최 종 보 고 서

편집순서 1 (표지)

(뒷면)

주 의
(편집순서 8)

(15 포인트 고딕계열)

↑
6cm
↓

냉장계육 및 양념계육의 저장기간 연장 관련 기술 개발

농림축산식품부

↑
3cm
↓

(앞면)

발 간 등 록 번 호
11-1543000-000092-01

5 cm

↓

냉장계육 및 양념계육의 저장기간 연장 관련 기술 개발
(Development of method of shelf-life extension of refrigerated and seasoned chicken meat)

↑
9cm
↓

농 림 축 산 식 품 부(17포인트 명조계열)

↑
4cm
↓

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “냉장계육 및 양념계육의 저장기간 연장 관련 기술개발”에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2013년 5월 22일

충남대학교

연 구 진

연구기관명 : 충남대학교

연구책임자 : 조 철 훈

책임연구원 : 주 상 집

연 구 원 : 이 의 수

연 구 원 : 조 효 열

연 구 원 : 이 연 경

연 구 원 : 김 기 범

연구보조원 : 김 현 주

연구보조원 : 정사무엘

연구보조원 : 김 선 효

연구보조원 : 구 지 현

연구보조원 : 송 현 민

요 약 문

Ⅰ. 제 목

냉장계육 및 양념계육의 저장기간 연장 관련 기술 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목표

천연소재를 이용한 냉장 및 양념계육의 안전성 및 저장성 확보기술개발

2. 연구개발의 필요성

계육은 저지방, 저콜레스테롤 및 고단백질 육류로 세계 시장에서 선호되고 있으며, 가공 및 편의식품으로 많은 발달이 이루어져 소비가 더욱 증가되고 있는 추세이다. 특히 사회 발달에 따라 냉장계육 뿐만 아니라 양념육의 시장점유율은 증가추세에 있다.

하지만, 계육은 근육 조직이 쉽게 부패되고, 세절 및 발골 과정에서 미생물에 의한 재오염이 있을 수 있으며, 저장 및 유통과정에서의 교차오염이 발생되어 변질되기 쉽다. 현재 축산 가공업체에서 냉장 및 양념계육의 저장성 증진을 위해 양념에 대표적인 chloride염 중 하나인 소금물을 첨가하는 방법을 사용하고 있지만, 이와 같은 과정을 통해서 저장기간 연장에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 따라서 냉장 및 양념육이 소비자에게 보다 안전하게 유통되기 위해서는 새로운 저장기술 개발이 필요한 실정이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발의 내용

- 냉장 및 양념계육의 미생물학적 위해도 평가 및 분석
- 천연소재를 이용한 양념계육의 위생 및 저장 연장 기술 개발
- 냉장 및 양념계육의 유통 안정성 확보 및 산업화

2. 연구개발의 범위

- 냉장 및 양념계육의 미생물학적 품질평가 시험
- 식염 및 천연물 병용 냉장 및 양념계육의 저장기간 연장 효과 시험
- 이화학적 및 관능적 품질 평가 시험
- 유통 안정성 확보 및 산업화를 위한 실증 시험

Ⅳ. 연구개발결과

1. 계육의 미생물 오염도 평가

현재 계육처리 공장의 냉장계육 및 염지액의 미생물 오염도를 평가한 결과 원료육 및 injected육이 각각 3.79 및 4.15 log CFU/g의 일반호기성미생물이 검출되었다. 저장기간이 증가함에 따라 검출된 일반호기성미생물은 유의적으로 증가하였으나 원료육이 injected육보다 미생물의 증식 폭이 더 큰 것을 확인할 수 있었다. 염지액의 경우 recycled가 fresh보다 약 2 log CFU/g의 일반호기성미생물이 더 검출되었다. 양념계육의 일반호기성미생물을 측정한 결과 4.27 log CFU/g이 검출되었으며, 저장기간에 따라 유의적으로 증가하였다.

2. 계육의 안전성 확보를 위한 천연 추출물 농도 설정 및 chloride염 및 유기산염 병용효과 시험

실험에 사용된 각각의 천연 추출물을 *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* 및 *Staphylococcus aureus*에 대한 생육억제효과를 측정한 결과 모든 시료에서 농도가 높아질수록 생육 저해율이 증가된 것을 확인하였다. 또한 양파껍질 추출물이 2% 농도일 때 병원성 미생물의 생육이 약 2 log 저감시킨 것을 확인하였고, 이는 다른 시료에 비해 생육 저해율이 높은 것으로 나타났다. 그러나 젖산칼슘 및 포스비틴은 생육저해 효과가 크게 보이지 않았다.

3. 천연소재를 이용해 제조한 계육의 저장 안전성 시험 및 최적 조건 확립

각각의 천연소재를 이용해 제조한 냉장 및 양념계육의 미생물 오염도를 평가한 결과 저장 초기에는 3.24~3.56 및 3.96~4.27 log CFU/g의 미생물이 각각 검출되었고, 저장온도 및 저장기간이 증가함에 따라 미생물의 수는 증가하였다. 냉장 및 양념계육 모두 젖산칼슘 및 포스비틴은 대조군과 유의적으로 차이가 없었다. 그러나 귤 및 양파껍질 추출물을 양념계육에 첨가하였을 때 각각 1.21~1.55 및 1.11~1.51 log CFU/g이 감소된 것으로 나타났다. 귤 및 양파껍질 추출물을 계육에 injection하였을 때 각각 0.58~1.59 및 0.15~1.38 log CFU/g이 감소되었다. 포장 방법에 따른 차이는 전반적으로 진공 포장이 함기 포장보다 미생물의 수가 적게 검출되었다. pH 측정결과 천연소재 첨가군이 대조군에 비해 pH가 감소하는 경향을 보였다. 냉장계육의 색도 변화를 측정한 결과 귤껍질 추출물 첨가 시 명도 및 황색도가 증가하는 경향을 보였으나, 적색도는 감소하는 경향을 보였다. 지질산패도를 측정한 결과 저장기간에 따라 TBARS값이 감소하는 경향을 보였는데, 이에 대한 원인으로 실험에 사용한 양념이 TBA시약과 반응하여 측정값에 영향을 준 것으로 판단된다. 관능검사 결과 냄새, 향미, 맛, 연도 및 전체적인 기호도 측면에서 천연소재 첨가에 의해 기호도가 저하된 것을 확인하였다. 상대적으로 미생물 저감 효과가 컸던 귤 및 양파껍질 추출물 첨가군이 가장 기호도가 낮은 것으로 나타나 관능적 품질을 개선할 수 있는 새로운 방법이 필요하다고 판단되었다.

4. 천연소재를 이용해 제조한 계육의 상품화 및 해외유통을 위한 실증시험

연구계획서에는 없었으나 효율이 높고 산업체에서 즉시 활용 가능한 방법을 찾기 위해 협력연구 업체와 협의하며 다양한 기술 및 소재를 응용하여 연구의 완성도를 높이고자 하였다.

가. 전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물 병용 처리한 계육의 품질 특성 평가

전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물 병용 처리한 냉장 및 양념계육의 미생물 오염도를 평가한 결과 귤껍질 추출물을 첨가하였을 때 약 0.5~1 log CFU/g 저감되었다. 전자선 조사에 의해 대조군의 경우 2.86~4.94 log CFU/g이 감균되었고, 귤껍질 추출물의 경우 3.92~5.37 log CFU/g이 감균되었다. 초고압에 의해서 대조군 및 귤껍질 추출물 처리군은 각각 1.11~4.48 및 1.82~4.50 log CFU/g이 감소되었다. 특히 냉장 및 양념계육 모두 저장 초기 전자선 2 kGy와 귤껍질 병용처리 하였을 때, 미생물이 검출한계 이하로 나타났다. pH 측정 결과 냉장계육의 경우 초고압 처리시 pH가 감소하는 경향을 보인 반면 양념계육은 전자선 및 초고압에 의해 pH가 증가하는 경향을 보였다. 냉장계육의 색도 측정 결과 명도의 경우 초고압에 의해 값이 증가하였으며, 귤껍질 첨가에 의해 적색도가 증가하는 경향을 보였다. 지질산패도를 측정한 결과 전자선 조사 및 초고압에 의해 지질산패도가 증가하는 경향을 보였다. 관능검사 결과 귤껍질 첨가, 전자선 조사 및 초고압에 의해 기호도가 저하되었다. 전자선 조사, 초고압 및 귤껍질 추출물 병용처리는 계육의 저장 안전성을 확보하는 효과적인 기술로 판단되나, 관능적 품질을 개선하고 비용을 줄일 수 있는 새로운 방법이 요구되었다.

나. 유산균 발효액 첨가에 따른 계육의 품질 특성 평가

유산균 발효액 첨가에 따른 냉장 계육의 미생물 오염도를 평가한 결과 4.57 log CFU/g에서 유산균 발효액 첨가량에 따라 저장 초기 2.51 log CFU/g에서 저장 9일차에는 4.57 log CFU/g의 미생물이 감소되었다. pH 측정결과 유산균 발효액 첨가량에 따라 감소하였다. 색도의 경우 시료 첨가에 의해 명도 및 황색도는 증가한 반면 적색도는 감소하였다. 그러나 지질산패도를 측정한 결과 시료 첨가에 의해 지질산화가 증가한 것으로 확인되었으며, 관능적인 기호가 저하된 것으로 나타났다. 본 연구에서 사용한 유산균 발효액은 미생물 제어에 있어서는 효과적인 첨가물로 판단되었으나 이 또한 항산화 및 관능적 품질 개선을 위한 보완 연구가 필요하다고 판단된다.

다. 칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 계육의 품질 특성 평가

칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 냉장 계육의 미생물 오염도를 평가한 결과 4.75 log CFU/g에서 칼슘염 및 젖산 병용처리에 의해 저장 초기에는 1.08 log CFU/g이 감균한 반면, 저장 7일차에 4.26 log CFU/g이 감소하였다. pH 측정결과 칼슘염 및 젖산 병용처리에 의해 감소하였다. 색도의 경우 시료 첨가에 의해 명도가 증가하는 경향을 보였다 그러나 지질산패도를 측정한 결과 시료 첨가에 의해 지질산화가 증가한 것으로 확인되었으며, 관능적인 기호가 저하된 것으로 나타났다. 이는 기존 염지액의 chloride가 더 가해지면서 신맛이 있는 젖산의 첨가에 따른 결과라고 판단되며, 염지액의 레시피 조절이나 최종 제품에

서의 배합비를 조절한다면 미생물학적으로 안전하면서 관능적인 품질이 우수한 냉장계육이 개발될 것이라 판단된다.

Ⅴ. 연구성과 및 성과활용 계획

- 연구계획서 상 연구 완료 후에도 다양한 시도를 통하여 산업체의 요구(저비용, 고품질)에 부응하고자 노력함
- 냉장 및 양념계육의 수출을 위한 저장 안전성 확보를 통한 수출경쟁력 및 시장 확대
- 지속적인 산업체와의 연구개발 협력으로 기술이전 및 개발제품의 상품화 추진
- 개발 기술 및 연구결과의 국내외 전문 학술지 발표로써 과학대중화 유도

SUMMARY
(영문요약문)

Ⅰ. Title

Development of method for shelf-life extension of refrigerated and seasoned chicken meat

Ⅱ. Objective and Necessity of Research and Development

1. Objective

Development of method for shelf-life extension of refrigerated and seasoned chicken meat

2. Necessity

Chicken meat is known to low fat, low cholesterol and high protein meat products thus the consumption is growing rapidly in the world. In addition, the development of processing methods and characteristic of easy to use help the further growth of chicken meat processing industry. However, chicken meat can be easily spoiled, contaminated during cutting and deboning, and deteriorated by cross-contamination during storage and distribution. Current method to enhance fresh refrigerated and seasoned chicken meats is the use of sodium chloride solution but there is no significant effect from the method. Therefore, the development of new method to extend the shelf-life of fresh refrigerated and seasoned chicken meat products is necessary for globalization of Korean foods as well as domestic consumers.

Ⅲ. Contents and Range of Research and Development

1. Contents

- Evaluation and analysis of microbiological quality of fresh refrigerated and seasoned chicken meat
- Development of the method to extend the shelf-life of fresh refrigerated and seasoned chicken meat using natural antimicrobial agents
- Establishment of storage stability of fresh refrigerated and seasoned chicken meats and its application

2. Ranges

- Analysis of microbiological quality of fresh refrigerated and seasoned chicken meat
- Analysis of shelf-life extension of the fresh refrigerated and seasoned chicken meat using the combination of salt and natural antimicrobial agents
- Evaluation of physicochemical and sensory quality of the fresh refrigerated and seasoned chicken meat
- Feasibility studies for establishment of storage stability and application to industry

Ⅳ. Results

1. Evaluation of microbiological quality of chicken meat processed current method

The microbiological contamination of chicken meat currently available in processing plants were 3.79 and 4.15 log CFU/g of total aerobic bacteria in raw and injected chicken meat, respectively. The number of totla aerobic bacteria was increased during storage but the growth rate was higher in raw chicken meat than injected counterpart. The total aerobic bacterial count of the recycled injection solution for chicken meat showed 2 log CFU/g higher than that of fresh injection solution. The microbial contamination level of seasoned chicken meat was 4.27 log CFU/g and increased rapidly during storage.

2. Identification of the concentration of natural antimicrobial agents and experiment for combination of chloride salt and organic acid salt

Totally 5 different natural antimicrobial agents was tested their pathogen inactivation activity using *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. All the natural agents showed the inhibition activity against pathogens by increase of their concentrations. Especially, when onion peel extract was added as 2% level, the reduction of pathogens were reduced approximately 2 log cycles, which was the highest antibacterial activity. However, there was not much influence on pathogens reduction by calcium lactate and phosvitin.

3. Evaluation of chicken meat safety during storage and establishment of the optimum conditions

The total aerobic bacterial level of refrigerated fresh and seasoned chicken meat added with each natural antimicrobial agent were 3.24~3.56 and 3.96~4.27 log CFU/g, respectively, at the intial storage and the levels were increased by increase of storage temperature and time. In general, the addition of citrus peel and onion peel extract showed higher activity in reduction of the microbial populations. When the packaging

method was compared, a vacuum packaging showed more effective than aerobic packaging. The changes of pH showed that the sample with natural antimicrobial agents was lower than that of control. The surface color of chicken meat showed that lightness and yellowness were increased by the addition of citrus peel extract but redness was decreased. The lipid oxidation of samples measured by TBARS showed decreasing trend during storage, which was not expected, The reason found was the materials used for seasoning may interact with TBA and influence the TBARS values. Sensory evaluation including odor, flavor, taste, tenderness, and overall acceptability indicated that the addition of natural antimicrobial agents reduced the sensory quality of the samples. Especially, the addition of citrus peel and onion peel extract, which showed relatively higher antimicrobial activities, scored lowest in sensory evaluation, thus, it was thought that new method to extend the shelf-life of chicken meat products without adverse sensory qualities.

4. Production and feasibility study for refrigerated fresh and seasoned chicken meat using natural antimicrobial agents

To help industry to achieve the shelf-life extension with cost-effective, various antimicrobial agents were tested even though it was not included in the research plan.

A. Quality evaluation of chicken meat by citrus peel extracts combined with electron beam irradiation and high hydrostatic pressure

Microbiological quality of refrigerated fresh and seasoned chicken meat products treated with combination of citrus peel extract and electron beam irradiation or high hydrostatic pressure were significantly improved. When the sample was treated with citrus peel extract only, the total aerobic bacterial count was reduced by 0.5~1 log CFU/g. The electron beam irradiation showed higher efficiency in microbial inactivation than high hydrostatic pressure treatment. When 2 kGy of electron beam irradiation was treated with combination of citrus peel extract, there was no microorganisms detected in the sample. The pH of refrigerated fresh chicken meat reduced by electron beam irradiation or high hydrostatic pressure while that of seasoned chicken meat increased. Color a*-value of sample increased by addition of citrus peel extract. Lipid oxidation was increased by electron beam irradiation or high hydrostatic pressure during storage. Sensory evaluation showed that all treatments including addition of citrus peel extract, electron beam irradiation and high hydrostatic pressure induced the reduction of sensorial quality. Therefore, the combination of electron beam irradiation or high hydrostatic pressure with the addition of citrus peel extract was very effective in obtaining storage stability of chicken meat. However, the

method to minimize sensory deterioration and treatment cost was still required.

B. Possible use of commercial lactic acid bacteria fermented solution for shelf-life extension of chicken meat products

To develop more feasible method to apply industry, a commercially available lactic acid bacteria fermented solution was tested for shelf-life extension of chicken meat products. The original number of total aerobic bacteria was 4.57 log CFU/g but that was decreased gradually by the addition of lactic acid bacteria fermented solution. The pH of the samples was decreased by the addition amount of lactic acid bacteria fermented solution. The color L*- and a*-value was increased while a*-value was decreased. Lipid oxidation was increased and sensory quality was decreased by the treatment. Therefore, the treatment of lactic acid bacteria fermented solution may have an effect in the reduction of microorganisms but still there is a limitation in oxidation and sensory quality.

C. Possible use of the combination of calcium salt and lactic acid for shelf-life extension of chicken meat products

To prolong the shelf-life of chicken meat without adverse change in lipid oxidation and sensory quality, the combination of calcium salt and lactic acid was tested. The level of contaminated microorganisms reduced significantly by the treatment. The pH was showed a little lower in the sample when compared with control. Lipid oxidation was increased by the treatment and sensory quailty was also deteriorated. This may be come from the higher salt content of the products from original pickling solution and added calcium salt. Therefore, the small changes of the formulation of pickling solution may improve sensory quality with improved microbiological quality and longer shelf-life.

Ⅴ. Research Outcomes and Utilization Plan

- To obtain the results for optimum condition for the need of current industry, various other approaches has been tried beyond original research plan
- Enhancement of export competitiveness and enlargement of global market by improvement of storage stability of fresh and seasoned chicken meat products
- Commercialization of the developed technology and products by consistent collaboration with industry
- Publication of research results to scientific journals national and international level

CONTENTS
(영 문 목 차)

Chapter 1. Summary of Research Project 1
Clause 1. Necessity of Research 1
Clause 2. Objective, Contents, and Ranges of Research 3

Chapter 2. Outlook of Technology Development 4

Chapter 3. Methods and Results of Research 5
Clause 1. Contents and Approach of Research 5
Clause 2. Methods 5
Clause 3. Results 11

Chapter 4. Level of Achievement and Contribution to Related Area 56

Chapter 5. Research Outcomes and Plan to Utilization 57

Chapter 6. International Science and Technology Information during Research Progress 57

Chapter 7. Research Facilities and Equipments 58

Chapter 8. References 59

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 1
1 절 연구개발의 필요성 1
2 절 연구개발의 목적, 내용 및 범위 3

제 2 장 국내외 기술개발 현황 4

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 5
1 절 연구수행내용 및 접근방법 5
2 절 연구방법 5
3 절 연구결과 11

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 56

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 57

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 57

제 7 장 연구시설·장비 현황 58

제 8 장 참고문헌 59

제 1 장 연구개발과제의 개요

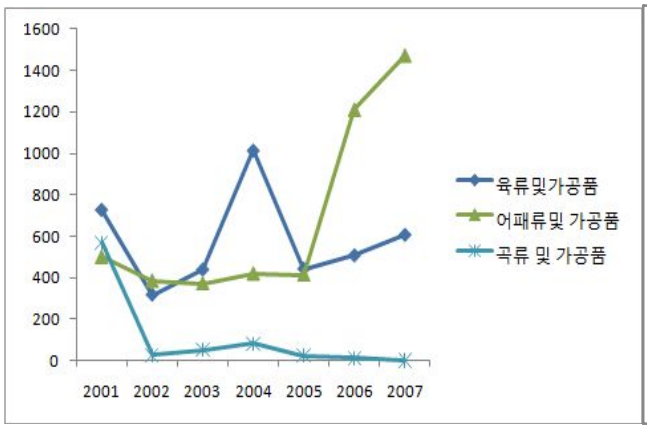
1 절 연구개발의 필요성

▶ 계육은 저지방, 저콜레스테롤, 고단백질 육류로 세계 시장에서 선호되고 있으며, 가공 및 편의식품으로 많은 발달이 이루어져 수입육 또한 소비가 더욱 증대되고 있음.

- 최근 소비자 편의성 증진을 통한 계육 소비 증진 방안으로 부분육 및 정육의 형태로 유통되는 계육의 양이 증가하고 있으며 국내 수입되는 계육 중 99% 이상이 부분육 및 정육의 형태로 수입되고 있음.
- 냉장 수입육의 시장점유율 증가는 국내 농축산업자의 생활기반을 위태롭게 하고 있으며 이에 대응하여 내수활성화와 수출산업화를 가능하게 할 수 있는 최적의 방법 중 하나로서 부가가치가 높은 상품성을 갖는 위생적 고품질 양념육의 시판 및 유통을 위한 제조기술 개발이 필요함.

▶ 계육은 근육 조직이 쉽게 부패되고, 세절 및 발골 과정에서 미생물에 의한 재감염이 있을 수 있으며, 저장 및 유통과정에서의 교차오염이 쉽게 발생되어 부패되기 쉬움(Lin et al., 2006).

- 도계공정상 냉수 혹은 빙수에 침지, 냉각하는 과정을 거치므로 타 육류에 비하여 내장으로부터 세균 오염 가능성을 가짐.
- 2005년 이후 육류 및 가공품으로 인한 식중독 발생 빈도가 증가하고 있는 추세이며(그림 1), 육류에서 많이 검출되고 있는 살모넬라 및 대장균 등으로 인한 식중독이 발생되고 있음(그림 2).



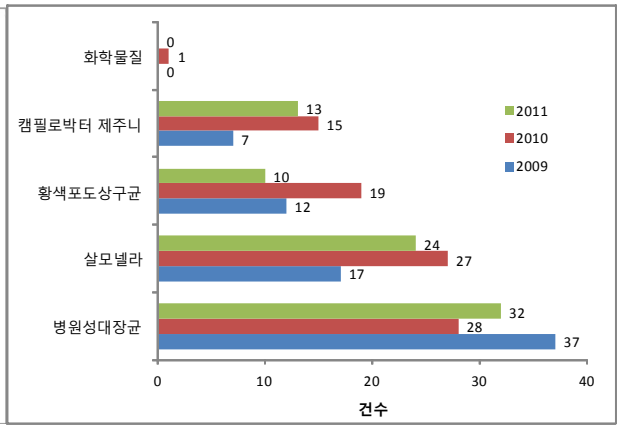


그림 1. 원인식품 별 식중독 발생 빈도(식약청, 2009). 그림 2. 원인균 별 식중독 발생 빈도(식약청, 2011).

▶ 한편 국내·외적으로 양념육의 시장점유율이 급속히 증가하고 있으며, 특히 생활 패턴의 변화에 따른 식생활의 간편화로 인한 즉석편의식품의 소비가 급증하고 있음(Kim and Kim, 2007).

- 양념육 시장의 신장세가 증가함에 따라 양념육의 품질을 증가시키기 위한 다양한 방법이 시도되고 있음.

▶ 하지만, 대형마켓에서 시판되고 있는 양념계육은 원재료 및 실내 오염에 의한 병원성 식중독균의 교차오염 등이 매우 높고 이에 따른 품질변화로 인한 소비자의 식품위생 및 안전성에 대한 문제 발생 가능성이 매우 높음.

- 식품공전에서 제시하고 있는 양념육의 냉장 유통 기간은 0~5℃의 저온에서 4일 정도로 그 유통기간이 매우 짧아 산업적으로 대량 생산하여 상품화하기에는 어려운 실정임(Kang et al., 2004).
- 주원료인 육류는 저장 기간이 증가함에 따라 pH, 온도, 산소분압, 지질산화 및 미생물 성장 등의 요인들이 복합적으로 작용해 이화학적 성질이 변하게 됨(Bala et al., 1977).
- 양념계육과 같은 육제품의 변질 요인 중 하나인 지방산화는 저장 온도, 지방산 조성, 산소활성 등에 영향을 받음.
- 생육 및 육가공품은 진공포장법이 널리 이용되고 있으나, 양념육의 경우 주원료와 부원료의 혼합으로 인하여 상대적으로 유통기한이 짧음.

▶ 현재 축산 가공업체에서 냉장 및 양념계육의 저장성 증진을 위해 양념에 대표적인 chloride염 중 하나인 소금물을 첨가하는 방법을 사용하고 있지만, 이와 같은 과정을 통해서 저장기간 연장에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 확인됨(Kim and Kim, 2005). 따라서 냉장 및 양념육이 소비자에게 보다 안전하게 유통되기 위해서는 새로운 저장기술 개발이 요구됨.

▶ 특히 현재 계육 자체의 수출이 불가하므로 한식세계화에 이바지하기 위해서는 국내 냉장 및 양념계육의 유통안정성 확보방법을 수립하여 현지 생산공정에 활용하는 방법이 현실적인 대안임.

- 일본의 경우 조류인플루엔자로 인해 수출이 불가하고 중국은 원천적 봉쇄를 하고 있으며 동남아시아 국가의 경우에는 가격경쟁력으로 인해 수출이 어려움. 따라서 현지에서 생산된 계육을 이용하여 우리나라 특유의 양념류 및 생산가공기술을 이용하여 한식세계화에 도움이 될 수 있음.

▶ 유기산 칼슘염 중 하나인 젖산칼슘은 수용성 칼슘제로서 효모의 생육을 저해하고 곰팡이 발생을 억제하여 식품의 저장성을 높이는 효과가 있는 것으로 보고됨. 따라서 젖산칼슘의 저장성 연장을 위한 식품 첨가제로서의 이용가능성을 평가한 후 이를 활용한 산업화가 요구됨.

- 빵, 두유, 오렌지 주스 및 요구르트 등 각종 식품의 칼슘 보충제로 사용되고 있으며 GRAS 등급이지만, 항균활성을 이용한 산업적인 측면에서 식품의 저장기간 연장을 위한 첨가제로서의 활용은 미비한 실정임.
- 천연 보존료 중 chloride염이 미생물 생육을 억제한다는 결과가 가장 많이 보고되고 있으나(Reddy and Marth, 1995), 염의 종류 및 병용처리에 따른 체계적인 연구는 부족한 실정임.

▶ 최근 식품산업에서는 국민소득이 높아지고 삶의 질이 향상 및 건강에 대한 소비자들의 관심이 높아짐에 따라, 인체에 무해하고 친환경적인 천연 소재를 이용한 기능성 식품이

연구 및 개발되고 있는 추세임. 또한 천연물의 essential oil이나 oleoresin이 식품 유래 병원균 사멸효과를 증대시키는 것으로 밝혀져 이들을 활용한 소재 개발 연구가 요구됨(Lacroix et al., 2009; Yun et al., 2010).

▶ 식품을 가공하는 데 있어 얻어지는 다량의 부산물은 경제적인 면과 생물학적 산소요구량 때문에 부산물 처리여부가 문제시 되고 있음. 하지만 부산물에도 항산화 및 항균 활성과 같은 다양한 생리활성이 있다는 연구결과가 발표됨으로써 이들을 활용한 천연 소재개발이 요구됨(Meyer et al., 1997).

- 귤껍질에는 hesperidin, naringin, nobiletin, anthocyanins 및 coumarin 등과 같은 주요 플라보노이드인 폴리페놀류가 다량 함유되어 있음에도 불구하고 다량으로 폐기되고 있음(Elisa et al., 2013; Kang et al., 2006).
- 양파 부산물 중 양파 껍질 추출물은 항균, 항산화, 항노화 및 항혈전 효과를 가지고 있으며, 이를 산업적으로 활용하기 위한 이용 가능성이 제기되고 있음(Kim et al., 2011; Eduvigis et al., 2008).

▶ 따라서 다양한 기능성을 가진 천연소재를 활용하여 양념계육의 안전하고 품질이 우수하며 저장성이 증대된 고품질 양념육 생산이 가능할 것이라 판단됨.

- 본 연구진은 선행연구를 통하여 양파껍질추출물 및 귤껍질추출물이 항균활성을 가지고 있어 식품 가공소재로서의 이용 가능성을 제시한 바 있으며, 본 결과를 활용하여 양념계육의 저장성 증대에도 긍정적인 결과를 가져올 것이라 판단됨.

2 절 연구 목적, 내용 및 범위

1. 연구개발의 목적

천연소재를 이용한 냉장 및 양념계육의 안전성 및 저장성 확보기술 개발

○ 냉장 및 양념계육의 미생물학적 위해도 평가 및 분석
○ 천연소재를 이용한 양념계육의 위생 및 저장 연장 기술 개발
○ 냉장 및 양념계육의 유통 안정성 확보 및 산업화

2. 연구개발의 내용 및 범위

○ 냉장 및 양념계육의 미생물학적 품질평가 시험
○ 식염 및 천연물 병용 냉장 및 양념계육의 저장기간 연장 효과 시험
○ 이화학적 및 관능적 품질 평가 시험
○ 유통 안정성 확보 및 산업화를 위한 실증 시험
  - 연구계획서 상 연구완료 후 다양한 소재를 이용한 보완시험 실시로 산업체 요구에 부응하고자 노력함

제 2 장 국내외 기술개발 현황

▶ 현재 양념육의 시장점유율은 증가추세에 있으나 천연 추출물 이용 고품질 양념육을 제조 및 시판하는 사례는 미비함.

- 쑥, 목초액 및 활성탄 등을 급여한 계육의 육질향상 및 솔잎과 녹차추출물 등을 이용한 식육 가공 기술 개발에 관한 연구가 일부 발표됨(Kim and Kim, 2007; Kim et al., 2010; Lee et al., 2011).

▶ 양념육의 양념(절임)방법 연구로는 기존의 재래식 절임방식에 비해 육류의 절임시간을 단축시키는 방법론적인 측면에서의 연구가 중점적으로 진행된 반면 양념의 침투율을 높여 고기 맛을 향상시키고 육질을 부드럽게 만들 수 있는 새로운 양념(절임)방법에 대한 연구는 미비한 실정임.

- 조리가열 중 보수력의 감소로 고기가 쉽게 타게 되서 이를 보완하기 위한 소금물과 같은 수용성 미네랄 성분이 함유된 기능수 개발에 관한 연구가 발표된 바 있으나, 산업적으로의 적용이 미비함(Kim and Kim, 2005).

▶ 육류의 저장성 증진을 위하여 생육을 중심으로 저장온도, 포장방법, 합성 항산화제 및 합성 보존료 첨가 등을 중심으로 이루어져 왔으나 양념육에 대한 저장성 증진에 관한 연구는 미비한 실정임.

- 특히 합성 항산화제 및 보존료에 대한 유해성이 보고되면서 소비자들은 보다 안전한 천연재료가 첨가된 기능성 식품을 선호하고 있음(Chun-Lin et al., 2013).

▶ 천연소재를 이용한 항균 물질 개발은 국내·외적으로 꾸준히 진행하고 있으며 특히 미국에서는 인간이 장기간 식용으로 사용했던 천연물을 그대로 이용하거나 추출하여 보존제로 사용하는 경우 generally recognized as safe (GRAS) list로 분류하여 관리하고 있음(Cho et al., 2005).

▶ 천연물은 주성분인 폴리페놀류의 기능으로 인해 항산화, 항균 및 항암 효과를 비롯한 콜레스테롤 저하, 항돌연변이 예방 및 혈청 지질농도를 저하시키는 등의 연구결과가 보고된 바 있으며, 실제로 이와 같은 기능을 이용하여 기능성 식품 소재로 이용하고 있음.

▶ 식품 가공 부산물의 경우, 천연 추출물과 마찬가지로 다양한 기능성을 가지고 있는 것으로 보고되고 있으나 산업적으로 활용하고 있는 사례는 미비함.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

1 절 연구 수행 내용 및 접근 방법

연구 내용	연구 수행 방법 (이론적 · 실험적 접근 방법)
현 가공처리 방법에 따른 계육의 미생물 오염도 평가	실험적 접근
계육의 안전성 확보를 위한 천연 추출물 농도 설정 및 chloride염 및 유기산염 병용효과 시험	실험적 접근
천연소재를 이용해 제조한 계육의 저장 안전성 시험 및 최적 조건 확립	실험적 접근
천연소재를 이용해 제조한 계육의 상품화 및 해외유통을 위한 실증시험	실험적 접근
냉장계육 및 양념계육 저장기간 연장을 위한 부가실험(전자선 조사, 초고압 가공, 유산균발표액, 칼슘염 및 젖산 병용처리 등)	실험적 접근

2 절 연구 방법

※ 용어의 정의

: 본 연구는 산업체 문제해결을 위해 산업체에서 요구한 연구과제로 산업체에서 사용하는 용어를 정확히 정의하고 이에 따라 연구를 수행하였음

- **냉장계육** : 도계장에서 처리되어 통닭 상태에서 염지액을 주입한 계육. 본 냉장계육은 추후 판매점에서 양념 및 조리 후 시판됨
- **양념계육** : 도계장에서 처리되어 부분육으로 분할한 후 염지 및 양념 혼합 후 냉동된 계육

1. 계육의 미생물 오염도 평가

가. 시료준비

시판 및 유통 중인 냉장 및 양념 계육의 미생물 오염도를 평가하기 위하여 B사 공장에서 생산하고 있는 원료육 및 냉장계육과 injection과정에 사용되는 염지액(Fresh, Recycled)을 이용하여 실험에 사용하였다. 양념계육은 동 회사에서 생산되는 양념계육을 사용하였으며, 양념은 쌀엿, 설탕, 간장, 양파, 파, 배, 참기름, 마늘, 정제염, MSG, 참깨, 카라멜 및 후추로 제조되었다. 준비된 시료는 함기 포장하여 4℃에서 9일동안 저장하여 실험을 진행하였다.

나. 미생물 오염도 평가

준비된 계육의 미생물 검사는 일반 호기성 미생물 및 대장균군을 측정하였다. 즉, 시료 10 g에 멸균된 식염수(0.85%, NaCl) 90 mL을 첨가하여 Bag mixer®(Model 400, Interscience, France)를 사용하여 120초 동안 혼합한 후 10진 희석법으로 희석한 희석액을 각각의 배지에 도말하였다. 미생물의 증식은 표준한천배양방법으로 37℃에서 48시간 배양한 후 계수하였다. 미생물 분석을 위해 사용한 배지는 일반 호기성 미생물의 경우 total plate count agar(PCA, Difco)를 사용하였으며, 대장균군의 경우 eosin methylene blue agar(EMB, Difco)를 사용하였다. 미생물 측정은 형성된 colony 수를 계수하여 1 g당 colony forming unit(CFU/g)으로 나타내었다.

다. 통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SAS software에서 프로그램된 general linear model procedure을 수행하고 분산분석 후 유의적인 차이가 보일 때 평균값 간 차이를 Duncan의 다중검정법을 사용하여 평가하였다($p<0.05$).

2. 계육의 안전성 확보를 위한 천연 추출물 농도 설정 및 chloride염 및 유기산염 병용효과 시험

가. 시료준비

계육의 안전성 확보를 위해 귤 및 양파 껍질 추출물, 젖산칼슘 및 포스비틴을 사용하였다. 귤 및 양파 껍질 추출물을 제조하기 위하여 시중에서 귤 및 양파 껍질을 구입한 다음 시료 500 g에 3배의 70% ethanol을 첨가하여 12시간 추출한 다음 filter paper (Whatman No. 2, Whatmann, Kent, England)로 여과 후 추출액을 50℃에서 진공 농축기(Eyela N-1000, Japan)를 이용하여 농축한 다음 동결 건조하여 실험에 사용하였다. 젖산칼슘(ES Food Industry, Chungbuk, Korea)는 시판 중인 것을 구입하여 사용하였으며, 포스비틴은 Ko 등(2011)의 방법에 의해 난황에서 추출한 것을 사용하였다.

나. 항균효과 측정

준비된 시료의 항균효과를 측정하기 위해 병원성 미생물을 대상으로 생육저해효과를 측정하였다. 실험에 사용한 병원성 미생물 표준균주는 *Escherichia coli* O157:H7 (ATCC 43889), *Listeria monocytogenes* (KCTC 3569) 및 *Staphylococcus aureus* (KCTC 1916)이며, 한국생명공학연구원 생물자원센터(Korean Collection for Type Cultures, KCTC)에서 구입하여 실험에 사용하였다. 각 표준균주의 활성은 tryptic soy broth 및 tryptic soy agar (Difco)를 사용하였으며, 균주에 따른 최적배양온도는 37℃였다. 3종류의 병원성 미생물은 이들이 접종된 배지에서 1백금이를 취해 균주에 따른 활성배지 25 mL에 접종하여 24시간 배양시킨 후 그 배양액 0.1 mL을 취해 새로운 배지 25 mL에 접종하여 18시간 동안 2차 배양한 후 그 배양액을 실험에 사용하였다. 균주 접종 시 배양배지에서 오는 오차를 줄이기 위해 2차 배양액을 원심분리기(Vs-5500, Vision Scientific Co., Seoul, Korea)를 이용하여 원심분리(3,000 rpm, 15 min)한 후 상등액을 제거하여 0.85% 멸균식염수로 2회 세척하였다. 실험에 사용된 3균주의 초기농도는 약 10^9 CFU/mL 수준이 되도록 하였다.

생육저해효과는 멸균된 배지에 일정농도의 시료를 첨가한 후 활성화시킨 미생물 배양액을 각각의 배지에 1%(v/v)씩 접종하였고, 48시간 동안 배양하여 표준한천배양법을 이용하여 측정하였다. 생균수 계수는 각 균주의 최적 배지 및 최적온도에 48시간 배양한 후 집락을 계수하였으며, 미생물 수는 시료 1 mL당 CFU로 계수하였다. 이 때 시료를 용해하기 위하여 사용한 70% EtOH 및 증류수 자체의 항균력을 배제하기 위하여 처리농도와 동일하게 첨가한 대조구를 설정하였다.

다. 통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SAS software에서 프로그램된 general linear model procedure을 수행하고 분산분석 후 유의적인 차이가 보일 때 평균값 간 차이를 Duncan의 다중검정법을 사용하여 평가하였다($p<0.05$).

3. 천연소재를 이용해 제조한 계육의 저장 안전성 시험 및 최적 조건 확립

가. 시료준비

천연소재를 이용해 제조한 계육의 저장 안전성 시험을 위하여 천연 추출물로서 귤 및 양파 껍질 추출물, 젖산칼슘 및 포스비틴을 이용하였으며 실험에 사용한 농도는 포스비틴(0.1%)을 제외한 나머지 시료는 육 중량의 2%의 농도로 사용하였다.

양념계육은 B사에서 생산되는 양념계육을 사용하였으며, 양념은 쌀엿, 설탕, 간장, 양파, 파, 배, 참기름, 마늘, 정제염, MSG, 참깨, 카라멜 및 후추로 제조되었다. 냉장계육은 시판중인 닭가슴살을 구입하여 염지액을 직접 injection하였다. 염지액의 조성은 정제염, 설탕, MSG 및 인산염으로 구성되었으며, 6% 용액으로 injection하였다. 냉장계육의 경우, 위에서 언급한 4종류의 첨가물과 함께 젖산칼슘, 귤 및 양파껍질 추출물을 1 : 0.5 : 0.5 비율로 혼

합한 combination 첨가물까지 다섯 처리군으로 실험을 진행하였다. 준비된 시료는 진공 및 함기 포장으로 구분하여 4, 10 및 20℃에서 9일동안 저장하여 실험을 진행하였다.

나. 미생물 분석

양념 및 냉장계육의 미생물 검사는 일반 호기성 미생물 및 대장균군을 측정하였다. 즉, 시료 10 g에 멸균된 식염수(0.85%, NaCl) 90 mL을 첨가하여 Bag mixer®(Model 400, Interscience)를 사용하여 120초 동안 혼합한 후 10진 희석법으로 희석한 희석액을 각각의 배지에 도말하였다. 미생물의 증식은 표준한천배양방법으로 37℃에서 48시간 배양한 후 계수하였다. 미생물 분석을 위해 사용한 배지는 일반 호기성 미생물의 경우 PCA (Difco)를 사용하였으며, 대장균군의 경우 EMB (Difco)를 사용하였다. 미생물 측정은 형성된 colony 수를 계수하여 1 g당 CFU/g으로 나타내었다.

다. pH

천연소재를 첨가한 양념 및 냉장계육의 pH변화를 측정하기 위하여 시료 1 g을 취한 후, 증류수 9 mL을 가한 후 균질화하여 pH meter (Mettler-Toledo, GmbH, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

라. 색도

천연소재를 첨가한 냉장계육의 색도 변화를 Color Difference Meter(Spectrophotometer CM-3500d, Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였으며 Illuminant D65 10° 광원을 사용하였다. 기계는 측정 전 표준흑판과 표준백판을 표준화한 후 사용하였으며 Hunter color L*(명도, lightness), a*(적색도, redness) 및 b*(황색도, yellowness)를 측정하였다. 측정된 값은 Spectra Magic Software(version 2.11, Minolta Cyber Chrom Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 기록하였다.

마. 지질산패도

천연소재를 첨가한 양념 및 냉장계육의 저장 중 지질 산패도를 측정하기 위해 2-thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) value를 Jo와 Ahn(2000)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 3 g에 증류수 9 mL을 가한 다음 균질기(DIAX 900, Heidoph Co. Ltd., Germany)를 사용하여 균질화한 후 1 mL을 취하여 20 mM thiobarbituric acid(TBA) in 15% trichloroacetic acid(TCA) 용액 3 mL과 50 μL BHT(7.2% butylated hydroxyl toluene in ethanol)를 혼합한 다음 90℃ 수조에서 15분간 가열하고 얼음물에서 10분간 냉각하였다. 반응용액을 원심분리기(VS-5500, Vision scientific Co. Ltd., Korea)를 이용하여 원심분리(2,090×g, 15분)한 후 그 상등액을 분광광도계(DU 530, Beckman Instruments Inc., Fullerton, CA, USA)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도를 기준으로 mg malondialdehyde/kg sample로 표시하였으며, malondialdehyde의 함량은

1,1,3,3-tetraethoxypropane(Sigma-Aldrich)를 이용한 표준곡선에 따라 계산하였다.

바. 관능평가

천연소재를 첨가한 양념 및 냉장계육의 관능적 변화를 소비자 기호도법으로 평가하였다. 관능검사에 경험이 있는 검사 요원 10명을 선발하여 대조구 시료를 이용하여 기초적인 훈련을 2회 실시하였으며, 9점 척도법을 이용하여 색, 냄새, 향미, 맛, 연도 및 전체적인 기호도를 조사하였다. 검사를 위해 준비된 시료의 두께를 20 mm가 되게 일정하게 세절 후 구이용 전기판을 이용하여 심부 온도가 72℃되게 조리하여 무작위로 선별된 3자리 숫자가 표시된 흰색 일회용 접시에 담에 관능검사요원에게 제시하였다.

사. 통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SAS software에서 프로그램된 general linear model procedure을 수행하고 분산분석 후 유의적인 차이가 보일 때 평균값 간 차이를 Duncan의 다중검정법을 사용하여 평가하였다($p<0.05$).

4. 천연소재를 이용해 제조한 계육의 상품화 및 해외유통을 위한 실증시험

연구계획서에는 없었으나 효율이 높고 산업체에서 즉시 활용 가능한 방법을 찾기 위해 협력연구 업체와 협의하며 다양한 기술 및 소재를 응용하여 연구의 완성도를 높이고자 하였다.

가. 전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물 병용 처리한 계육의 품질 특성 평가

(1) 시료준비

천연소재를 이용해 제조한 냉장 및 양념계육의 저장 안전성 증진을 위하여 대표적인 비열처리기술인 전자선 조사 및 초고압 처리를 하였으며 천연 추출물로서 귤껍질 추출물을 이용하였다. 실험에 사용한 귤껍질 추출물의 농도는 육 중량의 2%의 농도로 사용하였다.

양념계육 제조를 위해 양념은 설탕, 양파, 파, 배, 참기름, 마늘, 정제염, MSG 및 후추로 제조되었다. 냉장계육은 시판중인 닭가슴살을 구입하여 염지액을 직접 injection하였다. 염지액의 조성은 정제염, 설탕, MSG 및 인산염으로 구성되었으며, 6% 용액으로 injection하였다. 준비된 시료는 진공 및 함기 포장으로 구분하여 4℃에서 9일동안 저장하여 실험을 진행하였다.

(2) 전자선 조사

전자선 조사는 electron-beam accelerator (Model ELV-8, 2.5 MeV, EB-Tech, Daejeon, Korea)를 이용하였다. 가속전류 5 mA, 속도 10 m/min으로 하여 총 흡수선량은 0, 1 및 2 kGy로 각각의 선량률은 0, 1.1 및 2.2 kGy/s의 선량률로 조사하였다. 이때의 흡수선량은 cellulose triacetate (CTA) dosimeter로 확인하였다.

(3) 초고압 처리

진공 포장된 계육을 hydrostatic fluid medium으로 채워진 고압기(Quintus food processor 6; Autoclave System, Inc., Columbus, OH, USA)의 chamber에 넣고 0.1, 300 및 400 MPa 압력으로 처리하였으며 이 때 chamber의 온도는 15±3℃였다. 초고압 처리 후 다시 함기 포장하여 4℃에서 9일간 저장하며 품질 평가를 진행하였다.

(4) 미생물분석

냉장 및 양념계육의 미생물 검사는 일반 호기성 미생물 및 대장균군을 측정하였다. 즉, 시료 10 g에 멸균된 식염수(0.85%, NaCl) 90 mL을 첨가하여 Bag mixer®(Model 400, Interscience)를 사용하여 120초 동안 혼합한 후 10진 희석법으로 희석한 희석액을 각각의 배지에 도말하였다. 미생물의 증식은 표준한천배양방법으로 37℃에서 48시간 배양한 후 계수하였다. 미생물 분석을 위해 사용한 배지는 일반 호기성 미생물의 경우 PCA (Difco)를 사용하였으며, 대장균군의 경우 EMB (Difco)를 사용하였다. 미생물 측정은 형성된 colony 수를 계수하여 1 g당 CFU/g으로 나타내었다.

(5) pH

준비된 시료의 pH변화를 측정하기 위하여 시료 1 g을 취한 후, 증류수 9 mL을 가한 후 균질화하여 pH meter (Mettler-Toledo)를 이용하여 측정하였다.

(6) 색도

냉장계육의 색도 변화를 Color Difference Meter(Spectrophotometer CM-3500d)를 이용하여 측정하였으며 Illuminant D65 10°광원을 사용하였다. 기계는 측정 전 표준흑판과 표준백판을 표준화한 후 사용하였으며 Hunter color L*(명도, lightness), a*(적색도, redness) 및 b*(황색도, yellowness)를 측정하였다. 측정된 값은 Spectra Magic Software(version 2.11, Minolta Cyber Chrom Inc.)를 이용하여 기록하였다.

(7) 지질산패도

천연소재를 첨가한 냉장 및 양념계육의 저장 중 지질 산패도를 측정하기 위해 TBARS value를 Jo와 Ahn(2000)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 3 g에 증류수 9 mL을 가한 다음 균질기(DIAX 900, Heidoph Co. Ltd.)를 사용하여 균질화한 후 1 mL을 취하여 20 mM TBA in 15% TCA 용액 3 mL과 50 μL BHT를 혼합한 다음 90℃ 수조에서 15분간 가열하고 얼음물에서 10분간 냉각하였다. 반응용액을 원심분리기(VS-5500, Vision scientific Co. Ltd.)를 이용하여 원심분리(2,090×g, 15분)한 후 그 상등액을 분광광도계(DU 530, Beckman Instruments Inc.)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도를 기준으로 mg malondialdehyde/kg sample로 표시하였으며, malondialdehyde의 함량은 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 이용한 표준곡선에 따라 계산하였다.

(8) 관능평가

천연소재를 첨가한 냉장 및 양념계육의 관능적 변화를 소비자 기호도법으로 평가하였다.

관능검사에 경험이 있는 검사 요원 10명을 선발하여 대조구 시료를 이용하여 기초적인 훈련을 2회 실시하였으며, 9점 척도법을 이용하여 색, 냄새, 향미, 맛, 연도 및 전체적인 기호도를 조사하였다. 검사를 위해 준비된 시료의 두께를 20 mm가 되게 일정하게 세절 후 구이용 전기판을 이용하여 심부 온도가 72℃가 되도록 조리하여 무작위로 선별된 3자리 숫자가 표시된 흰색 일회용 접시에 담에 관능검사요원에게 제시하였다.

(9) 통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SAS software에서 프로그램된 general linear model procedure을 수행하고 분산분석 후 유의적인 차이가 보일 때 평균값 간 차이를 Duncan의 다중검정법을 사용하여 평가하였다($p<0.05$).

나. 유산균 발효액 첨가에 따른 injected육의 품질 특성 평가

냉장계육의 저장 안전성 증진을 위하여 시판되고 있는 유산균 발효액(Postbiotic 항균제 식물성 유산균 발효액 ENT^{TM}, Daesang, Korea)을 이용하였다. 해당 제품은 정제수, 배추, 고과당, 유산균 2% 및 효모추출물로 구성되었으며 실험에 사용한 농도는 유산균을 기준농도로 하여 0, 1 및 2%로 사용하였다.

계육은 시판중인 닭가슴살을 구입하여 염지액을 직접 injection하였다. 염지액의 조성은 정제염, 설탕, MSG, 인산염 및 유산균 발효액을 농도별로 제조하였으며, 6% 용액으로 injection하였다. 준비된 시료는 함기 포장하여 4℃에서 9일동안 저장하여 상위와 같은 방법으로 미생물 분석, pH, 색도, 지질산패도 및 관능평가를 진행하였다.

다. 칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 injected육의 품질 특성 평가

냉장계육의 저장 안전성 증진을 위하여 시판되고 있는 칼슘염(Tokuyama Corporation, Japan)및 젖산을 이용하였다. 실험에 사용한 농도는 Lee 등(2003)의 연구결과를 토대로 하여 칼슘염은 3%, 젖산은 0.01 및 0.002%로 하여 실험에 사용하였다.

계육은 시판중인 닭가슴살을 구입하여 염지액을 직접 injection하였다. 염지액의 조성은 정제염, 설탕, MSG, 인산염과 칼슘염 및 젖산을 농도별로 제조하였으며, 6% 용액으로 injection하였다. 준비된 시료는 함기 포장하여 4℃에서 7일동안 저장하여 상위와 같은 방법으로 미생물 분석, pH, 색도, 지질산패도 및 관능평가를 진행하였다.

3 절 연구 결과

1. 계육의 미생물 오염도 평가

시판 및 유통되고 있는 냉장계육 및 염지액의 미생물 오염도 평가 결과를 Table 1에 제시하였다. 원료육 및 injected육이 각각 3.79 및 4.15 log CFU/g이 검출되었고, 저장기간이

증가함에 따라 유의적으로 증가하였으나 원료육이 injected육보다 미생물의 증식 폭이 더 큰 것을 확인할 수 있었다. 염지액의 경우 recycled가 fresh보다 약 2 log CFU/g의 일반호기성미생물이 검출되었다. 그리고 육 및 염지액 모두 대장균군은 검출되지 않았다(data not shown). 본 실험에 사용한 양념계육의 일반호기성미생물을 측정한 결과 4.27 log CFU/g이 검출되었으며, 저장기간에 따라 유의적으로 증가하였다(data not shown). 따라서 냉장계육도 미생물학적 측면에서 안심할 수 있으며, 지금 현재 사용하고 있는 염지액보다 계육의 저장 안전성을 증진시키기 위한 새로운 방법이 필요하다고 판단된다.

Table 1. Microbial contamination level (log CFU/g) of refrigerated chicken meat and curing solutions

Treatment		Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Curing solution	Fresh	2.80^{bz}	3.01^{by}	3.35^{bx}	3.75^{bw}	0.056
	Recycled	4.95^{az}	5.25^{ay}	5.46^{ax}	6.13^{aw}	0.065
	SEM[2)]	0.070	0.043	0.027	0.086	
Meat	Raw	3.79^{bz}	3.87^{by}	5.08^{bx}	6.39^{aw}	0.030
	Injected	4.15^{az}	4.54^{ay}	5.19^{ax}	6.47^{aw}	0.056
	SEM[2)]	0.075	0.037	0.018	0.027	

[1)]Standard errors of mean (n=12), [2)](n=6).

[a,b]Different letters within same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Different letters within same row differ significantly ($p<0.05$).

2. 계육의 안전성 확보를 위한 천연 추출물 농도 설정 및 chloride염 및 유기산염 병용효과 시험

실험에 사용된 각각의 천연 추출물을 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 및 *S. aureus*에 대한 생육억제효과 측정한 결과를 Table 2에 제시하였다. 모든 시료에서 농도가 높아질수록 생육 저해율이 증가된 것을 확인하였다. 또한 양파껍질 추출물이 2% 농도일 때 병원성 미생물의 생육이 약 2 log 저감시킨 것을 확인하였고, 이는 다른 시료에 비해 생육 저해율이 높은 것으로 나타났다. 그러나 젖산칼슘 및 포스비틴은 생육저해효과가 크게 보이지 않았다.

Table 2. Inhibition effect of bacterial growth by various natural materials with different concentrations

Sample	Concentration (%)	Microorganisms (log CFU/mL)		
		E. coli O157:H7	*L. monocytogenes*	*S. aureus*
Initial		9.90[a]	9.96[a]	9.65[ab]
DW		9.94[a]	9.95[a]	9.71[a]
70% EtOH		9.75[b]	9.18[d]	9.16[d]
Onion peel	2	7.72[i]	7.55[k]	7.54[k]
	1	7.93[h]	7.80[j]	7.81[i]
	0.5	8.08[g]	8.13[g]	8.20[fg]
Citrus peel	2	7.88[h]	7.48[l]	7.66[j]
	1	8.04[g]	7.97[i]	8.05[h]
	0.5	8.19[f]	8.25[f]	8.28[ef]
Calcium lactate	2	8.07[g]	8.06[h]	8.10[gh]
	1	8.19[f]	8.18[g]	8.23[ef]
	0.5	8.29[e]	8.31[e]	8.33[e]
Phosvitin	0.1	9.38[d]	9.49[c]	9.50[c]
	0.05	9.49[c]	9.56[b]	9.58[bc]
SEM[1)]		0.024	0.027	0.050

[1)]Standard errors of the mean (n = 3).

[a-l]Means with the same letter in each sample are not significantly different ($p<0.05$).

3. 천연소재를 이용해 제조한 계육의 저장 안전성 시험 및 최적 조건 확립

가. 양념계육

(1) 일반호기성미생물

각각의 천연소재를 이용해 제조한 양념계육의 일반호기성미생물 결과를 Table 3~5에 제시하였다. 저장 4℃에서의 결과를 관찰해보면, 초기에는 3.96~4.27 log CFU/g의 미생물이 검출되었고 저장기간이 증가함에 따라 미생물의 수는 증가하였다. 젖산칼슘 및 포스비틴 첨가군은 대조군과 유의적인 차이는 없었으나 귤 및 양파 껍질 추출물 첨가에 의해 약 2 log가 감소하는 경향을 보였다. 포장 방법에 따른 차이는 크게 나타나지는 않았으나, 전반적으로 진공 포장이 함기 포장방법 보다 미생물의 수가 적게 검출되었다(Table 3).

Table 3. Microbial population (log CFU/g) of seasoned chicken meat added with different natural materials at 4℃

Package	Treatment	Storage day (log CFU/g)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	4.27^{az}	5.64^{by}	7.11^{ax}	7.34^{aw}	0.007
	Citrus peel	3.96^{cz}	4.10^{dy}	6.00^{bx}	6.13^{cw}	0.018
	Calcium lactate	4.25^{az}	5.94^{ay}	7.11^{ax}	7.35^{aw}	0.012
	Onion peel	4.07^{bz}	4.32^{cy}	6.03^{bx}	6.23^{bw}	0.011
	Phosvitin	4.21^{az}	5.67^{by}	7.11^{ax}	7.34^{aw}	0.028
	SEM[2)]	0.028	0.013	0.014	0.009	
Vacuum	Control	4.27^{az}	5.55^{aby}	6.96^{ax}	7.22^{aw}	0.008
	Citrus peel	3.96^{cz}	4.01^{dy}	5.79^{bx}	5.95^{dw}	0.015
	Calcium lactate	4.25^{az}	5.57^{ay}	6.95^{ax}	7.19^{bw}	0.011
	Onion peel	4.07^{bz}	4.15^{cy}	5.74^{bx}	6.00^{cw}	0.021
	Phosvitin	4.21^{az}	5.53^{by}	7.00^{ax}	7.23^{aw}	0.027
	SEM[2)]	0.028	0.009	0.018	0.010	

[1)]Standard errors of mean (n=12), [2)](n=15).

[a-d]Different letters within same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Different letters within same row differ significantly ($p<0.05$).

저장 10℃에서의 결과를 관찰해보면, 저장기간이 증가함에 따라 미생물의 수는 증가하였으며, 4℃보다는 미생물 증식폭이 큰 것을 확인할 수 있었다. 4℃ 결과와 마찬가지로 귤 및 양파 껍질 추출물 첨가군이 다른 첨가군에 비해 미생물의 성장을 억제하는 경향을 보였으며, 전반적으로 진공 포장이 함기 포장방법 보다 미생물의 수가 적게 검출되었다(Table 4).

Table 4. Microbial population (log CFU/g) of seasoned chicken meat added with different natural materials at 10℃

Package	Treatment	Storage day (log CFU/g)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	4.27^{az}	5.80^{by}	7.31^{ax}	8.82^{bw}	0.014
	Citrus peel	3.96^{cz}	4.48^{cy}	6.06^{cx}	7.27^{cw}	0.017
	Calcium lactate	4.25^{az}	5.90^{ay}	7.31^{ax}	8.94^{aw}	0.013
	Onion peel	4.07^{bz}	4.53^{cy}	6.15^{bx}	7.31^{cw}	0.020
	Phosvitin	4.21^{az}	5.81^{by}	7.32^{ax}	8.83^{bw}	0.029
	SEM[2)]	0.028	0.017	0.013	0.019	
Vacuum	Control	4.27^{az}	5.66^{by}	7.21^{ax}	8.51^{aw}	0.006
	Citrus peel	3.96^{cz}	4.35^{dy}	5.87^{cx}	7.05^{cw}	0.015
	Calcium lactate	4.25^{az}	5.76^{ay}	7.22^{ax}	8.52^{aw}	0.016
	Onion peel	4.07^{bz}	4.39^{cy}	5.92^{bx}	7.10^{bw}	0.009
	Phosvitin	4.21^{az}	5.69^{by}	7.21^{ax}	8.52^{aw}	0.026
	SEM[2)]	0.028	0.011	0.006	0.012	

[1)]Standard errors of mean (n=12), [2)](n=15).

[a-d]Different letters within same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Different letters within same row differ significantly ($p<0.05$).

저장 20℃에서의 결과를 관찰해보면, 저장 3일차에서 약 7 log CFU/g 정도로 큰폭으로 미생물이 증식한 것을 확인할 수 있었다. 하지만 귤 및 양파 껍질 추출물 처리군은 저장 6일차에서 7 log 이상이 검출되었다. 다른 처리군은 7 log CFU/g이 검출되어 실험을 진행하지 않았다(Table 5).

Table 5. Microbial population (log CFU/g) of seasoned chicken meat added with different natural materials at 20℃

Package	Treatment	Storage day (log CFU/g)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	4.27^{az}	7.39^{bx}	-*	-	0.012
	Citrus peel	3.96^{cz}	6.87^{dy}	7.20^{bx}	-	0.017
	Calcium lactate	4.25^{az}	7.45^{ax}	-	-	0.007
	Onion peel	4.07^{bz}	6.94^{cy}	7.26^{ax}	-	0.012
	Phosvitin	4.21^{az}	7.47^{ax}	-	-	0.037
	SEM[2)]	0.028	0.012	0.005		
Vacuum	Control	4.27^{az}	7.24^{ax}	-	-	0.010
	Citrus peel	3.96^{cz}	6.68^{by}	7.02^{x}	-	0.020
	Calcium lactate	4.25^{az}	7.27^{ax}	-	-	0.007
	Onion peel	4.07^{bz}	6.69^{by}	7.10^{x}	-	0.022
	Phosvitin	4.21^{az}	7.27^{ax}	-	-	0.037
	SEM[2)]	0.028	0.018	0.015		

*Experiment was not performed because microbial population was over 7 log CFU/g.
[1)]Standard errors of mean (n=6 or 9), [2)](n=15).
[a-d]Different letters within same column differ significantly ($p<0.05$).
[w-z]Different letters within same row differ significantly ($p<0.05$).

(2) pH

각각의 천연소재를 이용해 제조한 양념계육의 pH를 Table 6~8에 제시하였다. 실험결과에 따라 천연소재 첨가군이 대조군에 비해 pH가 감소하는 경향을 보였으며, 저장기간이 증가함에 따라 pH가 감소하는 경향을 보였다. 포장방법에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 저장 9일차에서는 미생물의 결과를 토대로 7 log 이상의 미생물이 검출된 처리군은 실험에서 제외하였다.

Table 6. pH changes of seasoned chicken meat added with different natural materials at 4℃

Package	Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	6.64^{ax}	6.43^{ax}	5.82^{bcy}	5.02^{cz}	0.020
	Citrus peel	6.43^{cx}	6.35^{axy}	6.11^{ay}	5.32^{bz}	0.079
	Calcium lactate	6.27^{dx}	6.04^{by}	5.95^{aby}	5.76^{az}	0.048
	Onion peel	6.14^{ex}	5.84^{cx}	6.05^{by}	5.75^{ay}	0.039
	Phosvitin	6.51^{bw}	6.36^{ax}	5.68^{cy}	4.85^{cz}	0.035
	SEM[2)]	0.019	0.294	0.060	0.042	
Vacuum	Control	6.64^{ax}	6.36^{ay}	6.28^{ay}	5.22^{bz}	0.057
	Citrus peel	6.43^{cx}	6.39^{ax}	6.21^{ax}	5.29^{by}	0.068
	Calcium lactate	6.27^{dx}	6.07^{by}	6.03^{by}	5.78^{az}	0.021
	Onion peel	6.14^{ex}	6.06^{bx}	6.05^{bx}	5.75^{ay}	0.028
	Phosvitin	6.51^{bw}	6.31^{ax}	5.61^{cy}	4.88^{cz}	0.033
	SEM[1)]	0.019	0.024	0.030	0.080	

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).

[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 7. pH changes of seasoned chicken meat added with different natural materials at 10℃

Package	Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	6.64^{ax}	5.76^{ax}	4.61^{cy}	4.34^{bz}	0.015
	Citrus peel	6.43^{cx}	5.86^{ax}	4.54^{cy}	4.33^{bz}	0.050
	Calcium lactate	6.27^{dx}	5.84^{ax}	5.17^{by}	4.67^{az}	0.024
	Onion peel	6.14^{ex}	5.89^{ax}	5.72^{ay}	4.58^{az}	0.048
	Phosvitin	6.51^{bw}	5.15^{bx}	4.54^{cy}	4.29^{bz}	0.029
	SEM[2)]	0.019	0.057	0.021	0.033	
Vacuum	Control	6.64^{ax}	5.62^{cx}	4.53^{cy}	4.25^{cz}	0.037
	Citrus peel	6.43^{cx}	5.77^{bx}	4.58^{cy}	4.39^{bz}	0.021
	Calcium lactate	6.27^{dx}	5.87^{abx}	5.13^{by}	4.57^{az}	0.036
	Onion peel	6.14^{ex}	5.97^{ax}	5.81^{ay}	4.51^{az}	0.032
	Phosvitin	6.51^{bw}	5.12^{dx}	4.47^{cy}	4.31^{cz}	0.027
	SEM[2)]	0.019	0.024	0.030	0.022	

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).
[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).
[w-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 8. pH changes of seasoned chicken meat added with different natural materials at 20℃

Package	Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	6.64^{ax}	4.39^{by}	-*	-	0.005
	Citrus peel	6.43^{cx}	4.31^{cy}	4.29^{y}	-	0.019
	Calcium lactate	6.27^{dx}	4.73^{ay}	-	-	0.021
	Onion peel	6.14^{ex}	4.39^{by}	4.25^{z}	-	0.018
	Phosvitin	6.51^{bx}	4.39^{by}	-	-	0.002
	SEM[2)]	0.019	0.012	0.013		
Vacuum	Control	6.64^{ax}	4.39^{by}	-	-	0.005
	Citrus peel	6.43^{cx}	4.30^{cy}	4.30^{by}	-	0.018
	Calcium lactate	6.27^{dx}	4.68^{ay}	-	-	0.017
	Onion peel	6.14^{ex}	4.41^{by}	4.33^{ay}	-	0.027
	Phosvitin	6.51^{bx}	4.25^{cy}	-	-	0.024
	SEM[2)]	0.019	0.023	0.015		

*Experiment was not performed because microbial population was over 7 log CFU/g.
[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).
[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).
[x-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

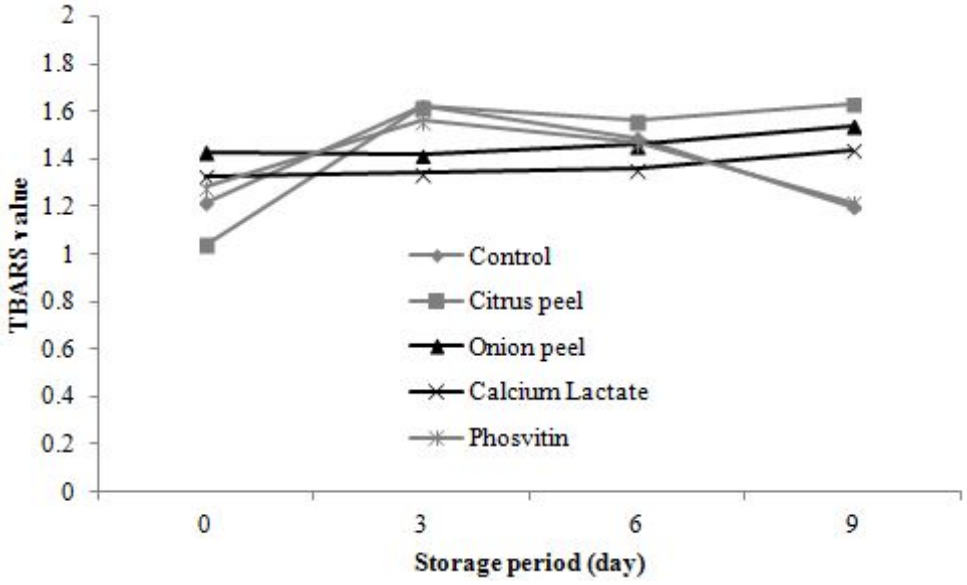
(3) 지질산패도

각각의 천연소재를 이용해 제조한 양념육의 지질산패도를 측정하기 위하여 TBARS를 측정하였다(Fig. 1~3). TBARS 측정 방법은 시료 내 지질이 산패에 의해 생성한 malondialdehyde와 TBA시약과의 반응 생성물(적색색소) 정도를 측정하는 방법으로 특히 육제품의 지질산패도를 측정하는 가장 많이 쓰이는 방법이다. 실험결과 시료 첨가물, 저장기간 및 온도에 따른 변화가 일관적으로 나타나지 않았다. 특히 저장기간이 지남에 따라 TBARS값이 감소하는 경향을 보였으며, 4℃에 비하여 20℃의 TBARS값이 작게 나오는 경향을 보였다. 이에 대한 원인으로 양념이 TBA시약과 반응하여 측정값에 영향을 미쳤을 것이라고 판단하여, oil emulsion에 실험에 사용했던 양념을 첨가하여 4℃에서 9일간 저장한 후 TBARS를 측정하였다(Table 9). 그 결과 예측한대로 저장기간이 지남에 따라 TBARS값이 감소하는 경향을 보였으며, 저장온도가 높을수록 TBARS값이 작게 나오는 경향을 보였다.

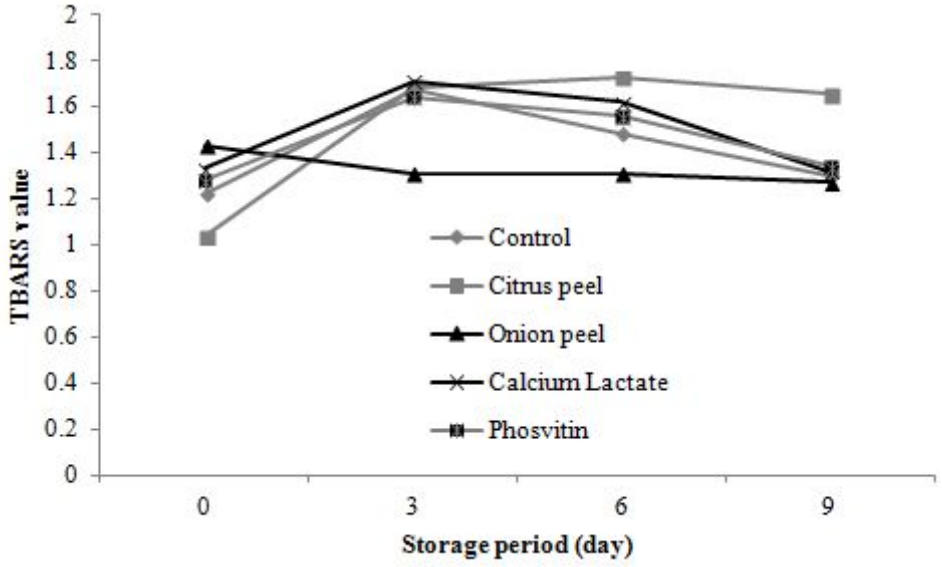
Table 9. TBARS values of oil emulsion containing seasoning of chicken meat during storage at 4℃

Storage temp. (℃)	Storage day (Abs. at 532 nm)				SEM[2)]
	0	3	6	9	
4	0.155^{b}	0.229^{ax}	0.157^{bx}	0.099^{cx}	0.0076
10		0.167^{ay}	0.085^{by}	0.058^{cy}	0.0023
20		0.136^{ay}	0.069^{by}	0.056^{by}	0.0069
SEM[1)]		0.0090	0.0072	0.0013	

[1)]Standard errors of the mean (n = 9), [2)](n =12 or 9).
[a-d]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).
[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

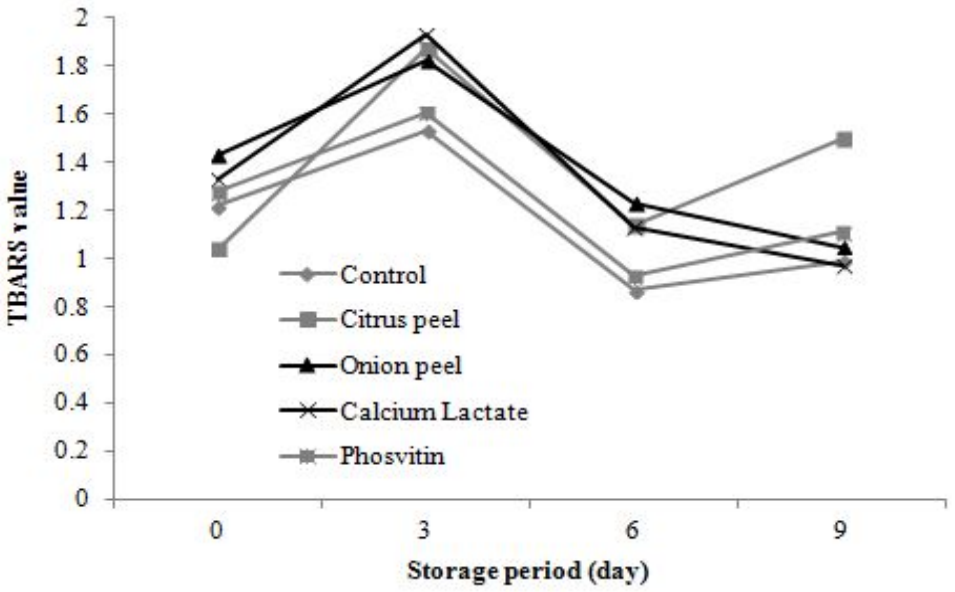


(a)

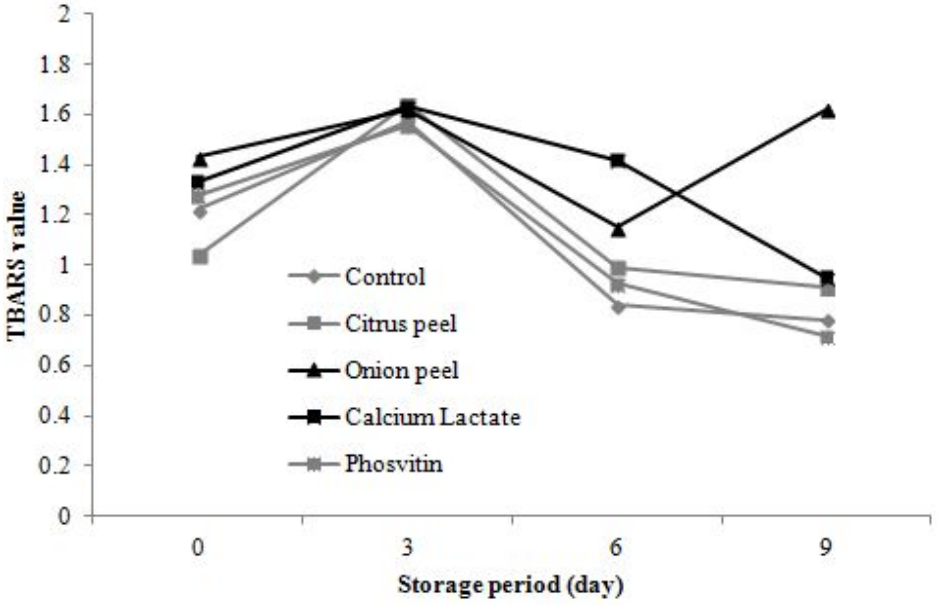


(b)

Fig. 1. TBARS values of seasoned chicken meat added with different natural materials at 4℃.
(a) Aerobic, (b) Vacuum.

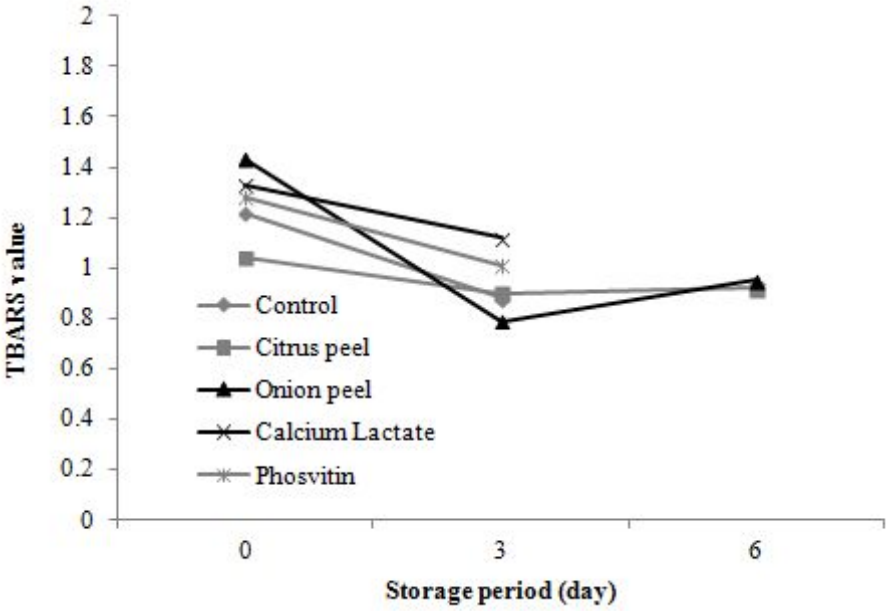


(a)

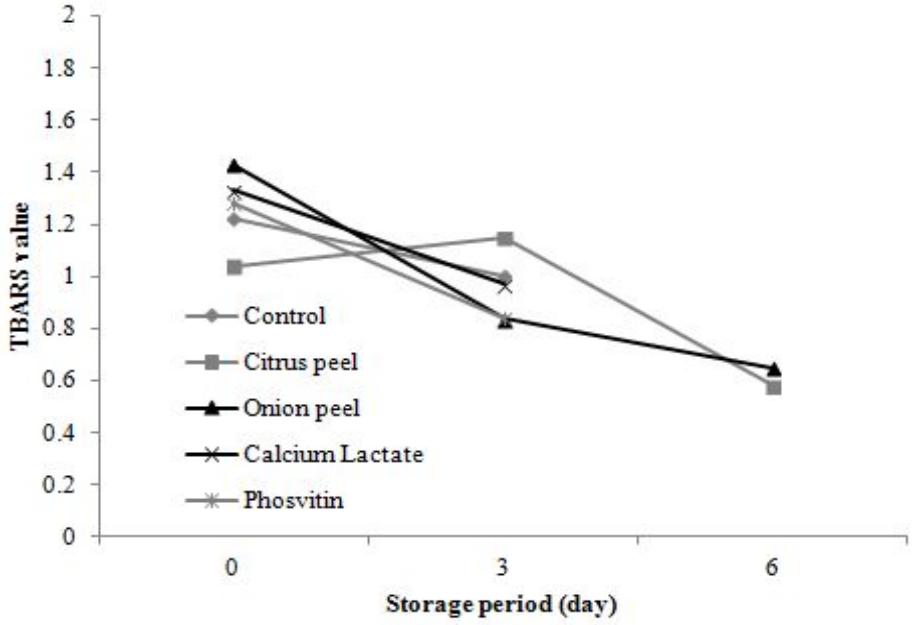


(b)

Fig. 2. TBARS values of seasoned chicken meat added with different natural materials at 10℃.
(a) Aerobic, (b) Vacuum.



(a)



(b)

Fig. 3. TBARS values of seasoned chicken meat added with different natural materials at 20℃.
(a) Aerobic, (b) Vacuum.

(4) 관능검사

각각의 천연소재를 이용해 제조한 양념계육의 관능검사 결과를 Table 10에 제시하였다. 실험 진행에 있어서, 시료 준비 첫날 관능검사를 3 set를 진행하였으며, 저장기간 및 온도에 따른 관능검사는 진행하지 않았다. 색에서는 양파껍질 추출물 첨가군을 제외하고 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 냄새, 향미, 맛, 연도 및 전체적인 기호도 측면에서는 천연소재 첨가에 의해 기호도가 낮아진 것을 확인하였다. 상대적으로 미생물 저감 효과가 컸던 귤 및 양파껍질 추출물 첨가군이 가장 기호도가 낮은 것으로 나타나 관능적 품질을 개선할 수 있는 새로운 방법이 필요하다고 판단되었다.

Table 10. Sensory scores of seasoned chicken meat added with different natural materials

Treatment	Sensory parameter					
	Color	Odor	Flavor	Taste	Tenderness	Overall acceptability
Control	5.63^{a}	6.04^{a}	6.58^{a}	6.67^{a}	6.58^{a}	6.58^{a}
Citrus peel	5.33^{a}	5.17^{b}	4.04^{d}	3.63^{d}	5.50^{bc}	3.92^{d}
Onion peel	3.92^{b}	3.88^{c}	2.04^{e}	1.75^{e}	5.04^{c}	1.75^{e}
Calcium lactate	5.38^{a}	5.54^{ab}	5.21^{c}	5.17^{c}	5.29^{bc}	5.33^{c}
Phosvitin	5.71^{a}	5392^{a}	6.04^{b}	6.04^{b}	6.00^{ab}	6.00^{b}
SEM[1)]	0.214	0.223	0.179	0.170	0.258	0.172

[1)]Standard errors of the mean (n = 3).
[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

나. 냉장계육

(1) 일반호기성미생물

각각의 천연소재를 이용해 제조한 injected계육의 일반호기성미생물 결과를 Table 11~13에 제시하였다. 모든 저장 처리군에서 대장균군은 검출되지 않았다(data not shown). 일반호기성미생물의 경우 저장 4℃에서의 결과를 관찰해보면, 초기에는 3.24~3.56 log CFU/g의 미생물이 검출되었고 저장기간이 증가함에 따라 미생물의 수가 증가하였다. 특히, 귤껍질 추출물 첨가군이 다른 첨가군에 비해 미생물의 성장을 억제하는 경향을 보였으며, combination, 양파껍질 순으로 대조군에 비해 미생물이 저감되는 것으로 나타났다. 포장 방법에 따른 차이는 진공 포장이 함기 포장방법 보다 미생물의 수가 적게 검출되었다(Table 11).

저장 10℃에서는 4℃에서와 유사한 경향을 보였다. 저장 온도가 높아진만큼 저장 6일차에서는 함기포장은 7 log 이상, 진공포장 처리군은 6~7 log의 일반호기성미생물이 검출되었다. 6일차 결과를 토대로 하여 9일차 실험은 진행하지 않았다 (Table 12).

Table 11. Microbial population (log CFU/g) of injected chicken meat added with different natural materials at 4℃

Package	Treatment	Storage day (log CFU/g)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	3.54^{az}	5.57^{ay}	7.48^{bx}	8.19^{aw}	0.040
	Citrus peel	3.24^{dz}	5.25^{by}	7.08^{ex}	7.16^{dw}	0.017
	Calcium lactate	3.56^{az}	5.53^{ay}	7.54^{ax}	8.20^{aw}	0.034
	Onion peel	3.40^{cz}	5.14^{by}	7.36^{cx}	7.63^{bw}	0.034
	Phosvitin	3.56^{az}	5.56^{ay}	7.48^{bx}	8.13^{aw}	0.016
	Combination[§]	3.49^{bz}	5.22^{by}	7.28^{dx}	7.49^{cw}	0.026
	SEM[2)]	0.013	0.038	0.015	0.039	
Vacuum	Control	3.54^{az}	4.77^{ay}	6.39^{bx}	7.75^{aw}	0.033
	Citrus peel	3.24^{dz}	4.46^{bx}	6.16^{cw}	6.16^{dw}	0.034
	Calcium lactate	3.56^{az}	4.82^{ay}	6.57^{ax}	7.73^{aw}	0.031
	Onion peel	3.40^{cz}	4.78^{ay}	6.50^{ax}	6.84^{bw}	0.014
	Phosvitin	3.56^{az}	4.78^{ay}	6.55^{ax}	7.72^{aw}	0.006
	Combination	3.49^{bz}	4.69^{ay}	6.32^{bx}	6.67^{cw}	0.032
	SEM[2)]	0.013	0.038	0.028	0.023	

[§]Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5.

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n =18).

[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 12. Microbial population (log CFU/g) of injected chicken meat added with different natural materials at 10℃

Package	Treatment	Storage day (log CFU/g)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	3.54^{az}	6.91^{by}	8.85^{bx}	-*	0.018
	Citrus peel	3.24^{dz}	6.06^{ey}	7.47^{fx}	-	0.024
	Calcium lactate	3.56^{az}	6.93^{by}	8.98^{ax}	-	0.025
	Onion peel	3.40^{cz}	6.57^{cy}	8.16^{dx}	-	0.022
	Phosvitin	3.56^{az}	7.10^{ay}	8.48^{cx}	-	0.018
	Combination[§]	3.49^{bz}	6.40^{dy}	8.04^{ex}	-	0.023
	SEM[2)]	0.013	0.019	0.029		
Vacuum	Control	3.54^{az}	6.15^{bcy}	7.10^{bx}	-	0.037
	Citrus peel	3.24^{dz}	5.31^{ey}	6.52^{ex}	-	0.058
	Calcium lactate	3.56^{az}	6.39^{ay}	7.69^{ax}	-	0.031
	Onion peel	3.40^{cz}	5.98^{cy}	6.95^{cx}	-	0.033
	Phosvitin	3.56^{az}	6.20^{aby}	7.07^{bx}	-	0.023
	Combination	3.49^{bz}	5.61^{dy}	6.79^{dx}	-	0.054
	SEM[2)]	0.013	0.067	0.022		

*Experiment was not performed because microbial population was over 7 log CFU/g.
§Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5.
1)Standard errors of the mean (n=9), 2)(n=18).
$^{a-e}$Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).
$^{x-z}$Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

저장 20℃에서는 3일차에서 미생물이 7 log 이상까지 급속도로 증식된 것을 확인할 수 있었다. 그중 진공포장 처리군 중 귤 껍질 추출물 처리군이 가장 적은 미생물이 검출된 것을 확인할 수 있었다. 저장 3일차 결과(7 log CFU/g 이상 검출)에 따라 저장 6 및 9일차 실험은 진행하지 않았다(Table 13).

Table 12. Microbial population (log CFU/g) of injected chicken meat added with different natural materials at 20℃

Package	Treatment	Storage day (log CFU/g)				SEM[1]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	3.54^{ay}	8.58^{ax}	-*	-	0.018
	Citrus peel	3.24^{dy}	7.81^{dx}	-	-	0.035
	Calcium lactate	3.56^{ay}	8.27^{bx}	-	-	0.012
	Onion peel	3.40^{cy}	8.13^{cx}	-	-	0.022
	Phosvitin	3.56^{ay}	8.30^{bx}	-	-	0.012
	Combination	3.49^{by}	8.05^{cx}	-	-	0.015
	SEM[2]	0.013	0.026			
Vacuum	Control	3.54^{ay}	7.23^{ax}	-	-	0.015
	Citrus peel	3.24^{dy}	6.96^{cx}	-	-	0.019
	Calcium lactate	3.56^{ay}	7.17^{abx}	-	-	0.043
	Onion peel	3.40^{cy}	7.20^{abx}	-	-	0.017
	Phosvitin	3.56^{ay}	7.26^{ax}	-	-	0.007
	Combination	3.49^{by}	7.11^{bx}	-	-	0.034
	SEM[2]	0.013	0.034			

*Experiment was not performed because microbial population was over 7 log CFU/g.
§Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5.
[1)]Standard errors of the mean (n=6), [2)](n=18).
[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).
[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(2) pH

각각의 천연소재를 이용해 제조한 injected육의 pH 변화를 Table 14~16에 제시하였다. 4 및 20℃의 경우, 저장 초기에는 젖산칼슘 및 양파껍질 추출물 첨가에 의해 pH가 소폭 낮아지는 경향을 보였다. 하지만 모든 처리군에서 저장기간 및 포장방법에 따른 변화는 일관적이지 않았다. 10℃에서는 함기 포장 처리군은 양파껍질 추출물 처리군을 제외하고 저장기간이 증가함에 따라 pH가 증가하는 경향을 보인 반면, 진공 포장 처리군에서는 저장기간에 따라 pH가 감소하는 경향을 보였다.

Table 14. pH changes of injected chicken meat added with different natural materials at 4℃

Package	Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	6.13^{abx}	6.19^{bz}	6.53^{by}	6.99^{ax}	0.038
	Citrus peel	6.09^{abx}	5.81^{dz}	5.96^{cy}	6.68^{aw}	0.040
	Calcium lactate	5.97^{bx}	5.96^{cz}	6.29^{by}	6.74^{ax}	0.054
	Onion peel	5.95^{bx}	5.83^{dxy}	5.45^{dy}	5.65^{bxy}	0.120
	Phosvitin	6.17^{ax}	6.36^{ay}	6.85^{ax}	5.94^{bz}	0.090
	Combination[§]	6.07^{abw}	5.94^{c}	6.02^{c}	5.94^{b}	0.079
	SEM[2)]	0.041	0.023	0.084	0.118	
Vacuum	Control	6.13^{abx}	6.19^{bx}	5.61^{cz}	6.04^{ay}	0.022
	Citrus peel	6.09^{abx}	5.94^{cy}	5.92^{ay}	5.19^{dz}	0.031
	Calcium lactate	5.97^{bx}	5.73^{dyz}	5.64^{cz}	5.75^{by}	0.028
	Onion peel	5.95^{bx}	5.95^{cx}	5.13^{dy}	4.94^{ez}	0.042
	Phosvitin	6.17^{ax}	6.35^{aw}	5.63^{cy}	5.25^{cz}	0.047
	Combination	6.07^{abw}	5.86^{cx}	5.75^{by}	5.27^{cz}	0.014
	SEM[2)]	0.041	0.040	0.031	0.014	

[§]Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5.

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).

[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 15. pH changes of injected chicken meat added with different natural materials at 10℃

Package	Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	6.13^{aby}	6.13^{by}	6.95^{ax}	-*	0.029
	Citrus peel	6.09^{abx}	5.21^{dy}	6.09^{bx}	-	0.066
	Calcium lactate	5.97^{by}	5.87^{cy}	6.66^{ax}	-	0.068
	Onion peel	5.95^{bx}	5.67^{cxy}	5.45^{cy}	-	0.095
	Phosvitin	6.17^{ay}	6.67^{ax}	6.82^{ax}	-	0.109
	Combination[§]	6.07^{abx}	5.67^{cy}	6.05^{bx}	-	0.036
	SEM[2)]	0.041	0.063	0.102		
Vacuum	Control	6.13^{abx}	5.67^{ay}	5.61^{ay}	-	0.037
	Citrus peel	6.09^{abx}	5.24^{by}	4.84^{cz}	-	0.060
	Calcium lactate	5.97^{bx}	5.61^{ay}	5.34^{bz}	-	0.051
	Onion peel	5.95^{bx}	5.64^{ay}	4.70^{dz}	-	0.027
	Phosvitin	6.17^{ax}	5.56^{ay}	5.23^{bz}	-	0.068
	Combination	6.07^{abx}	5.39^{by}	4.93^{cz}	-	0.020
	SEM[2)]	0.041	0.055	0.045		

*Experiment was not performed because microbial population was over 7 log CFU/g.
§Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5.
1)Standard errors of the mean (n=9), 2)(n=9).
$^{a-e}$Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).
^{x,y}Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 16. pH changes of injected chicken meat added with different natural materials at 20℃

Package	Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Aerobic	Control	6.13^{aby}	6.44^{bx}	-*	-	0.015
	Citrus peel	6.09^{ab}	6.00^{bc}	-	-	0.104
	Calcium lactate	5.97^{b}	5.84^{c}	-	-	0.122
	Onion peel	5.95^{b}	5.95^{bc}	-	-	0.167
	Phosvitin	6.17^{ay}	7.02^{ax}	-	-	0.098
	Combination[§]	6.07^{abx}	5.55^{cy}	-	-	0.014
	SEM[2)]	0.041	0.052			
Vacuum	Control	6.13^{abx}	5.81^{ay}	-	-	0.041
	Citrus peel	6.09^{abx}	4.84^{cy}	-	-	0.034
	Calcium lactate	5.97^{bx}	5.57^{ay}	-	-	0.022
	Onion peel	5.95^{bx}	4.90^{cy}	-	-	0.033
	Phosvitin	6.17^{ax}	5.58^{ay}	-	-	0.119
	Combination	6.07^{abx}	5.16^{by}	-	-	0.020
	SEM[2)]	0.041	0.068			

*Experiment was not performed because microbial population was over 7 log CFU/g.
§Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5.
1)Standard errors of the mean (n=9), 2)(n=9).
a-eValues with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).
x,yValues with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(3) 색도

각각의 천연소재를 이용해 제조한 injected육의 색도 변화를 Table 17~19에 제시하였다. 4℃의 경우 명도는 첨가제의 종류 및 포장방법에 따른 유의적인 차이는 일관적으로 나타나지 않았지만, 귤껍질 추출물 첨가 시 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보였다. 적색도의 경우 귤 및 양파껍질 추출물 첨가에 의해 적색도가 감소하는 경향을 보였으며, 대조군 및 combination 처리군은 저장기간에 따라 적색도가 유의적으로 증가하였다. 황색도에서는 귤 및 양파껍질 추출물에 의해 값이 증가하였다. 특히 양파껍질 추출물을 첨가할 경우 저장기간에 따라 황색도가 감소하는 경향을 보였다(Table 17).

Table 17. Hunter color values of injected chicken meat added with different natural materials at 4℃

Package	Treatment	L* (day)				SEM[1)]	a* (day)				SEM[1)]	b* (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9		0	3	6	9		0	3	6	9	
Aerobic	Control	56.46^{x}	56.68^{xa}	54.21^{cxy}	51.06^{cy}	1.265	3.21^{bcy}	4.71^{bxy}	4.83^{bx}	4.28^{bxy}	0.460	12.15^{b}	14.92^{d}	13.57^{c}	14.22^{c}	1.421
	Citrus peel	55.32^{y}	56.23^{ay}	62.86^{ax}	63.53^{ax}	1.274	5.25^{b}	4.46^{b}	4.17^{b}	4.78^{b}	0.585	28.33^{a}	30.94^{a}	30.96^{a}	31.06^{a}	2.232
	Calcium lactate	58.14	56.72^{a}	59.24^{b}	56.65^{b}	0.915	1.99^{cy}	3.56^{b}	4.26^{b}	3.88^{b}	0.665	14.85^{bx}	15.01^{d}	14.64^{c}	13.62^{c}	0.794
	Onion peel	52.79^{x}	48.56^{by}	48.80^{dy}	53.86^{cx}	0.871	9.62^{a}	10.26^{a}	9.52^{a}	8.85^{a}	0.797	24.45^{ax}	22.16^{bxy}	21.84^{bxy}	19.96^{by}	0.930
	Phosvitin	55.81	56.20^{a}	57.27^{b}	53.65^{bc}	1.616	3.94^{bcx}	2.68^{b}	2.82^{b}	3.26^{b}	0.821	13.05^{bxy}	12.07^{d}	14.14^{c}	13.11^{c}	0.942
	Combination[§]	52.88	51.11^{a}	50.93^{d}	53.35^{bc}	0.763	6.03^{by}	4.90^{bz}	7.53^{axy}	8.08^{ax}	0.484	21.60^{a}	19.57^{cyz}	19.05^{bz}	23.20^{bx}	0.710
	SEM[2)]	1.289	1.400	0.872	0.980		0.680	0.522	0.792	0.574		1.856	0.801	0.942	1.272	
Vacuum	Control	56.46	55.64^{ab}	55.58^{a}	55.63^{b}	1.432	3.21^{bcy}	4.62^{bcxy}	5.29^{abx}	4.16^{cxy}	0.437	12.15^{b}	13.11^{c}	12.01^{cd}	11.46^{d}	0.838
	Citrus peel	55.32^{z}	55.85^{abz}	59.96^{ay}	65.78^{ax}	0.838	5.25^{b}	4.70^{bc}	4.98^{ab}	4.07^{c}	0.654	28.33^{a}	26.17^{a}	25.61^{a}	27.02^{a}	3.024
	Calcium lactate	58.14	55.37^{ab}	57.61^{a}	58.71^{b}	1.192	1.99^{cy}	1.76^{cy}	5.12^{abx}	3.99^{cxy}	0.872	14.85^{bx}	12.39^{cy}	13.80^{bcdxy}	12.48^{dy}	0.462
	Onion peel	52.79^{y}	52.75^{bcy}	55.38^{axy}	56.71^{bx}	1.110	9.62^{a}	9.06^{a}	7.62^{ab}	8.81^{a}	1.061	24.45^{ax}	20.92^{by}	18.53^{bcyz}	17.58^{cz}	0.917
	Phosvitin	55.81^{y}	58.49^{axy}	60.12^{axy}	63.44^{ax}	1.808	3.94^{bcx}	2.44^{cy}	3.97^{bx}	2.74^{cy}	0.286	13.05^{bxy}	12.94^{cxy}	10.90^{dy}	13.69^{dx}	0.695
	Combination[§]	52.88	51.79^{c}	48.08^{b}	53.58^{b}	1.787	6.03^{by}	6.88^{abxy}	9.45^{ax}	7.33^{bxy}	0.865	21.60^{a}	21.66^{b}	20.46^{ab}	21.25^{b}	1.471
	SEM[2)]	1.289	0.820	1.962	1.315		0.680	0.763	1.023	0.366		1.856	1.298	1.801	0.812	

[§]Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5.

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).

[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

10℃의 경우 명도는 첨가제의 종류 및 포장방법에 따른 유의적인 차이는 일관적으로 나타나지 않았지만, 귤껍질 추출물 첨가 시 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보였다. 적색도 및 황색도의 경우 귤 및 양파껍질 추출물 첨가에 의해 값이 증가하는 경향을 보였다. 양파껍질 추출물 처리군에서는 포장방법에 관계없이 저장기간에 따라 황색도 값이 유의적으로 감소하였다.(Table 18).

20℃의 경우 명도에서는 첨가제 종류 및 포장방법에 따른 차이가 일관적으로 나타나지 않았다. 적색도 및 황색도는 첨가제, 포장방법 및 저장기간에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았으나 전반적으로 귤 및 양파껍질 추출물 첨가에 의해 적색도 및 황색도 값이 감소하는 경향을 보였다(Table 19).

(4) 지질산패도

각각의 천연소재를 이용해 제조한 양념육의 지질산패도를 측정하기 위하여 TBARS를 측정하였다(Fig. 4~6). 실험결과 시료 첨가물, 저장일수 및 온도에 따른 변화가 일관적으로 나타나지 않았다. 특히 저장기간이 지남에 따라 TBARS값이 감소하는 경향을 보였으며, 4℃에 비하여 20℃의 TBARS값이 작게 나오는 경향을 보였다. 이에 대한 원인으로 앞서 본 실험에 사용한 천연소재의 색깔이 TBA 시약과 영향을 받아 발생한 것이라 판단되며, oil emulsion을 이용한 천연소재와의 반응 후 TBARS 측정 결과 앞서 서술한 양념 연구결과와 유사하게 나타났다(data not shown).

(5) 관능평가

각각의 천연소재를 이용해 제조한 injected육의 관능검사 결과를 Table 20에 나타냈다. 그 결과 미생물 감균에 영향을 주었던 양파껍질 추출물 처리군이 관능적인 기호도가 낮은 것으로 나타났고, 감균에 영향을 주지 않았던 젖산칼슘 및 포스비틴은 대조군과 전체적인 기호도 측면에서 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과를 보았을 때, 미생물 감균에 효과적이면서 상대적으로 관능적인 기호도 저하에 크게 영향을 주지 않은 귤껍질 추출물을 이용한 새로운 염지액을 개발하면 냉장계육의 저장성 증대에 큰 역할을 할 것이라고 판단된다.

Table 18. Hunter color values of injected chicken meat added with different natural materials at 10℃

Package	Treatment	L* (day)				SEM[1)]	a* (day)				SEM[1)]	b* (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9		0	3	6	9		0	3	6	9	
Aerobic	Control	56.46	56.35^{b}	52.68^{b}	-*	1.403	3.21^{bcy}	3.44^{b}	4.58^{b}	-	0.637	12.15^{by}	13.05^{dxy}	15.81^{cx}	-	0.944
	Citrus peel	55.32^{y}	61.28^{ax}	63.60^{ax}	-	1.041	5.25^{b}	4.16^{b}	3.85^{b}	-	0.622	28.33^{a}	27.03^{a}	28.49^{a}	-	2.316
	Calcium lactate	58.14	57.17^{b}	57.27^{ab}	-	1.271	1.99^{cy}	5.37^{bx}	3.00^{bxy}	-	0.751	14.85^{bx}	13.30^{dy}	13.72^{cxy}	-	0.390
	Onion peel	52.79^{y}	52.07^{by}	57.86^{ab}_{x}	-	1.132	9.62^{a}	9.86^{a}	7.68^{a}	-	0.749	24.45^{ax}	19.51^{cy}	21.65^{bxy}	-	0.895
	Phosvitin	55.81	55.33^{b}	57.31^{ab}	-	1.900	3.94^{bcx}	3.51^{b}	3.17^{b}	-	0.679	13.05^{b}	13.12^{d}	13.30^{c}	-	0.809
	Combination[§]	52.88	52.01^{b}	52.93^{b}	-	1.087	6.03^{b}	6.71^{b}	7.48^{a}	-	0.730	21.60^{a}	22.24^{b}	22.36^{b}	-	1.501
	SEM[2)]	1.289	1.193	1.511			0.680	0.798	0.596			1.856	0.730	1.039		
Vacuum	Control	56.46	55.59^{bc}	57.04	-	2.291	3.21^{bcy}	5.48^{b}	5.70^{b}	-	0.703	12.15^{b}	12.14c	13.53^{c}	-	1.020
	Citrus peel	55.32^{z}	59.38^{by}	66.35^{x}	-	0.819	5.25^{b}	5.45^{b}	5.28^{b}	-	0.559	28.33^{a}	29.86a	30.86^{a}	-	2.654
	Calcium lactate	58.14	57.68^{bc}	59.95	-	0.640	1.99^{cy}	3.18^{bcy}	6.04^{bx}	-	0.642	14.85^{b}	13.39^{c}	13.86^{c}	-	0.798
	Onion peel	52.79^{y}	54.20^{cy}	58.49^{x}	-	1.022	9.62^{a}	9.98^{a}	10.04^{a}	-	0.860	24.45^{ax}	22.01^{by}	20.66^{by}	-	1.514
	Phosvitin	55.81^{y}	62.83^{axy}	65.06^{x}	-	2.361	3.94^{bc}	2.74^{c}	4.04^{b}	-	0.427	13.05^{b}	12.02^{c}	11.13^{c}	-	0.855
	Combination[§]	52.88^{x}	52.78^{dy}	50.78^{y}	-	0.940	6.03^{by}	8.42^{ax}	6.79^{bxy}	-	0.649	21.60^{a}	21.75^{b}	20.92^{b}	-	0.822
	SEM[2)]	1.289	1.107	2.008			0.680	0.618	0.660			1.856	1.118	1.232		

*Experiment was not performed because microbial population was over 7 log CFU/g.

[§]Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5. [1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).

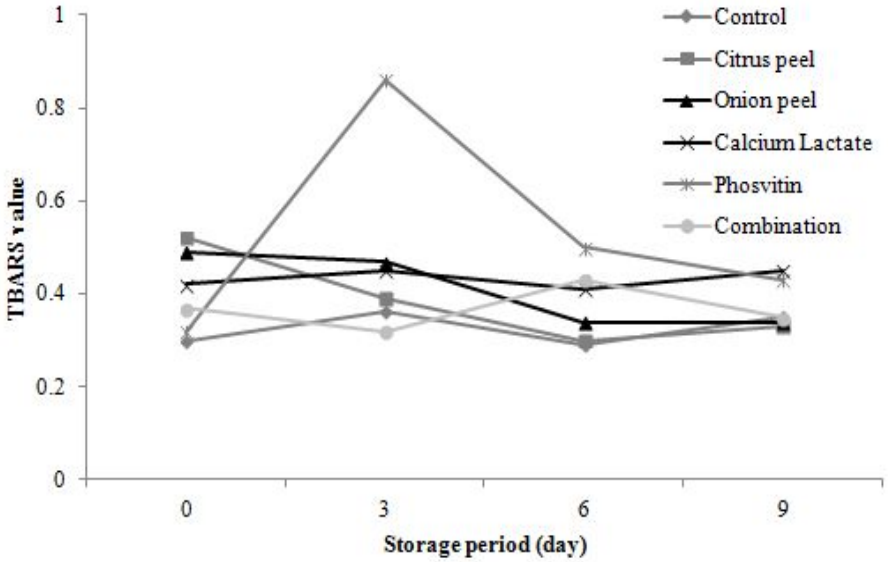
[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

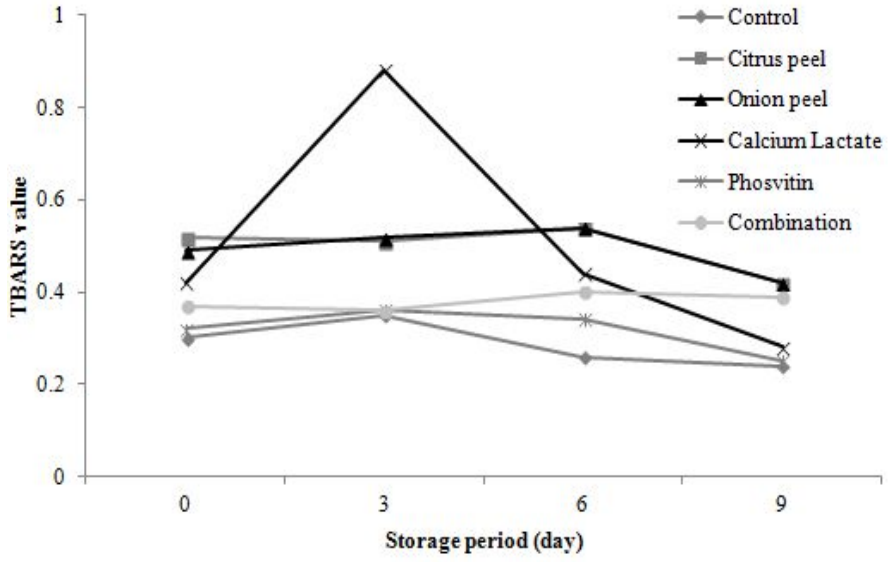
Table 19. Hunter color values of injected chicken meat added with different natural materials at 20℃

Package	Treatment	L* (day)				SEM[1)]	a* (day)				SEM[1)]	b* (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9		0	3	6	9		0	3	6	9	
Aerobic	Control	56.46	55.20^{bc}	-*	-	1.290	3.21^{bc}	2.07^{c}	-	-	0.342	12.15^{b}	12.88^{c}	-	-	1.129
	Citrus peel	55.32^{y}	65.40^{ax}	-	-	1.297	5.25^{b}	3.06^{bc}	-	-	0.671	28.33^{a}	26.94^{a}	-	-	2.950
	Calcium lactate	58.14	59.23^{b}	-	-	1.067	1.99^{c}	4.16^{bc}	-	-	0.928	14.85^{b}	13.57^{c}	-	-	0.776
	Onion peel	52.79	52.79^{bc}	-	-	0.952	9.62^{a}	8.83^{a}	-	-	0.727	24.45^{a}	21.73^{b}	-	-	1.389
	Phosvitin	55.81	51.35^{c}	-	-	1.478	3.94^{bc}	3.97^{bc}	-	-	0.596	13.05^{b}	13.61^{c}	-	-	1.032
	Combination[§]	52.88	57.83^{b}	-	-	1.060	6.03^{b}	5.47^{b}	-	-	0.579	21.60^{a}	21.35^{b}	-	-	1.337
	SEM[2)]	1.289	1.113				0.680	0.594				1.856	1.294			
Vacuum	Control	56.46	59.94^{ab}	-	-	1.440	3.21^{bc}	3.44^{c}	-	-	0.383	12.15^{b}	12.71^{c}	-	-	1.151
	Citrus peel	55.32	64.32^{a}	-	-	0.929	5.25^{b}	5.05^{bc}	-	-	0.756	28.33^{a}	27.47^{a}	-	-	3.243
	Calcium lactate	58.14	57.67^{b}	-	-	0.996	1.99^{c}	4.96^{bc}	-	-	0.905	14.85^{bx}	11.60^{cy}	-	-	0.498
	Onion peel	52.79^{y}	60.35^{abx}	-	-	0.703	9.62^{a}	9.80^{a}	-	-	0.712	24.45^{a}	21.49^{b}	-	-	1.830
	Phosvitin	55.81	63.01^{ab}	-	-	2.555	3.94^{bc}	3.55^{c}	-	-	0.524	13.05^{b}	11.56^{c}	-	-	0.968
	Combination[§]	52.88^{y}	56.81^{bx}	-	-	0.432	6.03^{b}	7.39^{b}	-	-	0.555	21.60^{a}	21.30^{b}	-	-	1.026
	SEM[2)]	1.289	1.432				0.680	0.643				1.856	1.538			

*Experiment was not performed because microbial population was over 7 log CFU/g.
§Calcium lactate : citrus peel : onion peel = 1 : 0.5 : 0.5. [1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).
[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).
[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

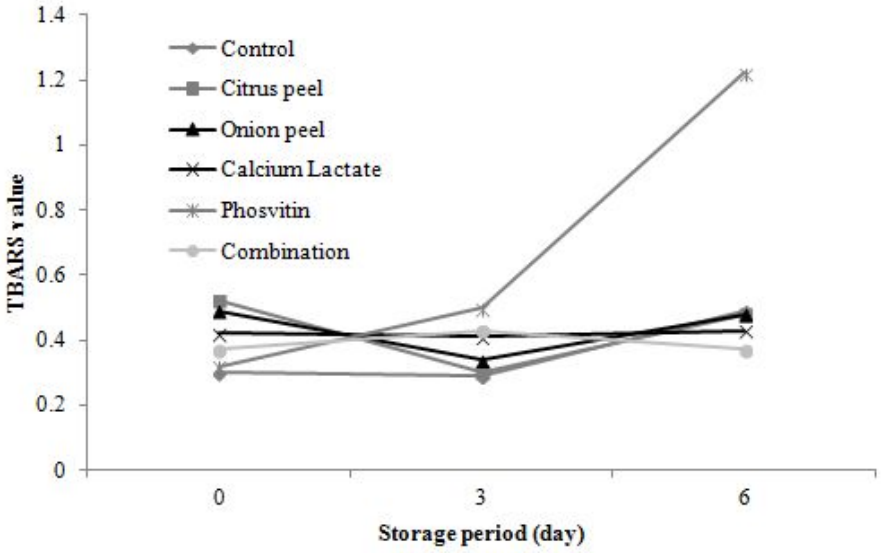


(a)

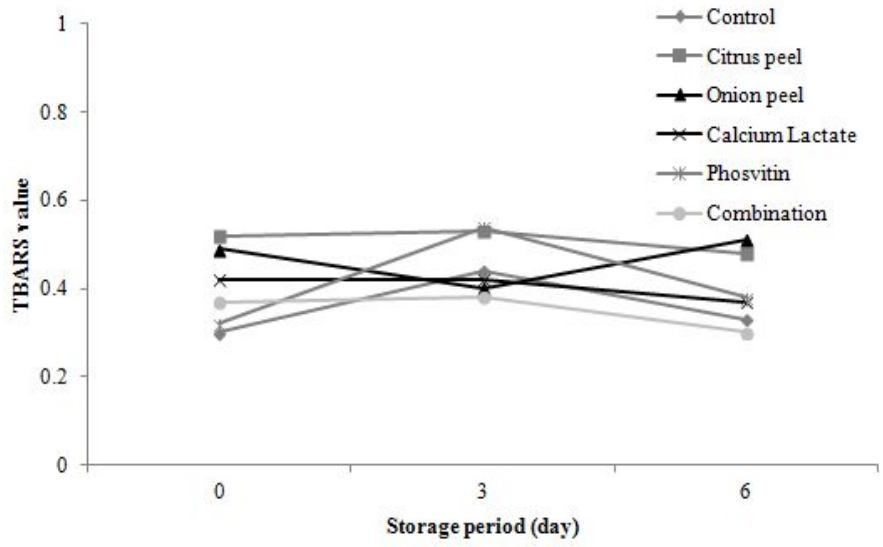


(b)

Fig. 4. TBARS values of injected chicken meat added with different natural materials at 4℃.
(a) Aerobic, (b) Vacuum.

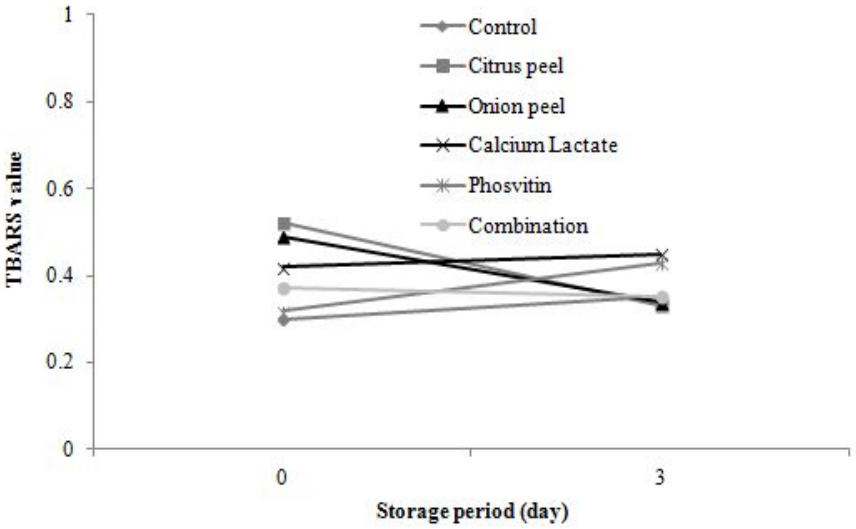


(a)

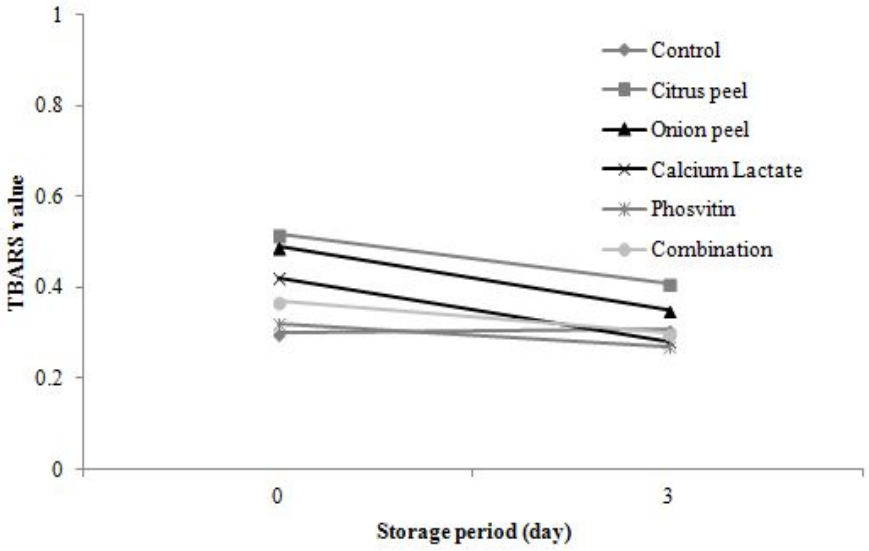


(b)

Fig. 5. TBARS values of injected chicken meat added with different natural materials at 10℃.
(a) Aerobic, (b) Vacuum.



(a)



(b)

Fig. 6. TBARS values of injected chicken meat added with different natural materials at 20℃.
(a) Aerobic, (b) Vacuum.

Table 20. Sensory scores of injected chicken meat added with different natural materials

Treatment	Sensory parameter					
	Color	Odor	Flavor	Taste	Tenderness	Overall acceptability
Control	5.08^{ab}	5.08^{ab}	5.04^{a}	5.08^{a}	5.29^{a}	5.16^{a}
Citrus peel	4.75^{b}	4.58^{b}	4.08^{b}	3.79^{b}	5.33^{bc}	4.04^{b}
Onion peel	4.71^{b}	5.04^{ab}	3.08^{c}	2.46^{c}	4.42^{b}	2.50^{c}
Calcium lactate	5.08^{ab}	5.21^{ab}	5.00^{a}	4.79^{a}	4.79^{ab}	4.88^{a}
Phosvitin	5.21^{ab}	5.25^{ab}	5.00^{a}	5.04^{a}	5.33^{a}	5.29^{a}
Combination	5.42^{a}	5.46^{a}	3.79^{b}	3.54^{b}	5.21^{a}	3.63^{b}
SEM[1)]	0.211	0.227	0.202	0.203	0.260	0.196

[1)]Standard errors of the mean (n = 3).
[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

4. 천연소재를 이용해 제조한 계육의 상품화 및 해외유통을 위한 실증시험

가. 전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물 병용 처리한 계육의 품질 특성 평가

(1) 미생물 분석

전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물을 병용 처리하여 제조한 injected 및 양념계육의 미생물 변화를 관찰하였다(Table 21~22). 실험 결과 앞선 연구결과와 마찬가지로 귤껍질 추출물을 첨가하였을 때 미생물이 약 0.5~1 log CFU/g 저감하는 것을 확인하였다. 또한 저장기간에 따라 일반호기성미생물이 증식한 것을 확인할 수 있었으며, 초고압 보다 전자선 처리군이 미생물이 더 효과적으로 감균한 것을 확인되었다. 특히 injected 및 양념계육 모두 저장초기 전자선 2 kGy와 귤껍질 병용처리 하였을 때, 미생물이 검출한계 이하로 나타난 것을 확인할 수 있었다. 대장균군은 모든 처리군에서 저장기간동안 검출되지 않았다(data not shown).

전자선 조사 및 초고압에 의한 미생물 사멸 기작은 여러 연구에서 보고된 바 있다. 전자선과 같은 방사선 조사에 의한 미생물의 살·멸균 원리는 방사선을 조사함으로써 조사대상물에 존재하는 유해한 미생물이 가지는 유전물질인 DNA의 생물활성을 소실시키는 데 있다. 방사선의 DNA에의 작용은 거의 모두가 생물에 포함되어 있는 물 분자가 조사에 의해 여기되어 생성한 OH 라디칼에 의한 것이며 그것으로 인해 DNA 사슬이 절단된다. DNA 외가닥 사슬 절단은 용이하게 수복되지만 두 가닥 사슬의 같은 부분이 동시에 손상을 입으면 수복 불가능 또는 사멸에 의해 세포 증식력을 상실하게 된다(WHO, 1994; Song et al., 2009).

초고압에 의한 미생물의 사멸 원인은 인지질막의 결정화 같은 세포질막의 변형에 따른 삼투압과 이온교환의 변형과 초고압으로 인한 효소의 불활성화로 DNA 복제 및 전사 제한으로 인한 단백질 합성 저해에 의한 것으로 보고되고 있다(Park et al., 2010; Jung et al., 2012).

현재까지 전자선 및 초고압 각각의 처리에 의한 식품 내 미생물 살균효과는 여러 연구에서 밝혀진 바 있으나 전자선 및 초고압을 비교 연구한 사례는 매우 미비한 실정이다. 본 연구 결과를 통해서 전자선 조사가 초고압보다 미생물을 더 효과적으로 사멸시키는 것으로 확인되었으며, 전자선 및 초고압 같은 단독 비열처리보다는 천연물을 병용처리하는 것이 더 효과적으로 미생물을 감균시키는 것으로 확인되었다.

Table 21. Microbial population (log CFU/g) of injected chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		Storage day (log CFU/g)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Control	0 kGy	4.57^{az}	7.17^{ay}	8.20^{ax}	9.51^{aw}	0.050
	1 kGy	3.85^{bz}	4.80^{by}	5.86^{bx}	6.16^{bw}	0.065
	2 kGy	1.71^{cz}	3.68^{cy}	4.61^{cx}	4.97^{cw}	0.048
	SEM[2)]	0.061	0.054	0.056	0.019	
Citrus peel	0 kGy	3.96^{az}	6.53^{ay}	7.47^{ax}	8.77^{aw}	0.040
	1 kGy	2.46^{bz}	3.85^{by}	4.62^{bx}	5.00^{bw}	0.046
	2 kGy	ND^{cz}	2.77^{cy}	3.05^{cx}	3.40^{cw}	0.037
	SEM[2)]	0.018	0.037	0.028	0.026	
Control	0.1 MPa	4.57^{az}	7.17^{ay}	8.20^{ax}	9.51^{aw}	0.050
	300 MPa	3.89^{bz}	5.09^{by}	5.93^{bx}	6.23^{bw}	0.029
	400 MPa	3.46^{cz}	3.89^{cy}	4.76^{cx}	5.03^{cw}	0.053
	SEM[2)]	0.023	0.035	0.061	0.014	
Citrus peel	0.1 MPa	3.96^{az}	6.53^{ay}	7.47^{ax}	8.77^{aw}	0.040
	300 MPa	3.23^{bz}	4.86^{by}	5.08^{bx}	5.47^{bw}	0.040
	400 MPa	2.14^{cz}	3.08^{cy}	3.91^{cx}	4.27^{cw}	0.049
	SEM[2)]	0.022	0.034	0.015	0.044	

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n =18).

[a-c]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 22. Microbial population (log CFU/g) of seasoned chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		Storage day (log CFU/g)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Control	0 kGy	5.25^{az}	7.29^{ay}	8.30^{ax}	9.70^{aw}	0.052
	1 kGy	3.42^{bz}	5.37^{by}	6.06^{bx}	6.86^{bw}	0.042
	2 kGy	2.09^{cz}	3.86^{cy}	4.48^{cx}	5.47^{cw}	0.046
	SEM[2)]	0.051	0.014	0.033	0.035	
Citrus peel	0 kGy	4.48^{az}	6.75^{ay}	7.12^{ax}	8.02^{aw}	0.042
	1 kGy	3.21^{bz}	4.34^{by}	5.01^{bx}	5.95^{bw}	0.050
	2 kGy	ND^{cz}	2.41^{cy}	3.11^{cx}	4.10^{cw}	0.054
	SEM[2)]	0.053	0.051	0.013	0.028	
Control	0.1 MPa	5.25^{az}	7.29^{ay}	8.08^{ax}	9.70^{aw}	0.052
	300 MPa	4.48^{bz}	5.25^{by}	6.11^{bx}	7.27^{bw}	0.025
	400 MPa	3.21^{cz}	3.92^{cy}	4.52^{cx}	5.49^{cw}	0.025
	SEM[2)]	0.037	0.022	0.016	0.025	
Citrus peel	0.1 MPa	4.48^{az}	6.75^{ay}	7.12^{ax}	8.02^{aw}	0.042
	300 MPa	3.32^{z}	4.82^{y}	5.27^{bx}	6.37^{bw}	0.036
	400 MPa	2.17^{cz}	2.70^{cy}	3.26^{cx}	4.53^{cw}	0.047
	SEM[2)]	0.050	0.024	0.037	0.021	

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n =18).

[a-c]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(2) pH

전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물을 병용 처리하여 제조한 injected 및 양념계육의 미생물 변화를 관찰하였다. Injected육에 대한 실험 결과를 살펴보면 초고압 처리군은 저장기간에 따라 pH가 감소하는 경향을 보였으며, 귤껍질 추출물 1 kGy 처리군을 제외한 다른 전자선 조사 처리군은 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보였다(Table 23). 양념계육의 경우는 전자선 및 초고압 처리에 의해 pH가 증가하는 경향을 보인 반면 저장기간에 따라 pH가 감소하는 경향을 보였다(Table 24).

Table 23. pH changes of injected chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Control	Control	6.27^{bx}	6.11^{cdx}	6.34^{ax}	6.90^{aw}	0.087
	1 kGy	6.37^{abw}	6.05^{dx}	6.10^{bcx}	$6.43b^{cw}$	0.036
	2 kGy	6.06^{cy}	6.19^{bcx}	6.23^{abx}	6.53^{bw}	0.013
	300 MPa	6.13^{cx}	6.34^{aw}	6.08^{cx}	6.11^{dx}	0.024
	400 MPa	6.35^{abw}	6.33^{aw}	6.26^{awx}	6.20^{cdx}	0.033
Citrus peel	Control	6.12^{cw}	5.90^{ex}	5.65^{dy}	6.24^{cdw}	0.043
	1 kGy	6.34^{abw}	6.29^{abw}	6.11^{bcx}	6.15^{dx}	0.036
	2 kGy	6.29^{bx}	6.17^{bcdy}	6.10^{bcz}	6.34^{bcdw}	0.014
	300 MPa	6.45^{aw}	6.38^{aw}	6.13^{bcx}	6.10^{dx}	0.035
	400 MPa	6.41^{abw}	6.32^{awx}	6.29^{awx}	6.20^{cdx}	0.045
SEM[2)]		0.033	0.034	0.034	0.059	

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).

[a-d]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 24. pH changes of seasoned chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
Control	Control	6.06^{cdx}	6.03^{cx}	5.52^{cy}	4.92^{fz}	0.108
	1 kGy	6.18^{bcdx}	6.15^{abcx}	5.94^{aby}	5.28^{ez}	0.053
	2 kGy	6.25^{bx}	6.17^{abcx}	5.91^{aby}	5.77^{cy}	0.052
	300 MPa	6.20^{bcx}	6.15^{abcx}	5.86^{by}	5.58^{dz}	0.040
	400 MPa	6.35^{ax}	6.31^{ax}	6.08^{aby}	6.16^{az}	0.024
Citrus peel	Control	6.07^{cdx}	5.89^{dy}	4.82^{dz}	4.75^{gz}	0.045
	1 kGy	6.15^{bcdx}	6.12^{bcx}	5.81^{by}	5.37^{ez}	0.034
	2 kGy	6.03^{dx}	6.06^{bcx}	5.93^{abxy}	5.79^{cy}	0.049
	300 MPa	6.16^{bcdx}	6.06^{bcy}	5.94^{abz}	5.96^{bz}	0.022
	400 MPa	6.18^{bcd}	6.25^{ab}	6.23^{a}	6.25^{a}	0.036
SEM[2)]		0.033	0.042	0.076	0.046	

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).

[a-d]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[w-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(3) 색도

전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물을 병용 처리하여 제조한 injected육의 색도 측정 결과를 Table 25에 제시하였다. 명도의 경우 초고압 처리에 의해 명도가 증가하였으나, 전자선 조사에 의한 차이는 일관적으로 나타나지 않았다. 대조군의 경우 저장기간에 따른 차이가 일관적으로 나타나지 않았으나, 귤껍질 추출물은 저장기간에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 적색도는 귤껍질 추출물이 가지고 있는 고유의 색 때문에 이로 인한 적색도가 증가하는 경향을 보였다. 황색도의 경우는 전자선, 초고압 및 저장기간에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

Table 25. Hunter color values of injected chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		L* (day)				SEM[1)]	a* (day)				SEM[1)]	b* (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9		0	3	6	9		0	3	6	9	
Control	Control	56.86^{cdx}	57.98^{cx}	55.58^{xy}	53.85^{efy}	0.853	4.04^{bc}	4.30^{cd}	5.02^{bc}	4.41^{bcd}	0.719	14.06^{b}	15.02^{b}	14.20^{c}	14.16^{b}	1.209
	1 kGy	53.49^{d}	55.67^{cd}	56.78^{c}	56.20^{e}	1.171	6.84^{ax}	5.75^{bcdxy}	4.02^{cyz}	4.44^{bcdz}	0.443	13.69^{b}	15.45^{b}	15.58^{c}	16.61^{b}	1.103
	2 kGy	57.50^{cx}	51.31^{dy}	56.82^{cx}	53.19^{efxy}	1.321	5.41^{abcy}	8.97^{ax}	5.49^{bcy}	4.91^{bcy}	0.809	14.30^{b}	16.37^{b}	15.08^{c}	14.48^{b}	0.901
	300 MPa	72.59^{a}	72.99^{a}	73.30^{a}	71.67^{b}	1.086	3.89^{c}	4.57^{bcd}	3.97^{c}	2.79^{cd}	0.592	13.28^{b}	12.98^{b}	15.43^{c}	14.59^{b}	0.755
	400 MPa	75.51^{ayz}	76.78^{axy}	74.38^{az}	77.69^{ax}	0.560	3.10^{cy}	3.60^{cdy}	4.98^{bcx}	3.55^{cdy}	0.380	12.48^{b}	12.03^{b}	14.29^{c}	14.12^{b}	1.017
Citrus peel	Control	55.11^{cd}	54.21^{cd}	57.54^{c}	58.35^{d}	1.339	7.44^{a}	6.51^{abc}	7.83^{a}	6.59^{ab}	1.131	30.70^{a}	28.77^{a}	30.67^{a}	30.19^{a}	1.661
	1 kGy	55.58^{cd}	53.85^{cd}	53.62^{cd}	54.47^{e}	1.583	8.06^{ax}	5.19^{bcdy}	6.55^{abxy}	6.21^{abxy}	0.825	30.17^{a}	28.44^{a}	29.07^{a}	27.51^{a}	2.406
	2 kGy	53.92^{cd}	53.20^{d}	51.50^{d}	50.87^{f}	1.507	6.75^{ab}	7.36^{ab}	8.10^{a}	7.50^{a}	1.313	27.21^{a}	30.72^{a}	30.23^{a}	27.95^{a}	2.610
	300 MPa	67.18^{b}	68.69^{b}	68.85^{ab}	67.76^{c}	0.969	5.68^{abcx}	4.87^{bcdx}	4.21^{bcxy}	3.15^{cdy}	0.464	29.87^{a}	27.55^{a}	28.37^{ab}	27.25^{a}	1.482
	400 MPa	72.51^{a}	72.61^{ab}	72.21^{ab}	72.29^{b}	1.413	3.46^{c}	2.98^{d}	3.12^{c}	2.63^{d}	0.684	27.37^{a}	26.44^{a}	25.62^{b}	27.10^{a}	1.442
	SEM[2)]	1.174	1.357	1.238	1.089		0.853	0.892	0.719	0.471		1.614	1.999	0.976	1.528	

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=9).

[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(4) 지질산패도

전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물을 병용 처리하여 제조한 injected 및 양념계육의 지질산패도를 TBARS 방법을 이용하여 측정하였다(Table 26~27). 전자선 조사 및 초고압 처리에 의해 지질산패도가 증가하는 경향을 보였다. 귤껍질 추출물 첨가에 따른 지질산화 억제효과는 관찰되지 않았다. 저장 초기에서 3일 저장 후에는 TBARS값이 증가하였으나 저장 6일차에서는 다시 감소하는 경향을 보였는데, 이는 앞서 서술한 바와 같아 실험에 사용했던 귤껍질 추출물로 인한 영향 때문일 것이라고 판단된다.

초고압 처리된 식육의 경우 육 내 근섬유의 손상으로 인해 지방의 산화가 촉진되며 특히 헴 함유 단백질의 변성으로 인해 헴으로부터 유리 또는 노출된 철 이온에 의해 지방의 산화가 촉진된다고 보고되고 있다(Cheftel and Culioli, 1997; Fuentes et al., 2010). 전자선 조사로 인해 발생되는 지방산화 역시 조사선량에 의존적이며 특히 산소가 존재할 경우 지방산화가 촉진되는 것으로 알려져 있다(Song et al., 2009). 비열처리기술로 발생되는 지질의 산화를 방지하기 위해 천연물 병용처리 및 특정한 향을 첨가하여 관능적 품질을 유지시키는 연구 결과들이 최근 보고되고 있다(Kim et al., 2007; Kim et al., 2012). 따라서 추후 전자선 및 초고압에 의해 생긴 지질산화로 발생된 이미 및 이취를 masking할 수 있는 새로운 기술이 개발된다면 해외 유통시장에도 적극 활용될 수 있다고 판단된다.

Table 26. TBARS values of injected chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		Storage period (day)			SEM[1)]
		0	3	6	
Control	0 kGy	0.47^{bc}	0.54^{b}	0.47^{d}	0.022
	1 kGy	0.45^{bcz}	0.57^{by}	0.72^{cx}	0.028
	2 kGy	0.58^{aby}	0.50^{bz}	0.66^{cx}	0.014
Citrus peel	0 kGy	0.44^{cy}	0.54^{by}	0.71^{cx}	0.039
	1 kGy	0.65^{a}	0.80^{a}	0.82^{b}	0.065
	2 kGy	0.53^{abcz}	0.83^{ay}	1.01^{ax}	0.045
	SEM[2)]	0.040	0.047	0.027	
Control	0.1 MPa	0.47^{d}	0.54^{c}	0.47^{c}	0.021
	300 MPa	0.52^{cdy}	0.51^{cy}	0.63^{bx}	0.031
	400 MPa	0.56^{bcxy}	0.50^{cy}	0.66^{bx}	0.032
Citrus peel	0.1 MPa	0.44^{dy}	0.54^{cy}	0.71^{bx}	0.040
	300 MPa	0.64^{a}	0.66^{b}	0.68^{b}	0.040
	400 MPa	0.61^{abz}	0.81^{ay}	0.95^{ax}	0.024
	SEM[2)]	0.025	0.031	0.038	

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=18).

[a-d]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 27. TBARS values of seasoned chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		Storage period (day)			SEM[1)]
		0	3	6	
Control	0 kGy	1.22^{bx}	1.41^{dx}	0.87^{cy}	0.079
	1 kGy	1.31^{by}	1.93^{bx}	1.03^{bcy}	0.093
	2 kGy	1.35^{by}	2.23^{ax}	1.28^{ay}	0.039
Citrus peel	0 kGy	1.42^{b}	1.30^{d}	1.26^{a}	0.059
	1 kGy	1.41^{bx}	1.59^{cx}	1.15^{aby}	0.061
	2 kGy	1.69^{ax}	1.37^{dy}	1.24^{ay}	0.047
	SEM[2)]	0.081	0.057	0.055	
Control	0.1 MPa	1.22^{x}	1.42^{bx}	0.87^{by}	0.079
	300 MPa	1.08^{y}	1.90^{ax}	1.16^{ay}	0.074
	400 MPa	1.38	1.28^{b}	1.18^{a}	0.123
Citrus peel	0.1 MPa	1.42	1.30^{b}	1.26^{a}	0.059
	300 MPa	1.29^{xy}	1.40^{bx}	1.16^{ay}	0.047
	400 MPa	1.39	1.35^{b}	1.23^{a}	0.090
	SEM[2)]	0.101	0.080	0.061	

[1)]Standard errors of the mean (n=9), [2)](n=18).

[a-d]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(5) 관능평가

전자선 조사 및 초고압과 귤껍질 추출물을 병용 처리하여 제조한 injected 및 양념계육의 관능검사를 진행하였다(Table 28~29). Injected육에 대한 결과를 보면 대조군이 귤껍질 첨가군보다 관능적인 기호도가 높은 경향을 보였다. 귤껍질 추출물의 경우, 전자선 조사 시 대조군 및 초고압 처리군에 비해 전체적인 기호도가 높은 경향을 보였다. 양념계육의 경우, injected육과 마찬가지로 대조군이 귤껍질 추출물보다 관능적인 기호도가 높았다. 전체적으로 전자선 조사 및 초고압에 의해 기호도가 감소하였다. 하지만 초고압 400 MPa처리군의 경우, 대조군과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 28. Sensory evaluation of injected chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		Color	Odor	Flavor	Taste	Tenderness	Overall acceptability
Control	Control	5.70^{ab}	6.00^{a}	6.40^{a}	6.50^{a}	6.30^{a}	6.60^{a}
	1 kGy	5.80^{a}	6.10^{a}	6.10^{a}	5.90^{a}	5.40^{ab}	5.90^{a}
	2 kGy	5.40^{ab}	5.20^{a}	5.90^{a}	5.90^{a}	5.40^{ab}	5.80^{a}
	300 MPa	5.50^{ab}	6.00^{a}	5.80^{a}	6.10^{a}	5.90^{a}	5.90^{a}
	400 MPa	5.40^{ab}	5.60^{a}	6.10^{a}	6.30^{a}	5.30^{ab}	6.00^{a}
Citrus peel	Control	4.90^{abc}	3.70^{b}	2.70^{b}	3.00^{b}	5.20^{ab}	3.20^{b}
	1 kGy	4.40^{bc}	3.80^{b}	3.30^{b}	3.60^{b}	4.20^{bc}	3.70^{b}
	2 kGy	5.20^{abc}	4.10^{b}	3.30^{b}	3.40^{b}	4.60^{bc}	3.50^{b}
	300 MPa	4.00^{c}	3.80^{b}	2.90^{b}	3.00^{b}	3.80^{c}	3.00^{b}
	400 MPa	4.00^{c}	3.40^{b}	2.30^{b}	2.80^{b}	4.50^{bc}	3.00^{b}
	SEM[1)]	0.408	0.322	0.356	0.355	0.385	0.313

[1)]Standard errors of the mean (n = 3).

[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

Table 29. Sensory evaluation of seasoned chicken meat added with citrus peel extract by electron-beam irradiation and high pressure

Treatment		Color	Odor	Flavor	Taste	Tenderness	Overall acceptability
Control	Control	4.90	5.40^{abc}	6.30^{a}	6.30^{a}	5.60	6.50^{a}
	1 kGy	5.60	5.70^{ab}	5.80^{a}	5.70^{a}	5.40	5.90^{a}
	2 kGy	540	5.40^{abc}	6.40^{a}	6.50^{a}	5.40	6.20^{a}
	300 MPa	5.20	5.10^{abcd}	5.70^{a}	5.80^{a}	4.40	5.60^{a}
	400 MPa	5.60	5.80^{a}	6.60^{a}	6.50^{a}	4.90	6.40^{a}
Citrus peel	Control	4.90	4.90^{abcd}	4.00^{b}	4.10^{b}	4.90	3.90^{bc}
	1 kGy	4.90	4.60^{bcd}	3.60^{bc}	3.40^{b}	5.00	3.30^{bc}
	2 kGy	4.60	4.10^{d}	2.80^{c}	3.20^{b}	4.60	2.90^{c}
	300 MPa	5.00	5.10^{abcd}	3.20^{bc}	3.10^{b}	4.70	3.10^{bc}
	400 MPa	4.20	4.50^{dc}	4.10^{b}	3.70^{b}	5.00	4.00^{b}
	SEM[1)]	0.424	0.354	0.354	0.344	0.362	0.334

[1)]Standard errors of the mean (n = 3).
[a-e]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

나. 유산균 발효액 첨가에 따른 injected육의 품질 특성 평가

(1) 미생물 분석

유산균 발효액 첨가에 따른 injected육의 미생물 오염도를 측정하였다(Table 30). 대조군의 경우 4.57 log CFU/g이 검출되었으며, 저장기간에 따라 미생물이 증식하였다. 유산균 발효액 첨가량에 따라 미생물의 수는 감소하였으며, 최종 9일차에 대한 결과를 보면 대조군은 9.51 log CFU/g까지 증식한 반면 2%의 유산균 발효액 첨가군의 경우 4.94 log CFU/g까지 증식한 것을 확인할 수 있었다. 저장기간동안 대장균군은 검출되지 않았다(data not shown).

Table 30. Microbial population (log CFU/g) of injected chicken meat added with lactic acid fermented solution

Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
	0	3	6	9	
Control	4.57^{az}	7.17^{ay}	8.20^{ax}	9.51^{aw}	0.050
1%	3.86^{bz}	4.52^{by}	5.22^{bx}	6.35^{bw}	0.032
2%	2.06^{cz}	2.87^{cy}	4.21^{cx}	4.94^{cw}	0.046
SEM[2)]	0.018	0.033	0.058	0.011	

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

[a-c]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(2) pH

유산균 발효액 첨가에 따른 injected육의 pH변화를 Table 31에 제시하였다. 유산균 발효액 첨가에 의해 pH가 감소하였다. 대조군과 유산균 발효액 1% 첨가군은 저장기간에 따라 pH가 증가한 반면 유산균 발효액 2% 첨가군은 저장기간에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다.

Table 31. pH changes of injected chicken meat added with lactic acid fermented solution

Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
	0	3	6	9	
Control	6.27^{ay}	6.11^{ay}	6.34^{ay}	6.90^{ax}	0.087
1%	4.50^{by}	4.80^{bx}	4.83^{bx}	4.92^{ax}	0.062
2%	4.48^{b}	4.57^{b}	4.45^{c}	4.62^{b}	0.080
SEM[2)]	0.076	0.081	0.039	0.099	

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

[a,b]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(3) 색도

유산균 발효액 첨가에 따른 injected육의 색도변화를 Table 32에 제시하였다. 명도의 경우 대조군은 저장기간에 따라 값이 유의적으로 감소하였으나, 유산균 발효액 첨가에 의해 명도가 증가하였으며 저장기간에 유의적인 차이는 없었다. 적색도의 경우 유산균 발효액 첨가에 의해 적색도가 감소하는 경향을 보였으나, 저장기간에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 황색도는 유산균 발효액 첨가에 의해 증가하는 경향을 보였으나, 저장기간에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다.

Table 32. Hunter color values of injected chicken meat added with lactic acid fermented solution

Hunter	Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
		0	3	6	9	
L^*	Control	56.86^{bx}	57.98^{x}	55.58^{bxy}	53.85^{by}	0.853
	1%	63.60^{a}	64.01	65.70^{a}	64.12^{a}	2.291
	2%	64.24^{a}	65.18	65.86^{a}	66.66^{a}	0.733
	SEM[2)]	1.548	1.952	1.303	0.885	
a^*	Control	4.04	4.30	5.02a	4.41	0.719
	1%	3.30	3.98	2.61b	3.77	0.702
	2%	5.58^{x}	3.46y	3.24^{by}	2.79^{y}	0.423
	SEM[2)]	0.548	0.604	0.502	0.817	
b^*	Control	14.06^{b}	15.02	14.20^{b}	14.16^{b}	1.209
	1%	15.27^{b}	16.98	18.36^{a}	17.36^{a}	0.933
	2%	19.35^{a}	18.76	18.78^{a}	18.24^{a}	0.752
	SEM[2)]	1.001	1.155	1.000	0.720	

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

[a,b]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(4) 지질산패도

유산균 발효액 첨가에 따른 injected육의 지질산패도를 측정하였다(Table 33). 측정결과 대조군에 비해 유산균 발효액 첨가군의 TBARS값이 높은 것을 확인하였다. 제공되었던 시료의 항균효과는 여러 차례 입증된 바 있으나, 항균에 비해 항산화활성에는 큰 영향을 끼치지 않은 것으로 나타나, 항산화 억제를 위한 다른 보완 방법이 필요하다고 판단된다.

Table 33. TBARS values of injected chicken meat added with lactic acid fermented solution

Treatment	Storage period (day)				SEM[1)]
	0	3	6	9	
Control	0.53^{cxy}	0.53^{cx}	0.47^{cy}	0.36^{cz}	0.018
1%	2.01^{ay}	2.04^{by}	2.42^{bxy}	2.55^{bx}	0.103
2%	1.18^{by}	2.86^{ax}	2.87^{ax}	3.30^{ax}	0.177
SEM[2)]	0.032	0.196	0.080	0.103	

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

[a,b]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(5) 관능검사

유산균 발효액 첨가에 따른 injected육의 관능검사 결과를 Table 34에 나타냈다. 색 및 냄새에서는 처리군간의 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 하지만 향미, 맛, 연도 및 전체적인 기호도 측면에서 유산균 발효액 첨가에 의해 기호도가 감소한 것을 확인하였다.

Table 34. Sensory evaluation of injected chicken meat added with lactic acid fermented solution

Treatment	Color	Odor	Flavor	Taste	Tenderness	Overall acceptability
Control	5.86	5.43	5.57^{a}	5.50^{a}	5.93^{a}	6.00^{a}
1%	5.00	4.71	3.29^{b}	3.07^{b}	4.29^{b}	3.50^{b}
2%	5.21	5.00	3.21^{b}	3.07^{b}	3.93^{b}	3.43^{b}
SEM[1)]	0.358	0.258	0.252	0.288	0.316	0.274

[1)]Standard errors of the mean (n = 3).

[a,b]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

다. 칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 injected육의 품질 특성 평가

(1) 미생물 분석

칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 injected육의 미생물 오염도 평가를 진행하였다. 대조군은 4.75 log CFU/g의 일반호기성미생물이 검출되어 저장 7일차에는 9.52 log CFU/g까지 증식하였다. 칼슘염 단독처리군의 경우 저장 초기에는 대조군과 유의적인 차이가 없었으나, 저장기간에 따라 미생물의 증식폭은 대조군보다 작은 것을 확인하였다. 칼슘염 및 젖산 병용처리 시 칼슘염 단독처리군보다 미생물을 더 효과적으로 감균시키는 것을 확인할 수 있었고, 젖산 함량이 높을수록 감균효과는 큰 것으로 나타났다(Table 35). 대장균군은 저장기간동안 관찰되지 않았다(data not shown).

Chloride염은 맛을 내는 목적이외에도 저장성을 갖게 해주고, 유해균을 억제하는 반면 유용균을 선택적으로 증식시키며, 보존제로서 식품가공에서 널리 사용되고 있다(Jung, 1999). Chloride염의 미생물 증식억제 기작은 염소 이온에 의한 보존 작용, 용존산소 감소에 의한 호기성균의 증식 억제, 세포의 이산화탄소에 대한 감수성 증가, protease 활성 저해 작용, 삼투압에 의한 원형질 분리, 수분활성도 감소로 인한 미생물 억제 효과가 알려져 있다(Raccach and Henngsen, 1997). Sodium chloride 및 potassium chloride를 단독 혹은 병용처리하여 식중독균에 대한 항균활성에 대한 연구가 보고된 바 있고(Reddy and Marth, 1995; Sofos, 1986), 유기산을 병용하여 *S.* Typhimurium,의 항균효과에 대한 연구는 본 실험 결과를 뒷받침하였다(Hinton, 1999).

Table 35. Microbial population (log CFU/g) of injected chicken meat added with calcium chloride and lactic acid

Treatment	Storage period (day)			SEM[1)]
	0	3	7	
Control	4.75^{az}	7.18^{ay}	9.52^{ax}	0.091
CC*	4.72^{az}	5.91^{by}	6.94^{bx}	0.022
CC + LA* 0.002%	4.61^{bz}	5.52^{cy}	6.03^{cx}	0.032
CC + LA 0.01%	3.67^{cz}	4.56^{dy}	5.26^{dx}	0.099
SEM[2)]	0.033	0.015	0.115	

*CC: calcium chloride, LA: lactic acid.

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

[a-d]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(2) pH

칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 injected육의 pH변화를 Table 36에 나타냈다. 칼슘염 및 젖산을 첨가하였을 때, pH는 감소하는 경향을 보였으며, 저장기간에 따른 차이는 일관적으로 나타나지 않았다.

Table 36. pH changes of injected chicken meat added with calcium chloride and lactic acid

Treatment	Storage period (day)			SEM[1)]
	0	3	7	
Control	6.41^{ay}	6.39^{ay}	6.73^{ax}	0.032
CC*	5.62^{b}	5.56^{b}	5.72^{b}	0.075
CC + LA* 0.002%	5.70^{b}	5.43^{b}	5.42^{c}	0.026
CC + LA 0.01%	5.70^{bx}	5.55^{by}	5.65^{bx}	0.053
SEM[2)]	0.030	0.046	0.068	

*CC: calcium chloride, LA: lactic acid.

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

$^{a-d}$Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

$^{x-z}$Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(3) 색도

칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 injected육의 색도 측정결과를 Table 37에 나타냈다. 명도의 경우, 칼슘염 및 젖산 첨가에 의해 증가하는 경향을 보였으나 첨가량에 따른 차이는 일관적이지 않았다. 그러나 적색도 및 황색도의 경우 칼슘염 및 젖산 첨가에 의한 변화는 일관적으로 나타나지 않았다. 저장기간에 따른 차이는 모든 처리군에서 저장기간이 증가함에 따라 각각의 값이 증가하는 경향을 보였다.

Table 37. Hunter color values of injected chicken meat added with calcium chloride and lactic acid

Hunter	Treatment	Storage period (day)			SEM[1)]
		0	3	7	
L*	Control	56.64	56.51^{b}	56.57	0.823
	CC*	59.44^{y}	63.01^{ax}	63.68^{x}	0.926
	CC + LA* 0.002%	61.57	65.00^{a}	64.17	2.525
	CC + LA 0.01%	56.00	61.73^{a}	62.89	1.664
	SEM[2)]	1.612	1.215	1.984	
a*	Control	2.26^{ab}	3.01	3.31	0.561
	CC*	3.46^{ab}	3.09	2.81	0.342
	CC + LA* 0.002%	1.96^{b}	2.15	2.06	0.811
	CC + LA 0.01%	3.72^{a}	4.17	3.63	0.404
	SEM[2)]	0.371	0.471	0.762	
b*	Control	12.84	13.48	13.25	0.686
	CC*	13.59	13.88	14.85	0.599
	CC + LA* 0.002%	14.17	14.62	16.58	1.347
	CC + LA 0.01%	12.98^{y}	14.59^{xy}	15.70^{x}	0.484
	SEM[2)]	0.735	0.374	1.215	

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

[a,b]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x,y]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(4) 지질산패도

칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 injected육의 지질산패도 측정 결과를 Table 38에 제시하였다. 실험 결과 저장초기에는 대조군과 칼슘염 및 젖산 첨가군간의 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 저장 3일차에는 칼슘염 및 젖산 첨가에 의해 TBARS값이 증가하였다. 이러한 경향은 저장 7일차에서도 관찰되었는데, 특이한 점은 칼슘염 단독처리군에 비해 칼슘염 및 젖산 병용처리군의 TBARS값이 낮게 나타났다. 이러한 경향에 대한 원인 분석은 추후 연구가 요구되며, 칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 식품의 지질산화에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

Table 38. TBARS values of injected chicken meat added with calcium chloride and lactic acid

Treatment	Storage period (day)			SEM[1)]
	0	3	7	
Control	0.48^{y}	0.60^{dx}	0.52^{cy}	0.019
CC*	0.41^{y}	0.78^{cy}	1.81^{ax}	0.111
CC + LA* 0.002%	0.45^{y}	1.17^{bx}	1.24^{bx}	0.033
CC + LA 0.01%	0.49^{y}	1.25^{ax}	1.38^{bx}	0.100
SEM[2)]	0.019	0.019	0.131	

*CC: calcium chloride, LA: lactic acid.

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

[a-d]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

[x-z]Values with different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

(5) 관능검사

칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 injected육의 관능검사 결과를 Table 39에 제시하였다. 색, 냄새, 향미, 맛, 연도 및 전체적인 기호도 모두에서 대조군에 비해 칼슘염 및 젖산 첨가군의 점수가 낮아지는 경향을 보였다. 이는 기존 염지액의 chloride가 더 가해지면서 신맛이 있는 lactic acid의 첨가에 따른 결과라고 판단되며, 염지액의 레시피 조절이나 최종 제품에서의 배합비를 조절한다면 미생물학적으로 안전하면서 관능적인 품질이 우수한 냉장계육이 개발될 것이라 판단된다.

대략적인 원가를 계산해 보면 칼슘염(3%)과 젖산(0.01%)을 사용할 때 재료비로 닭고기 kg 당 약 76.375원의 비용이 소모될 것으로 보인다. 이는 닭고기 kg 당 15%의 용액을 주입하는 것을 기준으로 현재 시중가격(칼슘염, 17,000원/kg; 젖산, 2,500원/kg)을 기준으로 계산된 것이다. 여기에 레시피 조절로 인한 소금 등의 추가적인 비용절감이 가능하다.

Table 39. Sensory evaluation of injected chicken meat added with calcium chloride and lactic acid

Treatment	Color	Odor	Flavor	Taste	Tenderness	Overall acceptability
Control	5.43^{a}	5.00^{a}	5.57^{a}	5.64^{a}	5.57^{a}	5.64^{a}
CC*	5.07^{ab}	4.93^{ab}	3.50^{b}	3.21^{b}	4.14^{b}	3.50^{b}
CC + LA* 0.002%	5.07^{ab}	4.50^{ab}	2.86^{b}	2.50^{b}	4.07^{b}	2.64^{b}
CC + LA 0.01%	4.71^{b}	4.36^{b}	2.93^{b}	2.64^{b}	4.00^{b}	2.71^{b}
SEM[1)]	0.223	0.208	0.335	0.302	0.252	0.298

*CC: calcium chloride, LA: lactic acid.

[1)]Standard errors of the mean (n=12), [2)](n=9).

[a,b]Values with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1 절 목표 달성도

연구 목표	연구 내용	달성도 (%)
천연 소재를 이용한 냉장 및 양념계육의 저장성 증진 기술 개발	- 냉장 및 양념계육의 미생물 오염도 평가	100
	- 냉장 및 양념계육의 안전성 확보를 위한 천연 추출물 농도 설정 및 chloride염 병용효과 시험	100
	- 저장안전성 시험 및 최적 조건 확보 시험	100
	- 산업화 및 현지 생산공정을 위한 실증 시험	100

2 절 관련분야에의 기여도

▶ 양념계육의 저장안전성이 확보되어 소비자들에게 품질이 우수하고 위생적인 제품 제공

▶ 본 과제의 성공적인 수행을 통해 냉장 및 양념계육의 유통안정성 확보방법을 수립하고 국내 외식업체가 진출한 현지에서 본 기술을 적용하여 한식세계화에 기여

▶ 산업적 측면에서는 계육의 유통기한 연장을 통한 유통 안정성 증대로 수출 및 내수시장에서 매우 유용

▶ 양념계육의 미생물 위해도 평가 및 고품질 양념육 생산으로 인한 국내 식품산업의 안전관리, 제조 및 유통기술 확립

▶ 국내에서 발생되고 있는 다양한 부산물을 이용한 소재의 다양화 및 산업화를 통한 제품개발로 생산성, 부가가치 증대효과 및 지역 농가소득 향상

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

▶ 냉장 및 양념계육의 수출을 위한 저장 안전성 확보를 통한 수출경쟁력 및 시장 확대

▶ 개발 기술에 대한 산업체와의 지속적인 연구협력으로 최적 상품화 조건 설정

▶ 재외국 진출 닭고기 업체의 저장기간 연장기술 도입을 통한 고품질화 및 유통기한 연장으로 한식 세계화에 기여

▶ 개발 기술 및 연구결과의 국내외 전문 학술지 발표로써 과학대중화 유도

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

* 해당사항 없음.

제 7 장 연구시설 · 장비 현황

연구기자재 및 연구시설	규 격	수 량	활용용도	보유기관	확보방안	비 고
Vacuum/Gas Packaging Machine		1	시료포장	충남대학교	기확보	
Incubator		2	실험준비	충남대학교	기확보	
Clean Bench/Equip.		2	미생물시험	충남대학교	기확보	
UV-Vis spectrophotometer		1	육질분석	충남대학교	기확보	
Walk-in-cooler		1	시료보관	충남대학교	기확보	
Deep Freezer		2	시료보관	충남대학교	기확보	
High Speed Centrifuge		1	분리	충남대학교	기확보	
항온수조		2	시료준비	충남대학교	기확보	
Homogenizer		1	시료균질	충남대학교	기확보	
Shaking incubator		1	시료준비	충남대학교	기확보	
High Performance Liquid Chromatography		1	정미성분분석	충남대학교	기확보	
Fume Hood		1	실험준비	충남대학교	기확보	
Microbalance		3	계량	충남대학교	기확보	
Gas Chromatography		1	냄새물질분석	충남대학교	기확보	
Vacuum evaporator		1	시료준비	충남대학교	기확보	
Texture Analyzer		1	조직감측정	충남대학교	기확보	
Ultrafiltration system		1	물질분리정제	충남대학교	기확보	

제 8 장 참고문헌

Bala, K., Marchall, R. T., Stringer, W. C., and Nauman, H. D. (1977). Changes of color aqueous beef extract caused by *Pseudomonas fragi*. *Journal of Food Protection,* 40, 824-827.

Cheftel, J. C., and Culioli, J. (1997). Effects of high pressure on meat: A review. *Meat Science,* 46, 211-236.

Cho, M., Bae, E. K., Ha, S. D., and Park, J. (2005). Application of natural antimicrobials to food industry. *Food Science and Industry,* 38, 36-45.

Chun-Lin, Y., De-Hui, D., and Wei-Lian, H. (2013). Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil from onion (*Allium cepa* L.). *Food Control,* 30, 48-53.

Elisa, L., Ignacio, Á, and Javier R. (2013). Improving the pressing extraction of polyphenols of orange peel by pulsed electric fields. *Innovative Food Science and Emerging Technologies,* 17, 79 - 84.

Eduvigis, R., Concepcion, S. M., and Begona, M. P. C. (2008). Characterisation of onion (*Allium cepa* L.) by products as foods ingredients with antioxidant and antibrowning properties. *Food Chemistry,* 1018, 907-916.

Fuentes, V., Ventanas, J., Morcuende, D., Estevez, M., and Ventanas, S. (2010). Lipid and protein oxidation and sensory properties of vacuum-packaged dry-cured ham subjected to high hydrostatic pressure. *Meat Science,* 85, 506-514.

Hinton, J. R. (1999). Inhibition of the growth of *Salmonella* Typhimurium ST-10 by propionic acid and chloride salts. *Food Microbiology,* 16, 401-407.

Jo, C., and Ahn, D. U. (2000). Production volatile compounds from irradiated oil emulsions containing amino acids or proteins. *Journal of Food Science,* 65, 612-616.

Jung, D. H. (1999). *Food Microbiology.* Sunjinmunhwasa, Seoul. pp. 215-218.

Jung, Y., Jung, S., Lee, H. J., Kang, M., Lee, S. K., Kim, Y. J., and Jo, C. (2012). Effect of high pressure after the addition of vegetable oil on the safety and quality of beef loin. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources,* 32, 68-76.

Kang, H. J., Chawla, S. P., Jo, C., Kwon, J. H., and Byun, M. W. (2006). Studies on the development of functional powder from citrus peel. *Bioresource Technology,* 97, 614-620.

Kang, H. J., Jo, C., Lee, N. Y., Kim, J. O., and Byun, M. W. (2004). Effect of gamma irradiation on microbial growth, electron donating ability, and lipid oxidation of marinated beef rib (*Galbi*) with different packaging methods. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition,* 33, 888-893.

Kim, C. R., and Kim, K. H. (2007). Quality evaluations of seasoning chicken containing pine needles during cold storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources,* 27, 47-52.

Kim, H. J., Jang, A., Ham, J. S., Jeong, S. G., Ahn, J. N., Byun, M. W., and Jo, C. (2007).

Development of ice cream with improved microbiological safety and acceptable organoleptic quality using irradiation. *Journal of Animal Science and Technology,* 49, 515-522.

Kim, H. J., Kang, M., and Jo, C. (2012). Combined effects of electron beam irradiation and addition of onion peel extracts and flavoring on microbial and sensorial quality of pork jerky. *CNU Journal of Agricultural Science,* 39, 341-347.

Kim, G. D., Jung, J. Y., Jung, E. Y., Seo, H. W., Kim, S. H., Kang, G. H., Choi, Y. H., and Joo, S. T. (2010). Effects of addition of green tea extracts on physicochemical properties of seasoned chicken with soy sauce during cold storage. *Korean Journal of Poultry Science*, 37, 265-273.

Kim, J. E., Kim, A. R., Kim, M. J., Park, S. N. (2011). Antibacterial, antioxidative and antiaging effects of *Allium cepa* peel extracts. *Applied Chemical Engineering,* 22, 178-184.

Kim, S. M., and Kim, E. J. (2005). Developments of rapid pickling meat using pickle carrier containing water-soluble mineral ions. *Food Industry and Nutrition,* 10, 54-65.

Ko, K. Y., Nam, K. X., Jo, C., Lee, E. J., and Ahn, D. U. (2011). A simple and efficient method for separating phosvitin from egg yolk using ethanol and salts. *Poultry Science,* 90, 1096-1104.

Lacroix, M., Caillet, S., and Shareck, F. (2009). Bacterial radiosensitivity by using radiation processing in combination with essential oil: Mechanism of action. *Radiation Physics and Chemistry,* 78, 567-570.

Lee, K. S., Park, K. S., Park, H. S., Choi, Y. J., Park, S. S., Jung, I. C., and Moon, Y. H. (2011). Changes in quality of pork meat seasoned with red wine during storage. *Journal of East Asian Society of Dietary Life,* 21, 74-81.

Lee, N. Y., Kim, Y. S., and Shin, D. H. (2003). Growth inhibitory effects of chloride salts and organic acid salts against food-borne microorganisms. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition,* 32, 1233-1238.

Lin, C. M., Takeuchi, K., Zhang, L., Dohm, C. M., Meyer, J. D., and Hall, P. A. (2006). Cross contamination between procesing equipment and deli meats by *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection,* 69, 71-79.

Meyer, A., Yi, O., Person, D., Waterhouse, A. L., and Frankel, E. (1997). Inhibition of human low-density lipoproteins oxidation in relation to phenolic antioxidants in grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 43, 1638-1643.

Park, J. Y., Na, S. Y., and Lee, Y. J. (2010). Present and future of non-thermal food processing technology. *Food Science and Industry,* 75, 1-20.

Raccach, M., and Henngsen, E. C. (1997). The effect of chloride salts on *Yersinia enterocolitica* in meat. *Food Microbiology,* 14, 431-438.

Reddy, K. A., and Marth, E. H. (1995). Microflora of cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride, or mixtures of sodium and potassium chloride. *Journal of Food Protection,* 58, 54-61.

Sofos, J. N. (1986). Growth inhibition activity and functionality of reduced sodium chloride and potassium sorbate in uncured poultry products. *Journal of Food Science,* 51, 16-19.

Song, B. S., Park, J. G., Kim, W. G., Kim, J. H., Choi, J. I., Yoon, Y., Byun, M. W., Kim, C. J., and Lee, J. W. (2009). Comparison of the quality of gamma ray- or electron beam-irradiated minced pork and pork patties. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources,* 29, 194-202.

WHO. (1994). Safety and nutritional adequacy of irradiated food, Geneva.

Yun, H., Kim, H. J., Jung, Y., Jung, S., Lee, J. W., and Jo, C. (2010). Effect of natural ingredients and red wine for manufacturing meat products on radiation sensitivity of pathogens inoculated into ground beef. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources,* 30, 819-825.

연구개발보고서 초록

<table>
<tr><td rowspan="2">과 제 명</td><td colspan="4">(국문) 냉장계육 및 양념계육의 저장기간 연장 관련 기술개발</td></tr>
<tr><td colspan="4">(영문) Development of method to shelf-life extension of refrigerated and seasoned chicken meat</td></tr>
<tr><td>연 구 기 관</td><td colspan="2">충남대학교</td><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td>(소속) 동물자원생명과학부</td></tr>
<tr><td>참 여 기 관</td><td colspan="2">㈜제너시스BBQ</td><td>(성명) 조 철 훈</td></tr>
<tr><td>연 구 비</td><td>계</td><td>80,000,000</td><td>총 연 구 기 간</td><td>2012. 11. 23 ~ 2013. 05. 22 (6개월)</td></tr>
<tr><td>참 여 연 구 원</td><td colspan="4">11명 (연구책임자: 1명, 책임연구원: 1명, 연구원: 4명, 연구보조원 5명)</td></tr>
</table>

○ 연구개발 목표 및 내용

- 목표 : 천연소재를 이용한 냉장 및 양념계육의 안전성 및 저장성 확보기술개발
- 내용
  - 냉장 및 양념계육의 미생물학적 위해도 평가 및 분석
  - 천연소재를 이용한 양념계육의 위생 및 저장 연장 기술 개발
  - 냉장 및 양념계육의 유통 안정성 확보 및 산업화

○ 연구결과

시판 및 유통되고 있는 냉장 및 양념계육의 미생물 오염도를 평가한 결과 약 4 log CFU/g의 미생물이 검출되었고, 저장성 증대를 위해 사용하고 있는 염지액에서도 약 3 log CFU.g이 검출되어 계육의 저장 안전성 확보가 필요한 것으로 확인되었다.

계육의 안전성 확보를 위한 천연 추출물 농도 설정을 위해 귤 및 양파껍질 추출물 ,젖산칼슘 ,포스비틴 등을 사용하여 포스비틴은 0.1%, 그 외 추출물은 2%의 농도로 설정하였고 이를 냉장 및 양념계육에 첨가하여 저장안전성을 평가하였다. 그 결과 귤껍질 추출물이 다른 첨가물에 비해 미생물을 감균시켰으나, 관능적인 측면에서 기호도가 저하시켜 이를 개선하기 위한 보완 연구가 요구되었다.

연구계획서 상 연구완료 후 기타 기술 및 소재를 이용한 연구가 추가적으로 진행되었다 .해외 유통을 위한 실증시험의 일환으로 대표적인 비열처리기술인 전자선 조사 및 초고압 처리와 귤껍질 추출물을 병용처리하여 계육의 품질 특성을 평가한 결과 미생물을 효과적으로 개선하였으나 ,관능적 품질을 저하시킨 것으로 나타났다. 유산균 발효액 첨가에 의한 결과도 유사하게 나타났다 .칼슘염 및 젖산 병용처리에 따른 계육의 품질 평가를 진행한 결과에서도 앞선 결과와 유사하게 나타났으나 이는 기존 염지액의 chloride가 더 가해지면서 신맛이 있는 lactic acid의 첨가에 따른 결과라고 판단되며, 염지액의 레시피 조절이나 최종 제품에서의 배합비를 조절한다면 미생물학적으로 안전하면서 관능적인 품질이 우수한 냉장계육이 개발될 것이라 판단된다.

○ 연구성과 및 성과활용 계획

- 냉장 및 양념계육의 수출을 위한 저장 안전성 확보를 통한 수출경쟁력 및 시장 확대
- 개발 기술 및 특허의 산업체 이전 및 개발제품의 상품화 추진
- 개발 기술 및 연구결과의 국내외 전문 학술지 발표로써 과학대중화 유도

※ 보고서 겉표지 뒷면 하단에 다음 문구 삽입

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 한식세계화 사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 한식세계화 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.