

GA 0258-0112



가

Study on the Improvement for Shelf-life of Chilled or  
Processed Meat by Hydrostatic Pressure Technique

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “초고압에 의한 신선육 및 가공육이 저장성 연장 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 년 11 월 10 일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 김 윤 지

세부연구책임자 : 이 남 혁

세부연구책임자 : 홍 석 인

연 구 원 : 김 윤 숙

연 구 원 : 장 종 근

연 구 원 : 홍 상 필

연 구 원 : 왕 순 남

연 구 원 : 손 서 연

# 요 약 문

## I. 제 목

초고압에 의한 신선육 및 가공육의 저장성 향상에 관한 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

초고압 처리 기술을 이용하여 식육의 숙성기간을 단축하고 미생물 수준을 최소화함으로써 냉장육의 유통기한을 연장시켜 경제적인 효과를 얻고 또한 대일 돈육 수출시 향상된 저장성으로 대외 국가 경쟁력을 증진시키고자 함. 또한 초고압 기술에 의한 새로운 육가공 제품 개발로 국내 육가공 제조기술 향상에 기여하고자 하였다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

### 1. 연구개발사업 목표

가. 비가열 처리공정인 초고압 기술이 냉장육의 저장성 연장 및 품질에 미치는 영향을 평가하여 초고압 기술 적용 가능성을 제시하고, 또한 양념육 제품의 위생성을 향상시키고 저장성을 연장하여 국내 내수용 제품의 품질 향상 및 수출용 제품제조에 기여하는 것이다.

나. 연차별 연구개발목표와 내용

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (1999)	초 고 압 기 술 적용 조건에 따 른 식육의 품질 변화 평가를 통 한 초고압 적용 조건 확립	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자료조사</li> <li>○ 압력조건(압력크기, 시간)이 육품질에 미치는 효과평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>-물리화학적 변화 측정을 통하여 초고압 처리 제품에 대한 다음과 같은 특성을 파악하고자 함.                   <ul style="list-style-type: none"> <li>① 조직감(초고압 처리를 하므로서 영향을 크게 받을 것으로 예상되어 압력조건에 따라 조직감의 변화를 기계적인 값으로 측정함)</li> <li>② 지방산패도(가압조건이 지방산화에 미치는 영향을 평가하여 저장성에 미치는 영향을 예측함)</li> <li>③ 육색변화(육색은 소비자가 구매시 제일 먼저 판단하는 기준이므로 육색의 변화를 측정하여 소비자의 구매력에 영향을 미치는 작업 범위를 설정하기 위함)</li> <li>④ 보수성(초고압이 보수력에 미치는 영향을 측정함)</li> <li>⑤ 영양성분 변화(압력조건이 육의 영양성분 즉 주로 지방산 조성, 비타민 E 함량 변화를 측정함)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>-미생물 변화 측정               <ul style="list-style-type: none"> <li>총균수를 측정하여 압력에 따른 미생물 수의 변화를 평가하고 압력처리가 저장성에 미치는 영향을 평가함.</li> </ul> </li> <li>○ 초고압 조건에 따른 식육의 단백질 구조 및 조직특성 변화 측정               <ul style="list-style-type: none"> <li>-현미경적 구조 변화 측정과 관능적, 기계적 조직감 변화간의 상호관계를 평가하여 초고압이 단백질 구조 변화에 미치는 영향과 이와 관련된 관능적 특성을 관련지어 적합한 작업조건을 설정하도록 함.</li> </ul> </li> <li>○ 가공제품 생산 기술개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>-최근 빠르게 성장하고 있는 양념육은 저장성이 낮아 유통상에서 제한요소로 작용되고 있으며, 대부분 양념육은 좋은 품질의 고기를 사용하지 않으므로 초고압 처리를 하여 저장성 및 품질(연도)에 미치는 영향 평가함.</li> </ul> </li> </ul>

<p>2차년도 (2000)</p>	<p>초고압 과정을 거친 식육의 저장 중 특성변화 및 경제성 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 품질특성평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>-초고압을 처리할 경우 일반 숙성과정에 소요되는 시간을 많이 절약하면서 원하는 정도의 연도를 제공할 수 있지만 숙성과정 동안 생성되는 풍미에 차이가 있을 것으로 예상되어 이들간의 차이를 평가하고 소비자의 기호성에 맞는 제품을 생산하기 위한 방안을 모색함.</li> <li>-계획하고 있는 방법은 짧은 숙성과정과 초고압 처리를 적절히 조합하여 해결하고자 함.</li> </ul> </li> <li>○ 소비자 특성조사 <ul style="list-style-type: none"> <li>-소비자를 대상으로하여 초고압기술에 의해 생산된 생육의 소비자 특성을 조사하여 제품의 특성을 평가함.</li> </ul> </li> <li>○ 가압 후 진공 포장된 냉장육의 저장 중 품질변화 평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>-물리화학적 변화 측정 <ol style="list-style-type: none"> <li>① 조직감(저장중 조직감의 변화를 기계적인 값으로 측정함)</li> <li>② 지방산패도(가압처리에 따라 지방산화에 미치는 영향을 평가하여 저장성에 미치는 영향을 예측함)</li> <li>③ 육색변화(저장 중 육색의 변화를 기계적인 값으로 측정)</li> <li>④ 보수성(보수력 변화를 측정하여 일반육과 비교함)</li> <li>⑤ 영양성분 변화(압력조건에 따라서 육의 영양성분 즉 주로 지방산 조성, 비타민 E 함량 변화를 저장 동안 측정함)</li> </ol> </li> <li>-미생물 변화 측정</li> </ul> </li> <li>○ 경제성 평가 <ol style="list-style-type: none"> <li>① 비용설정 : 신기술적용에 따른 추가비용 추정 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 설비 추가비용</li> <li>· 운영비 추가비용</li> </ul> </li> <li>② 수익추정 : 신기술 적용에 따른 추가수익 추정 제품의 안전성 증대 및 품질 개선에 따른 가격 상승 효과</li> <li>③ 사회적 순편익 추정</li> </ol> </li> </ul>
------------------------	--	---

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 압력조건이 육품질에 미치는 효과

비숙성우육을 100 ~ 250 MPa 압력으로 5분간 처리한 결과 압력처리가 TBA, VBN가 변화에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 평가되었다. 육색의 경우 150 MPa 이하의 압력을 처리한 경우 대조구와 차이가 없는 것으로 나타났다. 총균수 변화에서 대조구와 비교하여 100 MPa 처리구는 압력효과가 없는 것으로 나타났으며 150 MPa 이상의 압력을 처리한 경우는 대조구보다 1 log 정도 총균수가 감소한 것으로 나타났다.

##### 2. 초고압 조건에 따른 식육의 단백질 구조 및 조직특성 변화 평가

도살직후의 신선육을 100 ~ 250 MPa로 처리한 후 근원섬유 단백질의 용해도, 근육의 Ca-ATPase 활성의 변화, Mg-ATPase 활성의 변화 평가 및 광학현미경과 전자현미경으로 근조직을 관찰하였다. 0.6M KCl에 대한 용해도는 고압처리함에 따라서 저하하는 경향을 나타내었고, Ca-ATPase활성과 Mg-ATPase의 경우 압력처리에 따라 150 MPa까지 증가하다가 200 MPa 처리구에서 급격히 저하하는 경향을 나타내었다. 근원섬유를 광학현미경으로 관찰하면 대조구는 얼룩무늬가 뚜렷한 긴 섬유상의 모양이 관찰되었으나 압력처리에 따라 얼룩무늬도 서서히 없어짐과 동시에 짧은 섬유들이 한군데 모이는 현상이 관찰되었으며, 250 MPa에서는 완전히 얼룩무늬는 소실되고 형태만 남아있는 근원섬유 집단이 관찰되었다. 전체적인 근조직을 전자현미경으로 관찰하면, 대조구에 있어서는 확실한 섬유다발의 형태를 띄고 있었으나, 기압이 높아짐에 따라 흐트러지고 가늘어지는 현상이 뚜렷하였다. 이처럼 고압처리를 할수록 근원섬유의 Ca-ATPase 활성 저하, 형태 변화, 근육의 미세구조 변화 등이 급격히 일어나는 결과로부터 고압처리 함에 따라 근원섬유의 내부구조의 파괴 및 근원섬유를 구성하고 있는 단백질의 변성도 일어나는 것으로 사료되었다.

##### 3. 가공제품 생산기술 개발

양념육제품의 저장성을 연장하기 위하여 초고압기술을 적용하였다. 상품화된 양념을 0.3 mm 두께로 썰어진 우 또는 돈육 등심에 잘 섞은 다음 500 g 씩 알루미늄 라미

네이트된 파우치에 진공포장하였다. 포장된 양념육을 300, 400, 500 MPa에서 20분간 압력 처리한 다음 10℃에 저장하면서 총균수, VBN, TBA, 관능검사를 실시하였다. 저장 16일째의 시료에서 대조구는 6 log 수준, 500MPa 처리구는 1 log 이하의 총균수를 나타내었다. 저장 동안 압력 처리에 따른 TBA, VBN가의 변화는 유의하지 않았으며 우육의 경우 500 MPa 처리구, 돈육의 경우 400 MPa 처리구가 가장 좋은 기호도를 나타내었다.

#### 4. 풍미 특성평가

초고압 처리된 우육의 향기성분을 GC-MSD로 분석한 결과 향기성분 중 pentanal, hexanal, heptanal 등 aldehyde류는 대조구와 비교하였을 때 100 MPa 처리시 증가하였다가 압력이 높아질수록 감소하여 200 MPa에서는 대조구 보다 낮아지는 경향을 보였다. 전체적인 우육의 향기성분 함량은 처리 압력에 관계없이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 처리 압력 별로 향기성분을 정량적으로 분석하였을 때 전체 향기성분의 함량은 100 MPa을 처리한 시료가 가장 높은 것으로 나타났으나 150 MPa 처리시의 전체 향기성분의 함량도 거의 비슷한 수준을 보였다. 그러나 200 MPa 이상 처리시 향기성분은 대조구보다 적은 함량을 보여 우육을 높은 압력에서 처리하는 것이 향기성분의 소실을 초래함을 알 수 있었다. 저장기간이 증가할수록 대부분의 향기성분의 함량은 감소추세를 보였으며 특히 저분자량을 가지는 향기성분은 저장기간이 증가할수록 소실되는 경향이 뚜렷하여 저장기간의 증가가 고압처리 우육의 향기성분함량에 영향을 미침을 알 수 있었다. 이러한 경향을 보이는 대표적인 성분은 aldehyde로 pentanal에서 decanal에 이르기까지 저장기간의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

#### 5. 소비자 특성조사

소비자 조사를 통하여 고압처리 우육의 특성을 조사한 결과, control 구는 숙성이나 고압처리를 거치지 않은 신선육으로서 color에 있어서는 우수하였지만 조직감이 질기다는 평가를 받았으며, juiciness 면에서도 낮은 평가를 받았다. 100 MPa 압력을 5분간 적용하였을 경우 color에 있어서는 대조구와 차이가 없었으나, 조직을 연화하기에는 부족한 것으로 평가되었으며, 150 MPa 처리구에서는 color에 있어서 대조구와 차이가 유의하지 않았고 연도는 크게 향상된 것으로 나타났다. 보수력도 가장 우수한

것으로 평가되어 전반적인 기호도에서 가장 좋은 평가를 받았다. 반면 200 MPa 처리구는 color에 있어서 다른 처리구와 유의하게 열등한 것으로 나타났고 texture도 단단하다는 평가를 받았고 juiciness 면에서도 열등하게 평가되어 전반적인 기호도가 낮은 것으로 평가되었다. 따라서 소비자 평가에서는 150 MPa 처리에 따라 texture, juiciness 면에서 향상 효과가 나타나 전반적인 기호도가 가장 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 압력처리가 비숙성육의 소비자 품질 향상에 기여함을 알 수 있었다.

#### 6. 초고압 처리 냉장육의 저장 중 품질변화 평가

압력처리가 생육의 저장성 및 품질변화에 미치는 영향을 평가하고자, 냉장 우육의 저장중 총균수, VBN가, TBA가, 육색, 조직감, 지방산, Vit. E를 분석하였다. 압력은 50, 100, 150, 200 MPa로 5분간 처리한 후, 4℃에서 21일동안 저장하였다. 총균수는 150 MPa까지는 대조구와 크게 차이가 없으나, 200 MPa의 경우 뚜렷한 차이를 보였다. VBN가와 TBA가는 압력처리에 따른 효과는 크지 않은 것으로 나타났다. 육색의 경우 L값, a값, b값 모두 크게 변화가 없어( $p < 0.05$ ), 200 MPa까지는 압력처리가 생육의 육색변화에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 조직감은 200 MPa의 경우 다소 연해졌고, Vit. E와 지방산의 경우도 압력에 따른 변화가 없어( $p < 0.05$ ), 압력처리가 영양성분을 그대로 유지함을 알 수 있었다. 따라서 초고압 처리기술은 영양성분과 품질을 그대로 유지하면서도 연육효과가 있고, 살균효과에 따른 유통기한 연장으로 인하여 위생적이고 품질이 좋은 냉장육을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 7. 경제성 평가

초고압 살균제품의 소비자의 지불의사를 조사한 결과 양념돈육의 경우 기존제품 가격 4,500원/kg보다 1,020원/kg이 높은 5,520원/kg으로 조사되었으며, 쇠고기의 경우 기존 28,000원/kg보다 15% 높은 32,000원/kg으로 조사되었다. 초고압으로 살균한 양념돈육의 경우 업체가 직면하는 수요곡선이 소비자조사 결과 나타난 수요곡선과 같은 형태라면 초고압으로 살균한 양념돈육제품의 소비자 가격을 5,000원/kg으로 책정하였을 때 기업의 이윤을 최대화 할 수 있으며, 이때



이윤은 2억8천1백만원으로서 살균하지 않고 4,500원/kg에 더 많은 양을 판매할 때보다 1억9천만원의 이윤증가가 예상되었다.

초고압으로 살균한 쇠고기의 경우 업체가 직면하는 수요곡선이 소비자조사 결과 나타난 수요곡선과 같은 형태라면 초고압으로 살균한 쇠고기제품의 소비자가 30,800원/kg으로 책정하였을 때 기업의 이윤을 최대화 할 수 있으며, 이때의 이윤 17억2천만원으로서 살균하지 않고 28,000원/kg에 더 많은 양을 판매할 때보다 7억87백만원의 이윤증가가 예상되었다.

## SUMMARY

### I. Title

Study on the Improvement for Shelf-life of Chilled or Processed Meat By Hydrostatic Pressure Technique

### II. Objectives and the Significance of the Research

The main objective of this study was to extend shelf-life of chilled meat, which is important technical factor in export and distribution in domestic, by hydrostatic pressure techniques. This technique is known as efficient method in reduction of microorganism levels of foods without losing flavors and nutrients. Also, to improve quality of *Bulgogi* products, hydrostatic pressure technique was applied to *Bulgogi* product. And then extension of shelf-life and change of physico-chemical and sensory characteristics were evaluated.

### III. Research Scope

#### 1) Effect of pressure conditions on meat quality

##### A) Determination of physico-chemical characteristics

- ① Texture
- ② TBA value
- ③ VBN value
- ④ Color
- ⑤ Water holding capacity
- ⑥ Determination of nutrient contents (fatty acid, vitamin E)

##### B) Total plate counts

#### 2) Determination for change of protein structure and texture depending on

- hydrostatic pressure technique
- A) Evaluation of structural changes on microscope
  - B) Evaluation for textural changes
- 3) Development of technology for processed meat products
- A) Effect of hydrostatic pressure treatment on shelf-life of *Bulgogi*
  - B) Effect of hydrostatic pressure treatment on quality of *Bulgogi*
- 4) Determination of flavor profiles
- A) Comparison of flavor profiles between hydrostatic pressure treated and untreated meat
  - B) Evaluation of flavor profile of meat hydrostatic pressure treated after storage for short period
- 5) Consumer's test
- Determination of color, flavor, texture and overall acceptability
- 6) Determination of quality change for hydrostatic pressure treated chilled meat during storage
- A) Determination of physico-chemical characteristics
    - ① Texture
    - ② TBA value
    - ③ VBN value
    - ④ Color
    - ⑤ Water holding capacity
    - ⑥ Determination of nutrient contents (fatty acid, vitamin E)
  - B) Total plate counts
- 7) Economic analysis
- A) Estimation of cost: Assumption of additional cost due to application of new technique

- Additional cost for equipments
  - Additional cost for operating
- B) Estimation of benefits
- C) Estimation of social benefits

#### IV. Results & suggestion

##### 1. Effect of Hydrostatic Pressure Condition on Meat Qualities

There was no significant change of TBA and VBN value of beef with hydrostatic pressure treatment (100 ~ 250 MPa, for 5 min). Also meat color was not significantly changed compared to control when hydrostatic pressure treatment has been done with under 150 MPa for 5 min. In total plate counts, hydrostatic pressure treatment with 100 MPa was not effective in decrease of total plate counts. However total plate counts of beef treated with above 150 MPa was decreased about 1 log compared to control.

##### 2. Evaluation of Muscle Protein Structure and Characteristics of Texture of Meat Depending on the Hydrostatic Pressure Treatment

Hydrostatic pressure induced physicochemical changes of beef loin were observed. Solubility of myofibrillar protein(Mf) in 0.6 M KCl-20 mM tris buffer (pH 7.0) was decreased after exposure to 100-250 MPa. Mf Ca-ATPase activity was slowly decreased with increasing pressure up to 200 MPa, but decreased remarkably with 250 MPa. Structural change of myofibril in loin muscle treated with hydrostatic pressure was observed through optical microscope. Myofibril without hydrostatic pressure, treated with 100, 200, and 250 MPa was observed clear long filament, original myofibril but short, aggregation of skeletal protein, and losing spot but aggregated Mf, respectively. Also overall muscle structure was observed through scanning electron microscope. Myofibril without hydrostatic pressure was type of myofibril bundle. However myofibril bundle loin muscle

treated with 100 MPa was dispersed and 150 MPa treated one showed phenomenon which myofibril filament in loin muscle became thin. The higher pressure applied to myofibril, the thinner filament bundle observed. With above results, we considered the high hydrostatic pressure (250 MPa) induced destruction of myofibril ultrastructure and denaturation of protein composed of myofibril.

### 3. Development of Hydrostatic Pressure Technique for Processed Meat Products

To increase shelf-life of *Bulgogi*, hydrostatic pressure was applied to the product. Beef and pork loin were obtained from slaughtering house and sliced 0.3mm thick. Commercial seasoning mix for *Bulgogi* was added to sliced meat and mixed well. And then 500 g of meat (*Bulgogi*) was vacuum-packaged with Al laminated pouch, treated with hydrostatic pressure at 300, 400, or 500 MPa for 20 min, and stored at 10°C. Total plate counts (TPC), VBN, TBA, and sensory characteristics of *Bulgogi* were observed during storage. TPC was significantly reduced with hydrostatic pressure treatment, so TPC of 500 MPa treated sample and control were below  $1 \times 10^1$  and  $2 \times 10^5$  c.f.u./g respectively after 16 days storage. There was no significant change of VBN and TBA value among treatments. In sensory characteristics, 500 MPa treated *Bulgogi* (beef) and 400 MPa treated *Bulgogi* (pork) showed the highest overall acceptability due to texture and taste.

### 4. Evaluation of Meat Flavor Profiles Depending On the Hydrostatic Pressure Treatment

Flavor components of hydrostatic pressure treated beef was analyzed with GC-MSD. Among flavor components, aldehydes such as pentanal, hexanal, and heptanal in 100 MPa treatment was increased compared to control, but in 200 MPa treatment was decreased. There was no significant differences in content of flavor components with magnitude of pressure treated. In quantitative analysis of flavor components of hydrostatic pressure treated beef, content of total flavor components was the most in 100 and 150 MPa treatment. However beef treated with over 200 MPa hydrostatic pressure showed less in content of total flavor components. The

longer storage day, the less content of total flavor components was observed. Especially, low-molecular-weight flavor components was decreased significantly with increasing the storage day. Typical component showed above trend was aldehydes (pentanal through decanal).

#### 5. Sensory Test for Consumers

Sensorial characteristics of hydrostatic pressure treated beef were evaluated, control through consumer's test. Control which was not hydrostatic pressure treated beef was evaluated among treatment as the best in color, but the worst in texture and juiciness. For 100 MPa/5min treatment was evaluated that there was no significant difference with control in color and texture, but 150 MPa/5min treatment was evaluated that no significant difference in color but better juiciness and overall acceptability compared to control. In contrast, 200 MPa/5min treatment was evaluated that color, texture, juiciness and overall acceptability were poor compared to other treatment used in this experiment. Therefore, we considered that 150 MPa/5min treatment could give better texture, juiciness and overall acceptability for beef.

#### 6. Evaluation for Quality Changes of Chilled Meat Treated with Hydrostatic Pressure

To evaluate effect of hydrostatic pressure treatment on the shelf-life and meat quality of chilled beef, total plate count, VBN, TBA, color, texture, composition of fatty acid and content of vitamin E were analyzed during storage. Hydrostatic pressure (50, 100, 150 and 200 MPa for 5 min) was treated for beef, and then stored at 4°C for 21 days. In total plate count, 150 MPa treatment was not showed significant difference, but 200 MPa treatment was from control. There was no significant difference in VBN, TBA value, meat color, fatty acid composition and content of vitamin E among treatments during storage ( $p < 0.05$ ). About texture, 200 MPa treatment showed softer texture than other treatments. Therefore, we considered hydrostatic pressure technique can be used for extending shelf-life and providing good quality of chilled meat

## 7. Economic Analysis of Hydrostatic Pressure Technique

The consumer survey showed that the consumers' willingness to pay (WTP) for *Bulgogi* (pork) treated with hydrostatic pressure was 5,520 won/kg, which is higher than existing product price of 28,000 won/kg by 1,020 won/kg. In case of chilled beef treated with hydrostatic pressure, consumers were willing to pay 4,000 won/kg more per kg. If the producers face same market demand curve, producers profits are maximized at the price of 5,000 won/kg and 30,800 won/kg for *Bulgogi* (pork) and chilled beef, respectively. Optimum profits increase by 190 million wons and 1,720 wons while demand for product decrease with the increases of prices.

# CONTENTS

SUBMIT REPORT .....	1
SUMMARY .....	9
CONTENTS .....	15
Chapter 1, Introduction .....	19
Section 1, Objectives and the Significance of the Research .....	19
Section 2, Review for Application of Hydrostatic Pressure Techniques in Food Industry .....	21
Chapter 1, Materials & Method .....	27
Section 1, Effect of Hydrostatic Pressure Condition on Meat Qualities .....	27
Section 2, Evaluation of Muscle Protein Structure and Characteristics of Texture of Meat Depending on the Hydrostatic Pressure Treatment .....	28
Section 3, Development of Hydrostatic Pressure Technique for Processed Meat Products .....	30
Section 4, Evaluation of Meat Flavor Profiles Depending On the Hydrostatic Pressure Treatment .....	31
Section 5, Sensory Test for Consumers .....	32
Section 6, Evaluation for Quality Changes of Chilled Meat Treated with Hydrostatic Pressure .....	32
Section 7, Economic Analysis of Hydrostatic Pressure Technique .....	34
Chapter 3, Results & Discussion .....	35
Section 1, Effect of Hydrostatic Pressure Condition on Meat Qualities .....	35
Section 2, Evaluation of Muscle Protein Structure and Characteristics of Texture of Meat Depending on the Hydrostatic Pressure Treatment .....	38
Section 3, Development of Hydrostatic Pressure Technique for Processed	



Meat Products .....	43
Section 4, Evaluation of Meat Flavor Profiles Depending On the Hydrostatic Pressure Treatment .....	51
Section 5, Sensory Test for Consumers .....	63
Section 6, Evaluation for Quality Changes of Chilled Meat Treated with Hydrostatic Pressure .....	64
Section 7, Economic Analysis of Hydrostatic Pressure Technique .....	72
References .....	95
Appendix 1, Consumer Survey of Chilled Beef .....	103
2, Consumer Survey of <i>Bulgogi</i> (Pork) .....	111

# 목 차

제 출 문 .....	1
요 약 문 .....	2
SUMMARY .....	9
CONTENTS .....	15
목 차 .....	17
제 1 장 서 론 .....	19
제 1 절 연구개발의 목적과 범위 .....	19
제 2 절 식품산업에서 초고압기술의 이용 현황 .....	21
제 2 장 재료 및 방법 .....	27
제 1 절 압력조건이 육품질에 미치는 효과 .....	27
제 2 절 초고압 조건에 따른 식육의 단백질 구조 및 .....	28
제 3 절 가공제품 생산기술 개발 .....	30
제 4 절 풍미 특성평가 .....	31
제 5 절 소비자 특성조사 .....	32
제 6 절 초고압 처리 냉장육의 저장 중 품질변화 평가 .....	32
제 7 절 경제성 평가 .....	34
제 3 장 연구수행 내용 및 결과 .....	35
제 1 절 압력조건이 육품질에 미치는 효과 평가 .....	35
제 2 절 초고압 조건에 따른 식육의 단백질 구조 및 조직 .....	38
제 3 절 가공제품 생산 기술 개발 .....	43
제 4 절 풍미특성 평가 .....	51
제 5 절 소비자 특성조사 .....	63
제 6 절 초고압 처리 냉장육의 저장 중 품질변화 평가 .....	64
제 7 절 경제성 평가 .....	72

참고문헌 .....	95
초고압처리 쇠고기의 소비자 선호도 평가 .....	103
초고압살균 돼지고기 양념육의 소비자의 선호도 평가 .....	111

# 제 1 장 서 론

## 제 1절 연구개발의 목적과 범위

### 1. 연구개발의 목적

초고압 처리 기술을 이용하여 식육의 숙성기간을 단축하고 미생물 수준을 최소화함으로써 냉장육의 유통기한을 연장시켜 경제적인 효과를 얻고 또한 대일 돈육 수출시 향상된 저장성으로 대외 국가 경쟁력을 증진시키고자 함. 또한 초고압 기술에 의한 새로운 육가공 제품 개발로 국내 육가공 제조기술 향상에 기여하고자 하였다

### 2. 연구개발의 범위

#### 1) 압력조건(압력크기, 시간)이 육품질에 미치는 효과평가

##### 가) 물리화학적 변화 측정

- ① 조직감 측정
- ② 지방산패도 측정
- ③ 육색변화 변화 평가
- ④ 보수성 평가
- ⑤ 영양성분 변화 평가 (지방산 조성, 비타민 E 함량 변화)

##### 나) 미생물 변화 측정

총균수를 측정하여 압력에 따른 미생물 수의 변화 평가

#### 2) 초고압 조건에 따른 식육의 단백질 구조 및 조직특성 변화 측정

##### 가) 현미경적 구조 변화 측정

##### 나) 조직감 변화 평가

#### 3) 가공제품 생산 기술개발

가) 초고압 처리가 양념육의 저장성에 미치는 효과 평가

나) 초고압 처리가 양념육의 품질에 미치는 효과 평가

4) 풍미특성평가

가) 초고압 처리육과 숙성육간의 풍미 비교 평가

나) 짧은 숙성과정과 초고압 처리 조합에 따른 풍미 평가

5) 소비자 특성 조사

- 외관, 풍미, 연도 전반적 기호도에 관한 평가

6) 초고압 처리 냉장육의 저장 중 품질변화 평가

가) 물리화학적 변화 측정

① 조직감 측정

② 지방산패도 측정

③ 육색변화 변화 평가

④ 보수성 평가

⑤ 영양성분 변화 평가 (지방산 조성, 비타민 E 함량 변화)

나) 미생물 변화 측정(총균수 평가)

7) 경제성 평가

가) 비용설정 : 신기술적용에 따른 추가비용 추정

· 설비 추가비용

· 운영비 추가비용

나) 수익추정

다) 사회적 순편익 추정

## 제 2 절 식품산업에서 초고압기술의 이용 현황

### 1. 국내·외 현황

#### A. 국내 동향

국내에서는 초고압 장치를 보유하고 있는 식품관련 업체 및 연구소는 약 4곳으로 녹즙의 저장성 연장을 위한 연구, 김치 제품의 살균효과, 무취마늘 제조, 장류에 대한 연구가 수행되어졌다. 아직까지 국내에서는 초고압에 관련된 논문발표는 미진한 실정이며 위에서 언급한 수행된 연구와 관련하여 소수의 특허가 출원되어 있다.

초고압기술을 육류에 적용한 연구는 국내에서 아직 수행되어 있지 않은 실정이다. 최근에 발효 전통식품에 초고압 기술을 적용하는 연구가 진행되고 있으나 국내의 초고압 연구 현황이나 기술사용 수준은 초기단계라고 할 수 있다.

초고압 장치는 초기 설치비용이 비싸다는 단점으로 국내 식품 업계에서 아직 실용화되고 있지 않은 실정이지만 새로운 형태의 가공식품이나 소재, 위생적 처리에 대한 요구가 높아지고 있는 경향이므로 관심을 가져야 할 기술로서 인지되고 있다.

#### B. 국외 연구 동향

초고압 처리기술의 식품산업기술 관련 연구와 이용 현황을 특성별로 분류하여 설명하면 다음과 같다.

##### 1) 식품의 관능적 품질(sensory quality)

고압처리에 의한 관능적 품질변화는 식품의 형태에 따라 다양하다. 예를 들어 닭고기의 근육조직과 생선살은 유백색으로 불투명해지고, 소고기는 연해진다. 일반적으로 신선한 고기는 다소 질기기 때문에 약 2주간 냉장온도에서 저장하여 연화시킬 필요가 있는데, 고압처리로 신선육을 연화시킬 경우 단 10분이면 충분하다. 이때 육색에 대한 변화가 가장 큰 관심사인데 압력 조건에 따라서 육색의 변화에 대한 소비자 인식 정도는 매우 차이가 있다. 고압처리한 소의 longissimus 근육은 근원섬유 분절(sarcomere)길이가 짧아지고, pH가 낮아지며, Warner-Bratzler 값이 감소한다. 고압에 의한 근육조직의 물리적 변화는 근초(sarcolemmal)와 근섬유막(endomysial sheath)의 분리, 힘줄(bands)의 수축, 근원섬유(myofibrilla)와 근원섬유간 공간(intermysofibrillar space)의 분해 등이 일어나다고 보고하고 있다. 또한 가압처리후 glycogen 입자는 없어지고, 팽창된 mitochondria와 sacroplasmic

reticulum이 나타나고, 어떤 경우에는 mitochondria가 분해되기도 한다. 이와 같이 고압처리에 의한 근육조직의 물리화학적 상호작용에 의해 고기의 연화효과가 나타나는 것이며, 한편으로 고압에 의해 근육내부의 단백질 분해효소가 활성화되어 육질의 연화를 유발하기도 한다. 고압에 의해 전분과 단백질의 구조가 변화하는 것을 이용하여 짬을 몇 분내에 조리할 수도 있고, 자몽 주스를 고압처리하여 기존의 가열처리에서 나타나는 limonene에 의한 쓴맛이 나타나지 않도록 하며, 복숭아와 배를 4100 atm에서 30분간 처리하여 5년간 무균상태로 유지하기도 하였다. 살균하지 않은 오렌지 주스를 고압처리할 경우 매우 신선한 풍미를 그대로 유지하는 동시에 vitamin C의 손실 없이 약 17개월 동안 저장할 수 있었고, 일본에서는 딸기 잼이나 소오스, 오렌지 마말레이드를 제조하는데 고압처리를 이용하기도 하였다. 즉, 적당한 플라스틱 용기에 과일, 과일 주스, 설탕, 산미제(acidulant) 등의 원재료를 섞어 넣고 덮개를 덮은 후 4000-6000 atm으로 1-30분간 가압하면 딸기 잼의 경우 4000 atm에서 15분, 딸기 퓨레(puree)는 4000 atm에서 10분간 가압하면 된다. 고압처리로 만든 잼은 가열에 의해 만든 잼과 달리 신선한 과일의 맛과 색을 그대로 지니며, 기존의 상품화된 잼과 마찬가지로 고압에 의해 설탕 용액이 과일 내부로 침투하게 되어 맛에 있어서 차이가 없다. 가압처리시 감과 같은 과일은 연화되면서 투명해지고 단맛이 증가하는 반면, 사과, 배, 감자, 고구마 등의 과일 채소류는 고압처리 후 급속히 검게 변색된다. 예를 들어 얇게 썰은 배를 4000 atm으로 25℃에서 10분간 고압처리하면 30분 이내에 검은 색으로 변하는데, 이는 과육에 존재하는 갈변효소의 활성화와 관련이 있는 듯하다. 즉, 고압처리한 과일, 채소의 polyphenol oxydase(PPO) 활성은 신선한 것에 비해 약 5배 가량 증가하며, PPO의 활성은 가압처리를 반복하더라도 증가하지 않는다. 한편 감자, 근채류, 고구마 등의 조직감은 상온에서 5000 atm으로 15분간 고압처리했을 때 상당히 연화되지만, 감자의 경우 효소적 갈변도 촉진되었다. 압력에 의해 PPO가 불활성화되는 것은 처리시 가압매체, 과일 및 채소의 종류에 따라 다르다. 예를 들어 4000 atm, 50℃에서 탈이온수(deionized water), Ca<sup>2+</sup>나 CO<sub>2</sub>를 함유한 물에서는 PPO가 불활성화되지 않지만, 0.5% 구연산 용액에서는 불활성화되어 4000 atm, 20℃에서 10분간 처리시 완전히 불활성화되었다.

이상에서 언급한 것 외에 고압처리에 의해 과일의 benzaldehyde 함량이 증가할 수도 있는데, 이와 같은 benzaldehyde의 증가는 과일의 향미 품질에 영향을 줄 수 있다.

## 2) 단백질의 겔화(gelation)

계란의 난황부분을 25℃, 4000 atm으로 30분간 가압처리하면 gel을 형성하고, 5000 atm에서는 난백이 부분적으로 응고하면서 불투명해지다가 6000 atm에서는 완전한 gel을 형성한다. 압력에 의해 형성된 gel은 본래의 향미를 지니며, 비타민이나 아미노산의 손실이 없고, 열에 의해 형성된 gel에 비해 소화하기도 쉽다. 특히 압력에 의해 형성된 난황과 난백의 gel은 열에 의해 형성된 gel에 비해 본래의 색을 그대로 유지하면서 광택을 띠고 부드러우며 점착성(adhesiveness)을 지닌다. 이때 압력이 증가할수록 gel의 강도는 증가하는 반면 점착성은 감소하는데, 가장 강한 gel은 5000 atm에서 형성되며 가열로 형성된 gel과 비교하면 1/6배의 강도를 지닌다. 또한 압력에 의해 생성된 gel은 가열 gel에 비해 검성질(gumminess)이 현저하게 작고, 6000-7000 atm에서 형성된 난백 gel은 부서지지 않으면서 신속하게 변형되며, 압력이 증가할수록 응집성(cohesiveness)이 증가한다. 삶은 계란은 종종 황(sulfur) 냄새를 풍기며 조리시 생성되는 lysinoalanine을 함유하지만, 가압처리한 계란은 황 냄새나 lysinoalanine을 함유하지 않는다. 특히 lysinoalanine은 장에서 3차원 구조물을 형성하여 단백질 분해 효소의 작용을 방해하고, 이로 인하여 인체 내에서 아미노산의 이용율이 떨어지기도 한다. 더욱이 삶은 계란에서는 riboflavin, folic acid, thiamine 등의 비타민류가 파손되지만 고압처리한 계란에서는 이들 비타민이 아무런 영향을 받지 않는다. 한편 carrageenan, ovalbumin, 콩 단백질 gel의 녹는점은 처리압력이 증가할수록 감소하는데, 이는 고압에서 불안정한 gel을 형성한다는 것을 나타낸다. 이에 반해 agarose나 gelatin gel은 압력이 증가할수록 녹는점이 증가한다. 일본에서는 대구, 정어리, 가다랭이, 참치 등을 원료로 하는 surimi의 겔화에 4000 atm의 정수압을 이용한다. 오징어를 이용한 surimi의 경우 추출한 근육 단백질을 6000 atm으로 가압하여 얻을 수 있는데, 압력에 의해 생성된 surimi gel은 가열 형성한 gel에 비해 관능적으로 우수하다고 함. 일반적으로 이러한 겔화 반응은 작은 크기의 고기나 생선살을 뭉치는데 사용할 수 있고, 잘게 다진 생선살이나 뼈를 제거한 고기의 재성형시, 또는 surimi나 surimi 조각을 성형하여 유사 해산물(seafood analogue) 제품을 제조하는데에도 이용될 수 있으며 0℃ 이하에서 gel을 형성하면서 동시에 상업적 멸균이 가능하도록 하는 방법으로서 초고압 처리에 대한 관심이 증가되고 있다. 고압에 의한 gelation 기작은 가열에 의한 것과는 다르다. 즉, 고압처리에 의한 gelation은 단백질 용액의 부피 감소에 기인하는 반면, 가열 gelation은 단백질 분자의 활발한 움직임에 의해 비공유결합이 분해되고 변성되면서 무작위적인 망상구조를 형성한다. 이때 가열에 의한 gel은 불투명하지만, 압력에 의한



gelation에서는 아미노산 잔기를 둘러싸고 있는 물 분자가 재배치되므로서 광택이 나고 투명한 gel 형성할 수 있다.

### 3) 품질 및 기능성 향상

고압처리의 영향으로 식품 분자내 공유결합은 남아있으나 비공유결합은 파괴된다. 따라서 가압처리는 육류 단백질의 소화성(digestibility)을 증가시키며, 단백질의 생물학적 가치나 이용효율을 상압에서 연화처리한 육류 단백질과 동일하게 만든다. 일반적으로 채소를 뜨거운 물로 데치기(blanching)할 때 효소는 불활성화되지만, 가열에 의해 조직이 손상될 뿐만 아니라 영양소가 용출되어 BOD가 높은 폐수를 발생시키고 그로 인해 환경 오염의 원인이 된다. 이러한 기존의 데치기 공정에서는 미생물 총균수가 3 log cycle 감소하는 반면, 초고압(UHP) 처리의 경우 대개 4 log cycle 감소한다. 내용물 용출 측면에서 감자를 열수로 데치기할 때 potassium은 계속 용출되며, 특히 물로 처리할 때 가장 많이 손실되는데 물의 온도가 증가할수록 potassium 이온의 용출은 감소하지만, CaCl<sub>2</sub> 용액에서는 온도가 증가할수록 용출량이 증가하였다. 이에 반해 UHP 처리는 무기질의 용출을 감소시키고 낭비되는 물을 절약하면서도 열수로 데치기하는 효과를 얻을 수 있는데, 특히 고압처리는 열수로 데치기하는 것에 비해 적은 양의 물이 소요되므로 폐수량이 적고 진공 포장한 식품에도 이용 가능한 장점이 있다. 신선한 향초나 향신료 또는 이들의 동결 건조품을 살균할 때 CO<sub>2</sub>의 미생물 억제 효과를 병용하여 초고압 처리를 이용할 수도 있다. 일반적으로 건조 상태의 향신료는 미생물 살균이 불가능한데, CO<sub>2</sub>의 항균 작용에 있어 수분은 매우 중요한 역할을 한다. 신선한 골파(chive), 백리향(thyme), 파슬리, 박하 등의 향신료를 55 atm, 45℃에서 2시간 동안 CO<sub>2</sub>로 가압처리하면 상당수의 미생물은 불활성화된다. 특히 백리향, 박하, 골파는 가압처리후 향미가 개선되기도 한다. 또한 신선한 셀러리에 접종한 미생물을 고압 CO<sub>2</sub>로 처리한 경우에도 매우 효과적으로 살균할 수 있었다고 하였다. 고압으로 냉동 식품을 해동하면 기존의 대류(convection) 해동방법에 비해 더 빠르게 처리할 수 있다. 예를 들어 2 kg의 냉동 쇠고기를 2000 atm으로 가압하면 해동에 약 80분이 소요되는데, 이에 반해 상온에서는 7시간이 걸린다. 이렇게 고압을 이용하여 해동한 소고기는 습도가 낮은 5℃에서 해동한 고기와 비교했을 때 향미나 다즙성(juiciness) 측면에서 거의 차이가 없으나, 고기의 표면이 다소 변색되었다. 한편 2000 atm으로 20분 가압처리한 후 3℃에 저장한 육류는 2일이 지나면서 부패하기 시작하였고, 3000

atm으로 가압하면 6일 후, 4000-4500 atm으로 가압했을 때에는 6-13일 후부터 부패하기 시작하였다. 그러나 5400 atm, 52℃에서 1시간 가압 후 냉장 저장한 육류는 미생물에 의해 부패되지 않았다. 고압에 노출되면 단백질 분자는 원래의 결합구조가 풀어지며, 이러한 풀림현상(unfolding)은 단백질의 기능적 특성에 변화를 가져온다. 즉, 단백질의 거품성, 유화력, gel 형성능력, 수분결합력 등의 특성이 영향을 받는다. 따라서 고압처리된 단백질은 풀림현상을 조절함으로써 식품 단백질을 기능성 식품의 성분으로 개발하는데 이용될 수 있었다. 예를 들어 압력처리한 단백질의 유화력은 pH에 영향을 받아 증진되는데, ovalbumin 용액은 25℃, 6000 atm으로 가압처리시 pH 12.5에서도 높은 유화 안정성과 유화력을 나타내었으나 ovalbumin의 등전점인 pH 5.5로 낮아질수록 감소하였다. 그러나 가압처리한 casein이나 소 혈청 albumin의 경우 유화력이 유의적으로 증가하지 않았는데, 이와 같은 단백질 종류에 따른 차이는 단백질내 S-S 결합의 차이에 기인한 것으로 판단되었다.

#### 4) 기타 효과

고압은 상온에서 향미성분이나 색소와 같은 주요 대사산물의 추출 효율을 향상시키는데 사용될 수 있다. 예를 들어 amaranth 색소는 *Chenopodium rubrum* 세포를 가압하여 추출할 수 있는데, 2500 atm으로 10분간 처리시 세포로부터 약 99%의 색소가 추출되어 배양액으로 유출되었다. 한편, 고압은 미생물의 색소 생성을 지연시키기도 하는데, *Serratia marcescens*와 *Staphylococcus aureus*를 2900 atm, 30℃에서 가압하면 색소의 생성이 가역적으로 지연되었으며 보통 *Serratia marinorubra*는 상압에서 red, orange, yellow, cream, white 순으로 색소를 생성하지만, 300 atm에서는 white가 많아지거나 무색을 띠며 red는 거의 생성하지 않았다. 단백질을 선택적으로 분해시키고자 할 때에도 고압을 사용할 수 있다. 즉,  $\beta$ -lactoglobulin은 2000 atm으로 가압처리후 thermolysin에 의해 우선적으로 분해되지만  $\alpha$ -lactalbumin은 분해되지 않는다. 유청(milk whey)에서  $\alpha$ -lactalbumin은 그대로 남아있게 하면서  $\beta$ -lactoglobulin만을 선택적으로 제거하는 것은 중요한 의미를 갖는데, 이는 유청 농축액을 유아용 조제 우유의 첨가물로 사용할 때에 매우 유용하게 사용될 수 있기 때문이다. 빙핵 활성(ice nucleation-active) 세균이 존재할 경우 저온에서 서리에 의한 농작물의 손실이 증가하기 때문에 이들 미생물의 활성을 직접적으로 억제하는 방법에 대해 많은 연구가 이루어졌다. 그 중의 하나로서 3000 atm 이상의 고압처리는 빙핵활성 세균세포를 불활성화시킬 수 있었다.

압력이 증가할수록 triglyceride의 녹는점은 증가하므로 상온에서 액체인 지방이 고압처리시 결정질(crystal)을 형성한다. 특히 고압에 의해 밀도가 높고 안정적인 지방 결정(fat crystal)의 형성이 촉진되는데, 이때  $\alpha$ -결정형에 비해서는  $\beta'$ -결정형이,  $\beta'$ -결정형에 비해  $\beta$ -결정형이 우선적으로 형성된다고 한다. 고압처리를 하면 단백질의 산 가수분해가 촉진되는 반면 옥수수 전분이나 로커스트콩 껍질(locust bean gum)의 분해는 영향받지 않는다. 또한 xylose와 lysine, xylose와  $\beta$ -alanine, glutaraldehyde와  $\beta$ -alanine이 관련된 마이알 반응(maillard reaction)은 고압처리에 의해 억제됨. 한편 4-20°C에서 30분간 1000-4000 atm으로 가압처리시 정어리살에 존재하는 lipase는 불활성화되고, 이로 인해서 이취(off-flavor)의 원인을 제공하는 자유 지방산(fatty acid)의 축적을 방지할 수 있었다. Carotenoid, chlorophyll, anthocyanin 등의 색소는 가압처리에도 불구하고 별다른 변화가 없지만, myoglobin은 압력에 민감하므로 육류를 고압처리하게 되면 밝은 선홍색이 감소되는 경향이 있다.

## 제 2 장 재료 및 방법

### 제 1 절 압력조건이 육품질에 미치는 효과

#### 1. 압력처리 조건

도축후 1일이 지난 우육을 알루미늄 파우치에 넣어서 진공포장한 다음 고압처리장치에 넣고 여러가지 압력 조건별로 고압처리를 하였다. 압력처리된 시료는 분석전 효소나 미생물에 의한 영향으로 단백질이 변화되는 것을 방지하기 위하여 -70℃에 보관하면서 분석하였다.

#### 2. VBN가 측정

시료 10 g을 취하여 증류수 70 mL와 함께 blending하고 100 mL volumetric flask로 옮겨 100 mL로 맞춘다. 다시 여과지를 사용하여 여과한 다음 여과액 1 mL에 0.01 N boric acid 1 와 conway reagent 50  $\mu$ L(0.066% methyl red : bromocresol green/EtOH = 1:1)를 가한다. Potassium carbonate( $K_2CO_3$  50g /D.W. 100 mL) 1 mL을 첨가한 다음 37℃에서 120분간 방치 후 0.01 N sulfuric acid로 적정한다.

$$\begin{aligned} \text{VBN mg \% (mg/100g sample)} &= (a-b) \times f \times 0.01 \times 14.007/S \times 100 \times 100 \\ &= (a-b) \times 1403.5 / S \end{aligned}$$

S: sample wt.    a: sample mL    b: blank mL    f:  $H_2SO_4$  factor

#### 3. TBA가 측정

저장된 시료 2 g을 취하여 3.86% perchloric acid 18 mL와 BHT 50  $\mu$ L를 첨가하고 homogenization한 다음 여과하여 여과액 2 mL를 취하여 TBA용액 (TBA 2.883 g in 1 L D.W.) 2 mL를 가하고 혼합한 뒤 실온에서 빛을 차단하여 15-17 h 동안 방치한다. 다시 531 nm에서 흡광도를 측정하고 아래 공식을 이용하여 구한다.

$$\text{TBA (mg of malonaldehyde / 1000g of meat)} = 9.01 \times \text{Abs.}$$

#### 4. 육색

각 시료의 색깔은 색차계(Color Difference Meter, Yasuda, 600IU, Japan)를

이용하여 측정하여 Hunter scale에 의한 L, a, b로 나타내었고,  $\Delta E$ 값은  $\{(89.2-L_1)^2+(0.921-a_1)^2+(0.783-b_1)^2\}^{1/2}$ 로 계산하여 나타내었다.

#### 5. 미생물 (총균수) 측정

시료 표면의 100 cm<sup>2</sup>을 swab 하고 이를 생리식염수 9 ml 가하고 homogenization 한 다음 연속 희석하여 pouring method로 실험하였다. 총균수는 plate count agar에 접종한 후 37°C incubator에서 48시간 배양한 후 균수를 계수하였다.

#### 6. 통계처리

조사된 결과는 SAS 통계프로그램을 이용하여 산출된 평균값으로 표시하였고 얻어진 결과의 유의성은 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

## 제 2 절 초고압 조건에 따른 식육의 단백질 구조 및 조직특성 변화 평가

### 1. 시료 준비 및 처리

초고압 조건에 따른 식육의 단백질 구조 및 조직 특성 변화 측정을 하기 위하여 숙성 진행전 시료를 구입하여 제 1절의 방법으로 압력 처리를 한 다음 광학 현미경과 SEM을 이용하여 압력조건이 단백질 구조 변화에 미치는 영향을 평가하였다.

### 2. 근원섬유 단백질의 조제

근원섬유 단백질의 제조는 Katoh 등의 방법에 따라 행하였다. 즉, 초고압 처리 조건에 따른 각각의 우육 10 g을 정량하여 10 배량의 0.1 M-KCl, 20 mM-Tris HCl (pH7.0) 용액 (Buffer 1)과 함께 냉각 (4°C이하)시키면서 1분씩 5회 homogenize한 후 결합조직을 제거하기 위하여 3겹의 거즈로 여과시켰다. 여과된 액을 6,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 침전을 취하였다. 원심분리 조작을 4회 반복하여 얻은 침전물을 근원섬유 단백질로 하였다.

### 3. 단백질 농도의 측정

단백질 농도는 Biuret법<sup>2)</sup>으로 비색정량 하였다.

### 4. 근원섬유 단백질의 Ca-ATPase활성 및 Mg-ATPase 활성의 측정

근육 1g에 20 mM-Tris HCl(pH 7.0) buffer를 100배량 가하여 균질화 한다. 0.1 M-KCl, 5 mM-CaCl<sub>2</sub>(or MgCl<sub>2</sub>), 25 mM Tris-maleate, 5 mM NaN<sub>3</sub>의 반응혼합액 8.5 ml에 20 mM-ATP 0.5 ml와 균질화한 단백질 용액 1 ml를 혼합하여 25℃에서 10분간 반응시킨다. 반응후 10% HClO<sub>4</sub>를 5 ml 첨가하여 반응을 정지시키고, elon 시약을 넣고 20분간 발생시킨 다음 spectrophotometer를 이용하여 640 nm에서 흡광도 값을 읽는다.

### 5. 근원섬유 단백질의 0.6 M KCl에 대한 용해도 측정

각종 우육으로부터 제조한 근원섬유 단백질 현탁액 (10 mg/ml)에 KCl 농도가 0.6 M 이 되도록 조절한 후 4℃이하에서 24시간 동안 교반하면서 염용성 단백질을 추출하였다. 다시 10,000 g에서 30분간 원심분리를 하여 상층액 중의 단백질량을 정량하여 원심분리 전의 전 단백질량에 대한 비(%)를 산출하여 용해도로 하였다. 즉 용해도의 산출식은 다음과 같다.

$$\text{용해도 (Solubility, \%)} = (A / B) \times 100$$

A : 상층액의 단백질 농도

B : 총 단백질 농도

### 6. 광학현미경 관찰

조제된 근원섬유를 Takahashi 등의 방법에 따라 광학현미경(Olympus Model PM10AK phase-contrast microscope)과 사진기(Olympus Model C-35AD-4)를 이용하여 x1000배율로 관찰하였다.

### 7. S.E.M 관찰

각각의 조건으로 초고압 처리된 조직을 0.5 cm 미만의 정사각형으로 조직의 결을

살려 잘 자르고 2.5% glutaraldehyde, 0.2 M Na-Pi (pH 7.0)에서 2시간, 0.2 M Na-Pi (pH 7.0)에서 30분, 2% osmium tetroxide, 0.1M Na-Pi (pH 7.0)에서 1시간 처리 후 alcohol과 isoamyl acetate로 탈수시킨다. 이렇게 전처리된 시료를 Scanning Electron Microscope (model 50E0736)을 이용하여  $\times 50$ 배율, 15 kV에서 관찰하였다.

### 제 3 절 가공제품 생산기술 개발

#### 1. 양념육 제조 및 포장

우 또는 돈육 등심을 0.1~0.3 cm로 세절하여 시판되고 있는 양념(제일제당 불고기 양념)을 첨가하고 잘 혼합하여 양념이 고루고루 섞이도록 하였다. 양념과 잘 섞인 우 또는 돈육을 500 g씩 알루미늄 파우치에 담아 진공포장을 하였다.

#### 2. 고압처리 및 저장

진공 포장된 양념육을 초고압 장치를 이용하여 200-500 MPa의 압력을 5-30분 동안 처리한 다음 포장 표면을 세척하고 물기를 제거하여 냉장온도 10℃에 저장하면서 분석에 사용하였다.

#### 3. 저장 중 이화학적 품질분석

제 1절의 방법에 의하여 실시하였다.

#### 4. 미생물 (총균수) 측정

시료 1 g을 취하고 이에 생리식염수 9 ml 가하고 homogenization한 다음 연속 희석하여 pouring method로 실험하였다. 총균수는 plate count agar에 접종한 후 37℃ incubator에서 48시간 배양한 후 균수를 계수하였다.

#### 5. 관능검사

압력처리를 달리하여 저장된 양념육은 일정한 조건에서 조리를 한 다음 일정한 크기로 잘라 본 연구원에 근무하는 10명의 요원에게 제시되었다. 요원들에게 1주에 2회씩 3주 동안 실험목적 및 평가항목을 설명하고 양념육에 대하여 반복 훈련을 받고 난

다음 평가를 하도록 하였다. 평가항목은 연도와 전반적 기호도였으며 평가 방법은 9 점 채점법(최고 9점, 최저 1점)으로 각 시료의 상대적인 차이에 의하여 평가하였다.

#### 6. 통계처리

조사된 결과는 SAS 통계프로그램을 이용하여 산출된 평균값으로 표시하였고 얻어진 결과의 유의성은 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

## 제 4 절 풍미 특성평가

### 1. 저장시료 준비

도축 후 1일이 지난 우유를 알루미늄 파우치에 넣어서 진공 포장한 다음 고압처리장치에 넣고 여러 가지 압력 조건별로 고압처리를 하였다. 압력 처리된 시료는 5℃에 저장하면서 저장일 별로 채취하고 향기 분석 전까지는 -70℃에 보관하면서 분석하였다.

### 2. 향기성분의 포집 및 분석

향기성분의 분석을 위한 향기성분의 포집 방법은 dynamic headspace 분석법을 사용하였다. 각 시료 5g을 mixer로 곱게 갈은 후 tube에 담아 130℃/20 min heating 하여 향기성분을 Tenax-GC가 충전된 흡착관 (1/8"×12" stainless steel)에 흡착하였다.

향기성분을 분리시키기 위하여 극성이 높은 모세관을 사용하였고 오븐의 온도는 35℃(5분 유지)에서 220℃까지 승온시켰다. 운반기체는 헬륨, 운반기체의 유속은 1.2 mL/min을 유지시켰고, split ratio는 1:10으로 하였다.

향기성분의 분석은 gas chromatograph-mass spectrometric detector (MSD5890, Hewlett Packard, USA)를 사용하였다.



## 제 5 절 소비자 특성조사

### 1. 시료 준비

도축 후 1일이 지난 우육(등심)을 알루미늄 파우치에 넣어서 진공 포장한 다음 고압처리장치에 넣고 100, 150, 200 MPa 압력 조건에서 5분간 처리를 하였다. 압력 처리된 시료는 4℃에 1일간 보관한 다음 소비자 조사에 사용하였다.

### 2. 소비자 조사

고기를 섭취하는 성인 남녀 50명을 대상으로 초고압 처리 우육에 대한 기호도 조사를 실시하였다. 평가항목은 색도, 조직감, 다즙성, 전반적 기호도에 관한 것이었고 평가 방법은 9점 채점법(9: like extremely, 1: dislike extremely)으로 각 시료의 상대적인 차이에 의하여 평가하도록 하였다.

### 3. 통계처리

조사된 결과는 SAS 통계프로그램을 이용하여 산출된 평균값으로 표시하였고 얻어진 결과의 유의성은 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

## 제 6 절 초고압 처리 냉장육의 저장 중 품질변화 평가

### 1. 압력처리 및 저장 조건

도축 후 1일이 지난 우육을 알루미늄 파우치에 넣어서 진공포장한 다음 고압처리장치에 넣고 여러 가지(50, 100, 150, 200, 250 MPa) 압력 조건별로 5분간 처리를 하였다. 압력 처리된 시료는 4℃에서 21일 동안 저장하였다. 저장이 완료된 시료는 분석 전 효소나 미생물에 의한 영향으로 단백질이 변화되는 것을 방지하기 위하여 -70℃에 보관하면서 분석하였다.

## 2. 분쇄육의 보수력(WHC)측정

각종 분쇄육의 보수력의 측정은 Lee 등의 방법에 따라서 수행하였다. 즉 각각의 분쇄육 200 g에 2.5% NaCl을 첨가하여 4℃에서 5분간 소금갈이를 하였다. 소금갈이를 하여 얻어진 고기풀의 기포를 제거한 후 plastic제 원심관(길이 10.8 cm, 직경 2.3 cm)안에 20~25 g을 충전하여 85℃에서 30분간 가열한 후 빙수에서 30분 동안 냉각시켰다. 냉각 후 10,000 x g에서 30분간 원심분리하여 전체 시료 중량에 대한 상층부(분리액)의 중량비(%)를 보수력으로 하였다. 즉 보수력의 산출식은 다음과 같다.

$$\text{보수력 ( WHC, \% )} = ( B / A ) \times 100$$

$$B = A - C$$

A : 시료의 중량

B : 침전물의 중량

C : 상층액의 중량

## 3. Vitamin E 분석

Stahl 등의 방법에 따라 동결 건조된 시료 1 g을 취하여 KOH로 검화하고 n-Hexane으로 추출시킨 다음 ethanol로 녹여 filtering 하였다. 전처리를 한 후 HPLC( Spectra-Physics 8800 Ternary)를 이용하여 분석하였다.

## 4. 지방산 분석

시료를 0.5 g 취한 후 Park 등(1994)의 방법에 의거하여 methylation하였으며, Table 1 조건하의 gas chromatograph (HEWLETT PACKARD 6890 SERIES)에서 injection하였다. 데이터는 Auto chro program을 이용하여 입, 출력하였다.

## 5. 기타 분석방법

제1절의 방법에 의하여 실시하였다.

Table 1. Condition of gas chromatograph for fatty acid analysis

Item	Condition
Instrument	Hewlett Packard 6890 Series
Column	Supelcowax 10 Fused silica capillary column, 30m×0.32mm I.D., 0.25 $\mu$ m film thickness
Detector	FID
Oven temp.	Initial temp, 180°C (hold for 1.5min) Increase rate 1.5°C/min Final temp, 230°C (hold for 5min)
Injector temp.	230°C
Detector temp.	250°C
Carrier gas	Helium(99.999%)
Split ratio	50:1

## 제 7 절 경제성 평가

### 1. 대상품목

#### 1) 양념육

양념돈육의 조사는 5월 10일부터 13일까지 식품전시회 내방객과 농협 양재점 하나로마트 내점객을 대상으로 실시하였다. 지불의사 가격은 처음 실험적 가상가치평가법에 의한 조사를 계획하였으며, 설문서도 이에 맞게 작성하였으나 식품전시회 내방객을 대상으로 조사하게 되어 실험적 가상가치평가법을 포기하고 일반적인 지불의사를 묻는 방식으로 323명의 표본을 대상으로 진행하였다.

#### 2) 소고기 신선육

초고압 살균 소고기에 대한 조사는 9월 10일부터 13일까지 농협 양재점 하나로마트 내점객을 대상으로 실시하였다. 이번 조사에서는 양념돈육과 같은 방법을 채택하여 일반적인 지불의사를 묻는 방식으로 307명의 표본을 대상으로 진행하였다.

## 제 3 장 연구수행 내용 및 결과

### 제 1 절 압력조건이 육품질에 미치는 효과 평가

#### 1. VBN가 변화

비숙성 우육을 여러 가지 압력으로 처리한 다음 VBN가를 평가한 결과는 Table 2와 같았다. 압력처리를 하지 않은 대조구의 경우 13.16 mg%의 값을 나타냈고 100, 150 MPa 압력으로 처리한 시료간에는 뚜렷한 차이가 없었으나 200 MPa 이상의 압력으로 처리하였을 때는 약 2 mg% 정도 증가한 값을 나타냈다. 이러한 경향은 압력이 단백질 구조에 영향을 미쳤음을 간접적으로 시사하는 결과라고 간주하였다.

Table 2. Changes of VBN value of beef depending on the hydrostatic pressure treatment

(unit: mg%)				
Control	100 MPa/5min	150 MPa/5min	200 MPa/5min	250 MPa/5min
13.16 ± 1.31	13.38 ± 1.74	13.20 ± 0.08	15.71 ± 4.21	15.41 ± 3.64

#### 2. TBA가 변화

압력처리된 우육의 TBA가 변화는 Table 3과 같았으며, 압력처리조건에 따른 우육의 지방산패도가 차이가 없는 것으로 분석되었다. 이는 보고된 타 연구 결과와 같은 경향으로 우육에서 압력처리가 인한 지방산패를 촉진하지 않는 것으로 판단하였다.

Table 3. Changes of TBA value of beef depending on the hydrostatic pressure treatment

(unit: mg of malonaldehyde / 1kg of meat)				
Control	100 MPa/5min	150 MPa/5min	200 MPa/5min	250 MPa/5min
0.26 ± 0.20	0.23 ± 0.04	0.27 ± 0.13	0.24 ± 0.07	0.25 ± 0.05

#### 3. 색 변화

생육에서 고압을 처리할 경우 육색에 영향을 주는 경향이 있는데 일반적으로 붉은

색이 옅어져서 생육에 압력을 처리할 경우 가장 제한적인 요소로 작용하는 부분이라고 할 수 있다. 압력처리된 우육의 육색 변화를 Table 4, 5, 6, 7에 나타냈는데 명도의 경우 대조구와 100 MPa 처리구 간에는 뚜렷한 차이가 없었으며 150 MPa 이상 처리구에서는 명도가 증가하는 경향을 나타냈다. Table 5에 나타낸 바와 같이 a value의 경우도 명도와 비슷한 경향으로 100 MPa 처리구에서는 대조구와 차이가 없다고 볼 수 있었으며 150 MPa 이상의 압력 처리구에서는 a value가 증가하는 경향을 보였다. b value의 경우 (Table 6) 150 MPa에서 약간 증가하는 값을 나타냈으나 전반적으로 압력처리구가 대조구와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. Total color difference( $\Delta E$ )는 Table 7과 같은데 높은 압력을 처리할수록 감소하는 것으로 나타났으며 100 MPa 처리구에서는 대조구와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

소비자가 생육을 구입할 경우 육색이 가장 먼저 제시되는 품질 평가 조건이 되고 있으므로 매우 중요한 지표 요인이라고 할 수 있는데 본 실험의 결과로부터 150 MPa 정도의 압력을 적용할 경우 대조구와 육색에 있어서 차이가 없다고 볼 수 있었다.

Table 4. Changes of L value of beef depending on the hydrostatic pressure treatment

Control	100 MPa/5min	150 MPa/5min	200 MPa/5min	250 MPa/5min
35.12 ± 0.47 <sup>c*</sup>	35.58 ± 0.68 <sup>c</sup>	37.58 ± 1.82 <sup>bc</sup>	36.72 ± 2.00 <sup>b</sup>	39.80 ± 1.21 <sup>a</sup>

\*Different superscripts within a row indicate significant differences ( $p < .05$ )

Table 5. Changes of a value of beef depending on the hydrostatic pressure treatment

Control	100 MPa/5min	150 MPa/5min	200 MPa/5min	250 MPa/5min
17.69 ± 2.44 <sup>b</sup>	17.46 ± 2.67 <sup>b</sup>	18.09 ± 1.92 <sup>ab</sup>	18.87 ± 1.86 <sup>ab</sup>	20.61 ± 0.26 <sup>a</sup>

\*Different superscripts within a row indicate significant differences ( $p < .05$ )

Table 6. Changes of b value of beef depending on the hydrostatic pressure treatment

Control	100MPa/5min	150MPa/5min	200MPa/5min	250MPa/5min
6,60 ± 0,71 <sup>ab</sup>	6,34 ± 1,13 <sup>b</sup>	7,37 ± 0,72 <sup>a</sup>	6,59 ± 0,28 <sup>ab</sup>	6,30 ± 0,34 <sup>ab</sup>

\*Different superscripts within a row indicate significant differences( $p < .05$ )

Table 7. Changes of  $\Delta E$  value of beef depending on the hydrostatic pressure treatment

Control	100MPa/5min	150MPa/5min	200MPa/5min	250 MPa/5min
57,02 ± 0,43 <sup>a</sup>	56,99 ± 0,01 <sup>b</sup>	54,90 ± 1,16 <sup>b</sup>	55,81 ± 1,31 <sup>b</sup>	53,48 ± 1,20 <sup>c</sup>

\*Different superscripts within a row indicate significant differences( $p < .05$ )

#### 4. 총균수 변화

압력처리가 총균수 변화에 미치는 영향을 평가한 결과는 Table 8과 같다. 대조구와 100 MPa 처리구간에는 총균수 차이는 크지 않았으나 150 MPa 이상 처리구에서는 뚜렷한 차이가 나타났다. 이는 압력처리기술이 생육의 저장성을 연장하는데 효과적이라는 가능성을 제시하는 결과라고 사료된다.

Table 8. Changes of total plate counts of beef depending on the hydrostatic pressure treatment (unit: c.f.u/cm<sup>2</sup>)

Control	100MPa/5min	150MPa/5min	200MPa/5min	250 MPa/5min
2,9x10 <sup>7</sup>	1,3x10 <sup>7</sup>	4,6x10 <sup>6</sup>	7,3x10 <sup>6</sup>	6,5x10 <sup>6</sup>

## 제 2 절 초고압 조건에 따른 식육의 단백질 구조 및 조직 특성 변화 측정

### 1. 근원섬유 단백질의 0.6 M KCl에 대한 용해도 변화

압력처리에 따른 용해도 변화는 Fig. 1과 같았다. 압력 처리구 모두에서 대조구에 비하여 용해도가 감소한 것으로 나타났다. 압력이 증가할수록 감소 정도는 커져서 250 MPa를 가하였을 경우 대조구의 약 18% 정도로 용해도가 감소하였다.

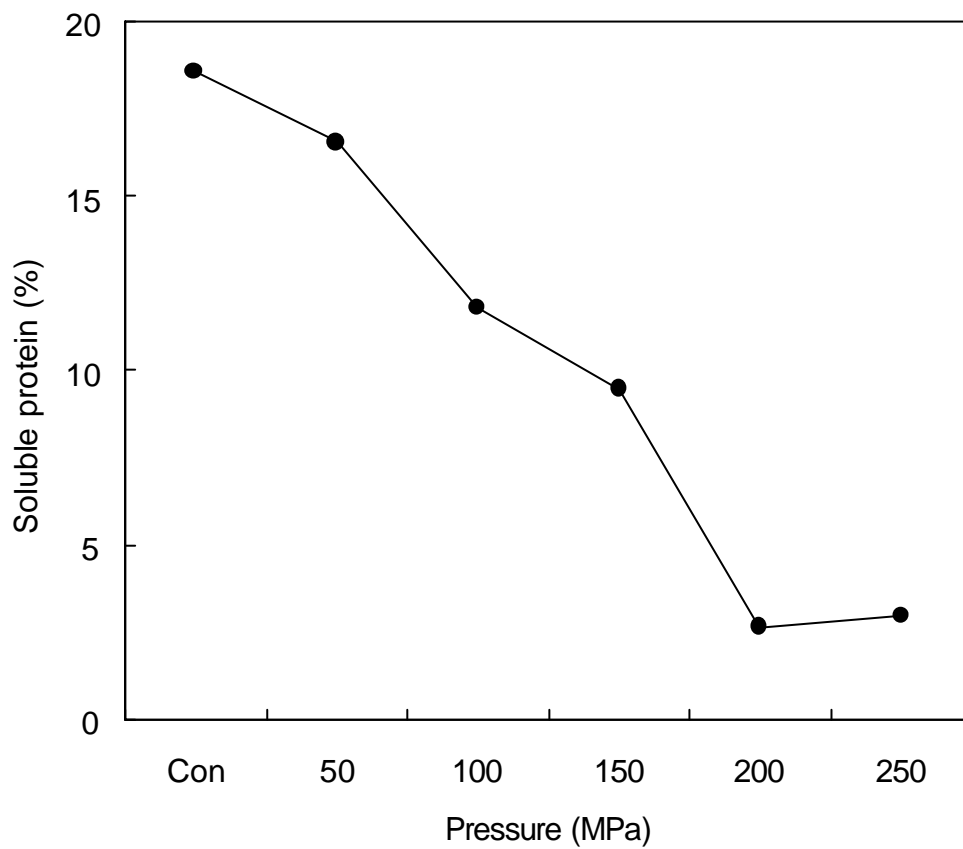


Fig. 1. Hydrostatic pressure induced changes of myofibrillar protein solubility in 0.6 M KCl solution.

## 2. Ca-ATPase 및 Mg-ATPase activity 변화

초고압 처리에 따른 근육내 Ca-ATPase 활성과 Mg-ATPase 활성 변화는 Fig. 2와 같았다. 대조구(0.084, 0.053)에 비해 150 MPa(0.112, 0.107)까지는 서서히 증가하는 경향을 보였으나, 200 MPa부터는 급격히 저하하는 경향을 나타내었다.

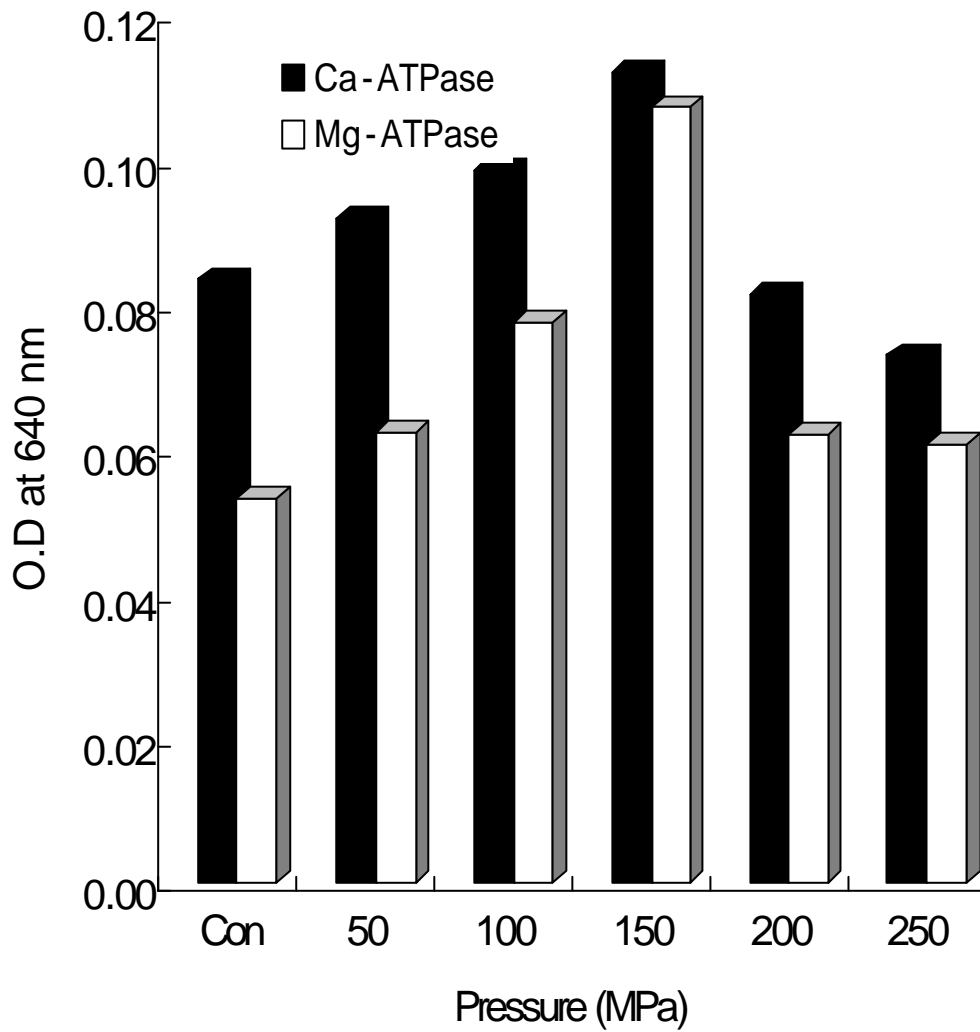


Fig. 2. Hydrostatic pressure induced changes of activities



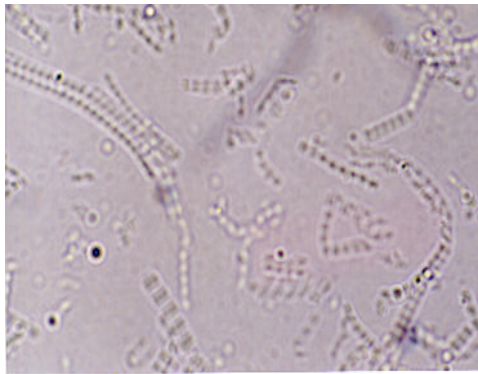
of Ca-ATPase and Mg-ATPase in muscle.

### 3. 광학현미경에 의한 관찰

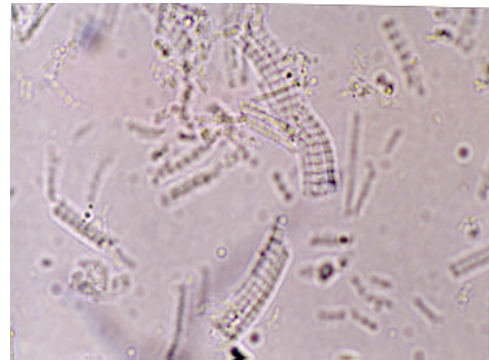
Fig. 3은 광학현미경에 의해 근원섬유를 관찰한 사진이다. 근원섬유를 광학현미경으로 관찰하면 대조구는 얼룩무늬가 뚜렷한 긴 섬유상의 모양이 관찰되었으나 압력처리에 따라 얼룩무늬도 서서히 없어짐과 동시에 짧은 섬유들이 한군데 모이는 현상이 관찰되었으며, 250 MPa에서는 완전히 얼룩무늬는 소실되고 형태만 남아있는 근원섬유 집단이 관찰되었다. 대조구와 100 MPa 처리구간에는 거의 변화가 없었으나, 150 MPa의 압력 처리 시는 약간 z-line이 휘었고 근원섬유가 뭉치는 경향을 보였다. 200 MPa 이상을 처리한 경우 초고압의 영향을 눈으로 확인할 수 있을 정도로 변화된 것을 볼 수 있었다.

### 4. SEM에 의한 관찰

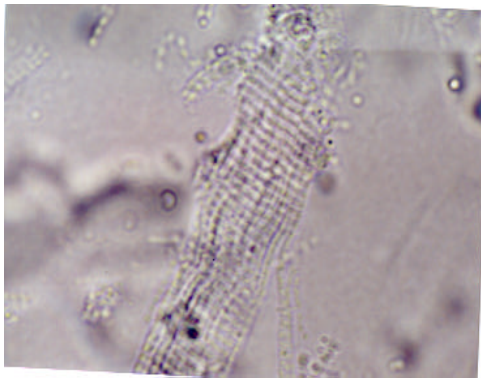
Fig. 4는 SEM에 의하여 단백질 구조를 관찰한 사진이다. 전체적인 근조직을 전자현미경으로 관찰하면, 대조구에 있어서는 확실한 섬유다발의 형태를 띠고 있었으나, 기압이 높아짐에 따라 흐트러지고 가늘어지는 현상이 뚜렷하였다. 대조구와 비교하여 100 MPa를 가한 경우 근원섬유가 잘려진 것을 볼 수 있었고 150 MPa에서는 근원섬유가 가늘어지고 200 MPa 이상에서는 휘어진 것을 볼 수 있었다.



(a) control



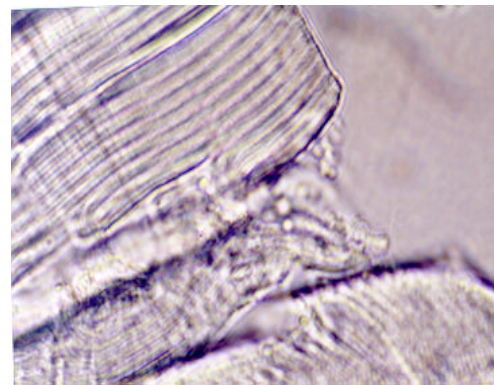
(b) 100 MPa



(c) 150 MPa

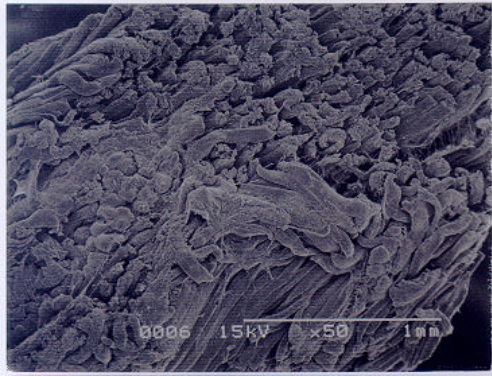


(d) 200 MPa



(e) 250 MPa

Fig. 3. Optical micrographs(X1000) of myofibrillar protein after pressure application.



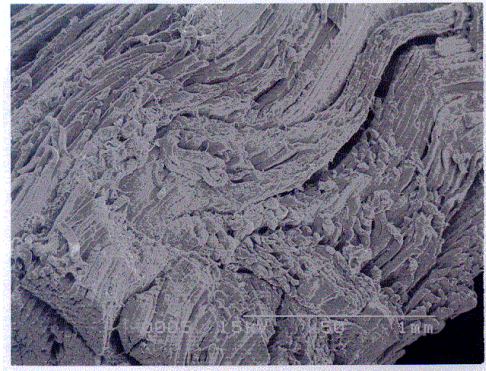
(a) control



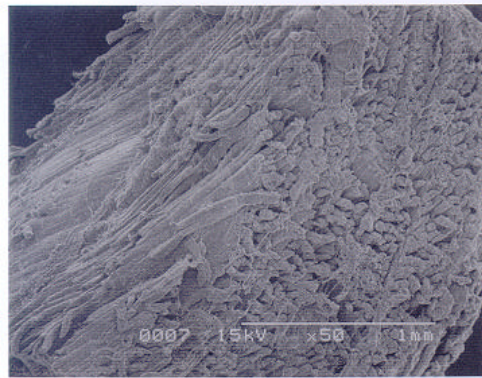
(b) 100 MPa



(c) 150 MPa



(d) 200 MPa



(e) 250 MPa

Fig. 4. Scanning electron micrographs of muscle after pressure application.

### 제 3 절 가공제품 생산 기술 개발

#### 1. 우육

##### 1) 총균수 변화

양념 우육의 저장성 및 품질향상을 위하여 고압처리를 하였으며 그 결과는 다음의 Fig. 5와 같았다. 압력처리에 따른 총균수의 차이는 뚜렷하였고, 300, 400 MPa 처리구도 저장 31일 까지도 총균수가  $10^1$  이하였고 500 MPa 처리구는 저장 44일 쯤에도 총균수가  $10^1$  이하였다. 따라서 본 연구결과로서 300 MPa 정도의 압력처리로도 양념육의 저장성을 30일 이상으로 크게 향상시킬 수 있다고 판단하였다.

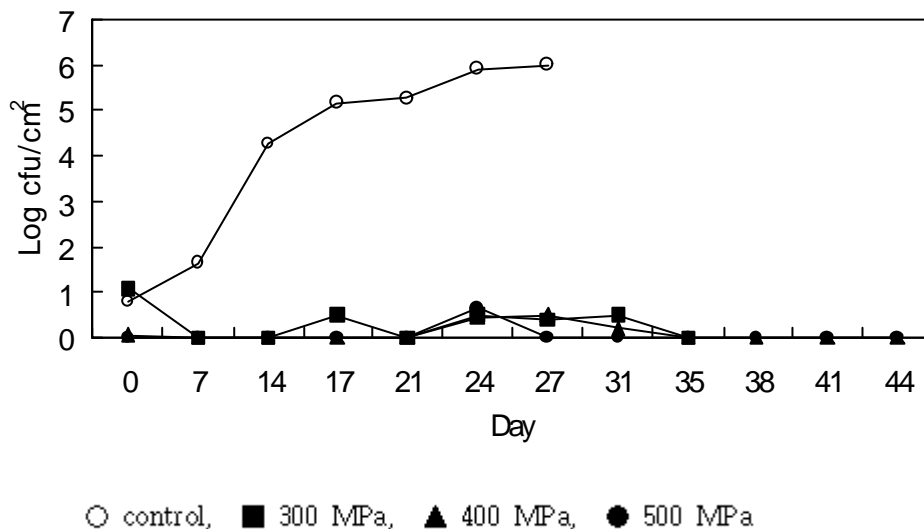


Fig. 5. Changes of total plate counts of *Bulgogi* (beef) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10 °C.

##### 2) VBN 가 변화

저장 초기에는 대조구의 VBN가 압력처리구보다 낮았으나 (Fig. 6) 저장이 진행됨에 따라 대조구의 VBN가 높게 나타났다. 그러나 압력 크기에 따른 처리구

간 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

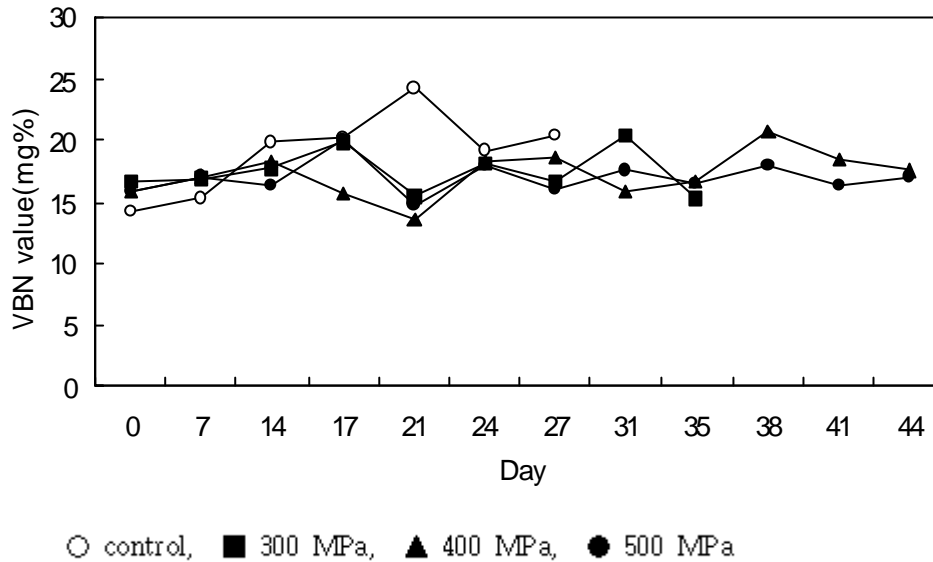


Fig. 6. Changes of VBN value of *Bulgogi* (beef) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10°C.

### 3) TBA가 변화

압력 처리에 따른 TBA가 변화는 Fig. 7과 같았다. 압력처리 효과가 크지 않은 것으로 나타나 초고압 처리가 지방산패에 미치는 영향이 크지 않다는 다른 연구 결과와 유사한 결과를 보여주었다.

### 4) 관능평가

관능검사에 의한 연도는 500 MPa를 처리하였을 경우 저장 전반에 걸쳐 가장 연한 것으로 나타났다(Table 9). 타 처리구 즉 대조구, 300, 400 MPa 처리간에는 400 MPa 처리구가 연한 경향을 보이거나 경우에 따라서는 패널들이 타 처리구와 차이를 느끼지 못하는 것으로 보여진다.

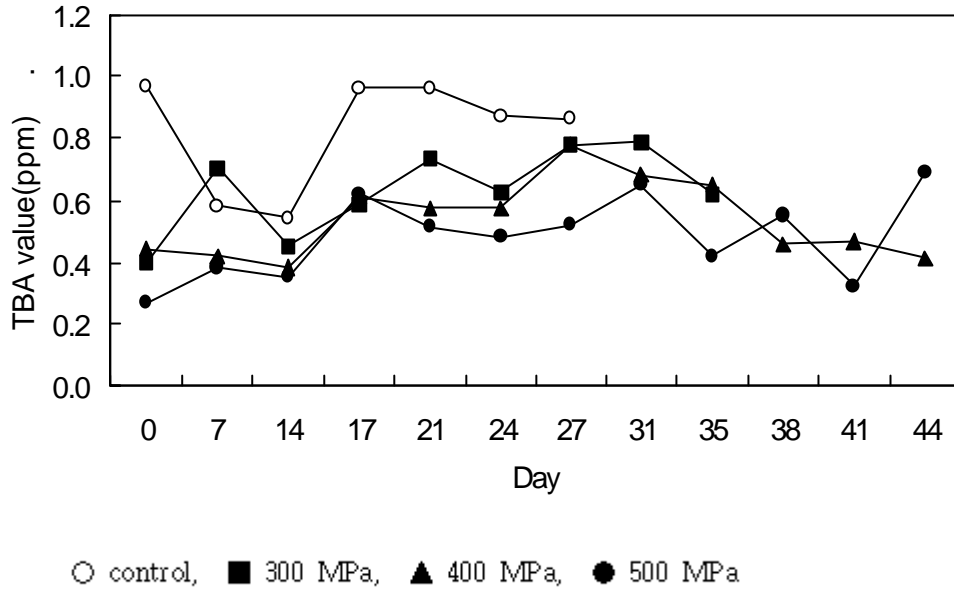


Fig. 7. Changes of TBA value of *Bulgogi* (beef) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10°C.

Table 9. Scores of sensory properties (texture) of Bulgogi (beef) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10°C

Treatment \ Days	Days					
	0	2	6	9	13	16
Control	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>bc</sup>	5.0 <sup>b</sup>
300 MPa	5.3 <sup>b</sup>	5.2 <sup>b</sup>	5.1 <sup>b</sup>	4.7 <sup>b</sup>	4.4 <sup>c</sup>	5.0 <sup>b</sup>
400 MPa	5.1 <sup>b</sup>	5.5 <sup>a</sup>	5.3 <sup>b</sup>	5.1 <sup>b</sup>	5.2 <sup>b</sup>	5.8 <sup>ab</sup>
500 MPa	6.2 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	5.9 <sup>a</sup>	6.5 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>

\*Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p < .05$ )

기호성 면에서도 500 MPa 처리구가 저장 전반에 걸쳐 가장 좋은 것으로 나타났으며,

300, 400 MPa 처리구의 경우 대조구보다 기호성이 유의하게 차이 나지 않는 것으로 나타났다. 따라서 500 MPa 처리구는 위에서 언급한 바와 같이 조직감에 대한 관능적 특성이 우수하게 나타났으며, 전반적인 기호성에서도 처리구 중 가장 우수한 것으로 나타났다.

Table 10. Scores of sensory properties (overall acceptability) of Bulgogi (beef) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10°C

Treatment \ Days	Days					
	0	2	6	9	13	16
Control	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>
300 MPa	4.2 <sup>c</sup>	4.5 <sup>c</sup>	4.2 <sup>c</sup>	4.6 <sup>b</sup>	5.3 <sup>b</sup>	4.8 <sup>b</sup>
400 MPa	5.0 <sup>b</sup>	5.2 <sup>a</sup>	4.7 <sup>b</sup>	4.9 <sup>a</sup>	5.0 <sup>b</sup>	5.2 <sup>b</sup>
500 MPa	5.3 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>

\*Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p < .05$ )

## 2. 돈육

### 1) 총균수 변화

양념 돈육의 압력 처리효과에 따른 총균수 변화는 Fig. 8과 같다.

돈육의 경우 압력처리가 총균수 변화에서 우육보다는 저장 16일 높은 수준을 나타냈으며 역시 우육과 마찬가지로 500 MPa에서 가장 낮은 균수를 나타내어 저장 37일에도  $10^1$  이하의 총균수를 나타내었다. 그러나 300, 400 MPa 처리구도 대조구와 비교하여 저장성이 30일 이상 연장된다고 사료된다.

### 2) VBN가 변화

VBN가에서는 우육과 비슷한 경향으로 처리된 압력차이에 따른 효과가 뚜렷하지 않았다 (Fig. 9). 저장이 진행됨에 따른 증가효과 외에 처리된 압력간 차이가 미미하였다.

저장 전반에 걸쳐 처리된 압력 크기 효과에 의한 유의적인 차이는 없었다.

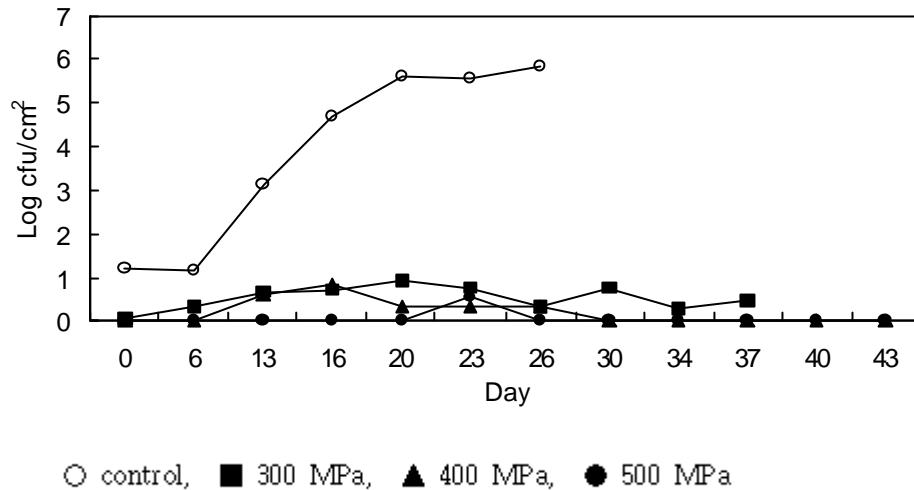


Fig. 8. Changes of total plate counts of *Bulgogi* (pork) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10 °C.

### 3) TBA가 변화

TBA가에서도 VBN과 같은 경향으로 처리 압력에 따른 효과는 크지 않은 것으로 나타났다 (Fig. 10). 대조구의 경우 저장일 진행됨에 따라 압력처리구보다 TBA가 높은 것으로 나타났으나 각 저장일 별로 처리 압력 크기에 따른 경향은 도출하기 어려웠다.

### 4) 관능평가

관능검사에 의한 양념돈육의 연도는 양념우육과는 달리 300, 400 MPa를 처리하였을 경우 저장 전반에 걸쳐 가장 연한 것으로 나타났다 (Table 11). 압력처리구가 저장 전반에 걸쳐 대조구보다는 우수한 결과를 보여주었으나 500 MPa의 경우 조직감이 오히려 300 또는 400 MPa 처리구보다 단단해지는 경향으로 조직감에 대한 관능적 품질 평가를 낮게 받았다.



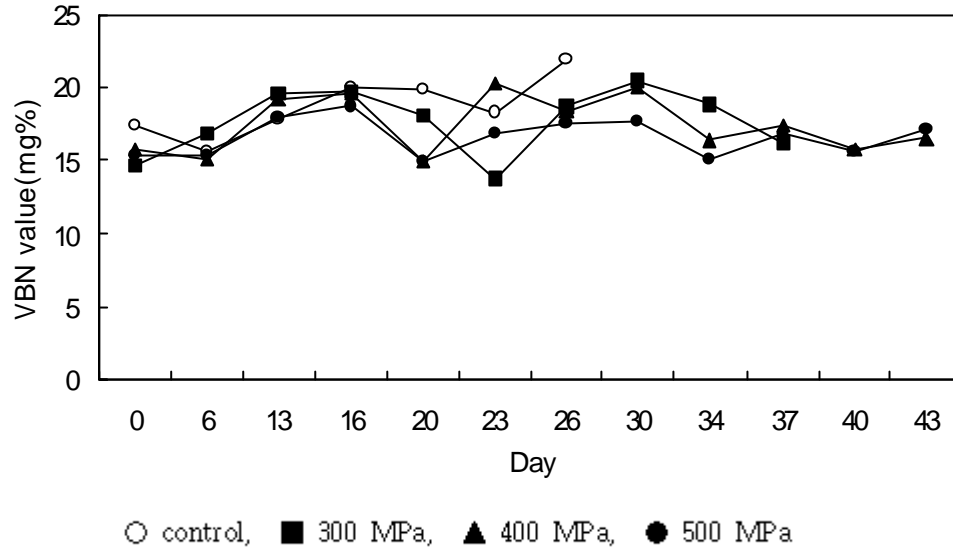


Fig. 9. Changes of VBN value of *Bulgogi* (pork) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10 °C.

관능검사에 의한 전반적 기호도 평가는 조직감에서와 같은 경향으로 300, 400 MPa 처리구에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 500 MPa 처리구는 대조구보다는 우수한 것으로 나타났으나 압력처리구 가운데 가장 낮게 평가되었다.

이와같이 우육과 돈육에서의 결과 차이는 주로 조직의 차이에서 오는 것으로 사료된다. 즉 돈육의 조직이 우육의 조직보다 연하여 과도한 압력에서는 근 섬유간의 뭉침현상으로 오히려 조직감이 단단해지는 것이 주원인이라 분석하였다 (제 2절의 결과).

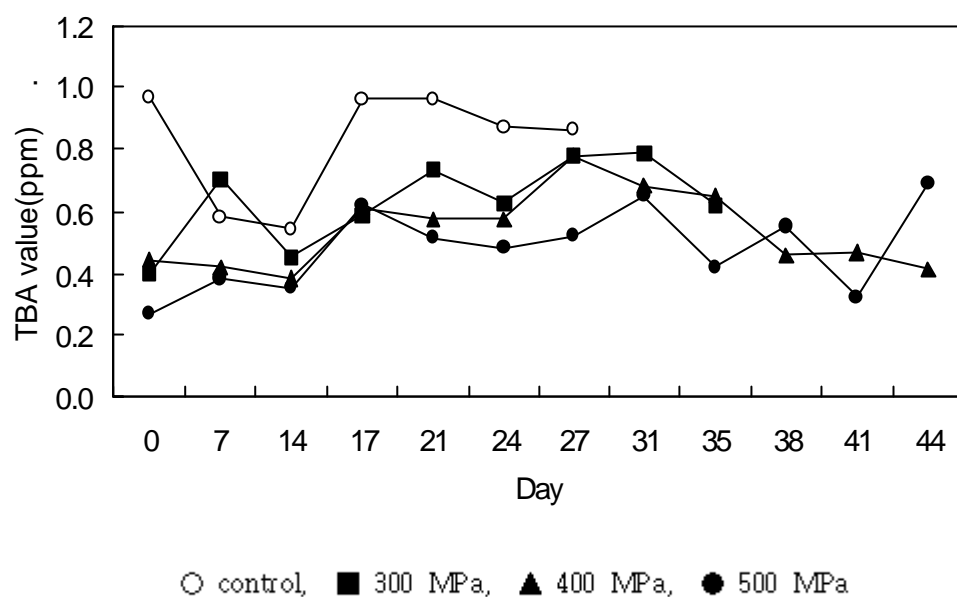


Fig. 10. Changes of TBA value of *Bulgogi* (pork) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10 °C.

Table 11. Scores of sensory properties (texture) of *Bulgogi* (pork) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10°C

Treatment	Days					
	0	2	6	9	13	16
Control	5,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>bc</sup>	5,0 <sup>d</sup>	5,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>bc</sup>
300 MPa	5,2 <sup>b</sup>	5,7 <sup>b</sup>	5,3 <sup>b</sup>	6,7 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	5,5 <sup>b</sup>
400 MPa	6,2 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	6,5 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>
500 MPa	4,7 <sup>c</sup>	5,5 <sup>b</sup>	5,1 <sup>bc</sup>	5,6 <sup>b</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,2 <sup>b</sup>

\*Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p < .05$ ).

Table 12. Scores of sensory properties (overall acceptability) of *Bulgogi* (pork) after hydrostatic pressure treatment during storage at 10°C

Treatment \ Days	0	2	6	9	13	16
Control	5,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>a</sup>	5,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>
300 MPa	4,7 <sup>b</sup>	4,6 <sup>c</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,2 <sup>b</sup>	5,1 <sup>b</sup>
400 MPa	5,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
500 MPa	4,2 <sup>c</sup>	5,1 <sup>b</sup>	5,1 <sup>a</sup>	5,2 <sup>b</sup>	5,3 <sup>b</sup>	5,2 <sup>b</sup>

\*Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p < .05$ ).

## 제 4 절 풍미특성 평가

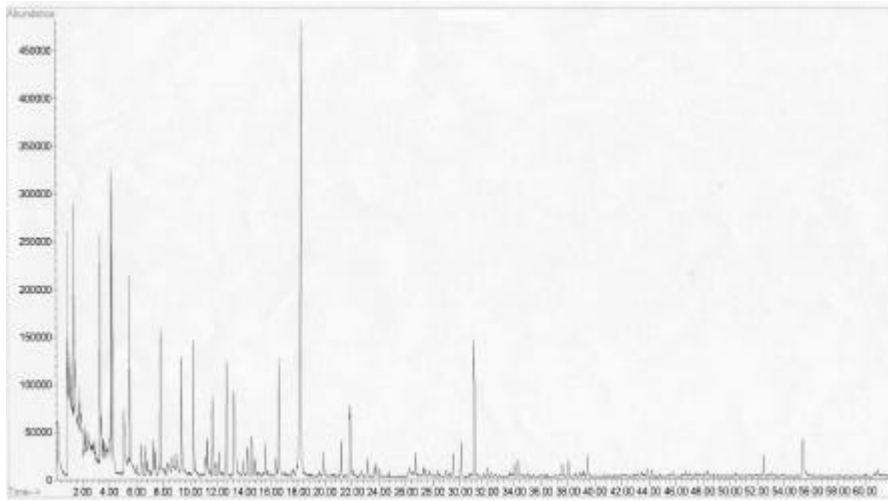
우육의 향기성분을 GC/MSD로 분리 정량한 결과 Fig 11과 같은 total ion chromatogram(TIC)를 얻었다. GC/FID분석을 통하여 총 122개의 주요 피크를 얻었으며 이 중 95종의 화합물을 GC/MSD분석을 통하여 동정하였다 (Table 13). 확인된 95종의 향기성분을 분류하면 hydrocarbon 20종, alcohol 19종, aldehyde 19종, ketone 6종, acid 10종, ester 3종, 방향족 화합물 7종 및 furan 등 기타화합물 11종이었다.

압력을 달리하여 초고압 처리된 우육의 향기성분을 GC-MSD로 분석한 결과를 Table 14에 나타내었다. 우육의 향기성분을 GC로 분리한 결과 주요 향기성분으로는 pentanal, hexanal, heptanal 등 aldehyde류가 분리되었으며, 1-butanol, heptanol, 1-octen-3-ol 등 alcohol류 및 benzaldehyde, benzeneacetaldehyde 등 방향족 화합물 등도 동정되었다. 향기성분 중 pentanal, hexanal, heptanal 등 aldehyde류는 대조구와 비교하였을 때 100 MPa 처리시 증가하였다가 압력이 높아질수록 감소하여 200 MPa에서는 대조구 보다 낮아지는 경향을 보였으나 aldehyde 이외의 다른 화합물은 처리한 압력 차이에 의한 함량의 변화에 일정한 경향을 보이지 않았으며 일부 성분은 처리 압력에 의하여 전혀 영향을 받지 않아 전체적인 우육의 향기성분 함량은 처리 압력에 관계없이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 처리 압력 별로 향기성분을 정량적으로 분석하였을 때 전체 향기성분의 함량은 100 MPa를 처리한 시료가 가장 높은 것으로 나타났으나 150 MPa 처리시의 전체 향기성분의 함량도 거의 비슷한 수준을 보였다. 그러나 200 MPa 이상 처리시 향기성분은 대조구보다 적은 함량을 보여 우육을 높은 압력에서 처리하는 것이 향기성분의 소실을 초래함을 알 수 있었다.

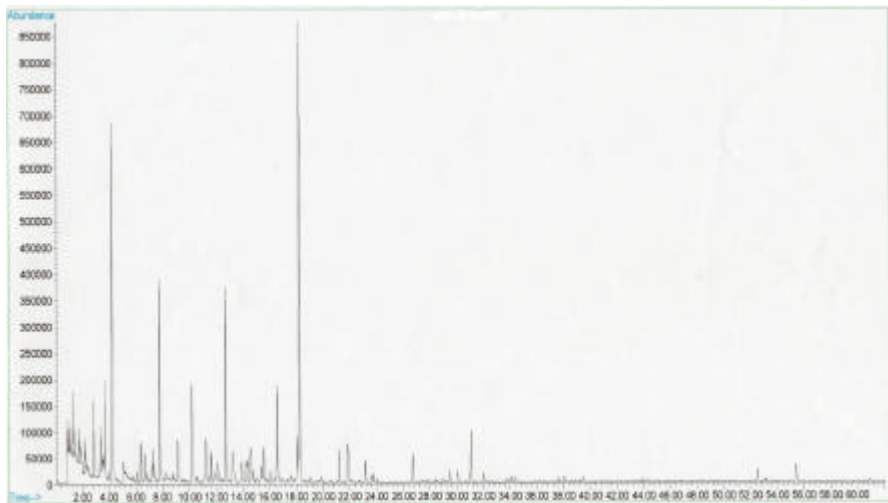
압력을 달리하여 처리한 우육을 저장하면서 저장기간중의 향기성분의 변화를 측정하였다(Table 15). 우육의 향기성분은 저장 기간의 증가에 따라 개별 향기성분의 변화패턴에서는 일정한 경향을 보이지 않았다. 그러나 전체 향기성분 함량은 100 MPa 처리한 우육 처리구를 제외하고는 대조구를 포함한 처리구에서 저장 초기에 비하여 저장 14일 후 전체 향기성분함량이 증가하는 경향을 보였다가 21일 저장 후 다시 약간 감소하는 것으로 나타났다. 100 MPa로 처리한 우육의 경우는 저장기간 중의 향기성분의 변화가 거의 없이 안정하였다. 그러나 어느 처리구에서도 유의적인 변화를 보이는 경향은 보이지 않아 초고압 처리한 시료의 저장 중 향기성분의 변화는 처리의 효율성

을 측정하는 도구로는 적절하지 않은 것으로 결론할 수 있었다.

Table 16은 고압 처리된 우유를 냉장온도에서 30일간 저장하면서 향기성분의 변화를 분석한 결과이다. 저장기간이 증가할수록 대부분의 향기성분의 함량은 감소추세를 보였으며 특히 저분자량을 가지는 향기성분은 저장기간이 증가할수록 소실되는 경향이 뚜렷하여 저장기간의 증가가 고압처리 우유의 향기성분 함량에 영향을 미침을 알 수 있었다. 이러한 경향을 보이는 대표적인 성분은 aldehyde로 pentanal에서 decanal에 이르기까지 저장기간의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 저장 30일이 지난 시료에서 저장 초기에는 보이지 않았던 고분자 물질들이 검출, 동정된 것이 특징적으로 나타났으며, 저장기간이 길어질수록 저장 중 구성성분의 화학적, 미생물적 반응에 의하여 새로운 물질들이 발생하는 것으로 생각되었다.



(a) control



(b) 150 MPa

Figure 11. TIC of flavor volatiles of beef with and without hydrostatic pressure treatment.

Table 13. Identification of volatile compounds in beef

Peak Retention		Compounds
No.	time	
1	1.00	ethanol
2	1.06	N,N'-dimethyl-1,2-ethanediamine
3	1.10	(1-D)ethenol
4	1.22	L(+)-alanine, ethyl ester
5	1.33	2,3-butanedione
6	1.38	L-alanine, methyl ester
7	1.76	pentanal
8	2.06	D1-dimethylamine
9	2.36	acetic acid
10	3.37	methylbenzene
11	3.69	3-hydroxy- 2-butanone
12	3.95	2,3-dihydrofuran
13	4.19	hexanal
14	4.77	2,3-butanediol
15	5.84	4-pentenal
16	6.06	methylaurate
17	6.35	1,2-dimethylbenzene
18	6.63	1-butanol
19	6.79	hexanenitrile
20	7.17	3-heptanone
21	7.24	1,4-dimethylbenzene
22	7.34	2-heptanone
23	7.76	heptanal
24	8.47	dihydro-4-methyl-2(3H)-furanone
25	8.72	dihydro-2(3H)-furanone
26	10.18	benzaldehyde
27	11.12	2-nitro-1,4-benzenedicarboxamide
28	11.20	heptanol
29	11.22	3-butyltetrahydro-2-methylfuran
30	11.60	1-octen-3-ol
31	11.89	3-octanone
32	12.10	2-pentylfuran
33	12.69	octanal
34	13.88	limonene
35	14.24	2-ethyl hexanol
36	14.25	2-ethyl hexanol
37	14.32	nonane

Table 13: Continued

Peak No.	RT	Compounds
38		decane
39		eicosane
40	14,55	benzeneacetaldehyde
41	14,78	1-nitro-hexane
42	15,58	2-octenal
43	16,05	propanoic acid, octyl ester
44	16,57	n-octanol
45	18,24	nonyl aldehyde
46	19,87	3,5-bis(N,N'-dimethylamino)-9-methane
47	21,18	4-petenal
48	21,19	nonenal
49	21,81	naphthalene
50	22,82	octanoic acid
51	23,14	2-decanone
52	23,79	decanal
53		2-isononenal
54	26,71	2-nonenal
55	26,72	2-decenal
56	27,93	nonanoic acid
57	28,98	octadecane
58	29,33	$\alpha$ -methyl-2-furanacetaldehyde
59	29,50	trans, trans-2,4-decadienal
60	30,67	3,4-dihydropyran
61	31,68	dihydro-5-pentyl-2(3H)-furanone
62	32,01	3-dodecen-1-al
63	32,30	2-methyl-2-ethyl-propanoic acid
64	32,79	decanoic acid
65	34,07	hexadecane
66	34,34	tridecanal
67	36,13	2-methyl-piperazine
68	37,09	heneicosane
69	37,61	cyclodecane
70	38,59	2-tridecane
71	38,89	tetradecane
72	39,17	2,6-bis(1,1-dimethylethyl) phenol
73	39,39	2,6-bis(1,1-dimethylethyl) phenol



Table 13: Continued

Peak No.	RT	Compounds
74	42.84	diethyl phthalate
75	43.47	hexadecane
76	43.86	9-octadecen-1-ol
77		1-octadecanol
78	46.74	cyclotetradecane
79	47.45	3-methyl-3-cyclohexen-1-ol
80	47.65	heptadecane
81	48.11	2,6,10,14-tetramethyl-hexadecane
82	48.28	tetradecanal
83	50.57	tetradecanoic acid
84	51.45	3,7,11-trimethyl-1-dodecanol
85	51.96	octadecane
86	52.50	tetradecanal
87	53.58	2-bromoethanol
88	53.95	3,7,11, 16-tetramethyl-2-hexadecene
89	55.39	furaldone
90	55.56	1-tetradecanol
91	55.91	1-hexadecanol
92		hexadecanol
93	55.95	1,1-cyclobutanedimethanamine
94	60.05	phthalic acid, butyl ester, ester
95	61.22	hexadecanoic acid

Table 14. Changes in flavors of beef with and without hydrostatic pressure treatment (unit : area/10,000)

Peak No.	Retention time	Compounds	Peak area				
			Control	100MPa	150MPa	200MPa	250MPa
1	1.00	ethanol	0	0	0	0	0
2	1.06	N,N'-dimethyl-1,2-ethanediamine	29.7	0	27.6	0	0
3	1.10	(1-D)ethanol	0	0	0	0	0
4	1.22	L(+)-alanine, ethyl ester	10.5	0	15.1	0	0
5	1.33	2,3-butanedione	40.5	0	27.5	0	19.6
6	1.38	L-alanine, methyl ester	0	0	16.7	0	0
7	1.76	pentanal	5.3	12.4	10.3	6.3	10.5
8	2.06	D1-dimethylamine	0	0	0	0	0
9	2.36	acetic acid	50.1	22.9	29.0	17.1	23.0
10	3.37	methylbenzene	10.2	28.6	31.4	7.0	4.3
11	3.69	3-hydroxy- 2-butanone	4.9	19.5	33.1	6.5	13.4
12	3.95	2,3-dihydrofuran	0	0	9.2	0	0
13	4.19	hexanal	132.9	415.5	293.0	125.8	60.5
14	4.77	2,3-butanediol	39.9	0	0	0	0
15	5.84	4-pentenal	0	0	5.5	0	0
16	6.06	methylaurate	3.8	7.2	7.3	0	0
17	6.35	1,2-dimethylbenzene	14.0	29.6	33.2	0	0
18	6.63	1-butanol	13.6	22.2	21.0	11.4	0
19	6.79	hexanenitrile	0	15.3	7.7	7.1	0
20	7.17	3-heptanone	4.6	6.7	9.2	0	0
21	7.24	1,4-dimethylbenzene	14.2	19.1	21.9	0	0
22	7.34	2-heptanone	9.5	14.9	13.6	7.3	0
23	7.62	hexanal	0	0	4.2	0	0
24	7.76	N heptanal	54.6	168.1	139.3	70.5	48.4
25	8.47	dihydro-4-methyl-2(3H)-furanone	6.1	0	0	0	0
26	8.72	dihydro-2(3H)-furanone	0	0	6.1	0	0
27	10.18	benzaldehyde	66.6	146.4	94.9	76.1	46.0
28	11.12	2-nitro-1,4-benzenedicarboxamide	0	0	4.7	9.7	0
29	11.20	heptanol	15.4	47.8	36.3	13.6	0
30	11.22	3-butyltetrahydro-2-methylfuran	0	0	0	0	0
31	11.60	1-octen-3-ol	33.6	30.1	23.5	13.0	20.2
32	11.89	3-octanone	0	0	5.5	0	0
33	12.10	2-pentylfuran	11.8	31.4	14.4	11.6	11.0
34	12.69	octanal	50.8	160.0	144.0	49.1	68.5
35	13.88	limonene	0	0	17.2	7.3	10.9
36	14.24	2-ethyl hexanol	0	0	0	0	0
37	14.25	2-ethyl hexanol	16.2	15.7	16.1	0	14.8
38	14.32	nonane	0	0	0	0	0
39		decane	0	0	0	0	0
40		eicosane	0	0	16.7	0	0
41	14.55	benzeneacetaldehyde	23.2	39.5	36.3	10.5	33.8

Table 14 Continued

Peak No.	Retention time	Compounds	Peak area				
			control	100MPa	150MPa	200MPa	250MPa
42	14.78	1-nitro-hexane	7,5	27,1	8,4	12,1	9,8
43	15.38	heptane	0	22,7	16,4	0	0
44	15.58	2-octenal	0	0	29,4	0	12,5
45	16.05	propanoic acid, octyl ester	0	0	0	0	0
46	16.57	n-octanol	51,6	81,9	79,5	87,4	56,0
47	18.24	nonyl aldehyde	288,6	507,4	371,0	532,5	332,5
48	19.87	3,5-bis(N,N'-dimethylamino)-9-me???	0	0	0	0	0
49	21.18	4-petenal	0	0	27,0	0	0
50	21.19	nonenal	15,2	0	0	0	17,7
51	21.81	naphthalene	25,8	0	36,5	62,5	57,4
52	22.82	octanoic acid	0	0	0	0	0
53	23.14	2-decanone	0	23,8	18,5	0	7,1
54	23.79	decanal	6,3	10,6	0	9,4	7,7
55		2-isononenal	0	0	6,9	0	0
56	26.71	2-nonenal	0	0	22,9	0	0
57	26.72	2-decenal	0	23,5	0	12,1	0
58	27.93	nonanoic acid	0	5,3	0	0	0
59	28.98	octadecane	0	0	0	0	0
60	29.33	$\alpha$ -methyl-2-furanacetaldehyde	0	0	0	0	0
61	29.50	trans, trans-2,4-decadienal	0	8,7	10,0	0	7,7
62	30.67	3,4-dihydropyran	0	0	0	0	0
63	31.68	dihydro-5-pentyl-2(3H)-furanone	0	0	0	0	0
64	32.01	3-dodecen-1-al	0	0	7,7	0	0
65	32.30	2-methyl-2-ethyl-propanoic acid	0	0	0	0	0
66	32.79	decanoic acid	0	0	0	0	0
67	34.07	hexadecane	0	0	0	8,7	0
68	34.34	tridecanal	8,60	0	0	0	6,0
69	36.13	2-methyl-piperazine	0	0	0	0	0
70	37.09	heneicosane	0	0	0	0	0
71	37.61	cyclodecane	0	0	0	0	0
72	38.59	2-tridecane	0	0	0	0	0
73	38.89	tetradecane	0	0	0	0	0
74	39.17	2,6-bis(1,1-dimethylethyl) phenol	0	0	0	0	0
75	39.39	2,6-bis(1,1-dimethylethyl) phenol	0	0	0	0	0
76	42.84	diethyl phtalate	0	0	0	0	0
77	43.47	hexadecane	0	0	0	0	0
78	43.86	9-octadecen-1-ol	0	0	0	0	0
79		1-octadecanol	0	0	0	0	0
80	46.74	cyclotetradecane	0	0	0	0	0

Table 14:Continued

Peak No.	Retention time	Compounds	Peak area				
			control	100MPa	150MPa	200MPa	250MPa
81	47.45	3-methyl-3-cyclohexen-1-ol	0	0	0	0	0
82	47.65	heptadecane0	0	0	0	0	0
83	47.82	heptadecane	0	0	0	0	0
84	48.11	2,6,10,14-tetramethyl-hexadecane	0	0	0	0	0
85	48.28	tetradecanal	0	0	0	0	0
86	50.57	tetradecanoic acid	0	0	0	0	0
87	51.45	3,7,11-trimethyl-1-dodecanol	0	0	0	0	0
88	51.96	octadecane	0	0	0	0	0
89	52.50	tetradecanal	0	0	0	0	0
90	53.58	2-bromoethanol	0	0	0	0	0
91	53.95	3,7,11-trimethyl-1-dodecanol	0	0	0	0	0
92	55.39	furaltdone	0	0	24,7	28,9	34,2
93	55.56	1-tetradecanol	0	0	0	0	0
94	55.91	1-hexadecanol	12,1	0	0	0	0
95		hexadecanol	0	0	0	0	0
96	55.95	1,1-cyclobutanedimethanamine	0	0	0	0	0
97	60.05	phthalic acid, butyl ester, ester	0	0	0	0	0
98	61.22	hexadecanoic acid	0	0	0	0	3,8

Table 15. Changes in total amount of volatile compounds from beef with and without hydrostatic pressure treatment during storage at 4°C

Treatment	Storage (days)	Total area( $\times 10^4$ )
Control	0	10,795
	14	16,888
	21	8,910
100 MPa	0	19,656
	14	19,578
	21	20,521
150 MPa	0	18,372
	14	31,335
	21	26,336
200 MPa	0	12,066
	14	18,221
	21	9,564

Table 16. Quantitation of flavor volatiles in hydrostatic pressure treated beef during storage at 4°C

Peak No.	RT	Compounds	Peak area ( $\times 10^4$ )		
			10d	20d	30d
1	1,00	ethanol	0	85,6	108,6
3	1,10	(1-D)ethenol	0	0	69,8
4	1,22	L(+)-alanine, ethyl ester	21,0	0	0
5	1,33	2,3-butanedione	0	13,50	0
7	1,76	pentanal	12,5	20,7	0
8	2,06	D1-dimethylamine	0	0	4,4
9	2,36	acetic acid	12,2	37,1	73,8
10	3,37	methylbenzene	7,7	5,5	0
11	3,69	3-hydroxy-2-butanone	0	4,4	0
13	4,19	hexanal	149,6	31,7	20,3
14	4,77	2,3-butanediol	0	8,9	11,1
17	6,35	1,2-dimethylbenzene	22,0	10,1	0
18	6,63	1-butanol	9,7	0	0
21	7,24	1,4-dimethylbenzene	247,0	0	0
22	7,34	2-heptanone	0	6,4	0
23	7,76	N heptanal	114,5	70,0	20,6
24	8,47	dihydro-4-methyl-2(3H)-furanone	0	0	7,3
26	10,18	benzaldehyde	33,6	51,0	18,9
28	11,20	heptanol	34,2	34,0	0
29	11,22	3-buthyltetrahydro-2-methylfuran	0	0	9,6
30	11,60	1-octen-3-ol	13,8	41,8	4,3
32	12,10	2-pentylfuran	0	20,1	0
33	12,69	octanal	132,2	107,1	35,6
35	14,24	2-ethyl hexanol	0	0	21,7
36	14,25	2-ethyl hexanol	0	84,7	0
37	14,32	nonane	0	0	12,4
39	14,32	eicosane	55,8	0	0
40	14,55	benzeneacetaldehyde	49,5	164,2	69,0
42	15,58	2-octenal	44,3	0	6,1
43	16,05	propanoic acid, octyl ester	0	0	6,5
44	16,57	n-octanol	62,1	64,8	24,8
45	18,24	nonyl aldehyde	257,5	236,6	100,7
46	19,87	3,5-bis(N,N'-dimethylamino)-9-methyl	0	0	6,1
48	21,19	nonenal	38,1	40,6	13,7
49	21,81	naphthalene	0	20,4	18,1
50	22,82	octanoic acid	9,4	13,4	8,5
51	23,14	2-decanone	8,9	20,7	21,5

Table 16: Continued

Peak No.	RT	Compounds	Peak area( $\times 10^6$ )		
			10d	20d	30d
52	23.79	decanal	11.3	17.7	11.9
55	26.72	2-decenal	48.2	0	46.0
56	27.93	nonanoic acid	6.6	0	17.4
57	28.98	octadecane	0	0	6.4
58	29.33	$\alpha$ -methyl-2-furanacetaldehyde	0	0	5.0
59	29.50	trans, trans-2,4-decadienal	17.6	26.3	20.4
60	30.67	3,4-dihydropyran	0	0	6.6
61	31.68	dihydro-5-pentyl-2(3H)-furanone	0	0	7.9
62	32.01	3-dodecen-1-al	0	0	57.3
63	32.30	2-methyl-2-ethyl-propanoic acid	0	0	7.8
64	32.79	decanoic acid	0	0	9.7
65	34.07	hexadecane	0	9.3	13.5
66	34.34	tridecanal	0	0	12.1
67	36.13	2-methyl-piperazine	0	0	5.4
68	37.09	henticosane	0	0	12.5
69	37.61	cyclodecane	0	4.3	11.8
70	38.59	2-tridecane	0	0	10.7
71	38.89	tetradecane	0	0	24.0
72	39.17	2,6-bis(1,1-dimethylethyl) phenol	12.2	20.5	118.0
73	39.39	2,6-bis(1,1-dimethylethyl) phenol	0	0	19.5
74	42.84	diethyl phthalate	0	0	6.9
75	43.47	hexadecane	0	0	28.9
76	43.86	9-octadecen-1-ol	0	10.5	23.9
78	46.74	cyclotetradecane	0	0	24.5
79	47.45	3-methyl-3-cyclohexen-1-ol	0	0	102.9
80	47.65	heptadecane	0	0	26.8
81	48.11	2,6,10,14-tetramethyl-hexadecane	0	0	15.5
82	48.28	tetradecanal	0	0	26.9
83	50.57	tetradecanoic acid	0	25.4	35.6
84	51.45	3,7,11-trimethyl-1-dodecanol	0	0	60.3
85	51.96	octadecane	0	0	46.8
86	52.50	tetradecanal	0	0	410.6
87	53.58	2-bromoethanol	0	0	7.0
88	53.95	3,7,11,16-tetramethyl-2-hexadecene	0	0	65.8
89	55.39	furaltadone	40.8	49.3	48.2
90	55.56	1-tetradecanol	0	0	6.3
91	55.91	1-hexadecanol	0	0	4.2
93	55.95	1,1-cyclobutanedimethanamine	0	0	4.9
94	60.05	phthalic acid, butyl ester, ester	0	0	30.5
95	61.22	hexadecanoic acid	0	0	150.8

## 제 5 절 소비자 특성조사

소비자 조사를 통하여 고압처리 우육의 특성을 조사한 결과는 Table 17과 같다. Color에 대한 평가는 생육상태에서 실시하였고 기타 Texture, Juiciness는 일정한 조건에서 cooking 한 상태에서 실시한 결과이다. Control 구는 숙성이나 고압처리를 거치지 않은 신선육으로서 color에 있어서는 우수하였지만 조직감이 질기다는 평가를 받았으며, juiciness 면에서도 낮은 평가를 받았다. 고압 처리구에서는 적용압력의 크기에 따라 차이가 있었다. 100 MPa 압력을 5분간 적용하였을 경우 color에 있어서는 대조구와 차이가 없었으나, 조직을 연화하기에는 부족한 것으로 평가되었다. 150 MPa 처리구에서는 color에 있어서 대조구와 차이가 유의하지 않았고 연도는 크게 향상된 것으로 나타났다. 보수력도 가장 우수한 것으로 평가되어 전반적인 기호도에서 가장 좋은 평가를 받았다. 반면 200 MPa 처리구는 color에 있어서 다른 처리구와 유의하게 열등한 것으로 나타났고 texture도 단단하다는 평가를 받았고 juiciness 면에서도 열등하게 평가되어 전반적인 기호도가 낮은 것으로 평가되었다. 따라서 소비자 평가에서는 150 MPa 처리에 따라 texture, juiciness 면에서 향상 효과가 나타나 전반적인 기호도가 가장 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 압력처리가 비숙성육의 소비자 품질 향상에 기여함을 알 수 있었다.

Table 17. Scores of sensory properties of beef depending on the pressure treatment by hedonic scale<sup>1)</sup>

	Control	100 MPa/5min	150 MPa/5min	200 MPa/5min
Color	6.3 ± 1.0 <sup>a</sup>	7.0 ± 0.8 <sup>a</sup>	5.7 ± 0.9 <sup>a</sup>	3.2 ± 0.5 <sup>b</sup>
Texture	3.7 ± 1.2 <sup>b</sup>	4.5 ± 1.0 <sup>b</sup>	6.5 ± 0.7 <sup>a</sup>	4.2 ± 0.9 <sup>b</sup>
Juiciness	4.0 ± 0.5 <sup>b</sup>	5.7 ± 0.9 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.6 <sup>a</sup>	4.6 ± 0.9 <sup>b</sup>
Overall acceptability	3.0 ± 1.0 <sup>b</sup>	6.2 ± 0.8 <sup>a</sup>	7.4 ± 0.5 <sup>a</sup>	3.3 ± 0.7 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Each value represented the mean of 50 observations on hedonic scale of 1 (dislike extremely) to 9 (like extremely).

<sup>2)</sup>Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p < .05$ ).



## 제 6 절 초고압 처리 냉장육의 저장 중 품질변화 평가

### 1. VBN가

압력 처리조건에 따른 VBN가의 변화는 Table 18과 같다. 저장 초기 VBN가는 100 MPa 처리구가 높은 것으로 나타났으며 150 MPa 처리구의 VBN가는 저장 전반에 걸쳐 비교적 다른 처리구보다 높은 값을 나타내었다. 200 MPa 처리구는 전반적으로 낮은 값을 나타내었다. VBN가 변화를 단백질 분해정도로 고려할 때 압력처리가 단백질분해에 영향을 미쳤을 가능성이 있다고 사료되며 200 MPa 처리구의 경우는 1차년도 연구결과를 토대로 분석해 볼 때 고압에 의하여 단백질이 뭉쳐지는 효과로 VBN가가 낮게 나타났다고 사료된다.

Table 18. Pressure-induced VBN value changes of eye of round from beeves during storage at 4°C (unit : mg%)

Treatment Day	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	14.84 ± 0.40 <sup>1)</sup>	12.51 ± 2.14	15.08 ± 5.92	10.64 ± 0.00	11.02 ± 0.20
3	16.86 ± 4.93 <sup>ab</sup>	15.14 ± 0.40 <sup>ab</sup>	21.80 ± 3.34 <sup>a</sup>	17.50 ± 2.14 <sup>ab</sup>	11.75 ± 0.20 <sup>b</sup>
7	11.81 ± 0.78 <sup>b</sup>	16.69 ± 1.97 <sup>ab</sup>	12.57 ± 0.79 <sup>ab</sup>	22.51 ± 8.25 <sup>a</sup>	18.22 ± 0.39 <sup>ab</sup>
10	18.51 ± 2.24 <sup>a</sup>	12.36 ± 0.59 <sup>b</sup>	15.46 ± 0.20 <sup>ab</sup>	18.33 ± 3.87 <sup>a</sup>	13.93 ± 0.00 <sup>ab</sup>
14	12.12 ± 0.98 <sup>ab</sup>	16.34 ± 2.17 <sup>a</sup>	12.73 ± 3.13 <sup>ab</sup>	7.97 ± 0.39 <sup>b</sup>	11.92 ± 0.39 <sup>ab</sup>
18	14.19 ± 1.18 <sup>b</sup>	32.30 ± 0.97 <sup>a</sup>	15.64 ± 2.37 <sup>b</sup>	22.96 ± 7.13 <sup>b</sup>	17.84 ± 1.18 <sup>b</sup>
21	23.32 ± 0.20 <sup>a</sup>	18.49 ± 1.98 <sup>bc</sup>	21.61 ± 0.59 <sup>ab</sup>	16.85 ± 1.38 <sup>c</sup>	20.20 ± 1.17 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± S.D with difference superscripts in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

### 2. TBA가

Table 19는 우육의 저장 중 TBA가의 변화를 측정한 것으로 처리 압력 조건에 따른 TBA가의 차이는 뚜렷하지 않은 것으로 보여진다.

Table 19. Pressure-induced L value changes of eye of round from beeves during storage at 4°C (unit : mg malonaldehyde/kg meat)

Treatment Day	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	0.09 ± 0.01 <sup>b1)</sup>	0.11 ± 0.03 <sup>ab</sup>	0.10 ± 0.02 <sup>ab</sup>	0.12 ± 0.02 <sup>ab</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>a</sup>
3	0.18 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.18 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.16 ± 0.00 <sup>bc</sup>	0.36 ± 0.03 <sup>a</sup>
7	0.23 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.23 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>a</sup>
10	0.23 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.35 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.28 ± 0.01 <sup>b</sup>
14	0.20 ± 0.01	0.17 ± 0.03	0.18 ± 0.02	0.20 ± 0.01	0.20 ± 0.01
18	0.34 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.33 ± 0.06 <sup>ab</sup>	0.24 ± 0.03 <sup>bc</sup>	0.37 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>c</sup>
21	0.15 ± 0.00 <sup>d</sup>	0.20 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>cd</sup>	0.39 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.02 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± S.D with different superscripts in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

### 3. 육색

압력처리가 신선육의 명도에 미치는 영향을 살펴본 결과 Table 20과 같다. 본실험에 사용한 압력 범위에서 압력이 높을수록 명도가 높아지는 경향을 보였는데 전반적으로 150 MPa 이상의 압력을 처리하였을 때 두드러졌다.

Table 20. Pressure-induced L value changes of eye of round from beeves during storage at 4°C

Day	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	38.21 ± 0.88 <sup>c</sup>	39.95 ± 0.93 <sup>b</sup>	37.46 ± 1.82 <sup>c</sup>	41.69 ± 0.85 <sup>a</sup>	43.59 ± 1.57 <sup>a</sup>
3	38.27 ± 2.14 <sup>c</sup>	40.99 ± 0.78 <sup>b</sup>	30.68 ± 0.68 <sup>d</sup>	30.79 ± 0.96 <sup>d</sup>	42.80 ± 0.83 <sup>a</sup>
7	37.90 ± 0.93 <sup>c</sup>	42.66 ± 0.65 <sup>a</sup>	31.41 ± 1.17 <sup>d</sup>	39.85 ± 0.60 <sup>b</sup>	41.49 ± 0.92 <sup>a</sup>
10	40.52 ± 1.73 <sup>b</sup>	46.03 ± 1.17 <sup>a</sup>	38.33 ± 1.84 <sup>c</sup>	40.31 ± 0.68 <sup>b</sup>	41.19 ± 1.44 <sup>b</sup>
14	30.61 ± 1.34 <sup>c</sup>	30.12 ± 0.93 <sup>c</sup>	40.03 ± 1.35 <sup>b</sup>	38.95 ± 1.29 <sup>b</sup>	45.94 ± 1.32 <sup>a</sup>
18	39.13 ± 2.54 <sup>a</sup>	40.02 ± 3.48 <sup>a</sup>	39.06 ± 3.11 <sup>a</sup>	39.20 ± 1.17 <sup>a</sup>	41.86 ± 1.26 <sup>a</sup>
21	43.17 ± 2.03 <sup>a</sup>	41.06 ± 1.35 <sup>ab</sup>	30.25 ± 1.78 <sup>c</sup>	38.79 ± 2.09 <sup>b</sup>	39.94 ± 3.49 <sup>b</sup>

\*Means with the different superscript in same row are significantly different by Duncan's multiple test ( $p < 0.05$ ).

명도값의 변화와는 달리 a 값의 변화(Table 21)는 통계적으로 유의한 경향이 크지

않아서 압력간의 뚜렷한 차이가 없는 것으로 보여진다.

황색도의 경우도 압력조건에 따른 차이가 저장일 별로 뚜렷하지 않았다(Table 22). 총색차 변화의 경우(Table 23) 150 MPa 이상의 압력을 처리하였을 때 변화가 큰 것으로 나타나서 전반적으로 압력 처리시 압력 조건에 따라 육색에 미치는 효과에 차이가 있는 것으로 사료된다. 100 MPa 처리시 육안평가와 기계 측정치를 고려하였을 경우 대조구와 비교하여 차이가 없는 것으로 사료된다.

Table 21. Pressure-induced a value changes of eye of round from beeves during storage at 4°C

Day	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	16.67 ± 1.50 <sup>ab</sup>	18.26 ± 1.94 <sup>a</sup>	15.26 ± 2.00 <sup>b</sup>	15.02 ± 1.63 <sup>b</sup>	17.76 ± 1.45 <sup>a</sup>
3	17.17 ± 3.19 <sup>b</sup>	16.89 ± 1.01 <sup>b</sup>	15.77 ± 2.12 <sup>b</sup>	16.47 ± 1.71 <sup>b</sup>	21.00 ± 1.77 <sup>a</sup>
7	19.58 ± 1.38 <sup>a</sup>	20.56 ± 0.91 <sup>a</sup>	16.70 ± 1.76 <sup>b</sup>	17.75 ± 1.26 <sup>b</sup>	20.91 ± 2.96 <sup>a</sup>
10	18.99 ± 2.15 <sup>ab</sup>	16.97 ± 1.39 <sup>b</sup>	17.27 ± 3.41 <sup>b</sup>	16.67 ± 1.49 <sup>b</sup>	19.72 ± 2.38 <sup>a</sup>
14	15.45 ± 2.37 <sup>ab</sup>	14.22 ± 0.89 <sup>b</sup>	16.77 ± 2.10 <sup>a</sup>	17.37 ± 1.57 <sup>a</sup>	15.54 ± 1.47 <sup>ab</sup>
18	16.64 ± 2.33 <sup>a</sup>	16.41 ± 2.68 <sup>a</sup>	16.82 ± 2.59 <sup>a</sup>	16.33 ± 1.63 <sup>a</sup>	16.89 ± 1.86 <sup>a</sup>
21	19.12 ± 3.28 <sup>a</sup>	15.92 ± 2.20 <sup>b</sup>	15.23 ± 2.03 <sup>b</sup>	16.28 ± 0.87 <sup>b</sup>	21.23 ± 2.38 <sup>a</sup>

\*Means with the different superscript in same row are significantly different by Duncan's multiple test( $p < 0.05$ ).

Table 22. Pressure-induced b value changes of eye of round from beeves during storage at 4°C

Day	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	6.60 ± 1.15 <sup>ab</sup>	5.04 ± 1.46 <sup>c</sup>	5.90 ± 0.94 <sup>bc</sup>	7.58 ± 1.49 <sup>a</sup>	3.62 ± 1.19 <sup>d</sup>
3	8.27 ± 1.13 <sup>a</sup>	9.11 ± 0.72 <sup>a</sup>	4.71 ± 1.13 <sup>b</sup>	4.96 ± 0.89 <sup>b</sup>	8.95 ± 0.79 <sup>a</sup>
7	8.12 ± 0.82 <sup>b</sup>	10.34 ± 0.46 <sup>a</sup>	4.07 ± 1.09 <sup>c</sup>	8.47 ± 0.99 <sup>b</sup>	8.07 ± 1.42 <sup>b</sup>
10	8.86 ± 1.18 <sup>b</sup>	10.26 ± 0.83 <sup>a</sup>	8.02 ± 1.89 <sup>b</sup>	7.58 ± 0.60 <sup>b</sup>	7.92 ± 0.94 <sup>b</sup>
14	3.08 ± 0.82 <sup>c</sup>	2.52 ± 0.57 <sup>c</sup>	8.22 ± 1.29 <sup>a</sup>	6.40 ± 1.14 <sup>b</sup>	8.61 ± 1.31 <sup>a</sup>
18	6.17 ± 1.56 <sup>b</sup>	8.08 ± 2.24 <sup>a</sup>	7.57 ± 1.58 <sup>ab</sup>	5.96 ± 1.22 <sup>b</sup>	8.40 ± 1.44 <sup>a</sup>
21	9.87 ± 1.48 <sup>a</sup>	8.58 ± 1.08 <sup>ab</sup>	3.77 ± 1.59 <sup>c</sup>	7.52 ± 0.78 <sup>b</sup>	7.99 ± 1.37 <sup>b</sup>

\*Means with the different superscript in same row are significantly different by Duncan's multiple test( $p < 0.05$ ).

Table 23. Pressure-induced  $\Delta E$  value changes of eye of round from beeves during storage at 4°C

Day	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	53.71 ± 1.18 <sup>b</sup>	52.44 ± 0.61 <sup>c</sup>	53.98 ± 1.39 <sup>b</sup>	48.17 ± 1.18 <sup>d</sup>	57.25 ± 1.23 <sup>a</sup>
3	54.06 ± 2.47 <sup>b</sup>	51.48 ± 0.77 <sup>c</sup>	60.54 ± 0.40 <sup>a</sup>	60.61 ± 1.06 <sup>a</sup>	51.24 ± 1.00 <sup>c</sup>
7	55.11 ± 0.46 <sup>b</sup>	51.42 ± 0.51 <sup>d</sup>	60.02 ± 1.46 <sup>a</sup>	52.73 ± 0.75 <sup>c</sup>	52.32 ± 2.06 <sup>cd</sup>
10	52.60 ± 1.38 <sup>b</sup>	47.04 ± 1.34 <sup>c</sup>	54.06 ± 1.07 <sup>a</sup>	51.83 ± 0.87 <sup>b</sup>	52.10 ± 1.62 <sup>b</sup>
14	60.46 ± 1.21 <sup>a</sup>	60.59 ± 1.01 <sup>a</sup>	52.24 ± 1.51 <sup>b</sup>	53.20 ± 1.27 <sup>b</sup>	46.36 ± 1.53 <sup>c</sup>
18	52.80 ± 2.96 <sup>ab</sup>	52.22 ± 2.55 <sup>ab</sup>	53.15 ± 2.34 <sup>a</sup>	52.61 ± 1.32 <sup>ab</sup>	50.59 ± 1.05 <sup>b</sup>
21	50.46 ± 1.09 <sup>c</sup>	51.08 ± 1.35 <sup>c</sup>	60.78 ± 1.95 <sup>a</sup>	53.15 ± 1.91 <sup>b</sup>	53.84 ± 3.17 <sup>b</sup>

\*Means with the different superscript in same row are significantly different by Duncan's multiple test( $p < 0.05$ ).

#### 4. 미생물

압력조건이 150 MPa 이상일 경우 대조구와 비교하여 총균수가 1 log 정도 감소된 값을 보였고 150과 200 MPa 간에는 저장 후기(14일 이후)에는 차이가 없었으나 저장 초기에는 200 MPa 처리구의 총균수가 3 log 정도까지 낮은 값을 보였다.

#### 5. 보수력

저장 전반에 걸쳐 보수력의 차이는 Table 8과 같은데 100 MPa 처리구의 보수력이 전반적으로 가장 우수한 것으로 나타났다. 압력처리가 보수력에 영향을 미치는 것으로 보여지며 적당한 압력은 보수력을 향상시키는 반면 그 이상의 압력을 적용할 경우 보수력이 저하됨을 알 수 있었다.

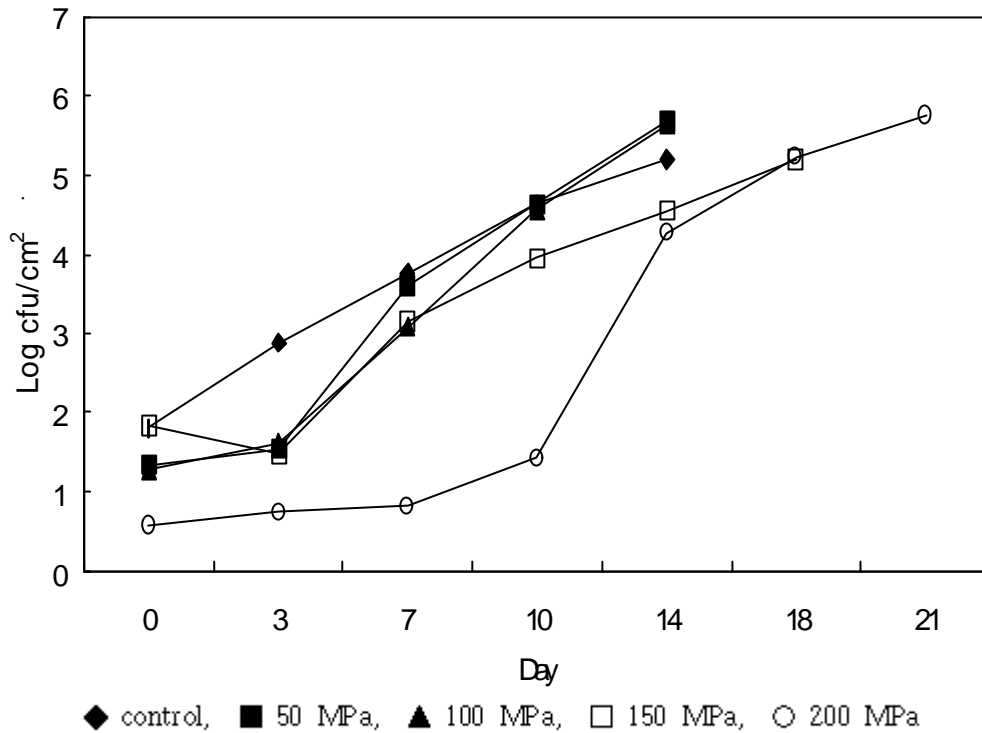


Fig. 12. Pressure-induced total plate count changes of eye of round from beeves during storage at 4°C.

## 6. 조직감

신선육의 도축 후 초기에는 사후 강직으로 인하여 조직이 질긴 경향이 있어서 대조구의 경우 0일치는 20.5 kg force의 값을 나타냈으며 압력처리구간에는 150 MPa 처리구의 초기 강도가 낮은 것으로 나타났다(Table 9). 저장이 진행됨에 따라 숙성과정이 진행되어 대조구의 경우 일반적으로 숙성기간을 10일 정도라고 하는 것과 유사하게 저장 10일째부터 10 kg force 이하의 값을 나타냈다. 하지만 150 MPa 압력을 가한 경우 저장 7일 재부터 10 kg force이하의 값을 보여주었다. 그러나 200 MPa 압력 처리구는 저장 10일 재부터 낮은 값을 보였다. 이 현상은 앞서 언급하였듯이 고압에서 단백질이 뭉치는 현상에 의하여 조직이 강하게 평가되었을 가능성이 높은 것으로 사료된다.

Table 24. Pressure-induced WHC changes of eye of round from beeves during storage at 4°C (unit : %)

Treatment Day	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	83.80 ± 1.24 <sup>e1)</sup>	81.15 ± 0.31 <sup>d</sup>	94.76 ± 1.39 <sup>a</sup>	77.54 ± 0.39 <sup>b</sup>	89.62 ± 1.25 <sup>b</sup>
3	77.78 ± 0.41 <sup>b</sup>	77.23 ± 1.23 <sup>b</sup>	94.86 ± 0.52 <sup>a</sup>	95.91 ± 0.43 <sup>a</sup>	77.83 ± 2.04 <sup>b</sup>
7	75.39 ± 1.06 <sup>c</sup>	91.03 ± 2.71 <sup>a</sup>	89.48 ± 1.17 <sup>a</sup>	79.93 ± 0.27 <sup>b</sup>	75.67 ± 1.01 <sup>c</sup>
10	76.76 ± 0.72 <sup>d</sup>	88.47 ± 1.13 <sup>b</sup>	92.37 ± 1.83 <sup>a</sup>	76.78 ± 0.14 <sup>d</sup>	82.59 ± 1.53 <sup>c</sup>
14	90.77 ± 0.51 <sup>a</sup>	66.86 ± 2.12 <sup>c</sup>	85.05 ± 0.32 <sup>b</sup>	70.26 ± 2.30 <sup>c</sup>	70.17 ± 0.37 <sup>c</sup>
18	77.03 ± 0.58 <sup>c</sup>	82.58 ± 2.61 <sup>b</sup>	72.47 ± 0.35 <sup>d</sup>	72.46 ± 0.68 <sup>d</sup>	90.16 ± 0.16 <sup>a</sup>
21	67.41 ± 1.07 <sup>d</sup>	70.50 ± 2.42 <sup>cd</sup>	93.23 ± 0.32 <sup>a</sup>	73.15 ± 0.41 <sup>c</sup>	81.57 ± 0.23 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± S.D with different superscripts in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 25. Pressure-induced texture changes of eye of round from beeves during storage at 4°C

Treatment Day	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	8823.9 ± 723.0 <sup>d1)</sup>	12997.7 ± 880.5 <sup>c</sup>	15626.7 ± 1066.1 <sup>b</sup>	20869.4 ± 1273.0 <sup>a</sup>	7222.0 ± 1147.0 <sup>d</sup>
3	13967.9 ± 2569.4 <sup>b</sup>	17873.7 ± 1124.9 <sup>a</sup>	11161.3 ± 1961.3 <sup>b</sup>	19426.7 ± 1901.0 <sup>a</sup>	8662.2 ± 1045.0 <sup>c</sup>
18	20508.2 ± 2103.1 <sup>a</sup>	21031.2 ± 3337.0 <sup>a</sup>	12124.2 ± 2268.7 <sup>b</sup>	12482.1 ± 1196.0 <sup>b</sup>	10334.2 ± 1896.0 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± S.D with different superscripts in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

## 7. 지방산조성 변화

저장 동안 고압 처리구와 대조구간에 지방산 조성의 차이는 유의하지 않은 것으로 분석되어 고압처리가 지방산 조성에 영향을 미치지 않는 것으로 평가하였다.

Table 26. Changes in fatty acid composition of eye of round from beeves treated with hydrostatic pressure during storage at 4°C (unit : %)

Treatment		Fatty acid			
Day	Pressure	Saturated	$\omega 3$	$\omega 6$	$\omega 9$
0	Control	45.30±0.04 <sup>kl</sup>	6.15±0.02 <sup>b</sup>	11.29±0.00 <sup>c</sup>	37.25±0.02 <sup>b</sup>
	50 MPa	50.11±0.50 <sup>b</sup>	3.73±0.03 <sup>c</sup>	8.61±0.52 <sup>d</sup>	37.55±0.07 <sup>b</sup>
	100 MPa	46.16±0.95 <sup>c</sup>	5.41±0.23 <sup>b</sup>	12.69±0.70 <sup>b</sup>	35.74±0.02 <sup>c</sup>
	150 MPa	43.25±0.73 <sup>d</sup>	7.16±0.61 <sup>a</sup>	14.09±0.40 <sup>a</sup>	35.49±0.94 <sup>c</sup>
	200 MPa	53.07±0.04 <sup>a</sup>	2.21±0.03 <sup>d</sup>	5.68±0.19 <sup>e</sup>	39.04±0.24 <sup>a</sup>
3	Control	47.23±0.15 <sup>c</sup>	3.47±0.07 <sup>d</sup>	12.41±0.09 <sup>b</sup>	36.89±0.01 <sup>c</sup>
	50 MPa	43.89±0.50 <sup>d</sup>	5.97±0.11 <sup>b</sup>	12.69±0.84 <sup>b</sup>	37.44±0.21 <sup>b</sup>
	100 MPa	43.70±0.15 <sup>d</sup>	7.72±0.02 <sup>a</sup>	14.04±0.14 <sup>a</sup>	34.53±0.09 <sup>d</sup>
	150 MPa	48.69±0.13 <sup>b</sup>	4.26±0.03 <sup>c</sup>	6.06±0.06 <sup>d</sup>	40.97±0.02 <sup>a</sup>
	200 MPa	51.22±0.07 <sup>a</sup>	2.46±0.0 <sup>e</sup>	8.85±0.19 <sup>c</sup>	37.46±0.33 <sup>b</sup>
7	Control	45.32±0.16 <sup>b</sup>	4.45±0.12 <sup>b</sup>	13.95±0.25 <sup>b</sup>	36.29±0.21 <sup>b</sup>
	50 MPa	47.15±1.16 <sup>b</sup>	5.48±0.24 <sup>b</sup>	10.57±1.35 <sup>c</sup>	36.78±0.44 <sup>b</sup>
	100 MPa	37.46±0.65 <sup>c</sup>	10.32±0.21 <sup>a</sup>	20.99±0.55 <sup>a</sup>	31.22±0.12 <sup>c</sup>
	150 MPa	47.32±0.07 <sup>b</sup>	3.32±0.02 <sup>c</sup>	13.03±0.30 <sup>b</sup>	36.31±0.25 <sup>d</sup>
	200 MPa	50.24±1.54 <sup>a</sup>	2.86±1.71 <sup>c</sup>	6.58±0.88 <sup>d</sup>	40.31±0.70 <sup>a</sup>
10	Control	43.14±0.80 <sup>b</sup>	5.65±0.30 <sup>c</sup>	15.75±0.79 <sup>b</sup>	35.46±0.29 <sup>b</sup>
	50 MPa	42.09±1.30 <sup>b</sup>	8.20±0.65 <sup>b</sup>	15.15±1.05 <sup>b</sup>	34.55±0.40 <sup>c</sup>
	100 MPa	43.01±0.51 <sup>b</sup>	9.17±0.20 <sup>a</sup>	16.06±0.41 <sup>a</sup>	31.74±0.10 <sup>d</sup>
	150 MPa	43.47±0.28 <sup>b</sup>	4.50±0.03 <sup>d</sup>	17.47±0.17 <sup>a</sup>	34.54±0.02 <sup>c</sup>
	200 MPa	48.06±0.12 <sup>a</sup>	3.26±0.11 <sup>e</sup>	11.39±0.34 <sup>c</sup>	37.27±0.57 <sup>a</sup>
14	Control	41.28±0.04 <sup>c</sup>	8.89±0.05 <sup>a</sup>	14.69±0.18 <sup>b</sup>	35.14±0.19 <sup>b</sup>
	50 MPa	41.67±0.62 <sup>c</sup>	6.50±0.45 <sup>b</sup>	14.29±0.90 <sup>b</sup>	37.54±0.74 <sup>a</sup>
	100 MPa	45.12±0.05 <sup>b</sup>	5.95±0.05 <sup>b</sup>	13.74±0.13 <sup>b</sup>	35.18±0.13 <sup>b</sup>
	150 MPa	42.69±0.02 <sup>c</sup>	5.15±0.03 <sup>c</sup>	15.45±0.12 <sup>a</sup>	36.70±0.12 <sup>a</sup>
	200 MPa	48.20±1.93 <sup>a</sup>	4.05±0.83 <sup>d</sup>	12.05±1.04 <sup>c</sup>	35.70±0.02 <sup>b</sup>
18	Control	54.75±11.08 <sup>d</sup>	2.12±0.03 <sup>c</sup>	8.06±0.33 <sup>c</sup>	35.06±11.51 <sup>a</sup>
	50 MPa	41.28±1.71 <sup>a</sup>	7.52±0.72 <sup>a</sup>	17.41±1.42 <sup>a</sup>	33.79±0.44 <sup>a</sup>
	100 MPa	43.87±2.99 <sup>a</sup>	5.71±2.43 <sup>b</sup>	15.76±1.85 <sup>a</sup>	34.65±1.35 <sup>a</sup>
	150 MPa	44.34±0.25 <sup>a</sup>	5.05±0.19 <sup>b</sup> <sup>bc</sup>	15.45±0.31 <sup>a</sup>	35.16±0.25 <sup>a</sup>
	200 MPa	46.08±0.12 <sup>a</sup>	4.39±0.04 <sup>b</sup>	11.48±0.18 <sup>b</sup>	38.04±0.35 <sup>a</sup>
21	Control	41.00±0.60 <sup>a</sup>	6.43±0.30 <sup>a</sup>	16.86±0.62 <sup>a</sup>	35.70±0.32 <sup>d</sup>
	50 MPa	45.05±0.03 <sup>c</sup>	4.51±0.07 <sup>b</sup>	9.31±0.05 <sup>d</sup>	41.12±0.03 <sup>a</sup>
	100 MPa	48.88±0.12 <sup>e</sup>	4.69±0.13 <sup>b</sup>	5.80±0.09 <sup>e</sup>	40.62±0.03 <sup>b</sup>
	150 MPa	43.86±0.07 <sup>d</sup>	4.54±0.05 <sup>b</sup>	15.67±0.07 <sup>b</sup>	35.92±0.20 <sup>d</sup>
	200 MPa	46.60±0.55 <sup>b</sup>	4.07±0.13 <sup>c</sup>	12.82±0.43 <sup>c</sup>	35.50±0.00 <sup>d</sup>

<sup>kl</sup>) Mean±S.D with different superscripts in the same column at the same storage day are significantly different ( $p<0.05$ ).

## 8. 비타민 E

저장 전반에 걸쳐 압력 처리에 따른 뚜렷한 경향은 없었고 대조구와 비교하여 전반적으로 압력처리구의 비타민 E 함량이 높은 경향으로 분석되었다.

Table 27. Changes in vitamin E composition of eye of round from beeves treated with high hydrostatic pressure during storage at 4°C (unit :  $\mu\text{g}/100\text{g}$ )

Day	Treatment				
	Control	50 MPa	100 MPa	150 MPa	200 MPa
0	52.61 $\pm$ 0.88 <sup>b1)</sup>	27.33 $\pm$ 0.74 <sup>d</sup>	59.28 $\pm$ 0.70 <sup>a</sup>	49.70 $\pm$ 2.61 <sup>b</sup>	32.02 $\pm$ 2.11 <sup>c</sup>
3	30.52 $\pm$ 0.95 <sup>d</sup>	62.37 $\pm$ 1.29 <sup>a</sup>	41.54 $\pm$ 1.81 <sup>c</sup>	50.41 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	27.33 $\pm$ 0.48 <sup>e</sup>
7	48.45 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup>	35.66 $\pm$ 1.54 <sup>c</sup>	60.62 $\pm$ 1.09 <sup>a</sup>	49.66 $\pm$ 0.27 <sup>b</sup>	30.11 $\pm$ 0.80 <sup>d</sup>
10	35.42 $\pm$ 0.99 <sup>c</sup>	40.48 $\pm$ 1.47 <sup>b</sup>	32.18 $\pm$ 0.54 <sup>d</sup>	56.67 $\pm$ 1.30 <sup>a</sup>	28.33 $\pm$ 0.30 <sup>e</sup>
14	29.95 $\pm$ 0.65 <sup>d</sup>	62.72 $\pm$ 1.36 <sup>a</sup>	35.92 $\pm$ 1.03 <sup>c</sup>	54.24 $\pm$ 0.77 <sup>b</sup>	27.09 $\pm$ 0.49 <sup>e</sup>
18	29.55 $\pm$ 0.23 <sup>b</sup>	34.60 $\pm$ 1.05 <sup>a</sup>	34.92 $\pm$ 0.95 <sup>a</sup>	32.74 $\pm$ 1.11 <sup>a</sup>	33.58 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>
21	35.63 $\pm$ 1.80 <sup>b</sup>	46.34 $\pm$ 0.73 <sup>a</sup>	27.91 $\pm$ 2.04 <sup>c</sup>	34.26 $\pm$ 0.84 <sup>b</sup>	29.59 $\pm$ 1.19 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Mean  $\pm$  S.D with different superscripts in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).



## 제 7 절 경제성 평가

### 1. 개 황

본 연구에서 개발한 기술은 초고압을 이용한 육제품의 살균기술이다. 기존에 육류에 적용되는 살균방법은 살균대상제품의 유해 미생물을 가열하여 살균하는 방법이 주류를 이루어 왔다. 가열살균방법은 오래된 살균방법이지만, 육제품을 가열함으로써 가공품이 부분적으로 조리되어 신선성이 없어지는 단점이 있고, 또한 가열과정에서 영양소의 일부가 파괴되는 문제점이 있다. 따라서 신선성이 중요시되는 양념돈육의 경우 가열살균과정을 거치지 못하고 양념 후 단순포장만으로 제품을 출하하고 있기 때문에 제품이 부패하기 쉬워 유통기간이 매우 짧고, 또한 안전성이 낮은 것이 현실이었다.

그러나 본 연구를 통하여 개발된 초고압 살균기술을 이용하면 육제품을 가열하지 않고 살균하기 때문에 다음과 같은 유리한 점이 있다.

첫째, 신선성이 요구되어 그 동안 살균이 어려웠던 양념돈육이나 신선쇠고기의 경우 신선도를 유지하면서 살균을 하게 됨에 따라 제품의 안전성을 제고시킬 수 있게 되었다.

둘째, 가열을 통하여 살균을 해왔던 육제품의 경우 가열로 인하여 살균과정에서 영양소의 파괴가 불가피하였으나 초고압살균으로 영양소 파괴 없이 살균할 수 있게 되었다.

셋째, 초고압살균으로 효과적인 살균이 되어 위해미생물 수준을 크게 감소시킴으로써 유통기간을 연장시키는 효과를 거두었다.

이와 같은 장점이 있는 반면 초고압가공기술을 제품제조공정에서 이용하기 위해서는 초고압설비를 설치해야 한다. 이를 위해서는 시설비로 초고압설비, 초고압설비를 설치할 추가 공장부지 등에 소요되는 비용 등이 시설비로 지불되어야 하고, 설비한 초고압시설을 이용하기 위해서는 기계설비를 가동할 전문 인력의 인건비와 전기료 등 운영비가 기존의 방법에 비하여 추가로 요구된다.

따라서 본 연구에서 개발한 초고압처리 가공기술이 의미가 있기 위해서는 초고압처리로 인한 수익의 증가분이 초고압시설을 설치 운용함에 따른 비용의 증가분보다 높아야 하며, 그렇지 않을 경우 개별 업체에서는 초고압설비를 설치할 유인이 없어지게 된다. 그러므로 초고압설비를 이용한 가공제품생산의 경제성분석이 필요하고 이하에서는 초고압처리한 양념돈육과 초고압처리한 신선쇠고기 등 2가지 제품 각각에 대하여 경제성을 분석을 위해 소비자의 지불의사를 조사한 소비자 선호도 조사결과와 동 결과를 이용하여 분석한 가공기술의 경제성을 살펴보기로 하겠다.

## 2. 조사 개황

### 1) 양념돈육

#### 가. 초고압기술에 대한 인지도

초고압 살균에 대한 인지도를 조사한 결과 초고압살균에 대해서 “전혀 모른다” 89명, “모른다” 92명으로 모르고 있는 경우가 181명에 달하였고, “들어는 봤다” 101명, “알고 있다” 29명, “잘 알고 있다” 10명 등으로 기존에 알고 있는 경우는 140명에 달하여 알고 있는 비율이 모르고 있는 비율보다 높은 것으로 나타났다.

<표 28> 초고압살균에 대한 인지도

단위 : 명, %

세부항목		전혀 모른다	모른다	들어는 봤다	알고 있다	잘 알고 있다	계	무응답
식품 전시회	명	45	69	84	27	9	234	2
	%	19.2	29.5	37.1	11.5	3.8	100.0	
일반 매장	명	44	23	17	2	1	87	0
	%	50.6	26.5	19.5	2.3	1.1	100.0	
계	명	89	92	101	29	10	321	2
	%	27.7	28.7	31.5	9.0	3.1	100.0	

그러나 이는 식품전시회가 학회를 겸하여 열렸고 식품전시회 참가자를 대상으로 한 조사가 포함되었기 때문이다. 하나로 마트 내점객을 대상으로 한 결과만을 보면 응답자 87명 중 77.0%인 67명이 “전혀 모른다”나 “모른다”에 응답하였다.

#### 나. 양념돈육 소비행태

##### (1) 양념돈육의 선호 정도

양념돈육의 선호정도는 총 표본 323명 중 무응답자 2명을 제외한 321명이 응답하였는데, “보통이다” 36.1%, “좋아 한다” 51.4%, “매우 좋아한다” 9.9% 등 선호하는 응답이 97.4%로 대부분을 차지하였다. 반면 “싫어한다”도 9.0%, “매우 싫어한다”도 1.9%에 이르는 등 선호하지 않는다는 응답도 10.9%에 이르는 것으로 나타났다.

<표 29> 양념돈육에 대한 선호도

단위 : 명, %

구분	매우 싫어한다	싫어한다	보통이다	좋아한다	매우 좋아한다	계	무응답
응답수	6	29	106	151	29	321	2
비율	1.9	9.0	33.0	47.0	9.9	100.0	

(2) 양념돈육의 구입 횟수

양념돈육의 한달 평균 구입횟수는 응답자의 44.8%가 1회로 가장 많은 비율을 점하고 있으며, 2회의 경우는 18.5%, 3회의 경우는 15.0%를 각각 차지하여 78.3%가 월 평균 3회 이하의 구입하는 것으로 나타났다.

<표 30> 양념돈육의 월평균 구입 횟수

단위 : 명, %

구분	1회	2회	3회	4회	5회	6회	계	무응답
응답수	143	59	48	35	18	16	319	4
비율	44.8	18.5	15.0	11.0	5.6	5.0	100.0	

(3) 1회 평균 구입량

양념돈육의 1회 구입량은 응답자의 53.5%가 0.5kg~1.0kg 미만인 것으로 조사되었으며, 20.1%가 1.0kg~1.5kg 미만을, 13.5%는 0.5kg 미만을 각각 구입한다고 응답하였다.

<표 31> 양념돈육의 1회 평균 구입량

단위 : 명, %

구분	0.5kg미만	0.5kg-1kg	1.0kg-1.5kg	1.5-2.0kg	2.0kg이상	계	무응답
응답수	43	170	64	19	22	318	5
비율	13.5	53.5	20.1	6.0	1.6	100.0	

(4) 양념돈육 구입시 유의 사항

양념돈육의 구입시 가장 유의하여 보는 것에 관한 질문에 대해서 가장 많이 선택한 응답은

31.0%가 응답한 “육질”이었으며, 다음 25.2%가 “위생상태”를 선택하였고, 20.6%는 “브랜드 또는 품질마크”를 선택하였다. 이외에도 “돼지고기의 빛깔”을 선택한 응답자도 18.8%에 이르는 것으로 나타났으나, “가격”이나 “포장상태”를 선택한 응답자는 각각 1.7%, 2.6%에 불과하였다. 이 같은 결과는 양념돈육의 소비에서 육질과 위생상태가 중요한 요소로 작용함을 나타내 준다.

<표 32> 육류 구입시 유의사항

단위 : 명, %

세부항목	브랜드 또는 품질마크	육질	돼지고기의 빛깔	가격	포장상태	위생상태	계
응답수	71	107	65	6	9	87	345
비율	20.6	31.0	18.8	1.7	2.6	25.2	100.0

주 : 복수응답

#### 다. 위생상태의 신뢰도

시판중인 양념돈육의 위생상태에 대한 신뢰의 정도를 물어 본 결과 가장 많은 45.9%는 “보통”이라고 응답하였다. 즉 양념돈육의 위생상태를 그렇게 신뢰하지 않으면서도 또한 안전에 대한 불신이 깊어 소비하지 못할 바는 아니라는 입장을 가진 것으로 풀이된다. 다음으로 높은 비율을 보이는 응답자는 “신뢰하지 않는다”를 선택한 응답자로서 총 응답자의 31.9%를 점하고 있으며, “전혀 신뢰하지 않는다”를 선택한 응답자도 4.1%에 이르는 등 36.0%의 응답자는 양념돈육의 위생상태에 대한 신뢰도가 낮은 것으로 나타났다.

<표 33> 양념돈육에 대한 위생상태의 신뢰도

단위 : 명, %

구분	전혀 신뢰하지 않는다	신뢰하지 않는다	보통이다	신뢰한다	매우 신뢰한다	계	무응답
응답수	13	102	147	55	3	320	3
비율	4.1	31.9	45.9	17.2	0.9	100.0	

반면 17.2%는 “신뢰한다”고 응답하였으며, 0.9%는 “매우 신뢰한다”고 응답하여 신뢰하지

못한다고 답한 응답자의 절반에 불과한 18.1%의 응답자가 양념돈육에 대한 위생상태에 대한 신뢰를 가지고 있을 뿐이었다. 따라서 양념돈육의 위생상태를 개선시킴으로서 소비자의 신뢰를 제고시킬 필요가 있다고 해석되며, 이 같은 측면에서 양념돈육의 가공에 초고압 살균기술의 적용은 매우 긍정적으로 평가된다.

#### 라. 식중독 경험유무

초고압 살균으로 안전성이 제고된 양념돈육에 대한 가치는 과거 식중독 경험의 유무에 따라서 다르게 평가할 것으로 판단된다. 즉 식중독을 경험한 소비자는 기존의 살균되지 않은 양념돈육보다 초고압 살균된 양념돈육에 더 많은 가치를 부여할 것이다. 따라서 본 조사에서는 식중독 경험 유무를 조사하는 문항을 추가하였는데 조사결과 식중독 경험이 있는 표본은 19.1%에 달하는 것으로 나타났다.

<표 34> 식중독 경험 유무

단위 : 명, %

구 분	없다	있다	계	무응답
응답수	259	61	320	3
비 율	80.9	19.1	100.0	

#### 바. 사회·경제적 변수별 특성

##### (1) 성별

323명의 표본중 성별을 응답한 표본은 모두 321명으로서 이 중 여성이 97.8%인 314명으로 나타났으며, 남성은 2.2%인 7명에 불과하였다.

<표 35> 응답자의 성별

단위 : 명, %

구 분	남 성	여 성	계	무응답
응답수	7	314	321	2
비 율	2.2	97.8	100.0	

##### (2) 연령

응답자의 연령은 40대가 41.1%로 가장 많고, 다음으로 30대가 26.8%를 차지하는 등 30대

와 40대가 68.9%로 대부분을 차지하고 있다. 이외에도 50대가 18.1%, 20대가 12.5%를 차지하는 것으로 나타났으며, 60대 이상은 1.6%에 불과하였다.

<표 36> 응답자의 연령분포

단위 : 명, %

구 분	20대	30대	40대	50대	60대 이상	계	무응답
응답수	40	86	132	58	5	321	2
비 율	12.5	26.8	41.1	18.1	1.6	100.0	

(3) 가족수

응답자의 가족수 분포는 4인 가족이 46.7%로 가장 많고, 3인 가족이 21.6%, 5인 가족이 17.6%에 이르는 등 전체의 85.9%가 가족수가 3인~5인으로 나타났고, 2인인 경우는 7.2%, 6인인 경우는 3.1%, 7인 이상인 경우는 2.5%에 불과하였으며, 단독가구의 경우도 1.3%에 불과하였다.

<표 37> 응답자의 가족수 분포

단위 : 명, %

구 분	1인	2인	3인	4인	5인	6인	7인 이상	계	무응답
응답수	4	23	69	149	56	10	8	319	4
비 율	1.3	7.2	21.6	46.7	17.6	3.1	2.5	100.0	

(4) 학력

학력을 응답한 응답자는 310명으로서 이 중 대졸 이상이 56.5%, 고등학교 졸업이 36.5%로서 고등학교 졸업 이상이 90% 이상을 차지하였으며, 중학교 졸업이 6.8%, 국민학교 졸업 이하는 0.3%에 불과하였다.

<표 38> 응답자의 학력 분포

단위 : 명, %

구 분	국졸 이하	중졸	고졸	대졸 이상	계	무응답
응답수	1	21	113	175	310	13
비 율	0.3	6.8	36.5	56.5	100.0	

(5) 직업

직업을 응답한 응답자 319명 중 61.1%는 주부였으며, 이외에도 전문직 종사자가 11.0%, 회사원이 8.5%, 자영업자가 6.9%, 공무원이 4.7%, 학생 3.8% 등으로 나타났다. 반면 조사지역이 도시지역이었기 때문에 농림어업종사자는 없었다.

<표 39> 응답자의 직업 분포

단위 : 명, %

구 분	회사원	공무원	농림어 업종사 자	전문직	주부	학생	사업 (자영업)	기타	계	무응 답
응답수	27	15	-	35	195	12	22	13	319	4
비 율	8.5	4.7	-	11.0	61.1	3.8	6.9	4.1	100.0	

(6) 소득

소득수준에 답한 응답자는 280명으로 이 중 월 소득이 200~299만원이라고 응답한 비율이 33.9%로 가장 높고, 다음 100~199만원이라고 응답한 비율은 24.6%에 이르는 것으로 나타났다. 월 소득이 300~399만원이라고 응답한 비율도 18.9%에 이르러 전체 응답자의 77.4%가 월 100만원 이상 399만원 이하의 소득수준을 가지는 것으로 나타났다.

그러나 월 소득이 500만이 넘어서는 비율도 12.5%에 이르고 있으며, 월 소득 99만원 이하의 비율도 3.6%에 이르고 있었다.

<표 40> 응답자의 소득 분포

단위 : 명, %

구 분	99 만원 이하	100-199 만원 이하	200-299 만원 이하	300-399 만원 이하	400-499 만원 이하	500 만원 이상	계	무응 답
응답수	10	69	95	53	18	35	280	4
비 율	3.6	24.6	33.9	18.9	6.4	12.5	100.0	

2) 초고압살균 소고기

가. 초고압기술에 대한 인지도

초고압 살균에 대한 인지도를 조사한 결과 초고압살균에 대해서 “전혀 모른다” 90명, “모른다” 187명으로 모르고 있는 경우가 277명으로 90%를 넘어서고 있고, 기존에 알고 있는 경우는 “들어는 봤다” 18명, “알고 있다” 12명 등 30명에 불과한 것으로 나타났다.

<표 41> 응답자의 소득 분포

단위 : 명, %

세부 항목	전혀 모른다	모른다	들어는 봤다	알고 있다	잘 알고 있다	계	무응답
응답수	90	187	18	12	-	307	-
비율	29.3	60.9	5.9	3.9	-	100.0	-

나. 소고기 소비행태

(1) 쇠고기의 선호 정도

쇠고기의 선호정도는 총 표본 307명 중 “보통이다” 31.9%, “좋아 한다” 52.1%, “매우 좋아 한다” 12.7% 등 선호하는 응답이 96.7%로 대부분을 차지하였다. 반면 “싫어한다” 2.9%, “매우 싫어한다” 0.3% 등 선호하지 않는다는 응답은 3.2%에 불과한 것으로 나타났다.

<표 42> 쇠고기에 대한 선호도

단위 : 명, %

구 분	매우 싫어한다	싫어한다	보통이다	좋아한다	매우 좋아한다	계	무응답
응답수	1	9	98	160	39	307	-
비율	0.3	2.9	31.9	52.1	12.7	100.0	-

(2) 쇠고기의 구입 횟수

쇠고기의 한달 평균 구입횟수는 응답자의 26.8%가 4회로 가장 많은 비율을 점하고 있으며, 3회의 경우는 22.5%, 2회의 경우는 21.6%를 각각 차지하여 70.9%가 월 평균 2~4회 정도 구입하는 것으로 나타났다.



<표 43> 쇠고기의 월평균 구입 횟수

단위 : 명, %

구분	1회	2회	3회	4회	5회	6회	계	무응답
응답수	14	66	68	82	31	45	306	1
비율	4.6	21.6	22.2	26.8	10.1	14.7	100.0	

(3) 1회 평균 구입량

양념돈육의 1회 구입량은 응답자의 41.3%가 0.5kg ~1.0kg 미만인 것으로 조사되었으며, 23.8%가 1.0kg ~1.5kg 미만을, 15.2%는 1.5kg ~2.0kg 미만을 각각 구입한다고 응답하였다.

<표 44> 쇠고기의 1회 평균 구입량

단위 : 명, %

구분	0.5kg미만	0.5kg-1kg	1.0kg-1.5kg	1.5-2.0kg	2.0kg이상	계	무응답
응답수	14	125	72	46	46	303	4
비율	4.6	41.3	23.8	15.2	15.2	100.0	

(4) 쇠고기 구입시 유의 사항

쇠고기의 구입시 가장 유의하여 보는 것에 관한 질문에 대해서 가장 많은 34.7%가 “원산지”를 선택하였으며, 다음 28.0%가 “육질”을 선택하였고, 16.2%는 “쇠고기의 빛깔”을 선택하였다. 이외에도 “브랜드 또는 품질마크”의 선택도 6.9%에 이르며, “위생상태”의 선택도 6.4%에 이르고 있으나, “가격”이나 “포장상태”를 선택한 응답자는 각각 4.6%, 3.1%에 불과하였다. 이때 소비자가 가장 유의하여 보는 “원산지”를 질 낮은 수입쇠고기와 한우를 구별하는 의미로 해석하면, “가격”을 제외하고는 대부분 품질을 나타내는 항목이고, “가격”을 선택한 소비자도 2/3가량이 타 항목에 중복응답하고 있어 대부분의 소비자가 쇠고기소비와 관련하여 품질을 가장 중요시 여김을 알 수 있다.

<표 45> 쇠고기 구입시 유의사항

단위 : 명, %

세부항목	원산지	브랜드 또는 품질마크	쇠고기의 빛깔	육질	가격	포장상태	위생상 태	계
응답수	135	27	63	109	18	12	25	389
비율	34.7	6.9	16.2	28.0	4.6	3.1	6.4	100.0

주 : 복수응답

(5) 한우 구입비율

한편 쇠고기의 구입시 한우와 수입쇠고기의 구입비율을 물어본 결과 84.2%는 한우만을 구입한다고 응답하였고, 90% 이상의 응답자가 한우의 구입비중이 90% 이상이라고 응답하였다. 반면 5.6%의 응답자는 수입 쇠고기의 구입비중이 50%가 넘는다고 응답하였다.

<표 46> 한우 구입비율

단위 : 명, %

세부항목	50% 이하	60%	70%	80%	90-100% 미만	100%	계
응답수	17	1	2	10	18	256	389
비율	5.6	0.3	0.7	3.3	5.9	84.2	100.0

다. 위생상태의 신뢰도

시판중인 쇠고기의 위생상태에 대한 신뢰의 정도를 물어 본 결과 가장 많은 47.1%는 "신뢰한다"라고 응답하였다. 또한 "매우 신뢰한다"고 응답한 경우도 3.4%에 이르러 양념돈육의 경우와는 달리 50%가 넘는 비율이 시판중인 쇠고기의 위생상태를 신뢰하고 있는 것으로 나타났다. 여기에 더하여 "보통이다"고 평가한 소비자도 41.4%에 이르고 있으며, "신뢰하지 않는다"고 응답한 소비자는 8.1%에 불과하였다.

<표 47> 시판 쇠고기에 대한 위생상태의 신뢰도

단위 : 명, %

구 분	전혀 신뢰하지 않는다	신뢰하지 않는다	보통이다	신뢰한다	매우 신뢰한다	계	무응답
응답수	-	24	123	140	10	297	10
비 율	-	8.1	41.4	47.1	3.4	100.0	

라. 식중독 경험유무

초고압 살균으로 안전성이 제고된 쇠고기에 대한 가치는 과거 식중독 경험의 유무에 따라서 다르게 평가할 것으로 판단된다. 즉 식중독을 경험한 소비자는 기존의 살균되지 않은 쇠고기보다 초고압 살균된 쇠고기에 더 많은 가치를 부여할 것이다. 따라서 본 조사에서는 식중독 경험 유무를 조사하는 문항을 추가하였는데 조사결과 식중독 경험이 있는 표본은 1.8%에 불과한 것으로 나타났다.

<표 48> 식중독 경험 유무

단위 : 명, %

구 분	없다	있다	계	무응답
응답수	266	5	271	36
비 율	98.2	1.8	100.0	

바. 사회·경제적 변수별 특성

(1) 성별

307명의 표본중 성별을 응답한 표본은 모두 304명으로서 이 중 여성이 95.7%인 291명으로 나타났으며, 남성은 4.3%인 13명에 불과하였다.

<표 49> 응답자의 성별

단위 : 명, %

구 분	남 성	여 성	계	무응답
응답수	13	291	304	3
비 율	4.3	95.7	100.0	

(2) 연령

응답자의 연령은 40대가 40.5%로 가장 많고, 다음으로 30대가 22.9%를 차지하는 등 30대와 40대가 63.4%로 대부분을 차지하고 있다. 이외에도 50대가 25.5%, 20대가 4.2%를 차지하는 것으로 나타났으며, 60대 이상도 6.9%에 달하였다.

<표 50> 응답자의 연령분포

단위 : 명, %

구 분	20대	30대	40대	50대	60대 이상	계	무응답
응답수	13	70	124	78	21	306	1
비 율	4.2	22.9	40.5	25.5	6.9	100.0	

(3) 가족수

응답자의 가족수 분포는 4인 가족이 50.7%로 가장 많고, 3인 가족이 22.0%, 5인 가족이 14.7%에 이르는 등 전체의 87.4%가 가족수가 3인~5인으로 나타났고, 2인인 경우는 7.3%, 6인인 경우는 3.7%, 7인 이상인 경우는 1.7%에 불과하였으며, 단독가구의 경우는 없었다.

<표 51> 응답자의 가족수 분포

단위 : 명, %

구 분	2인	3인	4인	5인	6인	7인 이상	계	무응답
응답수	22	66	152	44	11	5	300	7
비 율	7.3	22.0	50.7	14.7	3.7	1.7	100.0	

(4) 학력

학력을 응답한 응답자는 199명으로서 이 중 고등학교 졸업이 47.2%, 대졸 이상이 46.7%로서 고등학교 졸업 이상이 90% 이상을 차지하였으며, 중학교 졸업이 5.5%, 국민학교 졸업 이하는 0.5%에 불과하였다.

<표 52> 응답자의 학력 분포

단위 : 명, %

구 분	국졸 이하	중졸	고졸	대졸 이상	계	무응답
응답수	1	11	94	93	199	108
비 율	0.5	5.5	47.2	46.7	100.0	

(5) 직업

직업을 응답한 응답자 301명 중 85.7%는 주부였으며, 이외에도 회사원이 6.6%, 자영업자 및 기타가 각각 3.3%, 전문직 종사자가 0.7%, 농림어업종사자가 0.3% 등으로 나타났다. 반면 공무원, 학생신분은 없는 것으로 나타났다.

<표 53> 응답자의 직업 분포

단위 : 명, %

구 분	회사원	공무원	농림어업 종사자	전문직	주부	학생	사업 (자영업 )	기타	계	무응답
응답수	20	-	1	2	258	-	10	10	301	6
비 율	6.6	-	0.3	0.7	85.7	-	3.3	3.3	100.0	

(6) 소득

소득수준에 답한 응답자는 262명으로 이 중 월 소득이 300~399만원이라고 응답한 비율이 39.7%로 가장 높고, 다음 200~299만원이라고 응답한 비율은 17.9%, 400~499만원이라고 응답한 비율도 15.3%에 이르러 전체 응답자의 72.9%가 월 소득 200~499만원 사이에 있는 것으로 나타났다. 그러나 월 소득이 500만원 이상인 경우도 16.4%에 이르는 것으로 나타났다.

<표 54> 응답자의 소득 분포

단위 : 명, %

구 분	99 만원 이하	100-199 만원 이하	200-299 만원 이하	300-399 만원 이하	400-499 만원 이하	500 만원 이상	계	무응 답
응답수	3	25	47	104	40	43	262	45
비 율	1.1	9.5	17.9	39.7	15.3	16.4	100.0	

3. 경제성 분석

1) 양념돈육

(1) 지불의사가격

양념불고기에 대한 소비자의 지불의사를 조사한 결과 월평균 구입횟수와 1회 평균 구입량을 기재한 응답자중 지불의사가격을 기재한 응답자는 283명으로 다음 표와 같다.

<표 55> 양념돈육 지불의사가격 분포

가 격 (원/500g)	인 원			구입량		
	dot수(명)	비율(%)	누적비율(%)	양(kg)	비율(%)	누적비율(%)
4,500	2	0.7	0.7	4.0	0.6	0.6
4,700	2	0.7	1.4	1.5	0.2	0.8
4,800	1	0.4	1.8	1.5	0.2	1.0
5,000	103	36.4	38.2	214.3	32.1	33.1
5,300	1	0.4	38.5	0.8	0.1	33.2
5,400	2	0.7	39.2	8.8	1.3	34.5
5,500	85	30.0	69.3	232.3	34.8	69.3
5,625	1	0.4	69.6	0.8	0.1	69.4
5,850	1	0.4	70.0	1.5	0.2	69.6
6,000	68	24.0	94.0	171.3	25.6	95.2
6,500	10	3.5	97.5	15.8	2.4	97.6
7,000	5	1.8	99.3	11.8	1.8	99.4
7,500	2	0.7	100.0	4.3	0.6	100.0
계	283	100.0		668.7	100.0	

- \* 구입량은 {월평균 구입횟수} × {1회 평균 구입량}이며, 1회 평균 구입량은 500g 미만은 250g으로, 2kg 이상은 2,250g, 나머지는 구간의 중앙값을 이용
- \*\* 평균값은 인원에 대한 경우 5,499원, 구입량으로 가중평균한 값은 5,520원으로 나타남

<표 55>에서처럼 양념돈육을 초고압으로 살균하여 안전성을 제고시키고 육질을 부드럽게 함에 따라 소비자의 지불의사는 그렇지 않았을 경우의 4,500원/kg보다 1,020원/kg 더 높은 5,520원/kg을 지불할 의사가 있는 것으로 나타났다. 또한 7,500원에도 구입하겠다는 소비자가 있다. 그러나 이 것은 평균적인 지불의사가 높아진다는 의미이지 초고압살균 양념돈육의 시장 가격을 이 만큼 더 받을 수 있다는 의미는 아니다. 이 가격에 어느 정도의 양을 판매할 수 있느냐가 문제이다. 만일 가격을 1,000원/kg 인상하여 5,500원/kg에 판매할 경우 양으로 환산하

여 34.5%의 소비가 감소하게 된다. 더욱 인상하여 7,500원/kg에 판매할 경우 99.4%의 소비가 감소하게 된다.

(2) 초고압 처리에 따른 비용변화

비용변화를 살펴보기 위하여 양념돈육을 생산하는 한 업체의 생산비용을 분석해 보기로 하였다. 조사업체의 양념돈육 연간 매출량은 약 835톤으로서 소비자가격을 100으로 할 때 <표 56>와 같이 납품가격은 73.2정도에서 결정되고 이 중 원재료비의 비중은 71.0%, 제조경비의 비중은 3.4%로 각각 나타났으며, 경상이익률은 3.3%에 불과하였다.

<표 56> 양념돈육 매출가격에서 차지하는 항목별 구성비

단위 : %

항 목	소비자가격 기준 항목별 구성	소비자가격 기준 항목별 구성비	매출가격 기준 항목별 구성비
소비자가격	4,500	100.0	
매출가격	3,294	73.2	100.0
원재료비	2,340	52.0	71.0
노무비	81	1.8	2.5
제조경비	112.5	2.5	3.4
판매 및 일반관리비	652.5	14.5	19.8
경상이익	108	2.4	3.3

이상과 같은 매출구성을 가진 업체가 초고압설비를 갖춘 경우 비용 변화를 살펴보면 다음과 같다.

초고압설비를 새롭게 설치하기 위해서는 먼저 초고압처리 기계를 구입하여야 하고, 구입한 기계를 설치할 부지 및 건물을 추가로 확보하여야 하며, 설비가 갖추어진 이후에는 기계를 가동하는데 소요되는 수도광열비, 인건비, 기계수리비가 소요되는 것으로 예상할 수 있다. 여기에서 고정비인 기계 및 건축비는 감가상각을 통하여 제조경비에 반영되며, 가변비용인 수도광열비, 인건비, 기계수리비 등은 가동률에 따라서 다르게 결정될 것이다.

그러나 분석의 편의를 위하여 초고압처리기계는 추가 부지의 확보 없이 현 공장건물에 설치할 수 있다고 가정하고 추가되는 고정비는 초고압처리기계 구입비 11억원의 연간 감가상각액 9,091만원뿐이라고 가정하였다.(기계의 내용년수 11년, 잔존가치 10%, 정액법으로 감가상각)

다음 인건비의 경우 초고압기계의 가동을 위한 연봉 1,300만원의 운전요원이 1명

필요하다고 가정하였다. 이외에도 기계의 가동에 필요한 전기료 및 기계수리비 등이 소요되지만 이들 비용이 원가에서 차지하는 비중은 무시할 수 있을 정도이므로 분석의 편의를 위해 없는 것으로 가정하였다.

이와 같은 가정하에 초고압 설비의 추가로 인하여 연간 제조비용으로 감가상각비 9,091만원과 인건비 1,300만원 등 모두 1억 391만원이 소요되는 것으로 나타났다. 이를 제품 연간 판매량 835톤으로 나누면 양념돈육 1kg당 124.4원의 제조비용이 더 소요되는 것으로 나타났다. 물론 시설비와 인건비는 생산물량의 증감에 관계없이 고정되어 있으므로 이 같은 제품 단위당 비용은 생산량이 증가하면 감소하고 반대로 생산량이 감소하면 증가하게 되지만 가격상승을 고려할 경우 소비 감소에 따라 생산도 감소한다고 보면 제품 단위당 제조비용은 124.4원 이상으로 증가한다고 보아야 한다.

제조비용이 124.4원 상승하였을 때 총 판매 및 일반관리비에 변화가 없고, 이윤율이 일정하다고 가정하면 매출가격은 3,423원으로 증가하게 되고, 유통비용을 포함한 소매단계에서의 마진율이 일정하다고 가정하면 소비자가격은 4,677원으로 증가하게 된다.

한편 이윤율 및 유통단계 마진율이 일정할 경우 매출량 감소에 따른 제조비용 증가 및 매출가격, 소비자가격 변화를 살펴보면 다음 <표 57>과 같다. 이때 제조경비 중 초고압설비와 관련된 부분을 제외한 나머지 제조경비는 50%는 고정되어 있고, 50%는 가변비용이라 가정하였다. 즉 50%는 생산량이 증가할수록 단위당 비용이 감소하는 부분이고, 나머지 50%는 생산량의 증감과 관계 없이 단위당 비용이 일정한 부분이다.



<표 57> 매출량 감소에 따른 매출원가 및 kg당 소비자가격의 변화

단위 : 원

매출량 감소비율	제조비용 증가			판매 및 일반관리비	노무비	이윤	매출가격	소비자가격
	초고압	기타	계					
0%	124.4	0.0	124.4	652.5	81.0	113.0	3,423.4	4,676.8
10%	138.3	6.3	144.5	725.0	90.0	116.4	3,528.5	4,820.3
20%	155.6	14.1	169.6	815.6	101.3	120.8	3,659.8	4,999.7
30%	177.8	24.1	201.9	932.1	115.7	126.3	3,828.6	5,230.3
40%	207.4	37.5	244.9	1,087.5	135.0	133.8	4,053.7	5,537.8
50%	248.9	56.3	305.1	1,305.0	162.0	144.2	4,368.8	5,968.3

주 : 1. 초고압시설이용과 관련된 항목을 제외한 총제조경비의 50%는 생산량과 관계 없이 고정되어 있는 것으로 가정

2. 초고압시설로 인한 인원증가분은 제조비용에 포함되어 있음

### (3) 초고압 처리에 따른 경제성 분석

이상에서 살펴본 것처럼 소비자의 초고압처리 양념돈육에 대한 지불의사가격은 기존의 양념돈육제품에 비해 kg당 평균 1,020원 높은 5,520원으로 나타난 반면, 제조비용(혹은 소비자가격)은 판매량의 변화가 없을 경우의 124.4원(4,676.7원)부터 판매량이 50% 감소하는 경우의 248.8원(5,814.0원)까지 증가하는 것으로 나타나, 초고압 처리제품의 경제성은 제품판매가격이 책정되는 수준과 책정가격 수준에서의 소비량 변화에 따라 달라지게 된다.

본 분석에서는 제품가격이 상승함에 따라 수요가 <표 55>에서와 같은 비율로 감소하는 것으로 가정할 때와 수요의 변화가 없을 때 두가지 경우에 대하여 기업의 이윤이 어떻게 변화하는지 <표 58>에서 살펴보았다.

먼저, 소비자가격이 변화할 때 매출량이 <표 55>과 같은 비율로 변화한다고 가정하는 경우를 살펴보기로 하자. 이는 <표 58>에서 '시나리오 I'의 경우로서 단위당 이윤은 소비자가격이 5,000원일 때 340원까지 증가하고, 이후 감소하여 소비자가격이 5,500원일 때 233원까지 다시 증가하지만, 소비자가격이 5,625원을 넘어서게 되면 소비량이 급격히 감소하여 고정비용 항목의 단위당 비용이 급격히 증가함으로써 이윤은

마이너스를 기록하게 된다. 이윤의 이 같은 변화에 따라 매출량으로 곱한 총 이윤은 소비자가격 5,000원일 때 280.8백만원으로 최고를 보인다.

<표 58 > 소비자가격 변화에 따른 총이윤의 변화

가격수준 (원/kg)	출하가격 (원)	시나리오 I			시나리오 II		
		매출량 (kg)	kg당 이윤(원)	총이윤 (백만원)	매출량 (kg)	kg당 이윤(원)	총이윤 (백만원)
4,500	3,294	835,000	-16.4	-13.7	835,000	-16.4	-13.7
4,700	3,440	830,005	124.5	103.3	835,000	130.0	108.5
4,800	3,514	828,132	195.6	162.0	835,000	203.2	169.6
5,000	3,660	826,259	339.9	280.8	835,000	349.6	291.9
5,300	3,880	558,665	117.0	65.3	835,000	569.2	475.2
5,400	3,953	557,666	187.7	104.7	835,000	642.4	536.4
5,500	4,026	546,677	233.4	127.6	835,000	715.6	597.5
5,625	4,118	256,606	-1,253.5	-321.7	835,000	807.1	673.9
5,850	4,282	255,607	-1,100.5	-281.3	835,000	971.8	811.4
6,000	4,392	253,734	-1,012.7	-257.0	835,000	1,081.6	903.1
6,500	4,758	39,833	-16,801.9	-669.3	835,000	1,447.6	1,208.7
7,000	5,124	20,104	-35,242.5	-708.5	835,000	1,813.6	1,514.3
7,500	5,490	5,369	-139,073.9	-746.7	835,000	2,179.6	1,819.9

주 : 1. 시나리오 I은 매출량이 소비자 가격이 변함에 따라 <표 55>와 같은 비율로 변한다고 가정

2. 시나리오 II는 매출량이 가격변화와 관계 없이 동일하다고 가정

따라서 <표 55>과 비례하는 수요패턴을 직면하는 업체라면 소비자가격을 5,000원으로 책정할 때 이윤을 최대화 할 수 있으며, 이때의 이윤은 초고압 처리를 하지 않는 경우의 90.1백만원에 비하여 182.5백만원의 수익을 더 거두게 된다.

그러므로 이와 같은 업체의 경우 기존의 방법대로 살균하지 않는 양념돈육을 판매하기보다는 초고압살균을 통하여 제품가격을 인상함으로써 이윤을 증대시키는 것이 가능하며, 이때 최적 소비자가격은 5,000원인 것으로 판단된다.

다음으로 양념돈육시장이 경쟁적 체제라면 업체 홍보여하에 따라서 가격을 인상시켰음에도 불구하고 보다 안전한 제품을 추구하는 소비자를 유인함으로써 매출량 감소를 유발하지 않고 오히려 매출량이 증가할 수도 있다. 따라서 가격상승에도 불구하고 매출량의 변화가 없다고 가정하고 살펴보았으며, 이는 <표 58>의 '시나리오 II'의 경우이다. 이 경우 매출량의 변화가 없다고 가정하였으므로 이윤을 제외한 나머지 비

용의 단위당 가격은 고정되어 있으며, 소비자가격의 상승으로 인한 매출가격의 증가는 모두 매출이윤의 증가로 귀결되므로 단위당 매출이윤 및 총 매출이윤은 증가하여 소비자가격이 5,000원/kg일 때 매출이윤은 291.9백만원, 소비자가격이 7,500원일 때 매출이윤은 1,819.9백만원으로 나타났다. 즉 효율적인 홍보를 통하여 매출량을 변경시키지 않을 수 있다면 업체의 입장에서 제품판매가격을 높일수록 수익성을 증대시킬 수 있다.

## 2) 초고압살균 쇠고기

### (1) 지불의사가격

초고압살균 쇠고기에 대한 소비자의 지불의사를 한달 평균 구입횟수와 1회 평균 구입량과 함께 응답한 표본 276명 중 초고압 처리 쇠고기가 기존의 한우가격보다 비싸면 구입하지 않겠다고 응답한 15명을 제외한 261명의 지불의사가격은 다음 <표 59>과 같다.

<표 59> 초고압 살균 쇠고기의 지불의사가격 분포

추가지불 가격(%)	인 원			구입량		
	dot 수(명)	비율(%)	누적비율(%)	양(kg)	비율(%)	누적비율(%)
5%	46	17.6	17.6	105.00	15.2	15.2
10%	91	34.9	52.5	243.00	35.1	50.3
15%	41	15.7	68.2	120.00	17.3	67.7
20%	50	19.2	87.4	130.00	18.8	86.4
25%	19	7.3	94.6	46.75	6.8	93.2
30%	6	2.3	96.9	13.00	1.9	95.1
35%	2	0.8	97.7	7.25	1.0	96.1
40%	3	1.1	98.9	11.75	1.7	97.8
45%	-	-	98.9	-	-	97.8
50%	3	1.1	100.0	15.00	2.2	100.0
계	261	100.0		691.75	100.0	

\* 구입량은 (월평균 구입횟수) × (1회 평균 구입량)으로 구하였음, 1회 평균 구입량은 500g 미만은 250g으로, 2kg 이상은 2,250g으로 계산하였으며, 나머지는 구간의 중앙값을 이용

\*\* 평균 추가지불 가격비율은 인원예 대한 경우 14.4%, 구입량으로 가중평균한 추가지불 가격비율은 15.0%로 나타남

<표 59>에서처럼 쇠고기를 초고압으로 살균하여 안전성을 제고시키고 육질을 부드

럽게 함에 따라 소비자의 지불의사는 그렇지 않았을 경우보다 15% 더 높은 가격을 지불할 의사가 있는 것으로 나타났다. 그러나 양념돈육의 경우에서와 같이 평균적인 지불의사가 높아진다는 의미이지 초고압살균 쇠고기의 시장가격을 이 만큼 더 받을 수 있다는 의미는 아니다. 물론 50% 높은 가격에도 구입하겠다는 소비자가 있다. 그러나 이 가격에 어느 정도의 양을 판매할 수 있느냐가 문제이다. 만일 가격을 15% 인상하여 판매할 경우 양으로 환산하여 50.3%의 소비가 감소하게 된다. 더욱 인상하여 50% 인상된 가격에 판매할 경우 97.8%의 소비가 감소하게 된다.

따라서 이 같은 조사 결과만으로 소비자가격이 책정되기보다는 가공비용과 소비자 가격별 소비감소를 고려하여 적정 소비자가격이 책정되어야 하고, 아울러 책정된 소비자가격에 따른 경제성을 검토해 보아야 한다.

(2) 초고압 가공에 따른 비용변화

신선쇠고기를 초고압살균하기 위해서도 양념돈육의 경우에서와 같이 초고압 살균설비를 갖추어야 한다. 이에 따른 비용의 변화가 양념돈육의 경우와 같다고 가정하고서 분석하기로 하겠다. 또한 공장판매가격인 매출가격의 항목별 구성비가 <표 60>에서와 같이 양념돈육의 경우와 같다고 가정하고 비용변화를 분석하기로 한다.

<표 60> 쇠고기 매출가격에서 차지하는 항목별 구성비

단위 : %

항 목	소비자가격 기준 항목별 구성	소비자가격 기준 항목별 구성비	매출가격 기준 항목별 구성비
소비자가격	28,000	100.0	
매출가격	20,496	73.2	100.0
원재료비	14,560	52.0	71.0
노무비	504	1.8	2.5
제조경비	700	2.5	3.4
판매 및 일반관리비	4,060	14.5	19.8
경상이익	672	2.4	3.3

이같은 경우 초고압 설비의 추가로 인하여 연간 제조비용으로 감가상각비 9,091만원과 인건비 1,300만원 등 모두 1억 391만원이 소요되므로 이를 제품 연간 판매량 1,000천톤으로 나누면 쇠고기 1kg당 103.9원의 제조비용이 더 소요되는 것으로 나타났다. 물론 시설비와 인건비는 생산물량의 증감에 관계없이 고정되어 있으므로 이 같은

제품 단위당 비용은 생산량이 증가하면 감소하고 반대로 생산량이 감소하면 증가하게 되지만 가격상승을 고려할 경우 소비 감소에 따라 생산도 감소한다고 보면 제품 단위당 제조비용은 103.9원 이상으로 증가한다고 보아야 한다.

제조비용이 103.9원 상승하였을 때 총 판매 및 일반관리비에 변화가 없고, 이윤율이 일정하다고 가정하면 매출가격은 21,221 원으로 증가하게 되고, 유통비용을 포함한 소매단계에서의 마진률이 일정하다고 가정하면 소비자가격은 29,070 원으로 증가하게 된다.

<표 61> 매출량 감소에 따른 매출원가 및 kg당 소비자가격의 변화

단위 : 원

매출량 감소비율	제조비용 증가			판매 및 일반관리비	노무비	이윤	매출가격	소비자가격
	초고압	기타	계					
0%	103.9	0.0	103.9	4,060.0	504.0	680.1	20,608.0	28,153.0
10%	115.5	38.9	154.3	4,511.1	560.0	699.1	21,184.5	28,940.6
20%	129.9	87.5	217.4	5,075.0	630.0	722.9	21,905.3	29,925.2
30%	148.4	150.0	298.4	5,800.0	720.0	753.5	22,831.9	31,191.1
40%	173.2	233.3	406.5	6,766.7	840.0	794.2	24,067.4	32,879.0
50%	207.8	350.0	557.8	8,120.0	1,008.0	851.3	25,797.1	35,242.0

- 주 : 1. 초고압시설이용과 관련된 항목을 제외한 총제조경비의 50%는 생산량과 관계 없이 고정되어 있는 것으로 가정  
 2. 초고압시설로 인한 인원증가분은 제조비용에 포함되어 있음

### (3) 초고압 처리에 따른 경제성 분석

이상에서 살펴본 것처럼 소비자의 초고압처리 쇠고기에 대한 지불의사가격은 기존의 쇠고기에 비해 kg당 평균 15% 높게 나타난 반면, 제조비용(혹은 소비자가격)은 판매량의 변화가 없을 경우의 103.9원(29,070.0원)부터 판매량이 50% 감소하는 경우의 207.8원(36,900.8원)까지 증가하는 것으로 나타나, 초고압 처리제품의 경제성은 제품판매가격이 책정되는 수준과 책정가격 수준에서의 소비량 변화에 따라 달라지게 된다.

본 분석에서는 제품가격이 상승함에 따라 수요가 <표 58>에서와 같은 비율로 감소하는 것으로 가정할 때와 수요의 변화가 없을 때 두가지 경우에 대하여 기업의 이윤이 어떻게 변화하는지 <표 62>에서 살펴보았다.

먼저, 소비자가격이 변화할 때 매출량이 <표 59>와 같은 비율로 변화한다고 가정하는 경우를 살펴보기로 하자. 이는 <표 62>에서 '시나리오 I'의 경우로서 단위당 이

은 소비자가격이 30,800원일 때 947원까지 증가하고, 이후 감소하여 소비자가격이 32,200원일 때 2,650원의 적자를 시작으로 소비자가격이 높아질수록 수요가 급격하게 감소하고 매출원가는 크게 상승하여 적자가 크게 확대되는 것으로 나타났다.

<표 62 > 소비자가격 변화에 따른 총이윤의 변화

가격수준 (원/kg)	출하가격 (원)	시나리오 I			시나리오 II		
		매출량 (톤)	kg당 이윤(원)	총이윤 (백만원)	매출량 (톤)	kg당 이윤(원)	총이윤 (백만원)
28,000	20,496	1,000	568	568	1,000	568	568
29,400	21,521	1,000	1,593	1,593	1,000	1,593	1,593
30,800	22,546	848	1,720	1,459	1,000	2,618	2,618
32,200	23,570	497	-1,437	-714	1,000	3,642	3,642
33,600	24,595	323	-5,828	-1,885	1,000	4,667	4,667
35,000	25,620	136	-26,315	-3,566	1,000	5,692	5,692
36,400	26,645	68	-62,119	-4,221	1,000	6,717	6,717
37,800	27,670	49	-89,333	-4,391	1,000	7,742	7,742
39,200	28,694	39	-115,978	-4,485	1,000	8,766	8,766
40,600	29,719	22	-216,600	-4,697	1,000	9,791	9,791
42,000	30,744	22	-215,575	-4,675	1,000	10,816	10,816

- 주 : 1. 시나리오 I은 매출량이 소비자 가격이 변함에 따라 <표 58>과 같은 비율로 변한다고 가정  
 2. 시나리오 II는 매출량이 가격변화와 관계 없이 동일하다고 가정

따라서 <표 58>와 비례하는 수요패턴을 직면하는 업체라면 소비자가격을 30,800원으로 책정할 때 이윤을 최대화 할 수 있으며, 이때의 이윤은 초고압 처리를 하지 않는 경우의 672.0백만원에 비하여 275.4백만원의 수익을 더 거두게 된다.

그러므로 이와 같은 업체의 경우 기존의 방법대로 살균하지 않는 쇠고기를 판매하기보다는 초고압살균을 통하여 제품가격을 인상함으로써 이윤을 증대시키는 것이 가능하며, 이때 최적 소비자가격은 30,800원인 것으로 판단된다.

다음으로 쇠고기 시장이 경쟁적 체제이기 때문에 업체 홍보여하에 따라서 가격을 인상시켰음에도 불구하고 보다 안전한 제품을 추구하는 소비자를 유인함으로써 매출량 감소를 유발하지 않고 오히려 매출량이 증가할 수 도 있다. 따라서 가격상승에도 불구하고 매출량의 변화가 없다고 가정하고 살펴보았으며, 이는 <표 61>의 '시나리오 II'의 경우이다. 이 경우 매출량의 변화가 없다고 가정하였으므로 이윤을 제외한 나머

지 비용의 단위당 가격은 고정되어 있으며, 소비자가격의 상승으로 인한 매출가격의 증가는 모두 매출이윤의 증가로 귀결되므로 단위당 매출이윤 및 총 매출이윤은 증가하여 소비자가격이 32,200원/kg일 때 매출이윤은 3,991.8백만원, 소비자가격이 42,000원일 때 매출이윤은 10,140.6백만원으로 나타났다. 즉 효율적인 홍보를 통하여 매출량을 변경시키지 않을 수 있다면 업체의 입장에서 제품판매가격을 높일수록 수익성을 증대시킬 수 있다.

## 참고 문헌

- C. E. Adams, Applying HACCP to sous vide products, *Food Technology*, April: 148 (1991).
- S. Adapa, K. A. Schmidt, and R. Toledo, Functional properties of skim milk processed with continuous high pressure throttling, *J. of Dairy Science*, 80(9): 1941 (1997).
- Anonymous, ABB Autoclave Systems, Technical Data (1993).
- Anonymous, ABB Autoclave Systems, Technical Data (1994a).
- Anonymous, Engineered Pressure Systems, Technical Data (1994b).
- Anonymous, Mitsubishi Heavy Industries, Technical Data (1992).
- M. Asaka and R. Hayashi, Activation of polyphenol oxidase in pear fruits by high pressure treatment, *Agric Biol. Chem.* 55(9): 2439 (1991).
- C. Balny and P. Masson, Effects of High Pressure on Proteins, *Food Reviews International*, 9(4): 611 (1993).
- A. Benito, G. Ventoura, M. Casadei, T. Robinson and B. Mackey, Variation in Resistance of Natural Isolates of *Escherichia coli* O157 to High Hydrostatic Pressure, Mild Heat, and Other Stresses, *Applied and Environmental Microbiology*, 65(4): 1564 (1999).
- L. Bruun-Jensen and L. H. Skibsted, High-Pressure Effects on Oxidation of Nitrosylmyoglobin, *Meat Science*, 44(3): 145 (1996).
- J. Carballo, P. Fernandez, A. V. Carrascosa, M. T. Solas, and F. J. Colmenero, Characteristics of low-and high-fat beef patties : Effect of high hydrostatic pressure, *J. of Food Protection*, 60(1): 48 (1997).
- A. Carlez, J. P. Rosec, N. Richard, and J. C. Cheftel, Bacterial growth during chilled storage of pressure treated mincemeat, *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 27: 48 (1994).
- P. B. Cheah and D. A. Ledward, Catalytic Mechanism of Lipid Oxidation following High Pressure Treatment in Pork Fat and Meat, *J. of Food Science*, 62(6): 1135 (1997).
- P. B. Cheah and D. A. Ledward, High Pressure Effects on Lipid Oxidation in Minced Pork, *Meat Science*, 43(2): 123 (1996).



- P. B. Cheah and D. A. Ledward, Inhibition of Metmyoglobin Formation in Fresh Beef by Pressure Treatment, *Meat Science*, 45(3): 411 (1997).
- J. C. Cheftel, Application des hautes pression en technologie alimentaire, *Ind Alim. Agric* 108: 141 (1991).
- J. C. Chftel, Effects of high hydrostatic pressure on food macromolecules: an overview, *High pressure and Biotechnology* (R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, eds.), Colloque INSERM John Libbey Eurotext Ltd., 224: 195 (1992).
- J. C. Cheftel and J. Culioli, Effects of High Pressure on Meat : A Reviw, *Meat Science*, 46(3): 211 (1997).
- I. J. Church and A. L. Parsons, Review : sous vide cook-chill technolngy, *International J. of Food Science and Technology*, 28: 563 (1993).
- F. J. Colmenero, J. Carballo, P. Fernandez, G. Barreto and M. T. Solas, High-pressure-induced changes in the characteristics of low-fat and high fat sausages, *J. Sci, Food Agric*, 75: 61 (1997).
- A. Denda and R. Hayashi, Emulsifying properties of pressure-treated proteins, *High pressure and Biotechnology* (R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, eds.), Colloque INSERM John Libbey Eurotext Ltd., 224: 333 (1992)
- G. Deplace and B. Mertens, The commercial application of high pressure technology in the food processing industry, *High Pressure and Biotechnology* (R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, eds.), Colloque INSERM John Libbey Eurotext Ltd., 224: 469 (1992).
- E. Dickinson, B. S. Murray and K. Pawilowsky, Short communication on the effect of high-pressure treatment on the surface activity of  $\beta$ -casein, *Food Hydrocolloids*, 11(4): 507 (1997).
- J. Dissing, L. Bruun-Jensen and L. H. Skibsted, Effect of high-pressure treatment on lipid oxidation in turkey thigh muscle during chill storage, *Z. Lebensm Enters Forsch A*, 205:11 (1997).
- M. Dumoulin, S. Ozawa and R. Hayashi, Textural Properties of Pressure-Induced Gels of Food Proteins Obtained under Different Temperatures including Subzero, *J. of Food Science*, 63(1): 92 (1998).

- R. Earnshaw, High pressure food processing. *Nutrition & Food Science*, 2, March/April: 8 (1996).
- E. A. Elgasim and W. H. Kennick, Effect of hydrostatic pressure on meat microstructure. *Food Microstructure* 1: 75 (1982).
- E. A. Elgasim and W. H. Kennick, Effect of pressurization of pre-rigor muscles on protein quality. *J. Food Sci.* 4: 1122 (1980).
- M. N. Eshtiaghi and D. Knorr, Potato cubes response to water blanching and high hydrostatic pressure. *J. Food Sci.* 58(6): 1371 (1993).
- S. Ezaki and R. Hayashi, High pressure effects on starch: structural change and retrogradation, *High pressure and Biotechnology* (R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, eds.), Colloque INSERM John Libbey Eurotext Ltd., 224: 163 (1992).
- D. Farr, High pressure technology in the food industry. *Trends Food Sci. Technol.* 1: 14 (1990).
- F. Fernandez-Martin, P. Fernandez, J. Carballo, and F. Jimenez-Colmenero, DSC study on the influence of emat source, salt and fat levels, and processing parameters on batters pressurisation, *Eur. Food Res. Technol.* 211: 387 (2000).
- K. Gekko, Effects of high pressure on the sol-gel transition of food macromolecules, *High pressure and Biotechnology* (R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, eds.), Colloque INSERM John Libbey Eurotext Ltd., 224: 105 (1992).
- R. Gervolla X. Felipe, V. Ferragut and B. Guamis, Effect of High Hydrostatic Pressure on Escherichia coli and Pseudomonas fluorescens Strains in Ovine Milk. *J. Dairy Sci.* 80: 2297 (1997).
- J. M. Jay and Ph. D. Microbiological Food Safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 31(3): 177 (1992).
- G. J. Haas, H. E. Prescott, Jr., E. Dudley, R. Dik, C. Hintlian, and L. Keane, Inactivation of microorganisms by carbon dioxide under pressure. *J. Food Safety* 9: 253 (1989).
- I. Hayakawa, Y. Linko and P. Linko, Mechanism of High Pressure Denaturation of Proteins. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 29: 756 (1996).

- R. Hayashi and A. Hayashida, Increased amylase digestibility of pressure-treated starch, *Agric Biol. Chem.* 53: 2543 (1989).
- R. Hayashi, Application of high pressure to food processing and preservation: philosophy and development, *Engineering and Food* (W. E. L. Spiess and H. Shubert, eds.), Elsevier Appl. Sci., London, 2: 815 (1989).
- R. Hayashi, Y. Kawamura, and S. Kunugi, Introduction of high pressure to food processing: preferential proteolysis of  $\beta$ -lactoglobulin in milk whey, *J. Food Sci.* 52(4): 1107 (1987).
- N. Homma, Y. Ikeuchi, and A. Suzuki, Effect of high pressure treatment on the proteolytic enzymes in meat, *Meat Sci.* 38: 219 (1994).
- D. G. Hoover, C. Metrick, A. M. Papineau, D. F. Farkas, and D. Knorr, Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganism, *Food Technol.* 43(3): 99 (1989).
- D. G. Hoover, Pressure effects on biological systems, *Food Technology*, June, 150 (1993).
- Y. N. Horie, K. I. Kimura, and M. S. Ida, Jams treated at high pressure, U. S. Patent 5,075,124 (1991).
- K. Hori, Y. Manabe, M. Kaneko, T. Sekimoto, Y. Sugimoto, and T. Yamane, The development of high pressure processor for food industries, *High Pressure and Biotechnology* (R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, eds.), Colloque INSERM John Libbey Eurotext Ltd., 224: 499 (1992).
- H. Iwahasi, S. C. Kaul, K. Obuchi, and Y. Komatsu, Induction of barotolerance by heat shock treatment in yeast, *FEMS Microbiol. Lett.* 80: 325 (1991).
- D. E. Johnston, B. A. Austin, and R. J. Murphy, Effects of high hydrostatic pressure on milk, *Milchwissenschaft* 47(12): 760 (1992).
- S. Jung, M. Ghoul, and M. Lamballerie-Anton: Changes in lysosomal enzyme activities and shear values of high pressure treated meat during ageing, *Meat Sci.* 56: 239 (2000).
- N. Kalchayanand, A. Sikes, C. P. Dunne and B. Ray, Interaction of Hydrostatic Pressure, Time and Temperature of Pressurization and Pediocin AcH on Inactivation of Foodborne Bacteria, *J. of Food Protection*, 61(4) 425 (1998).

- T. Kanda, T. Yamauchi, T. Naoi, and Y. Inoue, Present status and future prospects of high pressure food processing equipment, *High Pressure and Biotechnology* (R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, eds.), Colloque INSERM John Libbey Eurotext Ltd., 224: 521 (1992).
- N. Katoh, H. Nozaki, K. Kamatsu, and K. Arai: A new method for evaluation of the quality of surimi from alaska pollack relationship between myofibrillar ATPase activity and kamoboko forming ability of frozen surimi, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 45:1027 (1979).
- D. Knorr, Effects of high hydrostatic pressure on food safety and quality, *Food Technol.*, 47(6): 156 (1993).
- D. Knorr, O. Schlueter, and V. Heinz, Impact of high hyfrostatic pressure on phase transitions of Foods, *Food Technology*, 52(9): 42 (1998).
- L. N. Kuzminski, Issues and Pressures for Food and Beverage Research and Development in the 21st Century, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(1): 1 (1999).
- T. P. Labuza, An introduction to active packaging for foods, *Food Technology*, April: 68 (1996).
- E. Marth, Extended Shelf Life Refrigerated Foods: Microbiological Quality and Safety, *Food Tech*, 52(2): 57 (1998).
- B. Martens and D. Knorr, Development of non thermal processes for food preservation, *Food Technol.* 46(5): 124 (1992).
- M. Masuda, Y. Saito, T. Iwanami, and Y. Hirai, Effects of hydrostatic pressure on packaging materials for food, *High pressure and Biotechnology* (R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, eds.), Colloque INSERM John Libbey Eurotext Ltd., 224: 545 (1992).
- N. H. Mermelstein, High-Pressure Processing Begins, *Food Tech*, 52(6): 104 (1998).
- N. H. Mermelstein, High-Pressure Processing Reaches the U.S. Market, *Food Tech*, 51(6): 95 (1997).
- B. Mertens and G. Deplace, Engineering aspects of high pressure technology in the food industry, *Food Technol.* 47(6): 164 (1993).

- W. Messens, J. V. Camp and A. Huyghebaert, The use of high pressure to modify the functionality of food proteins. *Trends in Food Science & Technology*, 81: 107 (1997).
- R. Meyer, K. Cooper, D. Knorr and H. Lelieveld: High-pressure sterilization of foods. *Food Tech* 54(11): 67 (2000).
- C. E. Morris, High pressure builds up. *Food Eng.* Oct.: 113 (1993).
- E. A. Murano, P. S. Murano, R. E. Brennan, K. Shenoy and R. G. Moreira, Application of High Hydrostatic Pressure to Eliminate *Listeria monocytogenes* from Fresh Pork Sausage. *J. of Food Protection*, 62(5): 480 (1999).
- S. Nagatsuji, The fat of the land under pressure. *Look Japan*, Oct.: 28 (1992).
- T. Nishiwaki, Y. Ikeuchi and A. Suzuki, Effects of High Pressure Treatment on Mg-Enhanced ATPase Activity of Rabbit Myofibrils. *Meat Science*, 43(2): 145 (1996).
- T. Ohmori, T. Shigehisa, S. Taji and R. Hayashi, Effect of High Pressure on the Protease Activities in Meat. *Agric Biol. Chem*, 55(20): 357 (1991).
- M. Okamoto, Y. Kawamura, and R. Hayashi, Application high pressure to food processing: textural comparison of pressure- and heat-induced gels of food proteins. *Agric Biol. Chem* 54(1): 183 (1990).
- E. Pablo A, Lopez-malo, G. V. Barborsa-canovas, J. Weltri-chanes, P. M. Davidson and B. G. Swanson, High Hydrostatic Pressure Come-Up Time and Yeast Viability. *J. of Food Protection*, 61(12): 1657 (1998).
- P. W. Park, and , R. E. Goins 1994. In preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *J. Food Sci*, 59:1262 (1994).
- M. F. Patterson and D. E. Johnston, High Pressure Processing of Foods. *The European Food & Drink Review*, spring: 36 (1997).
- M. F. Patterson and D. J. Kilpatrick, The Combined Effect of High Hydrostatic Pressure and Mild Heat on Inactivation of Pathogens in Milk and Poultry. *J. of Food Protection*, 61(4): 432 (1998).
- E. Ponce, R. Pla, M. Mor-mur, R. Gervilla and B. guamis, Inactivation of *Listeria innocua* Inoculated in Liquid Whole Egg by High Hydrostatic Pressure. *J. of Food Protection*, 61(1): 119 (1998).

- J. Raso, G. Barbosa-Canovas and B. G. Swanson, Sporulation temperature affects initiation of germination and inactivation by high hydrostatic pressure of *Bacillus cereus*, *J. of Applied Microbiology*, 85: 17 (1998).
- F. Sancho, Y. Lambert, G. Demazeau, A. Largeteau, J. M. Bouvier, Jean-François Narbonne, Effect of ultra-high hydrostatic pressure on hydrosoluble vitamins, *Journal of Food Engineering* 39: 247 (1999).
- J. M. Schafheitle, The sous-vide system for preparing chilled meals, *British Food Journal*, 23 (1992).
- J. Sebranek, High-Pressure Processing: Research shows a lot of promise for microbial control, *Meat Processing*, October: 73 (1998).
- R. K. Simpson and A. Gilmour, The resistance of *Listeria monocytogenes* to high hydrostatic pressure in foods, *Food Microbiology*, 14: 567 (1997).
- J. P. Smith, H. S. Ramaswamy and B. K. Simpson, Developments in food packaging technology, Part I: Processing/cooking considerations, *Trends in Food Science & Technol* November: 107 (1990).
- J. P. Smith, H. S. Ramaswamy and B. K. Simpson, Developments in food packaging technology, Part II: Storage aspects, *Trends in Food Science & Technol*, November: 111 (1990).
- H. Sumitani, S. Suekane, A. Nakatani, and K. Tatsuka, Changes in composition of volatile compounds in high pressure treated peach, *J. Agric. Food Chem* 42: 785 (1994).
- R. J. Swientek, High hydrostatic pressure for food preservation, Technologies for tomorrow, *Food Processing*, Nov, (1992).
- J. M. Thevelein, J. A. Van Assche, K. Hereman, and S. Y. Gerlsma, Gelatinization temperature of starch, as influenced by high pressure, *Carbohydrate Res* 93: 304 (1981).
- Ueda, and Igarashi, New solvent system for extraction of tocopherols from biological specimens for HPLC determination and the evaluation and the evaluateion of 2, 3, 5, 7, 8-pentamethyl-6- promanol as an internal standard, *J. of Micronutrient Analysis* 3:185 (1987).
- J. F. Velez-Ruiz, B. G. Swanson and G. V. Barbosa-Canovas, Flow and

- viscoelastic properties of concentrated milk treated by high hydrostatic pressure, *Lebensm-Wiss u.-Technol.* 31, 182 (1998).
- M. Watanabe, T. Makino, K. Kumeno, and S. Arai, High pressure sterilization of ice nucleation-active bacterial cells, *Agric Biol. Chem.* 55(1): 291.
- K. Yamamoto, S. Hayashi and T. Yasui, Hydrostatic Pressure-induced Aggregation of Myosin Molecules in 0.5M KCl at pH 6.0, *Biosci. Biotech. Biochem.* 57(3): 383 (1993).
- K. Yamamoto, Y. Yoshida, J. Morita and T. Yasui, Morphological and Physicochemical Changes in the Myosin Molecules Induced by Hydrostatic Pressure, *J. Biochem.* 116(1): 215 (1994).
- F. Zimmerman and C. Bergman, Isostatic pressure equipment for food preservation, *Food Technol.* 47(6): 162 (1993).
- C. E. Zobell, Pressure effects on morphology and life processes of bacteria, *High pressure effects on cellular processes* (A. M. Zimmerman, ed.), Acad. Press., New York and London (1970).

ID: \_\_\_\_\_ 조사장소: \_\_\_\_\_

## 초고압처리 쇠고기의 소비자 선호도 평가

안녕하십니까?

본 설문지는 초고압처리 쇠고기의 소비자 가치를 측정하기 위하여 작성되었습니다.

이 설문으로 인하여 귀하에게 어떠한 불이익도 일어나지 않을 것임을 약속드리겠습니다.

한국식품개발연구원  
(전화:031-780-9179)



1. 귀하는 **초고압처리**에 대하여 어느 정도 알고 있습니까?

①전혀모른다. ②모른다. ③들어는 봤다. ④알고있다. ⑤잘 알고 있다.

2. 귀하는 **쇠고기**를 어느 정도 좋아하십니까?

①매우 싫어한다. ②싫어한다. ③보통이다. ④좋아한다. ⑤매우 좋아한다.

3. 귀하의 **한달 평균 쇠고기**의 구입횟수는?

①1회 이하 ②2회 ③3회 ④4회 ⑤5회 ⑥6회 이상

4. 귀하께서 주로 **쇠고기**를 구입하는 곳은?

①집 주변의 정육점 ②농·축협매장(하나로마트, 축산물공동시장 등..)

③백화점 ④대형할인점(E-마트, 마그넫, 홈플러스 등..)

⑤기 타 ( )

5. 귀하는 쇠고기를 구입할 때 한우와 수입쇠고기의 구입 비중은 어느 정도입니까?

한우 구입비중 : ( ) %

6. 귀하께서 수입쇠고기를 구입하시거나 구입하려고 생각하신 적이 있다면 그 이유는

무엇입니까?

- ①한우고기나 수입쇠고기의 품질은 큰 차이가 없지만 수입쇠고기의 가격이 싸기 때문에
- ②한우고기의 품질이 수입쇠고기와의 가격차 이상으로 좋지만 수입쇠고기 가격이 싸기 때문에
- ③한우고기의 품질이 수입쇠고기보다 좋지만 가격차이 만큼 품질이 우수하지 못하여 가격대비 품질은 오히려 수입쇠고기가 좋기 때문에
- ④수입쇠고기가 한우고기보다 품질이 더 좋으면서 가격이 싸기 때문에

7. 귀하의 쇠고기의 1회 평균 구입량은?

- ①500g미만
- ②500g ~ 1kg미만
- ③1kg ~ 1.5kg미만
- ④1.5kg ~ 2kg미만
- ⑤2kg이상

8. 귀하께서 쇠고기를 구입할 때, 가장 유의하여 보는 것은?

- ①원산지(한우 또는 수입)
- ②브랜드 또는 품질마크
- ③쇠고기의 빛깔
- ④육질
- ⑤가격
- ⑥포장상태
- ⑦위생상태

9. 귀하께서는 시중에 판매되고 있는 쇠고기의 위생상태를 신뢰하고 있습니까?

- ①전혀 그렇지 않다
- ②그렇지 않다
- ③보통이다
- ④그렇다
- ⑤ 매우 그렇다.

10. 귀하께서는 식중독을 앓은 경험이 있습니까?

- ①없다.
- ②있다

초고압처리 쇠고기란 무엇인가에 대한 설명입니다. 꼭 읽어 주십시오.

## 초고압처리 쇠 고기는?

도축을 하고 난 다음 근육이 단단하고 질긴 상태로 되는 작용을 사후강직이라고 합니다. 이 때는 근육의 보수력이 최저인 상태가 되어 고기로서는 질기고 다즙성이 떨어지는 상태입니다. 소를 도축한 직후의 쇠고기도 사후강직 작용으로 다즙성이 떨어지기 때문에 질긴 고기가 됩니다.

사후강직 상태에서 시간이 경과함에 따라 근육은 점차 장력이 떨어지고 유연해지며 보수력이 어느 정도 회복되어 다즙성을 되찾을 때 고기로서 먹기에 적당한 연도를 가지게 됩니다. 이처럼 고기를 먹기에 적당하도록 연하게 만드는 과정을 숙성이라고 합니다.

숙성은 일반적으로 냉장온도 (0~5℃)에서 수행되어 미생물의 급속한 성장에 의한 부패를 억제시킵니다. 쇠고기의 적정 숙성기간은 냉장온도에서 7~14일, 10℃에서는 4~5일, 16℃에서는 2일 정도 걸립니다.

일반적으로 숙성은 미생물의 작용에 의해 이루어지므로 숙성이 진행된다는 것은 미생물이 증식된다고도 볼 수 있으며, 숙성이 잘된 쇠고기는 미생물 수준이 높다고 말할 수 있습니다. 법적으로 허용되는 미생물 수준은 1g당 1×

10<sup>5</sup> 수준까지이므로 숙성이 잘된 쇠고기의 유통기한은 얼마 남지 않았다고 볼 수 있습니다.

따라서 소비자들이 숙성이 잘된 고기를 냉장상태로 보관하면서 소비하는 것이 편리하지만 단기간 동안만 보관 가능합니다.

초고압 처리기술은 가열작용 없이 고압을 식품에 적용하여 영양소의 손실 없이 미생물을 살균할 수 있는 새로운 가공기술(비가열 살균법)입니다. 또한 고기 근육에 작용하여 질긴 상태에서 연한 상태로 만들 수 있습니다. 즉 미생물 수준은 낮으면서 연한 고기를 얻을 수 있으며, 연한 고기를 집에서 냉장보관 상태로 이전보다 장시간 저장할 수 있다는 것입니다.

아래의 표는 일반 쇠고기와 초고압처리를 거친 쇠고기를 4℃ 냉장온도에서 보관하면서 미생물 수준을 비교한 자료입니다(한국식품개발연구원). 참고로 법적으로 총균수의 수준이 10<sup>5</sup>cfu/g 이하 제품의 유통이 허용되어 있습니다.

처리구 \ 저장일	일반제품	초고압 처리된 제품
저장 3일	7.7 × 10 <sup>2</sup>	3.0 × 10 <sup>1</sup>
저장 14일	1.8 × 10 <sup>5</sup>	9.1 × 10 <sup>3</sup>

초고압 처리 제품과 일반제품에 대한 관능검사를 비교한 자료는 아래와 같습니다. 참고로 각 항목에서 숫자가 클수록 해당 특성이 우수함을 나타내는

것입니다.

(9점법 적용시,  $P < 0.05$ ) (한국식품개발연구원자료)

특성	처리구	시중 유통제품	초고압 처리된 제품
연 도		5.0 <sup>u</sup>	7.7 <sup>a</sup>
기 호 성		5.0 <sup>b</sup>	6.0 <sup>a</sup>

다음의 질문을 귀하에게 드립니다. 잘 읽어보시고 답하여 주십시오.

※ 귀하께서는 지금 쇠고기를 구입하려고 합니다. 그런데 두 종류의 제품이 있습니다. 한 제품은 기존에 귀하께서 구입하시던 한우고기입니다. 다른 한 제품은 앞에서 설명드린 초고압처리 공정을 거친 쇠고기입니다. 초고압처리 공정을 거친 쇠고기는 가공비용이 더 소요되기 때문에 기존에 구입하던 제품보다 가격이 높습니다.

1. 귀하께서는 초고압처리 공정을 거친 쇠고기의 가격이 한우고기보다 어느 정도까지 높으면 초고압처리 공정을 거친 쇠고기를 구입하시겠습니까?

- ① 기존에 구입하던 한우고기보다 비싸더라도 초고압처리 쇠고기를 구입하겠다.  
 ② 기존에 구입하던 한우고기보다 비싸더라도 그 차이가 크지 않다면 초고압처리 쇠고기를 구입하겠다.  
 ③ 기존에 구입하던 한우고기보다 비싸면 초고압처리 쇠고기를 구입하지 않겠다.  
 ④ 기존에 구입하던 한우고기와 가격이 같더라도 초고압처리 쇠고기를 구입하지 않겠다.

위의 문제 1번 문항에서 ①이나 ②에 답하신 분에게만 드리는 질문입니다.

2. 귀하는 초고압처리 쇠고기의 가격이 한우고기보다 어느 정도까지 높은 가격에 판매될 때 초고압처리 쇠고기를 구입하시겠습니까? 그 최고가격을 현재 한우고기가격에 대한 비율로 답해주시지요.

- ① 50%       ② 45%       ③ 40%       ④ 35%       ⑤ 30%  
 ⑥ 25%       ⑦ 20%       ⑧ 15%       ⑨ 10%       ⑩ 5%

3. 귀하께서 초고압처리 쇠고기가 시판된다면 기존 한우고기보다 높은 가격으로라도 구입하겠다고 생각하시는 주된 이유는 무엇입니까?

①고기가 연하여 더 맛있을 것 같아서

②구입 후 기존 한우고기보다 집에서 더 오랜 기간 보관할 수 있으므로 편할 것 같아서

③기존 한우고기보다 더 위생적일 것 같아서

**응답자의 일반적인 사항에 대하여 질문 드립니다.**

1. 귀하의 **성별**은?  ①남  ②여

2. 귀하의 **연령**은 (만 \_\_\_\_\_세)

3. 귀하의 동거 **가족 수**는? ( \_\_\_\_\_명)

4. 귀하의 **학력**은?

①국졸이하  ②중졸  ③고졸  ④대졸이상

5. 귀하의 **직업**은?

①회사원  ②공무원  ③농림어업종사자  ④전문직  
 ⑤주부  ⑥학생  ⑦사업가(자영업)  ⑧기타

6. 귀하의 **월 평균 가계 총소득**은?

①99만원 이하  ②100 ~149만원  ③150 ~199만원  ④200 ~  
249만원  
 ⑤250 ~299만원  ⑥300 ~349만원  ⑦350 ~399만원  ⑧400 ~  
449만원  
 ⑨450 ~499만원  ⑩500만원 이상

ID: \_\_\_\_\_ 조사장소: \_\_\_\_\_

## 초고압살균 돼지고기 양념육의 소비자의 선호도 평가

안녕하십니까?

본 설문지는 초고압살균 돼지고기 양념육의 소비자 가치를 측정하기 위하여 작성되었습니다.

이 설문으로 인하여 귀하에게 어떠한 불이익도 일어나지 않을 것임을 약속드리겠습니다.

한국식품개발연구원  
(전화:031-780-9179)





④가격

⑤포장상태

⑥위생상태

7. 귀하께서는 시중에 판매되고 있는 **돼지고기 양념육의 위생상태를 신뢰하고** 있습니까?

①전혀 그렇지 않다 ②그렇지 않다 ③보통이다 ④그렇다 ⑤ 매우 그렇다.

8. 귀하께서는 식중독을 앓은 경험이 있습니까?

①없다. ②있다

초고압살균 돼지고기 양념육이란 무엇인가에 대한 설명입니다. 꼭 읽어 주십시오.

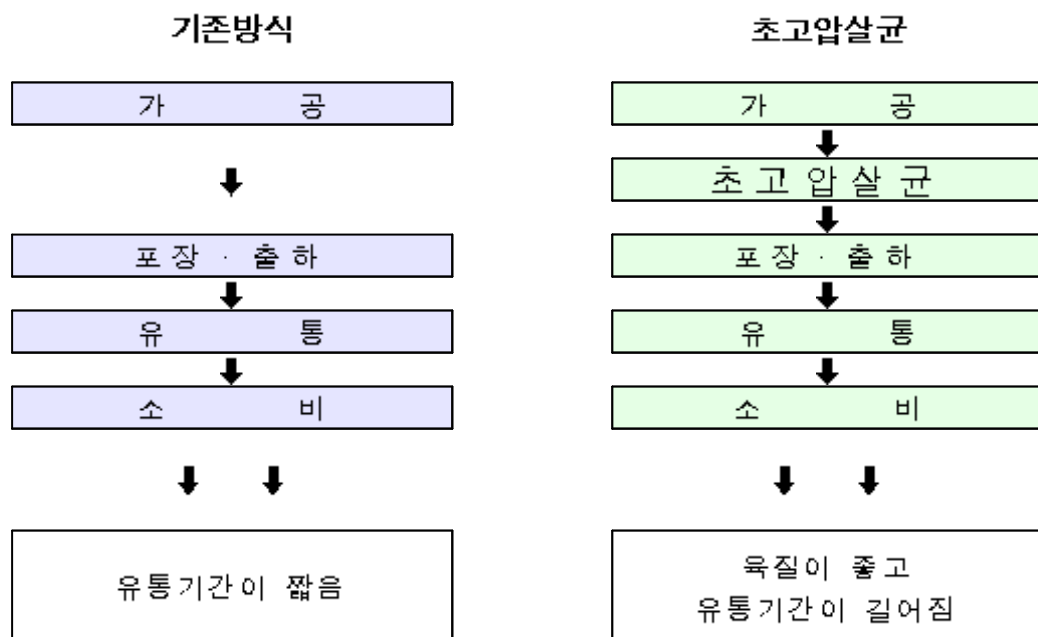
## 초고압살균 돼지고기 양념육은?

음식물에 세균이 많으면 부패하기 쉽고, 경우에 따라서는 식중독을 일으키기 때문에 유통중인 식품 중에 남아있는 세균수가 일정 한도를 넘지 못하도록 법으로 규제하고 있습니다. 또한 유통기간은 법에서 규정한 세균수 기준내에서 유통이 가능한 기간을 토대로 설정되어 있습니다.

음식물의 가열로 음식물이 가지고 있던 영양소가 일부 파괴됨에도 불구하고, 그 동안 우리나라에서는 가열이외에 효과적인 살균방법이 없었기 때문에 많은 가공식품의 유통기간을 연장하기 위하여 가열살균을 해 왔습니다.

그러나 돼지고기 양념육의 경우에는 가열살균하면 고기가 익혀지기 때문에 살균하지 않은 채로 유통되어 유통기간이 짧을 수밖에 없는 어려움이 있었습니다. 돼지고기 양념육의 경우 양념육 1g 당 세균수가  $10^5$ 를 넘지 못하도록 규정되어 있으며, 이 같은 기준하에서는 냉장온도에서 1주일간 유통 가능합니다. 이것은 양념육을 가정의 냉장고에 보관하더라도 1주일 이내에 소비해야 하는 것을 의미합니다.

그러나 선진 식품가공기술인 초고압처리기술을 이용하면, 가열하지 않고서도 고압에 의해 유해 미생물의 살균이 가능하기 때문에 익히지 않고 살균된 양념육 생산이 가능하며, 초고압살균 양념육은 살균하지 않은 기존의 양념육보다 유통기간이 연장되며, 아울러 고기의 육질이 개선됩니다.



아래의 표는 시중에 유통되고 있는 양념돈육제품과 초고압처리를 거친 양념돈육의 미생물 수준을 비교한 자료입니다(한국식품개발연구원). 같은 양념을 사용하였으며 4℃ 냉장온도에서 보관한 것입니다. 참고로 법적으로 총균수의 수준이 10<sup>5</sup>cfu/g 이하의 제품의 유통이 허용되어 있습니다.

처리구 저장일	시중 유통제품	초고압 처리된 제품
저장 2일	$3.8 \times 10^2$	$4.5 \times 10^1$
저장 9일	$1.8 \times 10^4$	$6.5 \times 10^1$

초고압 처리 제품과 일반제품에 대한 관능검사를 비교한 자료는 아래와 같습니다. 참고로 각 항목에서 숫자가 클수록 해당 특성이 우수함을 나타내는 것입니다.

(9점법 적용시,  $P < 0.05$ )(한국식품개발연구원 자료)

처리구 특성	시중 유통제품	초고압 처리된 제품
연 도	5.0	6.7
기 호 성	4.0	5.9



귀하는 어느 상품을 구입하시겠습니까?

- ① 초고압살균 공정에 의해 생산된 제품  
② 기존에 구입하던 제품

**응답자의 일반적인 사항에 대하여 질문 드립니다.**

1. 귀하의 **성별**은? ①남 ②여
2. 귀하의 **연령**은 (만 \_\_\_\_\_세)
3. 귀하의 **동거 가족 수**는? ( \_\_\_\_\_명)
4. 귀하의 **학력**은?  
①국졸이하 ②중졸 ③고졸 ④대졸이상
5. 귀하의 **직업**은?  
①회사원 ②공무원 ③농림어업종사자 ④전문직  
⑤주부 ⑥학생 ⑦사업가(자영업) ⑧기타
6. 귀하의 **월 평균 가계 총소득**은?  
①99만원 이하 ②100 ~149만원 ③150 ~199만원 ④200 ~  
249만원  
⑤250 ~299만원 ⑥300 ~349만원 ⑦350 ~399만원 ⑧400 ~  
449만원  
⑨450 ~499만원 ⑩500만원 이상

## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.