 및 대장균수는 두 구 모두 높아졌다.

햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40% 대체에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면

처리 간 비교 시 대조구에 비해 처리구가 pH와 명도는 높았고, 조회분 함량은 낮은 장점을 지닌 반면 황색도, 총세균수 및 대장균수는 높았고 수분, 적색도, 파괴강도, 젤강도, 젤리강도, 경도, 검성, 씹힘성 및 부착성은 낮은 단점을 나타내었다. 조단백질 함량, 조지방 함량, 보수력, 가열감량, 전단가, 백색도, 변형값, 표면경도, 응집성, 탄력성, 관능평가 전 항목, 지방산패도 및 휘발성염기태질소화합물은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다.

저장기간 경과로 처리구는 파괴강도, 젤강도, 표면경도 및 부착성은 높아지고, 수분 함량은 낮아졌다. 다만 두 구 모두 pH, 전단가, 휘발성염기태질소화합물, 총세균수 및 대장균수는 높아졌고, 관능평가의 다즙성 및 지방산패도는 낮아졌다.

결론적으로 소시지 제조 시 햄육의 40%를 폐계가슴육 회수단백질로 대체 시 세균수가 높았고 조직감 항목들이 낮은 단점을 보완한다면 보수력, 전단가, 탄력성, 지방산패도, 휘발성염기태질소화합물 및 관능검사 결과에는 차이가 없으면서 밝은 제품 생산이 가능한 것으로 판단된다.

나) 단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 이화학적 특성

단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 일반성분은 Table 179에 나타내었다. 처리 간 비교 시 수분은 ST2와 SC3가 ST4보다 높게 나타났으며, 조회분 함량은 ST2가 ST3와 ST4보다 높게 나타났다. 조단백질 함량과 조지방 함량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 ST2에서 조회분 함량이 높아졌으며, ST3에서 수분 함량이 낮아졌다.

Table 179. Proximate compositions (%)

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST2	ST3	ST4	
Moisture	0	68.54	68.91 ^a	68.39	0.51
	4	67.73 ^A	66.88 ^{Ab}	64.64 ^B	0.52
	SE	0.31	0.51	1.15	
Crude protein	0	16.73	16.59	17.28	0.19
	4	17.35	17.23	16.72	0.16
	SE	0.21	0.25	0.22	
Crude fat	0	12.43	14.18	13.18	0.74
	4	11.45	12.04	11.59	0.18
	SE	0.41	0.79	0.90	
Crude ash	0	1.91 ^{Ab}	2.25 ^B	2.21 ^B	0.06
	4	2.07 ^a	2.11	2.17	0.03
	SE	0.05	0.05	0.02	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 이화학적 특성은 Table 180에 나타내었다. 처리 간 비교 시 pH와 가열감량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 보수력과 전단가는 ST3와 ST4가 ST2보다 높게 나타났다. 저장기간 경과로 pH는 세 처리구 모두 높아졌으며, 전단가는 ST2에서 높아졌다.

Table 180. Physico-chemical characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST2	ST3	ST4	
pH	0	6.11 ^b	6.12 ^b	6.12 ^b	0.00
	4	6.16 ^a	6.17 ^a	6.19 ^a	0.01
	SE	0.01	0.01	0.02	
WHC(%)	0	74.50	78.86	75.40	1.93
	4	66.91 ^B	74.91 ^A	72.41 ^A	1.40
	SE	2.57	2.10	1.54	
Cooking loss(%)	0	12.46	12.96	13.11	0.29
	4	13.11	12.35	14.75	0.52
	SE	0.37	0.46	0.58	
Shear force (kg/cm ²)	0	0.71 ^{Bb}	0.97 ^A	0.93 ^A	0.04
	4	1.03 ^a	1.09	1.01	0.08
	SE	0.07	0.11	0.06	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

Table 181. Meat color and fat color

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST2	ST3	ST4	
L*	0	80.68 ^B	82.03 ^A	80.73 ^B	0.25
	4	80.21 ^B	81.71 ^A	82.05 ^A	0.35
	SE	0.29	0.12	0.39	
a*	0	9.85 ^B	10.13 ^A	10.22 ^A	0.07
	4	9.51	8.97	9.40	0.21
	SE	0.13	0.35	0.26	
b*	0	3.85 ^A	3.27 ^B	3.30 ^B	0.10
	4	4.00	3.91	3.79	0.17
	SE	0.07	0.24	0.20	
W	0	69.12 ^B	72.21 ^A	70.84 ^A	0.49
	4	68.21	69.99	70.69	0.74
	SE	0.47	0.81	0.70	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

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

단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 제품색은 Table 181에 나타내었다. 처리 간 비교 시 명도, 적색도 및 백색도는 ST3와 ST4가 ST2보다 높게 나타났으나, 황색도는 반대로 ST2가 ST3와 ST4보다 높게 나타났다. 저장기간 경과로 모든 색 항목은 유의적인 차이가 없었다.

Table 182. Gel characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST2	ST3	ST4	
Breaking force (g)	0	273.67 ^{Cb}	313.00 ^B	360.00 ^A	13.02
	4	291.33 ^{Ca}	325.67 ^B	343.00 ^A	7.91
	SE	4.85	4.83	6.03	
Deformation (mm)	0	7.67	8.03	5.00	0.83
	4	5.12	5.58	5.45	0.14
	SE	0.91	0.96	0.21	
Gel strength (g/cm ²)	0	1390.38 ^{Cb}	1594.10 ^B	1836.86 ^A	67.43
	4	1483.75 ^{Ca}	1658.61 ^B	1746.89 ^A	40.26
	SE	25.68	24.59	31.76	
Jelly strength (g*mm)	0	2085.47	2490.20	1804.00	216.02
	4	1487.33 ^B	1818.55 ^A	1868.38 ^A	67.87
	SE	226.45	271.85	78.40	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 겔특성은 Table 182에 나타내었다. 처리 간 비교 시 파괴강도, 겔강도 및 젤리강도는 ST4 > ST3 > ST2 순이었다. 변형값은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 ST2의 경우 파괴강도와 겔강도는 높아졌다.

단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 조직감은 Table 183에 나타내었다. 처리 간 비교 시 경도, 표면경도, 검성, 씹힘성 및 부착성은 ST4가 가장 높았고 ST2가 가장 낮게 나타났다. 탄력성은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 ST2는 경도가 높아졌고, ST3는 경도, 응집성, 검성, 씹힘성 및 부착성이 높아졌다.

단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 관능평가 결과는 Table 184에 나타내었다. 처리 간에 모든 관능평가 항목에서 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 다즙성은 세 처리 구 모두 낮아졌다.

단일 기능성 물질 첨가에 따른 소시지의 저장성은 Table 185에 나타내었다. 처리 간 비교 시 지방산패도는 ST3>ST4>ST2 순이었으며, 휘발성염기태질소화합물은 ST4가 ST2와 ST3보다 높게 나타났다. 총세균수는 제조직후에는 ST2와 ST3가 ST4보다 높았으나 저장 4주차에는 ST4의 세균 증식이 빨라 ST4>ST2>ST3 순이었다. 대장균수 역시 ST4>ST2>ST3 순이었다. 저장기간 경과로 지방산패도는 ST3와 ST4에서 낮아진 반면 휘발성염기태질소화합물, 총세균수 및 대장균수는 세 구 모두 높아졌다.

Table 183. Texture properties

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST2	ST3	ST4	
Hardness (kg)	0	0.23 ^{Bb}	0.23 ^{Bb}	0.29 ^A	0.01
	4	0.25 ^{Ba}	0.28 ^{Aa}	0.30 ^A	0.01
	SE	0.01	0.01	0.00	
Brittleness (kg)	0	0.15 ^B	0.15 ^B	0.19 ^A	0.01
	4	0.15 ^B	0.17 ^A	0.18 ^A	0.01
	SE	0.00	0.01	0.00	
Cohesiveness (%)	0	0.60 ^A	0.52 ^{Bb}	0.59 ^A	0.01
	4	0.61	0.61 ^a	0.60	0.01
	SE	0.01	0.02	0.01	
Springiness (mm)	0	1.00	1.00	1.00	0.00
	4	1.01	1.01	1.01	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	
Gumminess (kg)	0	0.14 ^B	0.12 ^{Cb}	0.18 ^A	0.01
	4	0.15 ^B	0.17 ^{Aa}	0.18 ^A	0.00
	SE	0.01	0.01	0.00	
Chewiness (kg,mm)	0	0.14 ^B	0.12 ^{Cb}	0.17 ^A	0.01
	4	0.15 ^B	0.17 ^{ABa}	0.18 ^A	0.01
	SE	0.01	0.01	0.00	
Adhesiveness	0	0.10 ^B	0.10 ^{Bb}	0.13 ^A	0.01
	4	0.11	0.12 ^a	0.12	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

Table 184. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾			
		ST2	ST3	ST4	SE
Color	0	5.83	6.17	5.92	0.22
	4	6.08	6.00	6.00	0.14
	SE	0.26	0.19	0.23	
Aroma	0	6.33	6.33	6.33	0.20
	4	5.58	5.75	5.75	0.10
	SE	0.22	0.20	0.24	
Flavor	0	6.33	6.33	6.25	0.11
	4	5.75	6.00	6.00	0.06
	SE	0.16	0.11	0.09	
Tenderness	0	6.33	6.33	6.50	0.16
	4	6.33	6.33	6.17	0.12
	SE	0.19	0.19	0.15	
Juiciness	0	6.83 ^a	7.00 ^a	7.00 ^a	0.19
	4	5.83 ^b	5.67 ^b	5.75 ^b	0.12
	SE	0.22	0.32	0.25	
Overall acceptability	0	6.33	6.42	6.58	0.18
	4	6.00	6.00	6.00	0.09
	SE	0.18	0.21	0.18	

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 168.

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

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

Table 185. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST2	ST3	ST4	
TBARS (mg/100g)	0	1.78 ^C	2.06 ^{Aa}	1.87 ^{Ba}	0.04
	4	1.77	1.79 ^b	1.60 ^b	0.04
	SE	0.04	0.07	0.06	
VBN (mg%)	0	75.13 ^b	72.80 ^b	75.60 ^b	2.02
	4	96.37 ^{Ba}	96.32 ^{Ba}	143.03 ^{Aa}	9.13
	SE	5.25	5.59	16.83	
TPC (log ₁₀ CFU)	0	2.05 ^{Ab}	1.94 ^{Ab}	1.56 ^{Bb}	0.08
	4	6.25 ^{Ba}	6.15 ^{Ca}	6.60 ^{Aa}	0.07
	SE	0.94	0.94	1.13	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	0	2.96 ^{Bb}	2.87 ^{Cb}	3.17 ^{Ab}	0.05
	4	5.00 ^{Ba}	4.41 ^{Ca}	5.12 ^{Aa}	0.11
	SE	0.46	0.35	0.43	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

햄육에 대해 폐계기슴육 회수단백질 40% 대체한 배합비에 단일 기능성 물질인 동충하초분말 0.1% 첨가(ST2), 누에고치분말 0.1% 첨가(ST3), CLA 0.1% 첨가(ST4)에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면

처리 간 비교 시 다른 두 구들보다 동충하초분말을 첨가한 ST2는 백색도 및 지방산패도가 낮은 장점을 지닌 반면 조회분 함량 및 황색도가 높았고, 보수력, 전단가, 명도, 적색도, 파괴강도, 겔강도, 젤리강도 및 조직감 항목에서 낮은 단점을 나타내었다. 누에고치분말을 첨가한 ST3는 명도는 높았고 총세균수 및 대장균수는 낮은 장점을 지닌 반면 지방산패도가 높은 단점을 나타내었다. CLA를 첨가한 ST4는 파괴강도, 겔강도 및 조직감 항목은 높은 장점을 지닌 반면 휘발성염기태화합물, 총세균수 및 대장균수가 높았고 수분이 낮은 단점을 나타내었다. 조단백질 함량, 조지방 함량, pH, 가열감량, 변형값, 탄력성 및 모든 관능평가 항목은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다.

저장기간 경과로 ST2는 조회분 함량, 전단가, 파괴강도, 겔강도 및 경도는 높아졌고, ST3는 경도, 응집성, 검성, 씹힘성 및 부착성은 높아졌으며, 수분과 지방산패도는 낮아졌다. ST4는 지방산패도가 낮아졌다. 세 구 모두 pH, 휘발성염기태질소화합물, 총세균수 및 대장균수는 높아졌으나 관능평가의 다즙성은 낮아졌다.

결론적으로 동충하초분말, 누에고치분말 및 CLA의 단일 기능성 물질 0.1% 첨가에 따른 소시지의 이화학적 특성 분석 결과 종합적으로 볼 때 누에고치분말을 첨가한 ST3와 CLA를 첨가한 ST4가 동충하초분말을 첨가한 ST2보다 양호하였다.

다) 두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 이화학적 특성

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 일반성분은 Table 186에 나타내었다. 처리 간 비교 시 수분과 조단백질 함량은 유의적인 차이가 없었다. 조지방 함량은 ST6이 ST5와 ST7보다 높게 나타났다. 조회분 함량은 ST6이 ST7보다는 높게 나타났으나 ST5와는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 ST6에서 수분, ST5에서 조지방 함량 및 ST7에서 조회분 함량이 낮아졌다.

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 이화학적 특성은 Table 187에 나타내었다. 처리 간 비교 시 pH는 ST5>ST6>ST7 순이었다. 보수력, 가열감량 및 전단가는 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 pH와 가열감량은 세 구 모두 높아졌으며, 보수력은 ST7에서 높아졌다.

Table 186. Proximate compositions (%)

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		ST5	ST6	ST7	SE
Moisture	0	67.83	68.90 ^a	68.34	0.27
	4	66.58	67.35 ^b	66.86	0.26
	SE	0.40	0.41	0.47	
Crude protein	0	16.97	16.52	17.08	0.17
	4	17.70	17.24	17.44	0.13
	SE	0.26	0.23	0.13	
Crude fat	0	13.63 ^{ABa}	14.26 ^A	12.84 ^B	0.27
	4	11.89 ^{Bb}	13.41 ^A	12.72 ^{AB}	0.27
	SE	0.47	0.26	0.14	
Crude ash	0	2.15	2.16	2.25 ^a	0.02
	4	2.11 ^{AB}	2.13 ^A	2.08 ^{Bb}	0.01
	SE	0.01	0.01	0.04	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

Table 187. Physico-chemical characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST5	ST6	ST7	
pH	0	6.12 ^{Ab}	6.09 ^{Bb}	6.01 ^{Cb}	0.02
	4	6.17 ^a	6.14 ^a	6.15 ^a	0.01
	SE	0.01	0.01	0.03	
WHC(%)	0	72.21	69.09	67.88 ^b	1.04
	4	72.51	71.85	71.67 ^a	1.70
	SE	1.02	2.77	0.93	
Cooking loss(%)	0	12.79 ^b	12.03 ^b	12.83 ^b	0.31
	4	14.42 ^a	15.41 ^a	16.27 ^a	0.38
	SE	0.41	0.82	0.91	
Shear force (kg/cm ²)	0	1.17	1.26	1.16	0.04
	4	1.03	1.13	0.94	0.07
	SE	0.09	0.04	0.07	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

Table 188. Meat color and fat color

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST5	ST6	ST7	
L*	0	80.92	81.88	81.03	0.21
	4	81.13	81.63	81.17	0.14
	SE	0.11	0.23	0.17	
a*	0	9.62 ^B	9.84 ^{AB}	10.19 ^A	0.11
	4	9.58	9.60	9.64	0.17
	SE	0.14	0.16	0.23	
b*	0	3.54	3.59	3.43	0.06
	4	3.93	3.78	3.78	0.12
	SE	0.16	0.09	0.14	
W	0	70.29	71.12	70.73	0.26
	4	69.33	70.28	69.82	0.31
	SE	0.42	0.32	0.39	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

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

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 제품색은 Table 188에 나타내었다. 처리 간 비교 시 명도, 황색도 및 백색도는 유의적인 차이가 없었다. 적색도는 ST7이 ST5보다 높게 나타났으나 ST6와는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 명도, 적색도, 황색도 및 백색도 모두 유의적인 차이가 없었다.

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 겔특성은 Table 189에 나타내었다. 처리 간 비교 시 파괴강도, 젤강도 및 젤리강도는 유의적인 차이가 없었으며, 변형값은 ST7이 ST6보다 높게 나타났으나 ST5와는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 파괴강도와 젤강도는 ST7에서 높아지는 반면, 변형값과 젤리강도는 ST5에서 낮아졌다.

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 조직감은 Table 190에 나타내었다. 처리 간 비교 시 경도는 ST5>ST6>ST7 순이었다. 표면경도, 씹힘성 및 부착성은 ST5가 ST7보다 높게 나타났으나 ST6와는 유의적인 차이가 없었다. 응집성과 검성은 ST5와 ST6가 ST7보다 높게 나타났다. 탄력성은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 경도는 ST5에서 높아졌고, 표면경도, 응집성, 검성 및 씹힘성은 ST5와 ST6에서 높아졌다. 탄력성과 부착성은 저장기간 경과로 유의적인 차이가 없었다.

Table 189. Gel characteristics

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			SE
		ST5	ST6	ST7	
Breaking force (g)	0	329.67	320.67	279.67 ^b	13.24
	4	306.33	315.67	324.67 ^a	3.98
	SE	8.59	15.44	10.85	
Deformation (mm)	0	8.87 ^a	5.48	7.13	0.68
	4	5.07 ^{ABb}	4.90 ^B	5.42 ^A	0.10
	SE	0.92	0.36	0.68	
Gel strength (g/cm ²)	0	1678.98	1633.14	1424.33 ^b	67.45
	4	1560.14	1607.68	1653.51 ^a	20.29
	SE	43.73	78.64	55.27	
Jelly strength (g*mm)	0	2933.67 ^a	1808.85	1987.92	257.41
	4	1552.18 ^b	1547.90	1759.10	46.29
	SE	346.71	208.70	160.85	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

* Jelly strength = Breaking force * Deformation.

Table 190. Texture properties

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		ST5	ST6	ST7	SE
Hardness (kg)	0	0.27 ^b	0.25	0.24	0.01
	4	0.29 ^{Aa}	0.27 ^B	0.25 ^C	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	
Brittleness (kg)	0	0.16 ^b	0.13 ^b	0.14	0.01
	4	0.18 ^{Aa}	0.16 ^{ABa}	0.15 ^B	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	
Cohesiveness (%)	0	0.48 ^{Bb}	0.56 ^{Ab}	0.60 ^A	0.02
	4	0.62 ^{Aa}	0.64 ^{Aa}	0.57 ^B	0.01
	SE	0.03	0.02	0.01	
Springiness (mm)	0	1.00	1.00	1.00	0.00
	4	1.00	1.00	1.03	0.01
	SE	0.00	0.00	0.01	
Gumminess (kg)	0	0.13 ^b	0.14 ^b	0.14	0.00
	4	0.18 ^{Aa}	0.17 ^{Aa}	0.14 ^B	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	
Chewiness (kg,mm)	0	0.13 ^b	0.14 ^b	0.14	0.00
	4	0.18 ^{Aa}	0.17 ^{ABa}	0.15 ^B	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	
Adhesiveness	0	0.10	0.11	0.10	0.00
	4	0.13 ^A	0.12 ^{AB}	0.10 ^B	0.01
	SE	0.01	0.00	0.01	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.

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

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

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 관능평가 결과는 Table 191에 나타내었다. 처리 간 비교 시 모든 관능평가 항목에서 유의적인 차이는 없었다. 저장기간 경과로 향은 ST7에서 낮아졌고, 다즙성은 세 구 모두 낮아졌으며, 전체적 기호도는 ST6에서 낮아졌다.

두 기능성 물질의 혼합 첨가에 따른 소시지의 저장성은 Table 192에 나타내었다. 처리 간 비교 시 지방산패도는 ST7이 ST5와 ST6보다 높게 나타났다. 휘발성염기태질소화합물은 ST7이 ST5보다 높게 나타났으나, ST6와는 유의적인 차이가 없었다. 총세균수는 ST6>ST7>ST5 순이었다. 대장균수는 ST5가 ST6와 ST7보다 높게 나타났다. 저장기간 경과로 세 구 모두 지방산패도는 낮아진 반면 총세균수 및 대장균수는 높아졌으며, 휘발성염기태질소화합물은 ST5와 ST6에서 높아졌다.

Table 191. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Storage weeks	Treatments ²⁾			SE
		ST5	ST6	ST7	
Color	0	6.00	5.83	6.00	0.24
	4	6.17	6.17	6.17	0.09
	SE	0.19	0.25	0.23	
Aroma	0	6.50	6.42	6.50 ^a	0.18
	4	5.75	5.58	5.75 ^b	0.10
	SE	0.22	0.24	0.18	
Flavor	0	6.40	6.33	6.42	0.13
	4	6.00	5.92	6.00	0.06
	SE	0.11	0.13	0.18	
Tenderness	0	6.20	6.33	6.33	0.14
	4	6.33	6.33	6.08	0.15
	SE	0.18	0.18	0.17	
Juiciness	0	7.00 ^a	7.00 ^a	7.17 ^a	0.15
	4	6.00 ^b	5.67 ^b	5.50 ^b	0.14
	SE	0.24	0.29	0.32	
Overall acceptability	0	6.70	6.50 ^a	6.58	0.13
	4	6.08	5.83 ^b	6.00	0.10
	SE	0.18	0.17	0.16	

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 168.

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

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

Table 192. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Storage weeks	Treatments ¹⁾			
		ST5	ST6	ST7	SE
TBARS (mg/100g)	0	1.83 ^a	1.86 ^a	1.87 ^a	0.01
	4	1.58 ^{Bb}	1.62 ^{Bb}	1.80 ^{Ab}	0.04
	SE	0.06	0.06	0.02	
VBN (mg%)	0	58.61 ^{Bb}	68.13 ^{ABb}	86.33 ^A	5.18
	4	113.17 ^a	101.22 ^a	110.18	3.57
	SE	12.23	8.60	7.49	
TPC (log ₁₀ CFU)	0	2.05 ^{Cb}	2.48 ^{Ab}	2.23 ^{Bb}	0.06
	4	6.36 ^a	6.47 ^a	6.37 ^{Ba}	0.03
	SE	0.96	0.89	0.93	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	0	3.07 ^{Ab}	2.91 ^{Bb}	2.93 ^{Bb}	0.03
	4	5.29 ^{Aa}	4.82 ^{Ca}	5.11 ^{Ba}	0.07
	SE	0.50	0.43	0.49	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 168.^{A-C} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.^{a-b} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40% 대체한 배합비에 두 기능성 물질을 각각 0.05%씩 혼합하여 0.1% 첨가 시 동충하초분말과 누에고치분말 첨가(ST5), 동충하초분말과 CLA 첨가(ST6), 누에고치분말과 CLA 첨가(ST7)에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면

처리 간 비교 시 다른 두 구들보다 동충하초분말과 누에고치분말을 첨가한 ST5는 pH, 경도, 표면경도, 씹힘성 및 부착성은 높았고, 휘발성염기태질소화합물 및 총세균수는 낮은 장점을 지닌 반면, 대장균수는 높았고, 적색도는 낮은 단점을 나타내었다. 동충하초분말과 CLA를 첨가한 ST6는 조지방 함량, 조회분 함량, 총세균수는 높았고, 변형값은 낮은 단점을 나타내었다. 누에고치분말과 CLA를 첨가한 ST7은 적색도 및 변형값은 높았고, 조회분 함량은 낮은 장점을 지닌 반면, 지방산패도 및 휘발성염기태질소화합물은 높았고, pH, 경도, 표면경도, 응집성, 검성, 씹힘성 및 부착성은 낮은 단점을 나타내었다. 수분, 조단백질 함량, 보수력, 가열감량, 전단가, 명도, 황색도, 백색도, 파괴강도, 겔강도, 젤리강도, 탄력성 및 관능검사 전 항목은 처리 간에 유의적 차이가 없었다.

저장기간 경과로 ST5의 경우 백색도, 경도, 표면경도, 응집성, 검성, 씹힘성 및 휘발성염기태질소화합물은 높아졌고, 조지방 함량, 변형값 및 젤리강도는 낮아졌다. ST6는 표면경도, 응집성, 검성, 씹힘성 및 휘발성염기태질소화합물은 높아졌고, 수분 및 전체적 기호도는 낮아졌다. ST7은 보수력, 파괴강도 및 겔강도는 높아졌고, 조회분 함량 및 관능검사 향은 낮아졌다. 세 처리구 모두 pH, 가열감량, 총세균수 및 대장균수는

높아졌고, 관능평가 다즙성 및 지방산패도는 낮아졌다.

결론적으로 두 기능성 물질을 각각 0.05%씩 0.1% 혼합 첨가에 따른 소시지의 이화학적 특성 분석 결과 종합적으로 볼 때 동충하초분말과 누에고치분말을 첨가한 ST5와 동충하초분말과 CLA를 첨가한 ST6가 누에고치분말과 CLA를 첨가한 ST7보다 양호하였다.

라) 기능성소시지 현장시제품(C B1 M1) 이화학적 특성 및 유통기한 설정

Table 193. Proximate compositions (%)

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Moisture	C	70.91 ^A	70.77 ^A	68.23 ^{Ba}	68.57 ^B	0.42
	B1	69.51 ^A	69.33 ^A	67.43 ^{Bb}	67.54 ^B	0.32
	M1	69.99 ^A	70.43 ^A	66.53 ^{Bc}	67.14 ^B	0.54
	SE	0.29	0.33	0.26	0.29	
Crude protein	C	16.81	16.44 ^b	17.31 ^a	19.21 ^a	0.35
	B1	17.37	17.06 ^a	17.07 ^a	16.91 ^{Ab}	0.10
	M1	17.41 ^A	17.39 ^{Aa}	14.86 ^{Bb}	15.14 ^{Bc}	0.37
	SE	0.16	0.16	0.41	0.61	
Crude fat	C	10.89	13.67 ^a	10.69 ^b	5.12 ^{Bc}	0.95
	B1	11.76 ^B	11.70 ^{Ab}	10.69 ^{Bb}	10.52 ^{Cb}	0.22
	M1	11.44 ^C	12.90 ^{Bab}	14.09 ^{Aa}	12.22 ^{BCa}	0.32
	SE	0.20	0.36	0.59	1.08	
Crude ash	C	2.06	2.15	2.43 ^a	2.52	0.06
	B1	2.03 ^B	2.09 ^B	2.20 ^{Ab}	2.25 ^A	0.04
	M1	2.02	2.06	2.24 ^b	2.48 ^A	0.06
	SE	0.02	0.02	0.04	0.07	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 169.

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

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

폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 햄육 대체한 소시지의 저장 중 일반성분 변화는 Table 193과 같다. 처리 간에 수분 함량은 C>B1>M1 순이었다. 조단백질 함량은 유의적인 차이가 없었으며, 조지방 함량은 B1이 다른 두 처리구에 비해 낮았다. 조회분 함량은 C가 다른 두 처리구보다 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 수분 함량은 세 처리구 모두 감소하였다. 조단백질 함량은 C와 B1은 유의적인 차이가 없었으나 M1은 감소하였다. 조지방 함량은 C와 B1은 역시 유의적인 차이가 없었으나 M1은 증가하였다. 조회분 함량은 C는 유의적인 차이가 없었으나 나머지 두 처리구는 증가하였다.

페계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 햄육 대체한 소시지의 저장 중 이화학적 특성 변화는 Table 194와 같다. 처리 간에 pH는 C보다 다른 두 처리구가 높았으며, 보수력은 C가 가장 높았고 M1이 가장 낮았다. 가열감량은 B1보다 다른 두 처리구가 높았다. 전단가는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH의 경우 C는 감소하는 반면 M1은 증가하였으며, B1은 유의적인 차이가 없었다. 보수력은 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 가열감량과 전단가는 세 처리구 모두 증가하였다.

페계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 햄육 대체한 소시지의 저장 중 색의 변화는 Table 195와 같다. 처리 간에 명도는 B1>C>M1 순이었다. 적색도는 B1보다 다른 두 처리구가 높았다. 황색도는 M1이 가장 높았고 C가 가장 낮았다. 백색도는 M1이 다른 두 처리구보다 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 명도의 경우 B1만 증가하였다. 적색도 및 백색도는 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 황색도의 경우 C만 감소하였다.

Table 194. Physico-chemical characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
pH	C	6.01 ^{Ab}	6.01 ^{Ac}	5.94 ^{Bc}	6.03 ^{Ac}	0.01
	B1	6.18 ^{ABa}	6.16 ^{Bb}	6.23 ^{Ab}	6.22 ^{Ab}	0.01
	M1	6.21 ^{Ba}	6.27 ^{Aa}	6.29 ^{Aa}	6.27 ^{Aa}	0.01
	SE	0.03	0.04	0.06	0.04	
WHC (%)	C	84.86	76.02 ^a	78.56	74.05	2.33
	B1	75.39	68.43 ^{ab}	62.91	73.59	2.82
	M1	73.03 ^A	64.05 ^{Bb}	70.05 ^A	69.18 ^A	1.10
	SE	3.10	2.17	3.79	1.26	
Cooking loss (%)	C	1.46 ^{Ba}	1.61 ^B	14.23 ^A	14.28 ^{Aa}	1.93
	B1	1.30 ^{Bb}	1.56 ^B	14.99 ^A	13.46 ^{Bab}	1.94
	M1	1.42 ^{Ba}	1.54 ^B	14.77 ^A	12.22 ^{Bb}	1.84
	SE	0.03	0.03	0.27	0.37	
Shear force (g/cm ²)	C	0.75 ^C	0.87 ^{Bb}	1.27 ^{Aa}	0.97 ^{Ba}	0.06
	B1	0.75 ^B	0.79 ^{Bc}	1.22 ^{Aa}	0.90 ^{Bab}	0.06
	M1	0.66 ^C	0.93 ^{Ba}	1.12 ^{Ab}	0.80 ^{Cb}	0.05
	SE	0.02	0.02	0.02	0.03	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 169.

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

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

Table 195. Meat color and fat color

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
L*	C	75.38 ^b	64.85	75.38 ^b	75.08 ^b	2.70
	B1	77.14 ^{Ba}	77.76 ^{AB}	78.19 ^{Aa}	77.63 ^{ABa}	0.16
	M1	69.71 ^c	70.63	70.10 ^c	69.78 ^c	0.18
	SE	1.13	3.67	1.19	1.16	
a*	C	11.10 ^a	10.91 ^b	11.23 ^b	11.32 ^{Aa}	0.07
	B1	9.11 ^b	9.31 ^c	9.26 ^c	9.32 ^b	0.08
	M1	11.52 ^a	11.42 ^a	11.90 ^a	11.64 ^a	0.10
	SE	0.39	0.32	0.41	0.37	
b*	C	4.19 ^{Ab}	3.38 ^{Bc}	3.25 ^{Bc}	3.60 ^{ABc}	0.15
	B1	5.18 ^b	5.19 ^b	4.33 ^b	4.57 ^b	0.17
	M1	7.43 ^a	7.46 ^a	7.20 ^a	7.00 ^a	0.08
	SE	0.52	0.60	0.59	0.51	
W	C	62.80 ^a	54.71	65.63 ^a	64.28 ^a	2.75
	B1	61.59 ^a	62.19	65.20 ^a	63.93 ^a	0.62
	M1	47.41 ^b	48.25	48.49 ^b	48.78 ^b	0.30
	SE	2.57	3.85	2.83	2.56	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 169.

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

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

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

폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 햄육 대체한 소시지의 저장 중 조직감 특성 변화는 Table 196과 같다. 처리 간에 경도는 $C > B1 > M1$ 순이었다. 표면경도, 검성, 씹힘성 및 부착성은 C가 다른 두 처리구보다 높았다. 응집성은 $C > M1 > B1$ 순이었다. 탄력성은 B1이 가장 높았고 M1이 가장 낮았다. 저장기간 경과로 제조 직후에 비해 4주 저장말기에 경도, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성은 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 표면경도 및 응집성의 경우 B1만 증가하였다.

폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 햄육 대체한 소시지의 저장 중 지방산 조성 변화는 Table 197과 같다. 처리 간에 SFA는 $B1 > C > M1$ 순이었다. UFA 및 콜레스테롤 함량은 M1이 다른 두 처리구보다 높았다. EFA는 C가 다른 두 처리구보다 높았다. UFA/SFA는 $M1 > C > B1$ 순이었다. EFA/UFA는 $C > B1 > M1$ 순이었다. n-6계 지방산은 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조 직후에 비해 4주 저장말기에 SFA 및 EFA/UFA의 경우 M1만이 증가하였다. UFA의 경우 C만이 감소하였다. EFA의 경우 C는 감소한 반면 M1은 증가하였다. UFA/SFA의 경우 M1만이 감소하였다. n-6계 지방산의 경우 C와 M1은 증가한 반면 B1은 감소하였다. 콜레스테롤 함량은 B1은 증가한 반면 M1은 감소하였다.

Table 196. Texture properties

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Hardness (kg)	C	0.34 ^a	0.32 ^a	0.34 ^a	0.28 ^a	0.01
	B1	0.27 ^{ABb}	0.25 ^{Bab}	0.28 ^{Ab}	0.23 ^{Cb}	0.01
	M1	0.24 ^c	0.21 ^b	0.22 ^c	0.19 ^{Bc}	0.01
	SE	0.02	0.02	0.02	0.01	
Brittleness (kg)	C	0.24 ^a	0.27 ^a	0.28 ^a	0.28 ^a	0.01
	B1	0.17 ^{Bb}	0.18 ^{ABb}	0.20 ^{Ab}	0.17 ^{Bb}	0.01
	M1	0.17 ^b	0.15 ^b	0.15 ^c	0.13 ^c	0.00
	SE	0.01	0.02	0.02	0.02	
Cohesiveness (%)	C	0.67	0.73	0.68 ^a	2.85 ^{Aa}	0.28
	B1	0.59 ^C	0.68 ^A	0.60 ^{Bc}	0.51 ^{Bc}	0.02
	M1	0.62	0.64	0.65 ^b	0.65 ^b	0.01
	SE	0.02	0.02	0.01	0.38	
Springiness (mm)	C	1.02	1.05 ^{ab}	1.01	4.09 ^{Aa}	0.40
	B1	1.01 ^B	1.11 ^{Aa}	1.00 ^B	1.03 ^{Bb}	0.01
	M1	1.04	0.99 ^b	1.01	1.07 ^b	0.02
	SE	0.01	0.02	0.01	0.51	
Gumminess (kg)	C	0.23 ^a	0.24 ^a	0.24 ^a	0.80 ^{Aa}	0.08
	B1	0.16 ^b	0.17 ^{ab}	0.17 ^b	0.12 ^{Bb}	0.01
	M1	0.15 ^b	0.14 ^b	0.14 ^c	0.12 ^b	0.00
	SE	0.01	0.02	0.01	0.11	
Chewiness (kg,mm)	C	0.23 ^a	0.25 ^a	0.24 ^a	3.29 ^{Aa}	0.40
	B1	0.16 ^{Bb}	0.19 ^{Aab}	0.17 ^{Bb}	0.12 ^{Cb}	0.01
	M1	0.15 ^b	0.14 ^b	0.14 ^c	0.13 ^b	0.01
	SE	0.01	0.02	0.01	0.53	
Adhesiveness	C	0.15 ^a	0.14 ^a	0.15 ^a	0.10 ^B	0.01
	B1	0.12 ^{ab}	0.11 ^{ab}	0.12 ^b	0.08 ^B	0.00
	M1	0.11 ^b	0.10 ^b	0.09 ^b	0.08 ^B	0.00
	SE	0.01	0.01	0.01	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 169.

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

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

Table 197. Fatty acid compositions

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Myristic acid (C14:0)	C	0.95 ^{Ab}	0.79 ^{Bb}	0.04
	B1	1.40 ^{Aa}	0.96 ^{Ba}	0.10
	M1	0.86 ^{Ac}	0.77 ^{Bb}	0.02
	SE	0.08	0.03	
Palmitic acid (C16:0)	C	17.00 ^{Ab}	16.07 ^{Bb}	0.21
	B1	18.34 ^{Aa}	17.27 ^{Ba}	0.25
	M1	15.19 ^c	15.74 ^b	0.16
	SE	0.46	0.24	
Palmitoleic acid (C16:1)	C	1.54 ^b	1.59	0.02
	B1	2.41 ^b	0.85	0.47
	M1	3.99 ^{Aa}	0.98 ^B	0.74
	SE	0.41	0.23	
Stearic acid (C18:0)	C	11.07 ^{Ba}	12.66 ^{Aa}	0.37
	B1	10.19 ^{Bb}	12.09 ^{Ab}	0.43
	M1	7.54 ^{Ba}	10.02 ^{Ac}	0.56
	SE	0.53	0.40	
Oleic acid (C18:1)	C	41.00 ^c	41.11 ^c	0.04
	B1	41.83 ^{Bb}	42.98 ^{Ab}	0.30
	M1	47.53 ^{Aa}	46.18 ^{Ba}	0.36
	SE	1.03	0.75	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	C	23.19 ^{Aa}	20.52 ^{Ba}	0.61
	B1	19.50 ^c	19.60 ^b	0.05
	M1	20.86 ^{Ab}	18.79 ^{Bc}	0.47
	SE	0.54	0.26	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	C	5.24 ^{Bb}	7.27 ^{Aa}	0.46
	B1	6.33 ^{Aa}	6.26 ^{Bb}	0.02
	M1	4.02 ^{Bc}	7.51 ^{Aa}	0.80
	SE	0.34	0.21	

Table 197. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
SFA ²⁾	C	29.02 ^b	29.52 ^b	0.15
	B1	29.93 ^a	30.31 ^a	0.15
	M1	23.59 ^{Bc}	26.54 ^{Ac}	0.68
	SE	1.00	0.58	
UFA ²⁾	C	70.97 ^{Ab}	70.48 ^{Bb}	0.13
	B1	70.07 ^b	69.69 ^c	0.13
	M1	76.41 ^a	73.46 ^a	0.85
	SE	1.05	0.58	
EFA ²⁾	C	28.43 ^{Aa}	27.79 ^{Ba}	0.16
	B1	25.83 ^b	25.85 ^b	0.06
	M1	24.88 ^{Bc}	26.30 ^{Ab}	0.37
	SE	0.54	0.30	
UFA/SFA	C	2.45 ^b	2.39 ^b	0.02
	B1	2.34 ^c	2.30 ^c	0.02
	M1	3.24 ^{Aa}	2.77 ^{Ba}	0.11
	SE	0.14	0.07	
EFA/UFA	C	0.40 ^a	0.39 ^a	0.00
	B1	0.37 ^b	0.37 ^b	0.00
	M1	0.33 ^{Bc}	0.36 ^{Ac}	0.01
	SE	0.01	0.01	
n-6 fatty acid	C	5.24 ^{Bb}	7.27 ^{Aa}	0.46
	B1	6.33 ^{Aa}	6.26 ^{Bb}	0.02
	M1	4.02 ^{Bc}	7.51 ^{Aa}	0.80
	SE	0.34	0.21	
Cholesterol (mg/100g)	C	41.64 ^b	49.40 ^b	2.66
	B1	31.27 ^{Bb}	46.17 ^{Ac}	4.30
	M1	103.92 ^{Aa}	59.83 ^{Ba}	13.33
	SE	14.60	2.61	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 169.

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

Table 198. Amino acid compositions (%) of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Aspartic acid	C	1.76 ^c	1.76 ^b	0.00
	B1	1.94 ^{Aa}	1.81 ^{Ba}	0.04
	M1	1.92 ^A	1.54 ^{Bc}	0.11
	SE	0.03	0.05	
Threonine ^{*, 3)}	C	1.09 ^{Aa}	0.73 ^{Ba}	0.10
	B1	0.64 ^{Bb}	0.74 ^{Aa}	0.03
	M1	0.64 ^b	0.65 ^b	0.01
	SE	0.09	0.02	
Serine ³⁾	C	0.96 ^{Aa}	0.85 ^{Ba}	0.03
	B1	0.58 ^{Bb}	0.85 ^{Aa}	0.08
	M1	0.57 ^{Bb}	0.78 ^{Ab}	0.06
	SE	0.08	0.02	
Glutamic acid ²⁾	C	1.79 ^{Bc}	2.90 ^{Aa}	0.32
	B1	1.85 ^{Bb}	2.83 ^{Ab}	0.28
	M1	2.57 ^{Aa}	2.48 ^{Bc}	0.03
	SE	0.16	0.08	
Proline	C	0.78 ^{Aa}	0.53 ^{Bb}	0.07
	B1	0.72 ^{Ac}	0.56 ^{Ba}	0.04
	M1	0.73 ^{Ab}	0.52 ^{Bc}	0.06
	SE	0.01	0.01	
Glycine ³⁾	C	0.88 ^{Ab}	0.77 ^{Bb}	0.03
	B1	0.93 ^{Aa}	0.83 ^{Ba}	0.03
	M1	0.93 ^{Aa}	0.73 ^{Bc}	0.06
	SE	0.01	0.02	
Alanine ³⁾	C	1.08 ^b	1.10 ^b	0.01
	B1	1.20 ^a	1.15 ^a	0.01
	M1	1.18 ^{Aa}	1.01 ^{Bc}	0.05
	SE	0.02	0.03	
Valine ^{*, 6)}	C	1.09 ^{Ba}	1.30 ^{Ab}	0.06
	B1	0.66 ^{Bb}	1.38 ^{Aa}	0.20
	M1	0.65 ^{Bc}	1.18 ^{Ac}	0.15
	SE	0.09	0.04	
Isoleucine ^{*, 6)}	C	0.57 ^{Bb}	0.89 ^{Aa}	0.09
	B1	0.63 ^{Ba}	0.89 ^{Aa}	0.07
	M1	0.61 ^{Ba}	0.78 ^{Ab}	0.05
	SE	0.01	0.02	

Table 198. Continued

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Leucine *	C	1.55 ^{Ac}	1.46 ^{Bb}	0.03
	B1	1.73 ^{Aa}	1.47 ^{Ba}	0.08
	M1	1.72 ^{Ab}	1.28 ^{Bc}	0.13
	SE	0.04	0.04	
Tyrosine ^{5), 6)}	C	0.50 ^{Bb}	0.64 ^{Aa}	0.04
	B1	0.52 ^{Ba}	0.59 ^{Ab}	0.02
	M1	0.53 ^{Aa}	0.52 ^{Bc}	0.00
	SE	0.01	0.02	
Phenylalanine ^{*, 5), 6)}	C	0.56 ^{Bb}	0.70 ^{Aa}	0.04
	B1	0.18 ^{Bc}	0.68 ^{Ab}	0.15
	M1	0.60 ^a	0.60 ^c	0.00
	SE	0.08	0.02	
Histidine ^{*, 6)}	C	0.57 ^{Ba}	0.84 ^{Aa}	0.08
	B1	0.55 ^{Bb}	0.73 ^{Ab}	0.06
	M1	0.56 ^{Ba}	0.63 ^{Ac}	0.02
	SE	0.00	0.04	
Lysine *	C	1.08 ^{Bc}	1.58 ^{Aa}	0.14
	B1	1.81 ^{Aa}	1.58 ^{Ba}	0.07
	M1	1.79 ^{Ab}	1.34 ^{Bb}	0.13
	SE	0.15	0.05	
Arginine ^{*, 6)}	C	0.76 ^{Bb}	1.10 ^{Ab}	0.10
	B1	0.87 ^{Ba}	1.15 ^{Aa}	0.08
	M1	0.87 ^{Ba}	0.99 ^{Ac}	0.03
	SE	0.02	0.03	
FAA ²⁾	C	1.79 ^{Bc}	2.90 ^{Aa}	0.32
	B1	1.85 ^{Bb}	2.83 ^{Ab}	0.28
	M1	2.57 ^{Aa}	2.48 ^{Bc}	0.03
	SE	0.16	0.08	
STAA ³⁾	C	4.01 ^{Aa}	3.45 ^{Bb}	0.16
	B1	3.35 ^{Bb}	3.57 ^{Aa}	0.07
	M1	3.33 ^{Ab}	3.17 ^{Bc}	0.05
	SE	0.14	0.08	
AAA ⁵⁾	C	1.05 ^{Bb}	1.34 ^{Aa}	0.08
	B1	0.70 ^{Bc}	1.27 ^{Ab}	0.17
	M1	1.13 ^a	1.12 ^c	0.00
	SE	0.08	0.04	

Table 198. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
BAA ⁶⁾	C	4.05 ^{Ba}	5.48 ^{Aa}	0.41
	B1	3.41 ^{Bc}	5.42 ^{Aa}	0.58
	M1	3.82 ^{Bb}	4.69 ^{Ab}	0.25
	SE	0.12	0.16	
EAA [*]	C	7.28 ^{Bb}	8.60 ^{Aa}	0.38
	B1	7.08 ^{Bc}	8.62 ^{Aa}	0.44
	M1	7.44 ^a	7.44 ^b	0.01
	SE	0.07	0.25	
TAA ⁷⁾	C	15.02 ^{Bb}	17.15 ^{Aa}	0.62
	B1	14.81 ^{Bc}	17.24 ^{Aa}	0.70
	M1	15.88 ^{Aa}	15.02 ^{Bb}	0.25
	SE	0.21	0.46	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 169.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ SAA (sulfur-containing amino acid), ⁵⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁶⁾ BAA (bitter amino acid), ⁷⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

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

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

폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 햄육 대체한 소시지의 저장 중 아미노산 조성 변화는 Table 198과 같다. 처리 간에 풍미 관련 아미노산(FAA), 방향족 아미노산(AAA), 필수아미노산(EAA) 및 총아미노산(TAA) 함량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 단맛 관련 아미노산(STAA)은 M1이 다른 두 처리구보다 낮았다. 쓴맛 관련 아미노산(BAA)은 C가 다른 두 처리구보다 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 FAA와 TAA의 경우 C와 B1은 증가한 반면 M1은 감소하였다. STAA의 경우 C와 M1은 감소한 반면 B1은 증가하였다. AAA와 EAA의 경우 C와 B1은 증가하였다. BAA의 경우 세 처리구 모두 증가하였다.

폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 햄육 대체한 소시지의 저장 중 관능적 특성 변화는 Table 199와 같다. 처리 간에 제품의 색, 맛 및 다즙성은 유의적인 차이가 없었으며, 향은 C가 다른 두 처리구보다 높았다. 연도는 C가 다른 두 처리구

보다 낮았다. 전체적 기호도는 B1이 가장 높았고 C가 가장 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 제품의 색, 맛 및 다즙성은 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 향은 세 처리구 모두 감소하였다. 연도의 경우 B1과 M1은 감소하였다. 전체적 기호도의 경우 B1만 감소하였다.

Table 199. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Treatments ²⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Color	C	6.60	6.40	6.40	6.40 ^{ab}	0.13
	B1	6.10	6.20	6.10	5.90 ^b	0.06
	M1	6.30	5.90	6.46	6.60 ^a	0.12
	SE	0.18	0.12	0.09	0.12	
Aroma	C	7.00 ^A	5.80 ^C	6.40 ^{Ba}	6.10 ^{BC}	0.12
	B1	6.80 ^A	6.00 ^B	6.00 ^{Bb}	6.20 ^B	0.11
	M1	7.40 ^A	6.30 ^B	6.00 ^{Bb}	5.80 ^B	0.15
	SE	0.12	0.13	0.08	0.10	
Flavor	C	6.40	6.40	6.14	6.40	0.14
	B1	5.90	6.10	6.40	6.50	0.29
	M1	5.60	6.20	5.50	6.30 ^A	0.14
	SE	0.38	0.18	0.19	0.12	
Tenderness	C	6.50	6.00	5.80 ^b	5.90 ^b	0.15
	B1	7.00 ^A	6.30 ^B	6.40 ^{Ba}	6.80 ^{ABa}	0.10
	M1	6.70 ^A	6.50 ^{AB}	6.00 ^{Bab}	6.50 ^{ABa}	0.10
	SE	0.16	0.12	0.12	0.13	
Juiciness	C	6.40	5.80	5.80	6.10	0.14
	B1	6.80	6.40	6.20	6.50	0.12
	M1	6.60	6.40	6.30	6.70	0.14
	SE	0.12	0.17	0.17	0.16	
Overall acceptability	C	6.20 ^b	6.30	6.30	6.30	0.13
	B1	7.20 ^{Aa}	6.30 ^B	6.40 ^B	6.46 ^B	0.11
	M1	6.50 ^{ab}	6.30	6.10	6.40	0.12
	SE	0.17	0.13	0.13	0.11	

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 169.

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

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

Table 200. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
TBARS (mg/100g)	C	0.20 ^{Bc}	0.18 ^{Cc}	0.22 ^{Ac}	0.24 ^{Ac}	0.01
	B1	0.51 ^{Bb}	0.42 ^{Cb}	0.57 ^{Ab}	0.56 ^{ABb}	0.02
	M1	1.71 ^{Aa}	1.50 ^{Ba}	1.73 ^{Aa}	1.77 ^{Aa}	0.04
	SE	0.23	0.20	0.23	0.23	
VBN (mg%)	C	95.90	98.42 ^a	107.75 ^a	110.18 ^a	3.12
	B1	64.17 ^B	68.55 ^{Bb}	82.32 ^{Ab}	111.11 ^{Aa}	5.57
	M1	121.10	74.15 ^b	81.62 ^b	80.50 ^b	8.55
	SE	12.03	5.64	4.31	5.17	
TPC (log ₁₀ CFU)	C	3.14 ^{Cb}	3.83 ^{Bc}	5.83 ^{Ab}	6.44 ^{Ab}	0.41
	B1	3.19 ^{Cb}	4.92 ^{Ba}	6.03 ^{Aa}	8.09 ^{Aa}	0.54
	M1	3.37 ^{Ca}	4.69 ^{Bb}	6.04 ^{Aa}	6.23 ^{Ac}	0.35
	SE	0.04	0.17	0.04	0.29	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	C	0.00 ^C	3.20 ^{Bc}	4.90 ^{Ab}	5.95 ^{Ab}	0.68
	B1	0.00 ^C	4.24 ^{Ba}	5.00 ^{Ab}	6.80 ^{Aa}	0.75
	M1	0.00 ^C	4.11 ^{Bb}	5.66 ^{Aa}	5.17 ^{Bc}	0.67
	SE	0.00	0.17	0.12	0.24	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 169.

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

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

폐계가슴육 및 MDCM 회수단백질을 햄육 대체한 소시지의 저장 중 저장성 관련 특성 변화는 Table 200과 같다. 처리 간에 TBARS는 M1>B1>C 순이었다. VBN은 C가 다른 두 처리구보다 높았다. TPC는 C가 다른 두 처리구보다 낮았다. *E. coli*는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 TBARS의 경우 C와 B1은 증가하였으며, VBN의 경우 B1만 증가하였다. TPC와 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가하였다.

종합적으로 햄육(C)에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 40% 대체(B1)와 MDCM 회수단백질을 40% 대체(M1)하여 현장시제한 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 처리 간에 조단백질 함량, 전단가, n-6계 지방산, FAA, AAA, EAA, TAA, 관능평가의 색, 맛, 다즙성 및 *E. coli*는 유의적인 차이가 없었다. C는 수분 함량, 보수력, 경도, 표면경도, 겹성, 씹힘성, 부착성, 응집성, EFA, EFA/UFA, 관능평가의 향은 높았고, 황색도, TBARS 및 TPC는 낮은 장점을 지닌 반면, 조지방 함량, BAA 및 VBN은 높았고, pH, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도는 낮은 단점을 나타내었다. B1은 명도, 탄력성 및 관능평가의 전체적 기호도는 높았고, 조지방 함량은 낮은 장점을 지닌 반면, 가열감량 및 SFA는 높았고, 적색도, 응집성 및 UFA/SFA는 낮은 단점을 나타내었다. M1은 UFA/SFA 및 TBARS는 높았고, SFA는 낮은 장점을 지닌

반면, 황색도, UFA 및 콜레스테롤 함량은 높았고, 수분 함량, 보수력, 명도, 백색도, 경도, 탄력성, EFA/UFA 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다.

저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 보수력, 적색도, 백색도, 경도, 탄력성, 검성, 씹힘성, 부착성, 관능평가의 색, 맛 및 다즙성은 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 수분 함량, 향은 세 처리구 모두 감소하였다. 가열감량, 전단가, BAA, TPC 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가하였다. C의 경우 n-6계 지방산, FAA, TAA, AAA, EAA 및 TBARS는 증가하였고, pH, 황색도, UFA, EFA 및 STAA는 감소하였다. B1의 경우 조희분 함량, 명도, 표면경도, 응집성, 콜레스테롤 함량, FAA, TAA, STAA, AAA, EAA, TBARS 및 VBN은 증가하였고, n-6계 지방산, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도는 감소하였다. M1의 경우 조지방 및 조희분 함량, pH, SFA, EFA/UFA, EFA 및 n-6계 지방산은 증가하였고, 조단백질 함량, UFA/SFA, 콜레스테롤 함량, FAA, TAA, STAA 및 관능평가의 연도는 감소하였다.

마) 기능성소시지 현장시제품(B2 B3 B4) 이화학적 특성 및 유통기한 설정

Table 201. Proximate compositions (%)

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Moisture	B2	69.99 ^{Ab}	71.00 ^A	68.65 ^{Ba}	67.04 ^{Cb}	0.48
	B3	68.60 ^{Bc}	70.76 ^A	68.41 ^{Bab}	69.65 ^{Ba}	0.29
	B4	72.07 ^{Aa}	70.45 ^B	67.93 ^{Cb}	67.27 ^{Cb}	0.60
	SE	0.53	0.22	0.14	0.43	
Crude protein	B2	17.36 ^a	16.73	16.73	16.83 ^a	0.14
	B3	17.19 ^a	17.13	16.86	16.69 ^a	0.13
	B4	16.08 ^{Bb}	16.53 ^B	17.41 ^A	15.92 ^{Cb}	0.19
	SE	0.22	0.13	0.20	0.17	
Crude fat	B2	12.17 ^A	10.29 ^{Bb}	11.11 ^B	10.45 ^{Ba}	0.26
	B3	11.25	10.47 ^b	11.47	10.14 ^{Bab}	0.23
	B4	10.69 ^B	12.86 ^{Aa}	11.13 ^B	9.27 ^{Cb}	0.42
	SE	0.31	0.46	0.13	0.24	
Crude ash	B2	2.04 ^a	2.13 ^a	2.17	2.31 ^A	0.03
	B3	1.96 ^{ab}	2.11 ^a	2.17	2.19	0.05
	B4	1.91 ^b	1.95 ^b	2.00	2.83 ^A	0.14
	SE	0.02	0.03	0.06	0.14	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 170.

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 일반성분 변화는 Table 201과 같다. 처리 간에 수분 함량은 유의적인 차이가 없었으며, 조단백질 및 조희분 함량은 B4가 다른 두 처리구보다 낮았으나 조지방 함량은 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에

비해 4주 저장말기에 수분 함량의 경우 B2와 B4는 감소하였으나 B3는 유의적인 차이가 없었다. 조단백질 함량은 B4만 증가하였다. 조지방 함량은 B2만 감소하였다. 조회분 함량은 유의적인 차이가 없었다.

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 이화학적 특성은 Table 202와 같다. 처리 간에 pH는 B2가 다른 두 처리구보다 높았다. 보수력 및 가열감량은 유의적인 차이가 없었다. 전단가는 B4>B2>B3 순이었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH와 보수력은 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 가열감량과 전단가는 세 처리구 모두 증가하였다.

Table 202. Physico-chemical characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
pH	B2	6.23 ^a	6.24	6.24 ^a	6.26 ^a	0.01
	B3	6.18 ^b	6.21	6.18 ^b	6.08 ^{Bb}	0.02
	B4	6.23 ^{ABa}	6.25 ^A	6.19 ^{Bb}	6.04 ^{Cb}	0.03
	SE	0.01	0.01	0.01	0.04	
WHC (%)	B2	72.62	71.62	71.69	70.68	1.25
	B3	71.35	69.35	67.28	67.96	0.72
	B4	75.77	72.45	68.96	67.52	1.83
	SE	1.43	2.04	1.40	0.93	
Cooking loss (%)	B2	1.29 ^B	1.59 ^B	14.46 ^A	12.16 ^B	1.82
	B3	1.21 ^B	1.49 ^B	14.17 ^A	12.95 ^A	1.86
	B4	1.59 ^B	1.57 ^B	14.21 ^A	12.96 ^B	1.82
	SE	0.12	0.03	0.23	0.38	
Shear force (g/cm ²)	B2	0.70 ^B	0.61 ^{Bb}	1.16 ^{Ab}	0.94 ^B	0.07
	B3	0.75 ^B	0.74 ^{Ba}	1.06 ^{Ac}	0.86 ^B	0.04
	B4	0.77 ^B	0.70 ^{Ca}	1.23 ^{Aa}	0.85 ^B	0.06
	SE	0.02	0.02	0.03	0.03	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 170.

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 색의 변화는 Table 203과 같다. 처리 간에 명도는 B4가 다른 두 처리구보다 높았다. 적색도는 B3가 다른 두 처리구보

다 높은 반면 황색도는 낮았다. 백색도는 B4가 가장 높았고 B2가 가장 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 명도, 적색도 및 백색도는 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 황색도의 경우 B4만 감소하였다.

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 조직감의 변화는 Table 204와 같다. 처리 간에 경도, 표면경도 및 탄력성은 유의적인 차이가 없었다. 응집성은 B4가 다른 두 처리구보다 낮았다. 검성은 B3가 가장 높았고 B4가 가장 낮았다. 씹힘성은 B2가 가장 높았고 B3가 가장 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 경도, 표면경도, 응집성, 탄력성 및 부착성은 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 검성과 씹힘성의 경우 B2만 감소하였다.

Table 203. Meat color and fat color

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
L*	B2	77.89 ^b	77.52 ^b	78.29 ^b	77.98 ^b	0.15
	B3	76.63 ^c	77.25 ^b	76.54 ^c	77.76 ^{Ab}	0.17
	B4	79.27 ^a	79.13 ^a	79.63 ^a	79.65 ^a	0.12
	SE	0.42	0.34	0.45	0.30	
a*	B2	8.80 ^{AB}	8.85 ^A	8.12 ^{Bb}	9.22 ^{Aa}	0.15
	B3	9.40	9.14	9.65 ^a	9.50 ^a	0.08
	B4	8.43	8.48	8.77 ^b	8.61 ^b	0.11
	SE	0.17	0.15	0.25	0.14	
b*	B2	5.02 ^a	4.84	5.39 ^a	4.48 ^{Bb}	0.13
	B3	4.45 ^b	4.57	4.32 ^b	4.54 ^b	0.11
	B4	5.45 ^{Aa}	5.11 ^{AB}	4.91 ^{Bab}	5.40 ^{ABa}	0.09
	SE	0.16	0.17	0.19	0.16	
W	B2	62.83	62.99	62.11 ^b	64.53	0.41
	B3	63.28	63.53	63.58 ^{ab}	64.15	0.29
	B4	62.92	63.81	64.90 ^a	63.46	0.34
	SE	0.29	0.47	0.53	0.24	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 170.

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

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

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

Table 204. Texture properties

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Hardness (kg)	B2	0.30	0.30	0.27	0.26 ^{Ba}	0.01
	B3	0.29	0.29	0.30	0.22 ^{Bb}	0.01
	B4	0.28	0.27	0.27	0.25 ^{Bab}	0.00
	SE	0.00	0.01	0.01	0.01	
Brittleness (kg)	B2	0.19	0.19	0.21	0.21	0.01
	B3	0.18	0.18	0.19	0.18	0.00
	B4	0.21	0.18	0.21	0.19	0.01
	SE	0.01	0.01	0.00	0.01	
Cohesiveness (%)	B2	0.67	0.62	0.59 ^a	0.57 ^B	0.02
	B3	0.62	0.57	0.61 ^a	0.52	0.02
	B4	0.58	0.63	0.57 ^b	0.56	0.01
	SE	0.03	0.02	0.01	0.01	
Springiness (mm)	B2	1.05	1.02	1.01	1.07 ^a	0.01
	B3	1.08	1.06	1.02	1.01 ^b	0.02
	B4	1.01	1.00	1.00	1.01 ^b	0.00
	SE	0.03	0.01	0.01	0.01	
Gumminess (kg)	B2	0.20 ^A	0.18 ^{AB}	0.16 ^{Bab}	0.15 ^{Ca}	0.01
	B3	0.18	0.16	0.19 ^a	0.12 ^{Bb}	0.01
	B4	0.16	0.17	0.15 ^b	0.14 ^{Ba}	0.00
	SE	0.01	0.01	0.01	0.01	
Chewiness (kg,mm)	B2	0.21 ^A	0.19 ^{AB}	0.16 ^{Bb}	0.16 ^{Ba}	0.01
	B3	0.20	0.17	0.19 ^a	0.12 ^b	0.01
	B4	0.16	0.17	0.15 ^b	0.14 ^{ab}	0.00
	SE	0.01	0.01	0.01	0.01	
Adhesiveness	B2	0.13	0.12 ^a	0.11	0.10 ^B	0.00
	B3	0.12	0.11 ^b	0.11	0.08 ^B	0.00
	B4	0.12	0.12 ^{ab}	0.11	0.10	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 170.

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

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

Table 205. Fatty acid compositions

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Myristic acid (C14:0)	B2	1.23 ^{Ab}	1.04 ^{Ba}	0.04
	B3	1.31 ^{Ab}	0.81 ^{Bb}	0.11
	B4	1.43 ^{Aa}	0.97 ^{Ba}	0.11
	SE	0.03	0.04	
Palmitic acid (C16:0)	B2	17.41 ^{Ab}	16.35 ^{Bb}	0.25
	B3	18.61 ^{Aa}	17.03 ^{Ba}	0.36
	B4	17.47 ^{Ab}	17.15 ^{Ba}	0.09
	SE	0.20	0.13	
Palmitoleic acid (C16:1)	B2	2.08	1.45	0.18
	B3	1.82 ^A	1.40 ^B	0.11
	B4	2.40	1.90	0.20
	SE	0.13	0.12	
Stearic acid (C18:0)	B2	10.32 ^{Ba}	13.15 ^{Aa}	0.64
	B3	10.34 ^{Ba}	13.01 ^{Aa}	0.60
	B4	8.91 ^{Bb}	10.44 ^{Ab}	0.34
	SE	0.24	0.44	
Oleic acid (C18:1)	B2	42.13 ^{Ab}	38.38 ^{Bc}	0.84
	B3	40.83 ^{Ac}	40.40 ^{Bb}	0.10
	B4	42.75 ^{Ba}	46.85 ^{Aa}	0.92
	SE	0.29	1.28	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	B2	20.19 ^{Ab}	19.28 ^{Ba}	0.20
	B3	20.36 ^{Ab}	18.66 ^{Bb}	0.38
	B4	20.96 ^{Aa}	17.83 ^{Bc}	0.70
	SE	0.12	0.21	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	B2	6.64 ^{Ba}	10.35 ^{Aa}	0.83
	B3	6.73 ^{Ba}	8.69 ^{Ab}	0.44
	B4	6.08 ^{Ab}	4.85 ^{Bc}	0.28
	SE	0.11	0.82	
SFA ²⁾	B2	28.96 ^{Bb}	30.54 ^{Ab}	0.36
	B3	30.25 ^{Ba}	30.85 ^{Aa}	0.14
	B4	27.80 ^{Bc}	28.56 ^{Ac}	0.19
	SE	0.36	0.36	
UFA ²⁾	B2	71.04 ^{Aab}	69.46 ^{Bb}	0.40
	B3	69.75 ^b	69.15 ^c	0.18
	B4	72.20 ^a	71.44 ^a	0.31
	SE	0.41	0.36	

Table 205. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
EFA ²⁾	B2	26.83 ^B	29.63 ^{Aa}	0.63
	B3	27.09	27.35 ^b	0.10
	B4	27.05	22.68 ^{Bc}	0.98
	SE	0.09	1.02	
UFA/SFA	B2	2.45 ^{Ab}	2.27 ^{Bb}	0.04
	B3	2.31 ^{Ac}	2.24 ^{Bc}	0.02
	B4	2.60 ^{Aa}	2.50 ^{Ba}	0.02
	SE	0.04	0.04	
EFA/UFA	B2	0.38 ^{Bb}	0.43 ^{Aa}	0.01
	B3	0.39 ^a	0.40 ^b	0.00
	B4	0.37 ^{Ac}	0.32 ^{Bc}	0.01
	SE	0.00	0.02	
n-6 fatty acid	B2	6.64 ^{Ba}	10.35 ^{Aa}	0.83
	B3	6.73 ^{Ba}	8.69 ^{Ab}	0.44
	B4	6.08 ^{Ab}	4.85 ^{Bc}	0.28
	SE	0.11	0.82	
Cholesterol (mg/100g)	B2	31.90 ^{Bb}	50.97 ^{Ab}	5.62
	B3	43.55 ^{Ba}	63.02 ^{Aa}	5.62
	B4	44.94 ^a	46.57 ^c	1.24
	SE	2.81	3.11	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 170.

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 지방산 조성 변화는 Table 205와 같다. 처리 간에 SFA는 B3>B2>B4 순이었다. UFA와 UFA/SFA는 B4>B2>B3 순이었다. EFA는 B2>B3>B4 순이었다. EFA/UFA와 n-6계 지방산은 B4가 다른 두 처리구보다 낮았다. 콜레스테롤 함량은 B3가 다른 두 처리구보다 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 SFA의 경우 세 처리구 모두 증가하였으며, UFA의 경우 B2만 감소하였다. EFA와 EFA/UFA의 경우 B2는 증가한 반면 B4는 감소하였다. UFA/SFA의 경우 세 처리구 모두 감소하였다. n-6계 지방산의 경우 B2와 B3는 증가한 반면 B4는 감소하였다. 콜레스테롤 함량의 경우 B2와 B3는 증가하였다.

Table 206. Amino acid compositions (%) of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Aspartic acid	B2	1.74 ^{Bb}	1.79 ^{Aa}	0.01
	B3	1.89 ^{Aa}	1.76 ^{Bb}	0.04
	B4	1.64 ^{Bc}	1.72 ^{Ac}	0.02
	SE	0.05	0.01	
Threonine ^{*, 3)}	B2	1.07 ^{Ab}	0.73 ^B	0.10
	B3	1.17 ^{Aa}	0.71 ^B	0.13
	B4	1.08 ^{Ab}	0.71 ^B	0.11
	SE	0.02	0.01	
Serine ³⁾	B2	0.96 ^{Ab}	0.86 ^{Ba}	0.03
	B3	1.03 ^{Aa}	0.84 ^{Bb}	0.05
	B4	0.95 ^{Ab}	0.81 ^{Bc}	0.04
	SE	0.01	0.01	
Glutamic acid ²⁾	B2	1.75 ^{Bb}	2.93 ^{Aa}	0.34
	B3	1.86 ^{Ba}	2.79 ^{Ab}	0.27
	B4	1.59 ^{Bc}	2.66 ^{Ac}	0.31
	SE	0.05	0.05	
Proline	B2	0.61 ^{Ab}	0.53 ^{Bc}	0.02
	B3	0.63 ^{Aa}	0.60 ^{Ba}	0.01
	B4	0.61 ^{Ab}	0.59 ^{Bb}	0.01
	SE	0.00	0.01	
Glycine ³⁾	B2	0.84 ^b	0.83 ^b	0.00
	B3	0.87 ^{Aa}	0.85 ^{Ba}	0.01
	B4	0.76 ^{Ac}	0.73 ^{Bc}	0.01
	SE	0.02	0.02	
Alanine ³⁾	B2	1.08 ^{Bb}	1.16 ^{Aa}	0.02
	B3	1.15 ^a	1.14 ^a	0.00
	B4	1.01 ^{Bc}	1.11 ^{Ab}	0.03
	SE	0.03	0.01	
Valine ^{*, 6)}	B2	1.07 ^{Bb}	1.34 ^{Aa}	0.08
	B3	1.19 ^{Ba}	1.33 ^{Ab}	0.04
	B4	0.56 ^{Bc}	1.30 ^{Ac}	0.21
	SE	0.12	0.01	
Isoleucine ^{*, 6)}	B2	0.57 ^{Bb}	0.90 ^A	0.10
	B3	0.64 ^{Ba}	0.90 ^A	0.08
	B4	0.53 ^{Bc}	0.90 ^A	0.11
	SE	0.02	0.01	
Leucine [*]	B2	1.54 ^b	1.48	0.02
	B3	1.69 ^{Aa}	1.46 ^B	0.06
	B4	1.45 ^c	1.44	0.01
	SE	0.04	0.01	
Tyrosine ^{5), 6)}	B2	0.48 ^{Bb}	0.58 ^A	0.03
	B3	0.54 ^{Ba}	0.58 ^A	0.01
	B4	0.45 ^{Bc}	0.58 ^A	0.04
	SE	0.02	0.00	

Table 206. Continued

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Phenylalanine ^{*, 5), 6)}	B2	0.55 ^{Bb}	0.70 ^{Ab}	0.04
	B3	0.61 ^{Ba}	0.72 ^{Aa}	0.03
	B4	0.52 ^{Bc}	0.66 ^{Ac}	0.04
	SE	0.02	0.01	
Histidine ^{*, 6)}	B2	0.49 ^{Bb}	0.72 ^A	0.07
	B3	0.56 ^{Ba}	0.73 ^A	0.05
	B4	0.48 ^{Bb}	0.73 ^A	0.07
	SE	0.02	0.00	
Lysine [*]	B2	1.63 ^a	1.63 ^a	0.00
	B3	1.15 ^{Bc}	1.56 ^{Ab}	0.12
	B4	1.54 ^{Bb}	1.58 ^{Ab}	0.01
	SE	0.09	0.01	
Arginine ^{*, 6)}	B2	0.79 ^{Bb}	1.19 ^{Aa}	0.11
	B3	0.88 ^{Ba}	1.17 ^{Ab}	0.08
	B4	0.74 ^{Bc}	1.11 ^{Ac}	0.11
	SE	0.03	0.02	
FAA ²⁾	B2	1.75 ^{Bb}	2.93 ^{Aa}	0.34
	B3	1.86 ^{Ba}	2.79 ^{Ab}	0.27
	B4	1.59 ^{Bc}	2.66 ^{Ac}	0.31
	SE	0.05	0.05	
STAA ³⁾	B2	3.95 ^{Ab}	3.58 ^{Ba}	0.11
	B3	4.23 ^{Aa}	3.54 ^{Ba}	0.20
	B4	3.80 ^{Ac}	3.37 ^{Bb}	0.12
	SE	0.08	0.04	
AAA ⁵⁾	B2	1.03 ^{Bb}	1.29 ^{Aa}	0.07
	B3	1.14 ^{Ba}	1.30 ^{Aa}	0.04
	B4	0.97 ^{Bc}	1.24 ^{Ab}	0.08
	SE	0.03	0.01	
BAA ⁶⁾	B2	3.95 ^{Bb}	5.43 ^{Aa}	0.43
	B3	4.42 ^{Ba}	5.43 ^{Aa}	0.29
	B4	3.27 ^{Bc}	5.28 ^{Ab}	0.58
	SE	0.21	0.03	
EAA [*]	B2	7.71 ^{Bb}	8.68 ^{Aa}	0.28
	B3	7.88 ^{Ba}	8.60 ^{Aab}	0.21
	B4	6.90 ^{Bc}	8.42 ^{Ab}	0.44
	SE	0.19	0.05	
TAA ⁷⁾	B2	15.16 ^{Bb}	17.37 ^{Aa}	0.64
	B3	15.85 ^{Ba}	17.14 ^{Ab}	0.37
	B4	13.91 ^{Bc}	16.63 ^{Ac}	0.79
	SE	0.36	0.14	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 170.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ SAA (sulfur-containing amino acid), ⁵⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁶⁾ BAA (bitter amino acid), ⁷⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 아미노산 조성 변화는 Table 206과 같다. 처리 간에 풍미 관련 아미노산(FAA), 단맛 관련 아미노산(STAA), 방향족 아미노산(AAA), 쓴맛 관련 아미노산(BAA), 필수아미노산(EAA) 및 총아미노산(TAA) 함량 모든 항목에서 B4가 다른 두 처리구보다 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 세 처리구 모두 FAA, AAA, BAA, EAA 및 TAA는 증가한 반면 STAA는 감소하였다.

Table 207. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Treatments ²⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Color	B2	6.10	6.10	6.00	5.80	0.06
	B3	6.10	6.10	6.10	5.86	0.06
	B4	5.90	5.80	5.90	5.60	0.10
	SE	0.08	0.13	0.04	0.08	
Aroma	B2	6.40	5.80	5.80	6.10	0.11
	B3	6.80 ^A	5.80 ^B	6.00 ^B	6.10 ^B	0.12
	B4	6.40	5.80	5.80	6.20	0.12
	SE	0.13	0.09	0.08	0.15	
Flavor	B2	6.00	6.40	6.28	6.60	0.29
	B3	5.90	6.10	5.90	6.80	0.29
	B4	5.20	6.40	5.80	6.80	0.28
	SE	0.59	0.12	0.17	0.10	
Tenderness	B2	7.00	6.30	6.40	6.70	0.12
	B3	6.60	6.10	6.40	6.80 ^A	0.11
	B4	6.80 ^A	6.30 ^{AB}	6.10 ^B	6.80 ^A	0.12
	SE	0.17	0.09	0.11	0.09	
Juiciness	B2	7.10 ^A	6.00 ^B	5.90 ^B	6.10 ^B	0.14
	B3	6.90 ^A	6.10 ^B	5.90 ^B	6.30 ^{AB}	0.13
	B4	6.40	6.10	6.20	6.40	0.14
	SE	0.16	0.06	0.13	0.18	
Overall acceptability	B2	7.00 ^A	6.20 ^B	6.00 ^B	6.40 ^{AB}	0.13
	B3	7.00 ^A	6.10 ^B	6.20 ^B	6.50 ^{AB}	0.11
	B4	6.60	6.20	6.10	6.70 ^A	0.10
	SE	0.13	0.09	0.12	0.01	

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 170.

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 관능적 특성 변화는 Table 207과 같다. 처리 간에 제품의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성 및 전체적 기호도 모두 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 제품의 색과 맛의 경우 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 향의 경우 B3만 감소하였다. 연도의 경우 B4만 감소하였다. 다즙성 및 전체적 기호도의 경우 B2와 B3는 감소하였다.

Table 208. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
TBARS (mg/100g)	B2	0.46 ^A	0.41 ^B	0.49 ^A	0.51 ^A	0.01
	B3	0.45	0.43	0.46	0.45	0.01
	B4	0.48	0.40	0.47	2.02	0.39
	SE	0.01	0.02	0.01	0.51	
VBN (mg%)	B2	54.83 ^{Bb}	67.62 ^{AB}	73.69 ^A	94.31 ^A	4.64
	B3	69.30 ^a	71.35	80.69	95.25 ^A	4.01
	B4	69.77 ^{Aa}	55.49 ^B	81.62 ^A	88.71 ^A	4.19
	SE	3.08	4.09	1.90	2.79	
TPC (log ₁₀ CFU)	B2	2.99 ^{Cb}	4.68 ^{Bc}	5.21 ^{Ac}	6.86 ^{Ab}	0.42
	B3	3.30 ^{Ca}	4.89 ^{Bb}	5.87 ^{Aa}	7.80 ^{Aa}	0.49
	B4	3.08 ^{Cb}	5.28 ^{Ba}	5.67 ^{Ab}	6.90 ^{Ab}	0.42
	SE	0.05	0.09	0.10	0.15	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	B2	0.00 ^C	4.25 ^{Ba}	4.63 ^A	6.15 ^{Ac}	0.69
	B3	0.00 ^C	4.25 ^{Ba}	4.58 ^A	7.25 ^{Aa}	0.78
	B4	0.00 ^C	3.75 ^{Bb}	4.50 ^A	6.33 ^{Ab}	0.69
	SE	0.00	0.08	0.03	0.17	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 170.

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 저장성 관련 특성 변화는 Table 208과 같다. 처리 간에 TBARS와 TPC는 유의적인 차이가 없었다. VBN은 B2가 다른 두 처리구보다 낮았다. *E. coli*는 B4가 다른 두 처리구보다 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 TBARS는 유의적인 차이가 없었다. VBN의 경우 B2만 증가하였다. TPC와 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가하였다.

종합적으로 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 40% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1%(B2), CLA 0.1%(B3), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05%씩(B4) 첨가하여 현장시제한 기능성 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 처리 간에 수분 함량, 보수력, 가열감량, 경도, 표면경도, 탄력성 및 관능평가의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성 및 전체적 기호도, TBARS 및 TPC는 유의적인 차이가 없었다. B2는 pH, 씹힘성 및 EFA가 높았고, 백색도

및 VBN이 낮은 장점을 나타내었다. B3는 적색도 및 검성은 높았고, 황색도는 낮은 장점을 지닌 반면 SFA 및 콜레스테롤 함량은 높았고, 전단가, 씹힘성, UFA 및 UFA/SFA는 낮은 단점을 나타내었다. B4는 조지방 함량, 전단가, 명도, UFA 및 UFA/SFA는 높았고, 조회분 함량, SFA, n-6계 지방산, BAA 및 *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면 백색도는 높았고, 조단백질 함량, 응집성, 검성, EFA, EFA/UFA, FAA, STAA, AAA, EAA 및 TAA는 낮은 단점을 나타내었다.

저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 조회분 함량, pH, 보수력, 명도, 적색도, 백색도, 경도, 표면경도, 응집성, 탄력성, 부착성 및 관능평가의 색과 맛 및 TBARS는 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 가열감량, 전단가, SFA, FAA, AAA, BAA, EAA, TAA, TPC 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가한 반면 UFA/SFA 및 STAA는 감소하였다. B2는 EFA, EFA/UFA, n-6계 지방산, 콜레스테롤 함량 및 VBN은 증가하는 반면 수분 및 조지방 함량, 검성, 씹힘성, UFA, 다즙성 및 전체적 기호도는 감소하였다. B3는 n-6계 지방산 및 콜레스테롤 함량은 증가한 반면 관능평가의 향, 다즙성 및 전체적 기호도는 감소하였다. B4는 조단백질 함량은 증가한 반면 수분 함량, 황색도, EFA, EFA/UFA, n-6계 지방산 및 관능평가의 연도는 감소하였다.

바) 기능성소시지 현장시제품(M2 M3 M4) 이화학적 특성 및 유통기한 설정

Table 209. Proximate compositions (%)

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Moisture	M2	68.67 ^B	69.89 ^{Aab}	67.22 ^C	67.77 ^C	0.32
	M3	68.62 ^A	69.64 ^{Ab}	67.45 ^B	66.98 ^B	0.34
	M4	68.61 ^B	71.14 ^{Aa}	67.48 ^B	67.59 ^B	0.48
	SE	0.21	0.30	0.13	0.17	
Crude protein	M2	16.90 ^A	17.42 ^A	15.65 ^B	15.49 ^B	0.26
	M3	17.53 ^A	16.92 ^A	15.72 ^B	15.92 ^B	0.26
	M4	16.52 ^B	17.33 ^A	15.46 ^C	15.90 ^{BC}	0.23
	SE	0.21	0.16	0.13	0.10	
Crude fat	M2	13.29 ^a	12.69 ^{ab}	13.09	11.80 ^B	0.25
	M3	11.94 ^{Bb}	13.59 ^{Aa}	11.75 ^B	12.16 ^B	0.27
	M4	13.68 ^{Aa}	11.94 ^{Bb}	12.27 ^B	11.74 ^B	0.26
	SE	0.30	0.30	0.28	0.22	
Crude ash	M2	2.03	2.06	2.21	2.27	0.05
	M3	2.00	1.77	2.19	2.52 ^A	0.11
	M4	2.00 ^A	1.47 ^B	2.23 ^A	2.32 ^A	0.11
	SE	0.03	0.14	0.02	0.07	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 171.

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 일반성분 변화는 Table 209와 같다. 처리 간에 수분 함량은 M4가 가장 높았고 M3가 가장 낮았다. 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 수분 함량의 경우 M2와 M3는 감소하였으며, 조단백질 함량은 세 처리구 모두 감소하였다. 조지방 함량은 M4만 감소하였다. 조회분 함량은 유의적인 차이가 없었다.

Table 210. Physico-chemical characteristics

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
pH	M2	6.20 ^B	6.25 ^A	6.21 ^B	6.25 ^A	0.01
	M3	6.20 ^B	6.26 ^A	6.25 ^{AB}	6.26 ^A	0.01
	M4	6.19 ^B	6.26 ^A	6.25 ^A	6.26 ^A	0.01
	SE	0.00	0.01	0.01	0.01	
WHC (%)	M2	68.15 ^b	78.00	77.46	74.38	2.18
	M3	78.69 ^{Aa}	71.78 ^{AB}	66.62 ^B	69.31 ^B	1.70
	M4	73.54 ^{ab}	74.58	68.95	74.95	1.92
	SE	1.85	2.21	2.48	2.47	
Cooking loss (%)	M2	1.26 ^{Bab}	1.42 ^B	14.88 ^{Ab}	14.12 ^A	1.99
	M3	1.20 ^{Bb}	1.40 ^B	16.68 ^{Aa}	14.30 ^B	2.16
	M4	1.47 ^{Ba}	1.47 ^B	16.52 ^{Aa}	15.31 ^A	2.19
	SE	0.05	0.02	0.35	0.36	
Shear force (g/cm ²)	M2	0.87 ^{Ba}	0.65 ^{Ca}	1.14 ^{Aa}	0.96 ^{Ba}	0.05
	M3	0.74 ^{Bb}	0.59 ^{Cb}	1.06 ^{Ab}	0.83 ^{Bb}	0.05
	M4	0.74 ^{Bb}	0.64 ^{Cab}	1.11 ^{Aab}	0.81 ^{Bb}	0.05
	SE	0.02	0.01	0.01	0.03	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 171.

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 이화학적 특성은 Table 210과 같다. 처리 간에 pH는 유의적인 차이가 없었다. 보수력은 M3가 가장 높았고, M2가 가장 낮았다. 가열감량은 M4가 다른 두 처리구보다 높았다. 전단가는 M2가 다른 두 처리구보다 높았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 pH의 경우 M4만 증가하였다. 보수력의 경우 M3만 감소하였다. 가열감량과 전단가는 세 처리구 모두 증가하였다.

Table 211. Meat color and fat color

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
L*	M2	70.73 ^a	70.22	70.75 ^a	70.88 ^a	0.15
	M3	68.94 ^{Bb}	70.31 ^A	70.61 ^{Aa}	70.62 ^{Aa}	0.23
	M4	70.21 ^a	69.68	69.75 ^b	69.48 ^b	0.13
	SE	0.31	0.16	0.19	0.24	
a*	M2	11.45 ^b	11.70	11.40	11.32 ^b	0.07
	M3	11.93 ^a	11.69	11.83	11.61 ^a	0.05
	M4	11.79 ^{ab}	11.78	11.72	11.63 ^a	0.05
	SE	0.09	0.04	0.10	0.06	
b*	M2	7.23 ^b	7.24 ^b	7.00	7.30	0.07
	M3	8.17 ^{Aa}	7.61 ^{ABa}	6.95 ^B	7.07 ^B	0.18
	M4	7.20 ^b	7.18 ^b	7.16	6.96	0.05
	SE	0.20	0.08	0.07	0.10	
W	M2	49.05 ^a	48.51	49.76	48.98	0.27
	M3	44.44 ^{Bb}	47.49 ^A	49.77 ^A	49.42 ^A	0.71
	M4	48.62 ^a	48.15	48.26	48.59	0.22
	SE	0.85	0.29	0.37	0.24	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 171.

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

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 색의 변화는 Table 211과 같다. 처리 간에 명도는 유의적인 차이가 없었다. 적색도는 M3가 가장 높았고 M2가 가장 낮았다. 황색도는 M3가 다른 두 처리구보다 높은 반면 백색도는 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 M3만 명도와 백색도는 증가한 반면 황색도는 감소하였다. 적색도는 유의적인 차이가 없었다.

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 조직감의 변화는 Table 212와 같다. 처리 간에 경도는 M2가 가장 높았고 M4가 가장 낮았다. 표면경도, 탄력성 및 부착성은 유의적인 차이가 없었다. 응집성은 M2가 다른 두 처리구보다 높았다. 검성과 씹힘성은 M4가 다른 두 처리구보다 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 M2만 경도는 감소한 반면 응집성은 증가하였다. 표면경도, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성은 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다.

Table 212. Texture properties

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Hardness (kg)	M2	0.26 ^{Aa}	0.24 ^B	0.23 ^B	0.20 ^C	0.01
	M3	0.24 ^{ab}	0.23	0.24	0.20 ^B	0.01
	M4	0.23 ^b	0.27	0.26	0.20 ^B	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	0.00	
Brittleness (kg)	M2	0.17	0.18	0.16	0.17	0.00
	M3	0.16	0.17	0.19	0.15 ^B	0.00
	M4	0.15	0.15	0.16	0.15	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	0.01	
Cohesiveness (%)	M2	0.59 ^B	0.68 ^A	0.69 ^{Aa}	0.63 ^{AB}	0.02
	M3	0.60	0.68	0.60 ^b	0.66	0.02
	M4	0.54 ^B	0.64 ^A	0.60 ^{ABb}	0.61 ^{AB}	0.01
	SE	0.01	0.02	0.01	0.02	
Springiness (mm)	M2	1.00	1.03	1.05	1.01	0.01
	M3	1.00	1.00	1.00	1.11	0.02
	M4	1.00	1.00	1.00	1.04	0.01
	SE	0.00	0.01	0.01	0.03	
Gumminess (kg)	M2	0.16 ^a	0.16	0.16	0.12 ^B	0.00
	M3	0.15 ^a	0.15	0.14	0.13 ^B	0.00
	M4	0.12 ^{Bb}	0.17 ^A	0.16 ^{AB}	0.12 ^B	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	0.01	
Chewiness (kg,mm)	M2	0.16 ^a	0.16	0.17	0.13 ^B	0.01
	M3	0.15 ^a	0.15	0.14	0.15	0.01
	M4	0.12 ^{Bb}	0.17 ^A	0.16 ^{AB}	0.12 ^B	0.01
	SE	0.01	0.01	0.01	0.01	
Adhesiveness	M2	0.11	0.11	0.10	0.08 ^B	0.00
	M3	0.11	0.10	0.10	0.09 ^B	0.00
	M4	0.11	0.10	0.09	0.08 ^B	0.00
	SE	0.00	0.00	0.00	0.00	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 171.

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 조직감의 변화는 Table 212와 같다. 처리 간에 경도는 M2가 가장 높았고 M4가 가장 낮았다. 표면경도, 탄력성 및 부착성은 유의적인 차이가 없었다. 응집성은 M2가 다른 두 처리구보다 높았다. 검성과 씹힘성은 M4가 다른 두 처리구보다 낮았다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 M2만 경도는 감소한 반면 응집성은 증가하였다. 표면경도, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성은 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다.

Table 213. Fatty acid compositions

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Myristic acid (C14:0)	M2	0.96 ^{Ab}	0.81 ^{Bc}	0.03
	M3	0.98 ^b	1.00 ^b	0.00
	M4	1.15 ^a	1.14 ^a	0.01
	SE	0.03	0.05	
Palmitic acid (C16:0)	M2	15.22 ^{Bb}	15.63 ^{Ac}	0.11
	M3	14.44 ^{Bc}	17.17 ^{Ab}	0.62
	M4	15.82 ^{Ba}	17.95 ^{Aa}	0.49
	SE	0.21	0.35	
Palmitoleic acid (C16:1)	M2	3.84	1.33	0.79
	M3	3.74 ^A	0.77 ^B	0.68
	M4	3.75 ^A	0.79 ^B	0.68
	SE	0.28	0.29	
Stearic acid (C18:0)	M2	8.80 ^B	10.62 ^A	0.41
	M3	8.68 ^B	10.39 ^A	0.39
	M4	8.42 ^B	10.47 ^A	0.48
	SE	0.10	0.09	
Oleic acid (C18:1)	M2	44.72 ^{Bb}	46.44 ^{Ab}	0.47
	M3	45.89 ^{Ba}	48.34 ^{Aa}	0.56
	M4	46.26 ^{Ba}	47.84 ^{Aa}	0.36
	SE	0.27	0.32	
Linoleic acid (C18:2, n-6)	M2	20.88 ^{Aa}	18.68 ^B	0.51
	M3	20.56 ^{Aab}	19.04 ^B	0.35
	M4	20.28 ^{Ab}	18.87 ^B	0.33
	SE	0.12	0.09	
Arachidonic acid (C20:4, n-6)	M2	5.57 ^{Ba}	6.49 ^{Aa}	0.22
	M3	5.70 ^{Aa}	3.29 ^{Bb}	0.54
	M4	4.32 ^{Ab}	2.95 ^{Bc}	0.31
	SE	0.22	0.57	

Table 213. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
SFA ²⁾	M2	24.98 ^{Bab}	27.06 ^{Ac}	0.48
	M3	24.10 ^{Bb}	28.56 ^{Ab}	1.01
	M4	25.39 ^{Ba}	29.55 ^{Aa}	0.95
	SE	0.25	0.37	
UFA ²⁾	M2	75.02 ^A	72.94 ^{Ba}	0.48
	M3	75.90 ^A	71.44 ^{Bb}	1.04
	M4	74.61 ^A	70.45 ^{Bc}	0.96
	SE	0.31	0.37	
EFA ²⁾	M2	26.46 ^{Aa}	25.16 ^{Ba}	0.34
	M3	26.27 ^{Aa}	22.33 ^{Bb}	0.89
	M4	24.61 ^{Ab}	21.81 ^{Bb}	0.64
	SE	0.32	0.53	
UFA/SFA	M2	3.00 ^{Ab}	2.70 ^{Ba}	0.07
	M3	3.15 ^{Aa}	2.50 ^{Bb}	0.14
	M4	2.94 ^{Ab}	2.38 ^{Bc}	0.13
	SE	0.03	0.05	
EFA/UFA	M2	0.35 ^a	5.57 ^a	0.00
	M3	0.35 ^{Aa}	5.70 ^{Bb}	0.01
	M4	0.33 ^{Ab}	4.32 ^{Bb}	0.01
	SE	0.00	0.01	
n-6 fatty acid	M2	0.38 ^{Ba}	6.49 ^{Aa}	0.22
	M3	0.33 ^{Aa}	3.29 ^{Bb}	0.54
	M4	0.32 ^{Ab}	2.95 ^{Bc}	0.31
	SE	0.22	0.57	
Cholesterol (mg/100g)	M2	96.67 ^A	72.44 ^{Bc}	6.99
	M3	103.94	78.41 ^b	9.80
	M4	84.15	86.56 ^a	3.47
	SE	5.89	2.59	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 171.

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 지방산 조성 변화는 Table 213과 같다. 처리 간에 SFA는 M4가 다른 두 처리구보다 높았다. UFA는 M2>M3>M4 순이었다. EFA, UFA/SFA, EFA/UFA 및 n-6계 지방산은 M4가 다른 두 처리구보다 낮았다. 콜레스테롤 함량은 M4>M3>M2 순이었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 SFA의 경우 세 처리구 모두 증가한 반면, UFA, EFA 및 UFA/SFA의 경우 세 처리구 모두 감소하였다. EFA/UFA의 경우 M3와 M4는 감소하였다. n-6계 지방산의 경우 M2는 증가한 반면 M3와 M4는 감소하였다. 콜레스테롤 함량의 경우 M2만 감소하였다.

Table 214. Amino acid compositions (%) of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
Aspartic acid	M2	1.72 ^{Ab}	1.54 ^{Ba}	0.05
	M3	1.72 ^{Ab}	1.51 ^{Bc}	0.06
	M4	1.85 ^{Aa}	1.52 ^{Bb}	0.09
	SE	0.03	0.01	
Threonine ^{*, 3)}	M2	0.58 ^{Bb}	0.64 ^A	0.02
	M3	0.57 ^{Bb}	0.63 ^A	0.02
	M4	1.14 ^{Aa}	0.62 ^B	0.15
	SE	0.12	0.00	
Serine ³⁾	M2	0.52 ^{Bb}	0.78 ^{Aa}	0.08
	M3	0.51 ^{Bb}	0.72 ^{Ac}	0.06
	M4	1.01 ^{Aa}	0.76 ^{Bb}	0.07
	SE	0.10	0.01	
Glutamic acid ²⁾	M2	2.32 ^{Ba}	2.49 ^{Aa}	0.05
	M3	2.32 ^{Ba}	2.40 ^{Ab}	0.03
	M4	1.95 ^{Bb}	2.48 ^{Aa}	0.15
	SE	0.08	0.02	
Proline	M2	0.61 ^{Ab}	0.52 ^{Ba}	0.03
	M3	0.61 ^{Ab}	0.48 ^{Bc}	0.04
	M4	0.71 ^{Aa}	0.49 ^{Bb}	0.06
	SE	0.02	0.01	
Glycine ³⁾	M2	1.17 ^{Aa}	0.74 ^{Ba}	0.12
	M3	1.17 ^{Aa}	0.70 ^{Bb}	0.14
	M4	0.89 ^{Ab}	0.72 ^{Bab}	0.05
	SE	0.06	0.01	
Alanine ³⁾	M2	1.49 ^{Aa}	1.05 ^{Ba}	0.13
	M3	1.49 ^{Aa}	0.99 ^{Bb}	0.14
	M4	1.13 ^{Ab}	1.01 ^{Bab}	0.04
	SE	0.08	0.01	
Valine ^{*, 6)}	M2	0.59 ^{Bb}	1.19 ^{Aa}	0.17
	M3	0.59 ^{Bb}	1.14 ^{Ab}	0.16
	M4	1.16 ^a	1.17 ^{ab}	0.00
	SE	0.12	0.01	

Table 214. Continued

Items	Treat- ments ¹⁾	Storage (weeks)		
		0	4	SE
Isoleucine ^{*, 6)}	M2	0.56 ^{Bb}	0.78 ^{Aa}	0.06
	M3	0.56 ^{Bb}	0.77 ^{Ab}	0.06
	M4	0.57 ^{Ba}	0.76 ^{Ac}	0.05
	SE	0.00	0.00	
Leucine [*]	M2	1.54 ^{Aa}	1.29 ^{Ba}	0.07
	M3	1.54 ^{Aa}	1.28 ^{Bab}	0.08
	M4	1.06 ^{Bb}	1.27 ^{Ab}	0.06
	SE	0.10	0.01	
Tyrosine ^{5), 6)}	M2	0.42 ^{Ab}	0.53 ^{Ba}	0.03
	M3	0.42 ^{Bb}	0.49 ^{Ab}	0.02
	M4	0.54 ^a	0.50 ^b	0.01
	SE	0.03	0.01	
Phenylalanine ^{*, 5), 6)}	M2	0.53 ^{Bb}	0.61 ^{Ab}	0.02
	M3	0.53 ^{Bb}	0.69 ^{Aa}	0.05
	M4	0.61 ^a	0.58 ^c	0.01
	SE	0.02	0.02	
Histidine ^{*, 6)}	M2	0.52 ^{Ba}	0.64 ^{Ab}	0.04
	M3	0.51 ^{Ba}	0.62 ^{Ac}	0.03
	M4	0.49 ^{Bb}	0.66 ^{Aa}	0.05
	SE	0.01	0.01	
Lysine [*]	M2	1.62 ^{Aa}	1.35 ^{Ba}	0.08
	M3	1.62 ^{Aa}	1.31 ^{Bb}	0.09
	M4	1.18 ^{Bb}	1.34 ^{Aa}	0.05
	SE	0.09	0.01	
Arginine ^{*, 6)}	M2	0.80 ^B	0.98 ^{Ab}	0.05
	M3	1.31	0.98 ^b	0.23
	M4	0.83 ^B	0.99 ^{Aa}	0.05
	SE	0.17	0.00	
FAA ²⁾	M2	2.32 ^{Ba}	2.49 ^{Aa}	0.05
	M3	2.32 ^{Ba}	2.40 ^{Ab}	0.03
	M4	1.95 ^{Bb}	2.48 ^{Aa}	0.15
	SE	0.08	0.02	
STAA ³⁾	M2	3.75 ^{Ab}	3.21 ^{Ba}	0.16
	M3	3.74 ^{Ab}	3.04 ^{Bb}	0.20
	M4	4.16 ^{Aa}	3.10 ^{Bb}	0.31
	SE	0.09	0.03	
AAA ⁵⁾	M2	0.95 ^{Bb}	1.15 ^{Aa}	0.06
	M3	0.95 ^{Bb}	1.18 ^{Aa}	0.07
	M4	1.15 ^a	1.08 ^b	0.02
	SE	0.04	0.02	

Table 214. Continued

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)		SE
		0	4	
BAA ⁶⁾	M2	3.41 ^B	4.74 ^{Aa}	0.38
	M3	3.92	4.70 ^b	0.31
	M4	4.19 ^B	4.65 ^{Ac}	0.13
	SE	0.20	0.02	
EAA [*]	M2	6.73 ^B	7.49 ^{Aa}	0.22
	M3	7.23	7.43 ^b	0.22
	M4	7.02 ^B	7.38 ^{Ac}	0.11
	SE	0.16	0.02	
TAA ⁷⁾	M2	14.97 ^B	15.14 ^{Aa}	0.05
	M3	15.47	14.73 ^c	0.30
	M4	15.10 ^A	14.86 ^{Bb}	0.07
	SE	0.16	0.08	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 171.

²⁾ FAA (flavorous amino acid), ³⁾ STAA (sweet taste amino acid), ⁴⁾ SAA (sulfur-containing amino acid), ⁵⁾ AAA (aromatic amino acid), ⁶⁾ BAA (bitter amino acid), ⁷⁾ TAA (total amino acid), * EAA (essential amino acid).

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 아미노산 조성 변화는 Table 214와 같다. 처리 간에 풍미 관련 아미노산(FAA), 단맛 관련 아미노산(STAA) 및 방향족 아미노산(AAA)은 유의적인 차이가 없었다. 쓴맛 관련 아미노산(BAA)과 필수아미노산(EAA)은 M2>M3>M4 순이었다. 총아미노산(TAA) 함량은 M2>M4>M3 순이었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 세 처리구 모두 FAA는 증가한 반면 STAA는 감소하였다. AAA의 경우 M2와 M3는 증가하였고, BAA와 EAA의 경우 M2와 M4는 증가하였다. TAA는 M2는 증가한 반면 M4는 감소하였다.

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 관능적 특성 변화는 Table 215와 같다. 처리 간에 제품의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성 및 전체적 기호도 모두 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 제품의 색, 맛, 다즙성 및 전체적 기호도의 경우 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 향의 경우 세 처리구 모두 감소하였다. 연도의 경우 M2와 M4는 감소하였다.

Table 215. Sensory score¹⁾ in cooked pork

Items	Treat- ments ²⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
Color	M2	6.30	5.80	6.46	6.10	0.16
	M3	6.10	6.10	6.50	6.30	0.13
	M4	6.10	6.10	6.40	6.06	0.14
	SE	0.22	0.15	0.08	0.07	
Aroma	M2	7.00 ^A	6.20 ^B	6.20 ^B	5.90 ^B	0.13
	M3	7.00 ^A	6.20 ^B	6.10 ^B	5.90 ^B	0.12
	M4	7.00 ^A	6.20 ^B	6.00 ^B	5.80 ^B	0.13
	SE	0.17	0.09	0.06	0.06	
Flavor	M2	5.60	6.20	5.80	6.30	0.13
	M3	5.40	6.20	5.90	5.90	0.14
	M4	5.80	6.00	6.10	6.00	0.13
	SE	0.12	0.20	0.16	0.11	
Tenderness	M2	6.80 ^A	6.70 ^{AB}	6.20 ^B	6.50 ^{AB}	0.10
	M3	6.70	6.60	6.00	6.10	0.13
	M4	6.70 ^A	6.60 ^A	5.90 ^B	6.40 ^{AB}	0.11
	SE	0.13	0.10	0.10	0.13	
Juiciness	M2	6.40	6.40	6.40	6.30	0.14
	M3	6.20	6.10	6.30	6.20	0.14
	M4	6.70	6.10	6.20	6.50	0.13
	SE	0.16	0.14	0.20	0.13	
Overall acceptability	M2	6.30	6.00	6.30	6.20	0.11
	M3	6.20	6.00	6.20	6.00	0.11
	M4	6.10	6.00	6.40	6.16	0.13
	SE	0.12	0.14	0.17	0.11	

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 171.

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

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

Table 216. TBARS , VBN and microorganisms

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)				SE
		0	2	4	6	
TBARS (mg/100g)	M2	1.74 ^A	1.51 ^{Ba}	1.72 ^A	1.84 ^A	0.04
	M3	1.75 ^A	1.47 ^{Ca}	1.68 ^B	1.79 ^A	0.04
	M4	1.72 ^A	1.40 ^{Bb}	1.70 ^A	1.76 ^A	0.04
	SE	0.01	0.02	0.02	0.02	
VBN (mg%)	M2	73.03 ^B	75.09 ^B	85.63 ^{Ab}	106.45 ^A	4.05
	M3	76.30	76.02	82.55 ^b	96.37	3.80
	M4	80.97 ^B	74.62 ^B	95.62 ^{Aa}	118.58 ^A	5.25
	SE	1.95	0.78	2.24	5.01	
TPC (log ₁₀ CFU)	M2	3.21 ^{Bb}	5.23 ^{Ac}	5.26 ^{Ac}	5.83 ^{Ac}	0.30
	M3	3.43 ^{Ca}	6.41 ^{Aa}	5.52 ^{Bb}	6.85 ^{Ab}	0.40
	M4	3.49 ^{Ca}	6.18 ^{Ab}	6.07 ^{Ba}	8.14 ^{Aa}	0.50
	SE	0.04	0.18	0.12	0.33	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ CFU)	M2	0.00 ^B	4.52 ^{Ac}	4.42 ^{Ab}	5.35 ^{Ab}	0.63
	M3	0.00 ^C	6.14 ^{Aa}	4.96 ^{Bb}	4.70 ^{Bc}	0.71
	M4	0.00 ^C	5.86 ^{Ab}	5.62 ^{Ba}	8.04 ^{Aa}	0.90
	SE	0.00	0.25	0.19	0.51	

¹⁾ Treatments are the same as in Table 171.

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

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

기능성 물질을 첨가한 소시지의 저장 중 저장성 관련 특성 변화는 Table 216과 같다. 처리 간에 TBARS는 M4가 다른 두 처리구보다 낮은 반면 VBN은 높았다. TPC는 M2가 다른 두 처리구보다 낮았다. *E. coli*는 유의적인 차이가 없었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 TBARS의 경우 M3만 감소하였다. VBN은 M2와 M4는 증가하였다. TPC와 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가하였다.

종합적으로 햄육에 대해 MDCM 회수단백질을 40% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1%(M2), CLA 0.1%(M3), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05%씩(M4) 첨가하여 현장시제한 기능성 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과를 요약하면 처리 간에 조단백질, 조지방 및 조회분 함량, pH, 명도, 표면경도, 탄력성 및 부착성, FAA, STAA 및 AAA, 관능평가의 제품의 색, 향, 맛, 연도, 다즙성, 전체적 기호도 및 *E. coli*는 유의적인 차이가 없었다. M2는 전단가, 경도, 응집성, UFA, EAA 및 TAA 함량은 높았고, 콜레스테롤 함량 및 TPC는 낮은 장점을 지닌 반면, BAA는 높았고, 보수력 및 적색도는 낮은 단점을 나타내었다. M3는 보수력 및 적색도는 높았고, 백색도는 낮은 장점을 지닌 반면, 황색도는 높았고, 수분 함량 및 TAA 함량은 낮은 단점을 나타내

었다. M4는 수분 함량은 높았고, n-6계 지방산, BAA 및 TBARS는 낮은 장점을 지닌 반면, 가열감량, SFA, 콜레스테롤 함량 및 VBN은 높았고, 경도, 검성, 씹힘성, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA 및 EAA는 낮은 단점을 나타내었다.

저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 조희분 함량, 적색도, 표면경도, 탄력성, 검성, 씹힘성 및 부착성, 관능평가의 제품의 색, 맛, 다즙성 및 전체적 기호도는 세 처리구 모두 유의적인 차이가 없었다. 가열감량, 전단가, SFA, FAA, TPC와 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가한 반면 조단백질 함량, UFA, EFA, UFA/SFA, STAA 및 관능평가의 향은 세 처리구 모두 감소하였다. M2는 응집성, n-6계 지방산, AAA, BAA, EAA, TAA 및 VBN은 증가하는 반면 수분 함량, 경도, 콜레스테롤 함량, 관능평가의 연도는 감소하였다. M3는 명도, 백색도 및 AAA는 증가한 반면, 수분 함량, 보수력, 황색도, EFA/UFA, n-6계 지방산 및 TBARS는 감소하였다. M4는 pH, BAA, EAA 및 VBN은 증가한 반면, 조지방 함량, EFA/UFA, n-6계 지방산, TAA 및 관능평가의 연도는 감소하였다.

3) 요약

- 가) 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40% 대체에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면 세균수가 높았고 조직감 항목들이 낮은 단점을 보완한다면 보수력, 전단가, 탄력성, 지방산패도, 휘발성염기태질소화합물 및 관능검사 결과에는 차이가 없으면서 밝은 제품 생산이 가능한 것으로 판단된다.
- 나) 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40% 대체한 배합비에 단일 기능성 물질인 동충하초분말 0.1% 첨가(ST2), 누에고치분말 0.1% 첨가(ST3), CLA 0.1% 첨가(ST4)에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면 누에고치분말을 첨가한 ST3와 CLA를 첨가한 ST4가 동충하초분말을 첨가한 ST2보다 양호하였다.
- 다) 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질 40% 대체한 배합비에 두 기능성 물질을 각각 0.05%씩 혼합하여 0.1% 첨가 시 동충하초분말과 누에고치분말 첨가(ST5), 동충하초분말과 CLA 첨가(ST6), 누에고치분말과 CLA 첨가(ST7)에 따른 소시지의 이화학적 특성 결과를 요약하면 동충하초분말과 누에고치분말을 첨가한 ST5와 동충하초분말과 CLA를 첨가한 ST6가 누에고치분말과 CLA를 첨가한 ST7보다 양호하였다.
- 라) 햄육(C)에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 40% 대체(B1)와 MDCM 회수단백질을 40% 대체(M1)하여 현장시제한 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과 C는 수분 함량, 보수력, 경도, 표면경도, 검성, 씹힘성, 부착성, 응집성, EFA, EFA/UFA, 관능평가의 향은 높았고, 황색도, TBARS 및 TPC는 낮은 장점을 지닌 반면, 조희분 함량, BAA 및 VBN은 높았고,

pH, 관능평가의 연도 및 전체적 기호도 낮은 단점을 나타내었다. B1은 명도, 탄력성 및 관능평가의 전체적 기호도는 높았고, 조지방 함량은 낮은 장점을 지닌 반면, 가열감량 및 SFA는 높았고, 적색도, 응집성 및 UFA/SFA는 낮은 단점을 나타내었다. M1은 UFA/SFA 및 TBARS는 높았고, SFA는 낮은 장점을 지닌 반면, 황색도, UFA 및 콜레스테롤 함량은 높았고, 수분 함량, 보수력, 명도, 백색도, 경도, 탄력성, EFA/UFA 및 STAA는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 수분 함량, 향은 세 처리구 모두 감소하였다. 가열감량, 전단가, BAA, TPC 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가하였다.

- 마) 햄육에 대해 폐계가슴육 회수단백질을 40% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1%(B2), CLA 0.1%(B3), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05%씩(B4) 첨가하여 현장시제한 기능성 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과 B2는 pH, 씹힘성 및 EFA가 높았고, 백색도 및 VBN이 낮은 장점을 나타내었다. B3는 적색도 및 검성은 높았고, 황색도는 낮은 장점을 지닌 반면 SFA 및 콜레스테롤 함량은 높았고, 전단가, 씹힘성, UFA 및 UFA/SFA는 낮은 단점을 나타내었다. B4는 조지방 함량, 전단가, 명도, UFA 및 UFA/SFA는 높았고, 조지방 함량, SFA, n-6계 지방산, BAA 및 *E. coli*는 낮은 장점을 지닌 반면 백색도는 높았고, 조단백질 함량, 응집성, 검성, EFA, EFA/UFA, FAA, STAA, AAA, EAA 및 TAA는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 가열감량, 전단가, SFA, FAA, AAA, BAA, EAA, TAA, TPC 및 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가한 반면 UFA/SFA 및 STAA는 감소하였다.
- 바) 햄육에 대해 MDCM 회수단백질을 40% 대체한 배합비에 누에고치분말 0.1%(M2), CLA 0.1%(M3), 누에고치분말과 동충하초분말을 각각 0.05%씩(M4) 첨가하여 현장시제한 기능성 소시지의 이화학적 특성 및 저장성 결과 M2는 전단가, 경도, 응집성, UFA, EAA 및 TAA 함량은 높았고, 콜레스테롤 함량 및 TPC는 낮은 장점을 지닌 반면, BAA는 높았고, 보수력 및 적색도는 낮은 단점을 나타내었다. M3는 보수력 및 적색도는 높았고, 백색도는 낮은 장점을 지닌 반면, 황색도는 높았고, 수분 함량 및 TAA 함량은 낮은 단점을 나타내었다. M4는 수분 함량은 높았고, n-6계 지방산, BAA 및 TBARS는 낮은 장점을 지닌 반면, 가열감량, SFA, 콜레스테롤 함량 및 VBN은 높았고, 경도, 검성, 씹힘성, UFA, EFA, UFA/SFA, EFA/UFA 및 EAA는 낮은 단점을 나타내었다. 저장기간 경과로 제조직후에 비해 4주 저장말기에 가열감량, 전단가, SFA, FAA, TPC와 *E. coli*는 세 처리구 모두 증가한 반면 조단백질 함량, UFA, EFA, UFA/SFA, STAA 및 관능평가의 향은 세 처리구 모두 감소하였다.

제 2절 돼지 부산물을 활용한 recovered protein 제조 기술 개발(협동기관)

1. 돼지 부산물을 활용한 회수단백질 개발(1차 년도)

가. 재료 및 방법

1) 원료육 특성 분석

가) 대상 : 돼지머리육 및 돼지심장육

나) 측정항목 : 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 추출성, 힘색소, Met-mb, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 전단가, 조직감 및 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), VBN, 지방산, 아미노산

2) 수세 및 pH 조건설정에 따른 회수단백질 제조 비교

가) 대상 : 2가지 육(돼지머리육 및 돼지심장육) 및 명태연육

나) 수세 및 pH 조건에 따른 단백질 추출

(1) 수세방법

(가) 원료육의 6배 증류수와 8,000rpm으로 30초간 균질한 후 10,000×g 25분 원심분리를 2, 4회 실시

(2) pH 조절법 : pH 2.0-10.5

(가) 원료육의 6배 증류수와 8,000rpm으로 30초간 균질한 후, 1N HCl과 1N NaOH 첨가로 pH 3, 11로 조절

(나) 10,000×g 25분 원심분리, 최상층(중성지방 등 유화층)과 최저층(결체조직, 막지질 등)을 버리고 중간층(염용성 및 수용성단백질) 회수

(다) 1N HCl과 1N NaOH를 이용 pH 5.0-5.5로 조절 30분 방치

(라) 10,000×g 25분 원심분리로 침전 단백질 회수, 1N NaOH로 pH 7로 조절

다) 충전 : PVDC

라) 가열 : 78℃에서 중심온도가 74℃ 도달 시 종료

마) 측정항목 : 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 함량, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 파괴강도, 전단가, 조직감, 변형값, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), 전기영동 특성

3) 회수단백질의 냉동변성방지제 최적 배합비 설정

가) 대상 : 상기 2실험에서의 수세법과 pH 최적 조건의 육 한 가지 고기를 이용한 회수단백질 및 명태연육

나) 동결 및 저장조건 : -40℃/36시간 동결 후 -20℃ 저장

다) 측정시기 : 제조 직후, 20, 50, 70일간

라) 냉동변성방지제 배합비(%)

- (1) A : 설탕 5, 솔비톨 4, 인산염 0.3% 계 9.3%
- (2) B : 솔비톨 9.3% 계 9.3%
- 마) 측정항목 : 일반성분, 콜라겐 함량, 염용성단백질 함량, 힘색소, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 파괴강도, 전단가, 조직감, 변형값, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량, 아미노산 조성, 관능검사(Hedonic scale법, 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도), VBN,
- 4) 분석방법
- 가) 일반성분 분석 : 시료의 일반성분은 AOAC(1995) 방법에 준하여 수분 함량은 oven 건조법, 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 조회분 함량은 건식회화법을 이용.
- 나) 콜라겐 함량 측정 : 총콜라겐 함량은 Woessner(1961)의 방법에 의해 시료에 6N HCl을 넣고 100°C에서 가수분해하여 Chloramine T로 산화시킨 후, p-dimethylamino-benzaldehyde를 넣어 반응시키고 557nm에서 흡광도를 측정.
- 다) pH 측정 : 시료 10g을 증류수 90ml와 함께 Homogenizer(IKA, T25 Basic Malaysia)로 균질하여 pH-meter(Orion 230A, USA)로 측정.
- 라) 육색 측정 : 표면 육색은 chromameter(Minolta Co. CR 301, Japan)를 이용하여 명도(lightness)를 나타내는 L*값, 적색도(redness)를 나타내는 a*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b*값을 측정.
- 마) 보수력 측정 : 마쇄한 시료를 미리 무게를 단 tube에 취한 다음 70°C의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정.
- 바) 조직감 : 조직감은 Rheometer(EZtest, shimadze, Japan)를 이용하여 신선육은 shearing cutting test로 가열육은 mastication test로 파쇄성(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 부착성(adhesiveness)을 조사하며, 분석조건은 chart speed 120/mm/min, maximum load 10kg, 측정속도 20mm, 시료높이 20mm, adapter No. 4로 측정.
- 사) 지방산 조성 : 지질 추출은 Folch(1957)의 방법으로 시료 50g에 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH = 2:1)을 넣고 균질화하여 지질을 추출한 후 가수분해하고 methylation 시킨 후 GLC를 이용하여 분석.
- 아) 아미노산 조성 : 시료를 완전히 건조시킨 다음, 탈지한 후 6N-HCl을 가한 후 110°C에서 24시간 가수분해 시켜 아미노산분석기로 분석.
- 자) VBN : 高坂(1975)의 방법을 이용하여 세절육 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질한 후 균질액을 Whatman No.1으로 여과하여 여과액 1 mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K₂CO₃ 1 mL를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평

으로 교반한 후 37°C에서 120분간 배양한다. 배양 후 0.02 N H₂SO₄ 로 내질의 붕산용액을 측정한다.

- 차) 관능검사 : 각 시료에 대하여 관능검사 요원 10명을 선발하여 9점 척도법(Hedonic scale)으로 관능검사를 실시.
- 카) 염용성단백질 추출성 : 시료 5g에 증류수 30ml을 넣은 후 균질하여 1,500g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 분리하고 분리한 시료에 3% NaOH를 첨가해서 다시 균질, 원심분리해서 상층액을 분리하고 추출시료와 뷰렛시약을 3:2로 혼합해서 흡광도 540nm에서 측정.
- 타) 힘색소 : 시료 4g에 phosphate buffer 용액 20ml 첨가해 냉장 보관한 후 균질하여 냉온에서 1시간 방지 시킨 후 원심분리 후 filtering(NO.1)해서 흡광도 측정 (700, 572, 565, 545, 525nm 순서).
- 파) 파괴강도 및 변형값 : Okada의 방법(1964)에 따라 실린더 형의 시료(1.8×2.0cm) 위에 지름 5mm의 구형 plunger를 장착하고 60 mm/min의 속도로 올리면서 Rheometer(Model CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)로 파괴강도(g)와 변형(mm)값을 측정하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 원료육의 특성

시료로 사용한 돼지 심장의 수분, 조단백질 및 조지방 함량은 각각 74.9, 15.8 및 4.7%로서(Table 217), 수분 75.7%, 단백질 16.2%, 지질 7.0%라고 보고한 일본의 식품성분표(1995)상의 조성과의 비교할 때 지방의 함량이 다소 낮은 것으로 나타났다. 그리고 돼지 머리는 단백질 회수를 위하여 육 부분을 남기고 기름 부분을 대부분 제거한 후 시료로 사용하였기 때문에 조단백질의 함량이 심장에 비하여 다소 높았으나, 지방과 수분의 함량은 다소 낮게 나타났다. 가용성 염용성단백질의 함량은 돼지머리와 심장이 각각 25.2±0.7과 15.6 mg/g-muscle로서 전체 육 단백질 중 약 50%를 염에 용해하는 근원섬유단백질로 본다면 이 같은 가용성 염용성 단백질의 양은 30.1%와 19.7%로서 근원섬유단백질의 상당 부분이 변성되어 불용화 되었음을 보여준다. 그러나 돼지 머리의 경우 불용화 비율이 낮은 것은 머리에 상당량 포함되어 있는 인지질에 의한 염용성단백질의 변성 방지 효과 때문인 것으로 추정된다. Andou 등(190)은 -20°C에서 동결 저장한 무지개송어의 염용성단백질량은 급속히 감소하지만, 비극성 지질로 처리한 모델계가 비극성 지질로 처리한 모델계에 비하여 감소 속도가 느리다고 보고하였다. 근육 중 콜라겐의 함량은 큰 차이가 없었으나, myoglobin의 함량은 심장에 비하여 머리가 높았고, met화 비율도 높은 것으로 나타났다.

Table 217. Proximate composition, salt soluble protein, collagen, myoglobin and met myoglobin content of pork head and heart as by-products

Items	Head ¹⁾	Heart
Moisture (%)	70.5±0.0	74.9±0.0
Crude protein (%)	17.0±0.2	15.8±0.1
Crude fat (%)	3.1±0.8	4.7±0.0
Ash (%)	1.2±0.2	1.3±0.0
Salt-soluble protein (mg/g-muscle)	25.2±0.7	15.6±0.8
Collagen (mg-g-muscle)	12.27±7.53	11.40±6.23
Myoglobin (mg/g-muscle)	3.92±0.00	2.60±0.05
Met myoglobin (%)	15.6±0.2	3.5±0.05

¹⁾ The part of lipid was removed.

머리와 심장 육의 pH는 큰 차이가 없었고, 보수력은 돼지심장육이 다소 낮은 것으로 나타났다(Table 218). 그리고 가열 감량과 전단력은 돼지머리육이 돼지심장육에 비하여 다소 높은 것으로 나타나 관능적인 저작성과 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 휘발성 염기질소 값으로 판단한 육의 대단히 높은 것으로 나타났다.

Table 218. Physico-chemical properties of pork head and heart as by-product

Items	Head ¹⁾	Heart
pH	5.90±0.01	6.00±0.01
Water holding capacity (g/g-muscle)	0.12±0.02	0.07±0.01
Cooking loss (%)	19.4±0.9	15.1±4.4
Shear force (kg/cm ²)	8.91±3.61	5.62±1.37
VBN (mg%)	12.9±1.0	13.8±0.0

¹⁾ The part of lipid was removed.

돼지머리육과 돼지심장육의 지방산 조성은 현저한 차이를 보이고 있었다(Table 219). 즉 돼지머리육의 monoene 산은 37.18±1.34%로서 돼지심장육의 17.50±0.29%에 비하여 현저히 높은 반면, polyene 산의 비율은 돼지심장육이 40.40±0.82로서 돼지머리육의 20.23±0.38에 비하여 약 2배가량 높은 비율을 보였다. 돼지머리육은

포화지방산 중 C16:0, C18:0 및 C23:0의 비율이 높았고 이 같은 추세는 돼지심장육에서도 같은 경향이였다. Monoene 산은 두 종류의 육에서 C18:1의 비율이 높았으며, polyene 산중에서는 C18:2와 C20:4의 비율이 높았으며, 특히 돼지심장육은 C20:4의 비율이 높은 것으로 나타났다.

Table 219. Fatty acid composition of pork head and heart as by-product
(unit: area%)

Fatty acid	Head	Heart
C14:0	1.83±0.28	2.83±0.40
C15:0	0.03±0.05	—
C16:0	23.81±1.87	16.82±0.57
A17:0	0.07±0.08	0.24±0.16
C17:0	0.38±0.02	0.07±0.13
C18:0	9.94±0.17	12.51±0.17
C20:0	0.07±0.08	—
C22:0	0.03±0.05	0.06±0.11
C23:0	6.44±1.15	9.68±1.70
Total	42.59±0.96	42.20±1.10
C18:1(n-9)	36.27±1.28	17.15±0.29
C20:1(n-9)	0.91±0.05	0.35±0.01
Total	37.18±1.34	17.50±0.29
C18:2(n-6)	16.62±0.54	24.86±0.56
C18:3(n-3)	0.89±0.03	0.41±0.01
C20:2(n-6)	0.75±0.05	0.50±0.01
C20:3(n-6)	0.36±0.01	0.68±0.02
C20:4(n-6)	1.50±0.03	12.09±0.22
C20:5(n-3)	0.04±0.08	0.88±0.03
C22:6(n-3)	0.07±0.08	0.88±0.01
Total	20.23±0.38	40.30±0.82

* Each sample was assayed with 4 times

두 육 사이에 총 아미노산 조성(Table 220)에 있어 큰 차이는 보이지 않았으며, 돼지심장육의 총아미노산 함량이 돼지머리육에 비하여 다소 높았다. 이 같은 결과는 돼지심장육의 순단백질 함량이 돼지머리육에 비하여 다소 높은 것과 일치한다. 그러나 조단백질의 함량은 돼지머리육이 심장 육에 비하여 다소 높게 나타난 것에 미루어 돼지머리육은 질소를 포함하는 다른 물질의 함량이 다소 높기 때문인 것으로 추정된다. 특히 질소를 포함한 인지질이 조단백질의 함량에 영향을 미쳤기 때문이다.

돼지심장육은 돼지머리육에 비하여 명도 값이 10 정도 낮은 반면 적색도는 높았다(Table 221). 이는 심장 육에 포함된 hemoglobin의 영향인 것으로 판단된다. 황색도는 유의수준($p < 0.05$) 내에서 비슷한 값을 보였다. 돼지심장육의 낮은 백색도 값은 돼지심장육의 낮은 명도 값에 기인하는 것으로 판단된다. 일반적으로 백색도는 회수단백질 가격에 영향을 미치며, 백색도가 높을수록 가격이 높다(Lanier, 1992). 회수단백질 젤의 백색도 값은 회수단백질 젤 조제 시에 포함되는 비근육 단백질의 첨가는 젤의 황색도에 많은 영향을 미치기 때문에 최종 백색도 값을 저하시키며, 첨가물을 구별하기 위하여 백색도 값의 계산식은 $L^* - 3b^*$ 의 식이 효과적이라고 보고하였다(Park, 1994).

Table 220. Total amino acid composition of pig head and heart

(unit: g/100 g-muscle)

Amino acid	Head	Heart
Asp	1.05	1.24
Thr	0.58	0.63
Ser	0.64	0.76
Glu	1.53	1.77
Pro	0.97	0.95
Gly	0.59	0.66
Ala	0.67	0.75
Cys	0.27	0.32
Val	0.53	0.59
Met	0.35	0.39
Ieu	0.53	0.56
Leu	0.81	0.90
Tyr	0.55	0.60
Phe	0.64	0.68
His	0.42	0.47
Lys	0.86	0.91
Ammonia	0.50	0.59
Arg	0.87	0.95
Total	12.33	13.71
Pure protein	12.53	13.80
Recovery(%)	98.40	99.30

Table 221. Surface color of pork head and heart as by-product

Color	Head ¹⁾	Heart
L*	33.90±3.02	23.53±0.92
a*	8.42±2.66	11.01±1.39
b*	6.85±1.84	6.43±0.84
Whiteness ²⁾	13.36±2.99	4.23±2.72

¹⁾ The part of lipid was removed.

²⁾ Whiteness was calculated by $L^* - 3b^*$

Instron으로 측정된 돼지 머리와 돼지심장육의 조직감은 두 육 간에 큰 차이를 보이지 않았다(Table 222).

Table 222. Textural properties of pork head and heart as by-product

Textural properties	Head ¹⁾	Heart
Brittleness (kg)	0.61±0.07	0.53±0.08
Hardness (kg)	0.62±0.09	0.62±0.01
Cohesiveness(%)	45.45±1.98	49.55±2.99
Springiness (mm)	6.45±3.51	9.6±1.98
Gumminess (kg)	28.45±4.96	30.62±1.31
Shear force (kg/cm ²)	8.91±3.61	5.62±1.37
Chewiness (kg/mm)	247.86±112.23	173.62±100.77

¹⁾ The part of lipid was removed.

두 육의 관능적 특성을 측정한 결과(Table 223), 향, 색 및 다즙성은 돼지머리육이 돼지심장육에 비하여 다소 나은 것으로 판정되었으며, 색이 다소 나은 것으로 나타난 것은 적색을 기피하는 기호적 측면인 것으로 판단된다. 그러나 조직감을 나타내는 연도와 맛은 돼지심장육이 돼지머리육에 비하여 우수한 것으로 나타나 심장근의 독특한 조직감을 선호하는 경향을 보였다. 전체적인 기호도는 돼지심장육이 돼지머리육에 비하여 우수하였다.

Table 223. Sensory scores¹⁾ of pork and heart as by-product

Items	Head ²⁾	Heart
Flavor	4.2±0.4	3.8±0.4
Taste	3.4±0.5	4.0±0.6
Color	4.2±0.7	3.4±0.5
Juiciness	3.8±0.4	2.6±0.5
Tenderness	2.6±0.5	3.4±0.5
Preference	3.6±0.5	4.2±0.4

¹⁾ Sensory evaluation was performed by 10 panel members, and scores were assessed on 5 point scale.

²⁾ The part of lipid was removed.

돼지머리육과 돼지심장육의 pH에 따른 용해도 특성을 측정한 결과(Fig. 1), 돼지머리육은 산성 영역인 경우 pH 2.5, 알칼리 영역인 경우 pH 10.5에서 최대의 용해도를 보였고, pH 5.0-5.5 영역에서 가장 낮은 용해도를 나타내고 있었다. 그러나 돼지심장육은 산성 영역에서는 pH 3.5에서 가장 높은 용해도를 보인 후, pH 감소와 더불어 용해도는 감소하였으며, 알칼리 영역에서는 pH가 증가함에 따라 용해도는 계속하여 증가하는 경향을 보였다. 전갱이의 용해도는 pH 2.5와 pH 10.5 부근에서 가장 높았고, pH 5.5 부근에서 가장 낮은 반면, 보구치의 용해도는 산성과 알칼리쪽으로 pH가 낮거나 증가함에 따라 계속 증가하는 경향을 보였으며 pH 4.5에서 가장 용해도가 낮았다(박 등, 2003). Pacific whiting은 pH 2.0-2.5 및 pH 11.0 부근에서 가장 높은 용해도를 보였고(Choi 등, 2002), 청어의 마쇄육은 pH 2.7과 pH 10.8에서 가장 높은 용해도와 pH 5.5에서 가장 낮은 용해도를 보였다(Underland 등, 2002). 육의 종류에 따라 최대 및 최저 용해도에 다소 차이를 보이는 것은 육의 종류에 따라 근원섬유 및 근형질 단백질의 함유량과 조성에 차이가 있기 때문인 것으로 판단된다(Suzuki, 1981). 산성과 알칼리 영역의 pH에서 용해도가 증가하는 것은 단백질을 구성하는 산성 및 염기성 아미노산 측쇄의 하전량이 증가하여 수소결합의 강도가 증가하기 때문인 것으로 보인다.

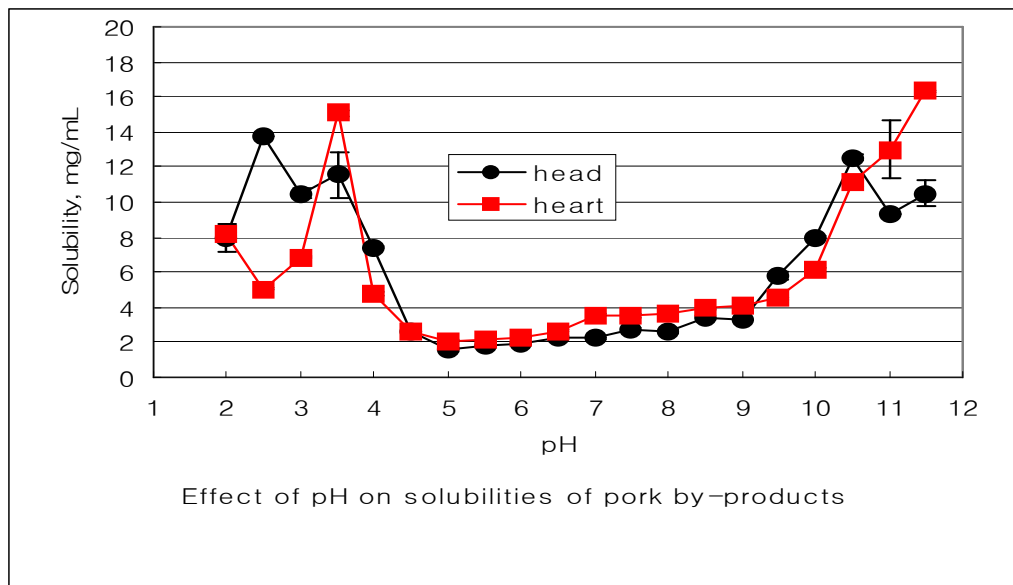


Fig. 1. Effect of pH on solubilities of pork head and heart muscle.

머리와 돼지심장육의 표면 소수성의 크기는 pH가 증가함에 따라 감소하여 알칼리 pH 영역에서는 표면 소수성의 크기는 현저히 감소하였다(Fig. 2). 이 같은 결과는 근육 단백질이 알칼리 pH 영역에서 보다 산성 pH 영역에서 쉽게 변성되어

내부의 소수성 잔기들이 쉽게 노출되는 것으로 판단된다. Pacific whiting의 표면 소수성은 pH 2.0>pH 10.5>pH 11.0>pH 3.0의 순으로 높아서 산성 pH에서 높은 경향을 보였고, 강산 처리는 분자 내부의 소수성기를 크게 노출하기 때문이라고 보고하였다(Kim 등, 2003). Alizadeh-Pasdar와 Li-Chan(2000)은 중성이나 알칼리 pH에 비하여 산성 pH에서 표면 소수성 값이 높다고 하였고, Das와 Kinsella(1989)는 β -lactoglobulin의 소수성은 pH 2.8에서 가장 높았고 pH가 증가함에 따라 급격히 감소한다고 보고하였다. 아주 낮은 pH에서 높은 표면 소수성은 단백질 2차 구조의 변화에 기인하기 보다는 비공유적인 단량체-이량체 전이에 기인하기 때문이다(Lin과 Park, 1998).

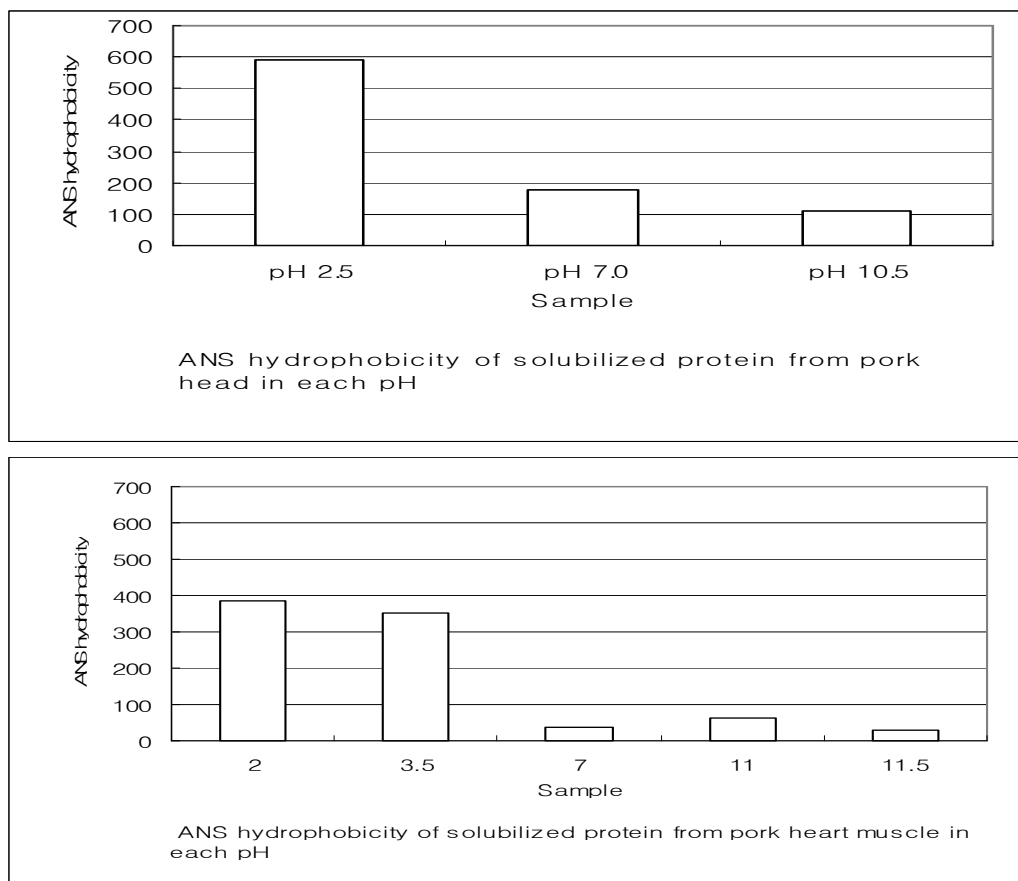


Fig. 2. Surface hydrophobicity of solubilized protein from pork and heart muscle in each pH.

돼지머리육의 반응성 SH기의 수는 pH 2.5와 10.5 사이에 온도에 따른 큰 차이를 보이지 않았으며, pH 7.0에서는 50°C 이상에서 탁도로 인하여 측정이 불가능하였다(Fig. 3). 온도가 상승함에 따라 돼지심장육의 반응성 SH기의 수는 감소하는

것으로 나타났으며, 감소의 폭은 pH 3.5에서 가장 큰 것으로 나타났다. 이 같은 반응성 SH기 수의 감소는 가열 젤 형성 시에 disulfide 결합에 기여할 것으로 추정된다. Pacific whiting인 경우, 총 SH기와 반응성 SH기의 수는 pH가 증가함에 따라 점진적으로 감소한다고 보고하였다(Kim 등, 2003).

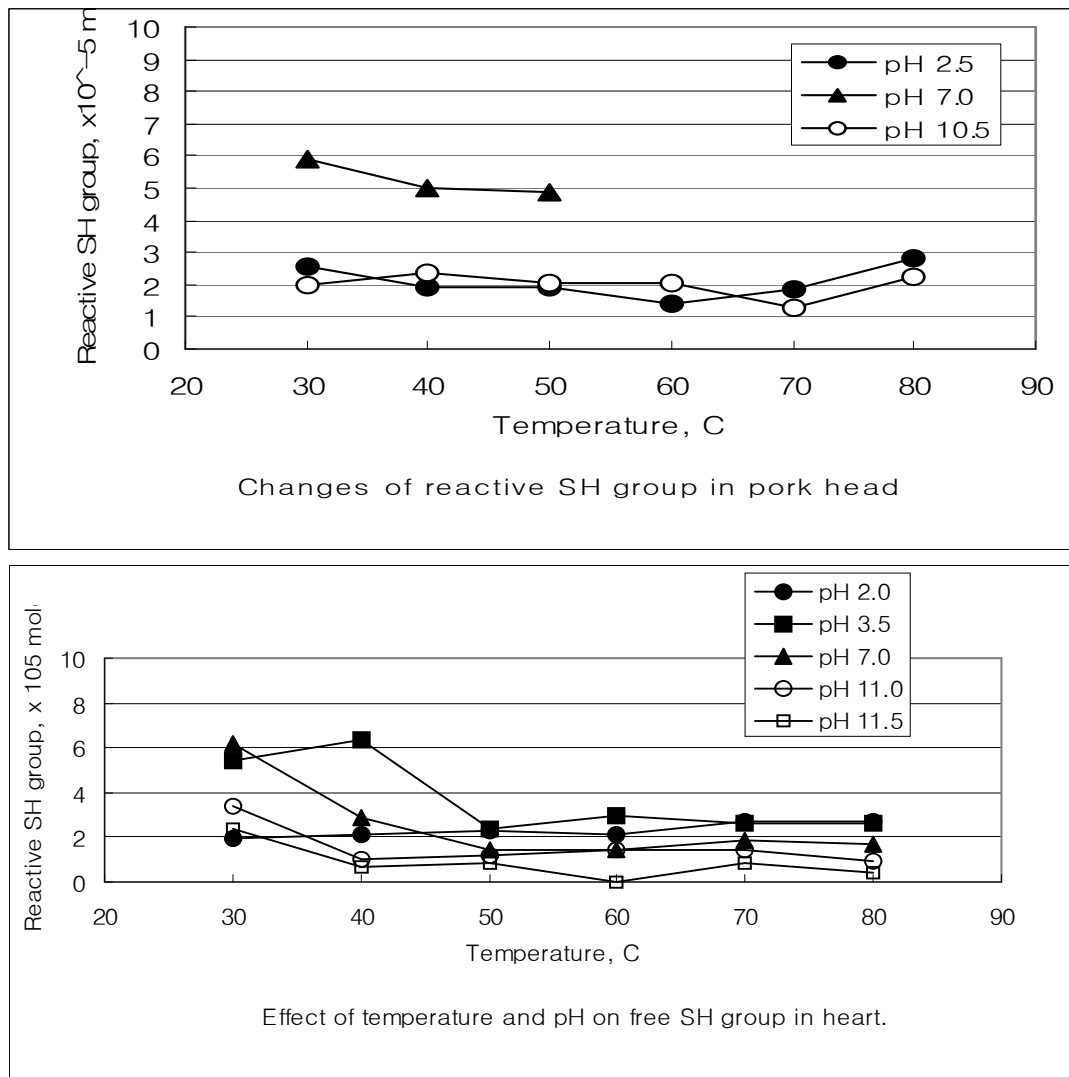


Fig. 3. Effect of temperature and pH on reactive SH groups pork head and heart muscle.

돼지머리육의 총 SH기의 수는 온도 상승에 따른 큰 차이를 보이지 않았으나, 돼지심장육은 다소 증가하는 경향을 보였으며, 총 SH기의 수는 산성 pH에 비하여 알칼리 pH에서 다소 큰 것으로 나타났다(Fig. 4). 이 같은 결과는 알칼리 pH에

서 반응성 SH기와 총 SH기 사이의 차이가 큼을 보여주고 있다. 이 같은 경향은 cystin 혹은 cysteine 잔기들이 황화수소 및 dehydroalanine 같은 분해산물까지 전환되기 때문인 것으로 추정된다(Monahan 등, 1995). Thio 산화반응은 알칼리 처리 중 disulfide 상호작용 반응에 함께 일어날 수 있고 결과적으로 SH 농도를 감소시킨다.

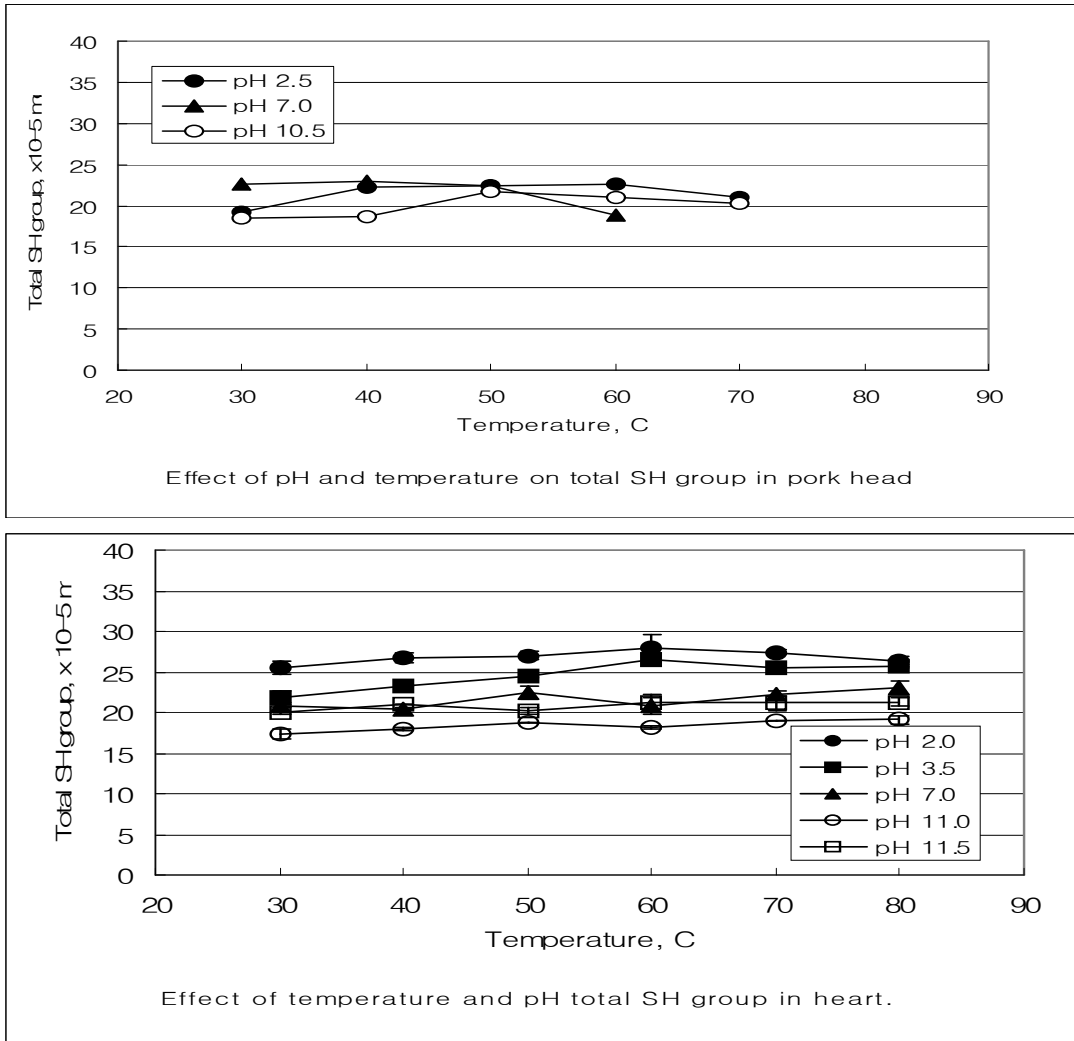


Fig. 4. Effect of temperature and pH on total SH groups pork head and heart muscle.

소수성 상호작용 및 SH기의 변화와 가열 젤 생성 시 2% NaCl의 첨가가 무첨가 젤에 비하여 높은 변형값을 갖는 결과에 미루어 pH 전이로 회수한 돼지심장육 단백질의 가열 젤 형성 기구를 가정하였다(Fig. 5).

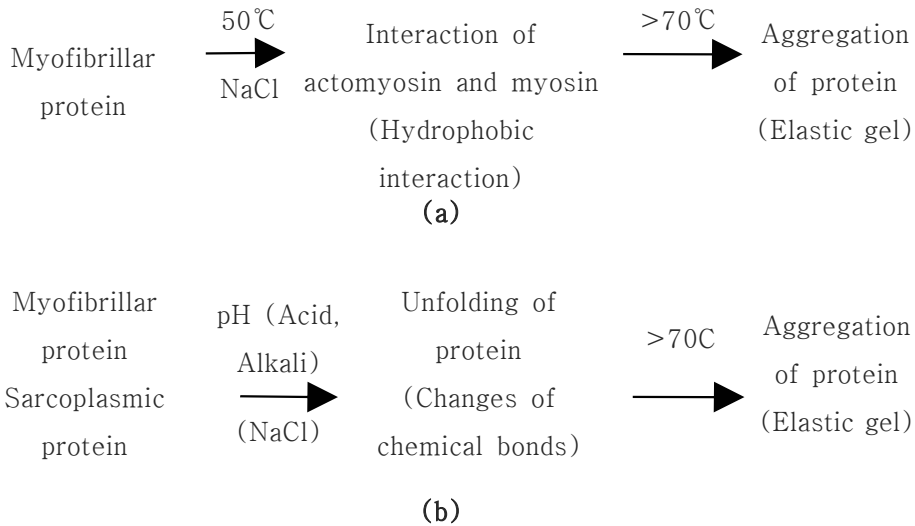


Fig. 5. Comparison of gelation mechanism between conventional surimi and recovered protein by pH shift processing.

원료육의 특성을 종합적으로 요약하면 돼지머리육은 지방과 육기질 단백질이 많아 회수단백질 제조 원료보다는 수육과 편육 등 다른 부가가치 향상 제품을 만드는 것이 효율적이며 돼지심장육은 pH 3.5와 11에서 가장 높은 염용성단백질 추출성을 보였다.

2) 수세 및 pH 조건 설정에 따른 회수단백질 제조 비교

가) 회수단백질의 일반성분과 수율

명태 육의 일반성분은 계절에 따라 영향을 받지만, 봄과 가을의 조단백질 함량은 각각 15.6%와 16.9%이며, 조지방 함량은 가을이 봄의 0.2%에 비하여 다소 높은 0.6%이다(Park과 Lin, 2005). 그러나 회수단백질의 경우는 마지막 공정에서 screw pressing하여 수분을 제거하기 때문에 냉동 변성 방지제를 첨가한 후 수분 함량은 제조회사에 따라 다소 차이가 있으나, 일급 회수단백질의 수분 함량은 대체로 75% 전후이다. 본 실험의 결과 북양 명태연육 RA급의 수분함량은 72.0%로서 다소 낮은 반면, 조단백질 함량은 18.5%로 다소 높았다. 회수단백질의 수율은 어획 관리, 절단기의 개선, decanter 기술의 발달로 점차 향상되었으나, 최종 동결 회수단백질의 수율은 전어체의 24% 정도이다(Park과 Lin, 2005; Park 등, 1997).

돼지머리육을 산과 알칼리 처리하여 단백질을 회수한 결과(Table 224), 3배량의

수도수로 2회 수세하여 회수한 수세육에 비하여 수분함량은 낮은 반면, 단백질 함량은 높았다. 이 같은 결과는 pH 전이법으로 회수할 경우 탈수 과정에서 완전히 수분을 제거하기 어려웠기 때문이다. 전체육의 고형물 함량 대비 회수단백질의 고형물 함량의 백분율로 구한 pH 전이법으로 회수한 단백질의 수율은 수세법에 비하여 높았으나 전체육 고형물의 10% 미만으로 아주 낮았다. 이 같은 결과는 돼지 머리육인 경우 다량의 지질이 함유되어 있어 전처리 과정에서 전체육의 약 7%를 정형하여 제거하였기 때문이다.

Table 224. Moisture, crude protein content, and yield recovered protein from pork head and heart

(unit; %)

Sample	Process	Moisture	Crude protein	Yield ¹⁾
Alaska pollack				
surimi	Conventional	72.0±0.9	18.5±0.1	24
(RA grade)				
	Acid (pH 2.5)	82.5±0.5	9.3±0.1	9.0
Head	Washing	75.2±0.4	15.5±0.3	3.5
	Alkaline (pH 10.5)	82.5±0.2	8.8±0.2	8.3
	Acid (pH 2.0)	82.0±0.1	9.1±0.1	56.7
Heart	Acid (pH 3.5)	86.2±0.6	5.3±0.2	44.2
	Washing	74.9±0.4	16.1±0.0	51.1
	Alkaline (pH 10.5)	78.3±0.5	13.8±0.1	68.4

¹⁾ A yield was calculated by ratio of solid content in recovered protein to solid content in raw content.

돼지심장육의 경우도 돼지머리육과 마찬가지로 수세하여 회수한 단백질의 수분 함량이 가장 낮았으며, 알칼리, 산의 순으로 수분 함량이 높았다. 단백질 함량은 수분 함량에 반비례하였다. 수율은 pH 10.5에서 회수한 단백질이 68.4%로서 가장 높았고 pH 3.5에서 회수한 단백질이 가장 낮은 44.2%였다.

나) 회수단백질의 화학적 특성

RA급 명태연육의 염용성단백질 함량은 140.13±0.53 g/g-muscle로서 전체 조단백질 함량 185 mg 중에서 75.7%가 0.5 N NaCl 용액에 용해하였다. 회수단백질의 경우는 수세 공정으로 회수한 단백질이 산 혹은 알칼리 pH 전이공정으로 회수한 단백질에 비하여 높은 염용성단백질 함량을 보였고 알칼리 pH 전이에 비하여 산

전이공정으로 회수한 단백질의 용성 단백질 함량이 낮았다(Table 225). 이 같은 결과는 회수한 단백질의 단백질 함량에 따른 차이는 있으나, pH 전이공정은 단백질 변성을 촉진하여 불용성단백질의 함량을 증가시키기 때문인 것으로 추정된다. 콜라겐 함량은 알칼리 pH 전이공정으로 회수한 단백질에서 가장 낮은 함량을 보였다. Myoglobin 함량은 산성 pH 전이공정에서 가장 낮았으며 수세와 알칼리 공정은 비교적 높은 편이었다. 고등어 및 깡치의 배육에 포함된 myoglobin의 함량은 각각 2.00 ± 0.03 mg/g-muscle과 1.44 ± 0.01 mg/g-muscle이라고 보고한 결과(최 등, 2004)와 비교할 때 돼지머리육은 백색육 어류에 비해 다소 낮은 반면, 돼지심장육은 적색육 어류와 비슷한 값을 보였다. Myoglobin의 met화 비율은 수세공정으로 회수한 단백질이 가장 낮았고, 알칼리 전이공정으로 회수한 단백질이 가장 높았다. 이 같은 결과는 산과 알칼리 공정이 단백질 변성의 원인임을 제시한다. 최 등(2004)은 알칼리 공정에서 깡치와 고등어 myoglobin의 met화 비율은 79.3%와 88.1%라고 보고하였다. 축육 myoglobin의 met화가 다소 낮은 것은 축육과 어육 myoglobin의 열안정성과 산관이 있는 것으로 추정된다.

Table 225. Salt-soluble protein, collagen, myoglobin content, and met myoglobin of Alaska pollack surimi and recovered protein from pork head and heart

Sample	Process	Salt-soluble protein (mg/g-sample)	Collagen (mg/g-sample)	Myoglobin (mg/g-sample)	Met myoglobin (%)
Alaska pollack surimi (RA garde)	Conventional	140.13±0.53	14.46±4.59	—	—
	Acid (pH 2.5)	15.43±1.10	8.75±0.21	0.43	58.4
Head	Washing	79.13±1.59	8.21±0.24	0.99	37.7
	Alkaline (pH 10.5)	25.18±1.10	7.04±0.22	0.86	67.5
	Acid (pH 3.5)	14.18±0.46	10.30±1.23	0.65	60.9
Heart	Washing	94.25±1.06	9.35±0.38	1.47	55.1
	Alkaline (pH 10.5)	26.50±0.78	7.87±0.46	1.61	72.4

다) 명태연육과 회수단백질의 총 아미노산 조성

Table 226. Total amino acid composition of Alaska pollack surimi, and recovered protein from pig head and heart

(unit: g/100 g-protein)

Amino acid	Alaska pollack	Head			Heart		
		pH 2.5	washing	pH 10.5	pH 3.5	washing	pH 10.5
Asp	8.09	7.82	7.81	7.78	7.71	7.71	7.83
Thr	4.06	4.37	4.39	4.33	4.22	4.39	4.32
Ser	8.03	6.87	7.21	6.57	6.64	7.27	6.68
Glu	13.78	13.58	12.78	13.49	13.18	12.21	12.98
Pro	7.29	6.16	6.45	4.39	5.28	6.75	5.35
Gly	5.83	4.89	5.23	4.17	4.91	5.82	4.86
Ala	7.02	6.94	6.87	6.06	7.24	7.37	7.02
Cys	2.33	2.03	2.12	2.54	2.02	2.08	1.98
Val	4.39	4.46	4.25	5.23	4.69	4.50	4.73
Met	3.26	1.65	2.55	2.32	1.17	1.81	1.07
Ieu	3.94	4.23	4.06	4.32	4.15	3.93	4.27
Leu	5.35	6.15	6.01	7.08	6.63	5.99	6.68
Tyr	2.57	2.65	2.70	3.92	2.64	2.65	2.62
Phe	3.04	3.65	3.64	3.78	3.77	3.73	3.85
His	2.43	2.64	2.54	2.14	2.69	2.65	2.76
Lys	6.49	8.40	7.85	9.63	8.46	7.57	8.47
Ammonia	5.06	5.63	5.76	6.03	6.51	5.86	5.95
Arg	5.10	4.93	3.89	3.91	4.97	5.11	5.11
Total	98.06	97.05	96.11	97.69	96.88	97.40	96.53

명태연육과 pH 조건 별 회수단백질의 구성 아미노산 조성에는 큰 차이를 발견할 수 없었다(Table 226). 이 같은 결과는 pH 전이공정에 의한 영양가의 손실이 없음을 제시하는 것이다.

식품 단백질의 알칼리 처리 공정은 단백질의 농축물과 단리물의 생산, 섬유 생성과 같은 단백질의 조직화, 거품과 같은 특별한 기능성 특성을 가진 단백질의 생산(Aymard 등, 1978)에 적용하고 있다. 식품 단백질의 알칼리 처리는 필수 및 비필수 아민산의 화학적 수식의 원인이 될 수 있으며(Whitaker와 Feeney, 1977), 알칼리 처리는 lysinoalanine(LAL)이라 불리는 가교 연결된 N (DL-2-amino2-carboxyethyl) -L-lysine의 형성을 유도한다(Borak, 1964). 유리 LAL은 소장에서 흡수되지만 이용할 수 없기 때문에 단백질의 소화능을 감소시키고 필수아미노산의 유효성을 감소시킨다(Damodaran, 1996).

알칼리 pH 전이공정으로 회수한 단백질의 LAL 형성을 측정된 결과(Fig. 6), LAL의 형성은 볼 수 없었다. 이 같은 결과는 본 실험의 알칼리 처리 조건 하에서는 LAL이 생성되지 않음을 제시한다. 깡치 육에서 알칼리 pH 전이공정으로 얻은 회수단백질에서도 LAL의 생성은 없었으나, 알칼리에 용해한 단백질을 90C에서 1시간 가열 한 후, pH 5.0-5.5에서 회수한 단백질에서는 0.20-0.23 g/100 g-recovered protein의 LAL 생성을 확인할 수 있었다(최 등, 2004). 본 실험의 결과와 비교할 때 LAL의 형성은 알칼리 조건하에서 단백질을 가열할 때 생성되는 것으로 추정된다.

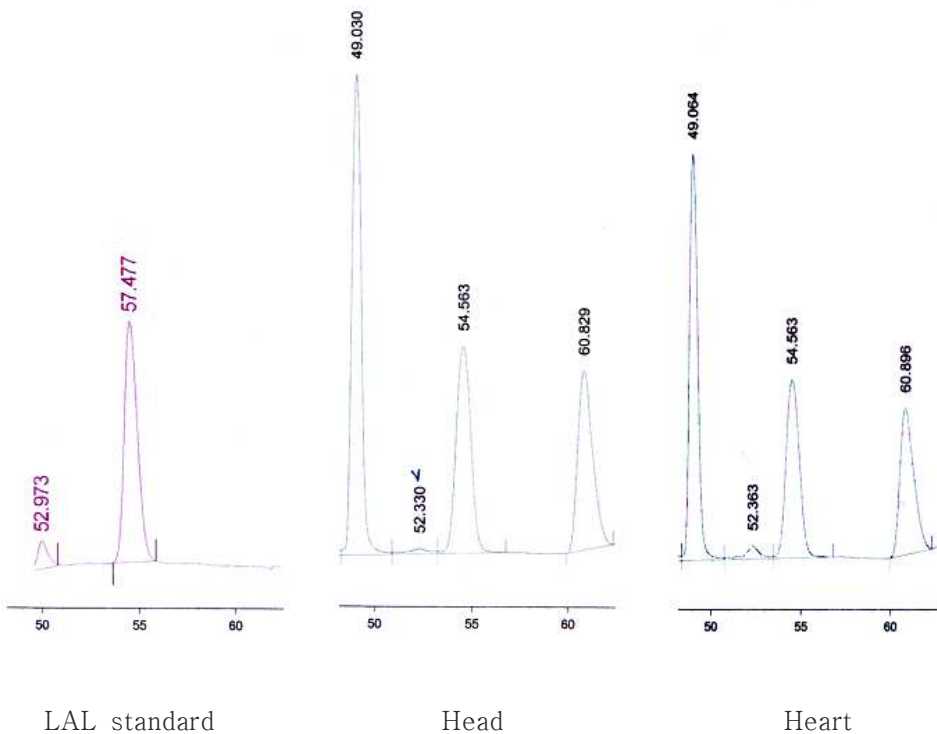


Fig. 6. Amino acid chromatogram of LAL standard and recovered protein from pig head and heart by alkaline processing.

Punch test에 의한 본 연구에 사용한 북양 명태연육 RA급의 파괴강도, 변형값 및 접기시험 결과는 87.2 ± 5.8 g과 4.35 ± 0.28 mm 및 4였다(Table 227). 이 같은 값은 일본산 A급 회수단백질의 파괴강도와 변형값 및 접기시험 결과의 117 ± 7 g과 6.43 ± 0.3 및 5에 비하여 낮아서 장기간 보관하였거나 냉동저장 조건이 적절하지 못함을 반영하였다. 한편 일본산 AA급 회수단백질의 파괴강도, 변형값 및 접기시험 결과는 201 ± 4 g, 7.98 ± 0.31 mm 및 5였다(한성기업, 2001).

돼지머리육의 파괴강도 값은 수세공정과 알칼리 처리 공정으로 회수한 단백질 값과 유의적인 차이는 없었으며, 산처리하여 회수한 단백질의 파괴강도 값은 현저히 낮았다. 변형값은 산처리와 수세 처리에 유의적인 차이는 없었으며, 접기시험 결과는 1로서 손으로 만졌을 때 허물어졌다. 그러나 알칼리 공정으로 회수한 돼지머리육의 변형값은 이들보다 다소 높은 4.10 ± 0.76 이었고 접기시험 결과는 2였다.

돼지심장육의 파괴강도 값은 산 처리공정과 수세 공정으로 회수한 단백질이 각각 85.5 ± 10.0 과 79.3 ± 6.7 로서 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 그리고 변형값은 pH 3.5에서 산 처리공정으로 회수한 단백질이 가장 높은 8.51 ± 0.59 mm였고 folding test 값도 5로서 가장 탄력 있는 겔을 형성하였다. 변형값은 알칼리 처리 공정으로 회수한 단백질이 가장 낮은 값을 보여 돼지머리육과는 다른 결과를 보였다. 본 실험의 결과 돼지 부산물 중 돼지머리육은 낮은 수율 때문에 회수단백질을 이용한 제품 생산은 경제성이 없으며, 북양 명태연육을 상회하는 수율과 물성값으로 판단할 때 돼지심장육에서 산 처리공정으로 회수한 단백질의 회수단백질 제품화는 충분히 가능할 것으로 보인다.

Table 227. Breaking force, deformation, and folding test of recovered protein gel from pork head and heart

Sample	Processing	Breaking force ¹⁾ (g)	Deformation (mm)	Folding test ²⁾
Alaska pollack surimi (A grade)	Conventional	87.2 ± 5.8	4.35 ± 0.28	4
	Acid (pH 2.5)	32.4 ± 1.3	3.78 ± 0.59	1
Head	Washing	50.2 ± 3.5	3.76 ± 0.37	1
	Alkaline (pH 10.5)	59.5 ± 6.0	4.10 ± 0.76	2
	Acid (pH 2.0)	—	—	—
Heart	Acid (pH 3.5)	85.5 ± 10.0	8.51 ± 0.59	5
	Washing	79.3 ± 6.7	4.47 ± 0.05	2
	Alkaline (pH 10.5)	41.5 ± 5.7	4.14 ± 0.83	2

¹⁾ A gel was composed of recovered protein, 4% potato starch, and 4% bovine plasma protein. Alaska pollack surimi and washing gel contained 2 % NaCl.

²⁾ Folding test.

- 5; No cracks showing after folding twice.
- 4; No cracks showing after folding in half.
- 3; Cracks gradually when folded in half.
- 2; Cracks immediately when folded in half.
- 1; Breaks by finger pressure.

돼지머리육을 산 처리와 알칼리 처리공정으로 회수한 단백질의 명도 값은 약 57로서 일반적인 공정에 따라 조제한 북양명태연육 RA급의 명도 값에 비하여 2 정도 높은 값을 보였으나, 황색도 값은 8.65-9.26의 범위로서 북양명태연육의 0.55 ± 0.13 에 비하여 현저히 높은 값을 보였다(Table 228). 이 같이 높은 황색도 값은 회수단백질의 백색도에 영향을 미쳐 북양명태의 백색도는 53.46 ± 0.55 인 데 반하여 수세공정과 알칼리 처리공정으로 회수한 단백질의 백색도는 17.57-31.99의 범위였다. 일반적으로 수세공정은 2-3회의 수세 단계에서 육 단백질에 포함된 색소 단백질을 거의 제거하기 때문에 황색도 값은 현저히 감소하며(Park 등, 1997). 첨가물로 사용한 비근육 단백질인 BPP(소혈장단백질)는 황색도를 증가시켜 백색도를 현저히 감소시킨다(Park, 1994).

돼지심장육의 경우는 수세공정으로 회수한 단백질의 명도 값은 수세한 것이 높았으나, 백색도 값은 산 및 알칼리 처리공정으로 회수한 단백질이 높은 것으로 나타나 돼지머리육과는 반대의 결과를 보였다. 돼지심장육의 백색도 값이 전반적으로 낮은 것은 공정의 차이에 기인하는 것은 아닌 것으로 판단된다.

Table 228. Surface color of recovered protein gel from pork head and heart

Sample	Processing	L*	a*	b*	Whiteness
Alaska pollack surimi (RA grade)	Conventional	55.10 ± 0.38	-3.82 ± 0.23	0.55 ± 0.13	53.46 ± 0.55
Head	Acid (pH 2.5)	48.21 ± 0.87	-2.19 ± 0.40	9.26 ± 0.12	20.42 ± 0.86
	Washing	57.93 ± 0.34	-2.43 ± 0.23	8.65 ± 0.35	31.99 ± 1.29
	Alkaline (pH 10.5)	57.69 ± 1.33	-0.35 ± 0.53	13.38 ± 0.39	17.57 ± 1.93
Heart	Acid (pH 2.0)	-	-	-	-
	Acid (pH 3.5)	33.46 ± 0.24	-0.11 ± 0.25	5.83 ± 0.23	15.96 ± 0.83
	Washing	47.39 ± 0.29	4.45 ± 0.05	11.47 ± 0.33	12.99 ± 0.95
	Alkaline (pH 10.5)	20.50 ± 0.08	-0.87 ± 0.07	2.00 ± 0.05	14.49 ± 0.16

¹⁾ A gel was composed of recovered protein, 4% potato starch, and 4% bovine plasma protein. Alaska pollack surimi and washing gel contained 2% NaCl.

Park(1995)은 수분함량이 증가함에 따라 명도는 증가하고 황색도는 감소하여 백색도를 증가시키며, 동결과 해동 사이클의 반복은 명도와 황색도를 감소시킨다고 보고하였다.

라) pH 전이공정에 따른 SDS-PAGE 전기영동상

알칼리 처리한 돼지머리육과 돼지심장육의 myosin heavy chain은 10% SDS-PAGE 상에서 거의 검출되지 않았은 반면, 산 처리공정으로 회수한 단백질의 경우는 다량의 myosin heavy chain이 잔존하는 것으로 확인되었다(Fig. 7). 회수단백질 가열젤의 강도는 가열 시 myosin heavy chain의 network 형성에 영향을 받기 때문에 잔존하는 myosin heavy chain의 양과 변성 정도에 의존하며, 비변성 myosin heavy chain의 양이 많을수록 젤 강도는 상승한다(Kato 등, 1979; MacDonald 등, 1992; Park과 Lin, 2004; Lanier 등, 2005; Choi 등, 2005). SDS-PAGE의 결과는 산 처리공정으로 회수한 돼지심장육의 파괴강도와 변형값이 알칼리 처리공정으로 회수한 단백질에 비하여 훨씬 높은 이유를 제시하고 있다. 그러나 돼지머리육에서 알칼리 처리공정으로 회수한 회수단백질의 파괴강도가 산 처리 한 것에 비하여 낮은 것은 돼지머리육 가열 젤의 강도는 근원섬유 단백질이 아닌 다른 단백질에 의한 강도이기 때문으로 추정된다. 돼지머리육은 근육과는 달리 젤라틴 물질을 다량 함유하고 있으며, 가열과정에서 이들의 일부가 젤 형성에 관여했기 때문일 것이다.



Fig. 7. SDS-PAGE pattern of washing water (1), washing pellet (2), pH 2.5 (3), pH 10.5 (4) from pig head, and washing (5), washing pellet (6), pH 3.5 (7) and pH 10.5 (8) from pig heart on 10% polyacrylamide gel.

Pacific whiting을 pH 2와 3에서 처리했을 때 myosin heavy chain 바로 아래에 분자량이 큰 단백질 띠가 검출되어 myosin heavy chain의 분해를 암시하였으며 (Choi 등, 2002; Kim 등, 2003), pH 2.5에서 처리한 전갱이와 백조기의 회수단백질은 myosin heavy chain이 거의 분해된 것으로 나타났다(박 등, 2003). 그러나 myosin heavy chain의 분해가 단백질 분해효소의 작용 혹은 산 가수분해 작용에 의한 것인지는 분명치 않다.

마) 회수단백질 젤의 조직 특성

회수단백질로 제조한 젤의 조직 특성을 Instron으로 분석한 ITPA (instrumental texture profile analysis)의 결과(Table 229)는 punch test로 행한 결과(Table 228)와 상이하였다. 특히 punch test의 파괴강도 및 변형값과 비슷한 값인 ITPA에서의 경도와 응집성 값은 경향이 일치하지 않는 것으로 나타났다. Hamann과 MacDonald(1992)는 14 lot의 회수단백질 젤의 측정치에 근거한 관능적 평가와 젤 조직의 비틀림 측정, punch test와 ITPA 사이의 강도를 지적하는 canonical R2 값을 비교하여 비틀림이 0.82로 관능적 결과와 가장 근접한 반면 ITPA는 0.55로서 punch test의 0.62보다 떨어진다고 보고하였다. 이 같은 결과는 회수단백질 가열젤의 관능적 조직감을 가장 잘 반영하는 기계적 측정방법은 비틀림 측정임을 제시하였다. 국제적으로 회수단백질 가열 젤의 물성을 측정하는 표준 방법으로 비틀림 측정과 punch test를 인정하고 있다(Lanier, 1992).

Table 229. Textural properties of recovered protein gel from pork and heart

Sample	Processing	Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg/mm)
Alaska pollack (RA garde)	Conventional	0.05±0.00	0.73±0.01	59.1±0.0	13.99±0.08	4.54±0.62	63.47±8.92
	Acid (pH 2.5)	0.06±0.01	1.10±0.02	47.2±10.2	14.03±0.07	4.58±0.37	64.32±5.47
Head	Washing	0.03±0.01	1.21±0.03	58.2±5.4	14.21±0.06	18.94±2.13	257.41±32.85
	Alkaline (pH10.5)	0.13±0.03	0.18±0.01	63.8±14.0	13.44±0.53	11.11±1.97	149.99±31.31
Heart	Acid (pH 3.5)	0.02±0.01	0.04±0.03	33.3±19.0	13.31±1.63	1.49±1.52	20.92±21.98
	Washing	0.30±0.01	0.31±0.01	46.6±5.4	14.11±0.07	14.17±1.56	200.06±23.0
	Alkaline (pH 0.5)	0.08±0.02	0.09±0.01	55.5±8.9	13.74±0.14	5.06±0.91	69.49±12.16

바) 관능적 특성

향기는 돼지머리육이 다소 우수한 것으로 나타났으며, 맛은 돼지머리육과 돼지심장육이 RA급 북양 명태연육에 비하여 다소 나은 것으로 나타났다(Table 230). 색은 백색도를 기준으로 하였기 때문에 명태연육이 가장 높게 나타났으며, 돼지심장육이 가장 낮았다. 이 같은 결과는 돼지심장육에서 회수한 단백질 젤의 색이 갈색에 가깝기 때문인 것으로 판단되었다. 다즙성은 돼지심장육이 우수하였으며, 연도는 유의 수준의 범위 내에서 시료 간에 차이를 인정할 수 없었다. 전체적으로 pH 3.5에서 회수한 돼지심장육은 색깔에서 다른 젤에 비하여 떨어지는 평가를 받았으나, 다른 항목의 값은 다소 높거나 같아서 전체적인 기호도가 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 230. Sensory scores of recovered protein gel from pork and heart

Sample	Processing	Flavor	Taste	Color	Juiciness	Tenderness	Preference
Alaska							
pollack	Conventional	2.8±0.5	2.5±0.6	5.0±0.0	2.8±0.5	2.5±0.6	2.8±0.5
(AA grade)							
Head	Acid (pH 2.5)	3.0±0.0	3.3±0.5	3.3±1.0	3.0±0.8	2.3±0.5	2.8±0.5
	Washing	3.0±0.0	3.2±0.5	3.3±1.0	2.5±0.0	2.0±0.5	2.5±0.5
	Alkaline (pH10.5)	3.0±0.0	3.3±0.5	2.8±0.5	3.5±0.6	3.3±0.5	2.8±0.5
Heart	Acid (pH 3.5)	2.8±0.5	2.8±0.9	1.8±0.9	3.8±0.9	3.0±0.5	3.2±0.0
	Washing	2.3±0.5	2.8±0.5	1.3±0.5	1.8±0.5	2.0±0.0	2.5±0.0
	Alkaline (pH 0.5)	2.8±0.5	3.5±0.6	2.0±0.8	3.3±0.5	3.0±0.0	3.0±0.6

회수단백질 제조 원료와 방법에 따른 품질 특성을 종합적으로 살펴보면 돼지머리육은 수율이 낮아 생산성이 매우 낮으며, 돼지심장육은 수세와 알칼리 처리보다는 산 처리 시 파괴강도와 변형값이 훨씬 뛰어나 folding 점수도 매우 높았다. 단 육색의 개선이 필요하였다.

3) 회수단백질의 냉동변성방지제 및 ingredient의 최적 배합비 설정

가) 동결 저장 중 물리화학 및 세균학적 특성의 변화

돼지머리육과 돼지심장육을 각각 pH 10.5와 3.5에서 pH 전이공정으로 회수한 단백질을 -20℃에서 저장하면서 몇 가지 물리화학 및 세균학적 변화를 측정하였다(Table 231). 염용성단백질의 함량은 저장 기간이 길어짐에 따라 지수 함수적으

로 감소하였으며, 보수력은 거의 변화가 없었다. TBARS는 저장기간과 더불어 다소 증가하는 경향이었으며, 증가속도는 돼지심장육이 돼지머리육에 비하여 높았다. 가열 젤 조제 시 염을 첨가하지 않은 경우 젤의 파괴강도 값이 현저히 저하하여 젤을 형성하지 않았기 때문에 더 이상 저장 실험을 수행하지 않았다. 알칼리 공정으로 회수한 전갱이 회수단백질은 냉동 저장 중에 지질의 산화가 크게 일어나는 것으로 나타났으며, 백조기 회수단백질은 저장 기간 중에 큰 변화를 보이지 않았고, 전갱이 회수단백질의 TBARS의 증가가 빠른 것은 백조기 회수단백질에 비하여 많은 지질이 존재하기 때문이라고 하였다(최 등, 2004). 본 실험에서 돼지심장육 회수단백질의 TBARS가 높은 것은 돼지머리육 회수단백질에 비하여 많은 지질을 갖기 때문으로 추정된다. 알칼리 공정을 적용할 때 멸치 회수단백질에는 원료육의 약 10-40%에 해당하는 지질이 제거되지 않는 것으로 나타났다(최 등, 20066). 그리고 pH 전이공정으로 회수한 단백질에는 다량의 hemoglobin과 myoglobin이 잔존하고, 이들 색소단백질은 pro-oxidative 활성을 증가시키기 때문에(Richards와 Hultin, 2003) 회수단백질에 남아 있는 색소단백질은 지질의 산화에 기여한 것으로 추정된다. 총균수는 저장 20일째에 다소 증가하였지만 동결 회수단백질에서 발견되는 대부분의 세균은 가열처리 조작 중에 불활성화되기 때문에 회수단백질 제품에서 발견되는 세균은 가공 후에 오염된 미생물이거나 전분, 솔비톨, 향기 및 색소성분, 난백 등에서 유래한 내열성 세균이다(Matches 등, 1987).

Table 231. Changes of salt-soluble protein (SSP), water-holding capacity (WHC), TBA value, and total visible cell (TVC) of recovered protein from pig head and heart during storage at -20°C

Storage (days)	Cryo-protectant	Head				Heart			
		SSP (mg/g)	WHC (g/g)	TBA (O.D)	TVC (CFU/mL)	SSP (mg/g)	WHC (g/g)	TBA (O.D)	TVC (CFU/mL)
0	A ¹⁾	25.18±	0.25±	0.368±	15830	26.50±	0.23±	0.423±	21480
		1.10	0.01	0.003		0.78	0.02	0.003	
	B ²⁾	24.90±	0.27±	0.369±	15360	27.03±	0.27±	0.422±	25783
		1.10	0.02	0.004		0.27	0.04	0.004	
5	A	19.84±	-	0.374±	17150	25.14±	0.24±	0.404±	27852
		0.39	-	0.003		1.13	0.01	0.003	
	B	19.02±	-	0.376±	11683	25.09±	0.21±	0.422±	29451
		1.03	-	0.004		0.74	0.03	0.002	
20	A	2.18±	-	0.392±	17258	5.18±	-	0.614±	28470
		0.22	-	0.003		0.08	-	0.013	
	B	2.51±0.	-	0.397±	15783	5.54±0.	0.77±	0.623±	25620
		08	-	0.004		18	0.00	0.002	

¹⁾ A; 5% sucrose, 4% sorbitol, 0.3% sodium polyphosphate.

²⁾ B; 9.3% sorbitol.

Recovered protein gel formula; 4% potato starch, 4% egg white powder.
The moisture content of recovered protein paste was adjusted to 78%.

나) 동결 저장 중 물성 값의 변화

돼지머리육에서 회수한 단백질은 동결 저장 5일째부터 가열 젤을 형성하지 않는 것으로 나타났으며(Table 232), 돼지심장육은 저장 20일에서 일반적인 냉동변성제로 많이 사용하고 있는 4% sucrose, 5% sorbitol, 0.3% sodium polyphosphate에서는 가열 젤을 형성하지 않았다. 이 같은 결과는 돼지머리육의 경우는 근육과는 다른 형태의 회수단백질이 젤의 형성에 기여하기 때문인 것으로 추정된다.

Table 232. Changes of breaking force and deformation of recovered protein from pig head and heart during storage at -20°C

Storage (days)	Cryo-pro tectant	Head			Heart		
		Breaking force (g)	Deformation (mm)	Folding test ³⁾	Breaking force (g)	Deformation (mm)	Folding test
0	A ¹⁾	59.5±6.0	4.10±0.76	3	45.3±3.5	3.80±0.31	2
	B ²⁾	50.3±5.4	4.12±0.62	3	48.4±5.3	3.85±0.33	2
5	A	—	—	—	47.9±7.8	4.53±0.41	2
	B	—	—	—	35.9±3.1	4.10±0.32	2
20	A	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	45.2±5.4	5.10±0.98	2

¹⁾ A; 4% sucrose, 5% sorbitol, 0.3% sodium polyphosphate.

²⁾ B; 9.3% sorbitol.

³⁾ Folding test.

5; No cracks showing after folding twice.

4; No cracks showing after folding in half.

3; Cracks gradually when folded in half.

2; Cracks immediately when folded in half.

1; Breaks by finger pressure.

-20°C 에서 저장한 회수단백질의 가열 젤 제조 시에 2%가 되게 소금을 첨가했을 때, 돼지심장육 회수단백질의 파괴강도와 변형값은 현저히 증가하였다(Table 233). 이 같은 결과는 알칼리 공정으로 전갱이와 보구치에서 회수한 단백질 가열 젤의 파괴강도 값은 가열 젤 제조 시에 첨가한 소금의 함량이 증가함에 따라 감소하며, 변형값은 거의 영향을 받지 않는다는 박 등(2003)의 보고와 다른 것으로

나타났다. 이 같은 결과는 돼지심장육의 조직에 어육에 비하여 치밀하여 pH 전이에 의해 완전히 해리되지 않기 때문으로 추정된다. 따라서 돼지심장육의 가열 젤 형성은 Fig. 5와 같은 기구를 가질 것으로 예상된다.

본 실험의 결과 2%의 소금을 첨가하여 가열 젤을 제조할 경우, 파괴강도와 변형 박 및 접기시험으로 판정할 때 물성 특성의 큰 변화 없이 20일까지 저장 가능한 것으로 추정된다.

Table 233. Changes of breaking force and deformation of recovered protein from pig head and heart during storage at -20°C

Storage (days)	Cryo-pro tectant	Head			Heart		
		Breaking force (g)	Deformation (mm)	Folding test ¹⁾	Breaking force (g)	Deformation (mm)	Folding test
0	A ¹⁾	60.7±4.1	4.52±0.49	3	92.0±6.1	5.18±0.40	5
	B ²⁾	65.3±7.2	4.23±0.86	3	85.9±4.1	4.71±0.58	4
20	A	—	—	—	74.6±10.8	4.97±0.78	4
	B	—	—	—	75.7±5.5	4.47±0.33	4
50	A	—	—	—	45.7±2.6	5.03±0.52	2
	B	—	—	—	63.3±6.4	5.23±0.65	2
70	A	—	—	—	32.7±4.5	4.18±0.60	2
	B	—	—	—	40.6±1.0	3.98±0.30	2

¹⁾ Folding test.

5; No cracks showing after folding twice.

4; No cracks showing after folding in half.

3; Cracks gradually when folded in half.

2; Cracks immediately when folded in half.

1; Breaks by finger pressure.

²⁾ A; 5% sucrose, 4% sorbitol, 0.3% sodium polyphosphate.

³⁾ B; 9.3% sorbitol.

Recovered protein gel formula; 4% potato starch, 4% egg white powder, 2% NaCl.

The moisture content of recovered protein paste was adjusted to 78%.

다) 동결저장 중 색의 변화

동결 저장 중 회수단백질 가열 젤의 백색도는 저장 기간과 더불어 다소 감소하는 것으로 나타났다(Table 234). 이 같은 결과는 알칼리 공정으로 회수한 단백질 젤의 백색도는 동결저장 기간이 길어짐에 따라 감소한다는 보고(최 등, 2004)와 같은 경향이였다. 동결 저장에 따른 백색도의 감소는 갈변에 의한 황색도 증가에 기인하는 것으로 추정된다. 혈액과 혈액성분들은 지질의 산화를 증대하고 이 같은 형태의 지질 산화는 hemoglobin의 농도와 형태에 의존한다(Richards와 Hultin, 2002).

Table 234. Changes of L*, b* color and whiteness of recovered protein from pig head and heart during storage at -20°C

Storage (days)	Cryo-pro- tectant	Head			Heart		
		L*	b*	Whiteness	L*	b*	Whiteness
0	A ¹⁾	37.95±0.47	8.85±0.31	11.40±1.33	37.63±0.40	9.19±0.30	10.06±0.52
	B ²⁾	39.93±0.52	9.03±0.30	12.54±1.28	41.93±0.37	10.99±0.35	8.97±1.34
5	A	—	—	—	37.91±0.23	8.96±0.22	11.03±0.60
	B	—	—	—	37.73±0.68	9.68±0.26	8.70±0.61
20	A	—	—	—	36.07±1.35	9.18±0.30	8.52±1.22
	B	—	—	—	36.71±0.80	9.67±0.47	7.53±1.61

¹⁾ A; 5% sucrose, 4% sorbitol, 0.3% sodium polyphosphate.

²⁾ B; 9.3% sorbitol.

Recovered protein gel formula; 4% potato starch, 4% egg white powder.

The moisture content of recovered protein paste was adjusted to 78%.

가열 젤 조제 시 2%의 소금을 첨가하여 제조한 젤은 저장 기간과 더불어 명도는 감소하고 황색도는 저장 20일까지 다소 증가하였다가 이후 감소함으로써 백색도를 개선하는 것으로 나타나, 소금을 첨가하지 않은 경우와 차이를 보였다(Table 235). 가열 젤 형성을 위해 사용한 첨가물의 차이는 단지 소금일 뿐이기 때문에 백색도의 차이는 소금에 기인한 것으로 추정되나 원인은 분명치 않다.

Table 235. Changes of L*, b* color and whiteness of recovered protein from pig head and heart during storage at -20°C

Storage (days)	Cryoprotectant	Head			Heart		
		L*	b*	Whiteness	L*	b*	Whiteness
0	A ¹⁾	37.95±0.47	8.85±0.31	11.40±1.33	45.82±1.89	10.15±0.52	15.35±2.09
	B ²⁾	39.93±0.52	9.13±0.30	12.54±1.28	40.85±1.37	11.62±0.93	6.00±2.96
20	A	—	—	—	43.54±0.78	11.65±0.53	8.58±1.56
	B	—	—	—	43.56±1.08	11.57±0.32	8.84±1.10
50	A	—	—	—	38.24±1.06	9.26±1.05	10.44±3.08
	B	—	—	—	40.40±1.18	10.71±0.29	8.26±1.63
70	A	—	—	—	32.58±0.37	6.78±0.24	12.24±0.92
	B	—	—	—	33.82±0.31	7.56±0.20	11.15±0.53

¹⁾ A; 5% sucrose, 4% sorbitol, 0.3% sodium polyphosphate.

²⁾ B; 9.3% sorbitol.

Recovered protein gel formula; 4% potato starch, 4% egg white powder, 2% NaCl.

The moisture content of recovered protein paste was adjusted to 78%.

라) 회수단백질, 비근육단백질 및 전분의 최적화

돼지심장육에서 회수한 단백질, 비근육 단백질로서 난백과 감자전분을 혼합하여 최적의 파괴강도, 변형, 보수력 및 색을 구하기 위한 실험은 Table 236과 같은 방법으로 실시하였다. 회수단백질의 함량은 80-100%, 감자전분은 0-8%, 난백은 0-5%의 범위로 제한하였으며, 혼합설계는 JMP 통계프로그램으로 실시하였다.

파괴강도 70 g 이상을 나타내는 회수단백질, 전분 및 난백의 혼합비율은 각각 80% 이상, 2% 이하, 2% 이하인 것으로 나타났다(Fig. 8). 파괴강도 100 g, 변형값 4.6 mm 이상, 백색도를 25.5 이상으로 설정했을 때 냉동 백조기 회수단백질, 감자전분 및 소혈청단백질의 최적 첨가량은 각각 89.4-90.0%, 4.5-5.2% 및 5.3-5.8%라고 보고한 결과(박 등, 2003)와 비교할 때 회수단백질, 비근육 단백질 및 전분의 함량은 낮은 것으로 나타났다.

Table 236. Mixed design of recovered protein from pork heart by acidic processing at pH 3.5

Row	Recovered protein %	Potato starch %	Egg white %	Breaking force, g	Deformation, mm	L*	a*	b*	Whiteness	Fold test	WHC, (water/solid)
1	87	8	5	155.5	6.59	36.5	0.7	7.29	14.65	5	2.98
2	96	4	0	97.25	7.59	24.96	2.54	3.85	13.42	5	2.94
3	100	0	0	59.0	6.06	25.44	2.85	4.66	11.47	4	2.93
4	97.5	0	2.5	83.67	6.28	27.22	3.34	4.70	13.12	3	2.87
5	91	4	5	142.5	6.75	33.72	1.51	7.17	12.21	5	2.64
6	89.5	8	2.5	133.75	8.46	31.68	1.07	7.04	10.58	5	3.00
7	92	8	0	127.5	9.77	24.86	1.33	4.06	12.69	5	3.11
8	95	0	5	87.75	5.38	33.5	3.13	8.61	7.68	3	2.47

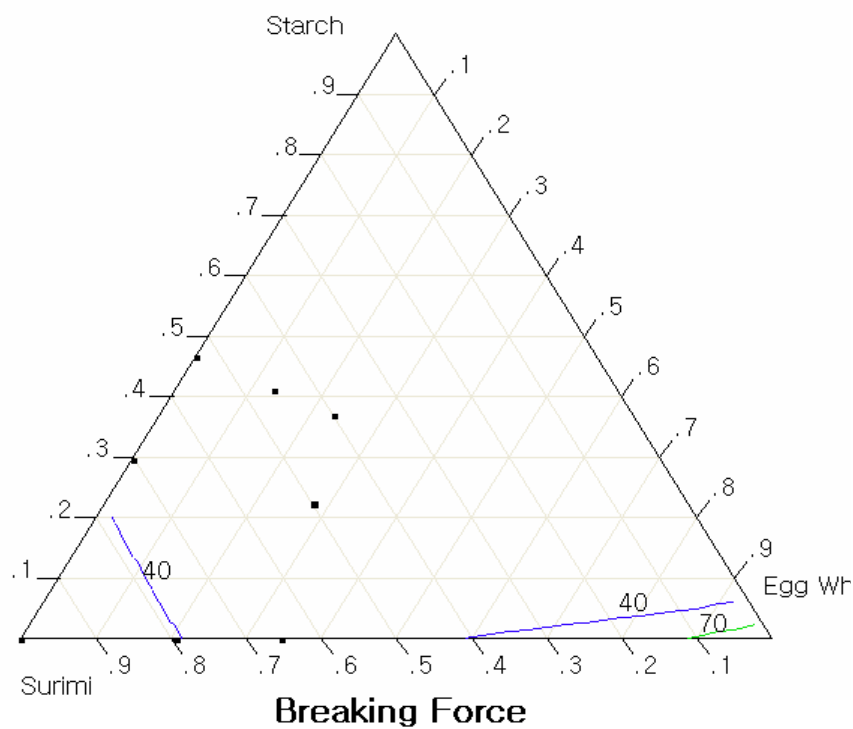


Fig. 8. Ternary plot for optimum breaking force of recovered protein from pig heart, potato starch and egg white.

접기시험 결과 대략적으로 5점을 나타내는 변형값인 6.6 이상을 기준으로 한 회수단백질, 전분 및 난백의 혼합 비율은 회수단백질 약 80%, 전분 2% 이상, 2.5% 이상인 것으로 나타났다(Fig. 9). 그러나 전분과 난백의 제한 값을 고려할 때, 전분은 2-8%, 난백은 2.5-5%가 적절한 것으로 판단된다. 보수력은 첨가한 전분의 양이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다(Fig. 10). 백색도는 회수단백질과 감자전분의 첨가량이 증가함에 따라 감소하고, 난백의 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타나, 난백이 최종 가열젤의 백색도 개선에 효과가 있었다(Fig. 11). 그리고 적색도는 회수단백질의 함량이 감소함에 따라 난백의 함량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 전분 함량은 적색도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Fig. 12).

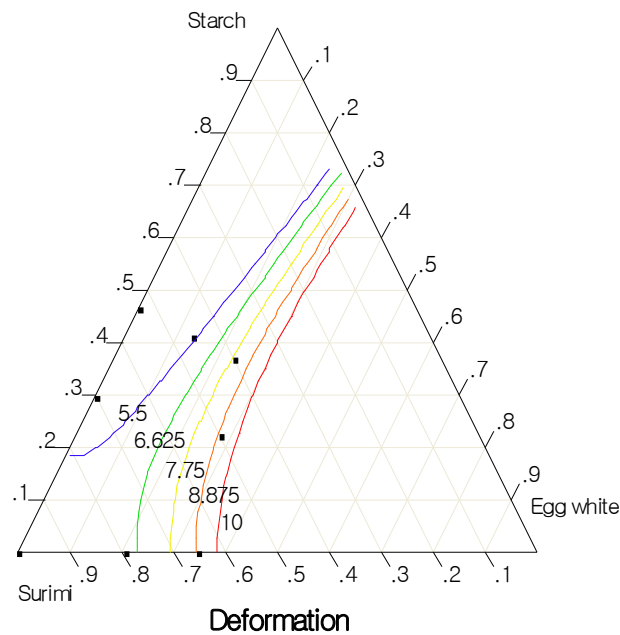


Fig. 9. Ternary plot for optimum deformation of recovered protein from pig heart, potato starch and egg white.

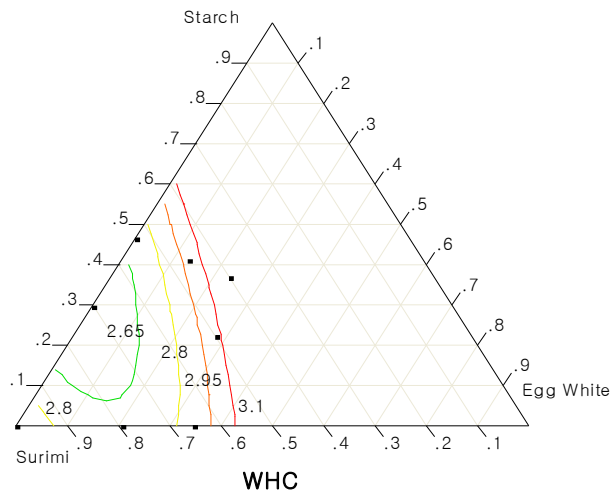


Fig. 10. Ternary plot for optimum water holding capacity of recovered protein from pig heart, potato starch and egg white.

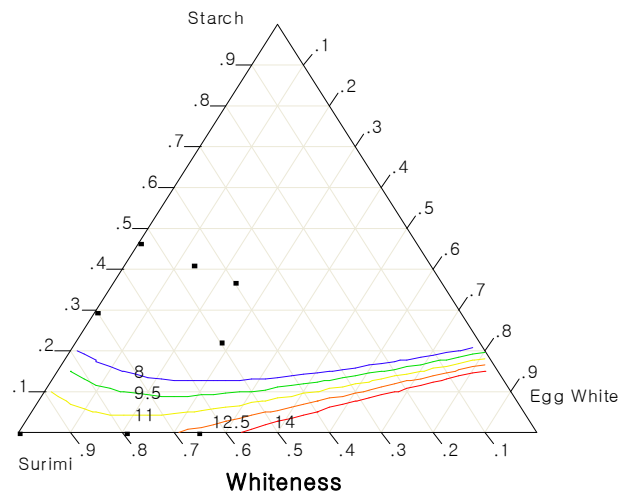


Fig. 11. Ternary plot for optimum whiteness of recovered protein from pig heart, potato starch and egg white

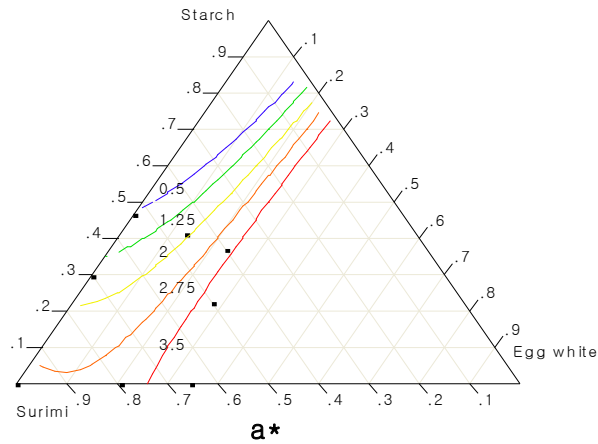


Fig. 12. Ternary plot for optimum a^* color of recovered protein from pig heart, potato starch and egg white.

냉동변성방지제에 따른 저장기간 중 변화를 종합하면 돼지머리육은 pH 10.5, 돼지심장육은 3.5로 회수한 단백질을 이용하되 돼지머리육은 경제성이 없으며, 돼지심장육은 일반적으로 사용되는 3가지 냉동변성방지제(설탕 5%, 솔비톨 4%, 인산염 0.3%) 첨가하여 소금을 첨가하지 않고 겔 형성 시 20일 이전에 겔 특성이 사라지나 여기에 소금을 첨가하게 되면 겔 특성이 충분히 70일까지 유지된다.

다. 요약

- 1) 원료육의 특성 비교 시 돼지머리육은 지방과 육기질 단백질이 많아 회수단백질 제조 원료보다는 수육과 편육 등 다른 부가가치 향상 제품을 만드는 것이 효율적이며 돼지심장육은 pH 3.5와 11에서 가장 높은 염용성단백질 추출성을 보였다.
- 2) 회수단백질 제조 원료와 방법에 따른 품질 특성을 종합적으로 살펴보면 돼지머리육은 수율이 낮아 생산성이 매우 낮으며, 돼지심장육은 수세와 알칼리 처리보다는 산 처리 시 파괴강도와 변형값이 훨씬 뛰어나 folding 점수도 매우 높았다. 단 육색의 개선이 필요하였다.
- 3) 냉동변성방지제에 따른 저장기간 중 변화를 종합하면 돼지머리육은 pH 10.5, 돼지심장육은 3.5로 회수한 단백질을 이용하되 돼지머리육은 경제성이 없으며, 돼지심장육은 일반적으로 사용되는 3가지 냉동변성방지제(설탕 5%, 솔비톨 4%, 인산염 0.3%)를 첨가하여 소금을 첨가하지 않고 겔 형성 시 20일 이전에 겔 특성이 사라지나 여기에 소금을 첨가하게 되면 겔 특성이 충분히 70일까지 유지된다.

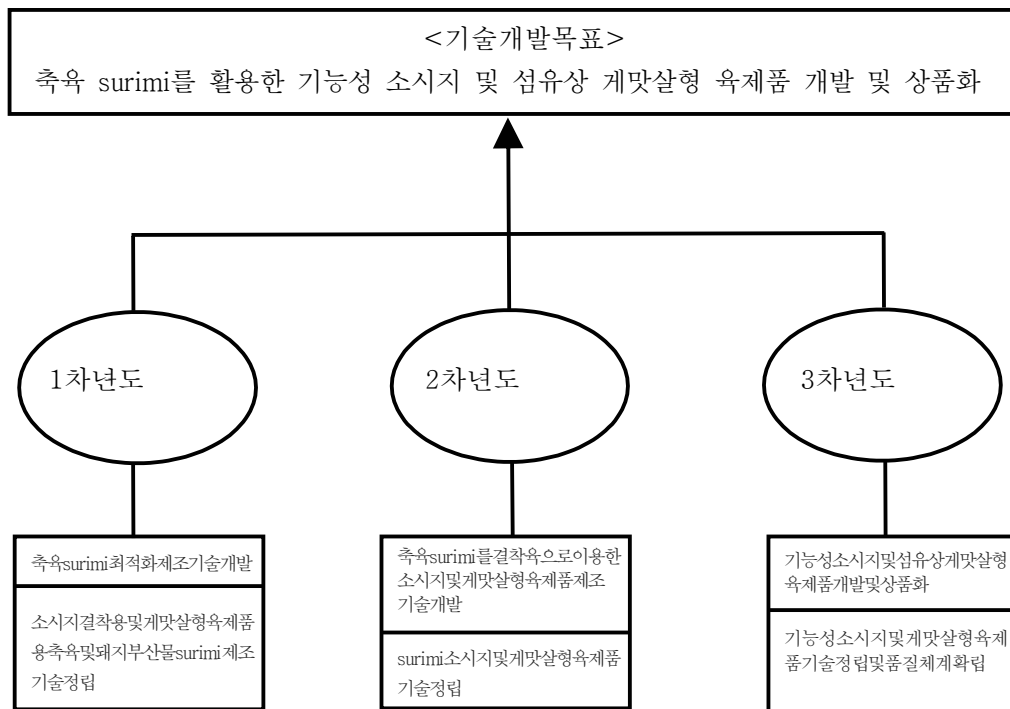
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1절 연구개발 목표의 달성도

1. 연도별 연구목표

가. 연구개발 목표와 내용

연구개발의 최종목표는 폐계육과 축육의 비선호 부위 및 부산물을 활용하여 회수단백질을 개발하고 이를 결착육으로 이용한 기능성 소시지와 게맛살과 같이 찢어 먹을 수 있는 건강 지향형 기능성 섬유상 게맛살형 육제품을 개발하여 상품화 하는데 있다.



나. 연차별 연구개발 목표와 내용

1) 1차 년도(2005)

가) 소시지 결착용 및 게맛살형 육제품용에 적합한 축육 및 돼지 부산물을 이용한 회수단백질 최적 제조기술 개발

(1) 주관 연구기관 과제 : 축육을 이용한 회수단백질 제조기술 개발

(2) 협동 연구기관 과제 : 돼지 부산물을 활용한 회수단백질 제조기술 개발

2) 2차 년도(2006)

가) 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 및 게맛살형 육제품 개발

(1) 주관 연구기관 과제 1 : 게맛살형 육제품 개발

(2) 주관 연구기관 과제 2 : 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 개발

3) 3차 년도(2007)

가) 축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 및 게맛살형 육제품 개발

(1) 주관 연구기관 과제 1 : 기능성 게맛살형 육제품 개발

(2) 주관 연구기관 과제 2 : 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 기능성 소시지 개발

2. 평가 착안점

구 분	평가의 착안점
1차년도 (2005)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 축육 회수단백질 2종 개발 ○ 폐지 부산물 회수단백질 2종 개발 ○ pH 조절에 의한 단백질 회수 기술 ○ 회수단백질 냉동변성방지제 최적 조건 설정 ○ 회수단백질의 이화학적 특성 구명
2차년도 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 게맛살형 육제품 1종 개발 ○ 회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 1종 개발 ○ 게맛살형 육제품의 결착제 및 명태연육 대체율 설정 ○ 게맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정 ○ 소시지 제조시 축육 회수단백질의 적정 첨가 수준 설정 ○ 소시지의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정
3차년도 (2007)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기능성 게맛살형 육제품 4종 개발 ○ 축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 4종 개발 ○ 기능성 물질 첨가 비율 설정 ○ 기능성 게맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정 ○ 기능성 소시지의 이화학적 품질 구명 및 유통기한 설정
최종평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 축육 회수단백질 2종 개발 ○ 축육 회수단백질을 활용한 소시지 및 게맛살형 육제품 총 2종 개발 ○ 기능성 소시지 및 게맛살형 육제품 총 8종 개발

3. 연구개발목표의 달성도

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과	달성도 (%)
<p>① 폐계육과 축육의 비선호 부위 및 부산물을 활용하여 pH 조절법에 의한 회수단백질 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ·축육 회수단백질 2종 개발 ·돼지 부산물 회수단백질 2종 개발 ·pH 조절에 의한 단백질 회수 기술 ·회수단백질 냉동변성방지제 최적조건 설정 ·회수단백질의 이화학적 특성 구명 	<ul style="list-style-type: none"> ·3종(돼지뒷다리육, 폐계가슴육, MDCM) 개발 완료 ·2종(돼지머리, 심장근) 개발 완료 ·기술 정립 완료 ·조건 설정 완료 ·특성 구명 완료 	<p>150</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>100</p>
<p>② 회수단백질을 결착육으로 이용한 기능성 소시지 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ·회수단백질을 결착육으로 이용한 소시지 1종 개발 ·소시지 제조시 축육 회수단백질의 적정 첨가 수준 설정 ·소시지의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정 ·축육 회수단백질을 활용한 기능성 소시지 4종 개발 ·기능성 물질 첨가 비율 설정 ·기능성 소시지의 이화학적 품질 구명 및 유통기한 설정 	<ul style="list-style-type: none"> ·2종(폐계가슴살 및 MDCM) 개발 완료 ·첨가 수준 설정 완료 ·유통기한 설정 완료 ·4종 개발 완료 ·첨가 비율 설정 완료 ·유통기한 설정 완료 	<p>100</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>100</p>
<p>③ 회수단백질을 이용한 기능성 섬유상 게맛살형 육제품 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ·게맛살형 육제품 1종 개발 ·게맛살형 육제품의 결착제 및 명태연육 대체율 설정 ·게맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정 ·기능성 게맛살형 육제품 4종 개발 ·기능성 물질 첨가 비율 설정 ·기능성 게맛살형 육제품의 이화학적 특성 구명 및 유통기한 설정 	<ul style="list-style-type: none"> ·4종(폐계가슴살 및 MDCM×게맛살 및 크래미) 개발 완료 ·대체율 설정 완료 ·유통기한 설정 완료 ·8종(기능성 4종×게맛살 및 크래미) 개발 완료 ·첨가 비율 설정 완료 ·유통기한 설정 완료 	<p>400</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>200</p> <p>100</p> <p>100</p>

제 2절 관련분야의 기술발전예의 기여도

1. 기술적 측면

가. 수산업 연육분야

- 1) 원료의 다양화 기여 : 연육 수급 불균형 해소를 위한 대체 원료로서 축육 회수 단백질 특히 백색도가 높은 폐계가슴살 회수단백질의 연육 제품에 확대 적용 가능
- 2) 수입 대체 효과 : 전량 수입에 의존하고 있는 연육 대체용으로 축육 회수단백질 활용 시 어육과 축육의 퓨전식품 개발 가능성 제시
- 3) 다양한 계 유사제품 확대 적용 : 기존의 게다리, 새우살 및 랍스타 등과 같이 mold에 찍어 내어 결이 없는 제품이 아닌 결이 살아 있는 연제품(게맛살, 크래미, Mold형 제품인 Lobster analogue 등)에 적용 시 새로운 신제품 시장 선도 기대

나. 축산업 축육분야

- 1) pH 조절법에 의한 단백질 회수기술 정립 : 축육의 근막이나 육기질단백질 등과 같은 저급 단백질류 제거 기술 개발로 수세법보다 경제적이고 다양한 활용성 제시 가능
- 2) 축육 비선호 부위 부가가치 향상에 기여 : 축육의 비선호 부위 또는 MDCM을 활용하여 고단백의 회수단백질을 생산할 수 있어 부가가치 향상에 기여
- 3) 축육을 활용한 섬유상 찢어 먹는 조직 재현 실현 : 세계 최초로 축육을 함유한 게맛살과 같이 찢어 먹을 수 있는 제품 생산에 성공한 기술력으로 축육 고유의 적색을 살린 찢어 먹는 소시지 등 식육가공과 관련된 산업체 상품화 응용 기술력에 크게 기여
- 4) 중간소재로서의 활용 다각화 기여 : pH 조절법으로 회수한 단백질을 각 종 식품에 결합용 및 단백질 보충용으로 활용 시 조직감 향상을 위한 다양한 동물성 단백질의 중간소재로서 가치 증대는 물론 육제품의 비육단백질 대체용으로 확대 적용 가능
- 5) 기능성 소재 다양한 활용 : 기 구축된 동충하초와 누에고치분말 및 CLA는 물론 더 나아가 항산화성, 항암성, 콜레스테롤 및 혈당 강하제 등의 다양한 기능성 소재 활용 가능성 제시
- 6) 타 관련 분야 응용 : 개발된 기술을 타 축종의 축육이나 어육에 적용 시 기술 개발효과는 배가됨

2. 경제·산업적 측면 : 연간 1,311억원 이익 창출

가. 수산업 연육분야 : 138억원

1) 연제품 수출 효과: 국내 연제품 총 수출량(6,393톤)×6,000원/kg×1.1배 증가
×10% 적용=42억원

2) 연제품 수입 대체 효과: 연육 수입물량(43천톤/년)×4,455원/kg×5% 적용=96억원

나. 축산업 축육분야 : 1,173억원

1) 축육 비선호 부위 부가가치 향상 금액 : 951억원

가) 돼지고기 비선호 부위육 생산량(483,540톤/년)×5%×[제품가(7,250원/kg)-원료
가(4,000원/kg)]=786억원

(1) 돼지고기 비선호 부위육 생산량: 연간 정육생산량(655,200톤)×73.8%=483,540톤/년

나) 쇠고기 비선호 부위육의 10%에 기술 적용 시 부가가치 향상금액 57억원

(1) [(“계맛살포크” 가격 2,400만원/톤-쇠고기 비선호 부위 평균가격 1,200만원/톤)]×쇠
고기 비선호 부위 연간 재고 4,785톤(2004년 추정 국내산 쇠고기의 33%에 대한
10% 적용×10% = 57억원

다) 폐계육 생산량(66,150톤/년)×5%×[제품가(7,250원/kg)-원료가(4,000원/kg)]=108억원

(1) 폐계육 생산량: 연간 사육두수(4억 5천수)×0.7kg/수×가슴살 21%=66,150톤/년

2) 수입 대체 효과 : 60억원

가) 수입 삼겹살 금액 수입물량 4만톤/년×300만원×5%=60억원

3) 수출 효과 : 162억원

가) 찢어 먹는 “계맛살포크”는 국내·외적으로 유일한 신제품으로 충분히 수출을
기대할 수 있음

나) “계맛살포크” 수출액 162억원 [(“계맛살포크” 수출물량(5,400톤/년)×“계맛살포크” 단가(300만
원/톤)=162억원

4) 생산성 향상 효과 : 당해 기술 개발로 양돈산업의 가장 문제시 되고 있는 비선
호 부위를 해결하는 획기적이고 차별화된 방안으로 양돈산업 발전에 지대한
공헌을 할 것으로 기대됨.

3. 산업·문화적 측면

가. 비선호 부위 돈육 선호 부위로 둔갑 판매 억제로 소비자 보호

나. 어육과 축육 Fusion 제품 보급으로 건강 및 고기 식문화 변화 유도

다. 새로운 찢어 먹는 축육제품 보급으로 신규 시장 선도

라. 실질적인 산학 공동연구로 개발제품의 산업화 구현

마. 육가공 기술에 관한 학술 발전에 기여

바. 가장 문제시 되고 있는 비선호 부위를 해결하는 획기적이고 차별화된 방안으
로 양돈산업 발전에 지대한 공헌을 할 것으로 기대됨

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1절 활용실적

1. 특허출원

번호	특 허 출 원 명	출원(등록)시기	출원(등록)번호	발명자 (명)
1	축육 수리미를 활용한 기능성 소시지와 섬유상 게맛살형 육제품 및 그 제조방법	2005. 05. 20	한국(10-2005-0035974)	13

2. 국내·외 학술발표 실적

가. 논문

번호	연구 제목	발 표 지	연구자 (명)
1	Effect of cryoprotectants on physic-chemical characteristics and quality of surimi manufactured by chicken breast	J. of the Sci. & Agriculture 투고중	6
2	The development of imitation crab stick containing chicken breast surimi	LWT-Food Sci. and Techno. 투고중	5
3	닭가슴살을 활용하여 제조한 수리미의 특성에 미치는 pH 조절과 소금 첨가 영향	J. Food Sci. 투고중	6
4	수세횟수와 소금 첨가에 따른 돈후지육 수리미의 특성	J. Food Sci. 투고중	4
5	Effect of cryoprotectants on physico-chemical characteristics and quality of spent laying hen surimi	British Poultry Sci. 투고중	6
6	Characteristics of pork leg surimi prepared by variations in washing times and pH	J of Food Quality 투고중	7
7	Effect of surimi containing spent laying hens breast on qualities of crab analog	J. of Food Process Engineering 투고중	6
8	Quality characteristics of chicken breast surimi as affected by water washing time and pH adjustment	Asian-Asut. J. Anim. Sci. 투고중	9
9	The development of sausage including meat from spent laying hens surimi	Poultry Sci. 86(12):2676-2684 2007.12	6
10	냉동변성방지제 조건에 따른 닭가슴살 수리미의 저장특성	한국동물자원과학회지 50(1):99-110, 2008.2	6
11	냉동변성방지제의 종류가 닭가슴살 수리미의 품질 특성에 미치는 영향	한국동물자원과학회지 49(6):847-856, 2007.12	6
12	pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 저장 중 품질특성에 미치는 냉동변성방지제 첨가 효과	한국축산식품학회지 27(3):320-328, 2007.9	5
13	냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 냉동저장 중 이화학적 특성에 미치는 영향	한국축산식품학회지 27(3):267-276, 2007.9	6
14	명태, 폐계가슴살 및 기계발골계육을 활용한 수리미의 품질 특성	한국동물자원과학회지 49(3):395-404, 2007.6	5

번호	연구 제목	발표지	연구자 (명)
15	수세횟수와 소금 첨가에 따른 닭가슴살 수리미의 이화학적 및 관능적 특성	한국축산식품학회지 27(2):142-149, 2007.6	6
16	돈육 뒷다리부위와 닭가슴살을 활용하여 제조한 수리미의 특성에 미치는 pH 조절의 영향	생명과학회지 17(5):728-734, 2007.5	7
17	pH 조절 및 소금 첨가가 돼지 뒷다리 부위를 이용한 수리미의 품질특성에 미치는 영향	한국축산식품학회지 27(1):35-41, 2007.3	6
18	Effect of muscle type and washing times on physico-chemical characteristics and qualities of surimi	J. Food Engineering 81:618-623, 2007.1	6
19	원료육 종류에 따라 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 수율, 이화학적 및 관능적 특성 비교	한국축산식품학회지 26(4):431-440, 2006.12	5
20	닭가슴살 Surimi의 이화학적 특성에 미치는 pH 조절의 영향	한국축산식품학회지 26(1):64-69, 2006.3	8
21	분쇄닭가슴살의 수세 방법과 pH 조절 수준에 따른 Surimi의 이화학적 특성	한국동물자원과학회지 47(6):1059-1066, 2005.12	7
22	수세 횟수가 계육 수리미의 품질 특성에 미치는 영향	한국축산식품학회지 25(3):265-270, 2005.9	9

나. 학술발표

번호	학술회의명	개최기간	발표자 (명)	발표논문명
1	한국식품영양과학회 학술발표회 P3-17, p.224	2006. 10. 18 - 20	5	Gel properties of protein recovered from pork heart by pH shifting process
2	한국식품영양과학회 학술발표회 P3-16, p.223	2006. 10. 18 - 20	5	Physico-chemical properties of muscle protein recovered from pork heart
3	AAAP 국제학회 발표 PPN029, p.404	2006. 9. 18 - 22	4	Effect of pH control on physico-chemical characteristics of chicken breast surimi
4	AAAP 국제학회 발표 PPN028, p.403	2006. 9. 18 - 22	4	Physico-chemical characteristics of surimi by washing method and pH control level of chopped chicken breast
5	한국축산식품학회 학술발표회 P-103, p.155	2005. 5. 27	6	수세법과 pH 조절법에 의한 닭가슴살 surimi의 품질 특성

3. 홍보 및 전시회 참가 실적

번호	학회 및 협회명	개최기간	장소	발표자 (명)	발표논문명
1	2007 ARPC 양돈관련 산업화 기술 발표회 및 전시회(전시)	2007. 11. 22	강원대학교	진상근 외 8명	축육 Surimi를 활용한 기능성 소시지 및 섬유상 계맛살형 육제품 개발

4. 영농교육 활용

번호	저서명	출판년도	출판사	저자수 (명)	페이지
1	양돈전문기술Ⅱ	2007. 12. 1	진주산업대학교	28	567p
2	축산물위생교육	2007. 6	농협중앙회 축산물위생교육원	4	131p
3	식육기술 전문과정 (판매반)	2007. 6	농협중앙회 축산물위생교육원	13	333p
4	식육기술 전문과정 (종합반 38기)	2007. 2	농협중앙회 축산물위생교육원	15	370p
5	육제품 기술학	2007. 2	진주산업대학교	12	380p
6	식육기술 전문과정 (가공반)	2006. 7	농협중앙회 축산물위생교육원	15	365p
7	제 3회 양돈산업 정보화기술	2006. 4. 11	진주산업대학교	18	398p
8	즉석식육식품가공학 I, II	2006. 2	진주산업대학교	2	751p
9	흑돼지 사양가이드	2006. 2	진주산업대학교	29	407p
10	어린이·청소년 생명 과학교실	2005. 8	진주산업대학교	32	149p
11	양돈전문기술 I	2005. 4	진주산업대학교	27	716p

5. 기타 수상 실적

일자	수상기관	수상명	논문 제목
2006. 2. 24	한국동물자원과학회	학술상	분쇄닭가슴살의 수세 방법과 pH 조절 수준에 따른 Surimi의 이화학적 특성

제 2절 추가연구의 필요성

1. 세계 최초 축육을 함유한 섬유상 게맛살형 육제품 생산에 성공하였으나 pH 조절법은 다단계 공정과 산 조절제에 대한 소비자의 좋지 않은 인식 등으로 이를 개선한 축육 회수단백질의 대량생산 체계 구축을 위해 새로운 기법의 회수단백질 기술에 관한 추가 연구가 요구됨
2. 케이크여과법을 활용한 축육 회수단백질 대량생산 체계 구축을 위한 추가 연구를 할 계획임
3. 결이 살아 있는 연제품(게맛살, 크래미, Mold형 제품인 게다리, 새우 및 Lobster analogue 등) 개발을 위한 추가 연구 필요
4. 다양한 저가 축육 원료를 활용한 축육 고유의 적색을 그대로 살린 찢어 먹을 수 있는 소시지형 육제품 추가 개발 필요

5. 생리활성 물질을 함유한 기능성 소재의 추가 발굴로 항산화성, 항암성, 콜레스테롤 및 혈당 강하제 등의 다양한 식품에 응용하는 기술의 추가 연구 요구됨

제 3절 타연구에의 응용

1. 어육과 축육의 퓨전식품 개발에 응용
2. 다양한 게 유사제품 응용 : 결이 살아 있는 연제품(게맛살, 크래미, Mold형 제품인 게다리, 새우 및 Lobster analogue 등)에 응용
3. 축육 고유의 적색을 살린 찢어 먹는 소시지 등에 응용
4. 각 종 식품의 결착용 및 단백질 보충용 중간소재로 응용
5. 타 축종의 축육이나 어육에 확대 응용 적용

제 4절 기업화 추진방안

1. 기 개발된 기술에 대한 지식재산권 보호를 위해 추가 보완 특허를 출원
2. 협력업체 및 개발기술 관련 산업체 기술이전을 통한 상품화로 확산 보급 및 기술이전료 또는 로열티 수입으로 새로운 신규 추가 기술개발 재투자 활용
3. 작업표준서, 제조공정도, 시험성적서, 품질관리지침서, 기계 작동 메뉴얼 등에 의한 현장 기술이전과 사후관리 및 지속적인 지도병행
4. 산업화를 위하여 현장시제를 거쳐 일정한 지역에 Test marketing, 홍보 강화를 통한 상품화 추진
5. pH 조절법에 의한 축육 회수단백질 개발기술 협력업체를 통한 2011년 상품화
6. 축육 회수단백질을 결착육으로 이용한 기능성 소시지 개발기술 협력업체를 통한 2011년 상품화
7. 축육 회수단백질을 이용한 기능성 섬유상 게맛살형 육제품 개발기술 협력업체를 통한 2012년 상품화

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

제 1절 Surimi와 Recovered protein

1. “Surimi”란 어육을 여러 차례 수세하여 수용성단백질을 배제하고 염용성단백질만을 모은 것으로 정의하고, “Recovered protein”은 축육을 여러 차례 수세하여 수용성단백질을 배제하고 염용성단백질만을 모은 것이거나, 어육이나 축육 공히 수세법이 아닌 pH조절법이나 다른 방법으로 단백질을 회수한 것으로 정의함.

제 2절 Surimi 가격 급상승

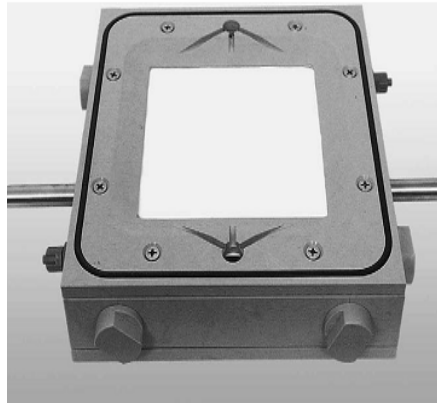
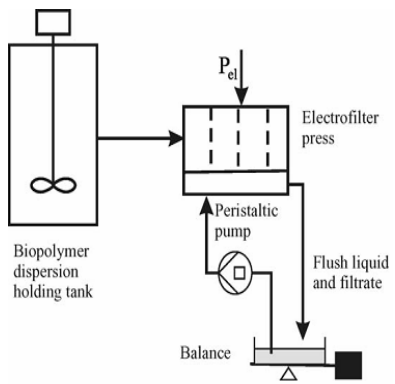
1. 전 세계적인 수산 어획량의 감소와 더불어 주요 수리미 자원인 명태 어획량도 감소함에 따라 생산량에 비해 연육 수요량이 매우 많아 공급에 차질을 빚고 있어 '08년 2/4분기 연육가는 공히 40% 정도 인상 전망

제 3절 축육 함유 섬유상 육제품 현장 생산 세계 최초

1. 축육을 함유한 섬유상 게맛살형 육제품의 현장 생산은 본 연구진이 세계 최초로 성공한 경우임.

제 4절 Recovered protein 대량 생산 시스템

1. 미국 오리건주립대 연구팀 “Gelation characteristics of alkaline and acid solubilization of fish muscle proteins” 연구 주력
2. 단백질 회수 시 현재의 pH 조절법은 pH 조절을 위해 산 또는 알칼리 용액을 사용함으로써 소비자 기호면에서 부정적이며, 원심분리공정으로 인한 생산성 및 효율이 떨어짐.
3. 케이크 여과법을 적용 시 pH 조절제와 원심분리공정을 활용하지 않고 단백질을 대량 회수할 수 있는 해외정보 입수함
4. 케이크여과에 의한 단백질의 회수법 : “Process for manufacture of artificial milk replacer for raising infant pigs and infant animals”, 미국, 1981.



Schematic of the pilot-scale electrofilter press Image of pilot-scale electrofilter press

제 7 장 참고문헌

1. Acton, J. C. and Dick, R. L. 1984. Protein-protein interaction in processed meat. *Reciprocal Meat Conf. Proc.* 37:36-43.
2. Ahn, J. H., Lee, H. G., Kim, J. W., Kim, J. C., Yoon, H. S. and Park, K. H. 1999. Highly concentrated branched oligosaccharides as cryoprotectant for surimi. *J. Food Sci.* 64:418-422.
3. Alizadeh-Pasdar, N. and Li-Chan, E. C.Y. 2000. Comparison of protein surface hydrophobicity measured at various pH values using three different fluorescent probes. *J. Agric. Food Chem.*, 48:328-334.
4. Andou, S., Tanama, K., and Zama, K. 1980. Interaction between lipid and protein during frozen storage II. Effect of non polar and polar lipid on rainbow trout myofibrils during frozen storage. *Bull Faculty Fisheries Hokkaido Univ.* 31:201-209.
5. Antonomanolaki, R. E., K. P. Vareltzis, S. A. Georgakis and E. Kaldrymidou. 1999. Thermal gelation properties of surimi-like material made from sheep meat. *Meat Sci.* 35:429-435.
6. AOAC 1995. Official method of analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemist., Washington, DC.
7. Aymard, C., Cuq, J. L., and Cheftel, J. C. 1978. Formation of lysinoalanine and lanthionine in various food proteins, heated at neutral or alkaline pH. *Food Chem.* 3:1.
8. Baily, M. E. 1983. The Maillard reaction and meat flavor. In the Maillard in food and nutrition. Waller G. R., Feather M. S., eds. American Chemical Society, Washington DC, p. 169.
9. Baron, C. P., Skibsted, L. H., and Andersen, H. J. 2002. Concentration effects in myoglobin-catalyzed peroxidation of linoleate. *J. Agric. Food Chem.* 50:883-888.
10. Bendall, J. R. and Swatland, H. J. 1988. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.* 24:85-126.
11. Benjakul, S., Visessanguan, W., and Tueksuban, J. 2003. Changes in physico-chemical properties and gel forming ability of lizaedfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice. *Food Chem.* 80:535-544.
12. Borak, Z. 1964. Nε (DL-2-amino-carboxyethyl)-L-lysine, a new amino acid formed on alkaline treatment of proteins. *J. Biol. Chem.*, 239, 2878.
13. Boye, J. I., Ma, C. Y., and Harwalkar, V. R. 1997. Thermal denaturation and coagulation of proteins. In *Food Proteins and Their Application*, S.

- Damodaran and A. Paraf, eds. Marcel Dekker Inc, New York, pp. 25–26.
14. Brewer, M. S., Ikins, W. G. and Harbers, C. A. Z. 1992. TBA values, sensory and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J. Food Sci.* 57:558–562.
 15. Buege, J. A. and Aust, J. D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52:302–309.
 16. Calicioglu, M., Sofos, J. N. and Kendall, P. A. 2003. Fate of acid-adapted and non-adapted *Escherichia coli* O157: H7 inoculated post-drying on beef jerky treated with marinades before drying. *Food Microbiol.* 20:169–177.
 17. Chae, H. S., Cho, S. H., Park, B. Y., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Ahn, C. N., Lee, J. M., Kim, Y. K., and Choi, Y. I. 2002. Changes of the fatty acid, amino acid and collagen contents in domestic broiler chickens of different marketing standard. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 22:1–7.
 18. Chang, J. G. 1994. *The wild herb in good health*. Neccers, Seoul, 510.
 19. Chang-Lee, M. V., Lampila, L. E., and Grawford, D. L. 1990. Yield and composition of surimi from pacific whiting (*Merluccius productus*) and the effect of various protein additives on gel strength. *J. Food Sci.* 55:83–86.
 20. Chen, G. Z. and Chen, G. L. 1991. Effects of *Cordyceps sinensis* on murine T lymphocyte subsets. *Chin. Med. J.*, 104(1):4.
 21. Chen, H. H. 2002. Decoloration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing. *J. Food Sci.* 67:2970–2975.
 22. Chen, T. C. and Wailmaleongoraek, C. 1981. Effect of pH on TBA values of ground raw poultry meat. *J. Food Sci.* 46:1946–1958.
 23. Chizzolini, R., Novelli, E. and Zanardi, E. 1998. Oxidation in traditional mediterranean meat products. *Meat Sci.* 49:87–99.
 24. Cho, H. J., Kang, S. G., Cha, Y. H., Kim, B. K., Woo, S. C., and Yeoh, Y. S. 2002. Effects of dietary ground, crumble and pellet of physico-chemical properties on broiler meat. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* 44:585–592.
 25. Choi, Y. J. and Park, J. W. 2002. Acid-aided protein recovery enzyme-rich Pacific whiting. *J. Food Sci.* 67:2962–2969.
 26. Damodaran, S. 1996. Amino acids, peptides, and proteins. In *Food chemistry*, O. R. Fennema (ed.), Marcel Dekker Inc, N.Y., p. 321–429.
 27. Das, K. P. and Kinsella, J. E. 1989. pH dependent emulsifying properties of β -lactoglobulin. *J. Dispers. Sci. Technol.* 10:77–102.
 28. Davis, G. W., Smith, G. C., Carpenter, Z. L., and Cross, H. R. 1974. Relationships of quality indicators to palatability attributes of pork loin. *J.*

- Anim. Sci. 41:1305–1310.
29. Davis, N. 1988. Fatty fish utilization: upgrading from feed to food. UNC Sea Grant Publication 88–04, Raleigh, NC, USA.
 30. Decker, E. A., Chan, W. K. M., Livisay, S. A., Butterfield, D. A. and Faustman, C. 1995. Interaction between carnosine and the different redox states of myoglobin. *J. Food Sci.* 60:1201–1204.
 31. Desmond, E. M. and Kenny, T. A. 1998. Preparation of surimi-like extract from beef hearts and its utilization in frankfurters. *Meat Sci.* 50:81–89.
 32. Foegeding, E. A. 1988. Thermally induced changes in muscle foods. *Food Technol.* 42:58–62.
 33. Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G. H. 1956. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry.* 226, 497.
 34. Ha, J. U. and Woo, D. K. 1997. Water holding capacity, cooking loss and gel characteristics of pork heart surimi prepared by washing under antioxidative condition. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 17:226–2317.
 35. Hamann, D. D., MacDonald, G. A. 1992. Rheology and texture properties of surimi and surimi-based foods. In *Surimi Technology*, T. C. Lanier and C. M. Lee (eds), Marcel Dekker Inc, N.Y., 429–500.
 36. Hastings, R, J. 1989. Comparison of properties of gels derived from cod surimi and from unwashed and once-washed cod mince. *Int. J. Food Sci. Technol.* 24:93–97.
 37. Hennigar, C. J., Buck, E. M., Hultin, H. O., Peleg, M., and Vareltzis, K. 1989. Mechanical properties of fish and beef gels prepared with and without washing and sodium chloride. *J. Food Quality.* 12:155–166.
 38. Hickson, D. W., Dill, C. W., Morgan, R. G., Sseat, V. E., Suter, D. A., and Carpenter, Z. L. 1982. Rheological properties of two heat-induced protein gels. *J. Food Sci.* 47:783–785, 791.
 39. Huang, H., Wang, H., and Luo, R. C. 2007. Inhibitory effects of 책웃뎡 extract on grow of colon cancer cells. *Zhong Yao Cai.*, 30:310–313.
 40. Hultin, H. O. and Kelleher, S. D. 2000. Surimi processing from dark muscle fish. In *Surimi and Seafood*. J. W. Park (Ed.), Marcel Dekker, New York. p. 59–77.
 41. Jeong, J. Y., Yang, H. S., Kang, G. H., Lee, J. I., Park, G. B., and Joo, S. T. 2006. Effect of freeze-thaw process on myoglobin oxidation of pork loin during cold storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 26:1–8.
 42. Jiang, S. T., Ho, M. L., Jiang, S. H., Lo, L. and Chen, H. C. 1998. Color

- and quality of mackerel surimi as affected by alkaline washing and ozonation. *J. Food Sci.* 63: 652–655.
43. Jin, S. K., I. S. Kim, D. H. Kim, K. J. Jeong and Y. J. Choi. 2006. Comparison of yield, physico-chemical and sensory characteristics for chicken surimi manufactured by alkaline adjustment with different raw materials. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 26:431–440.
 44. Jin, S. K., I. S. Kim, S. J. Kim, K. J. Jeong, Y. J. Choi and S. J. Hur. 2007. Effect of muscle type and washing times on physico-chemical characteristics and quality of surimi. *J. Food engineer.* 81:618–623.
 45. Jin, S. K., Kim I. S., Chung, H. J., Cho, J. H., Choi, Y. J., and Lee, J. R., 2007: Effects of pH adjustments and sodium chloride addition on quality characteristics of surimi using pork leg. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 27: 35–41.
 46. Jin, S. K., Kim I. S., Yang, H. S., Park, G. B., Choi, Y. J., Shin, T. S., and Kim, B. G. 2007. Effects of pH adjustment on characteristics of surimi using pork leg and chicken breast. *Korean J. Life Sci.* 17:728–734.
 47. Jin, S. K., Kim, I. S., Hur, S. J., Park, K. H., Ha, J. H., Kang, S. M., Choi, Y. J. and Kim, J. S. 2006. Effect of pH control on physico-chemical characteristics of chicken breast surimi. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 26:64–69.
 48. Jin, S. K., Kim, I. S., Hur, S. J., Park, K. H., Ha, J. H., Kang, S. M., Choi, Y. J., and Kim, J. S. 2006. Effect of pH control on physico-chemical characteristics of chicken breast surimi. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 26(1):64–69.
 49. Jin, S. K., Kim, I. S., Park, K. H., Ha, J. H., Kang S. M., Kim, I. J., Choi, Y. J., Kim, J. S., and Lee, J. R. 2005. Effects of washing times on quality characteristics of chicken surimi. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 25:265–270.
 50. Jittinandana, S., Kenney, P. B., and Slider, S. D. 2005. Cryoprotectants affect physical properties of restructured trout during frozen storage. *J. Food Sci.* 70:35–42.
 51. Jo, C. and Ahn, D. U. 2000. Volatiles and oxidatives changes in irradiated pork sausage with different fatty acid composition and tocopherol content. *J. Food Sci.* 65:270–275.
 52. Joo, S. T., R. G. Kauffman, B. C. Kim and G. B. Park. 1999. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Sci.* 52:291–297.

53. Juliano, C., Cossu, M., Alamanni, M. M. and Piu, L. 2005. Antioxidant activity of gamma-oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. *International J. Pharma.* 299:146–154.
54. Jung, C. H., Kim, J. S., Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, K. J., and Choi, Y. J. 2004. Gelation properties and industrial application of functional protein from fish muscle-1. Effect of pH on chemical bonds during thermal denaturation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 33:1668–1675.
55. Jung, C. H., Kim, J. S., Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, K. J., and Choi, Y. J. 2004. Gelation properties and industrial application of functional protein from fish muscle-2. Properties of functional protein gel from fish, chicken breast and pork leg and optimum formulation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 33:1676–1684.
56. Kang, G. H., Han, C. Y., Joo, S. T., Kim, B. C., and Park, G. B. 2006. Effects of addition levels of sodium chloride on gel properties of surimi-like pork. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 26(1):20–27.
57. Kanner, J., Salan, M. A., Harel, S., and Shegalvich, I. 1991. Lipid peroxidation of muscle food: The role of cytosolic fraction. *J. Agri. Food Chem.* 39:242–246.
58. Kato, N., Nozaki, H., Komatsu, K., and Arai, K. I. 1979. A new method for evaluation of the quality of frozen surimi from Alaska pollack relationship between myofibrillar ATPase activity and kamaboko forming ability of frozen surimi. *Bull Japan Soc. Sci. Fish.* 45:1027–1032.
59. Kiho, T., Yamane, A., Hui, S., and Ukai, S. 1996. Polysaccharide (CS-F30) from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis* and its effect on gluco metabolism in mouse liver. *Biol. Pharm. Bull.* 16:291.
60. Kim, Y. S., Park, J. W., and Choi, Y. J. 2003. New approaches for the effective recovery of fish proteins and their physicochemical characteristics. *Fisheries Science*, 69:1231–1239.
61. Kneifel, H., King, W. A., Loeffler, W., and Miller, R. 1977. Ophiocordin, and antifungal antibiotics of *Cordyceps ophioglossoides*. *Arch. Microbiol.* 113:121.
62. Knight, M. K. 1992. Red meat and poultry surimi. In *The Chemistry of Muscle Based Food*, Johnston, D. E., Knight, M. K. and Ledward, D. A., The Royal Society of Chemistry, U. K., p. 222.
63. Kristinsson, H. G. and Hultin, H. O. 2003. Role of pH and ionic strength on water relationships in washed minced chicken breast muscle gels. *J. Food Sci.* 68:917–922.

64. Kuo, Y. C., Tsai, W. J., Shiao, M. S., Chen, C. F., and Lin, C. Y. 1996. *Cordyceps sinensis* as an immunomodulatory agent. J. Chin. Med., XXIV(2): 111
65. Lan, Y. H., Novakofski, J., McCusker, R. H., Brewer, M. S., Carr, T. R., and McKeith, F. K. 1995 Thermal gelation properties of myofibrillar protein from pork, beef, fish, chicken and turkey muscles. J. Food Sci. 60:936–940.
66. Lanier, T. C. 1986. Functional properties of surimi. Food Technology. 40(3), 107–114, 124
67. Lanier, T. C. 1992. Measurement of surimi composition and functional properties. In Surimi Technology, T. C. Lanier and C. M. Lee (eds), Marcel Dekker Inc, N.Y., 123–163..
68. Lanier, T. C. and Lee, C. M. 1992. Surimi technology. Marcel Dekker, Inc., NY, USA, pp. 144–158.
69. Lee, C. M. 1984. Surimi process technology. Food Technol. 38:69–80.4
70. Lee, D. S., Woo, S. K. and Yang, C. B. 1972. Studies on the chemical composition of major fruits in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 4:134–139.
71. Lee, H. G. and Lanier, T. C. 1995. The role of covalent crosslinking in the texturizing of muscle protein sols. J. Muscle Foods. 6:125–138.
72. Lee, H. M., Kim, Y. J., Kim, H. W., Lee, D. H., Sung, M. K., and Park, T. S. 2006. Induction of apoptosis by *Cordyceps militaris* through activation of caspase-3 in leukemia HL-60 cells. Biol. Pharm. Bull., 29:670–674.
73. Lee, J. R., Ha, Y. J., Lee, J. W., Song, Y. M., Jin, S. K., Kim, I. S., Hah, K. H and Kwak, S. J. 2002. Physico-chemical and sensory properties of emulsified sausage containing mulberry and persimmon leaf powder. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 22(4):330–336.
74. Lee, S. K. and Han, J. H. 1999 Quality properties surimi from mechanically deboned chicken meat as affected by sodium chloride concentration of washing solution. Kor. J. Anim. Sci. Technol. 41:679–686.
75. Lee, S. K. and Han, J. H. 1999. Effects of washing temperature and pH on the quality of surimi from mechanically deboned chicken meat. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 19(3):268–277.
76. Lee, S. K., Min, B. J., and Kang, C. G. 2001. Effects of oleoresin spices

- on the quality of chicken surimi during frozen storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 21:292–299.
77. Lee, S. K., Min, B. J., and Kang, C. G. 2001. Influence of propyl gallate, sodium ascorbate, and sodium tripolyphosphate on quality change of chicken surimi during storage. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* 43:525–534.
 78. Lee, Y. C., Kim, I. H., Jeong, J. W., Kim, H. K. and Park, M. H. 1994. Chemical characteristics of citron juices. *Kor. J. Food Sci. Tech.* 26:552–556.
 79. Lee, Y. W. 1991. Method and preparation of silk powder. *Kor. J. Monthly Seric.*, 16:16–21.
 80. 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.* 32:371–377.
 81. Lin, T. M. and Park, J. W. 1996. Extraction of proteins from Pacific whiting mince at various washing conditions. *J. Food Sci.* 61:432–438.
 82. Lin, T. M. and Park, J. W. 1998. Solubility of salmon myosin as affected by conformational changes at various ionic strengths and pH. *J. Food Sci.*, 63:215–218.
 83. Lin, T. M., Park, J. W., and Morrissey, M. T. 1995 Recovered protein and reconditioned water from surimi processing waste. *J. Food Sci.* 60:4–9.
 84. Liu, H. P. 1970. Catalysts of lipid peroxidation in meats. 1. Linoleate peroxidation catalyzed by metmyoglobin or Fe(II)–EDTA. *J. Food Sci.* 35:590–597.
 85. Liu, Y., Wu, C., and Li, C. 1991. Antioxidation of *Paecilomyces sinensis* (S. pnov). *Chin. Med. J.*, 16(4):240.
 86. Livingston, D. J. and Brown, W. D. 1981. The chemistry of myoglobin and its reactions. *Food Technol.* 35:244–250.
 87. Livingston, D. J. and Brown, W. D. 1982. The chemistry of myoglobin and its reactions. *Food Technol.* 36:240–252.
 88. Luo, Y., Kuwahara, R., Kaneniwa, M., Murata, Y., and Yokoyama, M. 2004. Effect of soy protein isolate on gel properties of Alaska Pollack and common carp surimi at different setting conditions. *J. Sci. Food Agri.* 84:663–671.
 89. MacDonald, G. A. and Lanier, T. C. 1991. Carbohydrates as cryoprotectant for meat and surimi. *Food Technol.* 45:150–159.
 90. MacDonald, G. A., Lelievre, J., and Wilson, N. D. C. 1992. Effect of frozen

- storage on the gel-forming properties of hoki (*Macruronus novaezelandiae*). *J. Food Sci.*, 57:69–71.
91. Matches, J. R., Raghauber, E., Yoon, I. H., and Martin, R. E. 1987. Microbiology of surimi-based products. In *Seafood quality determination*, D. E. Kramer and J. Liston (eds.), Elsevier, Amsterdam, p.373–387.
 92. McCormick, R. J., Bugren, S., Field, R. A., Rule, D. C. and Busboom, J. R., 1993. Surimi-like products from mutton. *Journal of Food Science*. 58(3):497–500.
 93. McKeith. 1988. *Proceedings of the 34th International Congress of Meat Science and Technology*, Brisbane, Australia, 325–326.
 94. Miyazaki, T., Oikawa, N., and Yamada, H. 1977. Studies on fungal (*Penicillium chrysogenum*) polysaccharides. XX. Galactomannan of *Cordyceps sinensis* (Lepi doptera). *Chem, Pharm. Bull.* 25: 3324.
 95. Monahan, F. J., German, J. B., and Kinsella, J. E. 1995. Effect of pH and temperature on protein unfolding and thiol/disulfide interchange reactions during heat-induced gelation of whey proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 43:46–52.
 96. Moon, S. S., Kang, G. H., Yang, H. S., Park, G. B. and Joo, S. T. 2006. Influence of surimi-like material (SLM) from pig heart on the quality of frankfurter sausage. *Korean J. Anim. Sci.* 48:435–442.
 97. Morrissey, M. T. and Tan, S. M. 2000. World resources for surimi. In *Surimi and Seafood*. J. W. Park (Ed.), Marcel Dekker, New York. p. 1–21.
 98. Murphy, S. C., Gilroy, D., Kerry, J. F., Buckley, D. J. and Kerry, J. P. 2004. Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. *Meat Science*. 66:689–701.
 99. Nam, J. K. and Oh, Y. S. 1995. A study of pharmacological effect of silk fibroin. *RDA, Kor. J. Agric. Sci.*, 37:145–157.
 100. NFI 1991 *A manual of standard methods for measuring and specifying the properties of surimi*. Lanier, T. C., Hart, K., Martin, R. E. (Eds.). University of North Carolina Sea Grant College Program, Raleigh, NC, USA.
 101. Nilsson, K. and Ekstrand, B. 1995. Sensory and chemically measured effects of different freeze treatments on the quality of farmed rainbow trout. *J. Food Qual.* 18:177–191.
 102. Niwa, E. 1992. Chemistry of surimi gelation. In *Surimi Technology*. Lanier TC, Lee CM, eds. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 389–427.
 103. Nowsad, A. A. K. M., Kanoh, S., and Niwa, E. 2000. Thermal gelation

- characteristics of breast and thigh muscles of spent hen and broiler and their surimi. *Meat Sci.* 54:169–175.
104. Ochiai, Y., Ochiai, L., Hashimoto K., and Watabe, S. 2001 Quantitative estimation of dark muscle content in the mackerel meat paste and its productions using antisera against myosin light chains. *J. Food Sci.* 66:1301–1305.
 105. Okada, M. 1964. Effect of washing on the jelly forming ability of fish meat.
 106. Okada, M. 1964. Effect of washing on the jelly forming ability of fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi* 30:255– 261.
 107. Okada, M. 1985 The history of surimi and surimi based products in JAPAN. *Proceedings of the International Symposium on Engineered Saefood including Surimi, Seattle*, pp. 30–31.
 108. Opiacha, J., Hultin, H. O., C-H. Hung and Kelleher, S. D. 1999. Improvement in stability and functionality of fatty fish surimi. In "Food Functionality : Physico-Chemical and Biological" E.U Heque(Ed), Technomic publishing, Lancaster, PA.
 109. Osinchak, J. E., Hultin, H. O., Zajicek, O. T., Kelleher, S. D., and Huang, C. H. 1992. Effect of NaCl on catalysis of lipid oxidation by the soluble fraction of fish muscle. *Free Radic. Biol. Med.* 12:35–41.
 110. Pacheco-Aguilar, R., Crawford, D. L., and Lampila, L. E. 1989 Procedures for the efficient washing of minced whiting (*Merluccius* products) flesh for surimi production. *J. Food Sci.* 54:248–252.
 111. Pariza, M. W. 2004. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *American J. Clinical Nutrition.* 79:1132–1136.
 112. Park, J. D., C. H. Jung, J. S. Kim, D. M. Cho, M. S. Cho and Y. J. Choi. 2003. Surimi processing using acid alkali solubilization of fish muscle protein. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32:400–405.
 113. Park, J. D., Kim, J. S., Cho, Y. J., Choi, J. D. and Choi, Y. J. 2003. Optimum formulation of starch and non-muscle protein for alkali surimi gel from frozen white croaker. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32(7):1026–1031.
 114. Park, J. D., Yoon, S. S., Jung, C. H., Cho, M. S. and Choi, Y. J. 2003. Effect of sarcoplasmic protein and NaCl on heating gel from fish muscle surimi prepared by acid and alkaline processing. *Kor. J. Soc. Food Sci.* 32:567–573.
 115. Park, J. W. 1994. Functional protein additives in surimi gels. *J. Food Sci.*, 59, 525–527.

116. Park, J. W. 1995. Surimi gel colors as affected by moisture content and physical conditions. *J. Food Sci.*, 60:15–18.
117. Park, J. W. and Lin, T. M. J. 2005. Surimi: Manufacturing and evaluation. In *Surimi and Surimi seafood*, J. W. Park (ed.), Taylor & Francis Group, N.Y., p. 33–106.
118. Park, J. W. and Morrissey, M. T. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. In J. W. Park(Ed.), *Surimi and surimi seafood*, New York, Marcel Dekker, pp. 23–58.
119. Park, J. W., Brewer, M. S., McKeith, F. K., Becheter, P. J., and Novakofski, J. 1996. Salt, cryoprotectants and preheating temperature effects on surimi-like material from beef or pork. *J. Food Sci.* 61:790–795.
120. Park, J. W., Lanier, T. C. and Green, D. P. 1988. Cryoprotective effects of sugar, polyols and/or phosphates on Alaska pollack surimi. *J. Food Sci.* 53:1–3.
121. Park, J. W., Lanier, T. C. and Pilkington, D. H. 1993. Cryostabilization of functional properties of pre-rigor and post-rigor beef by dextrose polymer and/or phosphates. *J. Food Sci.* 58:467–472.
122. Park, J. W., Lanier, T. C., and Green, D. P. 1988. Cryoprotective effects of sugar, polyols and/or phosphates on Alaska pollack surimi. *J. Food Sci.* 53, 1–3.
123. Park, J. W., Lin, T. M., and Yongsawatdigul, J. 1997. New developments in manufacturing of surimi and surimi seafood. *Food Rev. Int.*, 13, 577–610.
124. Park, K. H., Jin, S. K., Kim, I. S., Ha, J. H., Kang, S. M., Choi, Y. J., and Kim, J. S. 2005. Physico-chemical characteristics of surimi by washing method and pH control level of chopped chicken breast. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* 47(6):1059–1066.
125. Park, S., Brewer, M. S., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., and Novakofski, J. 1996. Composition of surimi-like material from beef or pork. *J. Food Sci.* 61:717–720.
126. Park, S., Brewer, M. S., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., and Novakofski, J. 1996. Salt, cryoprotectants and preheating temperature effects on surimi-like material from beef or pork. *J. Food Sci.* 61, 790–795.
127. Park, S., Brewer, M. S., Novakofski, J., Bechtel, P. J., and McKeith, F. K. 1996. Process and characteristics for a surimi-like material made from beef or pork. *J. Food Sci.* 61:422–427.
128. Park, W. J. 1994. Functional protein additives in surimi gel. *J. Food Sci.*

59:525–527.

129. Rao, Y. K., Fang, S. H., and Tzeng, Y. M. 2007. Evaluation of the anti-inflammatory and anti-proliferation tumoral cells activities of *Antrodia camphorata*, *Cordyceps sinensis*, and *Cinnmomum osmophloeum* bark extracts. *J. Ethnopharmacol.*, 114:78–85.
130. Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan. and Lanier, T. C. 2004. Chicken plasma protein: proteinase inhibitory activity and its effect on surimi gel properties. *Food Res. Inter.* 37: 156 – 165.
131. Reppond, K. D. and Babbitt, J. K. 1997. Gel properties of surimi from various fish species as affected by moisture content. *J. Food Sci.* 62:33–36.
132. Richard, M. P. and Hultin, H. O. 2002. Hemolysates from mackerel, herring and trout promote lipid oxidation at different rates. *Fisheries Science*, 69, 1298–1300.
133. Richards, M. P., Kelleher, S. D. and Hultin, H. O. 1998. Effect of washing with or without antioxidants on quality retention of mackerel fillets during refrigerated and frozen storage. *J. Agric. Food Chem.* 46:4363–4371.
134. Riebroy, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Tanaka, M. 2007. Effect of iced storage of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) on the chemical composition, properties and acceptability of Som-fug, a fermented Thai fish mince. *Food Chem.* 102:270–280.
135. Riley, C. 2002. Surimi market changes in demand. Proceeding of 4th OSU surimi Technology School, November 4–6, Amari Atrium Hotel, Bangkok.
136. Roussel, H. and Cheftel, J. C. 1990 Mechanism of gelation of sardine proteins; influence of thermal processing and of various additives on the texture and protein solubility of Kamaboko gels. *Int. J. Food Sci. Technol.* 25:260–280.
137. Ruttanapornvareesakul, Y., Somjit, K., Otsuka, A., Hara, K., Osatomi, K., Osako, K., Kongpun, O. and Nozaki, Y. 2006. Cryoprotective effects of shrimp head protein hydrolysate on gel forming ability and protein denaturation of lizardish surimi during frozen storage. *Fisheres Sci.* 72:421–428.
138. Ryu, H. S., Lee, K. W. and Lee, K. H. 1994. Effects of processing conditions on nutrition qualities of seafood. 2. Effects of cryoprotectants on the protein qualities of pollock surimi. *Bull. Kor. Fish. Soc.* 27:335–343.
139. Ryu, H. S., Lee, K. W., and Lee, K. H. 1994. Effects of processing

- conditions on nutrition qualities of seafood. 2. Effects of cryoprotectants on the protein qualities of pollock surimi. *Bull. Kor. Fish. Soc.* 27:335–343.
140. Sadaki, O. 1996. The development of functional foods and materials. *Biochemistry.* 13:44–50.
 141. SAS 2002. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 142. Shimizu, Y. and Simidu, W. 1955. Studies on jelly strength of Kamaboko–IX. On influence of salts (2)–sodium chloride. *Nippon Suisan Gakkaishi* 21:501–502.
 143. Shimizu, Y., Toyohara, H. and Lanier, T. C. 1999. Surimi production from fatty and dark–fleshed fish species. In "Surimi Technology", T. C. Lanier and C. M. Lee(Eds), Marcel Dekker, N. Y., p. 181–207.
 144. Shin, K. K., Park, H. I., Lee, S. K. and Kim, C. J. 1998. Studies on fatty acid composition of different portions in various meat. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 18:261–268.
 145. Siegel, D. G. and Schmidt, G. R. 1979. Ionic, pH and temperature effects on the binding ability of myosin. *J. Food Sci.* 44:1686–1689.
 146. Simmhuber, 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. Japan Soc. Fish Sci.* 26:259–267.
 147. Simpson, R., Kolbe, E., MacDonald, G., Lanier, T. C. and Morrissey, M. 1994. Surimi production from partially processed and frozen Pacific whiting (*Merluccius productus*). *J. Food Sci.* 59: 272 – 276.
 148. Sims, T. J. and Bailey, A. J. 1981. Connective tissue. In "Development in meat science–2" ed. Lawrie R. A., Applied Sci. Pub.
 149. Smyth, A. B. and E. O'Neill. 1997. Heat induced gelation properties of surimi from mechanically separated chicken. *J. Food Sci.* 62:350–355.
 150. Smyth, A. B. and O'Neill, E. 1997. Heat induced gelation properties of surimi from mechanically separated chicken. *J. Food Sci.* 62, 350–355.
 151. Srinivasan, S. and Xiong, Y. L. 1996. Gelation of beef heart surimi as affected by antioxidants. *J. Muscle Foods.* 8:251–263.
 152. Srinivasan, S., Xiong, Y. L., and Decker, E. A. 1996. Inhibition of protein and lipid oxidation in beef heart surimi–like material by antioxidants and combinations of pH, NaCl, and buffer type in the washing media. *J. Agric. Food Chem.* 44, 119–125.
 153. Stefansson, G. and Hultin, O. 1994 On the solubility of cod muscle

- proteins in water. *J. Agric. Food Chem.* 42:2656–2664.
154. Sugiyama, K., Kushima, Y., and Muramatsu, K. 1985. Effect of sulfur containing amino acid and glycine on plasma cholesterol level in rats fed on a high cholesterol diet. *Agric. Bio. Chem.*, 49:3455–3461.
 155. Sung, S. K., Yang, T. M., Kwon, Y. J., Choi, J. D., and Kim, D. G. 2000. The quality characteristics of korean native chicken by the age. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* 42:693–702.
 156. Suzuki, T. 1981. Fish and krill protein: Processing technology. Applied Science Publishers Ltd, London. P 5–61.
 157. Suzuki, T. 1981. Frozen minced meat (Surimi), in "Fish and Krill Protein: Processing Technology", Appl. Sci. Pub., Ltd., London, UK, pp. 115–147.
 158. Sych, J., Lacroix, C., Adambounou, L. T. and Castaigne, F. 1990. Cryoprotective effect of lactitol, palatinit, and polydextrose on cod surimi proteins during frozen storage. *J. Food Sci.* 55:356–360.
 159. Tanasupawat, S., Okada, S., Suzuki, K., Kazaki, M. and Komagata, K. 1993. Lactic acid bacteria, particularly heterofermentative Lactobacilli, found in fermented foods in Thailand. *Bul. Jap. Fed. Cul. Col.* 9:65–78.
 160. Terpstra, A. H. 2004. Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: an overview of the literature. *American J. Clinical Nutrition.* 79:352–360.
 161. Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Bogason, S. G. and Kristbergsson, K. 2001. Effects of phosphate on yield, quality, and water-holding capacity in the processing of salted cod (*Gadus morhua*). *J. Food Sci.* 66:821–826.
 162. Tomaniak, A., Tyszkiewicz, I. and Komosa, J. 1998. Cryoprotectants for frozen red meats. *Meat Sci.* 50:365–371.
 163. Toyoda, K., Kimura, I., Fujita, T., Noguchi, S. F. and Lee, C. M. (1992) The surimi manufacturing process. Ch. 4 In *Surimi Technology*, eds. T. C. Lanier and C. M. Lee, pp 79–112. Marcel Dekker, Umemoto, S. 1966 A modified methods for estimation of fish muscle protein by Biuret method. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 32:427–435.
 164. Toyoda, K., Kimura, I., Fujita, T., Noguchi, S. F. and Lee, C. M. 1992. The surimi manufacturing process. In *Surimi Technology*, Lanier, T. C. Lee, C. M. Eds., Dekker, New York, pp. 79–112.
 165. Uijttenboogaart, T. G., Trziszka, T. L. and Shereurs, F. J. G. 1993. Cryoprotectant effects during short-time frozen storage of chicken

- myofibrillar protein isolates. *J. Food Sci.* 58:274–277.
166. Undeland, I., Kelleher, S. D. and Hultin, H. O. 2002. Recovery of functional proteins from herring (*Clupea harengus*) light muscle by an acid or alkaline solubilization process. *J. Agric. Food Chem.* 50:7371–7379.
 167. Varnam and Sutherland, 1995. In *Meat and meat products, technology, chemistry and microbiology*. Chapman & Hall.
 168. Venugopal, V., A. Kakatkar, D. R. Bongirwar, M. Karthikeyan, S. Mathew and B. A. Shamasunder 2002. Gelation of shark meat under mild acidic conditions: Physicochemical and rheological characterization of the gel. *J. Food Sci.* 67:2681–2686.
 169. Wang, B. and Xiong, Y. 1998. Functional stability of antioxidant-washed, cryoprotectant-treated beef heart surimi during frozen storage. *J. Food Sci.* 63:293–298.
 170. Wang, Y. W. and Jones, P. J. H. 2004. Dietary conjugated linoleic acid and body composition. *American J. Clinical Nutrition.* 79:1153–1158.
 171. Watabe, S., Maruyama, J. and Hashimoto, K. 1983. Myofibrillar ATPase activity of mackerel ordinary and dark muscles. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 49:655–662.
 172. Whitaker, J. R. and Feeney, R. E. 1977. Behavior of o-glycosyl and o-phosphoryl proteins in alkaline solution. In *Advances in experimental medicine and biology*, vol 86B, Plenum Press, N.Y., p. 155.
 173. Wimmer, M. P., Sebranek, J. G., and McKeith, F. K. 1993. Washed mechanically separated pork as a surimi-like meat product ingredient. *J. Food Sci.* 58, 254–258.
 174. Woessner, J. F. 1961. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. 119 *Arch. Biochem. Biophys.* 93:440–447.
 175. Xiong, Y. L. and Brekke, C. J. 1990. Physicochemical and gelation properties of pre- and postrigor chicken salt soluble proteins. *J. Food Sci.* 55:1544–1548.
 176. Xiong, Y. L. and Brekke, C. J. 1991. Protein extractability and thermally induced gelation properties of myofibrils isolated from pre- and postrigor chicken muscles. *J. Food Sci.* 56:210–216.
 177. Xu, R. H., Peng, X. E., Chen, G. Z., and Chen, G. L. 1992. Effects of *Cordyceps sinensis* on natural killer activity and colony formation of B16 melanoma. *Chin. Med. J.*, 105(2):971.
 178. Yang, T. S. and Froning, G. W. 1992. Selected washing processes affect

- thermal gelation properties and microstructure of mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* 57:325–331.
179. Yasui, T., Ishioroshi, M., and Samejima, K. 1982. Effect of actomyosin on heat-induced gelation of myosin. *Agric. Biol. Chem.* 46:1049–1059.
180. Yoon, K. S. and Lee, C. M. 1990 Cryoprotectant effects in surimi and surimi/mince-based extruded proteins. *J. Food Sci.* 55:1210–1216.
181. Young, L. L. 1975. Aqueous extraction of protein isolate from mechanically deboned poultry meat. *J. Food. Sci.* 40:1115–1121.
182. Zhou, A., Benjakul, S., Pan, K., Gong, J., and Liu, X. 2006. Cryoprotective effects of trehalose and sodium lactate on tilapia (*Sarotherodon nilotica*) surimi during frozen storage. *Food Chem.* 96:96–103.
183. 강창기, 박구부, 정상경, 이무하, 이영현, 정명섭, 최양일. 1994. 식육생산과 가공의 과학. 선진문화사.
184. 高坂和久. 1975. 肉製品の鮮度保持と測定. *食品工業.* 18:105–111.
185. 김대익, 이종수, 최진호, 박수현, 김동우, 류강선, 이희삼. 1997. 누에분말이 혈청 중의 활성산소 및 제거효소에 미치는 영향. *한국잡사학회지.* 42:141–146.
186. 농림부 종자관리소. 1998. 누에동충하초의 품종등록증.
187. 박주동, 김진수, 조영제, 최종덕, 최영준. 2003. 냉동 백조기의 알칼리 회수단백질 겔 제조를 위한 전분 및 비근육 단백질의 최적화. *한국식품영양과학회지.* 32(7):1026–1031.
188. 박주동, 윤수성, 정춘희, 조민성, 최영준. 2003. 산과 알칼리 공정으로 제조한 어육 회수단백질의 가열 겔에 미치는 근형질단백질과 NaCl의 영향. *한국식품영양과학회지.* 32(4):567–573.
189. 박주동, 정춘희, 김진수, 조득문, 조민성, 최영준. 2003. 산과 알칼리 pH에서 어육 단백질의 용해를 이용한 회수단백질 제조. *한국식품영양과학회지.* 32(3):400–405.
190. 森高明. 1980. *日本食品工業學會誌.* 27:579.
191. 성재모, 이현경, 유영진, 최영상, 김상희, 김용욱, 성기호. 1998. 단백질을 기초로 한 Cordyceps속 동충하초의 분류. *한국균학회지.* 26:1–7.
192. 식품의약품안전청. 1998. 누에동충하초의 식품원료 인정 관보.
193. 신국현. 1999. 누에동충하초 유용물질 구명 및 약리효능(농촌진흥청 대형공동연구사업보고서: 누에동충하초 생산 및 유용물질 개발).
194. 신혜원, 김하원, 최웅철, 도상학, 김병각. 1985. 한국산 영지의 무기성분 및 면역증강 작용에 관한 연구. *생약학회지.* 16:181–190.
195. 지상덕, 신국현, 안덕균, 조세연. 2003. 누에동충하초의 대량 생산기술 및 약

- 리효능. 식품과학과 산업. 36(3): 38-48.
196. 최영준, 김진수, 이원갑, 공영배. 2004. 어육단백질의 용해도 특성을 이용한 surimi 제조기술의 개발. 해양수산부.
197. 최영준, 박주동, 김진수. 조영제, Park, J. W. 2002. 산 및 알칼리 공정으로 조제한 회수단백질 가열 겔의 물성 특성. 한국수산학회지. 35(4):309-314.
198. 최종덕, 최영준. 2003. 전갱이의 알칼리 회수단백질 겔 제조를 위한 전분 및 비근육 단백질의 최적화. 한국식품영양과학회지. 32(7):1032-1038.
199. 최호영. 2003. 누에동충하초의 한방임상시험(농촌진흥청 대형 공동연구사업 보고서: 누에동충하초의 한약재 등록을 위한 기준설정 연구).
200. 平林 溪, 陣 閏利. 1994. 건이용의 다면적 전개. 잠사과학의 기술, 32:24-27.
201. 한대석, 송효남, 김상희. 1999. 동충하초: 새로운 기능성식품 소재. 식품과학과 산업. 32(3): 56-63.

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.

최 중
연구보고서

축육 surimi를 활용한 기능성 소시지 및 섬유상 게맛살형
육제품 개발

Development of functional sausage and
fiberized-type crab analog using meat surimi

연구기관
진주산업대학교
(경상대학교)

농 립 수 산 식 품 부