

<div data-bbox="183 1167 392 1283" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">주 의 (편집순서 8)</p> </div> <div data-bbox="183 1447 427 1476" style="margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">(15 포인트 고딕계열)</p> </div> <div data-bbox="280 1503 328 1581" style="text-align: center;"> <p>↑ 6cm ↓</p> </div>	<p>과제번호 11013-3</p> <p>전통 풍미 의</p> <p>설령 탕육수</p> <p>대량 생산 기술</p> <p>및</p> <p>에너지 고효율</p> <p>통전 가열</p> <p>대체 공정 개발</p> <p>농림 수산 식품부</p> <p>↑ 3cm ↓</p>	<div data-bbox="692 427 1329 479" style="text-align: center;"> <p>보안과제(), 일반과제(O) 과제번호 111013-3 5cm</p> </div> <div data-bbox="1187 528 1203 555" style="text-align: center;"> <p>↓</p> </div> <div data-bbox="775 640 1243 734" style="text-align: center;"> <p>전통풍미의 설령탕 육수 대량 생산기술 및 에너지 고효율 통전가열 대체공정 개발 (18 포인트 고딕계열)</p> </div> <div data-bbox="692 745 1326 887" style="text-align: center;"> <p>(Development of the production technology for korean traditional beef stocks and supplant process of energy efficient ohmic heating technology) (17 포인트 명조계열)</p> </div> <div data-bbox="884 1357 1129 1424" style="text-align: center; margin-top: 200px;"> <p>이연에프엔씨 (17 포인트 명조계열)</p> </div> <div data-bbox="983 1509 1177 1615" style="text-align: center;"> <p>9cm</p> <p>↑ ↓</p> </div> <div data-bbox="772 1738 1246 1767" style="text-align: center; margin-top: 100px;"> <p>농림축산식품부(17포인트 명조계열)</p> </div> <div data-bbox="1145 1854 1193 1960" style="text-align: center;"> <p>↑ 4cm ↓</p> </div>
---	---	---

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “전통풍미의 설령탕 육수 대량 생산기술 및 에너지 고효율 통전가열 대체공정 개발에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014 년 9 월 17 일

주관연구기관명 : 이연 F&C

주관연구책임자 : 정보연

세부연구책임자 : 정보연

연 구 원 : 양승남

연 구 원 : 마엄지

연 구 원 : 김혜지

협동연구기관명 : 한국식품연구원

협동연구책임자 : 김영호

요 약 문

I. 제목

전통풍미의 설령탕 육수 대량생산기술 및 에너지 고효율 통전가열 대체공정 개발

II 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 한국적 풍미의 설령탕 육수의 대량생산 기술을 개발하고 동시에 에너지를 절감하면서 온실가스 배출을 감소시킬 수 통전가열 대체공정을 개발하는데 있다. 이와 더불어 설령탕 육수를 단체급식, 학교급식 및 한식당 등에서 쉽게 이용할 수 있는 편이식 상품화 기술을 개발하고자 한다.

III. 연구개발 내용

연구개발 목적 달성을 위한 본 연구개발의 주요 내용은 전통풍미의 설령탕 육수 풍미특성 조사 및 표준 모델 작성, 가압공정을 이용한 전통풍미의 설령탕 육수의 대량생산 공정 연구, 통전기술을 이용한 설령탕 수육의 수율 및 조직감 증진 기술 개발, 통전기술을 이용한 설령탕 육수 생산 공정 개발, 통전가열 육수 생산 시스템 디자인, 설령탕 육수를 이용한 편이식 제품(농축액, 분말, cube) 개발 및 유통 안정성 등에 대한 연구로 구성되어 있다.

IV 연구개발 결과

<< 주관 >>

1. 전통품미의 설령탕 육수 품질인자 도출 및 계량화

- 가. 전문가의 심층면접을 통해 설령탕에서 소비자가 맛을 느낄 때 중요시하는 품질인자를 외관 항목(밝기, 백색도, 기름분포 수준), 냄새 항목(쇠기름 냄새, 고소한 냄새, 버터냄새, 우유 냄새), 맛 항목(단맛, 짠맛, 감칠맛, 고소한 맛, 기름기의 입촉감)으로 도출하였다.
- 나. 생산방법 및 유통방법에 따른 설령탕의 품질특성을 알아보기 위해 전통 재래식 방법(가마솥에 장시간 끓여 제조)으로 전문 매장에서 판매하는 제품(4종류)과 가압추출 방식으로 제조한 가공식품(3종류), 가압추출 방식 제조하여 프랜차이즈 매장에서 판매하는 제품(2종류)을 선정하여 이화학적 특징(고형분, 염도, 조단백, 조지방)과 색도, 점도, 지방산을 분석하여 품질특성을 확인하였다.
- 다. 설령탕의 종합기호도와 숙성간의 상관성을 검토해 본 결과, 향미기호도와 텍스처 기호도와 상관성이 매우 높았다. 특히 향미 기호도 중에서 양지머리, 쇠머리, 사태 등을 푹 고아 만든 양질의 단백질에서 추출된 감칠맛과 기름(사골/고기)에서 오는 고소한 맛이 상관성이 높았고, 텍스처에서는 농후도, 묵넘김, 점성이 높은 상관성을 갖는 것으로 분석되었다.
- 라. 상업적으로 식품공장에서 대량 생산하는 설령탕과 재래식 설령탕의 제조 공정 중 큰 차이는 추출시간 단축 및 효율을 높이기 위해 사골을 120℃의 고온, 고압에서 6시간 동안 추출하는 가압추출공정과 기름을 혼합하는 유화공정이며, 그 외 공정(절단-핏물빼기-열수 핏물빼기)은 기본 조건을 동일하나 대량화를 하기 위해 세부조건의 차이점을 확인 할 수 있었다.
- 마. 재래식과 가압(순환)식 방법으로 제조한 설령탕육수의 품질을 비교한 결과 가압(순환)식 추출할 경우 외관(밝기, 백색도, 기름분포 수준), 냄새(강도, 우유냄새, 버터냄새, 쇠기름냄새), 향미(느끼한 맛, 기름기의 입촉감, 텍스처)의 강도가 높게 나타났지만, 종합적인 기호도 측면에서는 전통 재래식 공정으로 제조한 제품이 가압공정으로 제조한 제품보다 더 높다.
- 바. 가압식 육수의 경우 고온 고압의 추출로 인해 고분자 단백질이 작아져 재래식으로 제조한 육수에 비해 점도가 유의적으로 낮은 경향을 보였으며, SDS-PAGE 전기영동 결과 36K dalton 이하의 분자량을 가진 단백질이 상대적으로 고온에 의해 많이 소실 된 것을 알 수 있었다.
- 사. Volatile 성분의 GC/MS 분석에서 chromatogram peak 상에서는 큰 차이가 없으나 가압공정으로 제조된 육수의 경우 동일한 RT값에서 peak의 상대적인 증가와 새로운 peak들이 나타났다. 이는 설령탕 육수 추출 시 가압공정으로 인해 추출 효율이 높고, 높은 가열온도에 의한 Reaction flavor가 생성된 것으로 사료된다.
- 아. 가압식 제조방법(탱크, 120℃, 1.5 kgf/cm² 이상, 6시간)이 재래식 제조방법(가마솥, 15~18 시간 가열추출) 보다 추출 효율은 높으나 관능품미가 떨어지는 것은 사골기름과 dislike flavor를 발현하는 단백질(용혈/골수 응집물)을 분리하기 어려워 기름 맛이 강하고 좋지 않은 flavor가 발현되기 때문이다.
- 자. Pilot 규모에서 정치식 가압추출 적용과 유화공정 최적화를 통해 관능품미 조화도를 높여 재래식 설령탕 국물의 가장 큰 특징인 사골국물의 깔끔함과 고소함을 구현할 수 있었다.

2. Plant 규모(Large scale) 생산 공정의 최적화

- 가. 사골은 하절기(7~8월)에 장시간(15시간 이상) 동안 정치 용혈 할 경우 핏물의 변패로 인해 휘발성염기질소(VBN) 함량이 20mg%를 초과 하여 사골육수에서 이취가 발생하는 문제점이 있어 자동 급수와 배수가 되는 2.5톤 용혈탱크를 활용하여 22℃이하의 수온을 유지 할 수 있도록 유수 순환식 용혈(2마력)로 총 4회(1회/4시간)이상 물을 교환해 주는 공정으로 최적화 하였다.
- 나. 냉수용혈로 제거 되지 않은 사골 내부의 일부 피와 응고물들은 90℃ 이상 열수에서 5분 이상 가열시킴으로써 추출액의 맛을 떨어뜨리는 험잡물과 육수의 이취 발생을 방지하여 깔끔한 사골육수를 제조할 수 있도록 공정을 설정 하였다.
- 다. 순환/정치식 가압추출방법에 따른 사골육수를 비교한 결과 추출 효율은 6시간 이후부터 증가율이 2.5% 이내로 크지 않아 6시간 추출이 경제적이라고 판단되며, 순환추출의 경우 고형분 회수율은 22.8%(Brix 5.3±0.2)이나 정치추출의 고형분 회수율 18.4%(Brix 4.7±0.2)로 낮은 값을 보였다.
- 라. 순환추출의 경우 강제 순환으로 일부 유화가 되어 기름 분리가 잘 되지 않아 조지방 함량과 고형분이 높게 분석되지만, 순환/정치식 가압추출 방법으로 제조한 사골육수의 지방을 제외한 추출 고형분은 4.67%와 4.5%으로 유의차가 없었다.
- 마. 대량 생산한 설령탕육수의 종합적인 관능 기호를 높이기 위해서는 사골육수를 120℃, 고압(1.5 kgf/cm² 이상)에서 정치식 추출을 하고, 사골기름과 이취를 발생하는 단백질 응고물 등을 100% 분리 한 후, 사골기름(4%)을 투입하여 호모믹서(2,500rpm)로 유화를 시키면 깔끔하고 단백한 맛의 사골 육수를 생산 할 수 있다.
- 바. 쇠고기를 삶은 육수는 설령탕육수 제조에 사용하고, 잘 삶아진 고기는 조리용도에 따라 탕고기와 수육 고기로 구분해 사용하기 때문에 가열(95℃ 이상) 추출 시간은 고기의 맛과 식감에 영향을 미쳐 삶은 고기 품질 및 경제성을 높이는 공정으로 최적화 하였다.
- 사. 소머리고기와 양지고기를 삶는 과정에서 추출한 육수의 고형분 1.2%, 조단백 0.22%, 조지방 0.88% 으로 사골육수 보다 낮은 분석 값을 보이지만, 사골육수와 어우러져 설령탕육수의 감칠맛과 단백한맛을 주기 때문에 육수에서는 중요한 맛 profile을 제공한다.
- 아. 소고기 삶을시 최적 삶는 시간보다 10분 더 삶더라도 육수의 고형분의 증가가 0.1% 이내로 소량 증가하여 관능상의 유의차가 적기 때문에 고기가 익을 정도로만 삶는 것이 탕고기의 품질과 경제성을 높이는데 적합하였다.
- 자. 사골기름의 유화 정도는 성상 및 품질에 중요한 인자로 작용하여 상업적으로 Plant에서 많이 사용되는 유화설비는 인라인호모믹서 > 호모믹서 > 고압유화기 순으로 유적이 크게 나타났다.
- 차. 사골기름과 고기기름 호모믹서로 유화하여 유적이 50µm 이상이 되면 보관 중 유분리가 발생하며, 유적이 1µm 이하로 과도하게 유화되면 Milk flavor와 Milk taste 풍미가 높아져 유제품을 첨가했다는 오해가 발생할 수 있으며, 고압유화기를 사용하여 3,000psi 이상으로 유화할 경우 일부 시판용 가공 설령탕육수에서 발생하는 백탁 현상이 발생한다.
- 카. 설령탕육수의 유화 후 유적크기는 3±1.5µm이 가장 적합하다고 판단되며 이때의 설령탕육수는 전통방식으로 생산한 향미(고소한맛, 담백한 맛, 농후도, 고소한 냄새)와 유사하며 색도(Lightness) 측정값은 50~55로 진한 설령탕의 성상을 가진다.

- 타. 이연에프엔씨 음성공장에서 설령탕육수(설령탕 약 11,000 그릇 분량) 생산할 수 있도록 3톤 혼합탱크에서 개별로 생산한 사골육수(고형분 5.3%)와 양지 및 머리 고기로 추출한 고기육수(고형분 1.5%)를 설령탕육수 비율로(사골육수 70% : 고기육수 30%) 혼합 후, 상업화 균질 설비인 인라인호모믹서(연속식)와 호모믹서(배치식)를 사용하여 유적 크기 $1.5\sim 5\mu\text{m}$ 80% 이상으로 유화시켜 설령탕육수를 제조하였다.
- 파. 설령탕육수를 냉장 유통하기 위해서는 육수 품온 85°C 이상에서 Hot-filling 포장하여 생산 라인에서의 미생물오염 위해요소를 줄이고, 5°C 이하의 냉각수를 활용해서 급속냉각을 실시하여야 하며, 이때 3시간 이내에 15°C 이하로 육수 품온을 떨어뜨려 냉장창고에 보관을 하여야 포장 후 육수 품온이 12시간 이내에 5°C 이하로 도달해 부패성세균의 발육성장 속도를 떨어뜨려 보존성을 확보할 수 있다.

3. 전통품미 설령탕육수 시생산 : Large scale

- 가. 본 연구에서 설령탕 육수의 대량생산을 위해 최적화된 공정으로 호주산 사골(500kg), 양지 고기(400kg), 소머리고기(300kg)를 사용하여 1회 생산으로 설령탕 약 11,000 그릇 이상의 양으로 시생산을 완료하였다.
- 나. 생산한 설령탕육수를 $-2\sim 5^{\circ}\text{C}$ 에서 냉장보관 하며 보존성 실험을 실시한 결과 25일 이상 휘발성염기질소 및 미생물(일반세균, 대장균군)에 적합하였으며 소비자에게 보다 안전하게 제공하기 위해 $-2\sim 5^{\circ}\text{C}$ 에서 냉장보관시 제조일로부터 18일까지의 유통안정성을 확보하였다.
- 다. 최종 제품을 생산하여 소비자에게 18일 이내에 제공되기 위해서는 생산 공장과 매장에서 재고 운영을 감안 하여 생산 후 최대 10일 이내에 매장에 입고되어 5일 이내에 사용할 수 있어야 하며 저온유통 및 보관 중 온도변화에 기인한 위해요소를 방지하기 위해서는 cold chain으로 최소 2일 마다 배송을 할 수 있는 물류시스템을 확보 하여야 한다.
- 라. 설령탕 육수를 냉장으로 유통할 수 있는 시스템(생산-유통-소비)을 구축하지 못하였을 경우 빙결 되면서 유화된 기름의 분리가 일어나기 때문에 제품의 품질을 위해서는 -40°C 이하에서 최대한 빠른 시간에 급속동결 하여야 품질 저하를 최소한으로 막을 수 있다.
- 마. 본 연구를 통해 생산한 설령탕육수는 전문가 관능평가를 통해 외관(Appearance 17.8%), 향기(Aroma 29.6%), 향미(first flavor 20.4%, after flavor preference 18%), 입안질감(Texture 13.1%), 기호도(Total preference 25%) 향상 된 것을 확인 할 수 있었다.
- 바. 또한, 소비자 관능평가 결과 기존 가압식(순환) 생산 제품과 비교하여 향, 맛, 목넘김, 고소함 등 전반적인 항목에서 높은 점수를 받았으며 종합 기호도에서 가압식 기존공정의 4.57 보다 높은 5.60으로 22% 향상된 결과를 나타내었다.

<<협동>>

1. 시판용 사골육수 및 수육의 품질 특성

통전가열로 제조한 사골육수와 비교하기 위한 기초 자료를 확보하기 위하여 시판용 사골육수의 품질 특성을 검토하였다. 사골육수의 brix는 약 4.0 정도를 나타냈으나, 고기육수를 첨가한 육수는 약 2.2를 나타냈다. 고형분 함량도 brix와 같은 경향을 보였다. 동일한 제조업체에서 생산한 수육은 제조일자별로 물성이 달리 나타나 원료육은 물론 제조공정에서 종합적 품질관리가 필요한 것으로 나타났다.

2. 통전가열 설렁탕 제조를 위한 통전인자 도출

가. 전해질(이온) 농도에 따른 통전특성

통전가열속도는 전압 및 이온의 농도와 상관관계에 있다는 것이 밝혀졌다. NaCl 용액의 경우 0.05~0.1M 부근에서 급격한 온도 변화가 일어났다. 전해질 농도 0.1M 이하에서는 300V로 통전하고, 0.1M 이상에서는 200V로 통전하는 것이 효율적인 통전조건으로 나타났다.

나. 주파수, 파형에 따른 통전 특성

20kHz, 40kHz 및 60kHz 등의 주파수 영역에서 통전가열 속도는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 또한 구형파, 싸인파 및 톱니파 등의 파형에 따라서도 통전가열 속도에는 차이가 나타나지 않았다.

3. 통전가열 사골육수의 품질 특성

가. 사골육수의 성상

사골의 형태는 가열시간이 길어짐에 따라 골수가 많이 빠져 나가는 모습을 보였다. 동일한 가열시간에서는 가압 통전가열 > 상압 통전가열 > 가스가열의 순서로 빠져 나가는 골수의 양이 많았다. 사골육수의 색깔은 가열방식에 따라 약간의 차이를 보였는데, 가스가열에서는 뽕안 흰색을 그리고 통전가열에서는 맑거나 노란색의 육수 색깔을 나타냈다. 그러나 통전가열 육수를 균질화 시키면 가스가열 육수와 유사한 색깔을 나타냈다.

나. 사골육수의 고형물 함량

가열시간이 증가함에 따라 사골육수의 고형물 함량은 증가하는 경향을 보였다. 동일한 가열시간에서 가압통전가열은 가스가열에 비하여 고형물 함량이 3~5배 증가하였다. 통전가열 추출시 가열시간은 4시간이 경제적인 것으로 나타났다.

다. 사골육수의 일반성분

단백질함량은 가열시간에 따라 증가하는 추세를 보였다, 동일한 추출시간에서 가압통전가열 > 상압통전가열 > 가스가열의 순서로 단백질 함량이 높게 나타났다. 가압통전가열에서는 가스가열의 경우에 비하여 단백질 함량이 약 3~4배 높은 추출량을 보였다. SDS PAGE에서 가열시

간이 길어질수록 고분자 단백질의 저분자화가 가속화되어 펩타이드가 많이 형성되는 것을 보였다. 조지방 함량은 가압통전가열 > 상압통전가열 > 가스가열의 순서로 지방용출량은 많았지만 가열 6시간 이후에는 유의적 차이가 없었다. 조회분 함량은 전반적으로 0.5% 수준이었고, 가열방식에 따른 유의적 차이는 없었다.

라. 사골육수의 아미노산 조성

사골육수의 아미노산은 감미성 아미노산이 58~62%를 차지하여 가장 많았고 이 중에서 glycine, alanine, proline이 대부분을 차지하였다. 산미성 아미노산(glutamic acid, aspartic acid)과 고미성 아미노산(arginine, leucine 등)은 각각 19~21%, 17~19%를 나타냈다. 이러한 아미노산 조성비는 가열시간에 따라 큰 변화를 보이지 않았고, 통전가열과 가스가열에서도 차이가 없었다.

마. 사골육수의 지방산 조성

사골육수의 지방산 조성에서 oleic acid, stearic acid, palmitic acid가 주요 지방산으로 나타났다. 가압통전가열과 가스가열에서는 가열시간이 길어짐에 따라 포화지방산은 증가하고 불포화지방산은 감소하는 경향을 나타냈다.

바. 사골육수의 Ca, P, Mg 조성

가열시간이 길어질수록 용출되는 미네랄의 양은 증가하는 추세를 보였으나 가열방식에 따른 유의적 차이는 없었다. 용출량은 Ca > P > Mg의 순서로 나타났다. Ca/P의 비율은 가압통전가열에서 2 이하인 반면에 상압통전가열과 가스가열의 경우는 2 이상으로 나타났다.

사. 사골육수의 살균효과 및 저장성

열에 강한 thermophilic bacteria와 spore forming bacteria가 검출되지 않았으나, 육수의 저장성을 위해서는 냉장 보관시 발생하는 젤라틴의 gel 현상, 유화 불안정으로 인한 기름 분리 현상을 주요 인자로 설정할 필요가 있다.

4. 통전가열 수육의 품질 특성

가. 통전가열 수육의 가열속도

수육의 중심온도 95℃에 도달할 때까지의 가열속도를 비교한 결과, 가스가열에 비하여 통전가열은 머리고기가 약 5.7배, 양지의 경우 약 9.7배 빠른 것으로 나타났다. 머리고기와 양지고기에서의 가열속도 차이는 고기에 함유된 지방함량과 크기 차이에 기인한 것으로 생각되었다.

나. 통전가열 수육의 품질 특성

통전가열 수육의 수율은 가스가열의 경우보다 높았고 외관에서도 약간의 차이를 보였다. 통전가열 수육의 물성 최적화 연구를 수행하였다. 통전가열로 양지고기 중심온도를 85℃까지 직접 가열할 경우 가스가열에 비하여 수율은 증가하였으나, 가열속도가 너무 빨라 콜라겐 등의 단백질 수축현상으로 고기 육질의 경화현상이 일어났다. 이를 개선하기 위하여 고기의 단백질 시스템 변화가 민감한 50~70℃ 통과속도를 1차적으로 조절한 다음 85℃까지 2차 가열처리하면

연도와 수율을 증진시킬 수 있는 것으로 나타났다. 미니텀(ver.16)을 이용한 반응최적화 조건에서 냉각수율이 가장 높았던 가열조건은 59.2℃, 19.5분으로써 80.1%의 냉각수율을 나타냈다. 냉각수율과 경도를 동시에 만족시킬 수 있는 적정 가열조건은 61.4℃, 14.9분이었고 이때의 냉각수율은 78.0%, 경도는 8.1kg으로 나타났다. 그러나 이러한 가열조건에서는 고기 내부가 완전히 익지 않아 혈액이 드립으로 유출되는 현상을 보였다. 이러한 관능특성상의 문제점을 해결하고자 수립된 1차 냉각수율 가열조건(59.2℃, 19.5분)으로 가열한 다음 2차 가열조건을 변화시켜 냉각수율, 경도 및 종합적 기호도를 살펴보았다. 반응최적화 조건 분석에서 냉각수율, 경도 및 종합적기호도를 동시에 만족시키는 가열조건은 89.6℃, 22.1분이었고, 이때의 냉각수율은 66.4%, 경도는 12.68kg, 그리고 종합적 기호도는 6.6점을 나타냈다. 이러한 결과는 가스가열의 경우보다 냉각수율은 5.9%, 종합적 기호도는 2.0점 증가한 반면 경도는 약간 감소한 것으로 나타나 통전가열 양지수육의 산업화 가능성을 제시하고 있다.

한편, 머리고기 수육의 경우는 개체 특성에 따라 수율, 경도 및 관능특성에 많은 차이를 보였기 때문에 최적화조건을 수립하지는 못하였다. 따라서 머리고기 구매 관련 표준화 공정 도입이 우선되어야 할 것으로 생각되었다.

5. 통전가열 공정 표준화 연구

가. 공정 표준화를 위한 통전 조건 수립

통전가열속도는 전압 및 이온의 농도와 상관성이 있는 것으로 나타났다. 전해질 농도 0.1M 이하에서는 300V로 통전하고, 0.1M 이상에서는 200V로 통전하는 것이 효율적이고, 파형은 구형파를 그리고 주파수는 20kHz가 적합한 것으로 나타났다. 사골육수 추출은 가압하에 120℃에서 4시간 이내 가열하는 것이 효율적인 것으로 나타났다. 양지수육의 가열조건은 1차적으로 59.2℃에서 19.5분 가열하고, 2차적으로 89.6℃, 22.1분에서 가열하는 것이 수율, 연도, 종합적 기호도가 높은 것으로 나타났다.

나. Central kitchen에서의 통전기술 적용 연구

통전가열 설령탕 육수 제조방법은 브랜칭 공정과 육수추출 공정에서 기존의 가압스팀가열 방식과 차이가 있다. 스팀가압 브랜칭은 2.5톤 브랜칭 탱크를 이용하나, 통전가열에서는 경제성 및 전력량을 고려하여 500L 용량이 적합한 것으로 제시하였다. 하나의 통전탱크에서 요구되는 전력요구량은 18.9kW로 계산되었다.

다. Central kitchen형 통전가열 시스템 디자인

통전가열 시스템을 디자인하기 위하여 통전장치에 대한 기본개념을 우선적으로 설명하였다. 이후 시스템 디자인을 위한 기초 전력요구량, 전원시스템, 브랜칭 및 추출조, 브랜칭 및 추출조에 들어가는 통전용기, 통전용기에 들어가는 사골 및 고기 운반용 트레이, 통전용기에 장착하는 전극 등을 디자인 하였다. 이후 통전가열 시스템 전체를 디자인하여 설명하였다. 장치설비를 국산화할 경우 약 3억원이 소요되는 것으로 나타났다.

라. 통전기술의 에너지 절감 효과 및 경제성 분석

설령탕 육수 2 Liter 생산을 기준으로 할 때, 스팀가열시 LPG는 0.0988Nm³, 천연가스는

0.1311Nm³ 그리고 통전가열시 0.2622kWh 전력이 소모되는 것으로 나타났다. 이를 비용으로 환산하면 각각 255.8원, 110.2원 및 21.3원으로 계산되었다. 연간 300톤의 육수 생산을 가정하면 통전가열을 이용할 경우 천연가스보다 13,326,780원, 그리고 LPG보다 35,181,345원의 연료비 절감 효과가 있는 것으로 나타났다.

이산화탄소 발생량을 비교하면, 설령탕 육수 2 Liter 생산시 LPG는 71.255Kg, 통전가열에서는 0.083Kg 발생되는 것으로 나타났다. 연간 300톤의 육수 생산을 가정하면 LPG는 10,688.25톤이 그리고 통전가열에서는 12.47톤의 이산화탄소가 발생된다. 탄소배출량 1톤당 8.08 유로(2012.8)를 기준으로 하고 1유로 당 1,400원의 환율을 적용하면 최소 44,688,815원에서 최대 120,764,423원의 배출가스 절감에 의한 경제적 가치가 발생되는 것으로 계산할 수 있다.

6. 설령탕 육수의 편이식 상품화 컨셉 도출

가. 유명상품(큐브, 분말 및 액상 타입류)을 조사하여 classic cube type(Herb Ox-미국), 미국인 아침 식사대용 수프 (Clam chowder style-미국), 분말타입 스프(육개장-일본) 및 액상농축물 타입(삼계탕면-일본)을 개발가능한 제품컨셉으로 수립하였다. 설령탕의 묘사분석에서 백색도, 우유향, 담백한맛, 농후도, 목넘김 등의 특징적인 속성들이 도출되었고 델파이기법을 통한 전문가 조사를 통해 우유빛, 쇠고기향, 담백함/고소함/감칠맛, 부드러움/깨끗함 및 Ca/Mg 함량이 설령탕의 세계상품화를 위해 중요한 포인트로 제시되었다.

나. 설령탕 육수를 이용한 편이상품의 제조

설령탕 육수를 이용한 액상, 큐브 및 분말상 제품 제조를 위해서는 용액 분산성, 지방산화억제, Ca 성분 흡수촉진 및 향미강화 등이 중요한 품질 고려인자로 판단되어 말토덱스트린(maltodextrin), 락토스(lactose) 및 카제인, 토코페롤(tocopherol), Vit C, Vit D, 이눌린(돼지감자), 비프엑스분 등의 활용 방안을 수립하였다. 액상제품의 상온 젤리화 방지를 위해 배, 키위, 파인애플 추출액 및 상업용 효소 알카라제(Alcalase)와 비스코자임(Viscozyme) 분해시험을 검토한 바 Alcalase가 효율 및 경제성면에서 가장 우수한 것으로 평가되었다. 액상, 큐브 및 분말상 제품의 표준 레시피를 설정할 수 있는 조건을 검토하였다. 설령탕 10배 농축물에 대해 유당과 말토덱스트린 각각 0.3%, 후추 0.1%, 대파 0.2% 첨가구가 우수한 관능특성을 보여 이를 바탕으로 마늘 0.2%와 비프엑스분 0.2%를 가해서 향미를 강화하였으며 이눌린(inulin) 0.1%, Vit. C 0.4% 및 토코페롤 0.3%를 첨가하여 기능성과 산화안정성이 보강된 표준레시피를 완성하였다. 상기 표준레시피로 제조한 큐브를 활용하여 독특한 향미 특성을 반영한 다양한 큐브제품은 물론 다채로운 음식적용과 함께 비프수프 및 양송이수프와 같이 상품성이 우수한 편이상품류를 제조할 수 있었다.

다. 개발제품(설령탕 큐브 및 응용 수프류)에 대한 관능평가

표준 큐브제품, 큐브를 이용하여 제조한 비프수프 및 양송이 수프에 대해 국내거주 미국인 및 내국인 각 10인에 대해 기호도 평가를 실시하였다. 미국인들은 3가지 시료 모두에 대해 종합기호도 6.33 이상의 높은 점수를 보였고 한국인들은 5.83 이상의 우수한 점수를 보여 상기 제품들은 내수는 물론 수출상품화 가능성이 시사되었다.

라. 개발제품의 유통안정성 평가

설령탕액상농축물, 고상 큐브 및 분말상 수프제품을 32-35℃에서 4주간 저장실험을 실시한 결과 설령탕 농축액은 저장 중 미생물, 색상 및 지방산화에 매우 불안정하였으나 큐브나 분말 형태의 모든 시료는 미생물 및 지방산화에 안정성을 나타내었다. 한편 분말시료의 색상은 저장 중 다소 불안정성을 보였는데 차광, 탈기 및 흡습제의 활용으로 색상 안정성을 강화 할 수 있을 것으로 판단된다.

마. 표준제조공정

설령탕육수를 농축하고 이에 대해 물성, 기호 및 용도 등을 감안하여 액상농축물, 큐브, 분말 및 이를 응용한 수프제품의 제조공정을 제시하였다. 각 공정에 필요한 공정규모와 해당설비 및 비용은 업체의 환경에 따라 달라질 수 있으며 실용화 단계에서 보다 상세한 검토가 필요할 것이다.

바. 설령탕 제품 유형별 동반음식 적용 평가

큐브제품의 적용가능 음식을 선별, 시험조리를 실시하여 스프류, 육류, 국, 찌개, 전골, 면류, 밥 죽, 조림, 찜, 소스류, 스낵 및 디저트류 31 종의 적용레시피를 작성하였다. 본 자료는 향후 홍보용 자료로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

V 연구성과 및 활용계획

1. 실용화·산업화 계획

가마솥에서 생산하는 설령탕 맛에 대한 품질인자 도출을 바탕으로 전통풍미의 맛을 재현할 수 있는 가압스팀 공정을 활용한 설령탕 대량생산 표준공정을 확립한 바, 본 연구결과를 바탕으로 공정 최적화한 설령탕 육수를 연속적으로 대량생산을 하려면 설비투자를(전처리 설비, 가압설비, 냉각설비등) 통해 공정 안정화를 진행하여 당사 이연에프엔씨의 60여개 점포에 공급을 할 수 있도록 검토 할 계획이다. 또한 설비 투자를 통해 안정화된 품질로 생산된 설령탕 제품은 소비자 제품으로 가정에서 편리하게 먹을 수 있는 HMR 제품으로 개발하여 매장에서 상품 판매, 홈쇼핑 등을 통하여 판매를 촉진하고 홍보할 계획이다. 전통풍미의 육수를 이용하여 개발한 편이식은 액상 농축물, 분말 및 cube형으로 구분하여 수요 기반을 다변화할 수 있는 시장 조사를 실시하고 실용화 방안을 마련하고자 한다. 통전가열 대체 공정은 향후 시제품 운영을 검토하되 설비도입이 선행 되어야 하며, 시설투자의 경제성 확보 후 수육 제조공정 도입을 우선적으로 검토한다.

2. 기술확산 계획

본 기술로 제조된 설령탕 육수 및 편이식 제품은 국내외 유명 식품전시회에 출품하여 홍보하고, 필요시 언론 홍보를 한다.

3. 특허, 논문 등 지식재산권 확보 방안

통전가열 사골육수 제조방법, 통전가열 수육 제조방법, 사골육수 큐브제조방법 등에 대한 특허를 출원하고 일부는 특허등록 되었으므로 본 연구에서 발생된 결과는 지식재산권으로 확보하고 있다. 논문은 1편이 게재되었으나 연구종료 1년 이내에 2편 이상을 게재하여 연구결과의 창의성을 홍보하고자 한다.

4. 성과활용 계획

통전기술은 일본, 미국, 독일 등에서 실용화된 장치를 개발하여 보급하고 있으며 국내는 아직 초기 단계에 있다. 본 연구를 통하여 통전장치의 국산화를 유도하고, 동시에 식품산업에서 통전기술이 혁신기술로 정착하여 녹색성장을 견인할 수 있도록 당사에서 통전기술을 적용한 가압추출탱크의 설비 국산화 및 양지수육 시제품 생산 도입을 검토하고 향후 육수의 추출기술, 살균기술 등에 접목할 수 있는 방안을 모색하고자 한다. 또한, 국내외 식품전시회에 통전기술 관련 제품을 출품하여 고부가가치식품기술개발사업 과제수행 결과의 우수성을 홍보하고자 한다.

Summary

I. Title

Development of the production technology for korean traditional beef broth and supplant process of energy efficient joule heating technology

II. Objective and significance

The objective of this research is to develop pressurized process and joule heating process of Seolleongtang having traditional flavor and applicable in central kitchen. And another goal is to develop a convenience Seolleongtang food.

III. Scope

The contents of this research consist as follows.

- Market survey of traditional Seolleongtang and establishment of it's standard model
- Production and quality evaluation of pressurized Seolleongtang
- Process optimization of plant scale of pressurized Seolleongtang
- Study on the boiled meat and broth of joule heating Seolleongtang
- Development of standard process for mass production of joule heating Seolleongtang
- System design of joule heating Seolleongtang for central kitchen
- Development of convenience Seolleongtang food and on the application of food pairing

IV. Results and recommendation

<< Supervisor's Research >>

Seolleongtang is made by boiling ox bone, beef parts (head, brisket, hind shank meat), innards, etc. in hot water for 15 to 18 hours. It is a good protein and calcium source nutritionally. Meanwhile, however, it requires lots of energy consumption and labor intensive manufacturing process. To complement such shortcomings of Seolleongtang manufacturing, it is considered to be absolutely required to develop new processes reducing

energy consumption, extraction time and miscellaneous indirect cost on the one hand and ensuring keeping the traditional taste on the other hand.

The broth manufactured by Yiyeon FnC in the pressurized process is different from the conventional one produced in an iron pot in taste. Therefore, for this study, we established a standard quality level with the quality factors derived from the Seollangtang of traditional flavor manufactured in the conventional process, and developed the process optimization technology enabling to produce broth of traditional flavor (of doubled enrichment) in large quantity (about 11,000 bowls worth of Seolleongtang) in the pressurized process. In addition, to replace the pressurized process developed to manufacture traditional flavor broth with the highly energy efficient joule process, we developed the 'highly energy efficient alternative joule heating process of producing traditional flavor broth' and the 'process of commercializing it as a convenient food'.

1. Quantification of Quality Factors Derived from Traditional Flavor Seollangtang Broth

1) Through professional in-depth interviews with consumers, the important quality factors of Seolleongtang were grouped as follow: appearance items (lightness, whiteness, oil distribution level), smell items (suet, savory, butter, milk smell), and taste items (sweet, salty, palatable, savory, mouth feel of fat)

2) To identify quality characteristics of Seolleongtang depending on manufacturing and distribution methods, samples were selected as follow: 4 kinds of products manufactured in the conventional process (boiled in an iron pot for a long time) and sold at franchise shops, 3 kinds of products manufactured in the pressurized extraction process, and 2 kinds of products manufactured in the pressurized extraction process and sold at franchise shops, and their physicochemical characteristics (solid content, salinity, crude protein, crude fat), color, viscosity, fatty acid were analyzed.

3) The study of correlation between general preference for Seolleongtang and its properties indicates that preference for Seolleongtang greatly relies on its taste and texture. In particular, among taste properties, the palatable flavor of the good protein extracted from the long boiled head, brisket, hind shank meat, etc. and the savory flavor of the fat (leg bone/beef), and density, throat feel and viscosity of texture are found to be highly correlated to preference for Seolleongtang.

4) The large part of difference in manufacturing process between the Seolleongtang commercially mass produced at foodstuff factories and the traditional Seolleongtang exists in the process pressurizing leg bones at the high pressure and high temperature of 120°C for 6 hours for extracting broth to reduce processing time and enhance efficiency and the emulsifying process mixing fat. Other processes (cutting, bleeding, hotwaterbleeding) are similar in basic conditions, except for some detailed conditions required for mass production.

5) Comparison of quality of the broth produced in the traditional process and in the pressurized (circulation) process indicates that the latter is higher than the former in terms of quality factors of appearance (lightness, whiteness, oil distribution level), smell (odor intensity, milk, butter, suet smell) and taste (greasy taste, mouth feel of fat, texture), but in terms of general preference, the former is higher than the latter.

6) The broth manufactured in the pressurized process tends to fall significantly in viscosity comparing with the broth boiled in the traditional method as its high molecular protein gets small due to extraction at the high pressure and high temperature conditions. The SDS-PAGE electrophoresis shows that the protein whose molecular weight is less than 36K Dalton is lost in high temperature in relatively large volume.

7) The GC/MS analysis of volatile elements indicates that no significant difference exists between the 2 kinds of broth on the chromatogram peak, while the broth manufactured in the pressurized process shows relative rise of peak and even generates new peaks at the same RT value. It is considered to result from the reaction flavor generated in the pressurized extraction process of broth at high temperature for higher efficiency.

8) That the pressurized process (heating in a tank at 120°C and the pressure of 1.5kgf/cm² or higher for 6 hours) has higher extraction efficiency than the traditional process (heating in an iron pot for 15~18hours) but its broth is inferior to the traditional broth in sensory flavor is because it is difficult to separate the leg bone fat and the protein (blood/marrowflocks) generating strongly oily dislike flavor.

9) However, cleanness and savoriness of leg bone broth, the most important characteristics of the traditional Seolleongtang broth, are realized by enhancing harmony of sensory flavor through application of stationary pressurized extraction and optimization of emulsifying process in a pilot scale.

2. Optimization of Plant Level (Large Scale) Production Process

1) When leg bone is put in stationary bleeding for a long time (more than 15 hours) in summer (July through August), its volatile basic nitrogen (VBN) content may exceed 20mg% due to deterioration of blood and its broth may generate off-flavor. Therefore, to keep water temperature below 22°C by using 2.5ton bleeding tank capable of automatic water supply and drainage, the process is optimized into the system exchanging water a total of 4times or more (every4hours) for a day with the water circulation bleeding equipment (2horsepower).

2) Established is the process in which some leg bone blood and coagula not removed in cold water bleeding are heated in hot water of 90°C or higher for more than 5minutes to prevent concomitants lowering taste of extracts and miscellaneous smell generated in broth to produce savory leg bone broth.

3) According to a comparison of the leg bone broth manufactured in circulating/stationary pressurized extraction processes, it is judged that 6 hour extraction is economical as

extraction efficiency is not significantly improved as below 2.5% 6 hours later. In addition, it is found that the solid content recovery rate is 22.8% (Brix 5.3 ± 0.2) in the circulating extraction, while it is as low as 18.4% (Brix 4.7 ± 0.2) in the stationary extraction.

4) The crude fat and solid contents of the leg bone broth manufactured in the circulating extraction process are analyzed relatively high as some emulsified fat are not separated due to compulsory circulation, while the solid contents, except fat, of the leg bone broth manufactured in the circulating/stationary pressurized extraction processes do not show significant difference as 4.67% and 4.5%, respectively.

5) To elevate the general sensory preference for the mass produced leg bone broth, the leg bone broth shall be extracted at the temperature of 120°C and the high pressure (1.5kgf/cm³ or higher), and leg bone fat, protein coagula, etc. generating off-flavor shall be completely separated, and then the mixture with leg bone fat (4%) shall be emulsified with the homomixer (2,500rpm) to create simple savory taste.

6) Beef boiled broth is used for making Seolleongtang broth, and fully boiled beef is used as solid ingredients of Seolleongtang or boiled beef slices depending on culinary uses. And, heating (above 95°C) and extraction time influences taste and chewy texture of beef. Accordingly, the process is optimized to enhance quality and economy of boiled beef.

7) The broth extracted from boiling beef parts of head and brisket is analyzed to have lower solid content (1.2%), crude protein (0.22%) and crude fat (0.88%) than leg bone broth. But, it provides important taste profile for Seolleongtang broth elevating its simple savory taste in combination with leg bone broth..

8) Even though beef is boiled 10 minutes more than the optimal boiling time, solid content increase rate of broth is as low as 0.1% and sensory flavor is insignificantly improved. Accordingly, it is found suitable in terms of beef quality and economy that beef shall be boiled just to be cooked.

9) The degree of emulsification of leg bone fat is an important factor deciding appearance and quality of broth. Among emulsifiers widely used in plants, oil residue is found to be high in the order of inline homo mixer, homo mixer and high pressure emulsifier.

10) If oil residue is more than 50µm after emulsifying leg bone and beef fat with homo mixer, oil separation occurs. If emulsification is so excessive that oil residue comes to be less than 1µm, milk flavor and milk taste get high and it may cause the misunderstanding that milk products might be added. In case of emulsifying with high pressure emulsifier at 3,000psi or higher, some processed Seolleongtang broth in the market show turbidity.

11) It is judged most suitable that oil residue after emulsification of Seolleongtang broth is $3\pm 1.5\mu\text{m}$, when the processed broth comes to be similar to the traditional broth in terms of flavor (simple and savory taste, density, good smell) and have lightness of 50~55 as appearance of rich broth.

12) In order to manufacture about 11,000 bowls worth of Seolleongtang broth in the Eumsung Factory of Yiyeon FnC, the individually produced leg bone broth (solid content 5.3%) and the broth (solid content 1.5%) extracted from beef parts such as head and

brisket are mixed in a 3 ton tank at the mix rate (leg bone broth 65% to beef broth 35%) of the Hanchon Seolleongtang (Seolleongtang restaurant having been boiling broth in the conventional method for 30 years), and then the mixture is emulsified with commercial product homogenization facilities such as inline homo mixer (continuous type) and homo mixer (batch type) to have oil residue of below 3 μ m and above 80%.

13) The Seolleongtang broth to be put in cold chain shall be hot filling packed at the product temperature of 85°C or higher, reducing elements for microbial contamination on production lines, and then shall be quickly cooled with cooling water of 5°C or lower. After that, the broth shall be adjusted to the temperature of 15°C or lower to be put in a cold store in within 3hours, so that it may reach the temperature of 5°C or lower within 12hours after packing enabling to restrict developmental growth of spoilage bacteria for ensuring preservation.

3. Test Large Scale Production of Traditional Seolleongtang Broth

1) In this study, a test large scale production was performed with Australian leg bone (500kg), brisket beef (400kg) and head beef (300kg) in an optimized process to manufacture 2,500kg of Seolleongtang broth capable of producing about 11,000 bowls of Seolleongtang.

2) The produced Seolleongtang broth was put in a cold store and tested for preservation. As result, it was found to be suitable for volatile basic nitrogen and microorganism (bacteria and colon bacterium) for more than 25 days. To intensify consumer safety, its shelf life was set at 18 days from the date of production on the condition of cold store at -2~5oC.

3) To make the product ne consumed by consumers within 18 days from the date of production, it should be delivered to stores at least 10 days after production in consideration of inventories at factories and stores and sold to consumers at least 5 days later. To prevent hazardous elements such as temperature change in cold chain or cold store, the logistics system should be established to distribute the product in cold chain at least every other day.

4) If such systematic product supply chain (from production to distribution and consumption) is not established, the product is defrosted and its emulsified oil is separated. To prevent deterioration of quality, the product should be frozen in quick freezer as soon as possible at the temperature of -40oCorbelow.

5) A professional evaluation of sensory flavor of the Seolleongtang broth produced in this study shows that its appearance is improved by 17.8%, aroma 29.6%, first flavor 20.4%, after flavor preference 18%, texture 13.1% and total preference 25%.

6) In an evaluation of consumer's sensory preference, the Seolleongtang broth produced in this study obtained better marks than the products manufactured in the existing pressurized (circulation) process in all aspects including smell, taste, throat feel, savoriness, etc. The new process also marked general preference of 5.60 points higher by 22% than

the existing process of 4.57 points.

<< Cooperative Study >>

1. Quality Characteristics of Commercial Leg Bone Broth and Beef Slices

To obtain basic data for comparing with the leg bone broth produced in joule heating, quality characteristics of the commercial leg bone broth were reviewed. The Brix of leg bone broth was about 4.0, but the brix of the broth mixed with the beef broth was about 2.2. Solid content also showed the same tendency as brix. As it is found that even the broth manufactured by a company shows different properties between batches, a comprehensive quality control system is considered to be required from selection of raw meats to production processes.

2. Derivation of Joule Heating Factors for Manufacture of Seolleongtang

1) Joule Heating Characteristics Depending on Electrolyte (Ion) Concentration : Joule heating rate is found to be correlated to voltage and ion concentration. NaCl solution showed drastic temperature change around 0.05~0.1M. It is found efficient that 300V applies at the electrolyte concentration of below 0.1M and 200V at above 0.1M.

2) Current Applying Properties Depending on Frequency and Waveform : Joule heating rate did not show significant difference at the frequency ranges of 20kHz, 40kHz and 60kHz. In addition, joule heating rate did not show difference in the waveforms such as square wave, sine wave, sawtooth wave, etc.

3. Quality Characteristics of Leg Bone Broth Produced in joule Heating

1) Appearance of Leg Bone Broth : It is found that more bone marrow gets out as heating time is elongated. For a same heating time, more bone marrow got out in the order of pressurized joule heating, normal pressure joule heating and gas heating. Color of leg bone broth differed a little depending on heating method: smoky white in gas heating and clear yellow in joule heating. But, if the broth produced in joule heating is homogenized, its color gets similar to the color of the gas heated broth.

2) Solid Content of Leg Bone Broth : As heating time increases, the solid content of leg bone broth tends to increase. When heating time is same, pressurized joule heating generates more solid content than gas heating 3 to 5 times. Extraction in joule heating is found economical when heating time is 4 hours.

3) General Ingredients of Leg Bone Broth : Protein content tend to increase as heating time increases. If extraction time is same, protein content is high in the order of pressurized joule heating, normal pressure joule heating and gas heating. As heating time increases in SDS PAGE, depolymerization of polymeric protein is accelerated to generate more peptide. Crude fat content is high and fat dissolution is great in the order of pressurized joule heating, normal pressure joule heating and gas heating, but no significant difference is found 6 hours after heating. Crude ash content is approximately 0.5% and no

significant difference is found in all heating methods.

4) Amino Acid Composition of Leg Bone Broth : Amino acid of leg bone broth is largely composed of sweet amino acids by 58~63%, mostly such as glycine, alanine and proline. Sour amino acids (glutamic acid, aspartic acid, etc.) and highly bitter amino acids (arginine, leucine, etc.) are contained by 19~21%, 17~19%, respectively. Such composition ratio of amino acids is not significantly changed according to heating time and between joule heating and gas heating as well

5) Fatty Acid Composition of Leg Bone Broth : Fatty acid of leg bone broth is found to be composed largely of oleic acid, stearic acid and palmitic acid. It is also found that, as heating time increases in both pressurized joule heating and gas heating, saturated fatty acid tends to increase and unsaturated fatty acid tends to decrease.

6) F. Ca, P, Mg Composition of Leg Bone Broth : As heating time increases, dissolution of mineral tends to increase, but no significant difference is found depending on heating method. The dissolution volume is found to be high in the order of Ca, P and Mg. It is found that the Ca/P ratio is 2 or less in pressurized joule heating, but 2 or more in normal pressure joule heating and gas heating.

7) Sterilization Effect and Preservation of Leg Bone Broth : The heat resistant thermophilic bacteria and spore forming bacteria were not detected. For the purpose of preservation, however, it is required to set the gel phenomena of gelatin occurring in cold storage and the oil separation due to instable emulsification as important hazard elements.

4. Quality Characteristics of Beef Slice Boiled in joule Heating

1) Heating Rate of Beef Slice Boiled in joule Heating : The comparison of the heating rate reaching the central temperature of broth of 95°C indicates that joule heating is faster than gas heating about 5.7 times in head beef and about 9.7 times in brisket. The heating rate difference between head beef and brisket is considered to be caused by difference in fat content and size of beef.

2) Quality Characteristics of Beef Slice Boiled in joule Heating : Yield of the beef slice is higher in joule heating than in gas heating, and there also is a little difference in appearance. To optimize properties of the beef slice boiled in joule heating was also studied. If brisket beef is directly boiled in joule heating at the central temperature of 85°C, yield is improved comparing with gas heating, but too high heating rate results in shrinkage of protein including collagen and hardening of beef texture. If heating is adjusted first controlling the rate passing the temperature range of 50~70°C where protein system can sensitively change and then raising heating temperature to 85°C for the purpose of improving such a situation, both beef softness and yield are found to be improved. A study on response optimization conditions with Mini Tab(ver.16) indicates that cooling yield is highest at the heating conditions of 59.2°C and 19.5 minutes showing cooling yield of 80.1%. The heating conditions properly satisfying both cooling yield and hardness are found 61.4°C and 14.9minutes in which cooling yield and hardness are 78.0% and 8.1kg,

respectively. Under these heating conditions, however, beef is not boiled completely inside and blood is dripped out. In order to solve such problems in sensory characteristics, another test was made for cooling yield, hardness and general preference, while heating first at the originally set cooling yield heating conditions (59.2°C and 19.5 minutes) and then changing these conditions. The analysis of response optimization conditions indicates that the heating conditions simultaneously satisfying cooling yield, hardness and general preference are 89.6°C and 22.1 minutes where they are 66.4%, 12.68kg and 6.6 point, respectively. This result means that cooling yield is improved by 5.9% and general preference is enhanced by 2.0 points but hardness is lowered a little, and brisket beef slice boiled in joule heating has the possibility of being commercialized. In case of head beef, however, yield, hardness and sensory characteristics are found greatly different depending on characteristics of parts and optimization conditions are not set up. For head beef, it is considered that standards for purchase should be introduced first of all.

5. Study on Standardization of joule Heating Process

1). Establishment of Electric Current Application Conditions for Process Standardization : It is found that joule heating rate is related to voltage and ion density. It is also found efficient that 300V is supplied if electrolyte concentration is 0.1M or less and 200V if 0.1M or more, waveform is square wave and frequency is 20kHz. It is identified efficient for extracting broth to heat leg bones at the temperature of 120°C for less than 4 hours in pressurization process. It is identified efficient for higher yield, softness and general preference to heat brisket beef slice firstly at the temperature of 59.2°C for 19.5 minutes and secondly at 89.6°C for 22.1 minutes.

2) Study on Application of Power Technology to Central Kitchen: The method of manufacturing Seolleongtang broth in joule heating is different from the existing pressurized steam heating in terms of branching and broth extraction processes. The steam pressurized branching uses 2.5 ton branching tank, while 500L capacity is found suitable for joule heating in terms of economy and power consumption. An joule heating tank is estimated to require power of 18.9kW.

3) Design of Central Kitchen Type joule Heating System : To design joule heating system, the basic concepts for operating current applying devices are specified first of all. And then, basic power requirements, power supply system, branching and extraction tanks, operating current applying vessels to be mounted in tanks, leg bone and beef transport trays and electrodes to be mount on those vessels, etc. are designed. And, finally the entire joule heating system is specified. It is estimated to require about 300 million Korean Won to locally make the system.

4) Analysis of Energy Efficiency and Economy of joule Heating Technology : It is estimated that manufacturing of 2 liters of Seolleongtang broth requires LPG of 0.098Nm³ and natural gas of 0.1311Nm³ in steam heating and electric power of 0.2622 kWh in joule heating. They correspond to the cost of 255.8 Korean Won, 110.2 Korean Won and 21.3

Korean Won, respectively. If 300 tons of broth are manufactured a year, it is estimated that joule heating is cheaper than natural gas by 13,326,780 Korean Won and LPG by 35,181,345 Korean Won. Comparison of carbon dioxide emissions indicates that manufacturing of 2 liters of Seolleongtang broth produces 71.255kg of carbon dioxide in LPG heating and 0.083kg in joule heating. If 300 tons of broth are manufactured a year, it is estimated that annual carbon dioxide emissions from LPG amount to 10,688.25 tons and joule heating 12.47 tons. If 1 ton of carbon dioxide emission costs 8.08 Euro (as of August 2012) and 1 Euro is equivalent to 1,400 Korean Won, its economic value owing to reduction of carbon dioxide emissions amounts to 44,688,815 Korean Won to 120,764,423 Korean Won.

6. Derivation of Concepts of Commercializing Seolleongtang Broth as Convenient Food

1) Investigation of famous commodities (in types of cube, powder and liquid) enabled us to set product concepts to classic cube type (Herb Ox - USA), American people's breakfast substitution food (Clam chowder style - USA), powder type soup (Yukgaejang (spicy beef soup) - Japan) and liquid concentrate type (Samgyetang (chicken stew with ginseng) with noodle - Japan). Strategies for describing Seolleongtang were also studied to derive the characteristic properties such as whiteness, milk flavor, simple savory taste, throat feel, etc. Professional survey through Delphi technique was also performed to derive the keywords such as milk color, beef flavor, simple, savory, palatable taste, softness and cleanness and derive many key points for globalization including Ca/Mg content.

2) Development of Convenient Foods Using Seolleongtang Broth : To develop liquid, cube and powder products using Seolleongtang broth, it is considered that dispersibility of solution, inhibition of fat oxidation, accelerated absorption of Ca ingredients, enrichment of flavor, etc. are important factors. Accordingly, strategies are set up to utilize maltodextrin, lactose, casein, tocopherol, Vitamin C, Vitamin D, inulin (Topinambour), beef extracts, etc. In order to prevent liquid product from being jellified at room temperature, decomposition tests were performed for pear, kiwi, pineapple extracts, commercial enzyme Alcalase and Viscozyme. Alcalase was evaluated most efficient and economic. In addition, conditions for establishing standard recipes for liquid, cube and powder products were studied. The addition of lactose 0.3%, maltodextrin 0.3%, pepper 0.1% and green onion 0.2% to 10x Seolleongtang concentrate showed excellent sensory characteristics. And, this addition was enriched with garlic 0.2% and beef extract 0.2% for improvement of flavor, and with inulin 0.1%, Vitamin C 0.4% and tocopherol 0.3% for enhancement of functionality and oxidation stability. These led to completion of standard recipes. Various cube products are made by utilizing cubes made according to standard recipes and adding unique flavor properties. And, many other excellent convenient foods which can be used in various restaurants such as beef soup, mushroom soup, etc. are produced.

3) Evaluation of Sensory Properties for Developed Products (Seolleongtang Cube and

Applied Soups) : A survey was made for preference of 10 Americans residing in Korea and 10 Korean citizens for standard cube products, beef soup and mushroom soup produced with cubes. For all three products, Americans gave high marks above 6.33 point of general preference, and Korean citizens also gave high marks above 5.83 point. This means that these products can be commercialized not only locally but also globally.

4) Evaluation of Distribution Stability of Developed Products : Liquid Seolleongtang concentrate, sold cube and powder soups were tested for preservation for 4 weeks at the temperature of 32-35°C. Liquid Seolleongtang concentrate was very unstable in terms of microorganism, color and fat oxidation. But, cube and powder products were stable in microorganism and fat oxidation. Color of powder product was somewhat unstable in preservation, but this issue is expected to be overcome by using douser, degassing agent and moisture absorbent.

5) Standard Manufacturing Processes : Considering properties, preference, uses, etc. of liquid Seolleongtang concentrate, we proposed manufacturing processes for liquid concentrate, cube powder and applied soup products. Plant scale, required facilities and cost may differ depending on business environments, and are required to be further studied in implementation stages.

6) Evaluation of Foods Accompanying Seolleongtang Products : Foods expected to accompany cube product were selected and tested. As results, 31 applicable recipes were developed for soups, meats, stews, pots, noodles, rice, gruel, boiled-down dish, steamed dish, sauces, snacks, desserts, etc. These data will be able to be widely used for promotional activities in future.

Contents

Chapter 1. Outline of the research	31
Chapter 2. State-of-the art	32
Chapter 3. Scopes and results of the research	34
Section 1. Promotion strategy	34
Section 2. Results and discussion	35
<< Supervisor's Research >>	
1. Materials and methods	35
1) Raw materials	35
2) Methods	35
(1) General component	35
(2) Instrumental analysis	36
(3) Sensory evaluation	38
2. Quality factor of traditional flavor of Selleongtang broth and it's quantification	39
1) Market survey of Selleongtang	39
(1) Collection of data and commercial products	39
(2) Deduction of flavor quality factor	39
(3) Establishment of standard quality control	45
2) Production and quality evaluation of the Selleongtang	47
(1) Definition of traditional flavor of Selleongtang	47
(2) Comparision of pressurized process with traditional process	47
(3) Comparision of pressurized broth with traditional broth	48
3) Establishment of pilot scale process	54
3. Process optimization of plant scale(large scale)	55
1) Optimization of leg bone broth	55
2) Optimization of meat broth	60
3) Optimization of Selleongtang broth	62
4. Plant production of pressurized Selleongtang	67
1) Plant production of Selleongtang broth	67
2) Sensory evaluation of Selleongtang broth	68
3) Establishment of distribution process	70
4) Establishment of standard process	72
<< Cooperative Study >>	

1. Materials and methods	73
1) Raw materials	73
2) Methods	73
(1) Leg bone broth by joule heating	73
(2) Boiled meat by joule heating	73
(3) Brix of leg bone broth and soluble components	73
(4) Solids content	74
(5) General component of leg bone broth	74
(6) Texture of boiled meat	74
(7) Amino acids of leg bone broth	74
(8) Fatty acids of leg bone broth	74
(9) Minerals of leg bone broth	75
(10) pH and titratable acidity	75
(11) Salinity	75
(12) Color	75
(13) TBA value	76
(14) Enzyme degradation	76
(15) Viscosity	76
(16) Total microbial counts	76
(17) Sensory evaluation	76
(18) Statistics	76
2. Results and discussion	77
1) Quality property of commercial Selleongtang products	77
(1) Quality property of broth of commercial Selleongtang	77
(2) Quality property of boiled meat of commercial Selleongtang	78
2) Deduction of joule heating condition for joule heating Selleongtang	82
(1) Electric current according to the ionic concentration	82
(2) Electric current according to the frequency and wave type	85
3) Quality property of joule heating leg bone broth	87
(1) Description of leg bone broth	87
(2) Solids content of leg bone broth	90
(3) General component of leg bone broth	91
(4) Composition of amino acids of leg bone broth	93
(5) Composition of fatty acids of leg bone broth	98
(6) Composition of minerals of leg bone broth	101
(7) Sterilization and preservation of leg bone broth	104
4) Quality property of joule heating boiled meat	105
(1) Heating rate of joule heating boiled meat	105
(2) Quality property of joule heating boiled meat	105
5) Standard processing for mass production of joule heating Selleongtang	149

(1) Establishment of joule heating condition for standard processing	149
(2) Application of joule heating system for central kitchen	149
(3) Design of joule heating system for central kitchen	152
(4) Analysis of energy efficiency and economic feasibility	162
6) Development of convenience Selleongtang food	165
(1) market survey	165
(2) Concept of product type	168
(3) Concept of commodity	169
(4) Process of convenience Selleongtang food	172
(5) Sensory evaluation for developed product	188
(6) Stability of convenience Selleongtang food	191
(7) Application of food pairing	195
(8) Standard processing	198
(9) Recipe	200
(10) Quality criteria for exporting country	234
 Section 3. Summary of results	 235
 Chapter 4. Achievement and contribution to related fields	 240
1. Achievement	240
2. Contribution	241
 Chapter 5. Application plan of the result	 242
1. Commercialization and industrialization	242
2. Technology diffusion	242
3. Intellectual property right	242
4. Application performance	242
 Chapter 6. Technical oversea information collected during research	 244
1. Hawaii University	244
2. Japan Food Research Institute	244
 Chapter 7. Reference	 247

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	31
제 2 장	국내외 기술개발 현황	32
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	34
제 1 절	연구개발의 추진전략·방법	34
제 2 절	연구결과	35
<주관기관>		
1.	재료 및 방법	35
가.	시료	35
(1)	관능평가용 설령탕 구매 시료	35
(2)	설령탕 제조에 사용한 원료	35
나.	실험방법	35
(1)	일반성분 분석	35
(2)	기기분석	36
(가)	색도	36
(나)	유적크기 측정	36
(다)	무기질 함량 분석	36
(라)	향미성분 함량 분석	36
(마)	유리아미노산 분석	37
(바)	지방산 분석	38
(3)	관능검사	38
(가)	채래식과 가압추출식 공정으로 제조한 육수의 관능 비교	38
(나)	사골기름 투입량 설정을 위한 관능조사	38
2.	전통풍미의 설령탕 육수 품질인자 도출 및 계량화	39
가.	설령탕 특성 조사	39
(1)	자료 및 시판제품 수집	39
(2)	풍미관련 품질인자 도출	39
(가)	관능적 측면 (전문가 20인)	39
(나)	이화학적 측면	42
(다)	수용성 단백질 함량	43

(라) 지방, 지방산 함량	43
(3) 표준 품질관리 수준 확립(QDA/이화학)	45
나. 재래식(가마솥)과 가압추출식 설령탕 육수 제조 및 품질 평가 (액상 농축물)	47
(1) 재래식으로 끓인 전통 풍미 설령탕의 정의	47
(2) 재래식(가마솥)과 가압추출식 공정 비교	47
(가) 재래식(가마솥) 공정	47
(나) 가압추출식 공정	48
(3) 재래식 공정과 가압공정 육수의 차이 비교 및 품질 보완공정 검토	48
(가) 재래식 공정과 가압공정에 사용한 원료	48
(나) 육수의 차이 비교	49
(다) 재래식과 가압식제조 육수의 관능평가	53
(라) 한우사골과 호주산 사골의 지방 및 지방산 조성	53
(4) 보완공정을 적용한 실험실 수준의 표준공정 도출	53
다. Pilot 규모(70kg)의 설령탕 제조 공정 확립	54
3. Plant 규모(Large scale) 생산 공정의 최적화	55
가. 사골육수 생산 최적화	55
(1) 사골 전처리 (절단, 냉수용혈, 열수용혈)	55
(2) 가압추출	56
(3) 사골기름 함량 설정	58
나. 고기육수 생산 최적화	60
(1) 쇠고기(양지, 머리고기) 전처리	60
(2) 상압열수 추출	60
다. 설령탕육수 생산 최적화	62
(1) 사골기름 유화	62
(2) 육수 혼합	64
(3) 육수 냉각	66
4. 전통풍미 설령탕육수 시생산 : Large scale	67
가. 설령탕육수 시생산	67
나. 시생산 설령탕 관능 평가	68
(1) 전문가평가	68
(2) 소비자평가 (n=90)	69
다. 설령탕육수 유통공정 확립	70
(1) 냉장유통	70
(2) 냉동유통	71
라. 표준공정 확립	72

<협동기관>

1. 재료 및 방법	73
가. 시료	73
나. 방법	73
(1) 통전가열을 이용한 사골육수의 제조	73
(2) 통전가열을 이용한 수육의 제조	73
(3) 사골육수 및 가용성 고형물의 brix 측정	73
(4) 사골육수의 고형분 함량 측정	74
(5) 사골육수의 일반성분	74
(6) 수육의 조직	74
(7) 아미노산 분석	74
(8) 지방산 분석	74
(9) 미네랄 성분(Ca, Mg, P) 분석	75
(10) pH 및 적정 산도	75
(11) 염도	75
(12) 색도	75
(13) TBA가 측정	76
(14) 효소분해	76
(15) 점도의 측정	76
(16) 총균수	76
(17) 관능평가	76
(18) 저장시험	76
(19) 통계처리	76
2. 연구결과	77
가. 시판용 사골육수 및 양지수육의 품질 특성	77
(1) 시판용 사골육수의 품질 특성	77
(2) 시판용 수육의 품질 특성	78
나. 통전가열 설령탕 제조를 위한 통전인자 도출	82
(1) 전해질(이온) 농도에 따른 통전 특성	82
(2) 주파수 및 파형에 따른 통전 특성	85
다. 통전가열 사골육수의 품질 특성	87
(1) 사골육수의 성상	87
(2) 사골육수의 고형물 함량	90
(3) 사골육수의 일반성분	91
(4) 사골육수의 아미노산 조성	93
(5) 사골육수의 지방산 조성	98
(6) 사골육수의 Ca, P, Mg 조성	101
(7) 사골육수의 살균효과 및 저장성	104
라. 통전가열 수육의 품질 특성	105
(1) 통전가열 수육의 가열속도	105

(2) 통전가열 수육의 품질 특성	105
마. 통전가열 공정 표준화 연구	149
(1) 공정 표준화를 위한 통전 조건 수립	149
(2) Central kitchen에서의 통전기술 적용 연구	149
(3) Central kitchen형 통전가열 시스템 디자인	152
(4) 통전기술의 에너지 절감 효과 및 경제성 분석	162
바. 설령탕 육수의 편이식 상품화 기술 개발	165
(1) 해외 유사 상품류(큐브, 분말 및 액상 타입류)의 조사	165
(2) 제품 유형별 용도 컨셉 검토	168
(3) 설령탕 편이식 상품화 컨셉 개발	169
(4) 설령탕 육수를 이용한 편이식 제조	172
(5) 개발제품(설령탕 큐브 및 응용 수프류)에 대한 관능평가	188
(6) 개발제품의 유통안정성 평가	191
(7) 설령탕 제품 유형별 동반음식 적용 평가	195
(8) 표준제조공정	198
(9) 제품 활용법 레시피	200
(10) 수출대상국의 품질기준 조사(미네랄, 영양요구도 등)	234
제 3 절 연구결과 요약	235
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	240
1. 목표 달성도	240
가. 연도별 연구목표에 따른 연구개발목표의 달성도	240
(1) 전통풍미의 설령탕 육수 풍미특성 조사 및 표준 모델 작성	240
(2) 가압공정에서 전통풍미의 설령탕 육수의 대량 생산 공정 연구	240
(3) 설령탕 육수의 대량생산을 위한 통전기술 개발	240
(4) 설령탕 육수의 편이식 상품화 기술 개발	240
나. 평가착안점에 따른 연구개발목표의 달성도	241
2. 관련분야에의 기여도	241
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	242
1. 실용화·산업화 계획	242
2. 기술확산 계획	242
3. 특허, 논문 등 지식재산권 확보 방안	242
4. 성과활용 계획	242

제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보	244
1.	하와이 대학교의 대체가열 및 비열 가공기술 최근 연구현황	244
가.	Joule heating	244
나.	PEF (pulsed electric field) treatment	244
다.	Combination heating	244
2.	일본 식품종합연구소의 대체가열 관련 최근 연구현황	246
제 7 장	참고문헌	247

제 1 장 연구개발과제의 개요

설령탕 육수는 사골, 쇠고기, 머리고기 및 내장에 일정비율의 물을 가해 전통식 가마솥에서 장시간(15-18시간) 끓이는 에너지/노동 집중형 식품산업이므로 에너지, 추출시간 및 기타 간접 비용을 줄이면서 전통풍미를 유지시킬 수 있는 신공정 개발의 필요성이 나타난다. 주관기관인 이연 F&C에서 제조하는 가압식 공정의 육수는 재래의 가마솥 공정에서 생산되는 육수와 풍미의 차이를 보이고 있으므로, 1단계로 가압식 공정에서 가마솥의 전통적 풍미를 재현하는 기술을 개발하여 소비자 선호도를 증진시키고 세계화 추진 기반기술을 확보할 필요가 있다.

또한 가압식 공정에 비하여 제조시간 단축, 저탄소·저에너지를 구현할 수 있는 신공정 연구를 통하여 가압식 공정의 대체공정으로 개발하여 신성장동력을 창출할 필요가 있고, 이를 위하여 협동연구에서 2단계로 당사의 가압식 공정을 통전공정으로 대체할 수 있는 신기술을 개발하고자 하였다. 한편, 설령탕은 국내는 물론 미국 등 외국에서도 선호하는 식품이므로 소비확대 및 세계화를 위하여 외식산업, 단체급식 및 개인 소비자에게 고품질의 제품을 간편하게 보급할 수 있는 편이식 상품화기술 개발도 병행할 필요가 있다. 이를 위하여 본 연구개발과제의 최종목표는 스팀가압공정을 이용한 전통 풍미의 설령탕 육수의 대량 생산공정 최적화 기술 개발, 통전가열을 이용한 에너지 고효율 대체공정 개발, 그리고 설령탕 육수를 이용한 편이식 상품화 기술 개발로 구성되어 있다. 주요 내용으로는 전통풍미의 설령탕 육수 풍미특성 조사 및 표준 모델 작성, 스팀가압공정에서 전통풍미의 설령탕 육수의 대량생산 공정 연구, 통전공정에서 설령탕 육수 생산 표준공정 개발 및 공정시스템 디자인, 설령탕 육수를 이용한 편이식 제품화(농축액, 분말, cube형) 연구 등이 있다.

본 기술은 글로벌 기후변화협약에 대응하여 식품제조공장의 에너지 등급판정 및 가공식품의 탄소이력추적제에 대비한 신성장동력 창출이 가능한 녹색기술 성격이 있으며, 또한 전통풍미의 설령탕 육수를 재현하고 동반식품 적용으로 전통식품의 세계화 추진이 가능한 실용화기술이다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

우리나라 국민이 즐겨먹는 설렁탕은 육수와 고명(쇠고기 등)으로 구성되어 있으며, 육수는 소뼈(갈비, 꼬리, 사골), 쇠고기(양지, 사태, 우둔) 및 소내장(양, 곱창)에 일정비율의 물을 가해 전통식 가마솥(350kg, 500인분)에서 장시간(15-18시간) 끓이는 에너지 집약형 공정을 거치므로 에너지 소모가 많고, 이로 인하여 발생하는 온실가스양도 많은 식품산업이다. 글로벌 기후변화 협약에 의하여 향후 온실가스배출권이 도입되고 에너지 등급화가 시행될 경우, 국내 탕류 제조 업체는 에너지 소모비용과 온실가스 배출권 비용으로 인하여 대외경쟁력이 저하될 것으로 예상되므로, 기존의 공정을 점진적으로 에너지 효율화 공정으로 대체할 필요가 있는 식품산업이다.

국내에서 소비되는 설렁탕용 쇠고기 육수는 stock, fond, bouillon, 다시(たし)등의 외국상품과 비하여 원재료 및 공정이 다르므로 풍미가 전혀 다르지만, 국, 찌개, 국수, 전골 등의 국내 음식은 물론 서양 소스, stew, 스파게티 및 soup 등에도 한국적 풍미를 부여할 수 있는 식품소재로서 그 활용범위가 광범위할 것으로 예상되나, 아직 단순/표준화된 제조공정으로 한국적 고유의 전통풍미를 재현할 수 있는 기술개발이 아직 이루어지지 않은 실정이다. 미국 LA times(2008. 8. 20)는 설렁탕을 과음과 전해질 손실 후에 원기 회복을 해주는 훌륭한 아침식사로 소개한 바, 이는 팬케이크, 와플 등으로 대표되는 미국인 아침식사와 쌀죽, 덩섬, 베트남국수 등 아시아의 아침식사와 차별적 우수성을 시사하고 있으므로, 노동, 시간 및 에너지를 절약할 수 있는 신공정 도입을 통하여 전통 풍미의 고품질 쇠고기 육수 상품화 기술을 개발하면 국내 한식당, 단체급식, 학교급식에 이용함은 물론 해외 10,000여개에 달하는 한식당에도 안정적으로 공급할 수 있는 시스템을 구축할 수 있는 기반조성이 가능하다. 설렁탕 육수는 국내는 물론 미국 등의 식생활에서도 다양한 음식의 원료 내지는 소재로 이용될 수 있으므로, 설렁탕 육수를 베이스로 한 고품질 편이식 소재화 기술 및 수출상품화 기술 개발도 병행할 필요가 있다고 판단된다.

농림수산물식품 주요통계(2012년, 농림수산물식품부)에 의하면 국내 일반음식업 중에서 한식음식점업의 경우 약 280천개의 사업장에서 매출액 32조원이 넘는 큰 시장을 형성하고 있다. 설렁탕 육수가 필요한 음식점업인 설렁탕, 곰탕, 만두, 국수 등을 취급하는 업종을 전체 한식음식점의 10% 수준으로 가정하여 계산하면 28천개의 사업장이 설렁탕 육수를 취급하는 것으로 예상할 수 있다. 설렁탕 육수를 표준화된 공정으로 편이식 제품을 개발하여 central kitchen화 하여 제공한다면 연간 평균 필요 육수량은 364천톤[계산근거 : 100인/점포/일 x 500g/인 x 260일(365일 중 주말 제외) x 28,000 점포]이 필요하고, 금액으로 환산하면 약 728,000백만원(계산근거 : 2000원/kg 육수 x 364,000,000kg 육수)의 거대 시장을 예상할 수 있으므로 본 기술 개발의 필요성이 더욱 뚜렷하게 나타난다.

해외 한식당의 경우에도, 연간 평균 육수 필요량은 13천톤(계산근거 : 100인/점포/일(소비량) x 500g/인 x 260일(365일 중 주말제외) x 1,000개소(10,000개소 한식당 중 최소 10% 추정)이고 금액으로는 약 20백만불(계산 근거 : 1.5\$/kg 육수 x 13,000,000kg 육수) 수준을 예상할 수 있고, 한식의 세계화가 가속화될수록 설렁탕 육수의 사용량은 크게 증가할 것으로 추정된다.

현재 설렁탕 체인점을 운영 중인 (주)이연F&C는 100여개 점포에 공급 가능한 RTC/RTE 대

량생산을 위해 증북 음성에 일 2.4톤 생산규모의 가압추출 탱크 3기를 갖춘 central kitchen을 설치, 육수제품을 생산하고 있다. 그러나 가마솥의 재래식 제품과 풍미에 차이를 보이고 있으므로 가압식 공정에서 재래식의 전통풍미를 재현할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 또한 설령 탕 육수 제조시 고기를 오래 끓이면 고기의 수율이 저하되고 고기 맛이 저하되는 특성이 있으므로 순간고온가열 방식의 통전기술을 통하여 이러한 문제점도 해결할 필요가 있다.

식품산업에서 통전기술은 공정시간을 단축하여 에너지 효율을 증대시키고, 순간 균일가열이 가능하므로 품질변화를 최소화할 수 있는 새로운 대체가열기술로써 새롭게 조명되고 딸기잼, 훈연소시지 가공시 기존 공정대비 에너지 효율성이 4배 이상 높고, 운전비용이나 가공시간이 2배 이상 단축되는 것으로 보고된 바(Wang, Hellus 등), 에너지와 추출시간이 집중 투자되는 설령 탕(탕류) 제조업체에 적용할 경우 순간가온, 균일한 열전달 및 고주파 가열 등을 통하여 생산성을 향상시킬 뿐만 아니라 고품으로 사용하는 고기의 품질 향상에도 기여할 것으로 예상된다. 본 기술은 일본, 미국 등 선진국에서 원천기술을 일부 확보하고 있으므로 지적재산권 장벽을 피할 수 있는 기술개발이 필요하고, 이를 위하여 국내 전통식품(탕류 제품)을 중심으로 기존의 기술 단계를 일부 생략하여 심화할 수 있는 연구개발이 필요하다.

한편, 일부 대기업 식품회사에서는 호주와 뉴질랜드에서 사골과 쇠고기 농축액을 제조하여 국내 제품생산에 역수입(2006, 3,000톤)을 이용하고 있으나 한우가 아닌 외국소를 사용하고 있으므로 전통적 풍미와는 큰 차이를 보이고 있다. 또한 미국 Knorr사의 sauce, stew 등의 풍미 제고용 beef bouillon은 조미료로써 본 연구의 설령 탕 육수와 차이가 크다.

따라서 전통적 풍미의 설령 탕 육수 생산기술은 국내시장은 물론 해외시장 보급에 매우 중요한 과제이다. 현 단계에서는 가마솥 재래식 공정을 개량한 가압식 공정에서 사골, 양지, 내장 등의 전처리, 재료 배합비 조절, 탱크상 추출 조건 등의 다각적 검토를 통하여 전통풍미를 재현할 수 있는 육수제품 생산 공정을 최적화할 필요가 있다. 이후 점차적으로 현재의 가압식 공정을 육수 제조 시간을 단축하면서 전통풍미를 재현함과 동시에 설령 탕용 고기 수율과 맛을 향상시킬 수 있는 통전공정으로 대체한다면 본 기술개발을 통하여 식품산업의 녹색성장을 창출할 수 있는 신성장 동력으로 발전할 가능성이 충분히 예상된다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발의 추진전략·방법

본 연구의 체계적 수행을 위해서 주관기관인 이연 FnC에서는 “가압공정을 이용한 전통콩미의 육수 생산공정의 최적화 기술”을 수행하고, 협동기관인 한국식품연구원에서는 “전통콩미의 육수 생산을 위한 에너지 고효율 대체가열(통전가열) 공정 개발”과 “육수의 편이식 상품화기술 개발”을 추진한다. 주관기관에서 수행하는 스팀가압식 전통콩미의 설령탕 육수 생산 공정을 에너지 고효율 통전 공정으로의 대체 가능성을 연구하기 위하여 협동연구에서는 기존 전통식 가스가열 공정과 통전가열 공정에서 생산한 육수와 수육의 품질특성을 비교하고, 최종적으로 통전공정을 기존의 공정에 접목할 수 있는 시스템 디자인을 수행한다. 이를 통하여 주관기관에서는 통전공정의 실용화기술을 검토한다. 또한 설령탕 육수의 편이식 제품은 별도의 생산라인을 구축하든지 OEM으로 제품 생산을 유도하여 국내외 판매를 촉진할 수 있는 방안을 검토한다.

추진 방법으로는 전통콩미의 설령탕용 육수를 재현하기 위하여 주관기관에서는 유통되는 설령탕 제품의 이화학적 및 관능적 평가를 실시한 후 우수한 점수 범위의 설령탕 육수를 전통콩미 설령탕 육수 모델로 선정한다. 설령탕 육수 모델이 선정되면 주관기관은 스팀가압공정의 설령탕 육수 특성을 분석하여 공정을 개선하는 연구를 수행한다. 공장생산시험은 음성 현지 공장에서 반복적으로 실시할 예정이며, 1단계로 pilot규모(100kg)로 실시하고 이를 토대로 2단계에서는 2톤의 생산규모를 갖춘 공장규모 탱크에서 실시한다.

협동기관은 주관기관의 스팀가압공정을 준용하여 통전가열기술을 개발한다. 이때 설령탕 육수 추출 효율성과 수육의 수율 증대를 중심으로 연구한다. 통전기술 개발을 위하여 외국의 선진 통전기술에 대한 현지조사를 실시하고, 통전기술은 기존의 재래식 공정, 스팀가압식 공정과 비교하여 표준공정을 수립하고, 이를 바탕으로 당사에 적합한 공정시스템을 디자인한다. 설령탕 육수의 편이식 상품화 기술 개발은 설령탕에 관한 국내외 연구자료, 인터넷, aT center, 대사관, 현지 전문가들의 협조를 받아 제품유형을 선정한다. 내수시장 및 수출용 상품 개발을 위해 1단계로 국내에 주재하고 있는 외국인을 효율적으로 활용하여 Focus group interview와 consumer test를 추진하고, 필요시 Iowa State University의 관능평가실(책임자 Ken Prusa) 협력을 통해 제품 컨셉을 개발한다. 2단계로 단체급식, 학교급식 및 한식당 등을 활용하여 음식에 적용 평가를 실시함으로써 품질의 검증 및 개선점을 찾아 제품개발의 완성도를 높인다.

제 2 절 연구결과

■ 협동연구 ■

1. 재료 및 방법

가. 시료

(1) 관능평가용 설령탕 구매 시료

설령탕육수의 품미관련 품질인자 도출을 위해 전문가(한국식품연구원 20년 이상 근무 박사급 전문가 및 잘 훈련된 20-30대 20인) 관능 평가에 사용된 시료는 한촌설령탕(재래식 방법-H사(A), 가압추출식 방법-H사(B)), S사, M사, L사, K사 설령탕으로 각 매장에서 구입하였으며, C사, A사, O사는 레토르트 제품으로 대형마트에서 구입하여 제품을 숫자암호로 표시 후 블라인드 조사를 실시하였다.

(2) 설령탕 제조에 사용한 원료

설령탕 육수의 품질 기준에 사용 원료 별로 영향을 줄 수 있어 한우의 경우 국내 유통 과정을 감안할 때 월령과 성별 및 사골 부위별 구매가 어려워 시중 정육점에서 신선한 사골과 양지고기를 구매하여 사용하였다. 호주산 사골의 경우 부위에 따라 구매할 수 있는 사골(상완골, 전완골, 하퇴골) 중 고소하고 진한 육수를 추출 할 수 있는 호주산 왕대사골(대퇴골)을 사용하였으며, 호주산 소고기는 24개월 월령에 70일 이상 비육시킨 고기와 100일 이상 비육시킨 고기 중, 삶을시 고기에서 누린내가 적게 발현되는 100일 이상 비육한 양지고기를 사용하였다.

나. 실험 방법

(1) 일반성분 분석

일반성분 조성은 AOAC 방법에 따라서 수행하였으며 염도, 조단백질, 조지방 함량은 AOAC 법을 활용하여 식품 제조업체에서 사용하는 자동화 분석 장치를 사용하여 측정하였다.

(가) 수분은 105℃ 상압가열건조법으로 측정하였다.

(나) Brix Digital Refractometer, PDX-1, VEE GEE를 이용하여 측정하였다.

(다) 염도는 Mohr법으로 분석하는 METTLER T50 (Mettler社D) 장비로 측정 하였다.

(라) 조단백질 함량은 켈달(Kjeldahl)분해법으로 단백질추출장치(DNP-2000MP, Trade Raypa社)로 측정된 질소량에 질소 환산계수 6.25를 곱하여 산출하였다.

(마) 조지방 함량은 속시렛(SoXHlet)추출법을 활용한 조지방분석기(Soxtest SX-6, Trade Raypa社)로 측정하였다.

(바) 점도는 Viscometer(Brookfield Co., LVDV-II PRO)를 사용하여 다음과 같은 조건 내에서 기기를 조절하여 처리하였다.(Temperature: 23.7℃, rpm: 100, spindle: S61)

(사) Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

SDS-PAGE는 Lammlib법(Lammlil, V.K. 등 ,1970)에 의하여 slab gel을 이용하여 실험하였다. 사골추출물에 8M urea, 2% mercaptoethanol, 2% SDS와 20mM Tris-HCl(pH 8.0)을 첨가한 후, 100℃에서 2분간 가열하였다. Fixing과 staining은 Neuhoff(Neuhoff V. 등 1988)의 방법에 의해 Commassie brilliant blue R250으로 실시하였다. 탈색은 50% MeOH, 7% Acetic acid로 30분 간, 9.2% Acetic acid로 겔의 배경이 투명화 될 때 까지 수행하였다.

(아) 휘발성염기질소(VBN)

K₂CO₃ 포화용액과 0.01N 황산용액을 사용하여 시료를 확산한 후 지시약(Brunswik)을 넣고 0.01N NaOH용액으로 적정하여 Conway미량 확산법으로 측정하였다.

(2) 기기분석

(가) 색도

색차계(Mimolta Chromameter, CR-400 SERIES JAPAN)를 이용하였다. 시료의 액체 표면을 Hunter scale에 의하여 명도(Lightness), 적색도(Redness), 및 황색도(Yellowness)를 지시하는 L, a 및 b값을 각각 3회 측정하여 평균치를 산출하였다.

(나) 유화정도에 따른 유적크기(직경)는 생물현미경(BX40F, Olympus)을 사용하여 측정하였다.

(다) 무기질 함량 분석

시료의 무기질 분석을 위한 시료의 분해는 AOAC법(AOAC 1995)에 따랐다. 시료 15g을 회분 도가니에 넣고 105℃ 건조기에서 건조시킨 다음 550℃ 전기 회회로에서 20시간 회회시켰다. 실온에서 방냉시킨 후 회회된 시료에 6N-HCL 4.2mL를 넣어 용해시키고, 1% LaCl₃ 2.5mL를 첨가하여 회회한 시료를 완전히 용해시킨 다음 100mL volumetric에 정용하여 시료 원액으로 하였다. 이것을 ICP(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer)를 사용하여 분석하였다. 사용한 기기 및 분석 조건은 아래와 같다.

* ICP condition for mineral determination

Items	Condition
R.F. generator	PERKIN ELMER OPTIMA 3000, 40.68MHZ
R.F. power	1.3KW
Plasma torch	Quartz glass torch
Peristaltic pump	Gilson Miniplus 2, Ten Rollers
Nebulizing system	Gem Tip Cross-Flow Pneumatic Nebulizer
Argon gas flow ratr	Carrier gas 1.1 L/min
	Coolant gas 15 L/min
	Plasma argon gas: 15 L/min
	Auxilaiary argon gas: 0.5 L/min
	Nebulizer argon gas: 0.8 L/min

(라) 향미성분 함량 분석(GC-Mass)

휘발성 화합물 성분은 SPME fiber (SPME fiber assembly, 50 μm DVB/CAR/PDMS, sigmaaldrich, USA)로 향기성분을 흡착시켜 shaking 하면서 40℃에서 10분간 평형 후 휘발성 물질을 포집하여 autosampler (combi PAL G6504-CTC, CTC analytics, Zwingen, Switzerland)를 Headspace injection을 실시하였다. 향기 성분 분석은 DB-wax column (30m

length, 0.32 mm i.d., 0.5 µm film thickness; J&W Scientific, Folsom, CA) 을 이용하여 GC (7890A, Agilent Technologies, USA)의 검출기로 TOF-MS (GCT premier, Waters, UK)를 연결하여 사용하였다. 내부 표준 물질로는 3-octanol을 사용하였다. 휘발성 화합물 동정은 mass spectra (NIST 08 library), aroma properties 를 비교하고 water사의 makerlynx 프로그램중 elemental composition 기능을 활용하여 확인하였다.

* Instrumental parameters of GC-TOF-MS

GC	Ailent GC 7890a
Column	J&W scientific(30 m X 0.32 mm I.D. 0.50 µm film thickness: Agilent Technologies, Folsom, USA)
Length	30 m
ID	0.32 mm
Film thickness	0.50 µm
Injector	220°C
Detector(TOF-MS)	220°C
Oven program	
Initial	35°C(2min)
Rate (1 st step)	1°C/min
Final	40°C(0min)
Rate (2 nd step)	5°C
Final	220°C(20min)
MSD	GCT premier
injector	220°C
Ion source temperature	250°C
EI isionization voltage	70 eV
Carrier gas	He (2 mL/min)
Split ratio	Splitless mode

(마) 유리아미노산 함량 분석

시료 1g에 증류수 4 mL를 넣고 충분히 아미노산이 용출 되도록 mix한 후 원심분리 (10,000 rpm, 10 min, 4°C)를 거쳐 상층액을 취하여 0.45 µm syringe filter로 여과 후, 이 용액에 대한 유리아미노산의 측정을 High Speed Amino Acid Analyzer(L-8800, HITACHI, Japan)을 이용하여 분석하였다. 분석 조건은 아래와 같다.

* Operating condition of HPLC for free amino acids analysis

Items	Condition
R.F. generator	PERKIN ELMER OPTIMA 3000, 40.68MHZ
R.F. power	1.3KW
Plasma torch	Quartz glass torch
Peristaltic pump	Gilson Miniplus 2, Ten Rollers
Nebulizing system	Gem Tip Cross-Flow Pneumatic Nebulizer
Argon gas flow ratr	Carrier gas 1.1 L/min
	Coolant gas 15 L/min
	Plasma argon gas: 15 L/min
	Auxilaiary argon gas: 0.5 L/min
	Nebulizer argon gas: 0.8 L/min

(바) 지방산 분석

사골 육수에 함유된 지방산 분석은 HP-6890 GC(USA)를 이용하여 FID로 검출하였고, 분석 조건은 아래와 같다.

항목	조건
컬럼	HP-FFAP(30m×0.25um)
주입부 온도	230 ℃
오븐 온도	20℃(2min) - 4℃/min - 230 ℃(20min)
검출기 온도	250 ℃
운반기체	헬륨 1.5 mL/min

(3) 관능검사

설령탕의 품질을 객관적으로 평가하기 위해 전문가와 일반 소비자를 대상으로 관능평가를 실시하였으며 시료 설령탕을 1차 조리된 육수를 별도의 냄비에 1인분씩(약400g) 계량하여 1분간 끓이다가 온장고에 미리 보관해둔 뚝배기(온도 90℃±3)에 육수를 담아 제공하는 방식으로 설령탕 제품이름을 숫자암호로 하여 블라인드 관능평가를 실시하였다.

(가) 재래식과 가압추출식 공정으로 제조한 육수의 관능 비교

① 전문가 관능조사

한국식품연구원에서 20년 이상 근무하고 해외 출장경험이 많은 박사급 전문가 15인을 대상으로 심층면접을 통해 실시하였고 관능검사는 잘 훈련된 20-30대 20인을 대상으로 H사(A), H사(B), S사, M사, L사, K사 C사, A사, O사의 설령탕을 관능평가를 실시하였다.

② 소비자 설문조사

재래식과 가압추출식 공정을 통한 육수의 차이를 비교하기 위해 한촌 설령탕 8개 지점의 매장에서 소비자 180명을 대상으로 블라인드 처리한 3가지 시료(한우, 호주산을 이용한 재래식 공정의 육수, 호주산을 이용한 가압 공정 육수)의 설문조사를 실시하였다.

(나) 사골기름 투입량 설정을 위한 관능조사

설령탕 육수의 중요 풍미 요소인 사골 기름 투입량 설정을 위해 실시한 전문가 관능평가는 이연에프앤씨 부설연구소 연구원 6명(대기업 식품연구소에서 12년 이상 근무한 전문 연구원 3명, 20대 연구원 3인)과 한촌설령탕본점(30년간 전통방식으로 설령탕을 제조 매장)에서 매장 조리과 품질 관리 경력이 5년 이상 되는 30대 4인을 대상으로 관능평가를 실시하였다.

2. 전통풍미의 설령탕 육수 품질인자 도출 및 계량화

가. 설령탕 특성 조사

설령탕은 사골과 기타 뼈에 족, 양지머리, 쇠머리, 사태, 내장부위 등을 섞어 물을 넣고 푹 고은 것(15-18시간)으로 영양적인 면에서 양질의 단백질 급원일 뿐 아니라 칼슘 급원으로서도 중요하다. 이러한 에너지, 노동 집약적 식품산업을 에너지 사용량, 추출시간 및 기타 간접비용을 줄이면서 전통풍미를 유지시킬 수 있는 신 공정 개발의 필요성이 나타나게 되었다. 따라서 본 연구에서는 상업적으로 대량 생산 가능한 가압추출 공정을 적용하여 가마솥의 전통적 풍미를 재현하는 기술을 개발하고 소비자 선호도하는 전통풍미의 설령탕 육수의 품질인자를 도출하기 위해 설령탕 특성을 조사하였다.

(1) 자료 및 시판제품 수집

탕반류는 국에 밥만 말아도 훌륭한 한 그릇 음식이 되는 것을 말한다. 한국 음식 중 국은 맑은 장국, 토장국, 고음국, 냉국 등으로 나눌 수 있는데, 그 중 고음국은 고기를 물에 넣고 장시간 고아서 맛과 영양분이 국물에 충분히 흘러나오도록 한 것이다. 탕반류는 가정에서 또한 일반 음식점에서 한국인들이 선호하는 음식으로 우리나라 별미 음식의 하나이며, 섭취빈도가 비교적 높게 조사되었다. 탕반류 중의 하나인 설령탕은 고음의 일종으로써, 사골과 기타 뼈에다 족, 쇠머리, 양지머리, 사태, 내장 부위 등을 섞어서 물을 넣고 10여 시간 푹 고아서 만든 것으로 국물에 살코기와 뼈의 가용성분이 우리나라와 국물이 유백색 콜로이드성 용액상태를 이루며 독특한 풍미를 지닌다.

본 연구에서는 설령탕 맛이 좋다고 알려지고 전통 재래식 방법으로 가마솥에 장시간 끓여 설령탕 매장에서 판매하는 H사(A), M사, L사, K사 제품과 가압추출 방식으로 제조하여 가공식품으로 판매하는 O사, A사, C사 제품, 그리고 가압추출 방식으로 추출하여 프랜차이즈 매장에서 판매하는 H사(B), S사의 설령탕 9가지 시료(한촌설령탕(재래식 방법-H사(A), 가압추출식 방법-H사(B), S사, M사, L사, K사, C사, A사, O사)를 구입하여 -20℃에 냉동보관하고 필요시에 해동하고 가열하여 이하 실험목적에 활용토록 하였다.

(2) 풍미관련 품질인자 도출

설령탕에서 소비자가 맛을 느낄 때 중요시하는 품질인자를 도출하기 위해 한국식품연구원에서 20년 이상 근무한 박사급 전문가 15인을 대상으로 심층면접을 통해 관능조사 항목을 도출하여 관능평가와 성분 분석을 통해 표준 품질관리 수준을 확립하였다.

(가) 관능적 측면(전문가 20인)

한국식품연구원 내 연구원 20명을 대상으로 시판 9가지 육수 시료에 대한 관능평가를 실시하였다. 평가 항목으로는 육수의 외관, 냄새, 향미, 텍스처로 각각의 강도와 기호도를 평가하였다. 그 결과 설령탕 시료로 사용된 9개 사의 제품 간에 유의적인 차이가 있는 것으로 확인되었다. 외관의 경우(Table 1) 밝기, 백색도, 기름분포 수준에서 냄새 항목의 경우(Table 2) 쇠기름 냄새, 고소한 냄새, 버터냄새, 우유 냄새, 맛 항목의 경우(Table 3) 단맛, 짠맛, 감칠맛, 고소

한 맛, 기름기의 입촉감에서 차이를 보였으며 텍스처의 경우(Table 4) 농후도와 점성에서 차이를 나타냈다.

종합기호도와 속성간의 상관성을 검토해 본 결과, 향미기호도와 텍스처 기호도와의 상관성이 매우 높았고 향미 기호도 중에서 감칠맛과 고소한 맛이 높은 상관성을 보였으며 텍스처에서는 농후도와 묵넘김 및 점성이 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다.(Table 5)

성별	나이	연령	10대	20대	30대	40대	50대	평가	2012.6.22(일)																											
※ 상관성값 강도 및 기호도를 평가하십시오																																				
묘사분석		254		197		463		371		246																										
외관	밝기	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	반색도	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	윤기	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	기름분포수준	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	종합 외관 기호도	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
냄새	냄새 강도	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	쇠기름 냄새	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	고소한 냄새	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	부엌 냄새	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	유취 냄새	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
종합 냄새 기호도	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
향미	단맛	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	쓴맛	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	짭짤맛	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	부슬부슬맛	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	부끼임맛	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	달콤함맛	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	종합 향미 기호도	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
텍스처	향후드	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	묵넘김	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	묵넘김	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	종합 텍스처 기호도	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
기호도	전체기호도	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7

Fig. 1. Survey sheet on the sensory evaluation of Seolleongtang stocks.

Table 1. The significance test on the appearance between Seolleongtang stocks

	밝기***	반색도***	윤기	기름분포수준***	외관 기호도***
H(A)	5.35±2.16ab	6.40±0.82a	4.75±1.55a	4.30±1.45cd	4.65±1.69b
H(B)	5.30±0.73ab	5.45±0.89b	4.65±1.46a	3.30±1.22e	5.55±0.76a
L	3.20±1.36cd	2.70±1.38d	4.65±1.42a	5.75±1.16a	3.05±1.10d
S	3.55±1.39d	3.50±1.32c	4.65±1.23a	5.50±0.61ab	3.65±1.35cd
M	4.05±1.05d	3.45±1.10c	4.40±1.05a	4.45±1.15cd	4.15±1.25bc
C	5.90±1.37a	6.55±0.69a	4.95±1.10a	3.60±1.82ed	4.05±1.36bc
O	3.45±0.89d	2.50±1.19d	4.35±1.46a	3.35±1.60e	3.35±1.09cd
A	4.85±1.23ab	5.15±1.18b	4.40±1.43a	5.10±1.17abc	4.55±1.54b
K	5.45±0.94ab	4.95±1.23b	4.20±1.28a	4.65±1.42bc	4.55±1.19b

Table 2. The significance test on the odor between Seolleongtang stocks

	냄새 강도***	쇠기름 냄새***	고소한 냄새***	버터 냄새***	우유 냄새***	냄새 기호도**
H(A)	5.35±0.75ab	4.85±1.50bcd	4.25±1.77bc	4.85±1.53ab	4.45±1.32b	3.45±1.67c
H(B)	3.70±1.49d	3.75±1.62e	3.40±1.60cd	3.25±1.65d	3.15±1.53cd	3.90±1.52bc
L	6.00±0.73a	5.85±1.18a	5.40±1.05a	4.95±1.39ab	4.25±1.41b	4.95±1.23a
S	4.80±1.15bc	4.05±1.54de	4.15±1.39bc	4.65±1.46abc	4.05±1.36bc	3.95±1.28bc
M	3.50±1.64d	2.75±1.07f	2.85±1.46d	3.30±1.63d	3.60±1.79bcd	3.35±1.18c
C	4.05±1.47cd	4.10±1.17de	3.90±1.25bc	4.15±1.63bcd	4.25±1.55b	3.85±1.23bc
O	4.75±1.29bc	4.40±0.94cde	4.40±1.39bc	3.85±1.18cd	3.05±0.69d	4.30±1.45abc
A	5.80±0.52a	5.40±1.14ab	4.90±1.48ab	5.40±0.82a	5.35±0.88a	4.60±1.23ab
K	5.85±1.14a	5.20±1.44abc	4.60±1.47ab	3.85±1.31cd	3.85±1.31bcd	4.25±1.55abc

Table 3. The significance test on the taste between Seolleongtang stocks

	단맛***	짠맛***	감칠맛***	고소한맛***	느기한맛**	담백한맛	기름기 의 입촉감**	첫맛 향미 기호도***	후미 향미 기호도***	향미 기호도***
H(A)	4.80±1.24ab	5.00±1.41bc	4.80±1.36abc	4.45±1.36bcd	5.45±1.10a	4.45±1.39a	4.65±1.14a	4.05±1.70cd	3.60±1.54cde	3.80±1.64cd
H(B)	3.70±1.75cd	4.00±1.08d	3.80±1.77de	3.10±1.33f	4.60±1.31ab	3.95±1.05ab	4.05±1.19abc	3.40±1.50d	3.50±1.64cde	3.50±1.57cd
L	4.15±1.39bc	4.35±1.46d	5.35±1.09ab	5.25±1.12ab	4.55±1.47ab	4.10±1.37ab	4.60±0.88a	5.10±0.91a	4.80±1.06ab	5.05±1.10ab
S	4.70±1.45ab	5.80±0.95ab	4.55±1.15bcd	4.85±0.81abc	4.75±1.83ab	4.10±1.29ab	4.35±1.46a	4.40±1.43abc	4.50±1.40abc	4.40±1.50bc
M	3.85±1.69bcd	3.65±1.63d	3.55±1.73ef	4.05±1.88cde	4.55±1.57ab	3.95±1.28ab	4.35±1.60a	3.60±1.70cd	3.45±1.57de	3.35±1.60d
C	3.00±1.26d	2.50±1.28e	2.75±1.12f	3.35±1.53ef	3.85±1.87bc	4.25±1.59a	3.40±1.54bc	3.20±1.01d	3.20±1.40e	3.15±1.18d
O	4.40±1.27abc	5.50±1.19ab	4.90±1.37abc	3.60±1.05def	3.15±0.75c	3.25±1.07b	3.25±1.29c	3.45±1.19cd	3.60±1.39cde	3.80±1.28cd
A	5.25±1.25a	6.20±0.70a	5.60±0.99a	5.40±1.23a	4.40±1.43ab	4.40±1.47a	4.55±1.19a	5.00±1.34ab	5.30±1.38a	5.45±1.36a
K	4.15±1.09bc	3.85±1.42d	4.25±1.45cde	4.55±1.47abc	4.30±1.89b	4.00±1.62ab	4.20±1.06ab	4.15±1.46bcd	4.30±1.53bcd	4.05±1.50cd

Table 4. The significance test on the texture between Seolleongtang stocks

	농후도***	점성***	묵넘김	텍스처기호도***	전체기호도***
H(A)	3.20±1.36d	3.00±1.30c	3.95±1.61a	4.05±1.64bc	3.65±1.84b
H(B)	3.35±1.27cd	3.05±1.19c	4.15±1.31a	4.00±1.12bc	3.70±1.66b
L	5.10±1.02a	4.50±1.10a	4.50±1.00a	5.10±0.91a	5.15±0.81a
S	4.60±1.10ab	4.45±1.00a	4.50±0.89a	4.55±1.19ab	4.10±1.41b
M	4.15±1.50bc	4.10±1.65ab	4.30±1.42a	4.10±1.25bc	3.55±1.67b
C	3.30±1.56cd	3.05±1.50c	3.95±1.23a	3.65±0.99c	3.45±1.15b
O	3.50±1.24cd	3.15±0.93c	3.95±1.05a	3.85±1.04bc	3.85±0.93b
A	5.45±1.05a	4.85±1.23a	4.80±1.06a	5.10±0.91a	5.20±1.11a
K	3.35±1.50cd	3.45±1.43bc	4.10±1.52a	4.15±1.39bc	4.15±1.31b

Table 5. Correlation between sensory attributes in sensory evaluation of Seolleongtang

속성	맑기	백색도	윤기	외관 기호도	외기름 냄새	고소한 냄새	우유 냄새	냄새 기호도	단맛	짠맛	감칠맛	고소한맛	담백한맛	향미 기호도	농후도	점성	묵넘김	텍스처 기호도	전체 기호도
맑기	1																		
백색도	0.69666 <.0001	1																	
윤기	0.18593 0.0125	0.14488 0.6523	1																
외관 기호도	0.40246 <.0001	0.41492 <.0001	0.15639 0.036	1															
외기름 냄새	0.11056 0.1792	0.02581 0.7399	0.19046 0.6314	0.09499 0.947	1														
고소한 냄새	0.6553 0.459	-0.02963 0.7528	0.12846 0.0857	-0.00823 0.9127	0.69396 <.0001	1													
우유 냄새	0.12113 0.1033	0.22136 0.0228	0.1732 0.0301	0.00291 0.9722	0.41801 <.0001	0.32416 <.0001	1												
냄새 기호도	0.00657 0.3746	-0.0779 0.2886	0.04759 0.5241	0.13444 0.072	0.53828 <.0001	0.69117 <.0001	0.36338 <.0001	1											
단맛	-0.00869 0.0089	-0.10228 0.1719	0.0457 0.2066	0.69336 0.628	0.23802 <.0001	0.30491 <.0001	0.37251 0.003	0.38785 0.003	1										
짠맛	-0.14733 0.0484	-0.1724 0.0207	-0.02903 0.69	-0.04333 0.5036	0.21447 0.0038	0.30713 0.0038	0.14927 0.0455	0.08284 0.3991	0.53179 <.0001	1									
감칠맛	-0.0671 0.3708	-0.175 0.0188	-0.08607 0.2506	-0.02985 0.6908	0.51404 <.0001	0.48441 <.0001	0.58903 <.0001	0.59118 <.0001	0.59576 <.0001	0.52967 <.0001	1								
고소한맛	-0.0355 0.5089	-0.00399 0.2139	0.01686 0.8222	0.04282 0.5413	0.42332 <.0001	0.52174 <.0001	0.32702 <.0001	0.47145 <.0001	0.54397 <.0001	0.53627 <.0001	0.65417 <.0001	1							
담백한맛	0.25065 0.0007	0.25998 0.0004	0.23802 0.0019	0.162 0.238	0.23177 0.0018	0.23952 0.0012	0.15142 0.0424	0.29617 <.0001	0.23349 0.0016	0.03454 0.6453	0.23268 0.0017	0.4078 <.0001	1						
향미 기호도	-0.03175 0.6722	-0.07388 0.3114	0.00904 0.3571	0.11561 0.1222	0.42141 <.0001	0.2007 <.0001	0.22108 <.0001	0.26605 <.0001	0.56131 <.0001	0.36441 <.0001	0.67314 <.0001	0.71919 <.0001	0.45112 <.0001	1					
농후도	-0.06033 0.4196	-0.15148 0.0424	0.01948 0.7352	0.01709 0.8112	0.29005 <.0001	0.28725 <.0001	0.44574 <.0001	0.41919 <.0001	0.29028 <.0001	0.48364 <.0001	0.58084 <.0001	0.53982 <.0001	0.61789 <.0001	0.59802 <.0001	1				
점성	-0.05986 0.417	-0.13421 0.6725	-0.01565 0.8349	-0.00198 0.979	0.22518 0.0024	0.19661 0.0082	0.17132 0.0215	0.31559 <.0001	0.34223 <.0001	0.23804 <.0001	0.38403 <.0001	0.49151 <.0001	0.35672 <.0001	0.43803 <.0001	0.88865 <.0001	1			
묵넘김	0.06166 0.4109	-0.00917 0.9027	0.14882 0.0462	0.1181 0.1143	0.39675 0.0054	0.35335 0.0004	0.12394 0.0999	0.40221 <.0001	0.36701 0.0003	0.16839 0.0238	0.21773 0.0033	0.34503 <.0001	0.31332 <.0001	0.38706 <.0001	0.53338 <.0001	0.54181 <.0001	1		
텍스처 기호도	-0.00532 0.0445	-0.07219 0.3225	0.12729 0.0204	0.08894 0.2464	0.25983 <.0001	0.35505 <.0001	0.1805 0.0109	0.46628 <.0001	0.30124 <.0001	0.23314 <.0001	0.33343 <.0001	0.433 <.0001	0.39442 <.0001	0.55596 <.0001	0.60672 <.0001	0.53374 <.0001	0.75834 <.0001	1	
전체 기호도	0.00462 0.9509	-0.08888 0.2354	0.08323 0.2066	0.10063 0.1789	0.39725 <.0001	0.44076 <.0001	0.23661 0.0008	0.38745 <.0001	0.46977 <.0001	0.21296 <.0001	0.53032 <.0001	0.6401 <.0001	0.48256 <.0001	0.77216 <.0001	0.6446 <.0001	0.53985 <.0001	0.56237 <.0001	0.70036 <.0001	1

(나) 이화학적 측면

시판중인 설령탕 사골 추출물의 염도, 고형분 함량, 점도 및 색도를 측정하였다. (Table 6) 염도(Salinity)는 1.60~3.10%의 범위로 M사 설령탕이 3.10±0.14(%)로 가장 높게 나타났으며, 가압추출식 공정으로 제조된 H(B)사 설령탕이 1.60±0.14(%)으로 가장 낮게 나타났다. 이는 제조과정 중 첨가되는 소금의 양 뿐만 아니라, 각종 천연 조미료와 MSG등의 합성 조미료의 첨가 등으로 인해 차이가 나타나는 것이라 사료되었다.

Table 6. Salinity, solid content, viscosity, color of Seolleongtang stocks

Sample	Salinity (%)	Solid content (Brix)	Viscosity (cPs)	Color		
				L	a	b
H(A)	2.45±0.07	2.96±0.28	7.24±0.29	37.13±0.09	-0.26±0.01	2.78±0.03
H(B)	1.60±0.14	3.09±0.04	4.95±0.04	46.17±1.03	-0.82±0.05	2.23±0.02
L	2.25±0.07	2.80±0.00	4.86±0.08	37.97±0.44	-1.25±0.03	1.39±0.02
M	3.10±0.14	3.75±0.21	9.16±0.37	40.85±0.17	-1.08±0.02	3.70±0.03
S	2.15±0.07	2.30±0.00	3.39±0.30	31.78±0.22	-0.80±0.01	2.04±0.05
K	2.20±0.28	3.75±0.07	3.36±0.00	24.72±0.26	-0.40±0.01	-0.15±0.07
A	1.90±0.14	2.25±0.07	4.92±0.25	44.61±0.20	-1.06±0.03	1.52±0.03
C	2.50±0.14	3.35±0.07	3.69±0.04	50.91±0.25	-1.35±0.02	0.18±0.02
O	1.90±0.14	2.10±0.14	2.67±0.04	23.98±0.12	-0.48±0.05	-0.07±0.12

고형분 함량(Solid content)은 M, K사 설령탕 제품이 높게 측정 되었는데 이는 재래식 방법으로 끓일 경우 유화되는 사골기름 양이 적어 육수의 맛을 내기 위해 사골과 고기에서 오는 맛 성분을 많이 우려내기 때문에 고형분이 높다고 생각되며, 점도의 경우, M, H(A)사의 설령탕 외에는 시료간에 큰 차이가 나타나지 않았다. 가압추출로 제조한 제품의 경우 물리적 유화를 시켜 색도에서 명도를 나타내는 L, 적색도 a, 황색도 b값에서 시료별로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

(다) 수용성 단백질 함량

설령탕 시료의 수용성 단백질 함량은 18~45 mg/ml(1.8%-4.5%)을 함유하고 있었다. 그 중에서 S사 제품이 45.67±1.25 mg/ml로 가장 높은 것으로 측정 되었고 O사 제품이 18.00±0.28 가장 낮게 측정되었다.(Table 7)

Table 7. Soluble protein contents of various Seolleongtang

Sample	Soluble protein contents (mg/ml)
H(A)	31.82±0.32
H(B)	24.18±0.29
L	36.97±0.07
M	32.88±1.47
S	45.67±1.25
K	27.30±0.33
A	31.75±0.23
C	26.24±0.49
O	18.00±0.28

(라) 지방, 지방산 함량

상기 9가지 시료 중 우수한 관능 평가를 받은 5가지 시료(H(A), H(B), L, S, K)를 선발하여 지방함량을 측정하였다.(Fig. 2)

조지방 함량은 H(B)사의 가압공정으로 생산된 육수 제품이 1.4%로 가장 높게 측정되었고 H(A)의 전통 재래식 방법으로 제조된 제품이 0.15%로 가장 낮은 값을 나타내었다. (가)의 관능적 측면에서의 종합기호도와 속성간의 상관성을 검토해보면 사골기름과 고기기름에서 오는 고소한 맛이 높은 평가 결과와 상관성을 보여 가압공정을 이용한 전통 육수품의 생산공정 최적화를 위해 향후 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

또한 GC-MS를 이용한 지방산 분석을 통해 사골 추출물 제품 간의 품질의 차이를 확인하였다.(Fig. 3, Table 9) C사 제품의 경우 Caproic, Caprylic, Capric 성분이 많이 검출되었는데 이 성분들은 착향료로써 버터, 치즈의 향미 등을 내는 데 사용되는 것으로 알려져 있다.

5가지 제품 모두 Palmitic, Stearic, Octadecenoic acid가 상대적으로 많이 검출되고 있는데 이는 쇠고기에 많이 함유된 성분으로 알려져 있으며 시료간에 특별한 조성차이는 관찰되지 않았다.

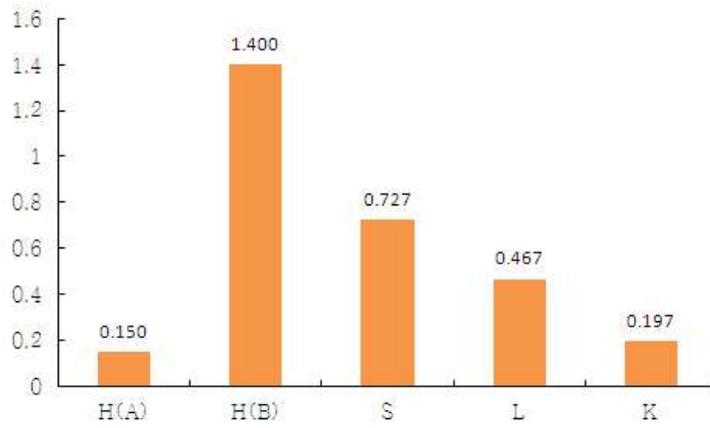


Fig. 2. Crude fat contents of various Seolleongtang.

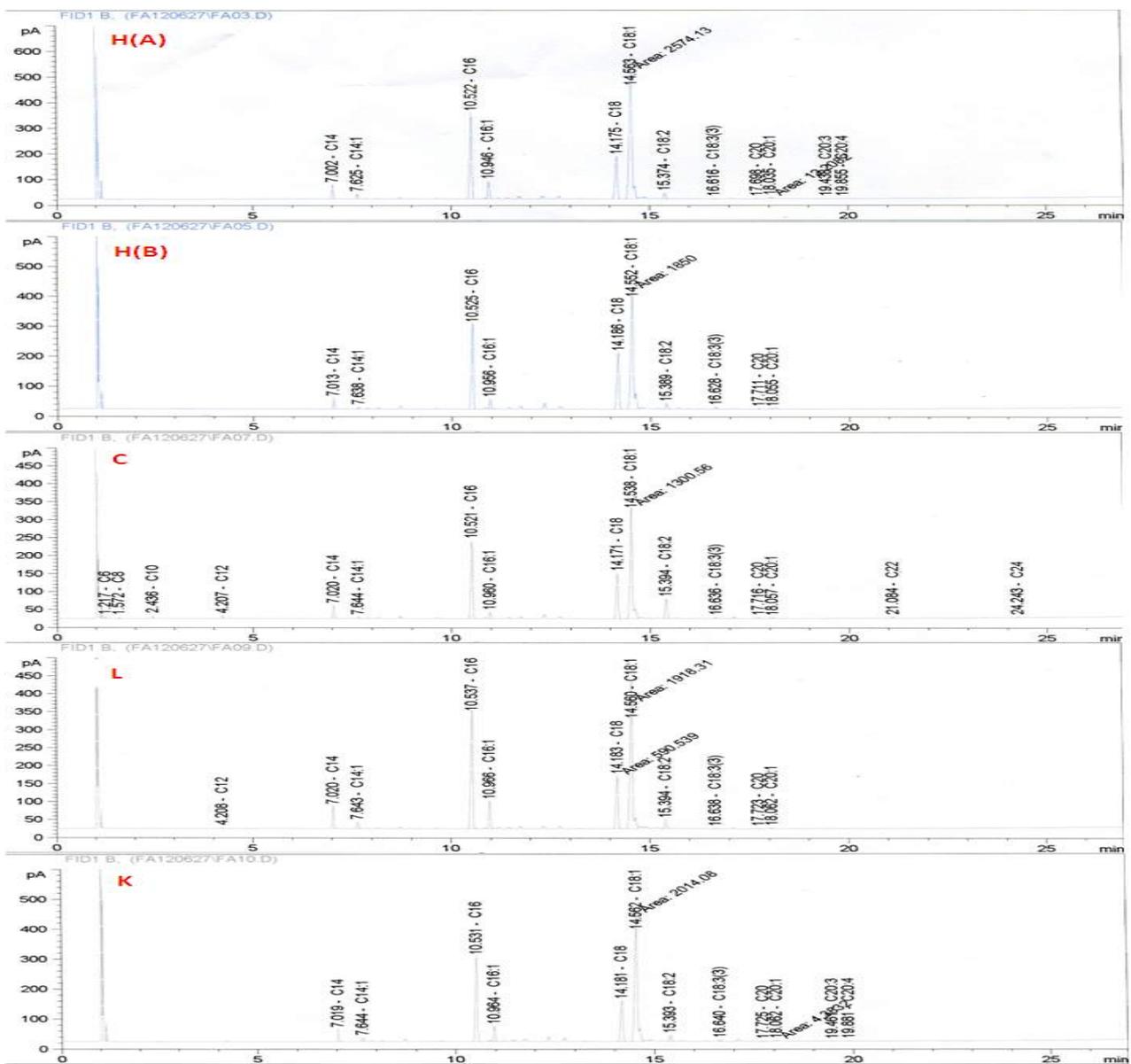


Fig. 3. Fatty acid analysis of various Seolleongtang through GC/Mass.

Table 8. Fatty acid analysis of five Seolleongtang samples by GC

(%)

Fatty Acid		H(A)	H(B)	C	L	K
C6	Caproic	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
C8	Caprylic	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
C10	Capric	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00
C12	Lauric	0.00	0.00	0.48	0.12	0.00
C14	Myristic	2.89	2.33	3.18	3.67	2.58
C14:1	Tetradecenenoic	0.00	0.47	0.42	1.21	0.84
C16	Palmitic	23.94	24.63	24.12	27.28	24.38
C16:1	Hexadecenoic	4.34	2.67	2.06	5.72	4.09
C18	Stearic	13.84	19.59	15.99	13.92	14.16
C18:1	Octadecenoic	51.48	47.54	44.63	45.24	50.99
C18:2	Octadecdiecoic	1.75	1.88	6.63	2.32	1.96
C18:3(3)	Linolenic	0.08	0.54	0.46	0.15	0.47
C20	Arachidic	0.12	0.155	0.35	0.12	0.12
C20:1	Eicosadienoic	0.24	0.17	0.31	0.22	0.11
C20:2	Eicosadienoic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C20:3	Eicosatrienoic	0.09	0.00	0.00	0.00	0.1
C20:4	Arachidonic	0.08	0.00	0.00	0.00	0.15
C22	Behenic	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00
C24	Lignoceric	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00
Total		98.85	99.98	99.92	99.97	99.95

(3) 표준 품질관리 수준 확립(QDA/이화학)

상기 Table 5.에서 설령탕의 종합기호도와 속성간의 상관성을 검토해 본 결과, 향미기호도와 텍스처 기호도와 상관성이 매우 높았다. 향미 기호도 중에서 쇠머리, 양지머리, 사태육 등을 꼭 고아 만든 양질의 단백질에서 추출된 감칠맛과 사골기름과 고기기름에서 오는 고소한 맛이 상관성이 높았으며 텍스처는 농후도와 묵넘김 및 점성이 높은 상관성을 갖는 것으로 분석되어 육수의 표준품질관리 수준으로 이들 속성을 QDA 기준으로 설정하였다. 분석된 이화학적 성분 중 QDA속성과 관련도가 높을 것을 선정하기 위해 시판 설령탕 9가지 시료에 대한 관능조사 결과를(Table 9) 분석한 결과 Table 10과 같이 항목별로 기호도가 높은 값을 얻어 이를 근거로 향후 소비자에게 선호도가 높은 설령탕의 표준 품질 관리 수준의 범위를 설정하였다. 공장 규모에서 생산 중 간이적인 품질 관리를 위하여 Brix를 주로 분석하였으나 향후 수분 분석을 통해 총 고형분을 QDA로 관리하고(1차 분석 결과 5.4Brix일 때 수분 93% 상관성을 보임), 기기분석을 통해 감칠맛의 지표 물질인 정미성 유리아미노산 등의 함량을 분석하여 본 연구에서의 품질 관리 수준의 기초로 활용할 예정이다.

Table 9. analysis of description in Seolleontang samples by sensory evaluation

묘사분석		H(A)	H(B)	L	S	M	C	O	A	K
외관	밝기	54	53	32	3.6	41	5.9	3.5	4.9	5.5
	백색도	64	55	27	3.5	35	6.6	2.5	5.2	5.0
	윤기	48	47	47	4.7	44	5.0	4.4	4.4	4.2
	기름분포수준	43	3.3	5.8	5.5	4.5	3.6	3.4	5.1	4.7
	종합 외관 기호도	4.7	5.6	3.1	3.7	4.2	4.1	3.4	4.6	4.6
냄새	냄새 강도	54	3.7	6.0	4.8	3.5	4.1	4.8	5.8	5.9
	쇠기름 냄새	49	3.8	5.9	4.1	2.8	4.1	4.4	5.4	5.2
	고소한 냄새	43	3.4	5.4	4.2	2.9	3.9	4.4	4.9	4.6
	버터 냄새	49	3.3	5.0	4.7	3.3	4.2	3.9	5.4	3.9
	우유 냄새	45	3.2	4.3	4.1	3.6	4.3	3.1	5.4	3.9
	종합 냄새 기호도	3.5	3.9	5.0	4.0	3.4	3.9	4.3	4.6	4.3
향미	단맛	48	3.7	4.2	4.7	3.9	3.0	4.4	5.3	4.2
	짠맛	50	4.0	4.4	5.8	3.7	2.5	5.5	6.2	3.9
	감칠맛	48	3.8	5.4	4.6	3.6	2.8	4.9	5.6	4.3
	고소한맛	45	3.1	5.3	4.9	4.1	3.4	3.6	5.4	4.6
	느끼한맛	55	4.6	4.6	4.8	4.6	3.9	3.2	4.4	4.3
	달백한맛	45	4.0	4.1	4.1	4.0	4.3	3.3	4.4	4.0
	기름기의 입촉감	47	4.1	4.6	4.4	4.4	3.4	3.3	4.6	4.2
	첫맛 향미 기호도	4.1	3.4	5.1	4.4	3.6	3.2	3.5	5.0	4.2
텍스처	후미 향미 기호도	3.6	3.5	4.8	4.5	3.5	3.2	3.6	5.3	4.3
	종합 향미 기호도	3.8	3.5	5.1	4.4	3.4	3.2	3.8	5.5	4.1
	농후도	3.2	3.4	5.1	4.6	4.2	3.3	3.5	5.5	3.4
	점성	3.0	3.1	4.5	4.5	4.1	3.1	3.2	4.9	3.5
텍스처	묵널길	4.0	4.2	4.5	4.5	4.3	4.0	4.0	4.8	4.1
	종합 텍스처기호도	4.1	4.0	5.1	4.6	4.1	3.7	3.9	5.1	4.2

Table 11. Analysis data of itemized consumer preferences in Seolleontang samples

항목	기호도점수 (7점만점)	분석항목	분석값	기준
외관	H(A) 매장_가압	L	46.17±1.03	46±1.4
		a	-0.82±0.05	-0.82±0.04
		b	2.23±0.02	2.23±0.1
냄새	L	-	-	-
향미(첫맛)	L (매장_가마솥)	Salinity (%)	2.24±0.05	2.24±0.1
		Crude fat cont.(%)	0.467	0.467
		Protein cont.(mg/mL)	36.97±0.07	37.0±1.8
향미(후미)	A (가공식품_가압)	Salinity (%)	1.93±0.12	2.0±0.1
		Crude fat cont.(%)	0.32	0.32
		Protein cont.(mg/mL)	31.75±0.23	32.0±1.6
종합향미	A	-	-	-
텍스처	A	Solid cont.(brix)	2.23±0.06	2.2±0.1
		Viscosity	4.95±0.19	5.0±0.2

나. 재래식(가마솥)과 가압추출식 설령탕 육수 제조 및 품질 평가 (액상 농축물)

(1) 재래식으로 끓인 전통 풍미 설령탕의 정의

본 연구에서는 전통풍미의 정의를 내리기 위해 자료를 조사한 결과 전통 설령탕에 대한 명확한 기준이 없고 현재 국립농산물품질관리원에서 주관하는 전통식품품질인증을 받기 위한 품질 평가 항목으로는 고형물, 가용성고형물(2%이상), 식염(0.6%이하), 조단백(1.5% 이상), 칼슘(3.0mg/100g 이상) 기준에 적합하고 관능상 ‘고유의 색택’과 ‘고유의 향미’를 주관적으로 평가하는 등 전통식품으로서의 설령탕에 대한 객관화된 품질 기준이 적다고 판단되어서 전통풍미의 설령탕 재료는 문헌에 나와 있는 한우(사골, 양지, 머리고기 등)로 한정하였으며, 제조 방법은 사골, 양지, 사태 등을 원료로 가마솥에서 장시간 끓여서 30년간 설령탕을 제조한 장인이 그 맛을 소비자에게 인정받은 한촌설령탕(구, 감미옥)의 제조한 것을 전통 설령탕의 풍미로 정의 하였다.

(2) 재래식(가마솥)과 가압추출식 공정 비교

재래식과 가압추출식 설령탕 제조 방법의 차이점을 비교하기 위해 각각의 공정을 Fig.4와 Fig.5로 도식화 하였으며 세부 공정 차이점을 비교해본 결과 상업적으로 설령탕을 제조하는 식품공장에서 주로 사용하는 가압추출 방식은 대량으로 생산을 하여 추출시간 단축 및 효율을 높이기 위해 사골을 120℃의 고압에서 6시간 동안 순환 추출하는 공정과 기름을 혼합하는 공정이 전통식과 가장 큰 차이점을 보였다. 그 외 공정(절단-핏물빼기-열수 핏물빼기)의 기본 조건을 동일하나 대량화를 하기 위해 시간 등 세부조건에서 차이를 확인 할 수 있었다.

(가) 재래식(가마솥) 공정

재래식(가마솥)공정을 통한 설령탕의 제조법은 다음과 같다.



Fig. 4. Traditional method.

소머리와 우족, 사골을 토막 낸 것을 이용하여 깨끗이 씻어 찬물에 담가 핏물을 빼서 건지고 가마솥에 물을 끓이다가 소머리, 우족, 사골을 넣고, 한소끔 끓어오르면 물을 버린다. 다시 찬물에 끓인 재료를 넣고 푹 고면서(약 15~18시간) 양지머리를 넣어 3~4시간 정도 끓인다.

끓는 중 위에 뜨는 기름은 수시로 걷어 내며 물이 많이 줄어든 경우 중간에 물을 더 추가하며 끓이면 국물이 뽀얗게 우러나고 고기가 익고 적당히 물러지면 고기를 건져 낸 후, 육수를 식혀 기름을 제거한다.

(나) 가압추출식 공정

이연에프엔씨 음성 공장(Central kitchen)에서 생산되고 있는 가압추출 제조법을 간단하게 Fig.5와 같이 도식화 하였으며 추출시간 단축 및 효율을 높이기 위해 사골을 120℃의 고압에서 6시간 동안 순환 추출공정과 기름을 혼합하는 공정이 큰 차이점을 보였다.



Fig. 5. High pressure heating method

(3) 재래식 공정과 가압공정 육수의 차이 비교 및 품질 보완공정 검토

(가) 재래식 공정과 가압공정에 사용한 원료

설령탕 육수의 품질 기준에 사용 원료에 따라 영향을 줄 수 있어 한우의 경우 국내 유통 과정을 감안할 때 월령과 성별 및 사골 부위별 구매가 어려워 시중 정육점에서 신선한 사골과 양지고기를 구매하여 사용하였으며 호주산 사골의 경우 왕대사골(대퇴골)과 사골(상완골, 전완골, 하퇴골)로 구분되며 소고기의 경우 24개월 월령에 70일 이상 비육과 100일 이상 비육으로 구분하여 구매가 가능 하여 경험론적으로 추출액의 관능 품질이 좋은 왕대사골(대퇴골)과 24개월 이하 월령(100일 이상 비육)의 양지고기를 사용하여 실험 하였다.

(나) 육수의 차이 비교

채래식 공정과 가압공정으로 생산된 육수의 품질을 Fig. 6과 Table 11에서 비교한 결과, 가압 추출한 육수의 기름 함량이 더 많아 색도가 밝고 추출 후 고형분 회수율이 1.5~2배 높았다. 하지만 가압추출 육수는 일반적으로 추출 후 고기육수를 혼합하여 가장 먹기에 좋은 2.5~3.5 brix로 제공하기 때문에 제품 Brix에는 큰 차이가 없었다. 호주산 사골을 사용한 가압식 육수의 경우 고온 고압의 추출로 인해 고분자 단백질이 작아져 채래식으로 제조한 육수에 비해 점도가 유의적으로 낮은 경향을 보였으며, Fig. 7의 SDS-PAGE 전기영동에서도 채래식 공정에 비해 가압공정으로 제조된 육수의 경우 36K dalton 이하의 분자량을 가진 단백질이 상대적으로 많이 소실된 것으로 나타났다. 향기성분의 경우 GC/MS 분석에서 chromatogram peak 상에서는 큰 차이가 없으나 가압공정으로 제조된 육수의 경우 동일한 RT값에서 peak의 상대적인 증가와 새로운 peak들이 나타났다. 이는 설렁탕 육수 추출 시 가압공정으로 인해 추출 효율이 높고, 높은 가열온도에 의한 Reaction flavor가 생성된 것으로 사료된다.



Fig. 6. Seolleongtang prepared with traditional or high pressure heating method.

Table 11. Color values, solid contents, viscosity of Seolleongtang prepared with traditional or high pressure heating method

Sample	Origin	Color values			Solid contents (Brix)	Viscosity (cPs)
		L	a	b		
Traditional	Korea (A)	39.9±0.1	-0.9±0.0	2.45±0.0	2.38±0.09	4.9±0.3
	Australia (B)	37.1±0.1	-0.3±0.0	2.78±0.0	2.96±0.28	8.2±0.7
High pressure	Australia (C)	46.0±1.4	-0.8±0.1	2.24±0.0	3.09±0.04	4.2±0.6

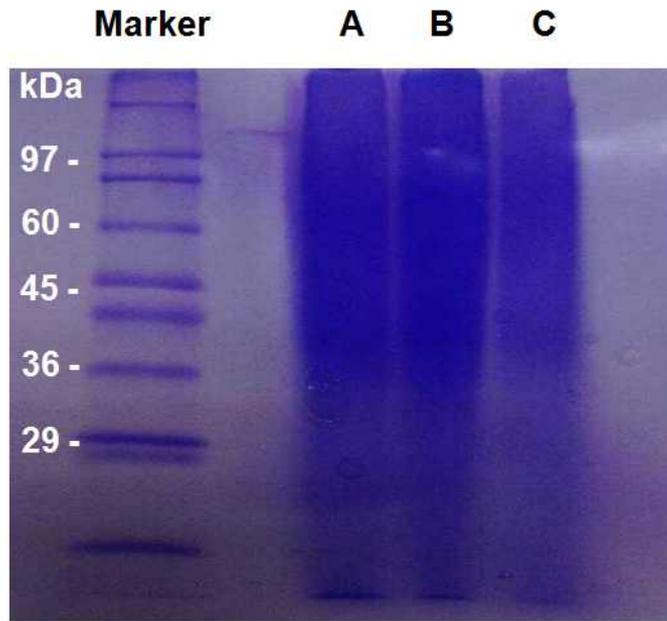


Fig. 7. SDS-PAGE pattern of Seolleongtang stocks
A, B, C: refer to Table 7.

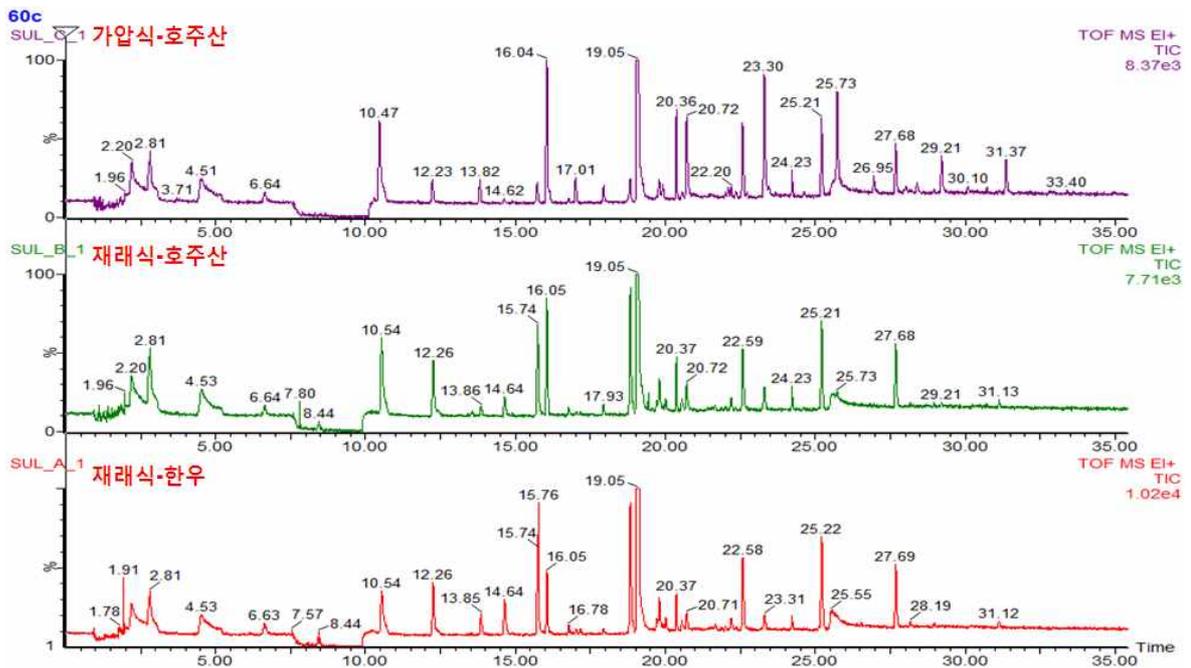


Fig. 8. Volatile analysis of beef stock through GC/Mass
Refer to Table 11(RT)

Table 12. Aroma constituents of beef stock analyzed by GC/Mass

RT	Abundance	Rel. Abundance	Suggested Compound
7.57	31	0.00526	Perfluorotributylamine
7.61	20	0.00339	Perfluorotributylamine
8.44	10	0.00175	Hexanal
15.76	358	0.06048	Octanal
16.05	205	0.0347	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-
18.83	490	0.08277	Nonanal
19.05	2900	0.48994	3-Octanol
19.06	1119	0.18913	2-Butenoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester, (E)-
19.07	381	0.06441	3-Buten-1-ol, 2-methyl-
19.09	238	0.04026	3-Cyclopentyl-1-propanol
19.11	99	0.01666	3,7-Dimethyl-1,7-octadien-3-amine
19.12	65	0.0109	4-Penten-1-ol, 2-methyl-
48.02	1	0.00013	3-Methylbutyl, N,O-bis(heptafluorobutyryl)hydroxyprolinate
64.89	1	0.00023	Silane, methylenebis(dimethyl)-

(다) 재래식과 가압식제조 육수의 관능평가

한국식품연구원 내 연구원 20명을 대상으로 한우와 호주산 사과, 고기를 이용하여 재래식(가마솥) 공정으로 생산한 육수와, 호주산 재료로 가압식 공정을 이용하여 생산한 육수의 외관, 냄새, 향미(첫맛, 후미), 텍스처, 종합 기호도를 평가하였다.(Fig.9)

그 결과 재래식과 가압(순환)식 방법으로 제조한 설령탕육수의 품질을 비교한 결과 가압(순환)식 추출할 경우 외관(밝기, 백색도, 기름분포 수준), 냄새(강도, 우유냄새, 버터냄새, 쇠기름냄새), 향미(느끼한 맛, 기름기의 입촉감, 텍스처)의 강도가 높게 나타났지만, 종합적인 기호도 측면에서는 전통 재래식 공정으로 제조한 제품이 가압공정으로 제조한 제품보다 더 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 계속해서 관능적 기호도 차이를 명확히 하기 위하여 소비자 조사를 실시하였다. 소비자 조사는 한촌 설령탕 8개 매장(인천 학익, 부천, 분당 서현, 강동, 역삼, 강남, 천안, 창원점)에서 일반 소비자 180명을 대상으로 시식 설문조사 방법을 채택하였다.

Table 12에서와 같이 한우를 원재료로 하여 전통재래식 방법으로 생산한 제품이 색상, 향, 맛, 목넘김, 담백함, 감칠맛 등 전반적인 항목에서 높은 점수를 받았으며 종합 기호도 에서도 5.49/9.0만점으로 가장 높았다. 가압식 제조방법(탱크, 120℃, 1.5 kgf/cm² 이상, 6시간)이 재래식 제조방법(가마솥, 15~18시간 가열추출) 색상과 진한 정도의 항목에서 높은 점수를 받았으나 전반적인 관능풍미가 떨어지는 것은 사과기름과 dislike flavor를 발현하는 단백질(용혈/글수응집물)을 분리하기 어려워 기름 맛이 강하고 좋지 않은 flavor가 발현되기 때문으로 사료된다.

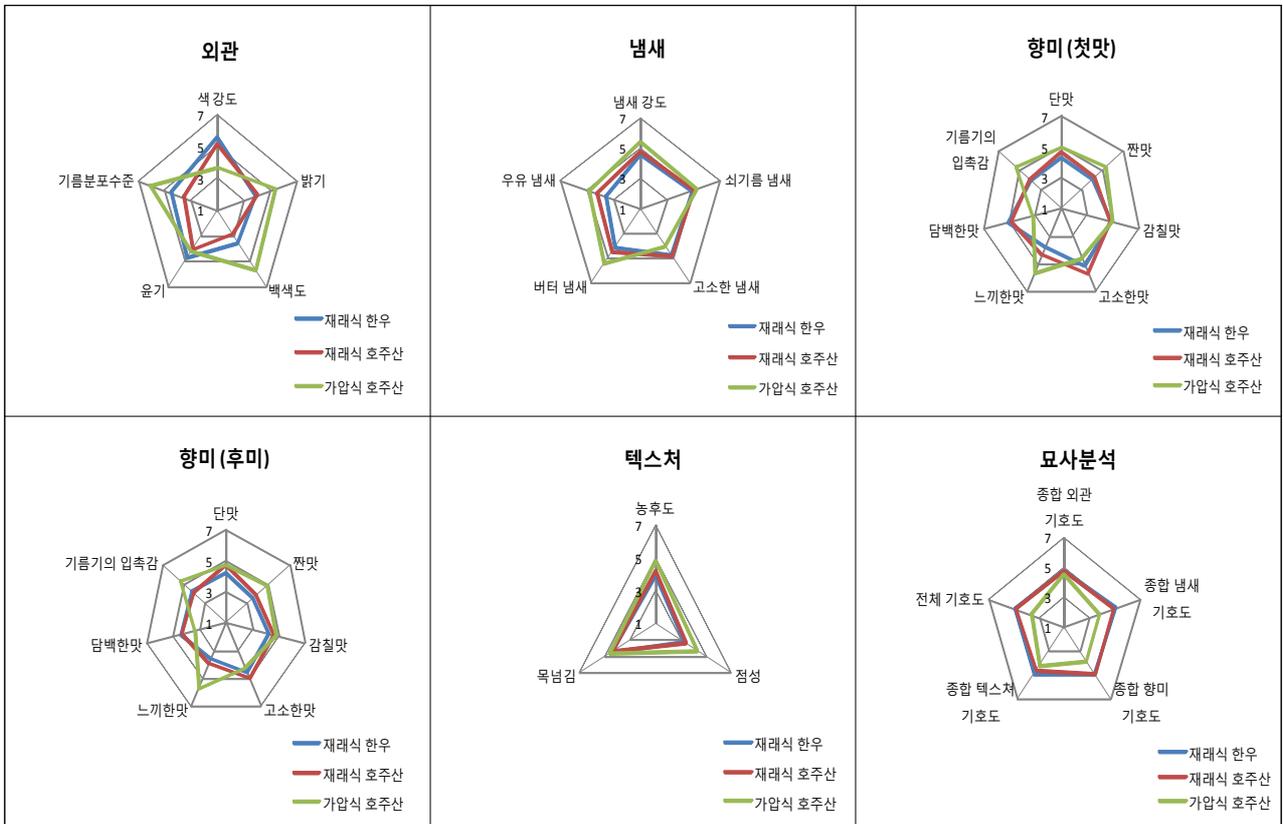


Fig. 9. Sensory evaluation on the Seolleongtang stocks prepared by traditional and high pressure heating method

Table 12. Consumer test(n=180)

항목	색상***	향***	맛***	목넘김*** (질감)	담백함***	감칠맛*** (고소함)	진한정도* **	종합기호도 ***	
전통재래식	한우	4.99±2.01 ^b	5.18±2.07 ^a	5.38±2.25 ^a	5.57±2.11 ^a	4.94±2.12 ^a	5.02±2.18 ^a	4.62±2.17 ^b	5.49±2.10 ^a
	호주	4.24±1.77 ^c	4.23±1.80 ^c	4.08±1.89 ^c	4.58±1.94 ^b	3.89±1.77 ^b	3.69±1.74 ^b	3.62±1.79 ^c	4.29±1.95 ^c
가압식	호주	5.99±2.19 ^a	4.67±2.23 ^b	4.74±2.32 ^b	5.01±2.23 ^b	5.09±2.31 ^a	5.25±2.33 ^a	5.72±2.36 ^a	4.87±2.38 ^b

(라) 한우사골과 호주산 사골의 지방 및 지방산 조성

식육 가열시 풍미성분의 약 90%는 지질로부터 유래하는 것으로 보고되어 있다.(Baily, 1983) 사골기름(지방)은 설령탕육수의 중요 풍미 발현 인자임으로 한우사골과 호주산 사골의 지방산 조성을 분석한 결과 쇠고기 기름의 지방산 구성과 같으며 주로 팔미트산, 스테아르산, 올레산으로 구성되어 있다. 한우기름과 호주산 기름의 풍미와 응고점이 다른 것은 포화 지방산 (한우 46.1% > 호주산 43.8%)과 불포화 지방산(한우 50.9% < 호주산 54.3%)의 함량과 구성 차이로 보여 지며, 특히 호주산 기름이 노란색인 반면 한우 기름이 흰색인 것은 스테아르산(Stearic acid) 함량이 높기 때문이다. 호주산 사골을 가압추출 할 경우 상압추출 보다 불포화 지방산 함량이 높을 것을 확인 할 수 있었다.

Table 13. Fatty acid composition of Korean beef bone and Australian beef bone

항목	지방산	Composition (%)				
		한우 (가압)	호주산 (가압)	호주산 (상압)	호주산 (통전)	
Saturated fatty acid	C14:0	미리스트산(Myristic acid)	1.4	2.5	1.9	1.4
	C16:0	팔미트산(Palmitic acid)	22.1	24.4	23.8	22.7
	C18:0	스테아르산(Stearic acid)	22.4	16.8	22.4	22.6
	C20:0	아라키드산(Arachidic acid)	0.2	0.1	0.2	0.2
		소계	46.1	43.8	48.3	46.9
Unsaturated fatty acid	C14:1	미리스톨레산(Myristoleic acid)	0.2	0.4	0.3	0.2
	C16:1	팔미톨레산(Palmitoleic acid)	2.3	2.9	1.9	1.7
	C18:1	올레산(Oleic acid)	45.6	48.9	44.6	46.4
	C18:2	리놀레산(Linoleic acid)	1.5	1.6	0.9	0.5
	C18:3	리놀렌산(Linolenic acid)	0.8	0.1	0.3	0.1
	C20:1	가드올레산(Gadoleic acid)	0.5	0.4	0.5	0.7
	소계	50.9	54.3	48.5	49.6	

(4) 보완공정을 적용한 실험실 수준의 표준공정 도출

상기 재래식과 가압식제조 육수의 관능평가 결과 가압식 제조방법(탱크, 120℃, 1.5 kgf/cm² 이상, 6시간)이 재래식 제조방법(가마솥, 15~18시간 가열추출) 보다 풍미에 있어서 다소 떨어지는 경향을 보였으나 가압추출 방식과 유화공정 최적화를 통해 풍미 발현을 최적화하면 재래식 설령탕 국물의 가장 큰 특징인 사골국물의 깔끔함과 고소함을 구현할 수 있다고 판단되며 이를 기본으로 Fig. 10과 같이 표준공정을 도출 하였다.

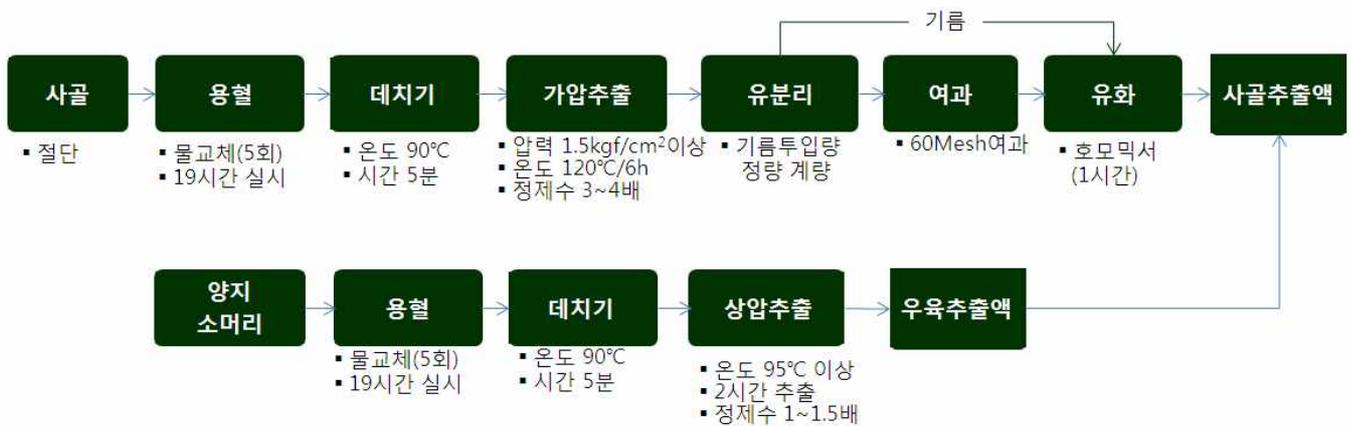


Fig. 10. Standard process scheme of small scale for the Seolleongtang.

다. Pilot 규모(70kg)의 설령탕 제조 공정 확립

상기의 도출된 실험실 수준의 표준공정을 근거로 호주산 왕대사골(대퇴골)과 24개월 이하 월령(100일 이상 비육)의 양지고기를 사용하여 실험 하여 Pilot scale의 제조 조건을 아래와 같이 확립하였다. 사골의 추출률을 높이기 위해 10×10mm로 절단하여 사용 하였으며, 핏 빼기용 정제수의 온도가 높거나 교환 횟수가 적으면 사골의 선도가 떨어져 가압 추출 후 dislike한 풍미 발현을 방지하기 위해 22℃ 이하의 수온에서 깨끗한 정제수로 4시간 간격으로 5회 이상 물을 갈아주며 1차 용혈 후 90℃ 이상의 정제수에서 5분 이상 끓여 2차 용혈을 하여 육수에서 이취 발생을 최소화 하였다. 사골의 3~3.5배 가수 하여 120℃, 고압(1.5 kgf/cm² 이상)에서 6시간 동안 가압추출 하여 얻은 4.7±0.3 Brix 육수를 90℃까지 냉각시켜 상층부에 뜬 사골기름을 제거 하면 사골추출액 중량 기준 으로 약 7~8%의 사골기름을 얻을 수 있다. 이렇게 얻은 사골 기름을 사골추출액에 투입하여 70±5℃로 중탕하며 Inline-homomixer로 3,000rpm에서 60분 유화 시켜 사골육수를 제조하였다. 이렇게 제조한 사골육수에 쇠고기(양지고기, 머리고기)를 상압에서 열수추출 하여 제조한 우육육수를 혼합하여 Pilot 규모의 생산조건을 확립 하였다.

Fig. 11. Pilot(70kg) scale manufacturing process of the Seolleongtang.



3. Plant 규모(Large scale) 생산 공정의 최적화

이연에프엔씨는 프랜차이즈 60여개 매장에 설령탕 육수를 제공하기 위해 호주산 사과를 월 35톤을 사용하고 있으며, 전통풍미의 설령탕 맛을 개발하여 매장에 공급하기 위해 한우 사과 구매 지역 축협 2~3곳과 추진하였으나 한우사과를 월 35톤의 수급하는 것은 가격과 공급안정성이 떨어져 안정적으로 구매할 수 있는 호주산 왕사과를 사용하여 이연에프엔씨 음성공장 생산 설비 Line balance에 맞게 설령탕 약 11,000 그릇 분량의 설령탕육수를 생산할 수 있도록 대량 생산 공정을 최적화 하였다.

가. 사과육수 생산 최적화

설령탕육수를 대량 (11,000그릇/회)생산하기 위해 필요한 사과육수 약 2,000kg을 생산하기 위해 사과육수의 품질 주요 인자인 전처리(용혈)와 가압추출 및 사과기름 함량 등의 생산 조건을 설정하였다.

(1) 사과 전처리 (절단, 냉수용혈, 열수용혈)

호주산 왕대사과(대퇴골)의 열수추출 효율을 높이기 위해 크기를 10×10cm로 절단하고, 대량의 사과의 핏물을 효율적으로 제거하기 위해 냉수용혈 다음 열수용혈을 실시하는 2 Step으로 공정을 설정하였다.

냉수용혈은 자동 급수와 배수가 되는 2.5톤 용혈탱크를(Fig.12) 활용하여 설비 Capa.에 맞게 절단사과(450~500kg/배치) 중량의 5배 가수를 하여 용혈공정을 최적화 하였다. 냉수용혈의 효율은 시간, 물교환 횟수, 물흐름 세기, 물온도, 가수량과 비례하였으며(Table 14) 하절기(7~8월)에 장시간(15시간 이상) 정치 용혈 할 경우 핏물의 변패로 인해 휘발성염기질소(VBN) 함량이 20mg%를 초과 하여 사과육수에서 이취가 발생한다. Table 14와 같이 냉수용혈의 최적 공정은 물 사용량과 폐수 처리능력을 고려하여 물이 가장 적게 소요되는 순환식 용혈(2마력)로 총 4회(1회/4시간)이상 물을 교환해 주어 22℃이하의 수온을 유지하는 공정으로 최적화 하였다. 냉수용혈로 제거 되지 않은 사과 내부의 일부 피와 응고물들은 90℃ 이상 열수에서 5분 이상 가열 시킴으로써 맛을 떨어뜨리는 협잡물과 육수의 잡내 발생을 방지하여 깔끔한 사과육수를 제조할 수 있도록 전처리를 하였다.



Fig.12 Preprocessing (A : Sawed beef leg bone, B : Removing blood of beef leg bone)

Table 14. The condition of removing blood in beef leg bone

항목	순환모터	최대 수온	물교체 총 횟수	휘발성염기질소	용혈 정도
정치용혈(20h)	-	26±0.2℃	1회	41.4±3.5mg%	3.5±0.2
정치용혈(20h)	-	23±0.5℃	6회	18.4±2.3mg%	5.4±0.3
순환용혈	1마력	23±0.3℃	5회	9.5±3.1mg%	6.2±0.4
순환용혈	2마력	22±0.5℃	4회	10.2±2.0mg%	6.5±0.3
순환용혈	3마력	22±0.4℃	3회	9.3±4.2mg%	6.4±0.2

* 용혈정도 : 7점 척도 평가, 5점 용혈상태 양호 (정제수의 색상과 유사)

(2) 가압추출

현재 이연에프엔씨 음성공장에서 생산하고 있는 사골육수는 상업적으로 대량생산이 가능한 가압추출 설비를 사용하여 120℃, 고압(1.5 kgf/cm² 이상)에서 사골육수를 추출하고 있다. 1차 년도에 순환식 가압추출 방법으로 생산한 육수와 재래식 제조방법(가마솥, 15~18시간 가열추출)으로 생산한 육수를 관능평가 결과, 풍미가 다소 떨어지는 경향을 보여 이를 보완하고자 정치식 가압추출 공정의 최적화를 진행하였다. Fig.13와 Fig.14에서 추출방법에 따른 사골육수 Brix와 고형분 회수율(총고형분/사골투입량×100)을 비교한 결과 추출 효율은 6시간 이후부터 증가율이 2.5% 이내로 크지 않아 6시간 추출이 경제적이라고 판단되며, 순환추출의 고형분 회수율은 22.8%(Brix 5.3±0.2)이나 정치식 추출 수율은 18.4%(Brix 4.7±0.2)로 낮은 값을 보였다. 이것은 순환추출의 경우 추출액을 물리적으로 강제 순환 시켜 사골기름이 Fig.4와 같이 불규칙하게 유화되어 기름분리가 잘 되지 않아 조지방 함량과 고형분이 높게 분석 값을 나타내었다. 순환/정치식 가압추출 방법으로 제조한 사골육수의 지방 분석 값을 제외한 추출액의 가용성 고형분은 4.67%와 4.5%으로 유의차가 없었다.

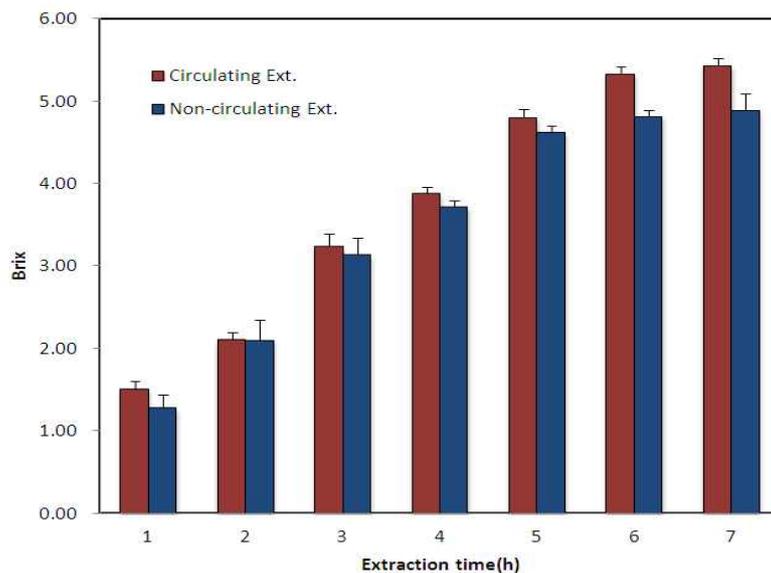


Fig.13 Increased rate of brix in beef leg bone stock by pressured extraction

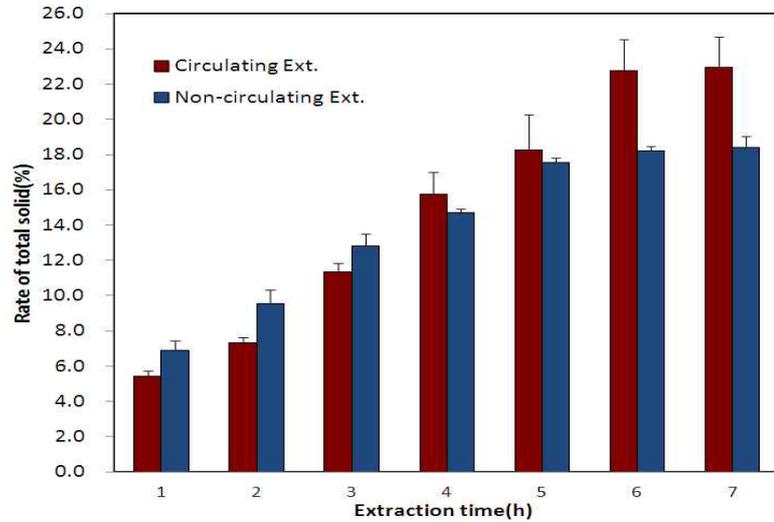


Fig.14 Increased recovery rate of total solid in beef leg bone stock by pressured extraction

* Recovery rate = total Solid(W)/beef leg bone(W)×100

가압 추출 방법에 따른 유분리 차이는 Fig.15와 같이 추출 후 정상만으로도 큰 차이를 보인다. 순환식 가압 추출 방법의 품질상의 단점은 1) Table 15에서와 같이 유분리율이 7±7.5%로 (최소 2% ~최대 21% 분리) 낮고 Lot별 표준편차가 7.5%이며 사골육수의 기름함량이 6.9%로 높기 때문에 설령탕육수의 냄새 강도가 세고 기름기의 입촉감과 느끼함이 강해 전체적인 기호도가 떨어지며, 2) 육수에서 특유의 누린 off-flavor를 발현 시키는 단백질(용혈 응집물, 골수 응집물 등) 덩어리들은 순환 과정에서 작게 부서져 설령탕육수에 혼합되어 이취를 발생시키는 것으로 Table 16에서 제시한 것과 같이 조단백질 함량이 3.1%로 정치식 추출의 조단백 2.5%보다 높은 것으로 확인할 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 1차 년도에 전통방법으로 제조한 설령탕육수보다 종합적인 관능 기호도가 떨어지는 것은 순환식 추출방법이 원인으로 판단된다.



A



B

Fig.15 The separation of bone oil and off-flavor proteins by pressure extract

(A: Circulation extraction, B : Non-circulation extraction)

대량 생산한 설령탕육수의 종합적인 관능 기호를 높이기 위해서는 사골육수를 120℃, 고압(1.5 kgf/cm² 이상)에서 정치식으로 추출하고, Fig. 15와 같이 사골기름과 이취를 발생하는 단백질 응고물 등을 100% 분리 한 후, 일정량의 사골기름을 투입하여 물리적 유화 공정을 거쳐 생산 하면 깔끔하고 단백한 맛의 사골 육수를 생산 할 수 있다. 지금까지 최적화한 사골 용혈공정과 정치식 가압추출 공정중 온도 변화를 data logger로 측정하여 Fig.16에서 제시 하였으며, 자사에서 순환식 가압추출과 정치식 가압추출로 생산한 사골육수와 현재 시중에서 판매 중인 설령탕 제품의 무기질(Ca, Ma, P) 함량을 비교하여 품질을 검증 하였다. (Table 15)

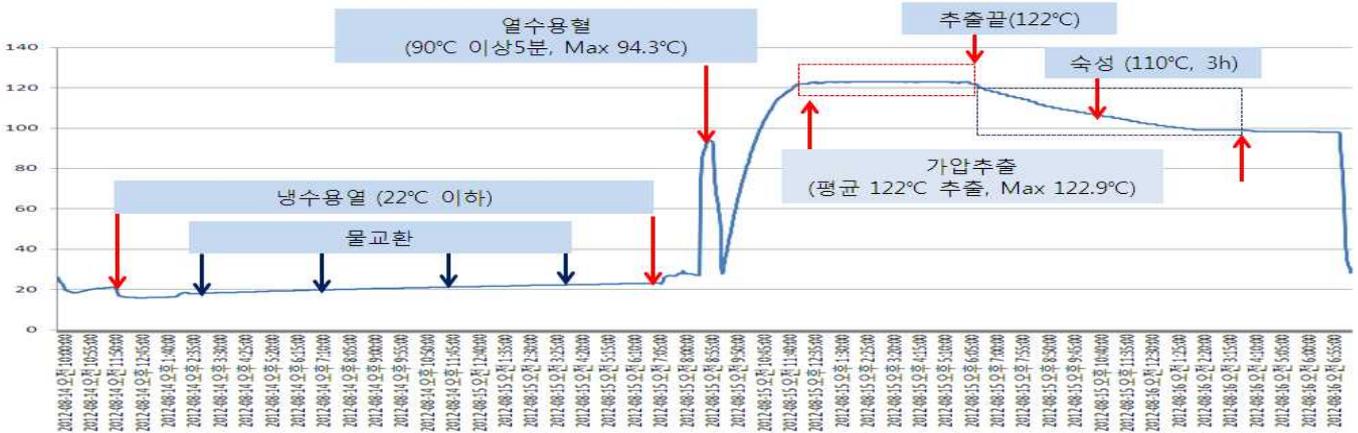


Fig.16 The Changes of temperature for beef leg bone stock production by pressured extraction

Table 15. Mineral content, Oil recovery rate by pressured extraction in beef leg bone stock (분석예정)

Sample	Minerals(mg/100g)			*Oil recovery rate(%)
	Ca	Mg	P	
Circulation Ext.	6.8	2.4	14.6	7.0±7.5
Non-circulation Ext.	4.7	0.9	6.0	28.0±1.0

* 사골기름 유분리 중량(kg)/사골투입량(kg)×100

(3) 사골기름 함량 설정

전통 재래식 방법으로 제조한 사골육수의 경우 장시간 끓이기 때문에 소량의 사골기름이 사골에서 추출된 수용성 성분과 물리적으로 잘 섞여있으나, Plant 규모(Large scale) 가압추출의 경우 추출시 분리된 사골 기름을 제조 공정 중 물리적으로 유화 시켜야만 사골기름에서 오는 깊은 육수 맛과 고소한 풍미가 발현된다. 최적의 사골 기름 투입량을 설정하기 위해 이연에프 엔씨 부설연구소 연구원 6명과 당사에서 품질 관리 및 매장 조리운영 업무를 담당하는 6인을 대상으로 사골기름 1%, 2%, 3%, 4% 투입하여 제조한 육수의 외관, 냄새, 향미(첫맛, 후미), 텍스처, 종합기호도를 평가하여 Fig.17에서 제시하였다. 그 결과 사골기름함량이 높을수록 외관의

경우 백색도, 기름분포 수준, 윤기, 냄새의 경우 강도, 쇠기름냄새, 버터냄새, 우유냄새, 향미의 경우 느끼한 맛, 기름기의 입촉감, 텍스처의 경우 농후도, 점성 항목에서 강도가 높게 나타났지만 종합적인 기호도 측면에서는 사골기름 4%가 함유된 사골육수가 제일 높은 것으로 평가되었다. 사골기름 함량이 낮을수록 백색도 및 느끼함이 저감되나, 사골육수의 고유의 풍미를 느끼기엔 다소 강도가 낮았다. 가압추출 방법에(순환/정치) 따른 수분, 조지방, 조단백, 색도 차이를 Table 16에 제시하였다. 향후 사골기름 투입량을 3.5~4.5% 범위에서 최적화 하여 설령탕 풍미 향상 기술을 연구할 계획이다.

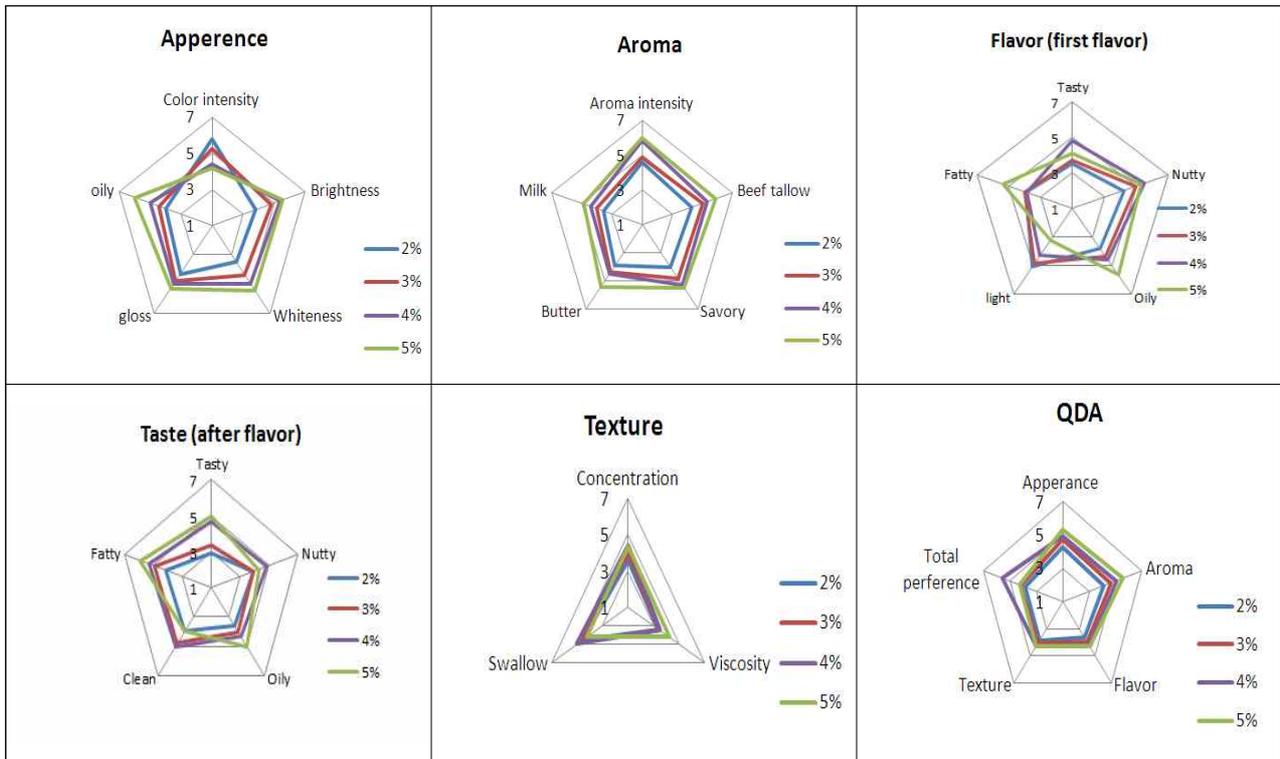


Fig. 17. Sensory evaluation of Beef leg bone prepared by oil content

Table 16. The analysis data of beef leg bone stock

Sample	Brix	Moisture (%)	Crude fat (%)	Protein (%)	Color values		
					L	a	b
Circulation Ext.	5.53±0.05	90.43±0.32	6.9±1.1	3.10±0.04	68.89±0.09	-0.96±0.01	2.87±0.03
Non-circulation Ext.	5.25±0.10	93.71±0.17	3.8±0.18	2.53±0.58	66.87±0.04	-0.92±0.01	2.89±0.01

나. 고기육수 생산 최적화

설령탕육수에 사용되는 고기육수는 약 900kg를 생산하기 위해 고기육수의 품질 주요 인자인 전처리(용혈)와 추출시간 등의 생산 조건을 설정하였다.

(1) 쇠고기(양지, 머리고기) 전처리

고기육수를 제조하기 위해서 소고기(양지)는 24개월 월령에 100일 이상 비육한 호주산 양지와 국내산 육우 소머리 고기를 사용함으로써 육수의 감칠맛을 높였다.

소고기육수의 경우 핏물제거 공정에 따라 깔끔한 육수 맛을 좌우하기 때문에 고기육수 추출시 중요한 공정이다. 특히 하절기 대기온도가 높을 경우 장시간의 핏 빼기로 인해 변패가 발생할 수도 있고, 핏물제거가 덜 되면 육수에서 누린내와 dislike 풍미가 발현되기 때문에 2.5톤 용혈탱크를 사용하여 양지고기 400kg와 소머리고기 300kg을 기준으로 고기중량 대비 4배 가수를 하여 용혈공정을 최적화 하였다. 소고기(양지, 머리고기)의 경우 제거해야 할 핏물이 많아 1차 핏물 제거를 위해 물을 4시간 동안 순환시킴으로써 품질을 확보 한 후, 핏물이 잘 빠진 소고기는 용도(수육용, 탕고기용)에 맞게 선별 및 재단을 실시하였다.

호주에서 수입되는 양지고기는 개체 중량이 $8.5 \pm 1.5\text{kg}$ 인데, 개체 부위 중 두께가 두꺼운 부위는 지방 함량이 높고 마블링 상태가 좋아 수육용으로 사용하고, 두께가 얇고 지방함량이 적어 식감이 딱딱한 부위는 설령탕에 함께 제공되는 탕고기 용으로 사용한다. 소머리고기는 비가식 부위(눈, 털, 이자 등) 제거 후, 양지고기와 소머리고기의 2차 냉수용혈을 Table 17과 같은 조건으로 실시한 결과 하절기에 부산물 부위와 핏물의 변질을 방지하기 위해 휘발성염기질소 함량이 20mg% 이하이고 용혈 정도가 적합하다고 평가되는 조건(양지고기 3회/총, 소머리고기 4회/총 물 교환)으로 최적화 하였다.

Table 17. The condition of removing blood in beef

항목	순환모터	최대 수온	물교체 총 횟수	휘발성염기질소	용혈 정도
양지고기	2마력	21.2±0.6℃	3회	13.4±0.7mg%	6.3±0.3
양지고기	2마력	20.5±0.4℃	4회	9.2±0.8mg%	6.4±0.2
머리고기	2마력	23.4±0.7℃	3회	23.0±2.1mg%	5.3±0.2
머리고기	2마력	20.7±0.5℃	4회	12.2±2.0mg%	6.2±0.5

* 용혈정도 : 5점 이상이면 품질 양호 (정제수의 색상과 유사)

(2) 상압열수 추출

2톤 상압추출 탱크에서 고기육수를 대량 생산시 삶는 조건(추출온도, 시간)은 Table 18와 같다. 쇠고기를 삶은 육수는 설령탕육수 제조에 사용하고, 잘 삶아진 고기는 조리용도에 따라 탕고기와 수육 고기로 구분해 사용하기 때문에 가열(95℃ 이상) 추출 시간은 고기의 맛과 식감에 영향을 미쳐 추출시간별 수율을 Fig.18와 같이 측정하여 삶은 고기 품질 및 경제성을 높이는

공정으로 최적화 하였다. 이를 고려한 소머리고기는 90℃에서 5분간 데침으로써 소머리에 붙어 있는 기름과 부산물에 기인한 off-flavor 풍미를 유발하는 육수 찌꺼기들을 제거한 후, 95℃ 이상에서 삶는 조건을 설정한 결과 중심부위까지 익기 위해서는 100분 이상을 삶으면 되나 소머리 고기의 skin과 수육용으로 식감을 부드럽게 하기 위해 120±5분 정도 삶는데 이때의 breaking force는 2,000±500g, breaking distance는 9±1mm로 양지고기에 비해 낮은 값을 나타낸다.

Table 18. The boiling condition of beef stock

Sample	탕고기용		수육용	
	양지고기	머리고기	양지고기	머리고기
Beef	95℃, 50±5min	95℃, 120±5min	95℃, 80±5min	95℃, 120±5min

탕고기용 양지고기 두께는 8cm 이하로 수육용보다는 얇기 때문에 95℃ 이상에서 50분 이상 삶는데, 45분 이하로 삶을시 탕고기(중량 5kg 이상인 양지) 중심부까지 익지 않아 핏기 발생 및 식감 저하가 발생하고, 60분 이상 삶으면 고기가 너무 익어 식감이 푸석푸석 지는 경향을 보임에 따라 설령탕 고명고기로 사용하는 양지고기(탕고기)는 육수의 맛과 탕고기의 식감을 고려하여 50±5분으로 삶는 시간을 설정하였다. 이때의 물성을 측정된 결과 breaking force는 8,000±2,000g, breaking distance는 11.5±0.6mm을 보였으며 breaking force의 편차가 큰 것은 탕고기 자체의 두께가 얇고, 개별 중량이 5.2±1.2kg로 편차 범위가 넓어 익힘 정도 차이가 커지기 때문으로 사료된다. 수육용 양지고기는 10cm 이상으로 두꺼워 95℃ 이상의 열수에서 고기의 중심까지 익는데 걸리는 최소 시간이 80±5분으로 삶는 시간에 따른 식감의 특성은 탕고기와 동일한 경향을 보였으며 breaking force는 7,500±500g, breaking distance는 11.0±0.5mm 값을 나타내었다. 이렇게 소머리고기와 양지고기를 삶는 과정에서 추출한 육수의 고형분 1.2%, 조단백 0.22%, 조지방 0.88% 으로 사골육수 보다 낮은 분석 값을 보이지만, 사골육수와 어우러져 설령탕육수의 감칠맛과 단백질맛을 주기 때문에 육수에서는 중요한 맛 profile을 제공한다. 소고기 삶을시 최적 삶는 시간보다 10분 더 삶더라도 육수의 고형분의 증가가 0.1% 이내로 소량 증가하여 관능상의 유의차가 적기 때문에 고기가 익을 정도로만 삶는 것이 탕고기의 품질과 경제성을 높이는데 적합하였다.

Table 19. The analysis data of beef stock

Sample	Brix	Moisture (%)	Crude fat (%)	Protein (%)
Beef stock	1.25±0.10	98.43±0.32	0.22±0.09	0.88±0.09

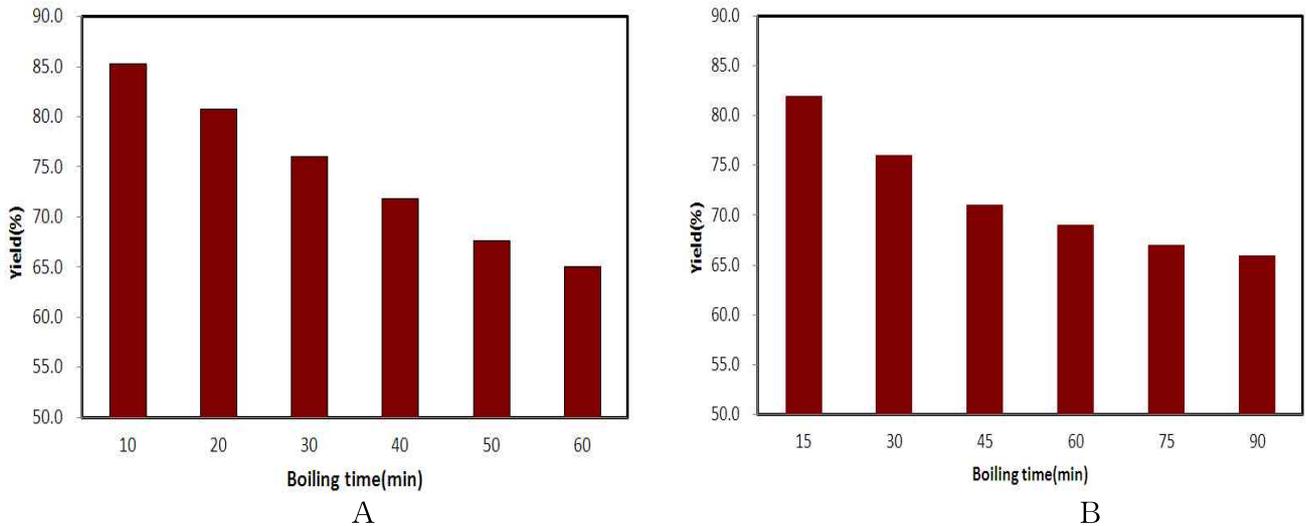


Fig.18 The comparisons of yield from yangji(A:탕고기) and yanji(B:수육) by boiling method

다. 설령탕육수 생산 최적화

앞에서 최적화된 공정으로 생산한 사골육수와 고기육수를 사용하여 전통풍미의 설령탕육수를 생산하기 위해 설령탕 맛에 가장 중요한 풍미 factor인 사골기름의 유화 공정, 육수의 혼합공정 및 대량으로 생산한 품질을 유지하기 위한 냉각조건을 설정하였다.

(1) 사골기름 유화

설령탕육수를 대량(11,000그릇/배치 이상)으로 생산하는 과정에서 사골기름의 유화 정도는 성상 및 품질에 중요한 인자로 작용하여 상업적으로 Plant에서 많이 사용되는 유화설비의 특성을 Table 20에서 비교하였다. 당사가 보유하고 있는 인라인호모믹서(Inline emulsifier)와 호모믹서(Homomixer) 설비를 활용하여 유화공정을 확립 하였으며 향후 유화시간 단축과 2차 가공(Retort)에 대한 유화 안전성을 확보하기 위해 고압유화(homogenizer) 설비를 활용한 유화 조건 및 특성을 Fig.19과 Table 21에서 제시하였다.

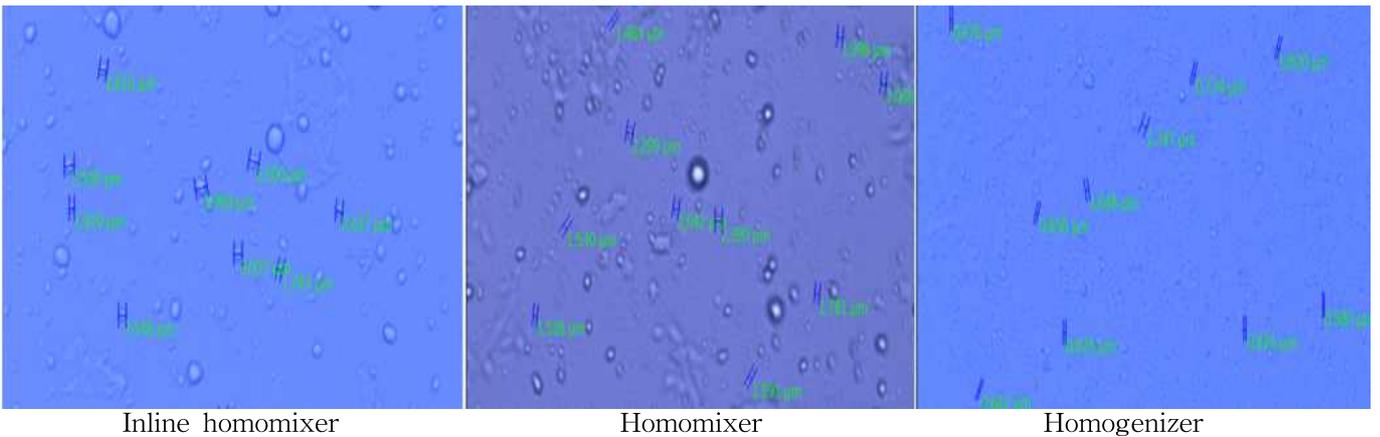
Table 20. Emulsifying machine for the food industry

설비	Inline emulsifier(현장)	Homomixer(현장)	homogenizer
사진			
방식	연속식	배치식	연속식
Spec.	Max. 10m ³ /h, 2,900rpm, 30Psi	6,000rpm	1,000~8,000Psi, 100~150L/h
입자 Size	유적분포 : 1.5 ~ 10 μm	유적분포 : 1.5~10 μm	유적분포 : 0.5 ~ 2 μm (3,000Psi)
색가 (사골육수)	L : 51.07 ± 0.03 (66.87 ± 0.04)	L : 54.07 ± 0.17 (68.53 ± 0.07)	L : 66.87 ± 0.04 (75.96 ± 0.14)

Table 20과 같은 설비 조건에 따라 유화력을 전자현미경을 가지고 측정한 결과 Fig.19서 제시한 것과 같이 인라인호모믹서 > 호모믹서 > 고압유화기 순으로 유적이 크게 나타났으며, 설령탕육수의 유적 크기, 색도(Lightness) 값이 사골육수보다 떨어진 것은 색도가 상대적으로 낮은 소고기육수를 투입 및 혼합하였기 때문이다. 생산되는 공정별 육수의 유화 품질을 평가해보면 다음과 같은 품질 패턴을 보인다. 1) 유적이 50 μ m 이상이 되면 유화 안전성이 떨어져 냉장보관 중 유분리가 발생 되어 설령탕육수의 고소한 풍미가 약해져 지고, 2) 유적이 1 μ m 이하로 과도하게 유화되면 Milk flavor와 Milk taste 풍미가 높아져 유제품을 첨가했다는 오해가 발생할 수 있으며, 3) 특히 고압유화기를 사용하여 4,000psi 이상으로 유화할 경우 일부 시판용 가공 설령탕육수에서 발생하는 백탁 현상이 발생하여 Table.8의 색도(Lightness) 분석 결과와 같이 65이상으로 높은 값을 보였다. 이러한 결과를 바탕으로 설령탕육수의 유화 후 유적크기는 3 \pm 1.5 μ m이 가장 적합하다고 판단된다. 이때의 설령탕육수는 전통방식으로 생산한 향미(고소한 맛, 담백한 맛, 농후도, 고소한 냄새)와 유사하고 색도(Lightness) 측정값은 50~55로 진한 설령탕의 성상을 갖는다. 향후 설령탕육수의 생산성 향상과 2차 가공(Retort, Semi-retort, 감압농축 등)제품을 생산하기 위해서는 유화안전성이 확보되어야 하며, 향후 현대인들은 저지방의 식품과 음식을 선호하므로 고압유화를 통해 소량의 기름으로 설령탕의 풍미를 발현할 수 있게 지방 함량을 조절하여 소비자가 저지방 형태로 활용 할 수 있게 하기 위해 고압유화기의 설비에 대해서추가 연구를 진행할 예정이다.

Fig.19. The picture of emulsified Seolleongtang stock

a) beef leg bone stock



b) Seolleongtang stock

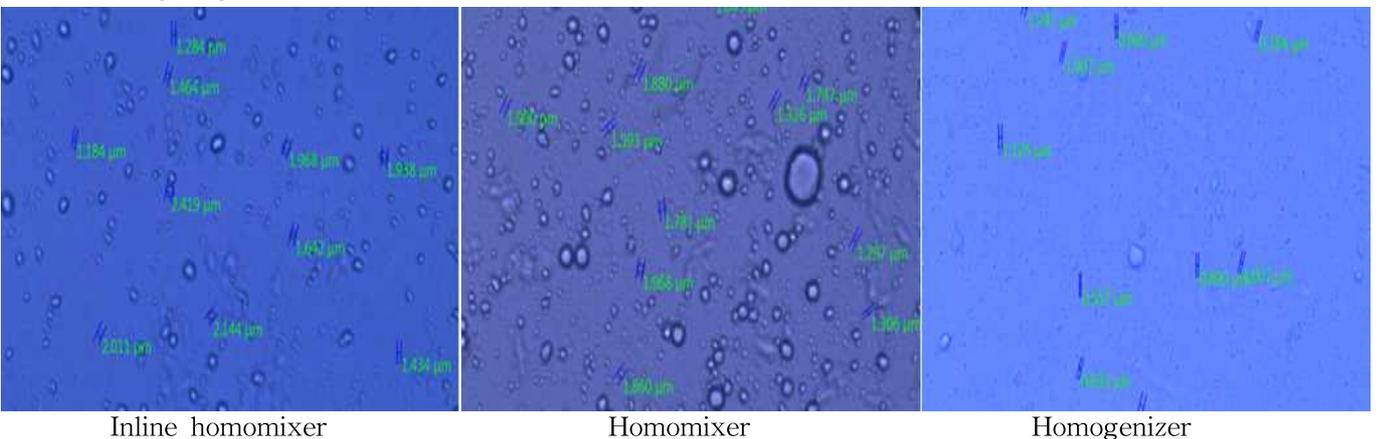


Table 21. Emulsion size, color value of emulsified Seolleongtang stock
a) beef leg bone stock

Sample	Condition	Emulsion size (μm)	Color values		
			L	a	b
Inline homomixer	2,900rpm (Flow rate 10 m ³ /h)	2.82±0.71	66.87±0.04	-0.92±0.01	2.88±0.01
Homomixer	2,500rpm	1.87±0.34	68.53±0.07	-0.98±0.03	2.76±0.03
Homogenizer	3,000 Psi	0.91±0.32	75.96±0.14	-0.95±0.01	-0.42±0.02

b) Seolleongtang stock

Sample	Condition	Emulsion size (μm)	Color values		
			L	a	b
Inline homomixer	2,900rpm (Flow rate 10 m ³ /h)	1.75±0.41	51.07±0.03	-0.68±0.01	-0.60±0.02
Homomixer	2,500rpm	1.72±0.24	54.07±0.17	-0.69±0.01	2.76±0.03
Homogenizer	3,000 Psi	0.81±0.22	66.87±0.04	-1.03±0.01	-2.13±0.01

(2) 육수 혼합

재래식 공정에서는 소머리와 사골을 토막 내어 깨끗이 씻어 찬물에 담가서 핏물을 뺀 후 끓는 물(가마솥)에 소머리와 사골을 넣고, 한소끔 끓어오르면 물을 버린다. 가마솥에 찬물을 받아 사골을 넣고 약 15~18시간 푹 끓이면서 위에 뜨는 기름은 수시로 걷어 내며 소머리고기와 양지고기를 넣고 3~4시간 정도 삶아 사골육수와 고기육수 맛이 잘 어울려 지게 푹 곤다. 고기가 적당히 익었을 때 고기는 건져 내고, 육수는 식힌 후 상층에 굳은 기름을 제거하여 설령탕육수를 제조한다. 하지만 대량의 설령탕육수를 제조시 위와 같은 전통생산방식은 경제성이 떨어지기 때문에 이연에프엔씨 음성공장에서 생산설비 Line balance에 맞게 설령탕육수(설령탕 약 11,000 그릇 분량) 생산할 수 있도록 3톤 혼합탱크에서 개별로 생산한 사골육수(고형분 5.3%)와 양지 및 머리 고기로 추출한 고기육수(고형분 1.5%)를 설령탕육수 비율로(사골육수 70% : 고기육수 30%) 혼합 후, 상업화 균질설비인 인라인호모믹서(연속식)와 호모믹서(배치식)를 사용하여 유적 크기 1.5~5μm 80% 이상으로 유화시켜 설령탕육수를 제조하였다.

설령탕육수의 맛은 사골과 쇠고기(양지,소머리고기)에서 추출되는 유리 아미노산, 지방성분과 함량, 유화 정도에 따라 맛이 결정된다. 설령탕육수에서 국물 조화도와 맛의 balance를 알아보기 위해 사골육수와 고기육수에서 추출되는 주요 맛 성분인 유리아미노산 함량을 분석하여 Table23과 같은 기준으로 유리아미노산 특성별로 구분한 결과 Table 22와 같다. 육수중 감미성 아미노산인 glycine, alanine, proline의 함량이 가장 높았고, 고미성 아미노산(arginine,

leucine 등)과 정미성 아미노산 (glutamic acid, aspartic acid)이 유사한 비율을 나타내었다. 사과육수의 유리아미노산 함량은 상압추출 보다 가압추출이 약4.8배, 통전가압추출이 약2.2배 높게 추출되었지만, 고온 고압으로 추출할 경우 상압보다 상대적으로 고미성 아미노산이 좀 더 추출되는 것을 알 수 있었다. 이는 사과를 상압추출 할 경우 추출률이 낮고 추출 횟수 별로 맛 profile이 다르게 추출되어 가마솥에 끓여 추출하는 설령탕 전문점도 2번 추출한 육수를 혼합하여 사용한다. 하지만 추출 횟수가 3회 이상 넘어가면 쓴 맛과 잡미를 많이 낸다고 보고되고 있다. 가압추출의 경우 추출효율이 높아 1차 추출로 충분히 유리아미노산을 추출할 수 있으며 2차 추출액을 관능평가 해보면 고미가 심해 사과육수의 가압추출은 1회 최대 7시간을 넘어서지 않아야 한다. 향후 유리아미노산 분석 값은 설령탕육수 제조시 사과육수와 고기육수의 혼합 비율을 최적화 하는데 기초자료로 활용하고자 한다.

Table 22. The analysis of free amino acids of Seolleongtang stock

항목	이연에프엔씨(대량생산)			한국식품연구원(Pilot)	
	설령탕 (가압)	사과육수 (가압)	고기육수 (상압)	사과육수 (상압)	사과육수 (통전가압)
글리신	566.7	902.5	103.1	185.9	414.1
알라닌	237.4	374.7	47.8	79.0	174.2
스레오닌	48.4	71.6	16.4	16.6	35.4
프롤린	314.8	513.9	39.9	100.8	243.5
세린	83.4	131.0	17.7	26.4	55.6
리신	82.8	130.8	16.5	26.7	58.4
Sweet total	1333.5	2,124.5	241.5	435.4	981.2
페닐알라닌	42.9	70.9	4.2	17.0	38.6
알기닌	174.5	284.0	23.3	60.5	138.6
발린	39.2	64.6	4.1	19.2	40.0
로이신	118.2	167.1	50.7	30.8	62.5
메치오닌	6.5	16.4	3.1	4.0	10.8
히스티딘	31.0	27.1	36.4	5.6	10.5
Bitter total	412.3	630.1	121.9	137.1	301.0
글루타민산	276.3	429.1	65.3	88.7	198.9
아스파르트산	138.8	222.3	23.5	47.0	105.5
Umami	415.1	651.4	88.9	135.7	304.4
이소로이신	34.1	56.2	3.6	11.0	23.6
티로신	30.6	42.7	13.9	4.9	8.4
Sub total	64.7	98.9	17.5	15.9	32.0
Total	2,225.6	3,504.9	469.7	724.1	1,618.6

단위 : mg/100g

Table 23. The characteristic of amino acids

Taste	Amino acid	Threshold value (mg/100g)	Taste			
			Sweet	Acidic	Bitter	Salty
Sweet	Gly	110	●			
	Hyp	50	●		◎	
	Ala	60	●			
	Thr	260	●			
	Pro	300	●		●	
	Ser	150	●			
	Cyt	500	◎		◎	
	Lys	50	◎		◎	
	Gln	250	○			
Bitter	Phe	150			●	
	Trp	90			●	
	Arg	10			●	
	Val	150	○		●	
	Leu	380			●	
	Met	30			●	
	His	20			◎	
Acidic	Asp	3		●		
	Glu	5		●		
	Asn	100		◎	○	
Umami	Glu · Na	30	○			○
	Asp · Na	100		◎		

● : Intense taste, ◎ : Moderate taste, ○ : Weak taste

(3) 육수 냉각

설령탕육수를 냉장 유통하기 위해서는 육수 품온 85℃ 이상에서 상단의 공기 제거 후 Hot-filling 포장하여 생산 라인에서의 미생물오염 위해요소를 줄이고, 7℃이하의 냉각수를 활용해서 Fig.20. 같이 급속냉각을 실시하여야 하며, 이때 3시간 이내에 15℃ 이하로 육수 품온을 떨어뜨려 냉장창고에 보관을 하여야 포장한 육수의 품온이 12시간 이내에 5℃이하로 도달 하여야 부패성세균의 발육성장 속도를 떨어뜨려 보존성을 확보할 수 있다. 이때 품온을 늦게 떨어지면 유화안정성(3μm 이하)이 있는 설령탕육수 일지라도 20℃ 이상의 품온에서 12시간 이상 보관되면 유화가 깨지는 현상이 일어나 포장 후 냉각 온도 관리는 품질 관리에 있어 중요한 관리 요소이다.

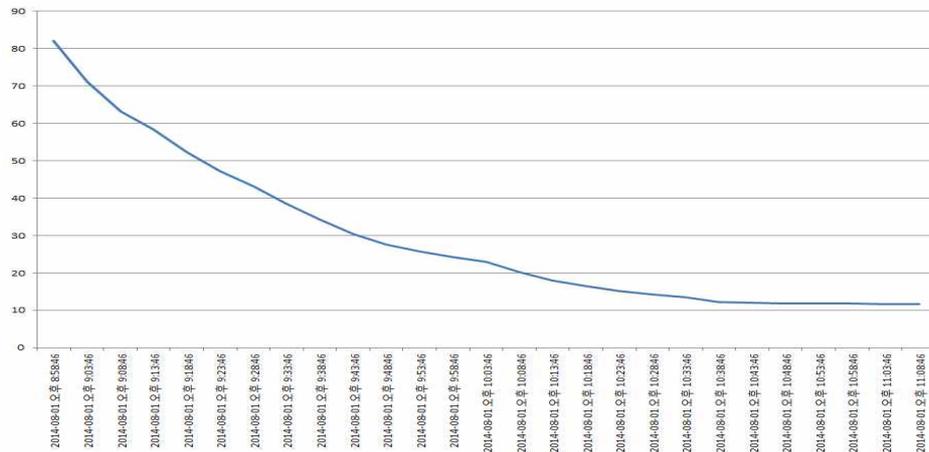


Fig. 20. The change temperature of hot filling Seolleongtang in water cooling system

4. 전통품미 설령탕육수 시생산 : Large scale

본 연구에서 설령탕 육수의 대량생산을 위해 최적화된 공정으로 호주산 사과(500kg), 양지고기(400kg), 소머리고기(300kg)를 사용하여 설령탕 약 11,000 그릇 분량으로 시생산을 완료하였으며, 시생산한 제품을 가지고 소비자 평가를 진행 하여 품질을 객관적으로 검증 하였다.

가. 설령탕육수 시생산

이연에프엔씨 음성공장에서 본 연구를 통해 최적화 된 Fig.9와 같은 공정으로 large-scale 시생산을 완료 하였다. 시생산한 제품의 Spec.과 품질 기준을 알아보기 위해 수분, 조단백, 조지방, 유적크기와 색도를 분석하여 Table 9에서 결과를 제시하였고, 현재 국립농산물품질관리원에서 주관하는 전통식품품질인증을 받기 위한 설령탕 품질 평가 항목인 고형물(8%이상, 단 육을 함께 포장한 제품에 한함), 가용성고형물(2%이상), 식염(0.6%이하), 조단백(1.5% 이상)에 적합하며 칼슘(3.0mg/100g 이상) 기준은 분석을 통해 검증하였다.

Fig.21 The diagram of Seolleongtang manufacturing process in plant



Table 24. The analysis data of Seolleongtang stock using

Brix	Moisture (%)	Salt (%)	Protein (%)	Crude fat (%)	Emulsion size(µm)	Ca mg/100g	Color values		
							L	a	b
2.1±0.15	95.5±0.4	0.60±0.1	2.8±0.2	1.3±0.21	1.75±0.41	4.7	47.07±0.03	-0.68±0.01	-0.60±0.1

나. 시생산 설령탕 관능평가

본 연구를 통해 최적화된 공정으로 시생산한 설령탕의 기존 공정과의 품질 차별서어 및 기소도 향상을 객관적으로 알아보기 위해 소비자 평가를 진행하였다.

(1) 전문가 평가

이연에프엔씨 부설연구소 연구원 6명과 당사에서 품질 관리 및 매장 조리운영 업무를 담당하는 8인을 대상으로 전통 육수의 외관, 냄새, 향미(첫맛, 후미), 텍스처, 종합기호도를 평가한 결과 평가하여 Fig.22에서 제시하였다. 그 결과 재래식으로 제조한 설령탕은 가마솥에 끓이면서 물리적으로 유화되는 사골기름의 양이 적어 기존 가압식으로 제조한 설령탕과 외관과 향미에서 관능 차이가 커 재래식으로 제조한 설령탕의 기호도가 높았다. 본 연구를 통해 사골육수의 가압추출 공정 중 dislike flavor를 발현하는 단백질을 제거하고 사골기름의 투입량과 유화 방법 등을 개선하여 제조공정을 최적화 한 결과 Table 3과 같이 외관(Appearance 17.8%), 향기(Aroma 29.6%), 향미(first flavor 20.4%, after flavor preference 18%), 입안질감(Texture 13.1%), 기호도(Total preference 25%) 향상을 전문가 관능평가를 통해 확인 할 수 있었으며, 주요 항목별로의 관능조사 결과 및 최적화 공정으로 생산한 설령탕육수의 관능 향상율과 각 항목에 관능에 영향을 끼치는 Key factor를 Table 25 에서 나타내었다.

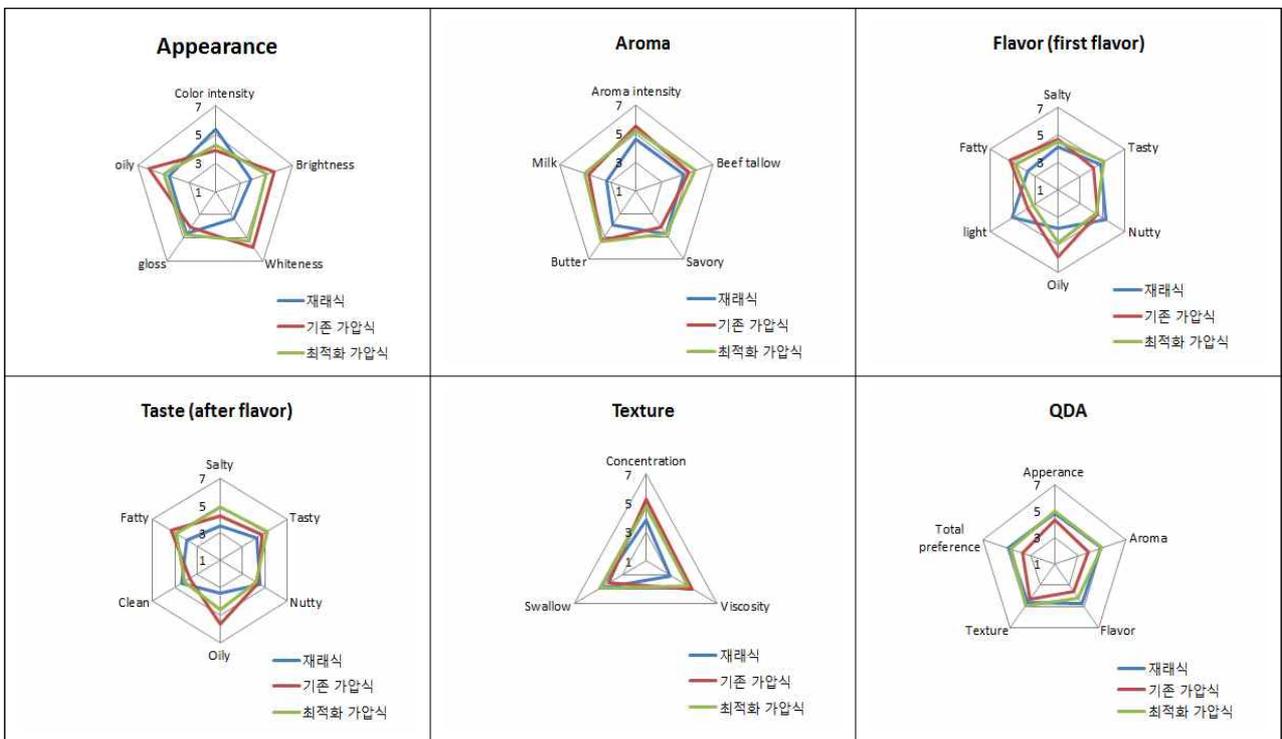


Fig. 22. Sensory evaluation on the Seolleongtang stocks prepared by the optimized manufacturing process

Table 25. Improvement of Sensory evaluation on the Seolleongtang stocks prepared by the optimized manufacturing process

항목	재래식		가압추출(순환_기준)		가압추출(정치_최적화)		주요 Key factor
	2013. 1차	2014.2차	2013. 1차	2014.2차	2014.2차	%up	
Color intensity	5.57	5.4±0.7	3.6	3.9±0.9	4.2±1.4	9.3	
Brightness	3.93	3.8±1.0	5.4	5.6±0.7	4.9±1.2	-11.5	사골기름 함량 설정
oily	4.50	4.6±1.5	6.1	6.1±1.1	4.9±1.2	-19.8	사골기름 유적크기 설정
Appearance	4.71	4.8±1.3	4.5	4.4±1.2	5.0±1.2	14.8	
Aroma intensity	4.57	4.6±1.3	5.4	5.5±0.9	5.2±1.3	-5.2	협작물 제거, 사골기름 설정
Beef tallow	4.86	4.7±1.2	5.3	5.1±1.0	5.6±1.4	9.9	고기기름 함량 설정
Milk	3.57	3.3±1.0	4.9	4.7±1.1	5.0±1.0	6.1	사골기름 유적 크기 설정
Aroma	5.07	4.9±1.0	3.8	3.9±1.3	5.0±1.1	29.6	
Tasty	4.86	4.8±1.1	4.9	4.2±1.4	5.1±1.2	22.0	사골육수 함량 설정
Oily	3.79	3.8±1.7	5.6	5.9±1.1	4.9±1.4	-17.1	사골기름 함량 설정
light	5.07	5.1±0.9	3.2	3.7±1.0	3.2±1.1	-13.5	사골육수 농도 설정
Fatty	3.93	3.7±1.0	5.4	5.3±1.1	4.8±1.1	-9.5	기름함량 설정
First flavor	5.00	5.0±1.1	4.0	3.9±1.1	4.6±1.2	20.4	
Tasty	4.29	4.3±1.2	4.8	4.7±1.8	5.2±1.3	10.6	고기육수 함량 설정
Oily	3.57	3.4±1.4	5.7	5.6±1.0	4.6±1.4	-17.7	사골/고기기름 비율 설정
Clean	4.43	4.4±1.4	3.4	3.6±1.2	4.1±1.2	13.7	고기육수 함량 설정
Fatty	4.21	4.0±1.1	5.3	5.4±0.9	4.9±1.6	-9.3	사골기름 함량 설정
After flavor	4.50	4.5±1.5	4.1	4.3±1.5	4.6±1.4	8.3	사골/고기육수 비율 설정
Flavor	4.86	4.7±1.0	3.9	3.6±1.2	4.2±1.2	18.0	사골/고기기름 비율 설정
Concentration	3.93	3.8±1.1	4.9	5.2±1.4	4.7±1.0	-9.6	사골육수 농도 설정
Swallow	4.43	4.9±1.2	4.6	4.1±1.5	4.8±1.1	17.5	사골육수 농도, 기름함량 설정
Texture	4.86	4.6±1.2	4.2	4.4±1.2	4.9±1.0	13.1	사골/고기육수 농도, 기름함량
Total preference	4.93	4.9±0.7	3.6	3.7±1.5	4.6±0.7	25.0	

(2) 소비자 평가

3차년도 평가 기준인 ‘기존 공정과의 품질차별성 및 기호성 20% 이상 증진’의 관능적 기호도 차이를 객관적으로 평가하기 위해 소비자 조사를 실시하였으며, 조사 방법은 한촌 설령탕 6개 매장(부천, 분당 서현, 강동, 역삼, 강남, 천안점)에서 일반 소비자 90명을 대상으로 블라인드 처리한 3가지 시료(한우사골을 이용한 전통식, 호주산 사골을 이용한 기존 가압식, 호주산 사골을 이용해 최적화된 가압식 설령탕육수)의 설문조사를 실시하였다.

조사결과 Table 26에서와 같이 본 연구를 통해 최적화된 가압식 공정으로 생산한 제품이 재

래식 공정으로 제조한 제품과 향, 맛, 감칠맛과 전체적인 기호도에서 5%이내의 차이를 보여 전통식 제품과의 품질차이가 많이 적어져 좋은 관능결과를 나타내었다. 특히 기존 가압식 제품과 비교하여 향, 맛, 목넘김, 고소함 등 전반적인 항목에서 높은 점수를 받았으며 종합 기호도에서는 가압식 기존공정의 4.57 보다 높은 5.60으로 22% 향상된 기호도를 나타내었다. 본 연구를 통해 사골 전처리 공정, 가압추출 공정, 사골기름 함량 및 유화 공정 등을 최적화하여 이연에프엔씨에서 순환식 가압추출의 단점을 개선하여 고소하고 담백한 사골육수의 품질을 확보할 수 있었다.

Table 26. Consumer test(n=90) of Seolleongtang prepared by the optimized manufacturing process

항목		색상***	향***	맛***	목넘김*** (질감)	담백함***	감칠맛*** (고소함)	진함정도** *	종합기호도 ***
전통식 (상압)	한 우	4.87±1.52	5.41±1.72	5.68±1.55	5.96±1.65	5.12±1.82	5.16±1.88	4.77±1.87	5.74±1.58
가압식	기 존	5.81±1.75	4.57±1.98	4.90±1.84	4.86±1.67	4.90±1.74	5.24±1.71	6.12±1.51	4.57±1.83
	최 적 화	5.51±1.68	5.24±1.83	5.62±1.73	5.60±1.66	5.30±1.84	5.40±2.01	5.63±1.97	5.60±1.73

다. 설령탕 유통공정 확립

대량생산하는 설령탕 제품을 상업적으로 유통을 하기 위해 PE포장지에 5kg 중량으로 포장하여 냉장유통 조건을 설정하였으며, 생산 제품을 냉장유통하기 위한 생산, 물류, 매장에서의 사용 시스템 확보가 안 되었을 때 냉동유통을 하기 위한 중점 관리 공정을 도출 하였다.

(1) 냉장유통

설령탕육수를 냉장 유통하기 위해서는 육수 품온 85℃ 이상에서 Hot-filling 포장하여 생산라인에서의 미생물오염 위해요소를 줄이고, 포장 후 육수 품온이 5℃이하로 12시간 이내에 도달해야 부패성세균의 발육성장 속도를 떨어뜨려 보존성을 확보할 수 있다. 이렇게 생산한 설령탕육수를 -2~5℃ 에서 냉장보관 하며 보존성 실험을 실시한 결과 Table 27과 같이 28일 이상 휘발성염기질소 및 미생물(일반세균, 대장균군)에 적합하였으며 소비자에게 보다 안전하게 제공하고자 유통기한을 -2~5℃ 에서 냉장보관시 제조일로부터 18일까지로 설정하였으며, 최종 제품을 생산하여 소비자에게 18일 이내에 제공되기 위해서는 생산 공장과 매장에서의 재고 운영을 감안 하여 생산 후 최대 10일 이내에 매장에 입고되어 5일 이내에 사용할 수 있어야 하기 때문에 대량 생산설비를 활용한 생산량과 매장에서의 사용의 balance가 잘 맞아야 한다. 저온 유통 및 보관중 온도 변화에 기인한 위해요소를 방지하기 위해서는 cold chain으로 최소 2일마다 배송을 할 수 있는 물류시스템을 확보 하여야 한다.

Table 27. Storage stability test of Seolleongtang in the refrigeration temperature

항목	일반세균수	대장균군	휘발성염기질소	관능평가
포장제품(Hot-filling)	1.0×10 ¹ CFU/g	음성	9.3±4.2mg%	7점
제품(0주차)	1.0×10 ¹ CFU/g	음성	8.2±2.2mg%	7점
제품(1주차)	3.2×10 ¹ CFU/g	음성	9.3±3.1mg%	6점
제품(2주차)	1.0×10 ² CFU/g	음성	10.0±2.7mg%	6점
제품(3주차)	6.0×10 ² CFU/g	음성	10.5±4.5mg%	6점
제품(4주차)	2.5×10 ³ CFU/g	음성	11.2±3.2mg%	5점

* 관능평가 : 7점 척도 평가, 5점 관능상태 양호 (맛, 향미, 유허해집 정도)

(2) 냉동유통

냉동유통 되는 설렁탕육의 품질이 냉장유통 육수보다 떨어지는 주요 요인은 제품을 냉동하는 공정에서 발생하는 기름 분리 현상으로 이를 최소화 하는 것이 설렁탕 품질에 중요하게 작용한다. 설렁탕육수를 벌크 포장하거나 일반적인 냉동식품 제조 방법과 같이 여러 개를 포개서 적재하여 얼릴 경우 냉기가 중심부에 도달하는 시간이 오래걸려 육수에 포함되어 있는 수분이 느린 속도로 빙결 되면서 물리적으로 유화된 기름의 유화력이 낮아져 기름분리 현상이 일어난다. 제품은 냉각 후 -40℃이하에서 급속동결 하여 최대한 빠른 시간에 동결하여야 품질 저하를 최소한으로 막을 수 있다. 설렁탕 육수를 냉장으로 유통할 수 있는 시스템(생산-유통-소비)을 구축하지 못하였을 경우 비록 품질이 냉장에 비해 떨어지더라도 소량포장을 하여 급속 동결하는 방법으로 제품을 생산하였을 경우 -18℃ 이하 냉동보관 조건에서는 부패성세균의 발육성장이 억제되고 단백질, 지방등 식품성분의 품질 변화가 적어 유통기한 12개월은 가능하나 설렁탕육수의 특성상 냉동보관 중 기름 분리 현상이 느린 속도로 발생되어 9개월 이내에 유통되어 소비자에게 제공 될 수 있도록 하여야 한다.

4. 표준공정 확립

본 연구를 통해 Plant 규모로 시생산하여 소비자 조사를 통해 품질을 검증한 설령탕육수의 표준제조공정을 Table 28과 같이 확립하였다.

Table 28. Standard manufacturing process

작업순서		작업조건	작업방법	
준비 / 확인		1. 설비 이상유무 및 청결상태 확인 2. 일일 작업원료 준비	1. 각 원료는 원료규격에 적합할 것 2. 모든 기계, 기구 및 작업자 소독	
꿀 절		1. 꿀정 Size : 10±1cm/EA 2. Cage 투입량 : 450~500kg	1. 꿀절기를 사용하여 10cm 크기로 절단 2. 꿀절된 사꿀은 Cage 계량하여 투입	
냉수 용혈		1. 냉수 투입 : 사꿀의 5배 이상 2. 사꿀을 냉수 활용 용혈 공정 실시 3. 용혈시 수온 22℃ 이하 유지(하절기)	1. 교환 횟수 : 4회 이상 교환 3. 순환 주기 : 총 15시간 이상 용혈 진행 4. 순환 모터 용량 : 2마력	
탈 수		1. 자연탈수 2. 상온방치 1시간 이내 사용	1. 탈수후 냄새 관능 검사 후 사용 - 이취가 심한 경우 관리자 통보	
Blanching		1. 온도조건 : 90℃ 열수 2. 시간 : 5분 이상	1. 90℃ 열수에서 5이상 Blanching을 실시하여 잡기름 및 잡취를 제거한다.	
추출	가압	1. 정제수 투입하여 정치식 가압추출시	1. 가압조건 : 1.5kgf/cm ² 이상 2. 가열온도 : 120℃, 가열시간 : 6시간	
	스팀 배출	1. 가압추출 완료후 스팀 배출 실시 2. 스팀에 의한 사꿀 잡취 배출 실시	1. 스팀 off 후 스팀 배출 실시	
	숙성	1. 스팀 배출과 함께 숙성 공정 실시 2. 품온유지 및 순환 실시	1. 숙성 온도 : 110℃ ~ 80℃ 2. 숙성 시간 : 3시간 이상	
사꿀 제거		1. 숙성 완료후 사꿀 Cage 제거	1. 사꿀 Cage 배출	
유분리		1. 유분리 방법 : 정치식	1. Cage 배출한 상층부의 사꿀기름을 분리	
여과		1. 라인 Filter를 통과한다. - 1차 여과(60Mesh), 2차여과(14mesh)	1. 배출시 라인에 여과 Filter를 적용하여 추출 잔여물을 여과한다.	
사꿀육수 투입 및 기름 유화		1. 여과된 사꿀추출액을 투입 2. 사꿀 오일 4% 투입 3. 호모믹서 2,500rpm, 3시간 이상 유화	1. 호모믹서로 3시간 이상 유화 실시 2. 유적크기 : 1.5~5µm, 80% 이상	
고기육수 추출 및 육수 투입	1. 가열 온도: 100℃ 2. 양지 400kg / 머리고기:300kg 투입 3. 원료별 가열 시간		1. 용혈전처리 1) 양지 : 15h 이상 실시(3회 이상 물교환) 2) 머리고기: 15h 이상 실시(4회 이상 물교환) 2. 차돌양지 크기에 따라 ±10분 이내에서 시간을 조정하여 익을 때까지 추출한다.	
	투입원료	가열시간		
	양지고기	50±5분		탕고기용
		120±5분		수육용
머리고기	80±5분	탕고기용		
	120±5분	수육용		
포장		1. 포장중량 : 5kg/Pack 2. 포장시 제품 온도 : 85℃ 이상	1. 배출된 제품 온도를 유지하면서 포장	
냉각		1. 냉각수 온도 : 7℃ 이하 2. 냉각 후 제품 온도 : 5℃ 이하	1. 포장이 완료된 제품은 7℃ 이하 냉각조에 투입하여 냉각을 실시 한다.	
냉장 보관		1. 냉장 창고 온도 : 4℃ 이하 2. 박스포장 후 적재 보관	1. 포장후 품온 5℃ 이하까지 12시간 이내 도달	

■ 협동연구 ■

1. 재료 및 방법

가. 시료

시료는 ㈜이연F&C의 협조로 설령탕 육수용 사골 및 육(머리고기, 수육용 양지, 육수용 양지)을 공급받아 -20°C 에서 보관하면서 필요시 해동하여 사용하였다. 또한 기존의 설령탕 품질을 조사하기 위하여 시판용 사골육수 및 육(머리고기, 수육용 양지, 육수용 양지)을 구입하여 육수는 -20°C , 육은 4°C 에서 보관(1주일 이내)하면서 분석하였다.

설령탕 육수 편이식 제품개발을 위하여 주관기관에서 제조한 농축육수제품 및 당연구팀에서 추출제조한 추출물을 사용하였고, 과일, 야채 등 1차 상품을 비롯한 시판상품은 경기도 성남시 분당구 인근 대형 슈퍼마켓에서 구입하여 사용하였다. 분석시약과 배지는 시그마사 및 디프코 등 유명회사의 특급품을 사용하였다.

나. 방법

(1) 통전가열을 이용한 사골육수의 제조

사골육수의 제조는 ㈜이연F&C의 제조방법을 참고로 하여 수행하였다. 즉, 흐르는 냉수(약 $18\sim 22^{\circ}\text{C}$)에 3~4시간 간격으로 물을 교체하면서 12~15시간 동안 방혈을 하였다. 그런 다음 사골과 전해질 용액(0.1M NaCl)의 비율을 약 1 : 3.3으로 조절한 후 통전가열 장치(ohmic heater, frontier engineering, Japan; 메가싸이언스, Korea)로 일정 온도에서 2 ~ 8시간 동안 가열하여 사골 성분을 추출하여 사골육수로 하였다. 이때, 가스가열에 의한 사골 추출물을 대조구로 하였다. 통전가열 조건은 통전효율이 가장 높은 전해질 0.1M NaCl, 전압 300V, 주파수 20kHz 조건으로 하였고, 대조구로 사용한 가스가열은 통전가열 조건과 동일하게 처리하여 추출하였다.

(2) 통전가열을 이용한 수육의 제조

차돌양지(수육용), 양지(육수용) 및 머리고기(육수용)를 흐르는 찬물에 3~4시간 동안 해동한 후 흐르는 냉수(약 $18\sim 22^{\circ}\text{C}$)로 3~4시간 간격으로 물을 교체하면서 12~15시간 동안 방혈을 하였다. 통전가열에서는 0.1M NaCl을 전해질 용액으로 이용하였고, 대조구인 가스가열에서는 찬물을 이용하였다. 육의 중심온도에 도달하는 시점에서 일정시간 가열한 후 종료하여 수육을 제조하였다. 예비실험으로 이용한 육우 등껍질은 도축장에서 구입하여 무작위로 샘플링하여 3 반복 실험을 하였다. 이때 등껍질 시료는 5x5cm 크기로 절단한 500~600g을 물 2,000ml에 침지시켜 가열하였다.

(3) 사골육수 및 가용성 고형물의 brix 측정

시판용 사골육수와 통전가열로 제조한 사골육수의 brix를 측정하였다. Brix는 Digital

Refractometer, PDX-1, VEE GEE를 이용하여 측정하였다.

(4) 사골육수의 고형분 함량 측정

통전가열에 의해서 제조된 사골육수 및 시판용 사골육수의 고형분 함량은 상압가열건조법으로 측정하였으며, 건조 전 시료무게에 대한 건조 후 시료무게의 백분율을 고형분 함량(%)으로 하였다.

$$\text{사골육수 중의 고형분함량(\%)} = \text{건조후 시료무게(g)} / \text{건조전 시료무게(g)} \times 100$$

(5) 사골육수의 일반성분

일반성분 조성은 AOAC 방법에 따라서 수행하였으며, 수분함량은 0.002g 이하의 유의차를 함량으로 하여 105℃ 상압가열건조법으로 측정하였고, 조단백질 함량은 semi micro kjeldahl법으로 측정하여 질소보정계수 6.25를 곱하여 산출하였다. 조지방 함량은 soxhlet 추출법으로 측정하였으며, 회분함량은 550℃ 회화법으로 측정하였다.

(6) Texture analyser(TA) 에 의한 수육의 물성 측정

차돌양지(수육용), 양지(육수용) 및 머리고기(육수용)를 각각 35mm x 70mm x 8mm (가로 x 세로 x 두께)가 되도록 수술용 칼로 cutting한 후 TA(TAHD plus Texture analyser, Stablemicrosystem U.K)를 이용하여 아래와 같은 조건하에서 측정하였다. 수육의 물성은 Force(g), Distance(mm) 및 Strength(g·cm)으로 나타내었다.

Conditions of texture analyser

TA processor	Conditions
Probe	Blade set with knife
Pre test speed	3.0mm/s
Test speed	0.5mm/s
Post test speed	3.0mm/s
Distance	30mm

(7) 아미노산 분석

사골육수에 함유된 아미노산은 식품공전(2011)에 근거하여 아미노산 자동분석기(Hitachi AAA L-8900, Japan)를 이용하였다. 이때 사용한 컬럼은 Ion exchange column (4.6×60mm; Packed with Hitachi custom ion exchange resin)을 사용하였고, visible detector를 이용하여 570nm에서 측정하였다. Proline의 경우는 440nm에서 측정하였다.

(8) 지방산 분석

사골육수에 함유된 지방산 분석은 HP-6890 GC(USA)를 이용하여 FID로 검출하였고, 분석 조건은 아래와 같다.

항목	조건
컬럼	HP-FFAP(30m×0.25um)
주입부 온도	230 °C
오븐 온도	20°C(2min) - 4°C/min - 230 °C(20min)
검출기 온도	250 °C
운반기체	헬륨 1.5 mL/min

(9) 미네랄 성분(Ca, Mg, P) 분석

사골육수에 함유된 미네랄 성분 분석은 식품공전(2013)에 근거하여 ICP-AES 측정법을 이용하였고, ICP(AES)(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) 측정 조건은 아래와 같다.

항목	조건
Nebulizer gas flow (L/min)	0.8
Plasma gas flow (L/min)	15
Auxiliary gas flow (L/min)	0.2
RF Power (watts)	1300
Viewing Distance	15.0
Plasma View type	Radial Axial
Spray Chamber type	Scott type
Nebulizer	Gem Tip cross-Flow Nebulizer

(10) pH 및 적정 산도

pH는 시료에 pH electrode를 직접 넣어 측정하였다. 적정산도는 시료 약 1g을 취해 100배 희석하여 여과한 여과액 (Toyo No. 1) 20ml에 0.01N NaOH 용액으로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 0.01N NaOH 용액 소비량을 구한 후 다음의 식으로 계산하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{\text{소비된 NaOH (ml)} \times 0.0009 \times \text{NaOH factor} \times 5 \times \text{희석부피 (ml)}}{\text{시료량 (g 또는 ml)}}$$

(11) 염도

시료 1 g을 100배 희석한 후 10 ml를 취하여 2% potassium chromate 1 ml를 넣어 0.02N AgNO₃으로 적정하여 아래의 식을 이용하여 계산하였다. 이때 단위는 % (w/v) 이다.

$$\text{염도}(\%) = \frac{\text{소비된 AgNO}_3(\text{ml}) \times 0.00117 \times \text{AgNO}_3 \text{ factor} \times 10 \times \text{희석부피 (ml)}}{\text{시료 채취량 (g 또는 ml)}}$$

(12) 색도

시료를 투명 진공포장지에 넣어 밀봉한 후 색차계(Model CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter scale에 의해 L(명도), a(적색도), b(황색도)값으로 나타내었다.

(13) TBA가 측정

시료 10g과 0.3% BHA 50 μ l를 50ml falcon tube에 넣은 후 2M의 phosphoric acid-20% TCA 용액 10mL를 가해 균질기로 균질하고 계속해서 동 시약 10mL을 더 가해 다시 균질한 다음 증류수를 가해 50mL로 정용하였다. 정용된 시료액은 충분히 혼합된 다음 Watman No.1 여지에 여과한 후 여액 5ml을 취하여 test tube에 넣고 여기에 5 mM TBA 시약 5 ml 첨가한 다음 암실, 실온에서 15 시간 반응시킨 후 530nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 식으로 TBA가를 산출하였다.

$$\text{TBA(mg malonaldehyde/kg)} = \text{absorbance} \times 5.2$$

(14) 효소분해

설령탕 육수의 단백질 효소분해를 위해서 천연효소로써 파인애플, 키위 및 배 즙액을 사용하였고, 상업용 효소로는 Novo 사(스위스)의 Alcalase와 viscozyme을 이용하였다. 이들 효소는 설령탕육수 단백질 함량에 대해 일정 농도의 범위로 환산하여 첨가하였으며 반응방법은 50-60 $^{\circ}$ C 범위의 water bath 상에서 일정시간 실시하는 방식으로 행하였다.

(15) 점도의 측정

점도계(Model DV-II+ RV Viscometer, Brookfield, USA)를 이용하여 상온에서 측정하였고, 측정조건은 spindle 4번, 속도는 20 혹은 100 rpm 으로 하였다.

(16) 총균수

시료를 10진 희석법에 의하여 희석한 후 각 샘플을 1 mL를 취하여, PCA(plate count agar) 배지(Difco, USA)를 이용하여 pour plate counting method로 30 $^{\circ}$ C에서 72시간 배양하여 총균수를 계수하였다.

(17) 관능평가

잘 훈련된 패널 10인을 대상으로 FGI를 실시하여 색, 향, 맛, 후미, 조직감 등 다양한 속성에 대해 묘사분석을 실시하였으며 20인을 대상으로 9점 hedonic scale 평가 및 JAR 척도 시험을 실시하였다.

(18) 저장시험

시료를 30 $^{\circ}$ C incubator에 4주 동안 저장하고 일정 기간별로 시료를 채취하여 총균수, TBA가 및 색도를 측정하였다.

(19) 통계처리

통전가열 연구의 통계처리는 3반복 이상의 실험데이터를 SPSS statistics(ver. 20)으로 one-way ANOVA와 Tukey-b test로 유의성 검증하였고, 반응표면분석은 미니탭(ver. 16)을 이용하였다.

2. 연구결과

가. 시판용 사골육수 및 양지수육의 품질 특성

(1) 시판용 사골육수의 품질 특성

설령탕 육수의 대량생산 공정은 사골에 적정비율의 물을 첨가한 후 120℃에서 6시간 이상 열처리한 후 12시간 동안 고온에서 숙성한다. 여기에 기름을 첨가하여 유화시킨 후 수육 육수와 혼합하여 설령탕 육수를 완성시킨다. 본 연구에서는 시판용 사골육수에 대한 기초자료를 확보하기 위하여 대량생산 공정라인에서 도입된 유화 전, 유화 후 및 수육 제조시 발생하는 육수 첨가 후로 나누어 이들의 품질특성을 검토하였고, 이를 통전가열 사골육수와 비교하고자 하였다.

(가) 시판용 사골육수의 brix

전통 재래식 방법으로 제조한 사골육수의 경우 사골에서 추출된 수용성 성분과 기름 성분이 장시간 끓여 지면서 물리적으로 분산되어 자연적으로 유화가 이루어지고 있다. 가압공정으로 추출할 경우 사골기름이 유화되지 않고 분리되어 있기 때문에 제조과정에서 물리적으로 일정량의 사골기름을 첨가하여 유화시켜야 사골육수 맛이 깊어지고 고소한 풍미가 살아있게 된다.

A사로부터 제조일자가 다른 사골육수를 구입하여 유화 전, 유화 후 및 유화 후 양지육수를 첨가하여 측정한 brix를 Fig. 1에 나타냈다. No. 1, No. 2 및 No. 3는 각각 2011년 11월 19일, 20일, 24일에 제조한 사골육수이다. 유화 전의 사골육수의 brix는 큰 차이는 아니었지만 24일에 제조한 것이 약간 높게 나타났으며 그 값은 약 4.3정도였다. 19일과 20일에 제조한 유화 후의 brix는 유화 전과 차이가 없었으나 24일에 제조한 것은 그 값이 약간 떨어졌다. 그러나 유화 후 고기육수를 첨가하였을 때의 brix는 모든 실험구에서 급격히 떨어졌으며, 특히 24일 제조한 것이 큰 폭으로 brix 값이 저하되었다. 일반적으로 사골육수에 첨가하는 고기육수는 brix가 약 1.0 정도로 매우 낮은 것으로 알려져 있으며, 그 이유는 가열시간이 상대적으로 짧은 수육 제조시 발생하는 고기육수를 활용하기 때문이다. 이와 같이 brix가 낮은 고기육수를 사골육수에 첨가하면 설령탕의 brix가 낮아지는 것은 당연한 것으로 판단되며, 특히 24일 제조한 설령탕의 brix가 가장 크게 떨어진 이유는 상대적으로 고기육수의 brix가 더욱 낮았기 때문인 것으로 사료되었다.

설령탕 제조 시 설령탕 육수의 품질은 기후에도 영향을 받고 있으며, 특히 기압차에 의해서 가열속도 및 추출속도가 달라지는 것이 경험적으로 알려져 있으므로 대기압이 높을 때와 낮을 때의 가공조건 등을 고려하여야 일정한 품질의 설령탕을 생산할 수 있다. 이러한 측면에서 설령탕은 품질관리가 매우 어려운 식품이며, 이들의 품질을 추적하여 통전가열에 의한 설령탕 제조시 기초자료로서 활용할 필요가 있다.

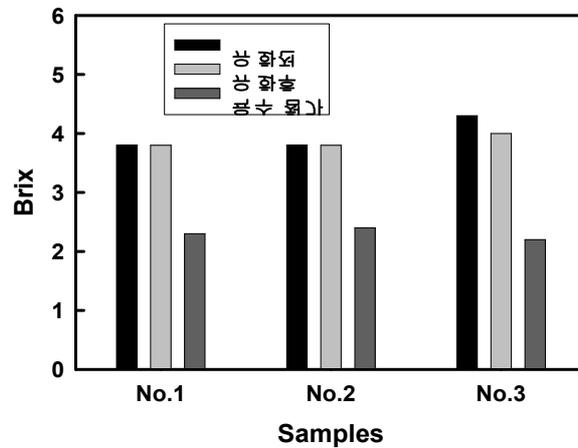


Fig. 1. Brix of commercial seolleongtang soup extracted by pressure heating from beef leg bone.

(나) 시판용 사골육수의 고형물 함량

시판용 사골육수의 고형분 함량을 측정하여 Fig. 2에 결과를 제시하였다. 시판용 사골육수는 Fig. 1의 것과 같은 샘플로서 유화 후 육수를 첨가한 것을 측정하였다. 각기 제조날짜가 다른 육수의 고형분 함량을 측정한 결과 19일과 20일에 제조한 것은 19일의 것이 약간 높은 고형분 함량을 나타내었지만 큰 차이는 없었다. 그러나 24일에 제조한 육수의 경우 19일 및 20일에 제조한 것과 비교하였을 때 낮은 고형물 함량을 나타내었으며 Fig. 1에서의 brix 값과 유사한 경향을 나타내었다. 즉, 유화 후 고기육수 첨가 시 고기육수의 brix가 낮은 것을 첨가하여 설령탕 최종 육수 제품의 전체적인 brix 뿐만이 아니라 고형물 함량도 낮아지는 것으로 나타났다.

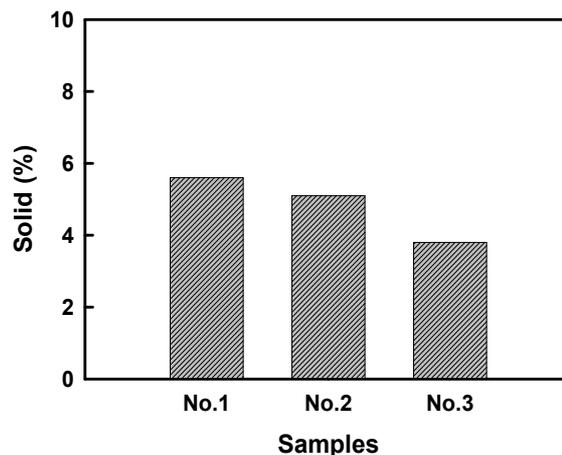


Fig. 2. The solid content in commercial seolleongtang soup extracted by pressure heating from beef leg bone.

(2) 시판용 수육의 품질 특성

설령탕 수육의 대량생산 공정은 일반적으로 우선 머리고기에 적정비율의 물을 첨가한 후 95℃에서 1시간 정도 열처리한다. 그런 다음 머리고기는 꺼내어 수육용으로 활용하고, 나머지 머리고기 육수에 적당량의 수육용과 탕용의 양지고기를 넣어 1.5시간 추가 가열한다. 수육용

양지(수육으로 활용)를 먼저 꺼낸 후 탕용 양지는 계속해서 3.5시간 정도 더 가열하여 고기육수를 제조한다. 고기육수는 이미 만들어 놓은 사골육수에 첨가하고 양지육은 탕용 고기로 활용한다. 본 연구에서는 이러한 방법으로 제조된 수육의 물성(force, distance, strength)을 texture analyser로 조사하여 통전가열로 제조한 수육과 그 품질특성을 비교하기 위한 기초 자료를 확보하였다.

(가) 시판용 수육의 breaking force

A사로부터 제조일자가 다른 수육을 구입하여 texture analyser에 의한 이들의 force(g)를 측정하여 Fig. 3에 결과를 제시하였다. No. 1, No. 2 및 No. 3는 각각 2011년 11월 19일, 20일, 24일에 제조한 수육이다. 여기에서는 편의상 설령탕용 양지고기를 탕고기, 수육용 양지고기를 양지로, 수육용 머리고기를 머리고기로 표기하고자 한다. 우선 탕고기의 결과를 살펴보면 제조일자에 따라서 육의 force에 있어서 많은 차이를 나타내었으며, 19일에 제조한 탕고기가 가장 높은 force값을 나타내었으며 다음으로 24일, 20일의 순으로 높게 나타났다. force는 수육의 강도를 나타내므로 19일에 제조한 것이 가장 강한 것으로 나타났다. 또한 머리고기의 경우는 탕고기와 비교하여 매우 낮은 force 값을 나타내었으며, 제조날짜별 머리고기의 비교에 있어서도 19일에 제조한 것이 다소 높게 나타났다. 한편, 양지의 경우는 전체적으로는 탕고기와 유사한 force 값을 나타내었지만 비교적 제조날짜와 관계없이 안정적이었으며 20일에 제조한 것이 약간 높은 force 값을 나타내었다. 이상의 결과를 살펴볼 때_머리고기와 양지는 제조날짜에 관계없이 일정한 force를 나타내어 품질관리가 비교적 용이한 것으로 나타났지만, 탕고기의 경우는 주 목적이 수육용이 아닌 육수를 제조하는 것이므로 장시간 동안 열처리를 하기 때문에 탕고기의 품질에 차이가 있을 수 있는 것으로 사료되었다. 그러나 설령탕 제조방법을 원료육에서부터 육수 생산에 이르기까지 보다 계획적인 관리가 이루어진다면 일정한 품질의 탕고기 제조가 가능할 것으로 생각되었다.

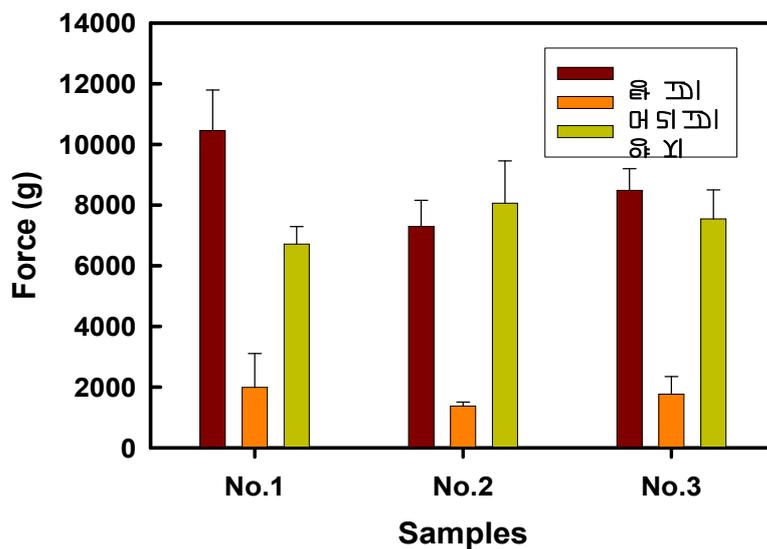


Fig. 3. Breaking force(g) of commercial boiled meat manufactured by conventional methods from brisket and head meat of bovine.

(나) 시판용 수육의 breaking distance

Fig. 4에는 각기 제조날짜가 다른 수육의 breaking distance(mm)를 측정하여 결과를 제시하였다. 탕고기와 양지는 전체적으로 비슷한 경향의 distance(mm)를 나타냈으나, 머리고기는 비교적 낮은 distance를 보였다. 각각의 부위별 수육의 결과를 살펴보면 탕고기의 경우 19일 제조한 것이 20일 제조한 것과 유사한 값을 나타냈으며, 24일 제조한 것이 약간 적게 나타났다. Fig. 3에 제시한 force값에 있어서는 19일에 제조한 것이 20일 및 24일에 제조한 것과 비교하여 유의적으로 높은 force값을 나타내었는데 distance에 있어서는 유의적 차이가 없었다. 이 결과는 19일에 제조한 탕고기가 다른 날짜에 제조한 것과 비교하여 고기의 강도만 높을 뿐 탄력성이 없는 딱딱한 느낌의 탕고기가 제조되었다는 것을 보여주고 있다. 그러나 강도가 가장 낮았던 20일에 제조된 탕고기의 distance는 가장 강했던 19일의 것과 비교하여 큰 차이가 없었는데, 이는 상대적으로 강하지 않으면서 부드러운 느낌의 탕고기가 제조되었기 때문인 것으로 사료되었다. 양지의 경우도 마찬가지로 force에 있어서는 20일의 것이 가장 높았는데 distance의 경우는 거의 같은 값을 나타내었다. 이상의 각각의 날짜별로 제조한 수육의 특성을 조사한 결과 물성학적인 측면에서의 품질은 서로 상의하였으며, 강도가 높은 수육, 탄력성이 높은 수육 등 제조 날짜에 따라서 수육의 품질이 달랐다. 이러한 결과는 원료육의 차이에 기인한 것인지 또는 제조공정 중의 차이 때문인지는 확실치 않으므로, 품질관리를 위하여 향후 원료육 뿐만 아니라 제조공정에 이르기까지 종합적으로 검토할 필요성을 제기하였다.

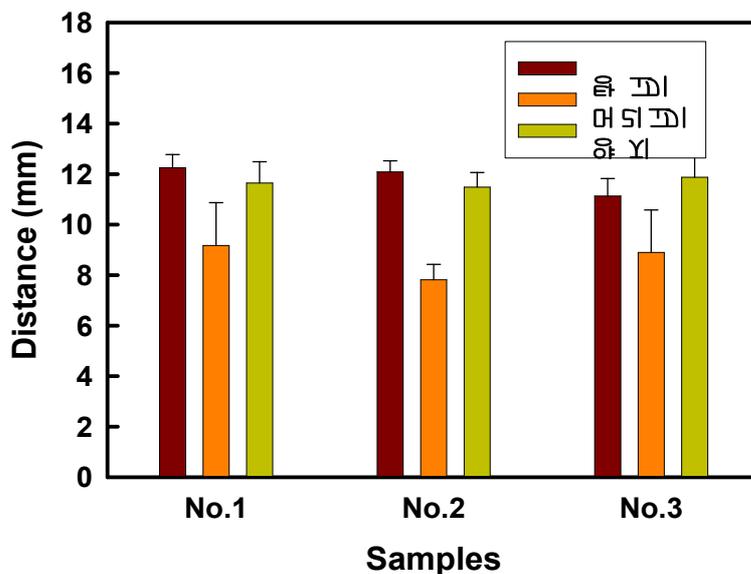


Fig. 4. Breaking distance(mm) of commercial boiled meat manufactured by conventional methods from brisket and head meat of bovine.

(다) 시판용 수육의 breaking strength

각기 제조날짜가 다른 수육의 breaking strength(g · cm)를 측정하여 Fig. 5에 제시하였다. 탕고기의 결과를 살펴보면 19일에 제조한 것이 가장 높았으며 다음으로 24일, 20일의 순으로 높았다. 이 결과는 force에서의 경향과 비슷하였다. Strength는 수육의 물성 특성을 종합적으로 분석하기 위한 것으로서 일반적으로 force와 distance를 곱한 것을 strength로 나타내어 전체적인 물성을 판단하고 있다. 따라서 결론적으로는 force가 강했던 것이 strength에서도 높게 나타나 distance가 미치는 전체적인 물성에는 크게 영향력을 미치지 못했던 것으로 사료되었다. 이와 같은 결과는 머리고기도 같았다. 그러나 양지의 경우는 그 양상이 조금 달랐다. Force가 가장 높았던 20일자에 대하여 24일자의 양지는 strength에서 20일자와 같은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 24일자의 양지가 약간 부드러우면서 탄력성이 있는 물성을 나타낸 것으로 사료되었다. 그 원인에 대해서는 제조공정 중 또는 원료에 이르기까지 종합적인 분석을 필요로 하였다.

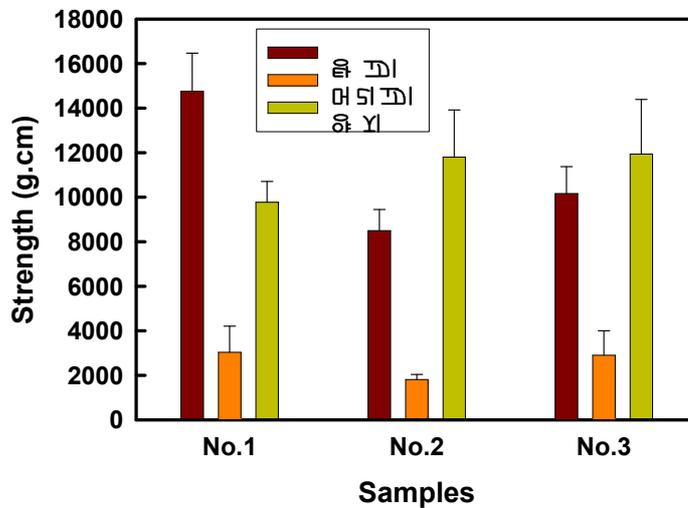


Fig. 5. Breaking strength(g · cm) of commercial boiled meat manufactured by conventional methods from brisket and head meat of bovine.

나. 통전가열 설령탕 제조를 위한 통전인자 도출

(1) 전해질(이온) 농도에 따른 통전 특성

통전가열은 joule의 법칙으로 $R(\Omega)$ 의 물체에 전류 $I(A)$ 를 $t(h)$ 시간 동안 흘려보낼 때 발생하는 열량 $Q (W \cdot h) = V \cdot I = V^2 \cdot K = I^2 \cdot R$ 로써 열량은 전압, 전류, 전기전도도에 비례하여 증가한다(V 는 전압, K 는 전기전도도). 식품은 다양한 전해질을 함유하고 있고, 이러한 전해질은 저항계수가 각각 다르기 때문에 통전 가열기술을 식품에 적용시키기 위해서는 식품성분의 전기전도도를 확인하는 것이 필요하다. 식품의 가장 기본적인 전해질로 사용하는 NaCl을 대상으로 전기전도도를 확인하였고 온도상승속도, 전류 및 전압에 대하여 검토하였다.

Fig. 6에 NaCl 농도를 0.005~1.0M 범위의 용액을 제조한 후 200V에서 통전하여 120°C까지 온도를 올렸을 때의 전압 및 전류의 변화와 가열속도의 변화를 검토하여 그 결과를 제시하였다. 0.005M의 용액을 200V에서 통전하면 120°C에 도달할 때까지의 시간은 2,540초가 소요되었다. 이때의 전압은 120°C에 도달할 때 까지 약 240V를 유지하고 있었으며, 전류에는 거의 변화가 일어나지 않았다. 그러나 NaCl의 농도가 높아짐에 따라서 온도의 상승속도가 급격히 빨라지기 시작하였으며, 0.1M에서는 불과 240초 밖에 소요되지 않았다. 이때의 전류 및 전압의 변화를 살펴보면 전압이 급격히 떨어지는 반면에 전류는 20A까지 급격히 상승하는 경향을 나타내었다(본 실험에서는 안전상의 이유로 최대 전류를 20A로 설정하였으므로 그 이상은 상승하지 않음). 0.2M NaCl 용액에서는 다시 온도 상승속도가 느려지기 시작하였으며 이때의 전압은 통전가열 시작부터 175V 이하의 매우 낮은 수치를 나타내었으며, 전류는 시작부터 본 기기의 최대치인 20A를 나타내었다. 이때의 120°C 온도 도달시간은 300초였다. NaCl 농도를 더욱 높이면 이들의 변화는 더욱 심하여졌으며 0.8M 이상에서는 온도상승이 더욱 느려져 120°C에 도달할 때까지 소요되는 시간은 1,040초인 것으로 나타났다. 이때의 전압은 통전 초기부터 약 50V를 나타내었으며 시간이 경과할수록 전압은 더욱 저하하였다. 전류의 경우는 120°C에 도달할 때 까지 20A를 계속적으로 유지하였다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다. 즉, 0.1M NaCl 부근에서는 급격한 온도상승의 변화와 함께 전압의 저하, 전류의 상승이 동시에 급격히 일어나고 있었는데, 이때에 짧은 시간 내에 많은 에너지가 열에너지로 변환되어 온도를 급격히 상승시킨 것으로 사료되었다. 또한 이온의 농도가 너무 낮거나 포화상태가 되면 전기의 흐름이 나빠지게 되므로 전해질 농도의 조절이 통전가열기술에서 중요한 factor인 것으로 나타났다.

Fig. 6과 같은 조건하에서 전압을 300V로 하여 통전하였을 때의 결과를 Fig. 7에 제시하였다. 이 결과에 있어서도 전체적으로는 200V의 경우와 경향은 같았다. 그러나 300V에서는 200V와 비교하여 낮은 이온농도에서 빠르게 온도가 상승하였으며, NaCl 농도가 0.005M의 200V에서 2,540초 걸렸던 것이 300V에서는 1,110초 밖에 걸리지 않아 약 2배의 속도차이를 보여 주었다. 또한 300V에서 온도의 최대상승속도를 나타내는 NaCl의 농도는 0.05M 이었으며 200V에서의 0.1M보다 약 2배 낮은 농도에서 최대점에 도달하였다.

온도 상승속도에 대한 전압과 전해질 농도의 상관관계를 살펴볼 때, 전해질 농도가 높아질수록 높은 전압에서 온도 상승속도가 낮아지는 경향을 보였다. 즉, 0.1M 이하의 낮은 NaCl 농도에서는 300V 전압이 200V 전압보다 온도상승속도가 빠른 것으로 나타났으나, 0.2M NaCl 농도에서는 200V에서 300초 걸렸던 것이 300V에서는 약 600초가 소요되어 약 2배의 온도상승속도의 차이를 보여 주었다.

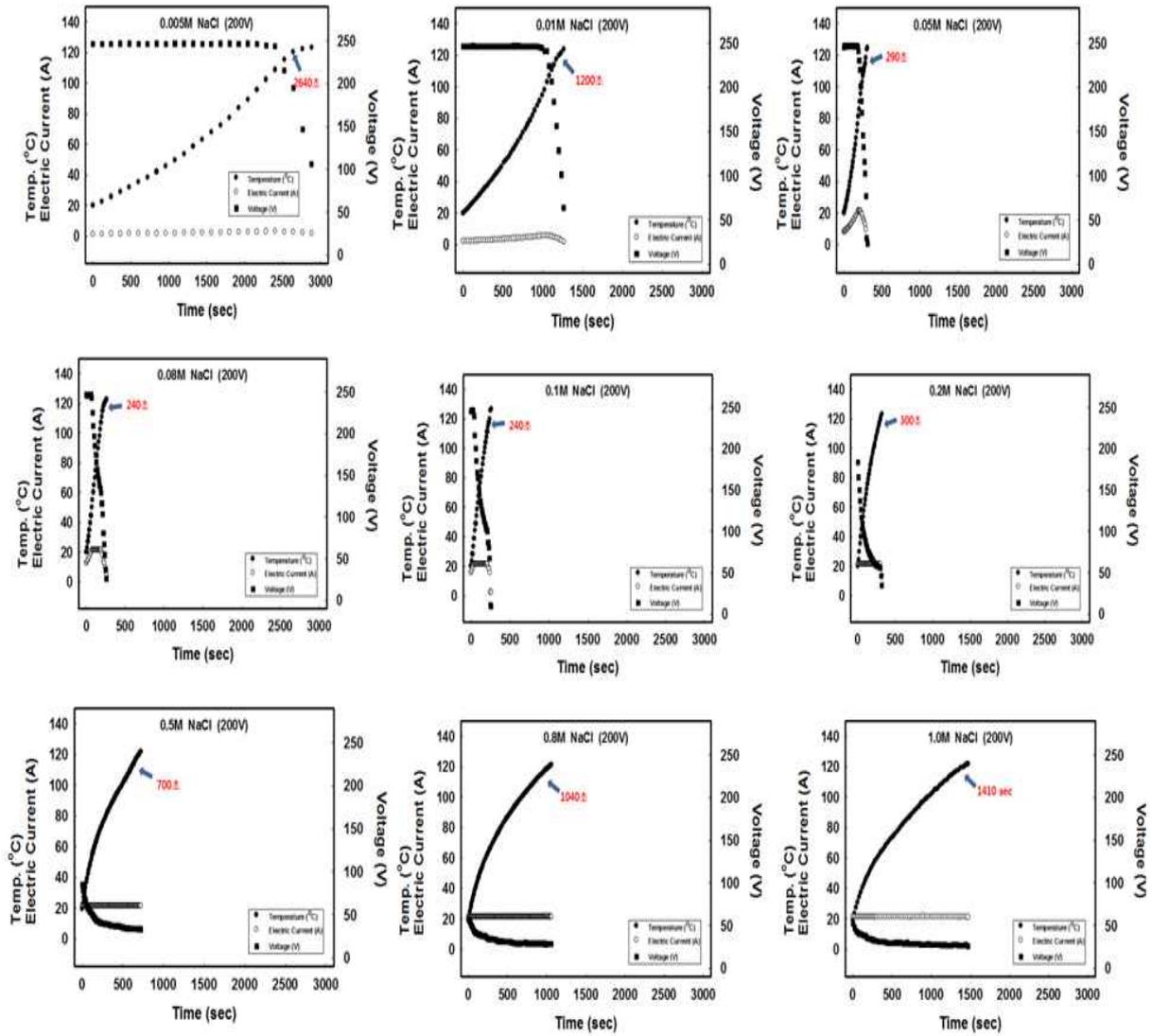


Fig. 6. Effect of NaCl concentration on the voltage(V), current(A) and temperature changes by joule heating at 200V.

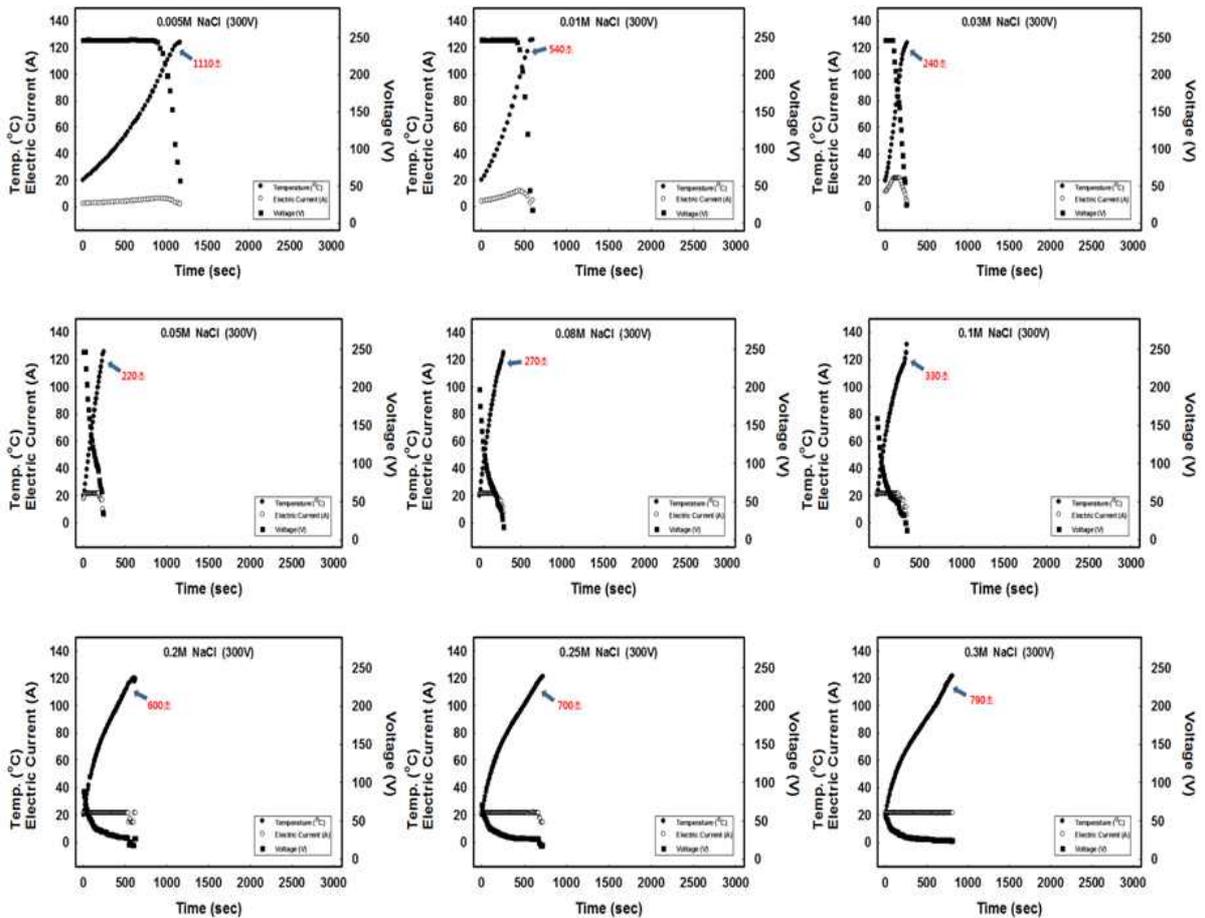


Fig. 7. Effect of NaCl concentration on the voltage(V), current(A) and temperature changes by joule heating at 300V.

이상의 결과를 더욱 상세히 검토하기 위하여 200V와 300V에서의 온도상승속도 상수 K_i 를 산출하여 Fig. 8에 제시하였다. 이 결과에 의하면 NaCl 농도가 낮을 경우에는 300V 통전에서 200V 통전보다 빠르게 온도가 상승하는 것으로 나타난 반면, NaCl 농도를 높일수록 300V 통전에서 오히려 느리게 온도가 상승하는 것으로 나타났다. 또한 온도 상승 최대속도를 살펴보면 300V에서는 NaCl 농도가 0.05M이었으며 200V에서는 0.1M로 2배의 차이가 있었다. 이러한 결과는 통전가열속도가 전압 및 이온의 농도와 상관관계가 있다는 것을 제시하고 있으며, NaCl 농도가 적을 경우 전압을 높이는 것이 온도를 빠르게 상승시키는 작용을 하고, NaCl 농도가 높을 경우 전압을 낮추는 것이 온도 상승속도를 높이는 데 효과적이라는 것을 제시하고 있다.

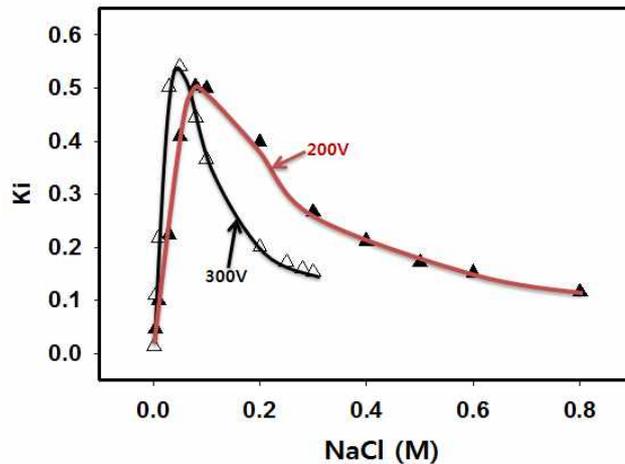


Fig. 8. Increased rate constants of temperatures of NaCl solution prepared at various concentrations by joule heating at 200 and 300V.

(2) 주파수 및 파형에 따른 통전 특성

1차 년도에서 전해질(이온) 농도에 따른 통전 가열의 전류, 전압 및 온도의 변화를 측정하였고, 그 결과 통전 가열속도는 전압에 따라 이온의 critical 농도와 상관관계가 있다는 것을 알 수 있었다. 즉, 이온 농도가 낮을 경우 전압을 높이고(300V), 이온 농도가 높을 경우 전압을 낮추는 것이(200V) 통전가열 속도를 향상시킬 수 있다는 결과를 얻었다. 본 연구에서는 가열 속도가 빠른 조건으로 확인된 300V 전압, 이온 강도 0.1의 전해질 용액(NaCl)을 고정시킨 다음, 주파수와 파형에 따른 가열시간의 변화를 측정하였다. 이때 주파수에 따른 가열시간 연구에서는 1차 년도에서 사용하였던 구형파로 주파수를 20kHz, 40kHz, 60kHz로 변형시켰고, 파형에 따른 가열시간 연구에서는 주파수를 20kHz로 고정한 다음 파형을 구형파, 사인파, 톱니파로 변형시켜 통전효율을 조사하였다.

본 실험에 사용된 통전장치는 국내 제작된 시험용 통전 장치로, function generator에서 송출되는 주파수 및 파형이 약간 불안한 모습을 보여 약간의 오차가 있을 것으로 예상되었지만, 향후 본 연구의 3차년도 연구사업 결과에 따라 통전장치의 국산화가 필요하다고 판단되어, 시험 제작한 통전장치를 이용하여 주파수와 파형에 따른 가열 속도에 대한 연구를 일부 수행하였다. 그 결과는 Fig. 9~10과 같다.

(가) 주파수에 따른 전해질의 가열속도

Fig. 9는 통전가열시 구형파 주파수를 20kHz, 40kHz, 60kHz로 구분하여 0.1M NaCl 전해질 용액을 100℃까지 가열했을 때 도달하는 시간을 나타낸 것으로 100℃에 도달할 때까지 직선적으로 증가하고 있으며, 약 180초 정도 소요되고 있다. 20kHz, 40kHz 및 60kHz 주파수 영역대의 통전가열속도는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 주파수는 전극 재질에 따라 통전시 전극의 부식과 상관관계가 있는 것으로 일부 보고되고 있으나, 20kHz 주파수 영역에서는 티타늄 재질의 전극이 부식 안정성이 크기 때문에 향후 통전장치 개발에서도 20kHz 주파수 영역대를 사용하는 것이 적절한 것으로 생각되었다.

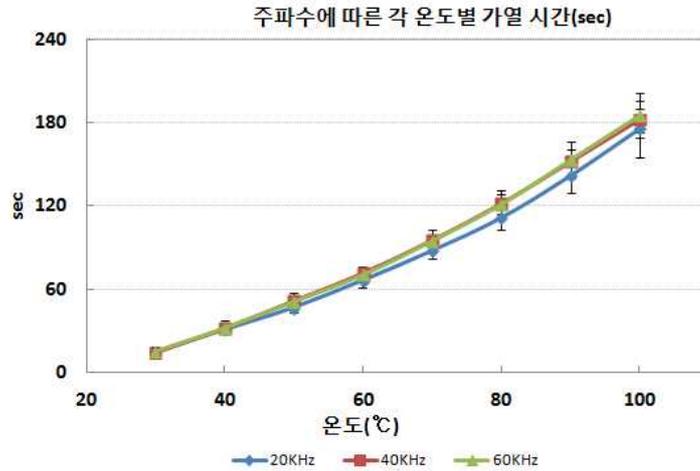


Fig. 9. Heating time according to the frequency

(나) 파형에 따른 전해질의 가열 속도

통전 가열에서 사용하는 교류는 싸인파를 변형시킨 구형파를 일반적으로 사용하는데 이는 다른 파형에 비하여 전극의 부식을 억제하는 효과가 있는 것으로 알려지고 있다. 통전시 인가 되는 교류파를 싸인파, 구형파, 톱니파로 구분하여 각 온도별 가열시간을 측정한 결과(Fig. 10), 가열시간은 파형에 따라 유의적 차이가 나타나지 않았으나, 전극의 부식 내지는 이물질 침착은 교류파의 duty cycle의 ratio와 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되고 있으므로, 기존의 구형파를 사용하되, 전극의 부식이 발생되면 duty cycle의 ratio를 변형시켜 통전하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

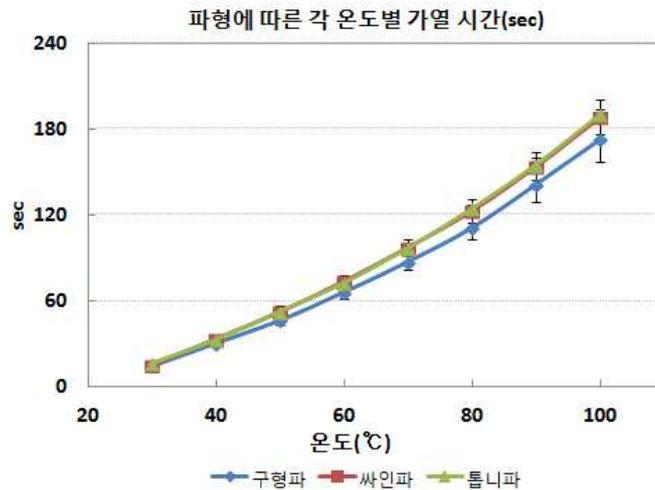


Fig. 10. Heating time according to the wave types

다. 통전가열 사골육수의 품질 특성

주관기관인 (주)이연 FnC에서 호주산 왕대사골(대퇴골), 24개월 령 100일 이상 비육한 호주산 양지, 국내산 육우의 소머리 고기를 사용하여 원료 배합비에 따른 육수의 품질 특성에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 육수의 풍미, 수용성 단백질, 미네랄 등을 분석하여 방열공정, 가열공정, 유화공정 등을 확립하는 연구가 진행되었다.

본 협동연구에서는 1차년도에서 수립한 전해질의 이온강도를 0.1로 고정하여 300V, 20kHz의 통전 조건으로 가열한 통전가열과 LPG를 이용한 가스가열(이하 가스 가열)로 제조한 사골육수 품질 특성을 연구하였다. 사골육수 생산시 채래식에서는 가마솥에서 사골을 15~18시간 열수추출하고, (주)이연 FnC에서 상업적으로 대량생산하고 있는 가압식에서는 가압설비(120℃, 1.5 kgf/cm² 이상)에서 6시간 추출이 경제성이 있는 것으로 조사되고 있다. 본 실험에서는 상업적으로 대량생산이 가능한 통전가열 추출공정을 확립하기 위하여 최대 8시간까지 추출하였고, 통전가열로 추출한 사골육수의 성상, 고형물 함량, 일반성분, 아미노산 조성, 지방산 조성, 무기질 조성 등과 관련한 품질 특성을 살펴보았다.

(1) 사골육수의 성상

통전가열과 가스가열을 이용하여 사골육수의 성상을 비교하였다. 이때 통전가열에서는 상압과 가압으로 구분하여 사골육수를 추출하였고, 가마솥에서 생산하는 전통적 설령탕 사골육수 생산방식과 유사한 가스가열을 대조구로 하였다.

가열시간에 따른 사골의 형태 변화를 Fig. 11에 나타냈다. 사골의 형태는 가열시간에 따라 골수가 많이 빠져 나가는 모습을 보였고, 동일한 가열시간에서는 가압 통전가열 > 상압 통전가열 > 가스가열의 순서로 빠져 나가는 골수의 양이 많게 나타났다. 가압 통전가열에서는 가열 2시간 이후, 상압 통전가열에서는 4시간 이후, 그리고 가스가열에서는 6시간 이후 대부분의 골수가 빠져 나가는 양상을 보였다. 가열 전후의 뼈 무게에서도 동일한 양상을 보였는데, 가압 통전가열에서는 가열 2시간 이후 20.3%가 그리고 상압식 통전가열에서는 12.7%가 감량된 반면, 가스가열에서는 가열 6시간 이후에 10.6%의 감량을 나타냈다.

한편, 사골육수의 색깔은 가열방식에 따라 약간의 차이를 보였다. Fig. 12에 나타낸 바와 같이, 가스가열에서 추출한 사골육수는 가열 4시간 이후 회백색의 뽀얀 육수 색깔을 나타낸 반면, 가압식과 상압식 통전가열에서는 8시간 가열하여도 맑거나 노란색의 사골육수 색깔을 나타냈고, 기름층이 위에 떠있는 모습을 보였다. 이러한 현상은 가스가열에서는 가열시 열에너지에 의하여 육수 내부의 열전도 및 대류현상이 강하게 일어나 육수에 함유된 기름이 단백질 등과 유화된 반면, 통전가열에서는 열전도 및 대류현상보다는 육수 자체의 전해질에 의하여 발열되기 때문에 이러한 유화현상이 적게 나타났기 때문으로 생각되었다. 그러나 통전가열 사골육수를 균질기를 이용하여 고속으로 혼합하여 유화시키면 가스가열의 경우와 유사하게 회백색의 사골육수 형태를 보이고 있어 설령탕 사골육수의 성상에는 큰 문제가 없을 것으로 생각되었다 (Fig. 13).

가열 시간	통전가열(가압)	통전가열(상압)	가스가열
	감량%	감량%	감량%
2hr	-20.3	-12.7	-7.5
4hr	-27.7	-14.8	-8.8
6hr	-28.1	-15.0	-10.6
8hr	-28.9	-16.3	-13.4

Fig. 11. Appearance of beef leg bone according to the heating time

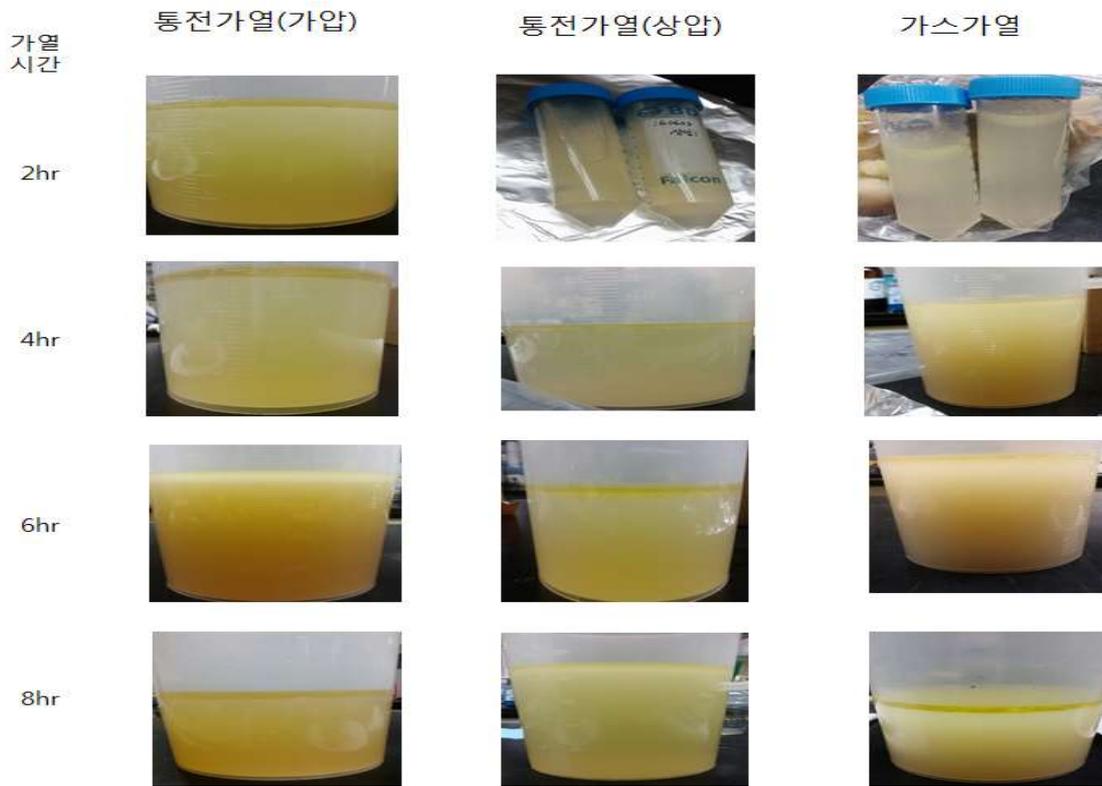


Fig. 12. Description of beef leg bone broth according to the heating time

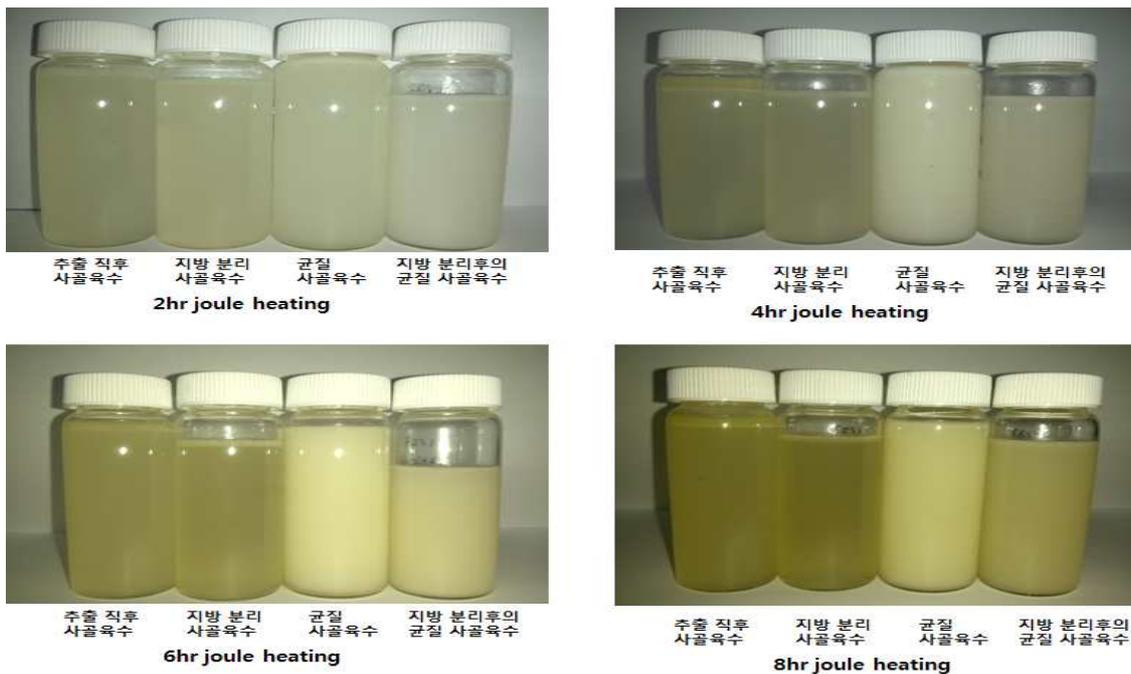


Fig. 13. Emulsion effect of beef leg bone broth extracted with joule heating

(2) 사골육수의 고형물 함량

주관기관인 이연 FnC의 가압 사골육수 추출은 가압식으로 120℃에서 6시간 추출한 후 90℃ 이상의 고온에서 12시간 정도 숙성시키는 방법을 이용하고 있다. 통전가열에 의한 사골육수의 추출 효율성을 확인하기 예비실험으로 100℃~120℃의 범위에서 6시간 동안 통전가열하여 사골육수를 추출하였을 때, 이들의 고형물 함량을 측정하였다.

Fig. 14에 통전가열시간에 따른 각 온도에서의 고형물을 나타냈는데, 통전가열 온도가 높아 질수록 추출된 고형물함량이 증가하였으며, 또한 통전가열시간이 길어질수록 고형물함량이 증가하였다. 120℃에서 6시간 추출한 경우 최대 약 4.2%의 고형물 함량을 나타냈는데, 주관기관의 가압식 사골육수 추출방식의 약 3.8~4.5의 brix와 비슷한 수준의 결과를 보였다. 이러한 결과는 주관기관의 숙성시간이 포함되지 않았기 때문에, 본 예비실험을 통하여 통전가열에 의한 사골육수 추출 효율성이 높다는 것을 알 수 있었다.

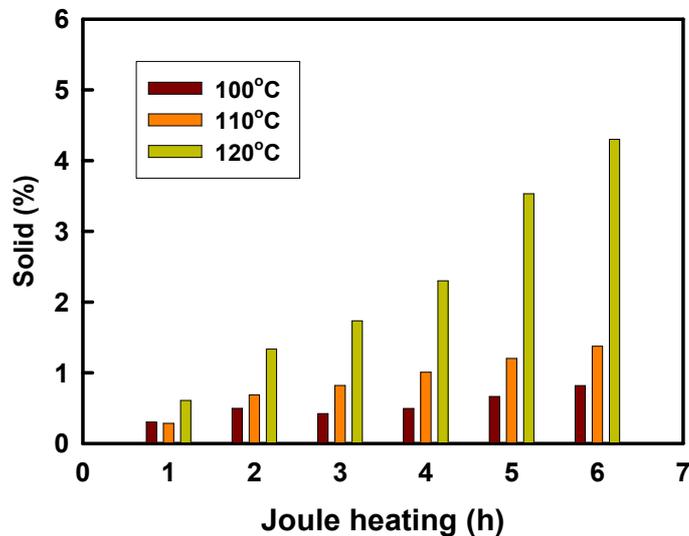


Fig. 14. The contents of solid extracted from beef leg bone by joule heating.

예비실험을 통하여 통전가열의 추출 효율성을 확인하였으므로, 통전가열과 가스가열에 의한 사골육수의 품질 특성을 비교하였다(Table 1~5). 이때 통전가열은 가압과 상압으로 구분하였다.

Table 1에 나타낸 바와 같이 가열시간이 증가함에 따라 통전가열과 가스가열로 추출한 사골육수의 고형물 함량은 증가하는 경향을 보였으나, 동일한 가열시간에서 가압통전가열은 가스가열에 비하여 고형물 함량이 3~5배 증가하는 양상을 나타냈다. 추출된 고형물 함량은 가스가열에서는 6시간 이후에, 통전가열에서는 4시간 이후에 유의적 차이를 보이지 않아, 통전가열 추출시 가열시간은 4시간이 경제적인 것으로 생각되었다.

주관연구기관에서 수행한 가압식으로 추출한 경우에는 고형분 회수율이 18~23%인 것으로 나타났는데, 이렇게 높은 고형분 회수율은 추출과정에서 사골기름이 추가적으로 투입되었고 또한 주관기관의 스팀식 가압추출은 추출시간과 숙성시간을 병행하여 총 추출시간이 상대적으로 길었던 것도 하나의 원인으로 생각되었다. 사골기름을 제외한 사골 추출액의 고형분은 4.5~4.7% 수준인 것으로 나타나고 있다. 한편, 김(2006)의 연구에서는 소 사골을 12시간 가열한

경우 0.8% 수준의 고형물 함량이 용출되는 것으로 보고하여 가열방식 및 가열조건, 그리고 사골의 종류가 고형물 함량 용출에 미치는 영향도 큰 것으로 생각되었다.

Table 1. Solid contents in beef leg bone broth according to the heating conditions

(단위 : %)

Heating time	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating
2hr	4.33±1.15 ^{Ba}	1.65±0.21 ^{Bb}	1.13±0.14 ^{Bb}
4hr	6.75±1.62 ^{Aa}	2.45±0.35 ^{ABb}	1.78±0.08 ^{ABb}
6hr	6.64±1.33 ^{Aa}	3.30±0.71 ^{ABb}	2.42±0.65 ^{Ab}
8hr	7.71±1.53 ^{Aa}	5.37±1.63 ^{Aab}	2.62±1.26 ^{Ab}

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

^{a-b} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

(3) 사골육수의 일반성분

설탕탕 육수의 맛은 사골과 고기에서 용출되는 단백질 및 지방 함량, 아미노산 및 지방산 조성, 그리고 균일한 유화 및 유적 크기 등에 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다.

(가) 사골육수의 조단백질 함량

사골육수의 주요 영양원인 조단백질 함량은 Table 2와 같다.

조단백질 함량은 가열시간에 따라 통전가열이나 가스가열에서 모두 증가하는 추세를 나타냈다. 통전가열은 가열시간에 따른 유의적 차이가 나타났으나, 가스가열에서는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 동일한 추출시간에서 가압통전가열 > 상압통전가열 > 가스가열의 순서로 단백질 함량이 높게 나타났다. 가압통전가열에서는 가스가열의 경우에 비하여 단백질 함량이 약 3~4배 정도 높은 추출량을 보였다. 상압 통전가열은 가스가열에 비하여 가열 6시간까지는 약간 높은 추출율을 나타냈으나 뚜렷한 유의적 차이가 없어 통전효과를 기대할 수 없었다. 그러나 8시간 가열한 경우는 통전효과 가능성을 제시하고 있다.

SDS-PAGE의 결과에서는(Fig. 15) 가열시간이 길어질수록 가스가열에 비하여 가압통전가열에서 고분자 단백질의 저분자화가 가속화되어 펩타이드가 많이 형성되는 것을 보여주고 있다. 통전가열 육수와 가스가열 육수의 단백질 분자량 차이는 유화현상, 육수의 색깔 및 풍미에 영향을 주는 요인으로 작용할 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 2. Crude protein in beef leg bone broth according to the heating conditions

(단위 : %)

Heating time	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating
2hr	1.30±0.51 ^{Ba}	0.48±0.32 ^{Ba}	0.30±0.20 ^{Aa}
4hr	2.27±0.24 ^{ABa}	0.78±0.23 ^{Bb}	0.62±0.33 ^{Ab}
6hr	2.91±0.27 ^{Aa}	0.94±0.27 ^{ABb}	0.85±0.28 ^{Ab}
8hr	2.89±0.35 ^{Aa}	1.88±0.18 ^{Aab}	0.88±0.25 ^{Ab}

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

^{a-b} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

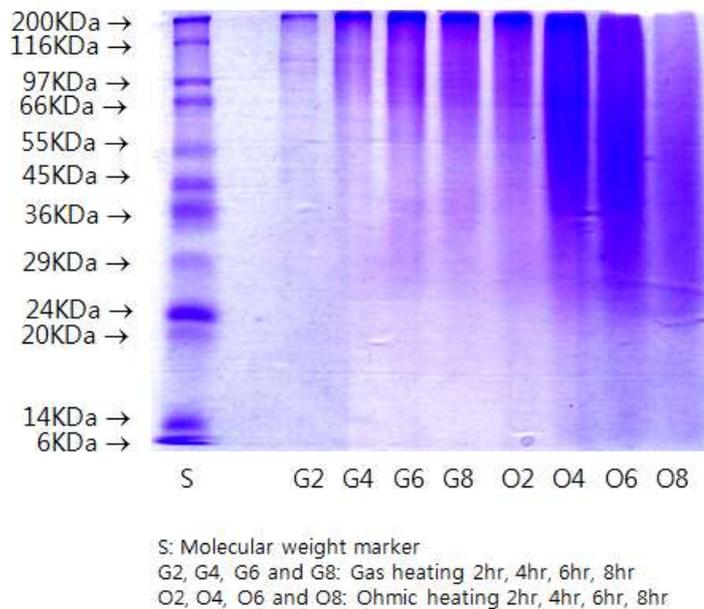


Fig. 15. SDS-PAGE of crude protein in beef leg bone broth according to the heating conditions

(나) 사골육수의 조지방 함량

식육 가열시 풍미성분의 약 90%는 지질로부터 유래하는 것으로 보고되고 있으며(Baily, 1983), 설령탕 사골육수에서도 지방 함량 및 지방산 조성, 지방과 단백질의 유화, 유적의 크기 등이 육수의 맛에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서 중앙공급형 설령탕 외식업체에서는 적정 수준의 지방 함량과 유화 공정을 사골육수의 품질관리 지표로 설정하여 소비자 기호도를 충족시키고 있다.

사골육수의 조지방 함량은 Table 3과 같다. 가압통전가열은 전반적으로 가열 2시간 이후에 유사한 지방함량을 나타내, 2시간만 가열하여도 지방이 충분히 용출되는 것으로 생각되었다.

가압통전가열에 의한 지방 용출량은 임 등(1985)이 보고한 100℃에서 18시간 용출한 결과와 유사하였다. 반면에 상압통전가열과 가스가열에서는 가열시간에 따라 약간씩 증가하는 추세를 보이고 있으나 통계적 유의차는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 실험실적으로 소량 추출하였기 때문에 시료 채취 부위와 시료 종류에 따라 오차 범위가 크기 때문인 것으로 생각되었다.

전반적으로 가압통전가열 > 상압통전가열 > 가스가열의 순서로 지방용출량은 많았지만 6시간 가열 이후에는 유의적 차이를 보이지 않았다.

Table 3. Lipid in beef leg bone broth according to the heating conditions

(단위: %)

Heating time	Pressurized joule heating ^{NS}	Normal joule heating ^{NS}	Gas heating ^{NS}
2hr	2.10±0.31 ^a	0.77±0.29 ^b	0.45±0.13 ^b
4hr	2.14±0.30 ^a	0.94±0.37 ^{ab}	0.67±0.35 ^b
6hr	2.23±0.39 ^a	1.56±0.58 ^a	1.04±0.24 ^a
8hr	2.22±0.45 ^a	2.02±0.33 ^a	1.18±0.21 ^a

^{a-b} Means with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05).

NS ; Not significant in the same column.

(다) 사골육수의 조회분 함량

사골육수의 조회분 함량은 가열시간 및 가열방식에 따라 유의적 차이는 보이지 않았고, 전반적으로 0.5% 수준 이하로 나타났다(Table 4).

Table 4. Crude ash in beef leg bone broth according to the heating conditions

(단위: %)

Heating time	Pressurized joule heating ^{NS}	Normal joule heating ^{NS}	Gas heating ^{NS}
2hr	0.27±0.04	0.25±0.0	0.35±0.02
4hr	0.40±0.01	0.33±0.06	0.33±0.13
6hr	0.35±0.07	0.32±0.06	0.39±0.06
8hr	0.40±0.07	0.39±0.03	0.49±0.01

NS ; Not significant in the same column and row.

(4) 사골육수의 아미노산 조성

아미노산은 종류에 따라 단 맛, 쓴 맛, 신 맛 등을 나타내는데 신(1990)에 의하면 Gly, Ala, Thr 등은 단 맛이, Phe, Trp, Arg 등은 쓴 맛이, Asp, Glu 등은 신맛이 강한 대표적 아미노산

으로 분류하고 있다. Table 5에 일반적으로 알려진 아미노산의 맛과 역가를 제시하였다(신, 1990).

Table 6~7 및 Fig. 16에 통전가열과 가스가열로 추출한 사골육수의 아미노산 함량과 조성을 나타냈다. 전반적으로 사골육수의 총 아미노산 함량은 가열시간에 따라 유의적으로 증가하는 추세를 보였다. 동일한 가열시간에서는 가압통전가열이 상압통전가열 및 가스가열에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타냈다. 이러한 결과는 Table 2의 단백질 함량과 상관성이 있는 것으로 나타났다. 그러나 상압통전가열은 Table 2의 결과와는 차이가 있었다. 상압통전가열로 8시간 가열한 경우에는 가스가열보다 총 아미노산 함량이 높았지만 4시간, 6시간 가열한 경우에는 가스가열보다 적게 나타났다. 이러한 원인에 대하여 추후 재검토가 필요하겠지만 수용성 성분 추출에 필요한 열에너지 투입량과 electroporation이 연관이 있을 것으로 생각되었다. 상압통전가열은 일정온도에 도달하면 전기에너지 공급이 중단되도록 설계되었고 가스가열은 지속적으로 열에너지가 공급되는 시스템으로 실험하였기 때문에 상압통전가열이 가스가열에 비하여 열에너지 공급이 상대적으로 적었다. 이러한 이유로 가열초기에는 상압통전가열에서 수용성 성분이 적게 추출되었으나 가열이 진행될수록 추출에 필요한 열에너지 보다는 통전가열에 의하여 발생하는 세포의 electroporation이 증가하여 수용성 성분 추출량이 증가한 것으로 예상할 수 있다(Yoon et al, 2002); An & King, 2007).

아미노산 조성을 살펴볼 때, 사골육수의 아미노산은 감미성 아미노산이 58~62%를 차지하여 가장 많았고 이 중에서 glycine, alanine, proline이 대부분을 차지하였다. 산미성 아미노산(glutamic acid, aspartic acid)과 고미성 아미노산(arginine, leucine 등)은 각각 19~21%, 17~19%로써 유사한 비율을 나타냈다. 이러한 아미노산 조성비는 가열시간에 따라 큰 변화를 보이지 않았고, 통전가열과 가스가열에서도 차이가 없는 것으로 나타났다. 시중에 유통되는 사골추출물의 아미노산 분석에서도 감미성 아미노산이 가장 많은 것으로 나타나(data not shown), 감미성 아미노산이 설령탕 육수의 담백한 맛과 단 맛에 영향을 주는 것으로 생각되었다.

한편, 본 아미노산 조성표에는 콜라겐 성분의 지표가 되는 hydroxyproline이 분석되지 않아 설령탕 육수의 겔화에 대한 객관적 정보를 수집할 수 없었지만, 통전가열로 추출한 설령탕 육수를 냉장온도에 보관하면 겔화가 일어나는 현상을 관찰할 수 있었다. 이는 통전가열 사골육수에서도 사골에 함유되어 있는 콜라겐 성분이 충분히 젤라틴화 되어 사골육수의 식감에 기여하고 있음을 제시하고 있다. 유사한 실험으로 가열시간이 증가할수록 사골의 콜라겐 용출량이 증가하고 있다는 연구결과도 있다(김, 2006).

Table 5. Taste and threshold value of amino acids

Taste	Amino acid	Threshold value (mg/100g)	Taste			
			Sweet	Acidic	Bitter	Salty
Sweet	Gly	110	●			
	Hyp	50	●		◎	
	Ala	60	●			
	Thr	260	●			
	Pro	300	●		●	
	Ser	150	●			
	Cyt	500	◎		◎	
	Lys	50	◎		◎	
	Gln	250	○			
Bitter	Phe	150			●	
	Trp	90			●	
	Arg	10			●	
	Val	150	○		●	
	Leu	380			●	
	Met	30			●	
	His	20			◎	
Acidic	Asp	3		●		
	Glu	5		●		
	Asn	100		◎	○	
Umami	Glu · Na	30	○			○
	Asp · Na	100		◎		

● : Intense taste, ◎ : Moderate taste, ○ : Weak taste

Table 6. Composition of amino acids in beef leg bone broth according to the heating times (mg/100g)

Amino acids	Pressurized joule heating			Normal joule heating			Gas heating		
	4hr	6hr	8hr	4hr	6hr	8hr	4hr	6hr	8hr
Gly	158.55 ±114.54 ^b	388.75 ±22.85 ^{ab}	539.67 ±170.06 ^a	34.35 ±0.07 ^c	68.14 ±0.17 ^b	315.04± 4.44 ^a	41.89 ±27.03 ^b	158.49 ±23.94 ^a	160.56 ±22.75 ^a
Ala	60.84 ±49.16 ^b	153.39 ±19.71 ^{ab}	212.63 ±74.97 ^a	12.13 ±0.51 ^c	25.71 ±0.16 ^b	119.94± 1.93 ^a	17.40 ±11.61 ^b	60.84 ±16.75 ^a	61.68 ±8.92 ^a
Thr	14.23 ±7.86 ^b	32.50 ±2.60 ^{ab}	46.75 ±11.56 ^a	3.54 ±0.28 ^c	5.78 ±0.04 ^b	30.16 ±0.49 ^a	5.07 ±2.63 ^b	16.07 ±0.49 ^a	15.56 ±3.00 ^a
Pro	87.15 ±60.90 ^b	216.00 ±24.42 ^{ab}	309.90 ±99.07 ^a	16.80 ±1.39 ^b	33.45 ±1.64 ^b	182.51± 7.35 ^a	21.53 ±10.97 ^b	85.45 ±13.31 ^a	86.69 ±15.24 ^a
Ser	23.07 ±14.75 ^b	54.61 ±1.09 ^{ab}	74.53 ±18.60 ^a	5.80 ±0.43 ^c	10.18 ±0.15 ^b	46.16 ±0.34 ^a	7.32 ±3.29 ^b	24.33 ±1.80 ^a	23.43 ±4.62 ^a
Lys	23.29 ±14.90 ^b	54.39 ±3.58 ^{ab}	81.25 ±24.38 ^a	6.38 ±0.09 ^c	9.56 ±0.11 ^b	47.21 ±0.41 ^a	8.52 ±4.14 ^b	24.85 ±1.60 ^a	24.99 ±5.19 ^a
Sub total (Sweet)	367.13 ±262.08 ^b	899.64 ±73.96 ^{ab}	1264.75± 398.48 ^a	79.00 ±1.76 ^c	152.83± 1.55 ^b	741.01± 14.96 ^a	101.73 ±59.65 ^b	370.03 ±57.50 ^a	372.91 ±59.72 ^a
Phe	13.46 ±9.82 ^b	34.21 ±3.83 ^{ab}	48.07 ±12.93 ^a	2.90 ±0.08 ^c	5.50 ±0.07 ^b	28.99 ±0.14 ^a	4.57 ±3.58 ^b	15.22 ±1.54 ^a	14.60 ±2.28 ^a
Arg	52.84 ±38.19 ^b	120.04 ±16.83 ^{ab}	175.50 ±59.23 ^a	10.46 ±0.66 ^c	20.52 ±0.83 ^b	108.02± 2.15 ^a	14.35 ±11.30 ^b	53.03 ±6.52 ^a	53.67 ±5.96 ^a
Val	12.50 ±8.83 ^b	27.00 ±11.26 ^{ab}	44.82 ±15.24 ^a	2.83 ±0.11 ^b	3.23 ±0.14 ^b	28.51 ±0.18 ^a	3.61 ±2.07 ^b	15.54 ±3.17 ^a	14.63 ±3.06 ^a
Leu	23.66 ±16.92 ^b	52.54 ±8.64 ^{ab}	74.14 ±26.38 ^a	5.67 ±0.10 ^c	8.56 ±0.05 ^b	43.91 ±0.17 ^a	8.54 ±5.33 ^b	26.32 ±3.88 ^a	25.90 ±2.95 ^a
Met	2.06 ±1.51 ^b	9.12 ±1.46 ^a	12.66 ±3.59 ^a	0.31 ±0.00 ^c	0.81 ±0.03 ^b	8.85 ±0.02 ^a	0.20 ±0.17 ^b	2.88 ±0.97 ^a	3.47 ±1.45 ^a
His	4.99 ±3.30 ^b	10.68 ±0.54 ^a	14.76 ±1.05 ^a	1.54 ±0.00 ^c	2.11 ±0.18 ^b	9.63 ±0.08 ^a	2.27 ±0.07 ^b	5.14 ±0.40 ^a	5.12 ±0.97 ^a
Sub total (Bitter)	109.51 ±78.52 ^b	253.58 ±41.41 ^{ab}	369.95 ±118.33 ^a	23.72 ±0.73 ^c	40.73 ±0.63 ^b	227.90± 2.58 ^a	33.55 ±22.39 ^b	118.13 ±16.44 ^a	117.39 ±16.66 ^a
Glu	77.36 ±52.26 ^b	179.52 ±16.93 ^{ab}	254.62 ±82.45 ^a	18.28 ±0.18 ^c	32.82 ±0.30 ^b	152.64± 2.05 ^a	23.52 ±12.02 ^b	79.63 ±7.88 ^a	79.96 ±11.31 ^a
Asp	42.10 ±28.07 ^b	96.62 ±7.98 ^{ab}	134.67 ±44.14 ^a	9.75 ±0.52 ^c	18.20 ±0.16 ^b	82.50 ±1.65 ^a	13.02 ±6.15 ^b	43.48 ±3.06 ^a	42.68 ±6.31 ^a
Sub total (Acidic)	119.46 ±80.33 ^b	276.14 ±24.85 ^{ab}	389.29 ±126.59 ^a	28.02 ±0.70 ^c	51.02 ±0.13 ^b	235.14± 3.70 ^a	36.54 ±18.16 ^b	123.11 ±10.94 ^a	122.64 ±17.62 ^a
Ile	7.93 ±6.99	16.20 ±6.41	28.76 ±12.42 ^{NS}	1.64 ±0.10 ^b	1.91 ±0.13 ^b	17.21 ±0.12 ^a	2.20 ±1.65 ^b	8.17 ±2.45 ^a	8.36 ±0.24 ^a
Tyr	2.50 ±4.33	4.67 ±4.28	9.27 ±8.86 ^{NS}	0 ^c	0 ^c	4.53 ±0.34 ^a	1.13 ±1.96	3.67 ±1.06	3.20 ±2.43 ^{NS}
Sub total	10.43 ±11.32	20.88 ±10.04	38.03 ±21.28 ^{NS}	1.64 ±0.10 ^c	1.91 ±0.13 ^c	21.74 ±0.46 ^a	3.33 ±3.61 ^b	11.85 ±3.51 ^a	11.55 ±2.57 ^a
Total	606.53 ±432.13 ^b	1450.23 ±149.81 ^{ab}	2062.01 ±664.64 ^a	132.38 ±3.09 ^c	246.49 ±2.19 ^b	1225.79 ±21.70 ^a	175.15 ±103.81 ^b	623.12 ±88.24 ^a	624.50 ±91.45 ^a

^{a-c} Means with different superscripts in the row of same heating type are significantly different (p<0.05).

NS ; Not significant.

Table 7. Composition of amino acids in beef leg bone broth according to the heating types (mg/100g)

Amino acids	4hr ^{2)NS}			6hr			8hr		
	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating
Gly	158.55 ±114.54	34.35 ±0.07	41.89 ±27.03	388.75 ±22.85 ^a	68.14 ±0.17 ^c	158.49 ±23.94 ^b	539.67±17 0.06 ^a	315.04 ±4.44 ^{ab}	160.56 ±22.75 ^b
Ala	60.84 ±49.16	12.13 ±0.51	17.40 ±11.61	153.39 ±19.71 ^a	25.71 ±0.16 ^b	60.84 ±16.75 ^b	212.63±74. 97 ^a	119.94 ±1.93 ^{ab}	61.68 ±8.92 ^b
Thr	14.23 ±7.86	3.54 ±0.28	5.07 ±2.63	32.50 ±2.60 ^a	5.78 ±0.04 ^c	16.07 ±0.49 ^b	46.75 ±11.56 ^a	30.16 ±0.49 ^{ab}	15.56 ±3.00 ^b
Pro	87.15 ±60.90	16.80 ±1.39	21.53 ±10.97	216.00 ±24.42 ^a	33.45 ±1.64 ^c	85.45 ±13.31 ^b	309.90±99. 07 ^a	182.51 ±7.35 ^{ab}	86.69 ±15.24 ^b
Ser	23.07 ±14.75	5.80 ±0.43	7.32 ±3.29	54.61 ±1.09 ^a	10.18 ±0.15 ^c	24.33 ±1.80 ^b	74.53 ±18.60 ^a	46.16 ±0.34 ^{ab}	23.43 ±4.62 ^b
Lys	23.29 ±14.90	6.38 ±0.09	8.52 ±4.14	54.39 ±3.58 ^a	9.56 ±0.11 ^c	24.85 ±1.60 ^b	81.25 ±24.38 ^a	47.21 ±0.41 ^{ab}	24.99 ±5.19 ^b
Sub total (Sweet)	367.13 ±262.08 ^{NS}	79.00 ±1.76	101.73 ±59.65	899.64 ±73.96 ^a	152.83 ±1.55 ^c	370.03 ±57.50 ^b	1264.75±3 98.48 ^a	741.01 ±14.96 ^{ab}	372.91 ±59.72 ^b
Phe	13.46 ±9.82	2.90 ±0.08	4.57 ±3.58	34.21 ±3.83 ^a	5.50 ±0.07 ^c	15.22 ±1.54 ^b	48.07 ±12.93 ^a	28.99 ±0.14 ^{ab}	14.60 ±2.28 ^b
Arg	52.84 ±38.19	10.46 ±0.66	14.35 ±11.30	120.04 ±16.83 ^a	20.52 ±0.83 ^b	53.03 ±6.52 ^c	104.50±59. 23 ^a	108.02 ±2.15 ^{ab}	53.67 ±5.96 ^b
Val	12.50 ±8.83	2.83 ±0.11	3.61 ±2.07	27.00 ±11.26 ^a	3.24 ±0.14 ^b	15.54 ±3.17 ^{ab}	44.82 ±15.24 ^a	28.51 ±0.18 ^{ab}	14.63 ±3.06 ^b
Leu	23.66 ±16.92	5.67 ±0.10	8.54 ±5.33	52.54 ±8.64 ^a	8.56 ±0.05 ^c	26.32 ±3.88 ^b	74.14 ±26.38 ^a	43.91 ±0.17 ^{ab}	25.90 ±2.95 ^b
Met	2.06 ±1.51	0.31 ±0.00	0.20 ±0.17	9.12 ±1.46 ^a	0.81 ±0.03 ^b	2.88 ±0.97 ^b	12.66 ±3.59 ^a	8.85 ±0.02 ^{ab}	3.47 ±1.45 ^b
His	4.99 ±3.30	1.54 ±0.00	2.27 ±0.07	10.68 ±0.54 ^a	2.11 ±0.18 ^c	5.14 ±0.40 ^b	14.76 ±1.05 ^a	9.63 ±0.08 ^b	5.12 ±0.97 ^c
Sub total (Bitter)	109.51 ±78.52 ^{NS}	23.72 ±0.73	33.55 ±22.39	253.58 ±41.42 ^a	40.73 ±0.63 ^c	118.13 ±16.45 ^b	369.95±11 8.33 ^a	227.90 ±2.58 ^{ab}	117.39 ±16.66 ^b
Glu	77.36 ±52.26	18.28 ±0.18	23.52 ±12.02	179.52 ±16.93 ^a	32.82 ±0.30 ^c	79.63 ±7.88 ^b	254.62±82. 45 ^a	152.64 ±2.05 ^{ab}	79.96 ±11.31 ^b
Asp	42.10 ±28.07	9.75 ±0.52	13.02 ±6.15	96.62 ±7.98 ^a	18.20 ±0.16 ^c	43.48 ±3.06 ^b	134.67±44. 14 ^a	82.50 ±1.65 ^{ab}	42.68 ±6.31 ^b
Sub total (Acidic)	119.46 ±80.33 ^{NS}	28.02 ±0.70	36.54 ±18.16	276.14 ±24.85 ^a	51.02 ±0.13 ^c	123.11 ±10.94 ^b	389.29±12 6.59 ^a	235.14 ±3.70 ^{ab}	122.64 ±17.62 ^b
Ile	7.93 ±6.99	1.64 ±0.10	2.19 ±1.65	16.20 ±6.41 ^a	1.91 ±0.13 ^{ab}	8.17 ±2.45 ^b	28.76 ±12.42 ^{NS}	17.21 ±0.12	8.36 ±0.24
Tyr	2.50 ±4.33 ^{NS}	0	1.13 ±1.96	4.67 ±4.28 ^{NS}	0	3.67 ±1.06	9.27 ±8.86 ^{NS}	4.53 ±0.34	3.20 ±2.43
Sub total	10.43 ±11.32 ^{NS}	1.64 ±0.10	3.33 ±3.61	20.88 ±10.04 ^{NS}	1.91 ±0.13	11.85 ±3.51	38.03 ±21.28 ^{NS}	21.74 ±0.46	11.55 ±2.57
Total	606.53 ±432.13 ^{NS}	132.38 ±3.09	175.15 ±103.81	1450.23±1 49.81 ^a	246.49 ±2.19 ^c	623.12 ±88.24 ^b	2062.01±6 64.64 ^a	1225.79 ±21.70 ^{ab}	624.50 ±91.45 ^b

^{a-c} Means with different superscripts in the row of same heating time are significantly different (p<0.05).

NS ; Not significant.

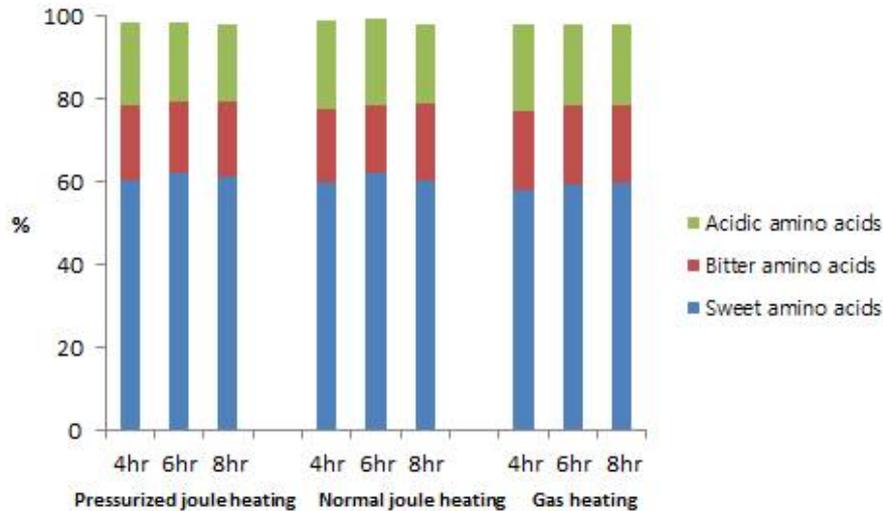


Fig. 16. Composition of amino acid grouping in beef leg bone broth according to the heating conditions

(5) 사골육수의 지방산 조성

설령탕 육수의 풍미는 지방 함량, 지방산 조성, 유화 및 유적의 크기 등이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Table 8, 9 및 Fig. 17에 통전가열과 가스가열로 추출한 육수의 지방산 조성을 나타냈다. 가열시간 및 가열방식에 관계없이 oleic acid, stearic acid, palmitic acid가 주요 지방산으로 나타났다. 이러한 결과는 쇠고기, 돼지고기, 닭고기의 지방산 분석에서 oleic acid의 비율이 다른 지방산에 비하여 유의적으로 높았고, 이외에 palmitic acid와 stearic acid의 조성비가 높은 것으로 발표한 Yang 등(2012), 신 등(1998) 및 Wasserman과 Talley(1968)의 결과와도 유사하였다. 지방산 조성 분석 결과 사골과 고기를 주재료로 한 설령탕 육수의 풍미와 색깔에 영향을 주는 주요 지방산은 oleic acid, stearic acid, palmitic acid임을 확인할 수 있었다.

포화지방산은 혈액내 총콜레스테롤과 저밀도지단백질(LDL)의 함량을 높이고, 다가 불포화지방산은 총콜레스테롤 함량을 낮추고 고밀도지단백질(HDL)의 함량을 증가시키는 것으로 보고하는 반면(박, 1996), 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율이 식육의 맛과 풍미를 결정하는 간접적인 지표로도 알려지고 있다(Yang 등, 2012). 또한 포화지방산과 불포화지방산의 비율은 가열처리 방법(boiling, steaming, baking)에 따라 큰 변화가 없다는 보고가 있는 반면(Yang 등, 2012), 소고기 근내막 지방 원료를 boiling 또는 microwave 가열하면 포화지방산은 증가하고 불포화지방산은 감소한다는 보고도 있다(Alfaia 등, 2010). 이외에 가열시 불포화지방산/포화지방산의 비율이 닭고기에서는 감소하고 양고기에서는 증가한다고 연구결과도 있다(Alina 등, 2012). 어류(틸라피아)에서도 가열시 palmitic acid의 증가로 포화지방산이 증가하고, 단일 불포화지방산이 감소하는데 다가불포화지방산의 경화와 조리시 발생하는 leaching이 주요 원인으로 고찰하기도 한다(Dhanapal 등, 2012).

본 실험에서도 가열방식에 약간의 차이는 있지만 가압통전가열과 가스가열에서는 가열시간이 길어짐에 따라 포화지방산은 증가하고 불포화지방산은 감소하는 경향을 나타내고 있어 기존의 연구결과와 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나 상압통전가열에서는 큰 변화가 나타나지 않

았다. 한편, 식육의 맛과 풍미를 결정하는 간접적인 지표로도 알려진 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율은 가압통전가열, 상압통전가열 및 가스가열에서 각각 0.82~1.07, 0.90~1.00 및 0.58~1.07을 나타냈다(Fig. 17).

Table 8. Composition of fatty acids in beef leg bone broth according to the heating times (%)

Fatty acids	Pressurized joule heating			Normal joule heating			Gas heating		
	4hr	6hr	8hr	4hr	6hr	8hr	4hr	6hr	8hr
Myristic	1.80 ±0.01	2.30 ±0.78	1.81 ±0.03 ^{NS}	2.55 ±0.07 ^a	2.51 ±0.01 ^a	2.15 ±0.21 ^b	1.88 ±0.08 ^{NS}	2.39 ±0.43	2.33 ±0.12
Palmitic	23.57 ±0.51	24.87 ±1.88	25.40 ±0.53 ^{NS}	26.50 ±0.71	27.00 ±1.41	24.70 ±0.42 ^{NS}	25.14 ±0.17 ^{NS}	25.17 ±1.19	26.70 ±1.65
Stearic	23.60 ±1.73 ^{NS}	19.20 ±4.22	25.83 ±1.78	22.65 ±0.69 ^{NS}	21.35 ±1.88	21.90 ±0.91	20.59 ±1.20 ^b	20.90 ±3.20 ^b	31.87 ±1.00 ^a
Saturated fatty acid	48.96 ±1.08 ^b	46.37 ±0.69 ^b	53.05 ±1.02 ^a	51.70 ±1.80	50.86 ±2.49	48.75 ±1.91 ^{NS}	47.62 ±1.54 ^b	48.46 ±2.91 ^b	60.89 ±1.33 ^a
Myristoleic	0.30 ±0.01 ^{NS}	0.47 ±0.23	0.20 ±0.00	0.33 ±0.04 ^c	0.52 ±0.02 ^a	0.42 ±0.02 ^b	0.31 ±0.03 ^{ab}	0.44 ±0.13 ^a	0.25 ±0.07 ^b
Palmitoleic	2.08 ±0.07 ^{NS}	2.43 ±0.63	1.76 ±0.05	2.34 ±0.34 ^{NS}	2.80 ±0.01	2.84 ±0.08	2.38 ±0.25 ^a	2.40 ±0.46 ^a	1.34 ±0.04 ^b
Oleic	44.33 ±0.21 ^{NS}	44.87 ±1.88	40.20 ±0.88	41.50 ±1.00 ^{NS}	43.40 ±1.20	43.05 ±0.81	46.43 ±0.72 ^a	44.48 ±0.23 ^b	31.90 ±0.14 ^c
Linoleic	1.11 ±0.02 ^{NS}	1.10 ±0.52	0.44 ±0.03	1.60 ±0.14 ^{NS}	1.50 ±0.14	1.50 ±0.00	0.69 ±0.01 ^b	1.40 ±0.44 ^a	0.19 ±0.01 ^b
Linolenic	0.41 ±0.03 ^a	0.17 ±0.06 ^b	0.10 ±0.00 ^b	0.23 ±0.04 ^c	0.30 ±0.00 ^b	0.40 ±0.00 ^a	0.12 ±0.02 ^b	0.31 ±0.01 ^a	0.11 ±0.02 ^b
Gadoleic	0.20 ±0.01 ^{NS}	0.27 ±0.06	0.20 ±0.01	0.22 ±0.03 ^c	0.40 ±0.00 ^a	0.30 ±0.00 ^b	0.21 ±0.01 ^b	0.21 ±0.01 ^b	0.30 ±0.02 ^a
Eicosadienoic	0.30 ±0.02 ^b	0.43 ±0.23 ^{ab}	0.67 ±0.07 ^a	0.11 ±0.01 ^{ab}	0.05 ±0.07 ^b	0.20 ±0.00 ^a	0.74 ±0.04 ^{ab}	0.49 ±0.38 ^b	1.10 ±0.17 ^a
Unsaturated fatty acid	48.73 ±0.23 ^a	49.73 ±0.17 ^a	43.56 ±0.85 ^b	46.32 ±1.82 ^{NS}	48.96 ±1.51	48.71 ±1.60	50.88 ±1.05 ^a	49.73 ±1.40 ^a	35.20 ±0.34 ^b
Unknown	2.31 ±0.91 ^b	3.90 ±0.61 ^a	3.39 ±1.07 ^{ab}	1.98 ±2.57 ^{NS}	0.18 ±4.84	2.54 ±0.22	1.50 ±1.26 ^a	1.81 ±2.76 ^a	3.91 ±0.87 ^c
USFA/SFA	1.00	1.07	0.82	0.90	0.96	1.00	1.07	1.03	0.58

^{a-b} Means with different superscripts in the row of same heating type are significantly different ($p < 0.05$).

NS ; Not significant.

Table 9. Composition of fatty acids in beef leg bone broth according to the heating types (%)

Fatty acids	4hr			6hr			8hr		
	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating
Myristic	1.80 ±0.01 ^b	2.55 ±0.07 ^a	1.88 ±0.08 ^b	2.30 ±0.78 ^{NS}	2.51 ±0.01	2.39 ±0.43	1.81 ±0.03 ^b	2.15 ±0.21 ^a	2.33 ±0.12 ^a
Palmitic	23.57 ±0.51 ^c	26.50 ±0.71 ^a	25.14 ±0.17 ^b	24.87 ±1.88 ^{NS}	27.00 ±1.41	25.17 ±1.19	25.40 ±0.53 ^{NS}	24.70 ±0.42	26.70 ±1.65
Stearic	23.60 ±1.73 ^{NS}	22.65 ±0.69	20.59 ±1.20	19.20 ±4.22 ^{NS}	21.35 ±1.88	20.90 ±3.20	25.83 ±1.78 ^b	21.90 ±0.91 ^b	31.87 ±1.00 ^a
Saturated fatty acid	48.96 ±1.08 ^{NS}	51.70 ±1.80	47.62 ±1.54	46.37 ±0.69	50.86 ±2.49	48.46 ±2.91 ^{NS}	53.05 ±1.02 ^b	48.75 ±1.91 ^b	60.89 ±1.33 ^a
Myristoleic	0.30 ±0.01 ^{NS}	0.33 ±0.04	0.31 ±0.03	0.47 ±0.23 ^{NS}	0.52 ±0.02	0.44 ±0.13	0.20 ±0.00 ^b	0.42 ±0.02 ^a	0.25 ±0.07 ^b
Palmitoleic	2.08 ±0.07 ^{NS}	2.34 ±0.34	2.38 ±0.25	2.43 ±0.63 ^{NS}	2.80 ±0.01	2.40 ±0.46	1.76 ±0.05 ^b	2.84 ±0.08 ^a	1.34 ±0.04 ^c
Oleic	44.33 ±0.21 ^{ab}	41.50 ±1.00 ^b	46.43 ±0.72 ^a	44.87 ±1.88 ^{NS}	43.40 ±1.20	44.48 ±0.23	40.20 ±0.88 ^a	43.05 ±0.81 ^a	31.90 ±0.14 ^b
Linoleic	1.11 ±0.02 ^b	1.60 ±0.14 ^a	0.69 ±0.01 ^c	1.10 ±0.52 ^{NS}	1.50 ±0.14	1.40 ±0.44	0.44 ±0.03 ^b	1.50 ±0.00 ^a	0.19 ±0.01 ^c
Linolenic	0.41 ±0.03 ^a	0.23 ±0.04 ^b	0.12 ±0.02 ^c	0.17 ±0.06 ^b	0.30 ±0.00 ^a	0.31 ±0.01 ^a	0.10 ±0.00 ^b	0.40 ±0.00 ^a	0.11 ±0.02 ^b
Gadoleic	0.20 ±0.01 ^{NS}	0.22 ±0.03	0.21 ±0.01	0.27 ±0.06 ^b	0.40 ±0.00 ^a	0.21 ±0.01 ^b	0.20 ±0.01 ^b	0.30 ±0.00 ^a	0.30 ±0.02 ^a
Eicosadien oic	0.30 ±0.02 ^b	0.11 ±0.01 ^c	0.74 ±0.04 ^a	0.43 ±0.23 ^{NS}	0.05 ±0.07	0.49 ±0.38	0.67 ±0.07 ^b	0.20 ±0.00 ^c	1.10 ±0.17 ^a
Unsaturate d fatty acid	48.73 ±0.23 ^{NS}	46.32 ±1.82	50.88 ±1.05	49.73 ±0.17 ^{NS}	48.96 ±1.51	49.73 ±1.40	43.56 ±0.85 ^b	48.71 ±1.60 ^a	35.20 ±0.34 ^c
Unknown	2.31 ±0.91 ^{NS}	1.99 ±2.57	1.50 ±1.26	3.90 ±0.61 ^{NS}	0.18 ±4.84	1.81 ±2.76	3.39 ±1.07 ^{NS}	2.54 ±0.22	3.91 ±0.87
USFA/SFA	1.00	0.90	1.07	1.07	0.96	1.03	0.82	1.00	0.58

^{a-c} Means with different superscripts in the row of same heating time are significantly different (p<0.05).

NS ; Not significant.

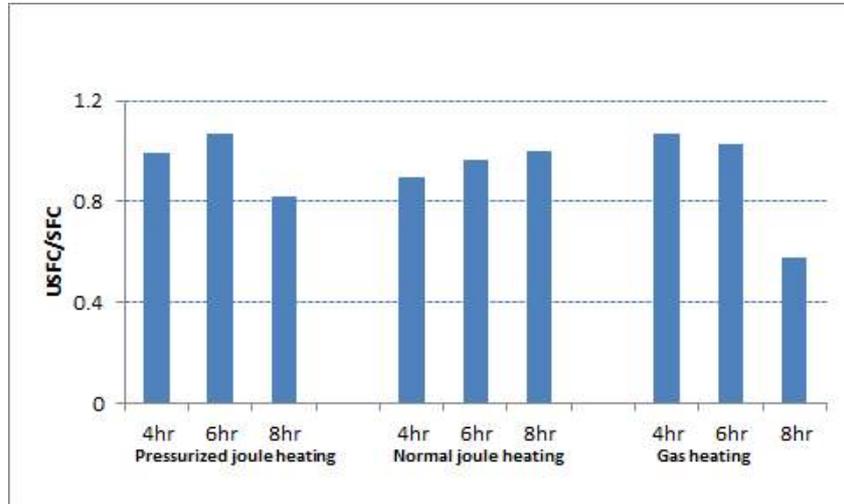


Fig. 17. Ratio of between unsaturated fatty acids and saturated fatty acids in beef leg bone broth according to the heating conditions

(6) 사골육수의 Ca, P, Mg 조성

무기질은 생명과 건강을 유지하는데 필수적인 영양소이다. 뼈나 치아의 구성성분, 체액의 산·염기 평형과 수분 평형에 관여하고 신경자극 전달 물질, 호르몬의 구성성분 등으로 이용된다. 칼슘(Ca)은 뼈를 형성하는 주성분으로 무기질 중에서 체내에 가장 많이 함유되어 있으며, 인(P)은 칼슘과 결합하여 뼈의 구성성분을 이루고 있다. 또한 칼슘과 인은 서로 연관되어 소화 흡수에 영향을 주는데, 인의 함량이 높으면 칼슘 흡수를 저해하기 때문에 칼슘과 인의 섭취비율이 1:1 수준이 적당한 것으로 알려져 있다(Wikipedia). 마그네슘(Mg)도 Ca, P 과 함께 뼈 대사 및 생체내 에너지 생산 등에 중요한 역할을 하고 있다.

사골육수에 함유된 미네랄 중에서 Ca, P, Mg 함량을 분석하였다(Table 10, 11 및 Fig. 18). 가열방식에 관계없이 가열시간이 길어질수록 용출되는 미네랄의 양은 증가하는 추세를 보였으나 가열방식에 따라서는 유의적 차이가 없었다. 가열시간에 따라 미네랄 함량이 증가하는 경향은 김(2006)과 Seol 등(1990)의 결과와 유사하였다. 사골육수에 함유된 Ca, P, Mg 함량은 Ca > P > Mg의 순서로 용출되었는데, 이러한 경향은 김(2006)의 결과에서도 유사하였으나 12시간 가열한 김(2006)의 결과보다는 상대적으로 높게 나타났다. 사골육수에 함유된 Ca/P의 비율은 Fig. 19와 같다. 전반적으로 가열시간에 관계없이 가압 통전가열에서 Ca/P의 비율이 2 이하인 반면에 상압통전가열과 가스가열의 경우는 2 이상으로 나타났다. 이러한 결과는 가열방식에 따라 Ca과 P의 용출량에 차이가 있다는 것을 보여주고 있다.

Table 10. Contents of Ca, P and Mg in beef leg bone broth according to the heating times (mg/100g)

Minerals	Pressurized joule heating ^{NS}			Normal joule heating			Gas heating ^{NS}		
	4hr	6hr	8hr	4hr	6hr	8hr	4hr	6hr	8hr
Ca	1.57 ±0.23	1.20 ±0.23	2.30 ±0.81	1.78 ±0.02 ^b	1.73 ±0.04 ^b	2.51 ±0.01 ^a	1.77 ±0.89	1.78 ±0.60	1.74 ±0.42
P	0.90 ±0.25	1.16 ±1.01	1.48 ±0.90	0.77 ±0.00 ^b	0.72 ±0.00 ^c	1.13 ±0.00 ^a	0.78 ±0.19	0.81 ±0.15	1.15 ±0.46
Mg	0.41 ±0.08	0.43 ±0.01	0.72 ±0.38	0.36 ±0.00 ^c	0.45 ±0.01 ^b	0.65 ±0.01 ^a	0.32 ±0.08	0.69 ±0.38	0.53 ±0.05
Total	2.88 ±0.10	2.79 ±1.25	4.50 ±2.10	2.91 ±0.02 ^b	2.90 ±0.05 ^b	4.28 ±0.00 ^a	2.87 ±1.16	3.28 ±0.83	3.42 ±0.83

^{a-c} Means with different superscripts in the row of same heating type are significantly different (p<0.05).

NS ; Not significant.

Table 11. Contents of Ca, P and Mg in beef leg bone broth according to the heating types (mg/100g)

Minerals	4hr ^{NS}			6hr ^{NS}			8hr ^{NS}		
	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating	Pressurized joule heating	Normal joule heating	Gas heating
Ca	1.57 ±0.23	1.78 ±0.02	1.77 ±0.89	1.20 ±0.23	1.73 ±0.04	1.78 ±0.60	2.30 ±0.81	2.51 ±0.01	1.74 ±0.42
P	0.90 ±0.25	0.77 ±0.00	0.78 ±0.19	1.16 ±1.01	0.72 ±0.00	0.81 ±0.15	1.48 ±0.90	1.13 ±0.00	1.15 ±0.46
Mg	0.41 ±0.08	0.36 ±0.00	0.32 ±0.08	0.43 ±0.01	0.45 ±0.01	0.69 ±0.38	0.72 ±0.38	0.65 ±0.01	0.53 ±0.05
Total	2.88 ±0.10	2.91 ±0.02	2.87 ±1.16	2.79 ±1.25	2.90 ±0.05	3.27 ±0.83	4.50 ±2.10	4.28 ±0.00	3.42 ±0.83

1) NS ; Not significant.

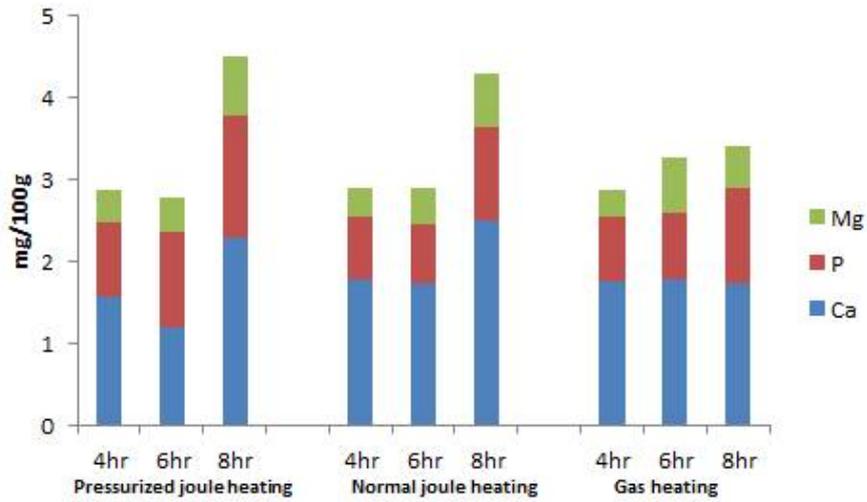


Fig. 18. Contents of Ca, P and Mg in beef leg bone broth according to the heating conditions

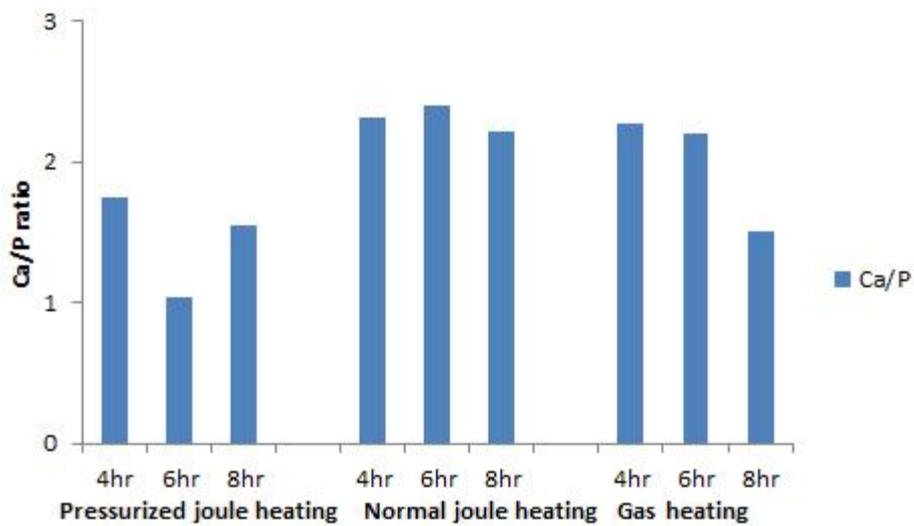


Fig. 19. Ca/P ratio in beef leg bone broth according to the heating conditions

(7) 사골육수의 살균효과 및 저장성

사골육수 생산시 채래식은 사골을 물에 넣어 가마솥에서 15~18시간 가열하고, 상업적으로는 1.5기압 이상의 압력으로 120℃에서 6시간 가열추출하고 있다. 이러한 공정을 거치기 때문에 사골육수의 미생물 오염에 대한 큰 문제는 없다고 판단되지만, 사골육수의 미생물 생존 여부를 살펴보기 위하여 가열시간에 따라 열저항성이 강한 thermoduric bacteria와 spore forming bacteria를 검출하였다(Table 12). 검출 결과 이들 미생물은 가열시간에 관계없이 검출되지 않았다. 공장에서 생산되는 설령탕 육수가 매장에서 이용될 때는 냉장보관으로 2~3일 이내에 소진되기 때문에 사골육수의 저장성에 대한 지표는 미생물 오염보다는 냉장 보관시 발생하는 젤라틴의 gel화 현상, 유화 불안정으로 인한 기름 분리 현상 및 육수 색깔을 주요 인자로 설정하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다. 이와 더불어 최종 제품의 유통온도 및 포장방법에 대한 표준공정 도입도 필요할 것으로 생각되었다.

Table 12. Count of thermoduric and spore forming bacteria according to the heating time
(단위: CFU/g)

Heating time	Control	Thermoduric bacteria	Spore forming bacteria
2hr		ND	ND
4hr	<10 ²	ND	ND
6hr		ND	ND
8hr		ND	ND

<10²- detection limit ; ND- not detection

라. 통전가열 수육의 품질 특성

설령탕 외식업체에서는 설령탕 육수의 고명으로 들어가는 편육 이외에 수육을 별도로 공급하고 있다. 수육은 양지와 소머리고기로 구분할 수 있다. 경제성으로 인하여 양지육은 수입육을 이용하고 소머리고기는 국내산 육우를 이용하고 있다. 수육을 공급하는 외식업체는 수육의 보수력을 높여 수율을 증진시켜 경제성을 높이려고 하고, 소비자는 맛, 다즙성, 연도 등 관능적 기호도가 높은 수육을 원한다.

설령탕 외식업체에서 수육을 제조할 때 탕고기용 양지 및 머리고기는 고기 중심온도 95℃에서 각각 50±5분, 120±5분 정도 열수처리하고, 수육용 양지 및 머리고기는 95℃에서 각각 80±5분, 120±5분 정도 처리한다. 탕고기용 양지보다 수육용 양지의 열수처리 시간을 오래하는 이유는 수육용 양지의 두께는 10cm 이상이고, 탕고기용 양지는 두께가 8cm 이하로 고기 두께 차이에 의하여 고기 중심부에 도달하는 온도차이가 있기 때문이다.

고기의 근육 조직은 가열조건에 따라 단백질 매트릭스의 변화가 일어나고, 이 과정에서 세포막의 파괴, 근섬유의 수축, 수용성단백질의 응집과 젤 형성, 그리고 연결조직의 수축과 용해 등의 변화가 수반되어 조리손실, 영양성분의 파괴, 보수력 저하 등이 일어난다(Tornberg, 2005; Vasanthi et al., 2007). 조리손실은 수육의 수율 저하를 유발하여 생산비용을 높이게 되고, 보수력 저하는 고기의 탄성 및 연도 등에 영향을 주어 소비자 관능특성 저하를 유발하게 된다. 또한 고온 장시간 열처리로 인하여 에너지 사용비용이 증가하게 된다. 따라서 수육 제조시 수율을 높이면서 소비자 기호를 충족시키고, 또한 에너지 비용을 줄이는 새로운 가열처리 기술 개발은 중요한 의의를 지니고 있다.

통전가열은 식품을 저항체로 하여 직접 가열하기 때문에 기존의 대류, 전도 및 복사열을 이용한 스팀가열이나 열수가열에 비하여 에너지 효율성이 좋고, 열전달속도가 빠르면서 식품 내외부를 균일하게 가열할 수 있는 것으로 알려져 있기 때문에, 통전가열을 이용할 경우 빠른 열전달속도로 인하여 고기 물성에 미치는 영향이 기존의 가열방식과는 차이가 있을 것으로 예상된다.

(1) 통전가열 수육의 가열속도

통전가열 수육의 가열속도를 기존의 가스가열과 비교하기 위하여 머리고기, 수육용 양지 및 탕용 양지 무게에 대하여 약 4배의 0.1M NaCl을 첨가하여 가스 및 통전가열 처리 하였을 때의 외액과 수육 중심부 온도 95℃에 도달할 때까지 소요된 시간을 측정하여 Fig. 20에 제시하였다. 우선 머리고기 및 양지수육 외액의 온도 증가속도를 살펴보면 통전가열은 95℃까지 도달하는데 240초가 소요되었으며, 가스가열은 660초 소요되었다. 그러나 양지탕 외액의 경우는 통전가열이 240초로 머리고기 및 양지수육용과 같았으나, 가스가열이 780초 소요되어 머리고기와 양지수육의 외액 보다도 온도 상승속도가 느렸다.

다음은 각각의 수육 중심온도 95℃에 도달할 때까지의 가열속도를 검토하였다. 머리고기의 경우 통전가열에 의한 것은 570초 소요되었지만 가스가열은 3,260초로 통전가열이 약 5.7배 빠른 것으로 나타났다. 양지수육의 경우에 있어서도 통전가열이 460초, 가스가열이 4,500초 소요되어 통전가열이 약 9.7배 빠른 것으로 나타났다. 탕용 양지의 경우도 그 경향은 같았으며 통전가열이 123초, 가스가열이 5,140초로 약 12배의 차이를 나타내었다. 이상의 결과는 모든 처리구에서 통전가열이 가스가열보다 빠른 속도로 온도가 증가하는 것으로 나타났는데 앞서 설명

한 바와 같이 가스가열의 경우는 외부로부터 열이 전달되기 때문에 가열속도가 느린 반면에 통전가열은 식품성분 자체가 저항체로써 발열되므로 온도 상승속도가 상대적으로 빨랐기 때문이다. 한편, 통전가열의 경우 수육의 중심온도가 외액의 경우보다 온도상승속도가 1.7~2.3배 느린 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 외액과 고기의 이온농도가 다르고, 또한 고기에 지방이 함유되어 전기전도도가 낮아졌기 때문으로 생각되었다. 따라서 외액과 고기의 균일한 가열속도를 유지시킬 수 있는 방안이 필요한 것으로 나타났다.

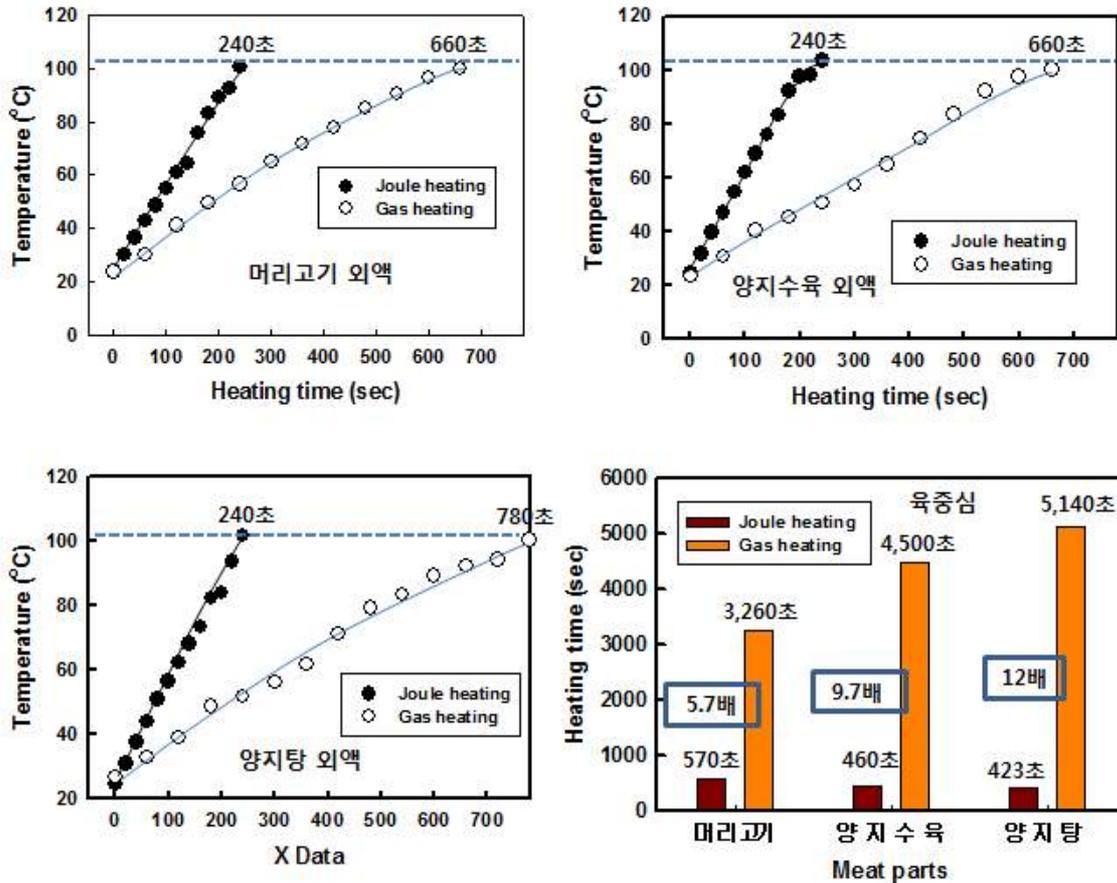


Fig. 20. Comparison of heating rate of broth and meat according to the heating types

(2) 통전가열 수육의 품질 특성

지금까지 고기에 적용된 통전기술은 해동기술, 가공기술, 조리기술 등이 있는데 연구결과를 제시하면 다음과 같다. 통전해동 쇠고기 절단육(beef cut)은 기존의 해동방식에 비하여 단단한 조직감을 보였고 전압 구배가 쇠고기 절단육의 조직 특성에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다(Icier et. al, 2010). 고기 조직에 미치는 통전 조리의 영향은 다소 상반된 결과를 보이고 있다. 통전 조리된 bologna emulsion이 전통적인 조리방식에 비하여 유의적으로 연하다(soft)는 결과(Piette et al., 2004)가 있는 반면 통전가열과 열수가열로 조리된 frankfurters는 조직 특성에 큰 차이가 없다는 연구결과도 있다(Shirsat et. al., 2004a). 통전가열과 열수가열된 beef muscle의 Warner-Bratzler peak를 비교할 때 통전 가열에서 질긴값(tougher)을 나타냈고(Zell et al., 2009), 분쇄우육(ground beef)의 경우도 전통적 가열방식에 비하여 texture analyser 분

석에서 단단한(firm) 값을 나타냈다. 이때 통전가열에서 전압구배와 초기 지방함량은 firmness 에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다(Bozkurt & Icier, 2010b). 칠면조 고기 가열시, 고온 단시간(High Temp Short Time) 통전가열(95°C/8min)의 경우가 저온 장시간(Low Temp Long Time) 통전가열(72°C/15min) 및 steam cooking(72°C/120min) 보다 질겨지는(tougher) 현상을 발견했는데(Zell et al., 2010b), 이러한 현상은 고기(meat)를 단시간 동안 고온(high temp)으로 노출시키면 콜라겐 수축이 급격히 일어나 단단해 지는 것으로 해석하고 있다(Bozkurt & Icier, 2010b). 따라서 통전가열을 이용할 경우에는 가열시간, 가열속도 및 전압구배 등을 조절하여 고기의 조직감을 개선할 필요가 있다.

한편, 고기 중심부 온도에 도달하는 가열속도가 빠른 조리법에서는 가열속도가 느린 조리법에 비하여 조리손실(cooking loss)이 감소되고 육즙(juice)이 많아지는 것으로 알려져 있다(Lawrie, 1998; Shirsat et al., 2004). 통전가열의 특징 중의 하나가 전통적 가열방식에 비하여 조리손실이 감소되고, 조리시간이 전통적 방식에 비하여 15배나 빠름에도 불구하고 유사한 품질특성을 가진다는 점이다(Zell et. al., 2010a).

(가) 통전가열 수육의 수율

통전가열 수육의 수율을 Fig. 21에 제시하였으며, 가스가열로 제조된 수육과 비교하였다. 머리고기, 수육용 양지, 탕용 양지로부터 제조한 수육의 수율은 통전가열로 처리한 것이 가스가열에 의한 것보다 수율이 다소 높았다. 이 결과는 앞서 제시한 Fig. 20의 결과와 상관관계가 있는 것으로 사료되었다(Lawrie, 1998; Shirsat et al., 2004; McKenna et al., 2006; Zell et. al., 2010a).

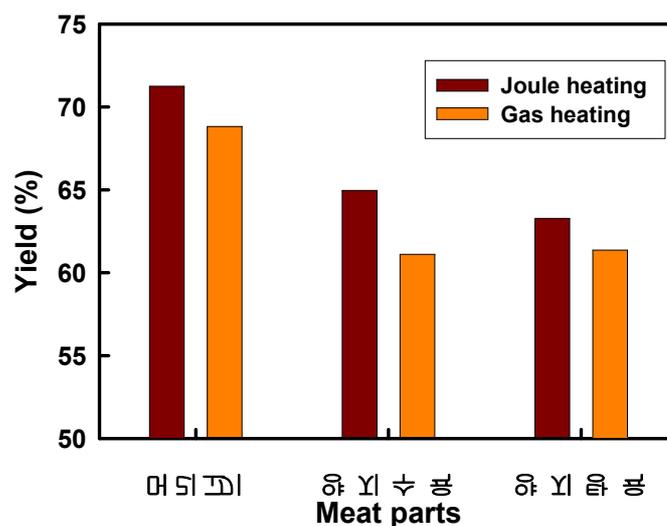


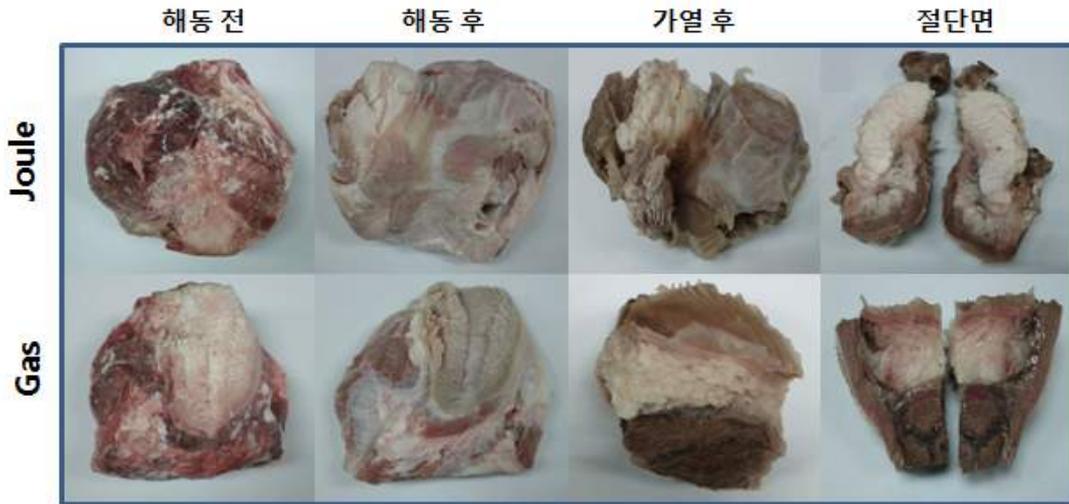
Fig. 21. Yields of boiled meat according to the heating types

(나) 통전가열 수육의 외관

통전가열과 가스가열로 제조한 수육의 외관 차이를 비교하기 위하여 제조된 수육을 절단하여 내부의 상태를 관찰하였다. 머리고기의 경우(Fig. 22), 통전가열에서는 전체적으로 균일하게 가열되었으나, 가스가열의 경우는 선택에 있어서 붉은 색을 띠는 반점 등이 관찰되었다. 수육

용 양지고기의 경우(Fig. 23), 가열 후 절단면을 살펴보면 통전가열한 것이 가스가열한 것보다 조직적으로 치밀하게 관찰되었다. 탕용 양지의 경우에 있어서도(Fig. 24) 통전가열한 것이 가스가열에 의해서 제조된 것보다 조직적으로 치밀한 것같이 관찰되었다.

이상의 결과로부터 통전가열을 하면 수육의 수율뿐만이 아니라 수육의 조직적인 측면에서도 다르게 나타났으며 통전가열과 가스가열과의 차이점을 알 수 있었다.



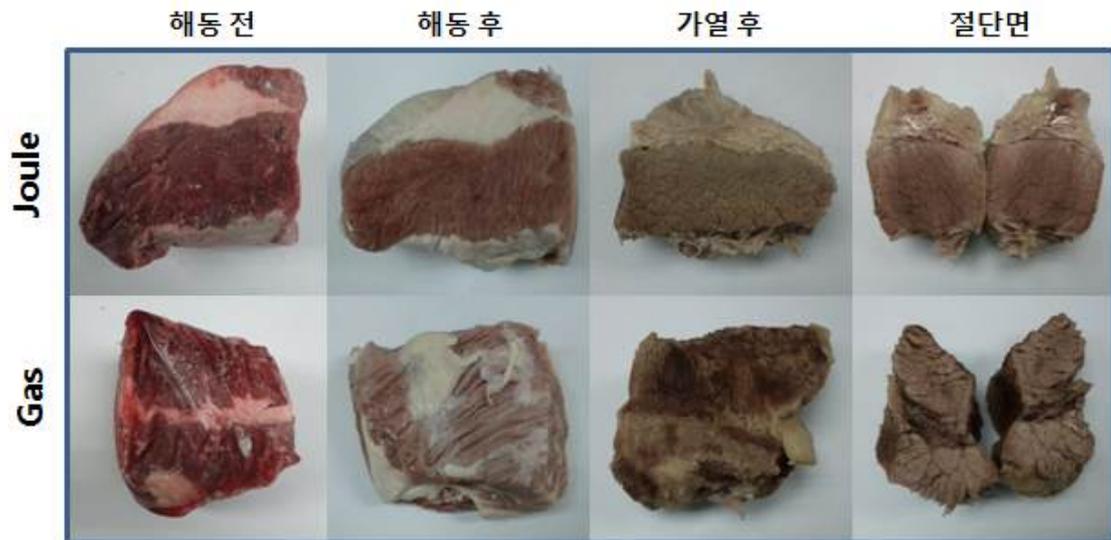
머리고기

Fig. 22. Appearance of boiled head meat of bovine according to the heating types.



양지고기

Fig. 23. Appearance of boiled thick beef brisket according to the heating types



양지탕

Fig. 24. Appearance of boiled thin beef brisket according to the heating types

(다) 통전가열 수육의 물성 최적화 연구

통전가열을 이용한 양지수육을 제조하기 위하여 1차 년도에서는 통전가열과 열수가열에 의한 양지 및 소머리고기의 가열속도와 수율을 비교하였고, 그 결과 통전가열에서 가열속도가 최소 5배 이상 빠르고 또한 수율이 높게 나타나고 있음을 확인하였다. 양지수육의 내부를 육안으로 관찰한 결과에서는 통전가열 수육에서 단백질 조직의 치밀성이 높은 것으로 나타났다.

이후 주관기관인 이연 F&C에서 사용하는 호주산 냉동 양지를 이용하여 양지수육의 물성(조직) 연구를 수행하였다. 양지수육 제조는 이연 F&C에서 수행하는 실험실적 가열온도인 수육 중심온도 85℃에 도달할 때까지 통전가열 하였다(대량 생산수육의 경우는 95℃까지 가열처리).

통전가열시 양지수육 중심온도 85℃에 도달하는 가열속도는 13℃/분이었고, 고기 조직이 비정상적으로 질겨지는 현상이 나타났다(data not shown). 이러한 현상은 Bozkurt & Icier(2010b)가 보고한 바와 같이 고기 중심온도에 도달하는 가열속도가 너무 빠르면 고기가 단시간 고온(high temp)에 노출되고, 이로 인하여 콜라겐 수축이 급격히 일어나고, 젤라틴화가 되지 않아 고기 조직이 질겨지는 것으로 예상할 수 있다.

통전가열을 이용한 양지수육 제조과정에서 고기 중심온도 85℃에 바로 도달시킬 경우, 빠른 가열속도와 고온에 접촉하는 시간이 너무 짧아 양지수육의 조직이 질겨지는 현상이 나타났으므로, 양지수육 중심에 도달하는 가열온도와 가열시간을 2단계로 조절하여 고기 연도를 증진시키는 방법을 모색하였다.

① 양지육의 일반성분

통전가열은 육수의 전해질 농도와 고기에 함유된 지방 덩어리에 영향을 많이 받는다. 양지육은 육안으로 보이는 지방이 많고 부위에 따라서도 지방 함유량에 차이가 있다. 따라서 육안으로 보이는 지방을 제거한 살코기와 지방을 제거하지 않은 양지육으로 구분하여 일반성분을 조사하였다(Table 13). 양지육 표면에 보이는 지방이 많이 함유되어 있으면 수분 함량과 단백질

함량이 감소하는 반면, 양지 살코기만을 분석하면 수분함량과 단백질이 높아지는 결과를 보여 주고 있다.

Table 13. General components of beef brisket

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Lean meat removed fat	76.29(0.26)	20.04(2.88)	2.1(0.38)	1.09(0.03)
Lean meat contained fat	69.33(3.02)	18.75(4.03)	10.1(0.53)	0.89(0.07)

* 살코기는 육안으로 보이는 과도한 지방을 제거한 상태임

② 양지수육 제조를 위한 통전가열 최적화 연구

통전가열을 이용한 양지수육의 물성을 최적화하기 위하여 수율, 경도 및 관능특성을 조사하였다. 일반적으로 수육의 보수력, 드립 및 고기 연화 등은 수율, 경도 및 관능특성과 밀접한 관계에 있다. 기존의 연구결과에서 조리시간은 제외하고 조리온도만을 비교할 때, 높은 조리온도(95℃)는 수분손실이 일어나는 반면에 낮은 조리온도(72℃)는 조리손실이 적어지는데, 이는 단백질 변성이 적기 때문인 것으로 설명하고 있다(Zell et al., 2010a). 또한 cook value(고기 내에서 온도가 가장 늦게 올라가는 부위와 빨리 올라가는 부위의 temp history)가 높을수록 근원섬유단백질의 수축정도가 커지고 이로 인하여 수분손실이 많아지는 것으로도 알려져 있다(McKenna et al., 2006). 통전가열인 경우 고기 내외부를 빠르고 균일하게 가열할 수 있는 특징이 있기 때문에, 통전가열 수육의 보수력이 스팀가열의 경우보다 증가되는 것은 cook value가 주요 원인중의 하나로 생각할 수 있다.

고기의 보수력 감소에 미치는 주요 인자는 근육조직에서 수분흡착을 하는 주요 요소 물질인 근원섬유단백질, 마이오신, 액틴 및 트로포마이오신과, 근원섬유에 결합되어 있는 근장 단백질(sarcoplasmic proteins)이 변성되거나 침전될 경우이다(Marcos et al., 2010). Obuz et al.(2003)은 쇠고기를 70℃로 바로 조리하는 것보다 54℃로 가열한 다음, 57℃에서 15분 유지시킨 다음, 70℃로 재가열하면 Warner-Bratzler peak shear force가 25% 감소되는 것을 발견하였고, 다른 연구자(Christensen et al., 2000; Huang et al., 2011; Walsh et al., 2010)들도 고온에서 조리하기 전에 일정시간 50~60℃로 열처리하는 것이 고기 연도를 증가시키는 것으로 보고하고 있다. 근원섬유단백질(myofibrillar proteins), α-actinin, myosin은 40~50℃에서 변성이 일어나기 시작하면서 근원섬유의 가로수축(transverse shrinkage)이 일어나 근조직에 함유되어 있는 수분이동이 일어나고, 50~60℃에 도달하면 근절(sarcomere) 길이가 감소하면서 콜라겐 변성이 시작되는데 이러한 변화에 의하여 고기의 물성이 변하고 조리손실이 발생하는 것으로 알려져 있다(Bejerholm & Aaslybg, 2004). 고기를 가열할 경우, 65℃에서는 actin이 유리되지만 80℃에서는 유리되는 양이 거의 없다는 연구결과에서 저온에서 장시간 가열할 경우 근원섬유에서 유리된 actin이 고기 연화를 촉진하는 것으로 추론하고 있으며(Okitani et al., 2009), lysosomal protease system(주로 cathepsins B, D, L)과 calpain system이 골격근의 단백질분해(소편화)에 관여하여 근조직의 변화에 기여하는 것으로 알려지고 있다(Godiksen et al., 2009). 고기 조직의 강도 내지는 연화 특성을 나타내는 Warner-Bratzler peak shear force는 가열온도에 따라 변하는 것으로 나타나고 있다. 쇠고기인 경우 40~50℃, 60~80℃에서 증가하고, 50~60℃에서 감소

하는 경향을(Christensen et al., 2000), 그리고 돼지고기에서는 25~50℃, 60~100℃에서 증가하고, 50~60℃에서는 steady state를 유지하는 것으로(Huang et al., 2011), 그리고 오리고기에서는 30~50℃, 70~90℃에서 증가하고, 50~70℃에서 감소하는 경향을 나타냈는데 actin의 변화가 전단력에 영향을 주는 것으로 발표하고 있다(Wan et al., 2013). 이러한 전단력(shear force)의 변화는 근원섬유단백질의 변성, 근육조직내 콜라겐의 수축 그리고 actomyosin의 수축과 dehydration의 복합 효과에 기인한 것으로 추정(Baily & Light, 1989)하는 한편, 50~70℃에서 actomyosin의 해리가, 65~75℃에서는 콜라겐의 변성이, 70℃ 이상의 고온에서는 actomyosin의 열변성이, 그리고 70℃ 이상의 가열온도에서는 콜라겐의 젤화가 일어나고 actin구조가 변형되어 불용성 형태로 변화되는 것으로 보고되고 있다(Dong et al., 2012; Huang et al., 2011). 고온으로 가열할 경우보다 저온에서 장시간 가열하면 근원섬유에서 actin이 유리되어 고기 연화에 기여하는 것으로 보고하고 있다(Okitani et al., 2009).

본 연구에서는 양지수육의 물성을 증진시키기 위한 방안으로 앞의 연구논문을 근거로 하여 actin, myosin, actomyosin 및 collagen의 변성이 일어나기 시작하는 온도대인 50~70℃를 통과하는 시간대를 변화시키면서 가열하였고, 이후 고기 중심온도 85℃에 도달하면 바로 가열을 멈추는 2단계 가열방식을 통하여 양지수육의 물성을 조사하였다. 이때 양지육은 0.3% NaCl 용액에 침지시켜 통전가열하였다.

Table 14에 가열조건 및 총 가열시간을 나타냈다. 이때 총 가열시간은 각 온도까지 도달하는 시간과 도달 후 체류시간(가열시간)을 합한 것이다.

Table 15에 양지수육의 수율, 드립손실 및 경도를 나타냈다. 본 실험 결과 60℃에서 10분 이상 가열한 경우(4,5,6 가열조건)가 50℃ 또는 70℃에서 가열한 경우보다(1,2,3 가열조건) 수율이 높고 드립손실이 적은 것으로 나타났다. 경도는 가열조건에 따른 약간의 차이는 있었으나, 고기 중심온도를 85℃로 바로 가열한 경우(19.8kg)보다 50~70℃의 범위에서 1차가열한 다음 85℃에서 가열 종료할 때 상대적으로 낮게 나타났다(8.2~15.8kg). 그러나 Fig. 25에 나타낸 바와 같이 양지수육의 절단면을 살펴본 결과, 대부분의 처리구에서 혈액의 일부가 드립으로 유출되었고, 특히 지방과 접촉된 부위에서 약간 덜 익은 형태를 보이고 있어 외관적으로 좋지 않은 관능특성을 보이고 있었다. 이는 지방의 전기전도도가 단백질에 비하여 낮기 때문에 지방을 함유한 부분에서 전류의 흐름이 줄어들면서 전기저항열이 적게 발생되어 온도 상승이 상대적으로 적었기 때문인 것으로 생각되었다. 따라서 외관을 비롯한 전반적인 관능특성을 높이면서 양지수육 전체를 균일하게 가열시키기 위해서는 양지수육의 가열시간을 늘리거나 최종 중심온도를 높여 가열할 필요성이 나타났다.

Table 14. Joule heating conditions and total heating time of the boiled beef brisket

Heating condition	Heating time(min)				Total heating time (min)
	50°C	60°C	70°C	85°C	
1	5		5	1<	15.6
2		5	5	1<	19.5
3	10			1<	16.8
4		10		1<	16.8
5	10	10		1<	27.2
6		10	10	1<	27.4
7				1<	5.0

Table 15. Properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Initial yields (%)	Yields after cooling (%)	Drip loss (%)	Hardness (kg)
1	80.48	74.61	7.65	15.8±3.0 ^{ab}
2	75.82	73.16	10.75	8.2±0.9 ^c
3	82.27	73.22	11.14	13.4±1.9 ^b
4	90.01	81.98	8.79	12.1±2.0 ^b
5	90.47	84.14	7.00	14.3±3.0 ^b
6	89.43	83.25	6.96	12.0±1.2 ^b
7	83.77	80.02	4.55	19.8±2.9 ^a

^{a-c} Means with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05).

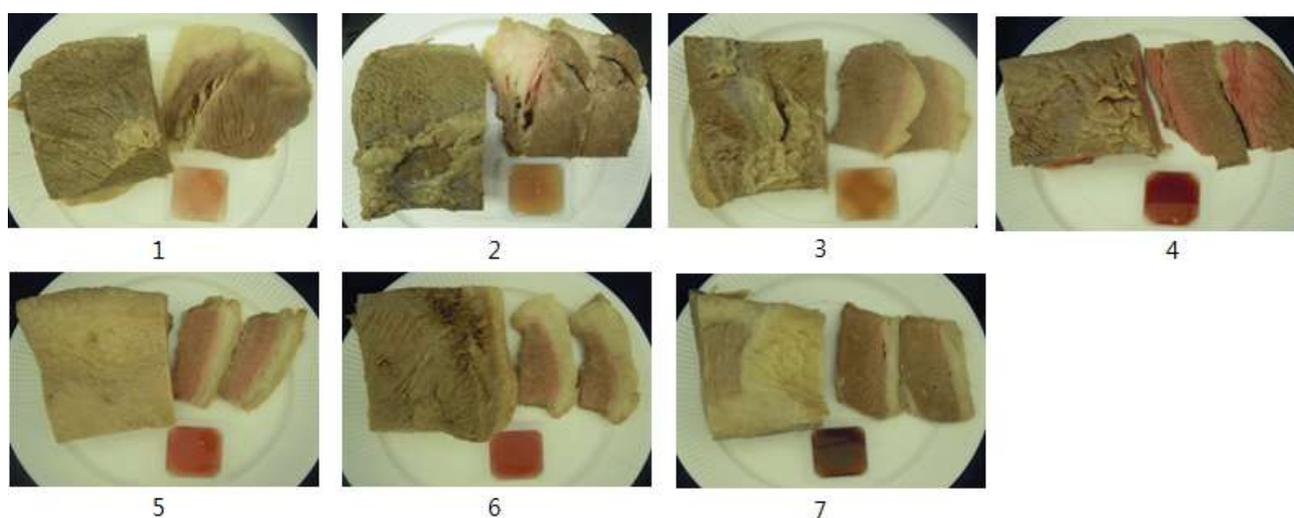


Fig. 25. Appearance of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

양지수육 중심부에 도달하는 최종 온도 또는 가열시간을 변경시켜 고기를 균일하게 가열하여 관능특성을 개선하는 실험을 하기 전에, 단백질 변성을 최소화하여 보수력을 증진시킬 수 있는 1차 가열조건을 수립하기 위하여 수율과 연도가 증진된 것으로 나타난 가열온도 60℃와 가열시간 20분을 중심으로 중심합성설계법으로 반응표면분석을 하였다. 이때 실험은 block으로 나누어 2회에 걸쳐 실험하였고, 그 결과를 Table 16, 17 및 Fig. 26, 27에 나타냈다. 양지수육 중심부의 최종 온도 및 가열시간은 Table 14의 경우와 마찬가지로 85℃, 1분으로 고정하였다. 또한 통전가열 수육과 외식업체에서 이용하는 대량생산 수육과의 제조특성 및 물성을 비교하기 위하여 85℃에서 45분 동안 가스가열한 수육을 대조구로 하였다. 가스가열에서는 85℃에 도달하는 시간과 체류시간 45분을 포함하여 총 66.5분 소요되었고, 통전가열에서는 가열조건에 따라 17.8~35.2분 소요되었다.

Table 17에 나타난 block 1과 block 2의 수율, 드립 및 경도에 대한 결과는 block간의 차이가 크게 나타나 정확한 해석은 어려웠지만, 가스가열과 수육을 비교할 때, block 1, 2 모두 가스가열에 비하여 15% 이상 높은 수율을 보이고 있어, 통전가열 수육에서도 단백질 시스템이 변하는 온도대인 50~70℃를 조절하여 가열할 경우, 수율을 높일 수 있고 경도를 조절할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 고기 중심부 온도에 도달하는 가열속도가 빠른 조리법에서는 가열속도가 느린 조리법에 비하여 조리손실(cooking loss)이 감소되고 육즙(juice)이 많아진다는 결과(Lawrie, 1998; Shirsat et al., 2004, Zell et. al., 2010a)와 높은 조리온도(95℃)에 비하여 낮은 조리온도(72℃)는 조리손실이 적어지다는 결과(Zell et. al., 2010a)와도 일치하고 있다.

Table 17에 나타난 결과를 바탕으로 반응표면분석한 결과(Fig. 26, 27), 초기수율은 58.5℃에서 20.2분 가열하면 최대 84.4%, 그리고 냉각후 수율은 59.2℃에서 19.5분 가열한 경우에서 최대 80.1%의 수율을 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 드립손실은 65℃, 17.9분 가열하였을 때 가장 적게 나타났고, 경도는 67.1℃에서 27.1분 가열할 경우 최소값을 보였으나, 수율과는 달리 본 실험 조건에서는 드립손실과 경도의 최적 조건을 수립할 수 없었다. 한편 냉각수율과 경도를 동시에 만족할 수 있는 적정 조건은 61.4℃에서 14.9분 가열한 경우이고 이때의 수율은 78.0%, 경도는 8.1kg으로 나타났다.

Table 16. Joule heating conditions of boiled beef brisket by center composition method

Run	Dot pattern	Block	Temp(°C)	Time(min)
1	0	1	60.0	20
2	1	1	65.0	25
3	-1	1	60.0	27.1
4	-1	1	52.9	30
5	-1	1	60.0	12.9
6	1	1	55.0	15
7	1	1	65.0	15
8	0	1	60.0	20
9	0	1	60.0	20
10	-1	1	67.1	20
11	1	1	55.0	25
12	0	1	60.0	20
13	0	1	60.0	20
14	0	2	60.0	20
15	1	2	65.0	25
16	-1	2	60.0	27.1
17	-1	2	52.9	30
18	-1	2	60.0	12.9
19	1	2	55.0	15
20	1	2	65.0	15
21	0	2	60.0	20
22	0	2	60.0	20
23	-1	2	67.1	20
24	1	2	55.0	25
25	0	2	60.0	20
26	0	2	60.0	20

Table 17. Product properties of boiled beef brisket by center composition method

Heating condition		Total heating time (sec)	Initial yields (%)	Yields after cooling (%)	Drip loss (%)	Hardness (kg)
Gas heating		3,990	59.13	56.13	2.13	9.96
1	1	1,803	79.50	75.47	3.20	15.21
2	1	1,831	79.61	72.73	6.82	10.64
3	1	2,111	79.05	72.74	8.02	8.43
4	1	1,469	77.84	70.20	8.10	13.24
5	1	1,070	82.69	74.78	8.69	12.01
6	1	1,396	79.24	77.46	2.08	8.84
7	1	1,421	82.13	78.35	4.46	9.77
8	1	1,484	88.13	81.57	6.74	14.06
9	1	1,653	79.99	76.69	2.75	14.22
10	1	1,743	76.79	72.42	4.86	10.21
11	1	1,808	83.20	75.77	7.13	15.58
12	1	1,685	90.80	86.09	4.10	6.12
Joule heating	13	1,657	84.97	78.64	6.46	11.14
	14	1,440	87.34	79.32	9.18	8.23
	15	1,872	83.22	75.55	9.21	7.02
	16	1,953	79.88	71.02	11.09	3.33
	17	1,557	83.47	78.28	6.22	8.68
	18	1,011	77.87	73.65	5.41	6.20
	19	1,163	85.56	79.44	7.14	4.91
	20	1,157	80.85	76.18	5.77	3.46
	21	1,475	83.09	79.67	4.12	7.44
	22	1,466	76.22	74.37	2.43	3.68
	23	1,442	78.09	76.26	2.34	5.62
	24	1,759	86.10	82.40	4.30	5.60
	25	1,464	91.89	89.94	2.13	7.61
	26	1,466	81.13	78.47	3.28	7.18

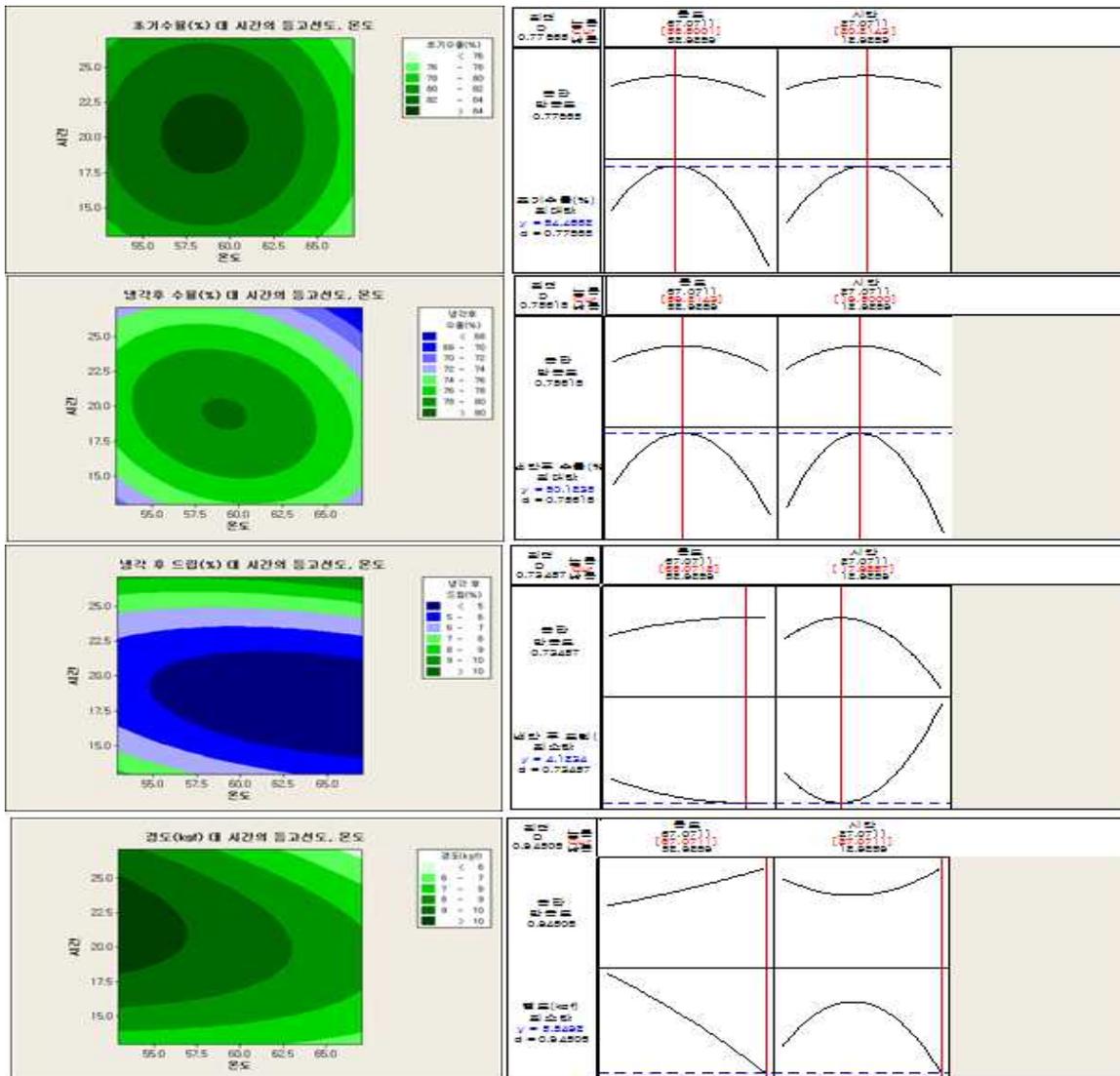


Fig. 26. Contour map and optimizing condition of boiled brisket beef by joule heating

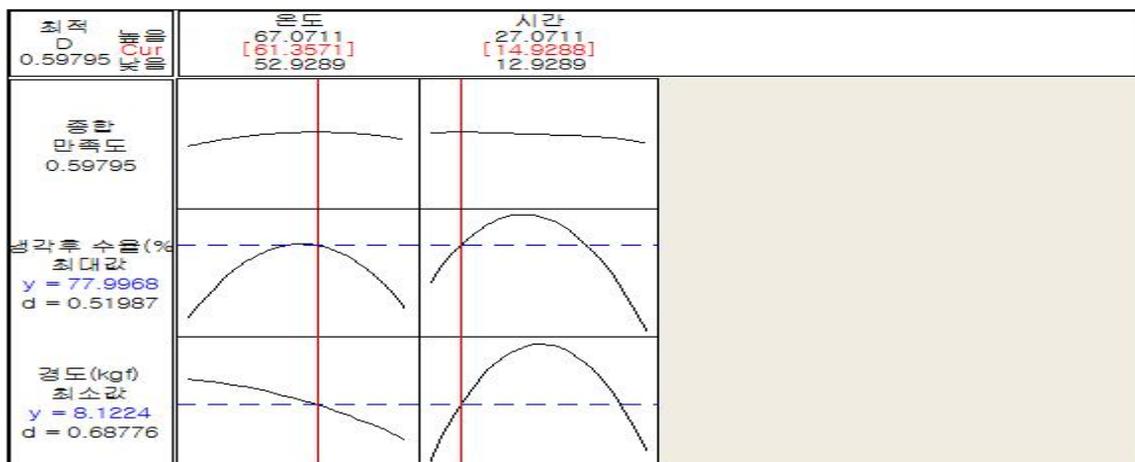


Fig. 27. Joule heating optimizing condition for the yield and hardness of boiled brisket beef at once

이상의 실험결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 통전가열을 통하여 양지수육을 제조하기 위하여 고기 중심온도를 85℃까지 직접 가열할 경우 가열속도가 너무 빨라 콜라겐 등 단백질 수축현상이 주로 일어나 고기 육질의 경화현상이 일어나 관능특성이 좋지 않게 나타났다. 이를 개선하기 위하여 고기의 단백질 시스템 변화가 민감한 50~70℃ 통과속도를 조절하여 단백질 시스템의 변화를 최소화하는 실험을 수행하였고, 그 결과 50~70℃에서 일정시간 가열하면 연도와 수율을 증진시킬 수 있는 것으로 나타났다. 특히 59.2℃에서 19.5분 가열하는 것이 양지수육의 냉각후 수율을 높일 수 있는 가열조건으로 나타났다.

이러한 가열조건에서는 수율과 연도를 증진시킬 수 있지만, 고기 내부가 완전히 익지 않아 혈액이 드립으로 유출되어 관능특성을 저하시키는 요인이 발생되었다. 따라서 관능특성을 높일 수 있는 가열조건을 재수립하고자 고기의 최종 중심온도를 높이거나 최종 가열시간을 늘이는 방법을 모색하였다. 실험방법으로는 고기 중심부 온도를 85~100℃까지 5~15분간 가열하는 요인 분석을 실시하였고, 요인분석을 토대로 중심합성설계법으로 최적 가열조건을 수립하고자 하였다.

요인분석은 냉각수율이 가장 높은 59.2℃, 19.5분을 1차 가열로 고정한 다음, 85~100℃범위에서 5℃ 간격으로 5분, 10분, 15분을 가열조건으로 설정하였다.

요인분석설계는 Table 18과 같고, 고기 중심온도에 도달하는 시간과 유지시간을 포함한 총 가열시간은 가스가열에서는 66.4분(3,985초)을, 그리고 통전가열에서는 가열조건에 따라 27.3분~37.6분(1,637~2,246초) 가열하였다.

Table 18. Joule heating conditions and total heating time of the boiled beef brisket

Heating condition	First stage					Total heating time (sec)	
	heating time (min)	Second stage heating time (min)					
		59.2℃	85℃	90℃	95℃		100℃
Gas heating	—	45	—	—	—	3,985±7.07 ^a	
Joule heating	1	19.5	5	—	—	1,637±6.36 ^d	
	2	19.5	10	—	—	1,949±27.57 ^c	
	3	19.5	15	—	—	2,238±5.65 ^b	
	4	19.5	—	5	—	1,685±41.01 ^d	
	5	19.5	—	10	—	1,978±7.77 ^c	
	6	19.5	—	15	—	2,240±21.92 ^b	
	7	19.5	—	—	5	1,707±41.01 ^d	
	8	19.5	—	—	10	1,997±9.19 ^c	
	9	19.5	—	—	15	2,246±9.89 ^b	
	10	19.5	—	—	—	5	1,668±11.31 ^d
	11	19.5	—	—	—	10	1,969±27.57 ^c
	12	19.5	—	—	—	15	2,258±0.0 ^b

Fig. 28에 가열조건에 따른 양지수육의 외관 특성을 나타냈다. 85℃에서 5분 가열한 경우에는 약간 덜 익은 상태를 보이고 있으나, 나머지 가열조건에서는 열수가열 수육과 유사한 외관을 보였고, 고기 전체가 균일하게 열처리된 것으로 나타났다. 양지수육의 두께에 따라 이러한 결과에 약간의 차이가 있을 수 있으나, 통전가열에서는 고기 중심온도 85℃에서 10분 이상, 95℃ 이상의 온도에서는 5분 이상 가열하면 균일하게 가열될 수 있다는 것을 제시하고 있다.

가열조건에 따른 수육의 제조특성 및 경도는 Table 19, 관능특성은 Table 20와 같다. Table 19에 나타낸 바와 같이 초기수율과 냉각수율은 전반적으로 가스가열 수육에 비하여 통전가열 수육에서 높게 나타났다. 가스가열 수육은 초기수율과 냉각수율이 각각 58.41%, 58.13%인 반면, 통전가열 수육은 61.19~77.31%, 61.02~75.73%로써 가스가열 수육에 비하여 각각 2.78~18.9%, 2.89~17.6% 높게 나타났다. 그러나 Table 15에 나타낸 바와 같이 양지수육의 중심온도를 50~70℃에서 20분 이내 가열한 경우보다는 수율이 각각 7.09~23.21%, 4.37~19.08% 낮게 나타났다. 통전가열온도에 따라서도 양지수육의 수율에 차이를 나타냈는데 양지수육 중심온도 85℃까지 가열한 경우가 수율이 높게 나타난 반면 100℃까지 가열한 경우는 수율이 낮게 나타났다. 이러한 결과는 가열속도가 느려질수록 근육조직에서 수분흡착을 하는 주요 요소 물질인 근원섬유단백질, 마이오신, 액틴 및 트로포마이오신과, 근원섬유에 결합되어 있는 근장 단백질(sarcoplasmic proteins)의 변성이나 침전이 더욱 가속화되기 때문에(Marcos et al., 2010), 가열속도가 느린 열수가열에서 근원섬유의 수축이 커져 수분의 유리가 많아지는 반면 가열속도가 빠른 통전가열에서 근육 단백질 시스템의 변성이 늦게 일어나 수분의 유리가 적었기 때문에 수율이 증가하는 것으로 예상할 수 있다. 가열속도 이외에도 가열시간이 미치는 영향도 무시할 수 없을 것으로 생각되었다. 본 실험결과는 고기 중심부 온도에 도달하는 가열속도가 빠른 조리법에서는 가열속도가 느린 조리법에 비하여 조리손실(cooking loss)이 감소되고 육즙(juice)이 많아진다는 결과(Lawrie, 1998; Shirsat et al., 2004), 높은 조리온도(95℃)는 조리손실이 큰 반면에 낮은 조리온도(72℃)는 조리손실이 적어지는 결과(Zell et. al., 2010a) 그리고 통전가열에 비하여 열수가열에서 고기 단백질의 변성이 크게 일어나 보수력이 감소된다는 결과(Huff-Lonergan & Lonergan, 2005) 등과 유사하였다.

양지수육의 경도는 가스가열 수육이 13.44kg을 나타낸 반면 통전가열 수육은 가열조건에 따라 6.47~19.57kg을 나타냈다. 전반적으로 양지수육 중심온도 95℃까지 가열한 수육의 경도는 가스가열 수육의 경우보다 낮았으나, 100℃에서 가열한 경우는 높게 나타났다. 미니탭(ver.16)을 이용하여 가열온도 및 가열시간에 따른 주효과를 분석한 결과, 수율은 가열온도가 미치는 영향이 크게 나타났고 경도는 가열온도 및 가열시간이 동시에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

고기 조직과 관련된 연구결과에 의하면 Warner-Bratzler peak shear force는 고기 종류에 따라 약간의 차이는 있으나 전반적으로 가열온도에 따라 변하는 것으로 알려지고 있다. 즉, 쇠고기에서는 40~50℃, 60~80℃에서 증가하고, 50~60℃에서 감소하고(Christensen et al., 2000), 돼지고기에서는 25~50℃, 60~100℃에서 증가하고, 50~60℃에서는 steady state를 유지하고(Huang et al., 2011), 오리고기에서는 30~50℃, 70~90℃에서 증가하고, 50~70℃에서 감소하고 있다(Wan et al., 2013). 이러한 전단력(shear force)의 변화는 근원섬유단백질의 변성, 근육조직내 콜라겐의 수축, actin의 변화 그리고 actomyosin의 수축과 dehydration의 복합 효과에 기인한 것으로 추정하고 있다(Baily & Light, 1989).

본 연구결과에서는 85℃에서 100℃까지 가열온도가 증가할수록 경도가 증가하는 추세를 보이고 있어, 85℃ 이상의 온도에서도 고기 단백질 시스템의 변성이 지속적으로 이루어지고 있다

는 것을 보여주고 있다.

양지수육의 관능특성은 Table 20과 같다. 전반적으로 열수가열 수육의 기호도가 통전가열의 경우보다 좋은 것으로 나타났다. 통전가열 수육의 경우는 가열조건에 따라 기호도 및 강도에 미치는 영향에 약간의 차이를 보였다. 전반적으로 맛, 조직감, 종합적 기호도, 다즙성 및 연도는 85℃에서 가열한 경우가 좋지 않게 나온 반면, 95℃에서 가열한 수육은 좋은 것으로 나타났다. 95℃에서 15분 가열한 양지수육은 열수가열 수육과 관능특성에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

양지수육의 수율, 드립 및 경도와 관능특성과의 상관관계를 살펴볼 때(Table 21), 수율, 드립 및 경도는 상관관계가 미약한 반면 초기수율과 냉각수율은 상관성이 매우 높은 것으로 나타났다. 관능특성의 경우 향, 맛, 조직감, 다즙성, 연도 및 종합적 기호도는 서로 상관성이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 향후 관능평가에서 대표성을 가지는 평가항목 일부만으로 충분히 관능특성을 반영할 수 있을 것으로 생각되었다.

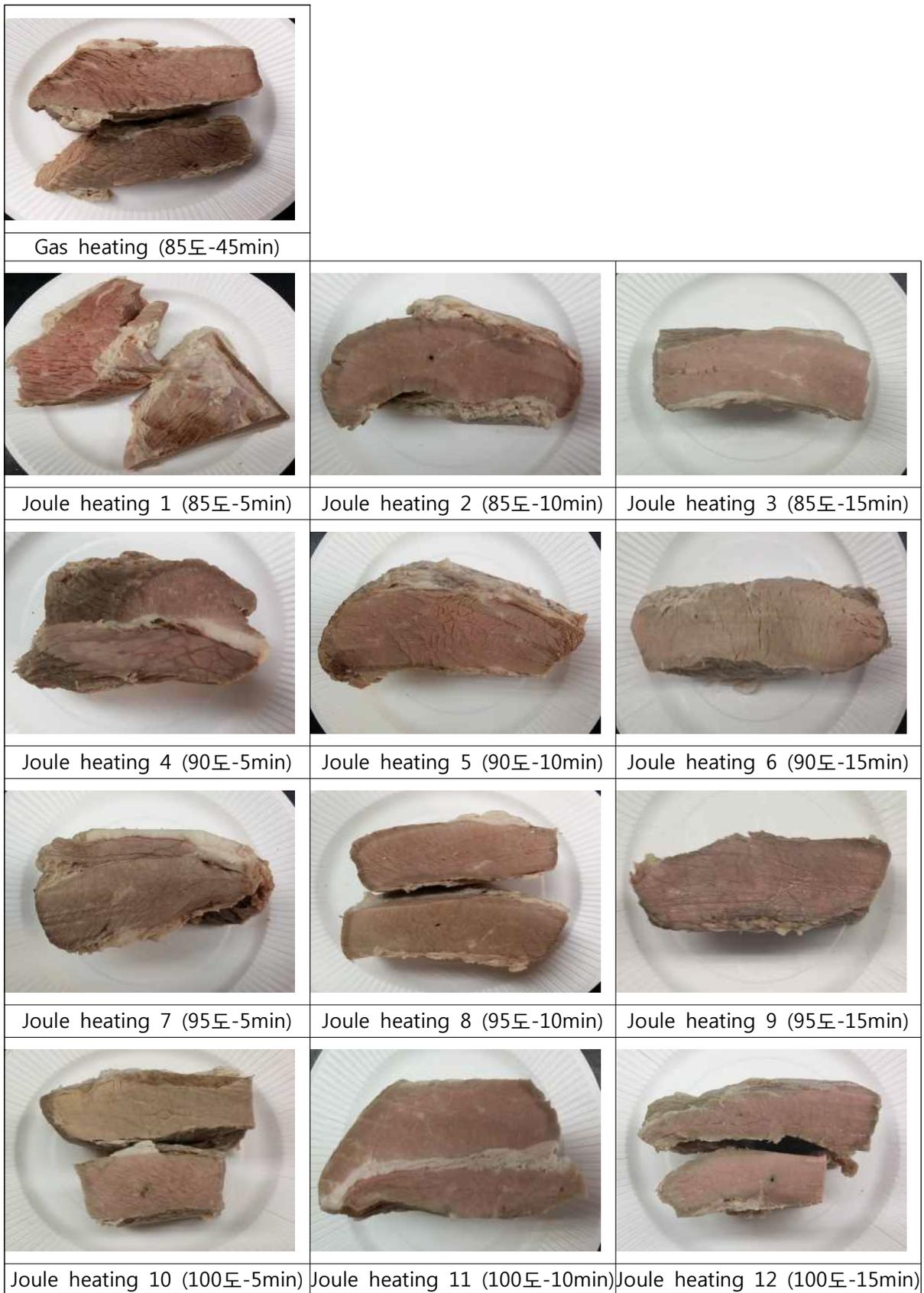


Fig. 28. Appearance of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Table 19. Product properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Initial yields (%)	Yields after cooling (%)	Drip loss (%)	Hardness (kg)	
Gas heating	58.41±0.16 ^{bc}	58.13±0.55 ^{bc}	0.48±0.68 ^b	13.44±2.17 ^c	
1	77.31±0.69 ^a	75.73±0.83 ^a	2.10±0.83 ^{ab}	6.47±2.20 ^e	
2	73.15±4.34 ^{ab}	72.79±4.56 ^{ab}	0.51±0.34 ^b	9.33±3.61 ^d	
3	70.41±0.10 ^{ab}	69.27±0.25 ^{ab}	1.64±0.23 ^{ab}	8.86±1.07 ^d	
4	68.57±4.51 ^{ab}	68.57±3.51 ^{ab}	0.00±0.00 ^b	10.52±2.52 ^d	
5	73.12±4.33 ^{ab}	71.10±1.48 ^{ab}	2.79±0.95 ^a	8.25±3.12 ^{de}	
Joule heating	6	74.17±5.28 ^{ab}	73.34±4.51 ^{ab}	1.17±0.51 ^{ab}	9.25±1.89 ^d
7	67.23±4.09 ^{ab}	67.14±4.23 ^{ab}	0.15±0.21 ^b	8.04±2.66 ^{de}	
8	61.19±4.03 ^{ab}	61.02±4.28 ^b	0.30±0.43 ^b	8.99±2.47 ^d	
9	66.80±4.34 ^{ab}	65.71±4.77 ^{ab}	1.26±0.72 ^{ab}	10.52±2.51 ^d	
10	66.33±5.81 ^{ab}	65.87±5.46 ^{ab}	0.68±0.47 ^b	15.44±2.48 ^{bc}	
11	64.44±3.23 ^{ab}	63.99±3.37 ^{ab}	0.71±0.25 ^b	19.57±3.15 ^a	
12	62.40±5.15 ^{ab}	61.21±5.39 ^b	1.97±0.56 ^{ab}	17.46±4.10 ^{ab}	

^{a-e} Means with different superscripts in the row of same column are significantly different (p<0.05).

Table 20. Organoleptic properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Preference (Pr)				Strength (St)			
	Appearance (Ap)	Scent (Se)	Taste (Ta)	Texture (Te)	Overall acceptance (OA)	Juiciness (Ju)	Tenderness (Tn)	
Gas heating	7.25 ±0.62 ^a	6.42 ±1.44 ^a	6.83 ±0.94 ^a	6.42 ±1.38 ^{ab}	6.42 ±1.31 ^{abc}	6.08 ±1.44 ^a	6.25 ±1.36 ^a	
Joule heating	1	6.42 ±1.08 ^a	5.00 ±1.65 ^a	5.00 ±1.54 ^a	4.33 ±1.07 ^e	4.50 ±1.09 ^{ef}	4.33 ±1.44 ^b	4.25 ±0.87 ^c
	2	6.42 ±1.51 ^a	4.92 ±1.31 ^a	5.42 ±1.56 ^a	4.67 ±1.78 ^{ed}	4.58 ±1.44 ^{ef}	4.92 ±1.62 ^{ab}	4.17 ±1.27 ^c
	3	6.40 ±1.26 ^a	5.10 ±1.45 ^a	5.50 ±1.58 ^a	4.70 ±1.25 ^{ed}	5.30 ±1.42 ^{bcdef}	5.00 ±1.63 ^{ab}	4.90 ±1.60 ^{abc}
	4	6.08 ±1.38 ^a	5.42 ±1.78 ^a	4.75 ±1.82 ^a	5.00 ±1.86 ^{bcde}	5.08 ±1.68 ^{cdef}	5.00 ±1.76 ^{ab}	4.67 ±1.67 ^{bc}
	5	6.17 ±0.83 ^a	5.42 ±1.00 ^a	5.08 ±2.02 ^a	4.25 ±2.14 ^e	3.92 ±1.88 ^f	4.42 ±1.62 ^b	4.17 ±2.04 ^c
	6	6.30 ±1.83 ^a	6.00 ±1.41 ^a	5.80 ±1.55 ^a	5.90 ±1.45 ^{abcd}	6.10 ±1.45 ^{abcd}	5.80 ±1.48 ^{ab}	5.80 ±1.55 ^{ab}
	7	6.42 ±1.38 ^a	6.08 ±1.24 ^a	6.08 ±1.54 ^a	5.75 ±1.96 ^{abcde}	5.75 ±2.01 ^{abcde}	5.75 ±1.82 ^{ab}	5.58 ±1.88 ^{abc}
	8	6.58 ±1.08 ^a	6.00 ±1.04 ^a	5.83 ±1.27 ^a	5.00 ±1.54 ^{bcde}	5.42 ±1.31 ^{abcde}	5.00 ±1.48 ^{ab}	4.75 ±1.54 ^{bc}
	9	6.60 ±0.84 ^a	5.70 ±0.82 ^a	6.20 ±0.79 ^a	6.60 ±1.17 ^a	6.80 ±1.14 ^a	6.20 ±1.14 ^a	6.30 ±1.42 ^a
	10	6.30 ±1.49 ^a	5.70 ±1.25 ^a	5.50 ±1.35 ^a	4.70 ±1.06 ^{ed}	5.10 ±1.20 ^{cdef}	4.80 ±1.23 ^{ab}	4.60 ±1.35 ^{bc}
	11	6.40 ±1.65 ^a	4.90 ±1.37 ^a	5.20 ±0.92 ^a	4.90 ±1.37 ^{cde}	4.90 ±0.99 ^{def}	4.90 ±1.37 ^{ab}	4.70 ±1.42 ^{bc}
	12	6.30 ±1.16 ^a	5.80 ±1.81 ^a	5.50 ±1.84 ^a	6.30 ±1.57 ^{abc}	6.60 ±1.58 ^a	6.10 ±1.91 ^a	6.10 ±1.79 ^{ab}

^{a-c} Means with different superscripts in the row of same column are significantly different (p<0.05).

Table 21. Pearson correlation coefficients and P-value

	Initial yields (In)	Yields after cooling (Yi)	Drip loss (Dr)	Hardness (Ha)	Organoleptic property (Op)					
					Appearance (Ap)	Scent (Se)	Taste (Ta)	Texture (Te)	Overall acceptance (Oa)	Juiciness (Ju)
Yi	0.989									
	0.000									
Dr	0.223	0.105								
	0.294	0.624								
Ha	-0.339	-0.328	-0.062							
	0.105	0.118	0.773							
Ap	0.055	0.054	-0.146	-0.024						
	0.798	0.802	0.496	0.911						
Se	-0.394	-0.381	-0.104	0.284	0.179					
	0.056	0.067	0.629	0.179	0.403					
Ta	-0.188	-0.220	0.048	0.106	0.251	0.757				
	0.379	0.302	0.824	0.623	0.237	0.000				
Te	-0.127	-0.158	0.060	0.231	0.068	0.628	0.793			
	0.553	0.462	0.780	0.277	0.751	0.001	0.000			
Oa	-0.150	-0.169	-0.053	0.168	0.322	0.537	0.617	0.664		
	0.484	0.430	0.804	0.432	0.125	0.007	0.001	0.000		
Ju	-0.176	-0.199	0.032	0.220	0.043	0.657	0.841	0.967	0.635	
	0.411	0.351	0.883	0.302	0.843	0.000	0.000	0.000	0.001	
Tn	-0.104	-0.137	0.093	0.270	0.014	0.628	0.782	0.978	0.630	0.956
	0.629	0.524	0.066	0.202	0.948	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000

Pearson correlation coefficient

P-value

85~100℃에서 5~15분 가열한 양지수육의 물성에 대한 요인분석 결과, 양지수육의 관능특성은 95℃, 15분에서 가장 좋은 것으로 나타났고, 수율은 85℃에서 가열한 경우가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 수율과 관능특성을 동시에 높일 수 있는 적정 가열조건을 수립하고자 가열조건을 85~100℃, 10~20분으로 범위에서 중심합성설계를 통하여 반응표면분석을 하였다. 이때, 1차 가열온도와 시간은 이미 수립한 59.2℃, 19.5분으로 고정하여 실험하였다.

중심합성설계에 의한 가열조건은 Table 22와 같다. 통전가열의 총가열시간은 가열조건에 따라 22.7분~45.0분(1,362~2,702초) 소요된 반면에 대조구로 사용한 가스가열(85℃,45분)의 경우는 63.2분(3,790초) 소요되었다.

Table 22. Joule heating conditions of boiled beef brisket by center composition method

Run	Dot pattern	Block	First stage heating		Second stage heating		Total heating time (sec)
			Temp(℃)	Time(min)	Temp(℃)	Time(min)	
1	0	1	59.2	19.5	92.5	7.9	1.846
2	1	1	59.2	19.5	100.0	20.0	2.583
3	-1	1	59.2	19.5	100.0	10.0	1.362
4	-1	1	59.2	19.5	92.5	15.0	2.225
5	-1	1	59.2	19.5	81.9	15.0	2.233
6	1	1	59.2	19.5	85.0	10.0	1.931
7	1	1	59.2	19.5	92.5	15.0	2.250
8	0	1	59.2	19.5	92.5	15.0	2.255
9	0	1	59.2	19.5	92.5	15.0	2.267
10	-1	1	59.2	19.5	85.0	20.0	2.545
11	1	1	59.2	19.5	92.5	15.0	2.246
12	0	1	59.2	19.5	103.1	15.0	2.260
13	0	1	59.2	19.5	92.5	22.1	2.702

중심합성설계에 의한 양지수육의 물성, 조직특성 및 관능특성은 Table 23~25와 같다. 전반적으로 통전가열 양지수육의 수율은 가스가열의 경우보다 높게 나타난 반면, 육수의 고형분 함량은 적게 나타났다. 조직특성은 통전가열 수육과 가스가열 수육이 유사한 것으로 나타났으나, 관능특성은 가스가열 수육에 비하여 통전가열 수육에서 좋지 않은 것으로 나타났다.

Table 23~25의 결과를 바탕으로 미니탭(ver 16)을 이용하여 통전가열 양지수육의 반응최적화 조건을 구했다. 이때 반응최적화 조건을 설정하기 위하여 통전가열 양지수육의 냉각 수율은 70%를, 관능특성은 9점 척도법에서 7점을 목표값으로 설정하였고, 경도(hardness)는 최소값으로 하였다.

냉각수율, 경도, 외관 및 종합적 기호도와 관련한 반응최적화 조건은 Fig. 29~31과 같다. Fig. 29에 나타난 바와 같이 냉각수율은 84.7℃, 7.9분에서 목표값인 70%에 도달하고, 경도는 온도가 높고 가열시간이 길수록 낮아지면서 103.1℃ 22.1분 가열한 경우 8.4kg으로 예상되었다. 그

리고 종합적 기호도는 103.1°C 22.1분 가열조건에서 6.2점으로 나타났다. 이러한 결과는 85~100°C에서 5~15분 가열한 수육의 제조특성에 대한 요인분석 결과와 유사하였다.

이미 언급한 바와 같이 본 실험은 중심합성설계를 통한 반응표면분석으로 수율과 관능특성을 동시에 높일 수 있는 적정 가열조건을 수립하는데 있으므로 냉각수율과 종합적 기호도를 동시에 만족하는 최적화 가열조건을 예측한 결과 96.5°C, 16.4분으로 나타났다(Fig 30). 그러나 이때의 냉각수율은 목표값에 미치지 못하는 61.2% 그리고 종합적 기호도는 5.3점으로 나타났다. 한편, 냉각수율, 종합적기호도 및 경도를 동시에 만족시키는 최적화조건은 97.3°C, 16.8분으로 이때의 냉각수율은 60.8%, 종합적 기호도는 5.4로 나타났다(Fig. 31). 이러한 결과는 가스가 열 수육의 냉각수율보다 3% 정도 높게 나타났으나 관능적 기호도는 오히려 떨어지는 것으로 나타나 만족도(0.12 ~ 0.22)가 좋지 않았다.

한편, 양지수육의 수율, 조직특성(Texture property, Tp) 및 관능특성(Organoleptic property, Op)의 상관성을 분석한 결과(Table 26), 냉각수율은 초기수율과 매우 밀접한 관계가 있고 조직특성 중 응집성(Cohesiveness, Co), 점착성(Gumminess, Gu), 씹힘성(Chewness, Ch) 및 복원성(Resilience, Re)과 상관성이 있는 것으로 나타났다. 조직특성에서 경성(Hardness, Ha), 응집성, 점착성, 씹힘성 및 복원성은 서로 상관성이 높게 나타난 반면에 탄력성과의 상관성은 크지 않았다. 또한 탄력성을 제외한 조직특성은 관능특성과도 상관성이 높은 것으로 나타났다. 관능특성 간에는 외관을 제외하고 향, 맛, 조직감, 종합적기호도, 다즙성 및 연도간에 상관성이 큰 것으로 나타났다.

Table 23. Product properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Initial yields (%)	Yields after cooling (%)	Drip loss (%)	Solid content (%)
Gas heating	58.65	57.56	1.90	1.00±0.32
1	62.77	59.31	5.85	0.64±0.06
2	61.21	60.50	1.18	0.79±0.03
3	66.39	65.41	1.50	0.65±0.02
4	65.50	65.50	0.00	0.58±0.02
5	76.21	73.19	4.13	0.38±0.03
6	73.96	72.29	2.31	0.59±0.03
Joule heating	55.54	55.19	0.63	0.67±0.01
7	55.54	55.19	0.63	0.67±0.01
8	71.46	69.78	2.41	0.42±0.02
9	62.57	62.20	0.59	0.69±0.01
10	68.51	67.62	1.32	0.54±0.15
11	65.25	64.41	1.32	0.54±0.07
12	58.04	57.32	1.25	0.62±0.04
13	61.81	61.07	1.21	0.62±0.01

Table 24. Texture properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Hardness (kg), (Ha)	Springiness (Sp)	Cohesiveness (Co)	Gumminess (Gu)	Chewiness (Ch)	Resilience(s), (Re)	
Gas heating	15.21	0.906	0.610	9185.45	8370.65	0.267	
	±1.54	±0.097	±0.118	±1261.33	±1800.85	±0.079	
Joule heating	1	15.68	0.803	0.614	9642.05	7832.26	0.268
		±2.72	±0.076	±0.011	±1784.53	±2078.67	±0.029
	2	9.49	0.870±	0.524	4970.99	4320.21	0.195
		±0.85	0.114	±0.032	±490.35	±719.76	±0.039
	3	16.02	0.832	0.600	9526.89	7838.82	0.259
		±4.79	±0.131	±0.026	±2612.65	±2109.89	±0.037
	4	16.27	0.778	0.646	10536.66	8235.65	0.288
		±1.68	±0.082	±0.027	±1437.53	±1583.86	±0.063
	5	16.73	0.771	0.707	11851.80	9128.32	0.316
		±1.99	±0.041	±0.041	±1823.00	±1362.37	±0.062
	6	15.52	0.881	0.720	11182.18	9890.52	0.329
		±2.39	±0.093	±0.009	±1810.38	±2103.09	±0.042
	7	16.56	0.633	0.457	7555.98	5749.05	0.212
	±0.91	±0.312	±0.224	±3754.46	±3015.71	±0.108	
8	12.82	0.908	0.564	7277.19	6617.95	0.260	
	±1.98	±0.146	±0.028	±1434.22	±1694.53	±0.023	
9	14.34	0.821	0.592	8471.49	6945.11	0.244	
	±1.65	±0.099	±0.023	±948.33	±986.70	±0.033	
10	15.90	0.919	0.799	11697.65	10695.19	0.352	
	±1.62	±0.078	±0.026	±1570.78	±1260.08	±0.030	
11	12.23	0.939	0.546	6665.32	6318.65	0.222	
	±1.95	±0.125	±0.027	±1034.99	±1598.69	±0.041	
12	12.46	0.822	0.516	6428.26	5283.11	0.201	
	±0.69	±0.205	±0.022	±518.73	±1434.17	±0.029	
13	15.95	0.731	0.638	10219.95	7399.00	0.279	
	±2.69	±0.75	±0.039	±2189.03	±1300.94	±0.060	

Table 25. Organoleptic properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Preference (Pr)				Strength (St)			
	Appearance (Ap)	Scent (Se)	Taste (Ta)	Texture (Te)	Overall acceptance (Oa)	Juiciness (Ju)	Tenderness (Tn)	
Gas heating	6.60 ±1.52	6.80 ±1.64	7.00 ±1.22	7.40 ±0.89	7.20± 0.84	7.40 ±0.89	7.20 ±0.84	
Joule heating	1	7.40 ±0.89	5.40 ±1.52	5.60 ±1.82	4.60 ±2.07	5.60 ±1.52	5.80 ±2.28	4.60 ±1.67
	2	6.80 ±0.84	5.60 ±0.89	6.00 ±1.00	6.40 ±0.89	6.40 ±0.55	6.00 ±0.71	6.20 ±0.84
	3	4.60 ±1.52	4.00 ±1.41	3.40 ±0.89	2.60 ±1.14	3.20 ±1.10	3.60 ±1.14	2.60 ±1.14
	4	5.40 ±1.14	5.20 ±0.84	4.80 ±1.10	3.80 ±1.64	4.00 ±1.58	4.00 ±1.10	3.60 ±1.34
	5	3.60 ±2.51	3.20 ±1.64	2.80 ±1.30	2.20 ±1.10	2.40 ±1.34	3.00 ±1.41	2.00 ±1.00
	6	5.00 ±1.73	4.60 ±2.07	4.20 ±1.92	3.40 ±1.52	3.40 ±1.82	4.00 ±1.87	3.00 ±1.58
	7	5.40 ±1.52	5.00 ±1.41	5.20 ±2.28	5.40 ±2.30	5.40 ±1.95	5.60 ±1.67	5.40 ±2.70
	8	6.60 ±0.89	6.20 ±0.45	6.20 ±0.45	6.80 ±1.10	6.40 ±1.14	6.80 ±0.45	7.00 ±0.71
	9	5.00 ±1.87	3.40 ±1.52	3.20 ±.79	4.00 ±1.87	4.00 ±1.58	3.20 ±1.64	3.40 ±1.52
	10	4.60 ±1.82	4.00 ±1.22	3.40 ±1.34	3.20 ±1.79	3.40 ±1.14	3.60 ±1.67	2.60 ±1.52
	11	6.00 ±1.58	4.00 ±1.00	4.60 ±1.14	4.60 ±2.41	4.40 ±1.82	5.20 ±1.10	5.00 ±2.45
	12	4.80 ±1.92	5.80 ±1.10	5.40 ±2.51	5.40 ±1.95	5.40 ±2.19	5.4 0±1.95	5.40 ±2.61
	13	5.20 ±1.30	4.60 ±0.89	3.80 ±1.64	2.80 ±1.64	3.20 ±1.64	3.00 ±1.64	2.80 ±1.64

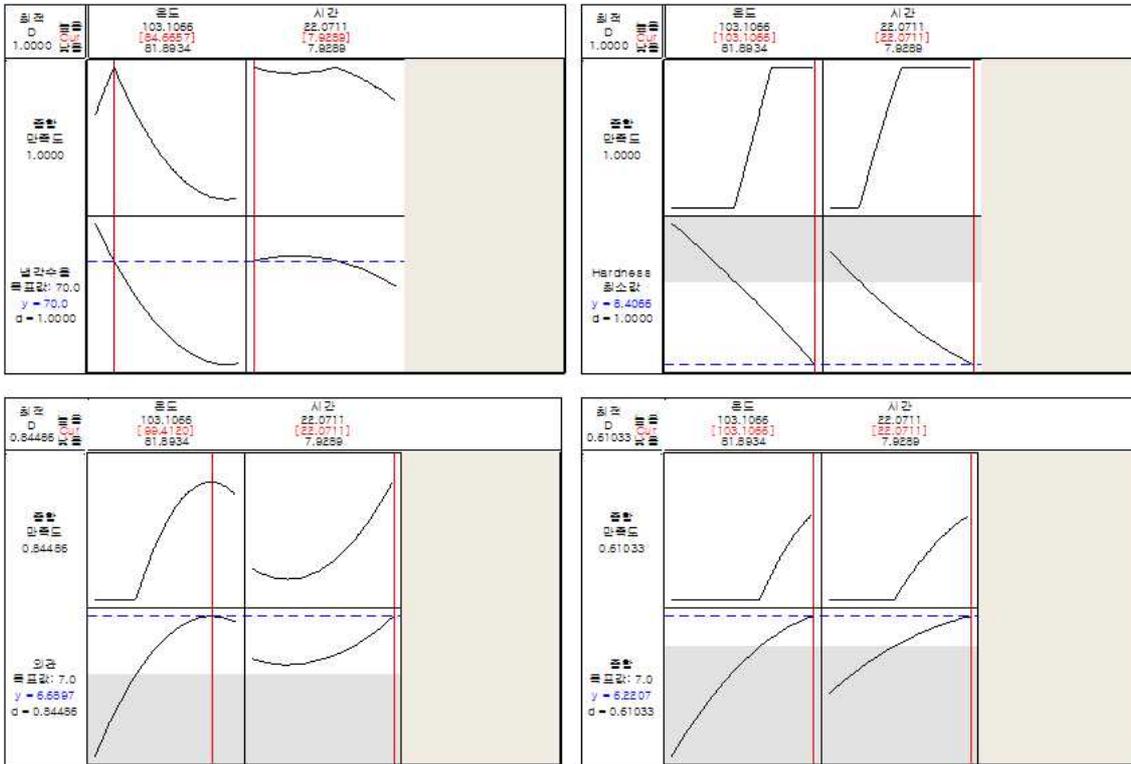


Fig. 29. Joule heating optimizing condition for the yield, hardness and overall acceptability of boiled brisket beef at once

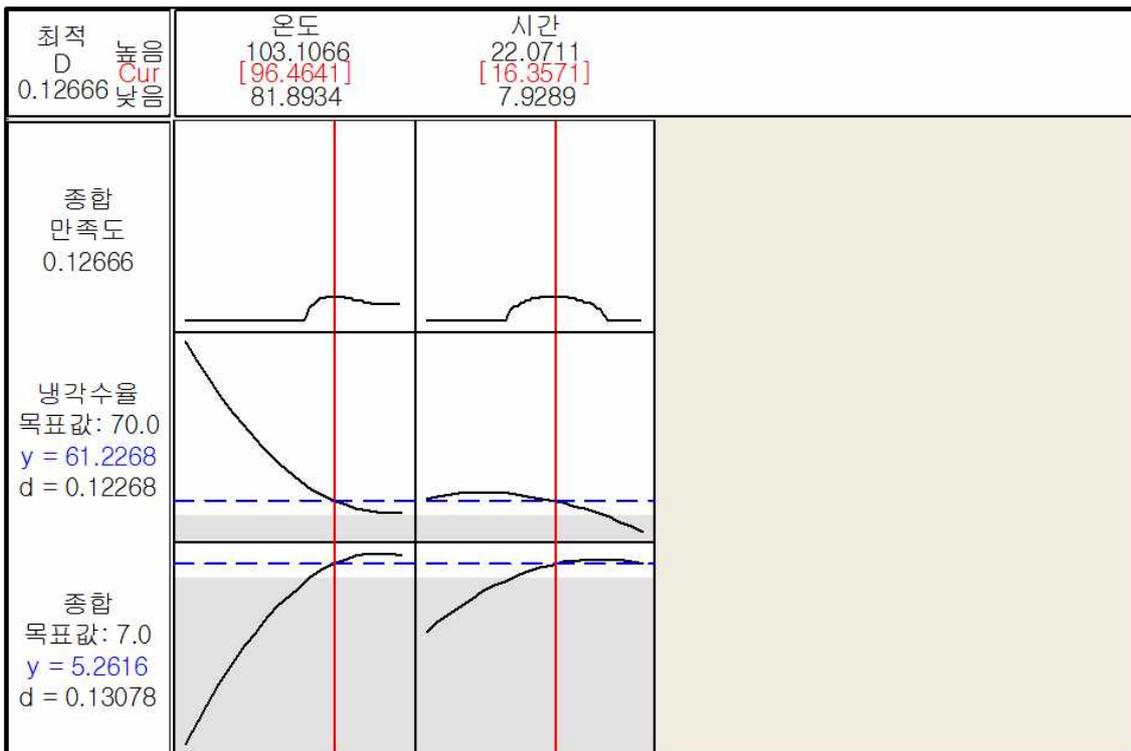


Fig. 30. Joule heating optimizing condition for the yield and overall acceptability of boiled brisket beef at once

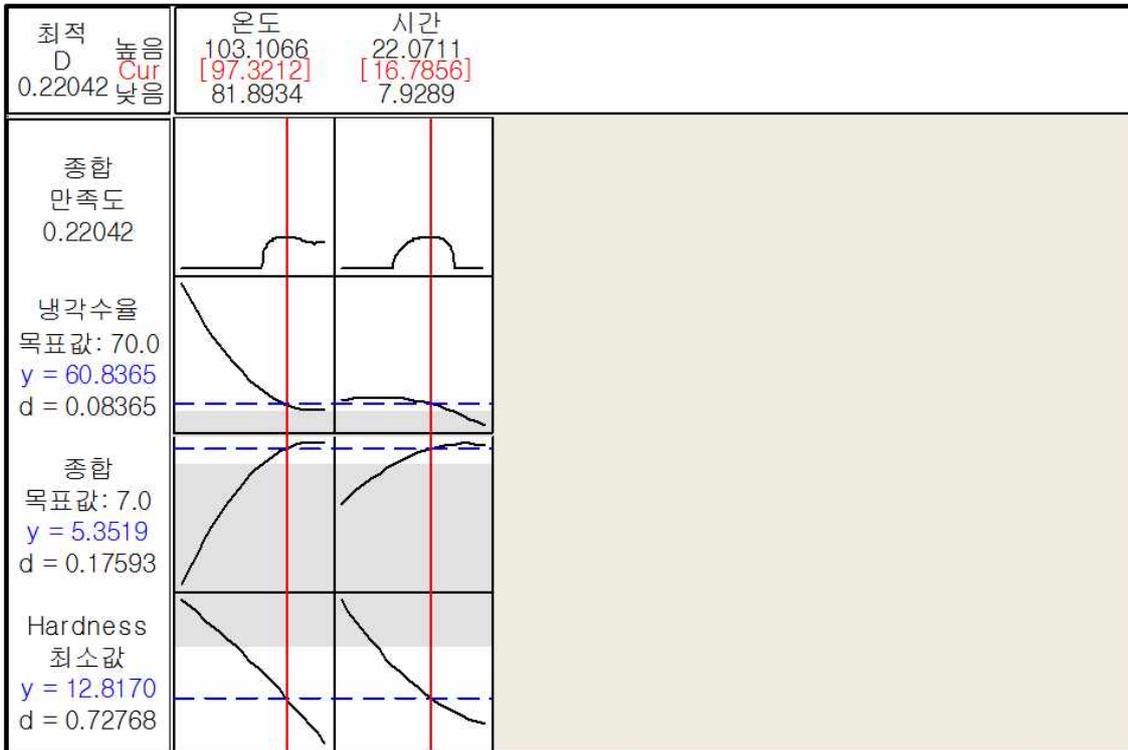


Fig. 31. Joule heating optimizing condition for the yield, overall acceptability and hardness of boiled brisket beef at once

Table 26. Pearson correlation coefficients and P-value

	In	Yi	Texture property (Tp)					Organoleptic property (Op)							
			Ha	Sp	Co	Gu	Ch	Re	Ap	Se	Ta	Te	Oa	Ju	
In	0.987 0.000														
Ha	0.233 0.445	0.214 0.483													
Sp	0.463 0.111	0.484 0.094	-0.528 0.064												
Co	0.758 0.003	0.751 0.003	0.511 0.074	0.267 0.378											
Gu	0.590 0.034	0.575 0.040	0.845 0.000	-0.16 0.683	0.890 0.000										
Ch	0.693 0.009	0.687 0.009	0.703 0.007	0.168 0.584	0.929 0.000	0.943 0.000									
Re	0.740 0.004	0.735 0.004	0.645 0.017	0.169 0.581	0.955 0.000	0.931 0.000	0.975 0.000								
Ap	-0.317 0.291	-0.370 0.214	-0.502 0.080	0.193 0.528	-0.434 0.139	-0.541 0.056	-0.469 0.106	-0.425 0.148							
Se	-0.345 0.248	-0.364 0.222	-0.435 0.137	0.003 0.991	-0.471 0.104	-0.517 0.070	-0.496 0.085	-0.410 0.164	0.665 0.013						
Ta	-0.388 0.190	-0.418 0.156	-0.579 0.038	0.069 0.823	-0.621 0.024	-0.688 0.009	-0.631 0.021	-0.568 0.043	0.812 0.001	0.931 0.000					
Tx	-0.410 0.164	-0.415 0.159	-0.724 0.005	0.155 0.613	-0.729 0.005	-0.836 0.000	-0.736 0.005	-0.675 0.011	0.712 0.006	0.779 0.002	0.904 0.000				
Oa	-0.483 0.095	-0.512 0.073	-0.664 0.013	0.088 0.776	-0.727 0.005	-0.803 0.001	-0.729 0.005	-0.679 0.011	0.803 0.001	0.822 0.001	0.938 0.000	0.971 0.000			
Ju	-0.305 0.310	-0.348 0.244	-0.598 0.031	0.174 0.569	-0.661 0.014	-0.727 0.005	-0.615 0.025	-0.581 0.037	0.774 0.002	0.806 0.001	0.942 0.000	0.925 0.000	0.943 0.000		
Tn	-0.411 0.163	-0.422 0.151	-0.713 0.006	0.140 0.649	-0.770 0.002	-0.855 0.000	-0.768 0.002	-0.713 0.006	0.728 0.005	0.786 0.001	0.920 0.000	0.985 0.000	0.961 0.000	0.950 0.000	

Pearson correlation

P-value

가열조건을 85~100℃, 10~20분으로 범위에서 중심합성설계를 통하여 반응표면분석을 한 결과, 냉각수율은 84.7℃, 7.9분에서 목표값인 70%에 도달하였다. 그러나 85℃에서 10분 이내 가열할 경우 냉각시 고기에서 혈액이 유출되는 현상이 나타나 관능특성은 좋지 않았다. 반면에 종합적기호도가 가장 좋은 가열조건은 103.1℃ 22.1분 가열조건에서 6.2점으로 나타났다(Fig. 29). 그러나 냉각수율과 종합적 기호도를 동시에 만족하는 최적화 가열조건은 96.5℃, 16.4분으로 이때의 냉각수율은 목표값에 미치지 못하는 61.2% 그리고 종합적 기호도는 5.3점으로 만족도가 매우 떨어지는 결과를 보였다(Fig 30).

냉각수율과 관능특성을 보다 증진시키기 위하여 중심합성설계법의 최종 가열조건의 범위(90~100℃, 10~20분)를 축소시켜 재실험하였다. 이때 1차 가열온도와 시간은 이미 수립한 59.2℃, 19.5분으로 고정하였다. Table 27은 90~100℃, 10~20분을 범위로 하여 중심합성설계를 한 것으로 통전가열 총 가열시간은 가열조건에 따라 32.5분~44.6분(1,952~2,673초) 소요된 반면에 대조구로 사용한 가스가열(85℃, 45분)은 70.5분(4,231초) 소요되었다.

Fig. 32에 나타낸 바와 같이 각 가열조건에서 제조된 통전가열 수육은 가스가열 수육의 외관과 유사하였으며, 냉각 시에도 근육내 혈액이 유출되지 않았고 고기 전체에 균일하게 열처리된 것으로 나타나 외관은 양호한 것으로 나타났다.

Table 27. Joule heating conditions of boiled beef brisket by center composition method

Run	Dot pattern	Block	First stage heating		Second stage heating		Total heating time (sec)
			Temp(℃)	Time(min)	Temp(℃)	Time(min)	
1	0	1	59.2	19.5	100	20	2,571
2	1	1	59.2	19.5	95	15	2,271
3	-1	1	59.2	19.5	95	7.9	1,837
4	-1	1	59.2	19.5	90	20	2,580
5	-1	1	59.2	19.5	100	10	1,978
6	1	1	59.2	19.5	95	15	2,257
7	1	1	59.2	19.5	87.9	15	2,234
8	0	1	59.2	19.5	95	15	2,246
9	0	1	59.2	19.5	95	15	2,330
10	-1	1	59.2	19.5	95	22.1	2,673
11	1	1	59.2	19.5	95	15	2,289
12	0	1	59.2	19.5	90	10	1,952
13	0	1	59.2	19.5	102.1	15	2,287

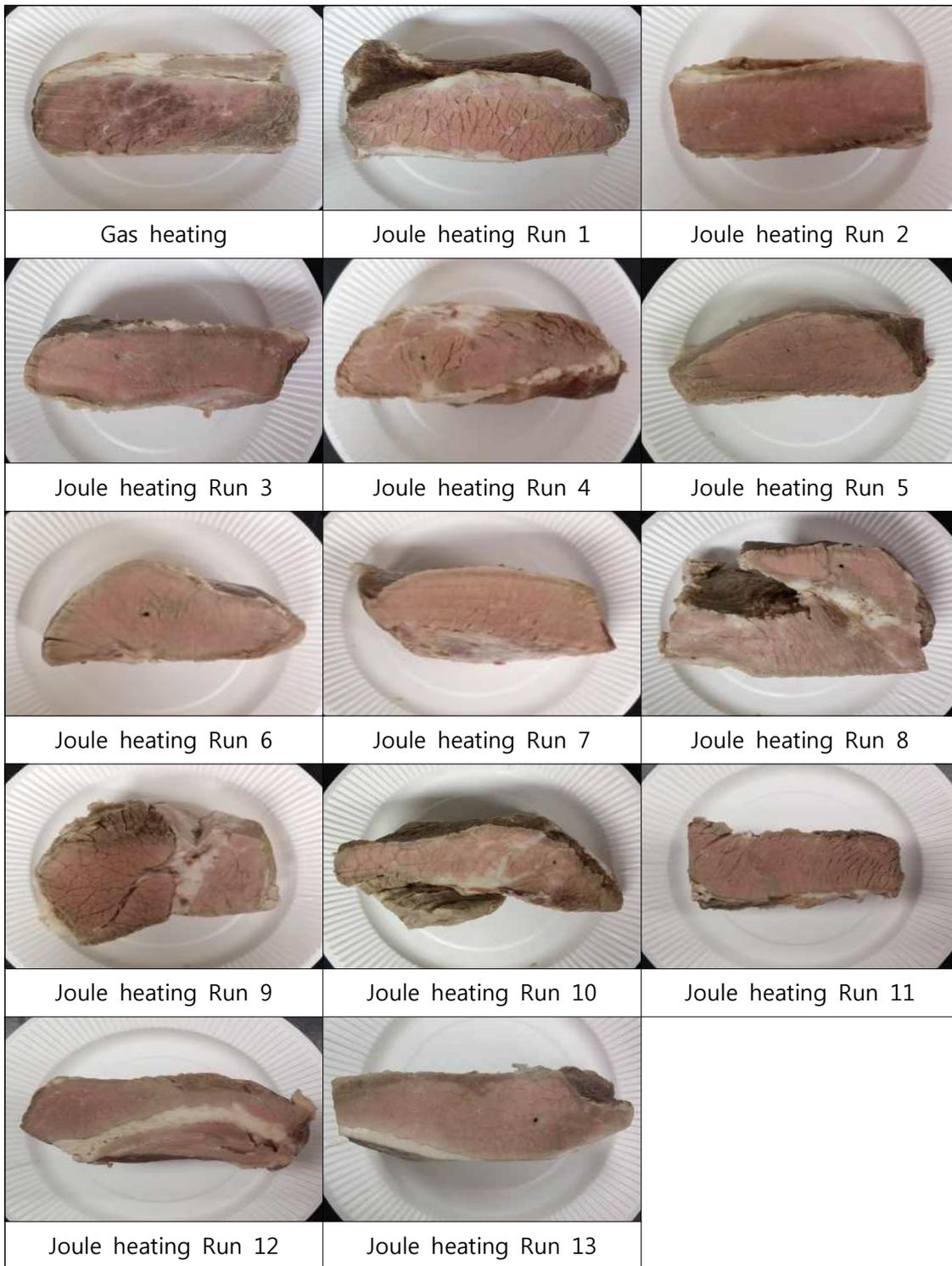


Fig. 32. Appearance of boiled beef brisket according to the joule heating

중심합성설계로 제조한 양지수육의 물성, 조직특성 및 관능특성은 Table 28~30과 같다. Table 28~30의 결과를 바탕으로 등고선도와 반응최적화 조건을 Fig. 33, 34에 나타냈다. 이때 반응최적화 조건 설정은 냉각수율은 가스가열 수육의 수율보다 10% 높은 70%를 목표값으로 설정하였고, 관능특성은 9점 척도법에서 7점을 목표값으로 그리고 경도(hardness)는 최소값으로 설정하였다.

등고선도(Fig. 33)를 보면 양지수육의 수율은 95°C, 15분 가열조건을 중심으로 낮아지는 경향을 보였고, 관능특성인 향, 맛, 조직감 및 종합적 기호도는 가열온도가 높고 가열시간이 길어질수록 높아지는 경향을 나타냈다.

냉각수율, 종합적 기호도, 경도와 관련한 반응최적화 조건은 Fig. 34와 같다. 냉각수율은 87.9°C, 22.1분 가열조건에서 68% 수율로써 목표값에 인접한 것으로 나타났고, 이는 초기수율에서도 동일한 결과를 보였다. 경도(hardness)는 95.6°C, 22.1분 가열조건에서 9.4kgf으로 최소값을 나타냈다. 관능특성은 종합적 기호도가 95°C, 17.4분 가열조건에서, 맛 기호도는 95°C, 18.5분 가열조건에서, 조직감은 90.9°C, 22.1분 가열조건에서 목표값인 7.0을 나타냈다.

냉각수율과 종합적 기호도를 동시에 만족시키는 최적화조건 그리고 냉각수율, 종합적기호도 및 경도를 동시에 만족시키는 최적화조건은 Fig. 35, 36과 같다. 냉각수율과 종합적 기호도를 동시에 만족하는 최적화조건은 89.7°C, 22.1분 가열조건이었고 이때의 냉각수율은 목표값에 약간 떨어지는 66.3%를 그리고 종합적 기호도는 6.6점을 나타냈다. 냉각수율, 종합적기호도 및 경도를 동시에 만족시키는 최적화조건은 89.6°C, 22.1분 가열조건으로써 이때의 냉각수율은 66.4%, 종합적 기호도는 6.6점 그리고 경도는 12.68을 나타냈다. 이러한 결과는 가스가열의 경우보다 냉각수율과 종합적 기호도는 각각 5.9%, 2.0점 증가한 반면 경도는 감소한 것으로 나타나 통전가열 수육의 산업화 가능성을 제시하고 있다.

한편, 수육의 물리적 특성, 조직특성 및 관능특성의 상관성을 분석한 결과(Table 31), 냉각수율은 초기수율과 매우 밀접한 관계가 있으나 조직특성과 관능특성과는 상관성이 크지 않은 것으로 나타났다. 조직특성에서 경성(경도), 응집성, 점착성, 씹힘성 및 복원성은 서로 상관성이 높게 나타난 반면에 탄력성과의 상관성은 크지 않은 것으로 나타났다. 특히 응집성과 복원성은 관능특성의 조직감 기호도, 종합적 기호도, 다즙성 및 연도와 상관성이 높은 것으로 나타났다. 관능특성간의 상관관계에서 맛, 조직감, 종합적 기호도, 다즙성 및 연도는 서로 상관성이 높았으나 외관은 상관성이 높지 않은 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 통전 가열온도와 가열시간이 양지수육의 수율 및 관능특성에 미치는 영향이 큰 것을 알 수 있었다. 실험조건에 따라 약간의 차이는 있지만 통전가열 양지수육이 가스가열에 비하여 수율이 높으면서 관능특성도 개선시킬 수 있는 결과를 보였다. 특히, 통전가열은 가스가열에 비하여 가열시간을 50% 이하로 줄일 수 있으므로 공정시간을 단축하면서 경제성을 구현할 수 있는 가능성이 제시되고 있다.

Table 28. Product properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Initial yields (%)	Yields after cooling (%)	Drip loss (%)	Solid content (%)	
Gas heating	60.54	60.54	0.00	0.635±0.044	
1	60.95	60.95	0.00	0.876±0.087	
2	64.47	64.29	0.29	0.627±0.033	
3	66.23	65.30	1.43	0.591±0.017	
4	65.95	65.37	0.89	0.483±0.017	
5	62.14	62.14	0.00	0.611±0.027	
6	58.85	58.85	0.00	0.452±0.024	
Joule heating	7	64.00	63.43	0.90	0.507±0.016
8	67.54	66.98	0.84	0.617±0.015	
9	62.17	61.61	0.91	0.631±0.041	
10	63.88	63.47	0.66	0.560±0.016	
11	54.80	53.67	2.11	0.567±0.025	
12	65.52	63.51	3.17	0.530±0.009	
13	65.65	65.65	0.00	0.626±0.002	

Table 29. Texture properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Hardness, kg	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience, s
Gas heating	18.74 ±2.46	0.802 ±0.063	0.646 ±0.027	12155.55 ±2038.61	9757.83 ±1869.07	0.285 ±0.053
1	8.95 ±1.06	1.019 ±0.120	0.489 ±0.015	4371.27 ±454.85	4484.97 ±892.23	0.180 ±0.030
2	10.13 ±0.43	0.742 ±0.101	0.491 ±0.032	4975.05 ±441.64	3716.60 ±791.77	0.210 ±0.030
3	11.34 ±1.40	0.734 ±0.121	0.561 ±0.035	6369.97 ±912.99	4726.16 ±1162.52	0.258 ±0.045
4	13.31 ±1.18	0.779 ±0.090	0.568 ±0.032	7528.56 ±455.59	5868.69 ±792.71	0.237 ±0.019
5	14.28 ±1.10	0.746 ±0.053	0.612 ±0.034	8771.15 ±1111.43	6568.17 ±1128.54	0.260 ±0.039
6	12.08 ±2.50	0.820 ±0.121	0.590 ±0.115	7303.20 ±2818.64	6171.31 ±3228.61	0.254 ±0.055
Joule heating	13.52 ±2.04	0.772 ±0.083	0.605 ±0.020	8157.79 ±1102.12	6247.48 ±690.57	0.256 ±0.031
8	12.24 ±3.28	0.817 ±0.071	0.534 ±0.021	6586.37 ±2006.77	5422.01 ±1851.29	0.225 ±0.026
9	11.58 ±2.81	0.690 ±0.118	0.518 ±0.048	6076.78 ±1877.57	4201.63 ±1702.21	0.234 ±0.058
10	11.29 ±1.65	0.916 ±0.158	0.562 ±0.034	6349.23 ±983.50	5729.61 ±781.39	0.225 ±0.043
11	12.51 ±1.89	0.693 ±0.324	0.449 ±0.199	6415.58 ±1225.34	5085.61 ±584.23	0.220 ±0.034
12	16.15 ±2.20	0.840 ±0.115	0.664 ±0.023	10199.19 ±1207.08	9105.29 ±2.22	0.297 ±0.030
13	19.39 ±1.23	0.776 ±0.040	0.677 ±0.024	13201.48 ±1001.8	10181.42 ±1174.63	0.297 ±0.035

Table 30. Organoleptic properties of boiled beef brisket according to the joule heating conditions

Heating condition	Preference (Pr)				Strength (St)			
	Appearance (Ap)	Scent (Se)	Taste (Ta)	Texture (Te)	Overall acceptance (Oa)	Juiciness (Ju)	Tenderness (Tn)	
Gas heating	5.80 ±0.84	6.00 ±0.71	5.80 ±0.84	5.00 ±1.87	4.60 ±1.52	5.40 ±1.67	4.80 ±1.48	
Joule heating	1	6.50 ±0.58	7.50 ±0.58	7.50 ±0.58	8.25 ±0.50	8.50 ±0.58	7.75 ±0.50	8.75 ±0.50
	2	6.60 ±0.89	6.60 ±0.55	6.60 ±1.14	7.40 ±0.55	7.40 ±0.55	7.00 ±0.71	7.40 ±0.55
	3	5.60 ±1.14	6.20 ±0.84	5.60 ±0.55	5.60 ±0.55	5.80 ±0.84	5.60 ±0.55	5.60 ±0.55
	4	7.20 ±0.45	6.40 ±1.14	6.60 ±0.55	7.00 ±0.71	7.00 ±0.71	6.80 ±1.10	7.20 ±0.45
	5	5.60 ±1.52	5.40 ±0.89	5.40 ±1.14	4.60 ±1.67	4.80 ±1.92	4.80 ±1.30	5.40 ±0.55
	6	6.80 ±0.84	6.00 ±1.00	6.20 ±1.10	6.40 ±0.89	6.20 ±0.84	6.20 ±0.84	6.40 ±1.14
	7	6.20 ±0.45	6.20 ±0.84	6.40 ±0.89	6.00 ±1.87	5.80 ±1.30	6.20 ±1.64	5.80 ±2.05
	8	4.80 ±1.48	6.00 ±0.71	6.60 ±0.89	6.20 ±1.48	6.00 ±0.71	6.60 ±0.89	6.80 ±1.30
	9	6.00 ±0.71	6.40 ±0.89	6.20 ±1.48	5.80 ±1.79	6.00 ±1.41	5.60 ±1.82	6.20 ±1.10
	10	6.00 ±0.71	6.60 ±0.89	7.00 ±1.22	6.80 ±0.45	6.80 ±0.45	6.80 ±0.84	6.60 ±0.55
	11	6.20 ±0.84	6.60 ±0.55	7.60 ±1.34	7.20 ±1.30	7.20 ±1.30	7.40 ±1.14	7.20 ±1.30
	12	5.80 ±0.84	5.60 ±0.89	5.00 ±1.22	3.60 ±1.14	4.20 ±1.30	4.80 ±0.45	4.00 ±1.22
	13	6.40 ±0.55	7.20 ±0.45	7.20 ±1.10	6.60 ±1.14	7.00 ±0.71	7.00 ±1.22	6.80 ±1.10

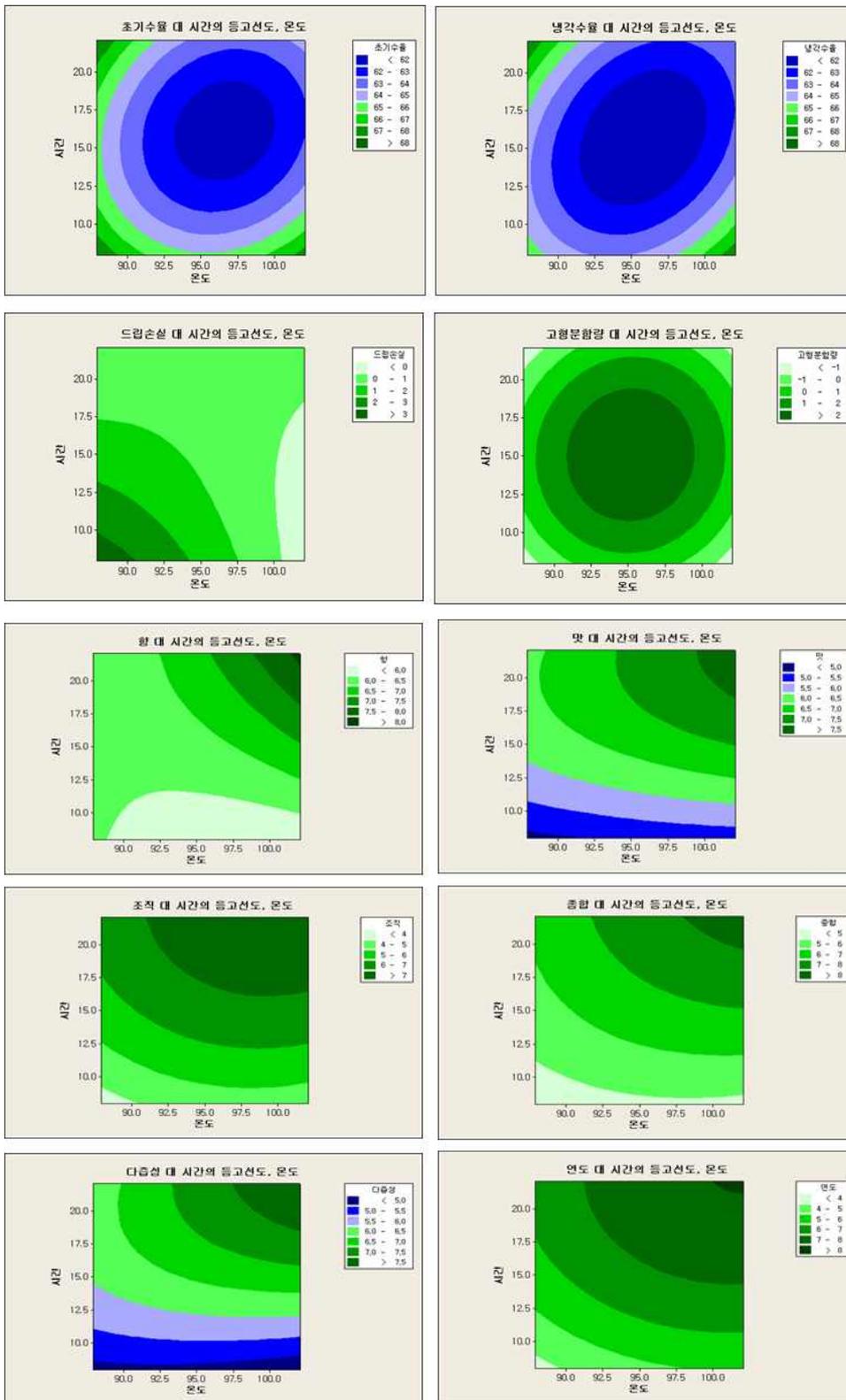


Fig. 33. Contour map of boiled brisket beef according to the joule heating

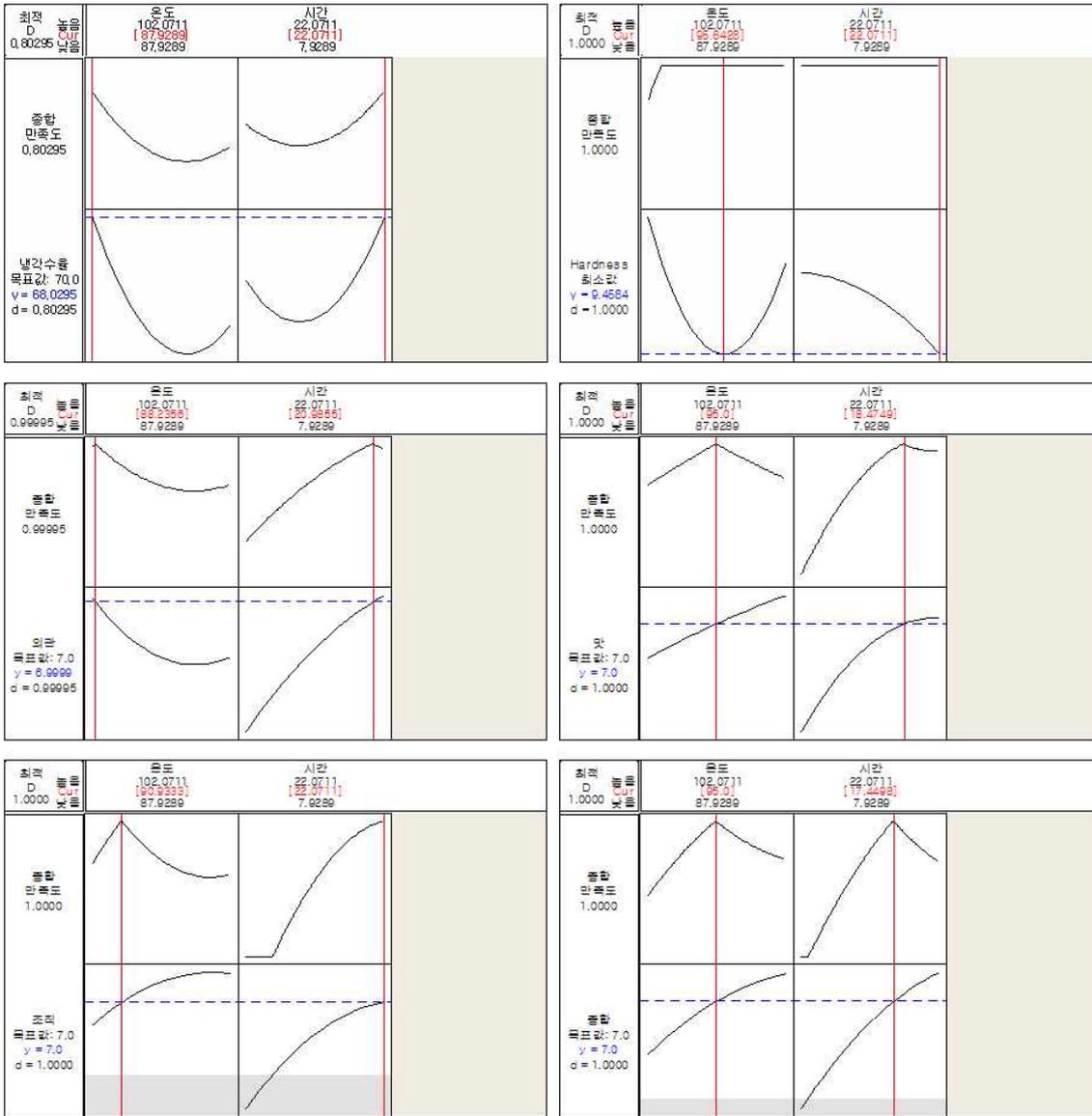


Fig. 34. Joule heating optimizing condition for the organoleptic properties of boiled brisket beef

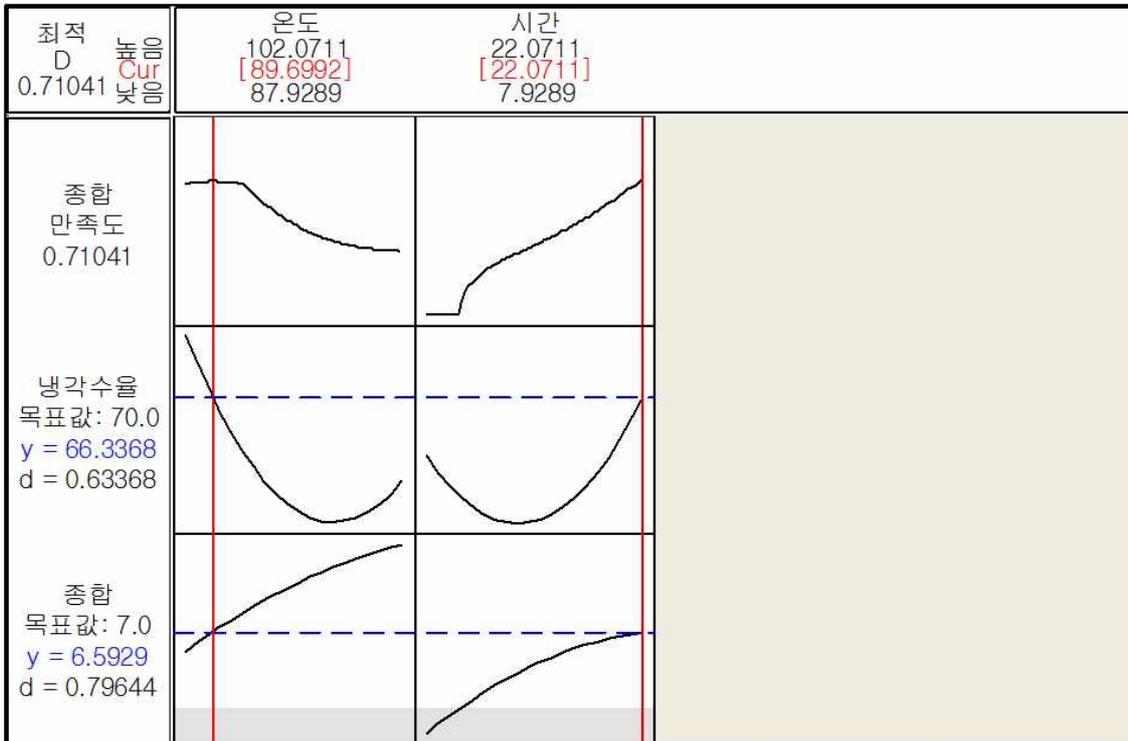


Fig. 35. Joule heating optimizing condition for the yield and overall acceptability of boiled brisket beef at once

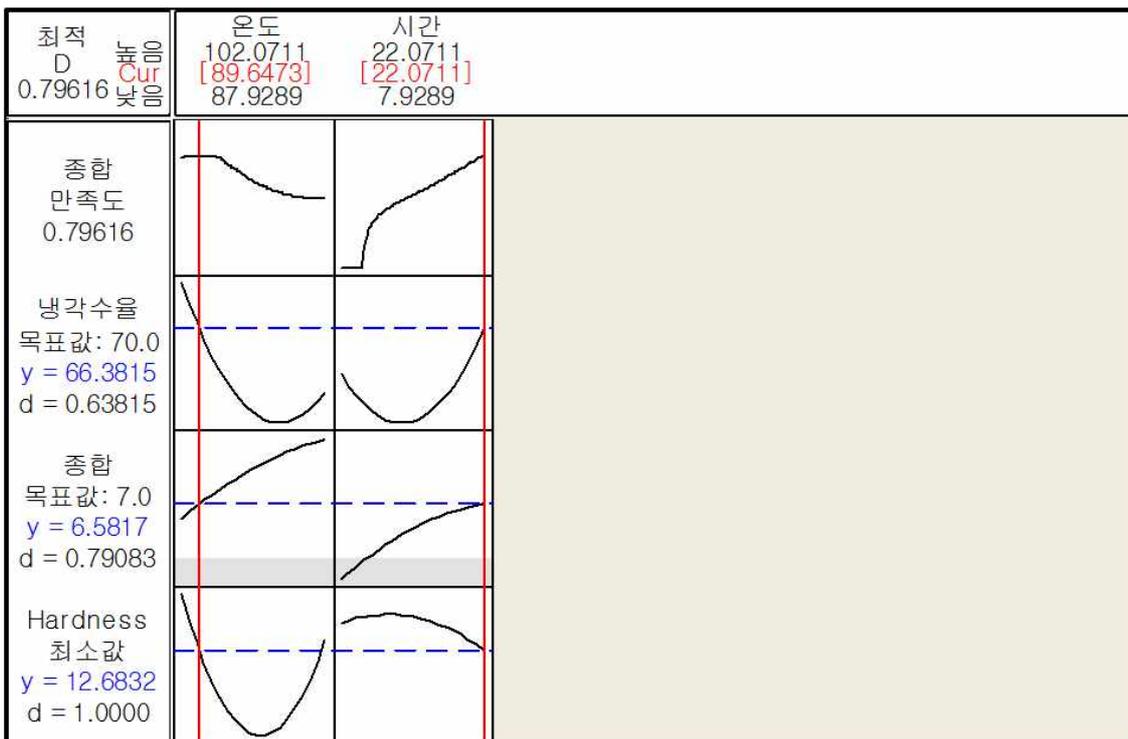


Fig. 36. Joule heating optimizing condition for the yield, overall acceptability and hardness of boiled brisket beef at once

Table 31. Pearson correlation coefficients and P-value

	In	Yi	Texture property (Tp)						Organoleptic property (Op)						
			Ha	Sp	Co	Gu	Ch	Re	Ap	Se	Ta	Te	Oa	Ju	
In	0.986 0.000														
Ha	0.254 0.403	0.223 0.464													
Sp	0.026 0.934	0.061 0.844	-0.311 0.301												
Co	0.473 0.103	0.458 0.116	0.811 0.001	-0.046 0.882											
Gu	0.274 0.365	0.254 0.402	0.989 0.000	-0.240 0.430	0.872 0.000										
Ch	0.251 0.409	0.219 0.473	0.873 0.000	-0.001 0.996	0.876 0.000	0.958 0.000									
Re	0.622 0.284	0.267 0.378	0.873 0.000	-0.401 0.174	0.895 0.000	0.895 0.000	0.839 0.000								
Ap	-0.296 0.325	-0.250 0.411	-0.042 0.892	0.109 0.722	-0.052 0.866	-0.021 0.947	-0.014 0.964	-0.129 0.673							
Se	-0.138 0.652	-0.075 0.807	-0.180 0.556	0.441 0.131	-0.352 0.238	-0.173 0.573	-0.134 0.662	-0.457 0.116	0.437 0.135						
Ta	-0.367 0.218	-0.301 0.318	-0.213 0.484	0.303 0.314	-0.522 0.067	-0.243 0.424	-0.213 0.484	-0.582 0.037	0.342 0.252	0.838 0.000					
Tx	-0.290 0.337	-0.201 0.510	-0.496 0.085	0.363 0.223	-0.639 0.019	-0.499 0.082	-0.476 0.100	-0.751 0.003	0.501 0.081	0.827 0.000	0.895 0.000				
Oa	-0.272 0.398	-0.190 0.534	-0.432 0.140	0.408 0.166	-0.598 0.031	-0.436 0.136	-0.401 0.174	-0.708 0.007	0.523 0.067	0.900 0.000	0.893 0.000	0.982 0.000			
Ju	-0.254 0.402	-0.192 0.531	-0.312 0.299	0.390 0.188	-0.545 0.054	-0.332 0.267	-0.274 0.364	-0.637 0.019	0.421 0.151	0.846 0.000	0.954 0.000	0.951 0.000	0.947 0.000		
Tn	-0.369 0.375	-0.172 0.574	-0.487 0.091	0.421 0.152	-0.649 0.016	-0.498 0.084	-0.471 0.105	-0.788 0.001	0.416 0.157	0.803 0.001	0.866 0.000	0.967 0.000	0.962 0.000	0.914 0.000	

Pearson correlation coefficients

P-value

③ 머리고기수육 제조를 위한 통전가열 최적화 연구

머리고기수육을 제조하기 위하여 주관기관인 이연 F&C에서 이용하는 국내산 육우 소머리를 사용하였다. 머리고기 수육은 껍질에 함유된 콜라겐 성분이 젤라틴으로 변하면서 머리고기 고유의 식감을 부여하기 때문에 머리고기수육은 껍질의 식감이 중요하다. 머리고기는 껍질과 여러 부위의 고기가 다양한 형태로 결합되어 있기 때문에 일정한 규격으로 시료를 채취하여 수율과 조직감을 측정하기는 어렵다. 따라서 예비실험으로 가열조건에 따른 껍질의 수율과 물성에 대한 일관성 있는 데이터를 얻기 위하여 육우 등껍질을 대상으로 하였고, 이 결과를 바탕으로 소머리고기 수육의 가열특성을 조사하고자 하였다.

주관기관인 이연 F&C는 머리고기 수육 제조시 대량 생산시 95℃에서 120분 간 가열하나, 소량으로 실험할 경우에는 95℃에서 75분간 열수가열하기 때문에 육우 등껍질을 이용한 경우도 상기의 가열조건을 대조구로 하였다. 육우 등껍질은 도축장에서 6마리분을 구입하였고 피하지방을 제거한 후 시료로 이용하였다. 이때 육우 등껍질시료는 무작위로 샘플링하여 3반복 가열실험을 하였다.

시료의 가열처리는 통전가열과 가스가열에서 동일하게 처리하였고, 5x5 cm 크기의 등껍질 시료 500~600g을 물 2,000ml에 침지시켜 가열시켰다. 통전가열인 경우 상압과 가압으로 구분하여 압력에 따른 특성변화를 조사하였다. 가압조건은 0.2MPa로 하였다. 통전가열 조건은 85℃, 95℃, 105℃, 115℃에서 각각 30분간 가열하였다.

Table 32에 나타낸 바와 같이 가스가열은 수육조 온도를 95℃까지 높이는 시간을 포함하여 총 99.3분 소요된 반면 통전가열에서는 가열조건에 따라 총 32~34분 소요되었다. 등껍질의 수율은 가스가열에서 89.64%를, 통전가열에서 가열조건에 따라 84.47~95.31%를 나타냈다. 통전가열온도가 높아짐에 따라 등껍질의 수율은 서서히 감소하는 경향을 보였으나 유의적 차이는 없었다. 압력 유무에 따라서도 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

고형분 함량은 가스가열에서 1.34%를, 통전가열에서 0.46~1.35%를 나타냈다. 통전가열 온도가 높아질수록 고형분 함량은 증가하는 추세를 보였고, 105℃ 이상의 가열조건에서 가스가열의 경우와 유의적 차이가 없었다.

경도(hardness)는 가스가열에서 9.96kg을, 통전가열에서 3.88~13.90kg을 나타냈다. 통전가열 온도가 높아질수록 경도는 감소하는 경향을 보였고, 가스가열의 경우와 비교할 때, 통전가열은 95℃ 이상에서 경도가 낮아지는 경향을 보였고, 105℃ 이상에서는 유의적 차이가 나타났다.

등껍질 가열특성을 비교할 때 통전가열 95℃ 이상으로 가열할 경우 수율 및 경도 등에서 가스가열과 유사한 가열특성을 보여주고 있어 통전가열에서 머리고기 수육의 가열시간을 단축시킬 수 있는 가능성을 제시하고 있다.

Table 32. Product properties of boiled beef back skin according to the heating conditions

Heating condition		Heating time (sec)	Yields (%)	Hardness (kg)	Solid content (%)
Gas heating	95°C	5,959.67±133.93 ^{aA}	89.64±2.37 ^{aAB}	9.96±2.18 ^{abB}	1.34±0.31 ^{aAB}
	85°C	1,951.33±12.53 ^{bxBC}	89.56±5.79 ^{axAB}	10.31±1.38 ^{ayB}	0.68±0.07 ^{bxDE}
Normal joule heating	95°C	1,968.33±16.74 ^{bxBC}	88.06±3.55 ^{axAB}	9.48±1.54 ^{axB}	0.64±0.14 ^{byDE}
	105°C	1,990.00±18.08 ^{bxBC}	88.16±3.01 ^{axAB}	8.50±2.66 ^{axB}	0.99±0.13 ^{abyBCD}
	115°C	2,039.67±7.02 ^{bxB}	87.50±0.78 ^{axAB}	4.81±0.58 ^{bxC}	1.24±0.61 ^{axABC}
Pressurized joule heating	85°C	1,935.00±5.00 ^{bxC}	95.31±2.16 ^{axA}	13.90±1.47 ^{axA}	0.46±0.06 ^{cyE}
	95°C	1,965.33±4.51 ^{bxBC}	92.53±3.00 ^{axAB}	9.19±1.43 ^{bxB}	0.87±0.21 ^{bcx}
	105°C	1,988.67±1.50 ^{bxBC}	89.07±7.85 ^{axAB}	5.46±1.49 ^{cyC}	1.47±0.61 ^{axA}
	115°C	2,026.33±3.51 ^{bxB}	84.47±5.14 ^{axB}	3.88±0.82 ^{cyC}	1.35±0.49 ^{abxAB}

^{A-E} Means with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05).

^{a-b} Means with different superscripts between gas heating and joule heating (normal or pressurized) in the same column are significantly different (p<0.05).

^{x-y} Means with different superscripts between normal joule heating and pressurized joule heating in the same column are significantly different (p<0.05).

육우 등껍질 실험 결과, 통전가열 85°C에서는 가스가열의 경우와 수율은 유의적 차이가 없지만 경도는 높게 나왔기 때문에 머리고기 수육 제조를 위한 가열조건은 95°C 이상의 온도로 설정하였다.

머리고기(육우)는 도축장에서 머리뼈를 제거한 머리고기 전체를 냉동상태로 구입하여 실험실에서 해체하였다. 냉동된 육우 머리고기는 4°C에서 20시간 해동한 다음, 육수를 이용하여 다시 2시간 해동하였다. 해동된 머리고기를 적당한 크기로 정형하였다. 정형된 머리고기를 찬물에 16시간 침지시켜 방혈시킨 다음, 흐르는 물로 다시 2시간 방혈시켰다. 방혈된 소머리고기는 0°C에서 보관하여 72시간 이내에 실험을 완료하였다. 가열시간은 등껍질의 경우와 마찬가지로 가스가열은 95°C에서 75분 가열하였고, 통전가열은 95°C, 100°C, 105°C 및 110°C의 온도조건에서 각각 30분간 가열하였다.

Table 33에 머리고기 수육의 가열시간, 수율, 경도 및 육수의 고형분 함량을 나타냈다. 이때 경도는 머리껍질을 중심으로 측정하였다. 가스가열은 총 115.7분 소요된 반면 통전가열은 가열조건에 따라 32.2~32.8분 소요되었다. 가스가열의 가열시간이 등껍질의 99.3분(Table 32)보다 많이 소요된 이유는 등껍질에 비하여 머리고기의 단일부피가 크게 정형되었기 때문에 머리고기 중심온도에 도달하는 시간이 오래 걸렸기 때문으로 생각되었다. 머리고기 수율은 가스가열과 통전가열이 유사하게 나타났으나, 통전가열 110°C에서는 상대적으로 낮은 수율을 보였다. 머리고기 껍질의 경도는 등껍질과는 달리 높게 나타났으며, 특히 통전가열 100°C까지는 가스가

열의 경우보다 유의적으로 높게 나타났다. 그러나 105℃ 이상의 가열온도에서는 열수가열의 경우와 유사한 경도를 나타냈다. 머리고기의 외관은 열수가열과 통전가열에서 큰 차이는 없었다 (Fig. 37). 관능특성은 열수가열 소머리고기 수육이 통전가열 소머리고기 수육보다 전반적으로 높게 나타났고, 통전가열 110℃에서만 열수가열의 경우와 유사한 기호도를 보였다(Table 34). 이러한 결과는 고온에서 수율이 줄어드는 반면에 관능특성은 높아진다는 양지수육의 경우와 유사한 경향을 보이고 있어, 소머리고기에서도 수율, 조직특성 및 관능특성을 동시에 높일 수 있는 가열조건 개발 필요성이 제기되었다.

Table 33. Product properties of boiled beef head meat according to the joule heating temperature

Heating condition		Heating time (sec)	Yields (%)	Hardness (kg)	Solid content (%)
가스	95℃	6,940	74.8	13.95±3.56 ^c	1.14±0.18 ^a
	95℃	1,930	71.6	56.33±5.61 ^a	0.50±0.05 ^d
통전	100℃	1,939	74.8	35.76±12.80 ^b	0.69±0.08 ^c
	105℃	1,951	77.5	17.10±5.18 ^c	0.77±0.04 ^c
	110℃	1,966	68.4	13.58±2.10 ^c	1.02±0.08 ^b

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



Fig. 37. Appearance of boiled beef head meat according to the joule heating temperature

Table 34. Organoleptic properties of boiled beef head meat according to the joule heating temperature

(단위: 점)

Heating condition	Preference (Pr)				Strength (St)			
	Appearance (Ap)	Scent (Se)	Taste (Ta)	Texture (Te)	Overall acceptance (Oa)	Lean meat	Skin	
Gas heating	95°C	6.67 ±0.82 ^a	6.33 ±1.03 ^a	6.33 ±1.03 ^a	5.83 ±0.75 ^a	6.33 ±1.03 ^a	7.00 ±0.6 ^a	2.50 ±1.52 ^{ab}
	95°C	6.00 ±1.41 ^a	3.17 ±1.33 ^b	3.50 ±1.52 ^c	2.17 ±0.75 ^c	2.33 ±1.03 ^c	2.50 ±1.97 ^c	1.50 ±0.84 ^c
Joule heating	100°C	6.17 ±1.83 ^a	5.67 ±1.03 ^a	5.33 ±0.52 ^{ab}	3.00 ±0.63 ^{bc}	3.67 ±0.82 ^b	5.00 ±1.67 ^b	1.67 ±0.82 ^c
	105°C	4.83 ±1.72 ^a	3.67 ±1.97 ^b	4.50 ±0.55 ^{bc}	3.83 ±0.75 ^b	4.33 ±0.82 ^b	5.17 ±0.75 ^b	2.17 ±0.75 ^{ab}
	110°C	6.33 ±1.86 ^a	6.33 ±1.21 ^a	6.33 ±0.82 ^a	6.17 ±1.72 ^a	6.50 ±1.38 ^a	7.50 ±0.55 ^a	3.50 ±1.38 ^a
	110°C	6.33 ±1.86 ^a	6.33 ±1.21 ^a	6.33 ±0.82 ^a	6.17 ±1.72 ^a	6.50 ±1.38 ^a	7.50 ±0.55 ^a	3.50 ±1.38 ^a

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

머리고기 수육의 조직특성을 개선하기 위하여 pH 조절에 의한 보수력을 높이는 방안과 가열 시간을 늘려 껌질의 경도를 낮추는 방법을 모색하였다. 머리고기의 보수력을 증진시키기 위하여 방혈공정에서 소머리고기 침지액에 산 또는 알카리 처리를 하여 pH를 조절하였다. 산 처리한 경우는 찬물 대신 10mM acetic acid 용액으로 침지시켰고, 알카리 처리한 경우는 찬물 대신에 20mM sodium pyrophosphate decahydrate 용액으로 16시간 침지시켜 방혈시켰다. 이후 흐르는 찬물을 이용하여 2시간 동안 방혈시켜 산 또는 알카리 물질을 최대한 제거하였고, 최종적으로 중성 pH 수준을 유지시켰다. 가열조건은 95°C로 고정하여 30분과 60분으로 나누어 가열하였고, 가열시간에 따른 머리고기 수육의 가열특성을 조사하였다.

산, 알카리 처리 및 가열시간에 따른 머리고기 수육의 외관 및 가열특성은 Fig. 38 및 Table 35와 같다. Fig. 38에 나타난 바와 같이 산, 알카리 처리에 관계없이 통전가열 머리고기 수육의 외관은 가스가열의 경우와 유사하게 나타났다. 수육은 가스가열과 통전가열에서 유의적 차이가 없었으나, 경도는 유의적 차이를 보였다. 즉, 통전가열 60분, 산 또는 알카리 처리 후 30분 통전가열한 머리고기 수육은 열수가열에 비하여 경도가 유의적으로 높았으나, 산 또는 알카리 처리 후 60분 통전가열한 경우는 가스가열과 유의적 차이를 보이지 않았다. 한편, Table 36의 머리고기 수육의 관능특성은 통전가열시간이 길수록 좋은 것으로 나타났고, 동일한 가열시간(60분)에서 산 및 알카리 처리가 껌질의 경도를 낮추면서 종합적 기호도에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 방혈공정을 개선하거나 가열시간 조절에 따라 머리고기 수육의 경도나 관능적 기호도를 증진시킬 수 있는 가능성을 제시하고 있다.



Fig. 38. Appearance of boiled beef head meat according to the bleeding condition and joule heating time

Table 35. Product properties of boiled beef head meat according to the bleeding condition and joule heating time

Heating condition		Heating time (sec)	Yields (%)	Hardness (kg)	Solid content (%)	
Gas heating	75min	6,940.0±197.9 ^a	74.75±5.61 ^a	13.95±3.56 ^{cd}	1.14±0.18 ^a	
	Normal 60min	3750±3.0 ^b	76.82±3.62 ^a	42.68±9.74 ^a	0.52±0.03 ^d	
Joule heating	Acid treatment	30min	1,952.5±10.6 ^c	78.58±1.04 ^a	26.30±13.91 ^{bc}	0.61±0.07 ^{cd}
		60min	3,758.0±2.8 ^b	74.29±2.24 ^a	8.29±1.45 ^d	0.84±0.11 ^{bc}
	Alkali treatment	30min	1,990.5±38.9 ^c	75.11±2.78 ^a	37.44±17.58 ^{ab}	0.86±0.23 ^b
		60min	3,776.5±19.1 ^b	75.04±2.69 ^a	12.33±0.85 ^{cd}	0.82±0.21 ^{bc}

^{a-d} Means with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05).

Table 36. Organoleptic properties of boiled beef head meat according to the bleeding condition and joule heating time

Heating condition		Preference (Pr)				Strength (St)		
		Appearance (Ap)	Scent (Se)	Taste (Ta)	Texture (Te)	Overall acceptance (Oa)	Lean meat	Skin
Gas heating	75min	5.80	5.00	6.80	7.20	7.20	7.60	6.80
		±2.39 ^a	±0.00 ^a	±1.30 ^{ab}	±0.45 ^a	±0.45 ^a	±0.89 ^{ab}	±1.30 ^a
Joule heating	Normal	6.40	6.20	7.00	5.60	5.80	6.40	3.40
		±1.14 ^a	±0.84 ^a	±0.55 ^a	±1.34 ^{bc}	±0.45 ^{bc}	±0.55 ^b	±1.81 ^c
	Acid treatment	5.00	3.60	4.00	3.60	4.20	4.20	2.80
		±0.71 ^a	±1.67 ^a	±1.41 ^c	±1.34 ^d	±1.30 ^d	±1.30 ^c	±1.64 ^c
	Alkali treatment	6.00	5.80	6.80	6.60	6.80	7.80	6.40
		±2.00 ^a	±1.79 ^a	±1.10 ^{ab}	±1.34 ^{ab}	±0.84 ^{ab}	±1.10 ^a	±1.82 ^{ab}
	5.80	5.80	6.20	4.80	5.40	6.40	3.80	
	±1.30 ^a	±1.30 ^a	±0.84 ^{ab}	±0.84 ^{cd}	±0.55 ^c	±0.55 ^b	±2.17 ^{bc}	
	5.40	5.60	7.00	6.80	7.00	7.60	4.80	
	±1.14 ^a	±1.14 ^a	±1.00 ^a	±0.84 ^{ab}	±0.71 ^a	±0.89 ^{ab}	±2.28 ^{ab} _c	

^{a-d} Means with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05).

한편, 양지수육의 경우와 마찬가지로 머리고기 수육에서도 고기단백질 및 콜라겐 변성이 주로 일어나는 60℃ 온도대에서 1차 가열한 다음, 최종 온도를 95℃까지 가열하여 관능특성을 살펴보았다.

가열조건에 따른 머리고기 수육의 외관은 Fig. 39에 나타낸 바와 같이 전반적으로 양호한 것으로 나타났다. Table 37에 나타낸 바와 같이 기호도 및 조직 강도는 60℃에서 20분 1차 가열한 후 95℃에서 2차 가열한 경우와, 95℃에서 직접 가열한 경우에서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 그러나 전반적으로 40분 통전가열한 머리고기 수육의 기호도가 30분 및 50분 가열한 경우보다 약간 좋은 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 머리고기의 수율, 경도 및 관능특성은 방혈조건, 가열온도 및 가열시간 등에 영향을 받는 것으로 나타나고 있지만, 수차례 실험결과 머리고기 부위 및 개체 특성 차이가 더욱 많은 영향을 주는 것으로 나타났다. 이러한 문제점을 해소하기 위해서는 머리고기 수육의 대량생산시 개체 특성을 최소화할 수 있는 구매 관련 표준화 공정 도입이 우선되어야 하며, 이와 더불어 머리고기 수육제조시 통전가열을 이용하기 위해서는 양지수육의 경우와 마찬가지로 최적화 조건을 수립할 필요가 있는 것으로 나타났다.



열수가열, 95℃ 75분



중전가열, 60℃ 20분
⇒ 95℃ 10분



중전가열, 60℃ 20분
⇒ 95℃ 20분



중전가열, 60℃ 20분
⇒ 95℃ 30분



중전가열, 95℃ 30분



중전가열, 95℃ 40분



중전가열, 95℃ 50분

Fig. 39. Appearance of boiled beef head meat according to the joule heating conditions

Table 37. Organoleptic properties of boiled beef head meat according to the joule heating conditions

Heating condition		Preference (Pr)				Strength (St)		
		Appearance (Ap)	Scent (Se)	Taste (Ta)	Texture (Te)	Overall acceptance (Oa)	Lean meat	Skin
Gas heating	95°C, 75min	6.0 ±1.2 ^{NS}	6.3 ±1.3 ^a	6.3 ±1.5 ^a	6.9 ±0.9 ^a	6.7 ±1.1 ^a	8.1 ±0.7 ^a	6.4 ±2.1 ^a
	60°C, 20min	6.1	3.9	3.7	3.7	4.1	3.9	3.9
	→ 95°C, 10min	±1.6	±1.3 ^{bc}	±1.4 ^c	±1.4 ^b	±1.6 ^c	±2.0 ^{cd}	±2.5 ^{ab}
	60°C, 20min	6.6	5.7	5.7	5.7	5.7	6.3	4.1
Joule heating	→ 95°C, 20min	±1.4	±1.0 ^{ab}	±0.8 ^{ab}	±1.3 ^{ab}	±1.4 ^{abc}	±1.1 ^{ab}	±2.4 ^{ab}
	60°C, 20min	5.7	3.6	3.9	4.6	4.3	5.7	3.9
	→ 95°C, 30min	±1.5	±2.5 ^c	±2.3 ^{bc}	±2.1 ^b	±2.1 ^c	±2.1 ^{bc}	±2.0 ^{ab}
	95°C, 30min	6.1 ±1.1	5.0 ±0.8 ^{abc}	5.3 ±1.4 ^{abc}	4.4 ±2.0 ^b	4.7 ±1.7 ^{bc}	3.6 ±1.7 ^d	5.1 ±2.5 ^{ab}
	95°C, 40min	6.6 ±1.3	6.6 ±1.4 ^a	7.0 ±1.2 ^a	5.9 ±2.5 ^{ab}	6.3 ±1.8 ^{ab}	6.9 ±1.8 ^{ab}	3.9 ±2.0 ^{ab}
	95°C, 50min	5.3 ±1.0	3.9 ±2.6 ^{bc}	3.9 ±2.5 ^{bc}	4.9 ±2.0 ^{ab}	4.6 ±1.7 ^{bc}	6.1 ±2.3 ^{ab}	3.0 ±1.4 ^b

^{a-b} Means with different superscripts between gas heating and joule heating (atmospheric or pressurized) in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

마. 통전가열 공정 표준화 연구

(1) 공정 표준화를 위한 통전 조건 수립

통전가열속도는 전압 및 이온의 농도와 상관관계에 있다는 것이 밝혀졌다. 전해질 농도 0.1M 이하에서는 300V로 통전하고, 0.1M 이상에서는 200V로 통전하는 것이 효율적인 통전조건으로 나타났다. 파형에 따른 연구에서는 구형파를 그리고 주파수에 따른 통전가열에서는 20kHz가 적합한 것으로 나타났다.

통전가열 사골육수의 고형물, 조단백질, 조지방 및 미네랄(Ca, Mg, P) 함량이 가스가열에 비하여 높게 나타났다. 그러나 아미노산과 지방산 조성에서는 큰 차이가 없어 사골육수의 풍미는 전통적 열처리 방식(가스가열)과 유사하다는 것을 보였다. 사골육수 추출시 가압하에 4시간 이내의 가열시간이 적당한 것으로 나타났다. 통전가열 양지수육의 수율, 연도 및 종합적 기호도는 1차 가열조건을 59.2℃, 19.5분 그리고 2차 가열조건을 89.6℃, 22.1분로 할 경우 가스가열보다 수율, 연도 및 종합적 기호도를 높일 수 있었다.

(2) Central kitchen에서의 통전기술 적용 연구

Central kitchen에서의 설령탕 육수 및 수육 제조공정 흐름도는 Fig. 40과 같다. 흐름도에 나타난 바와 같이 설령탕 육수 제조방법에서 기존의 스팀가압과 통전가압 육수 제조방법은 사골, 머리고기를 예비 열처리하는 브랜칭 공정과 육수를 추출하는 추출 공정에서 차이가 나타나고 있다.

기존의 스팀가압식에서는 사골 추출시 6시간이 경제적인 것으로 나타난 반면 통전가압에서는 4시간으로 대체가능한 것으로 나타나고 있다. 수육 제조시에는 스팀가열이 95℃에서 양지가 80분, 머리고기 120분 정도 가열처리하지만, 통전가열에서는 1차 가열조건을 59.2℃, 19.5분 그리고 2차 가열조건을 89.6℃, 22.1분로 할 경우 경제성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

설령탕 제조공정에서 통전기술로 대체할 수 있는 설비명, 공정조건, 문제점 및 대안을 제시하였다.

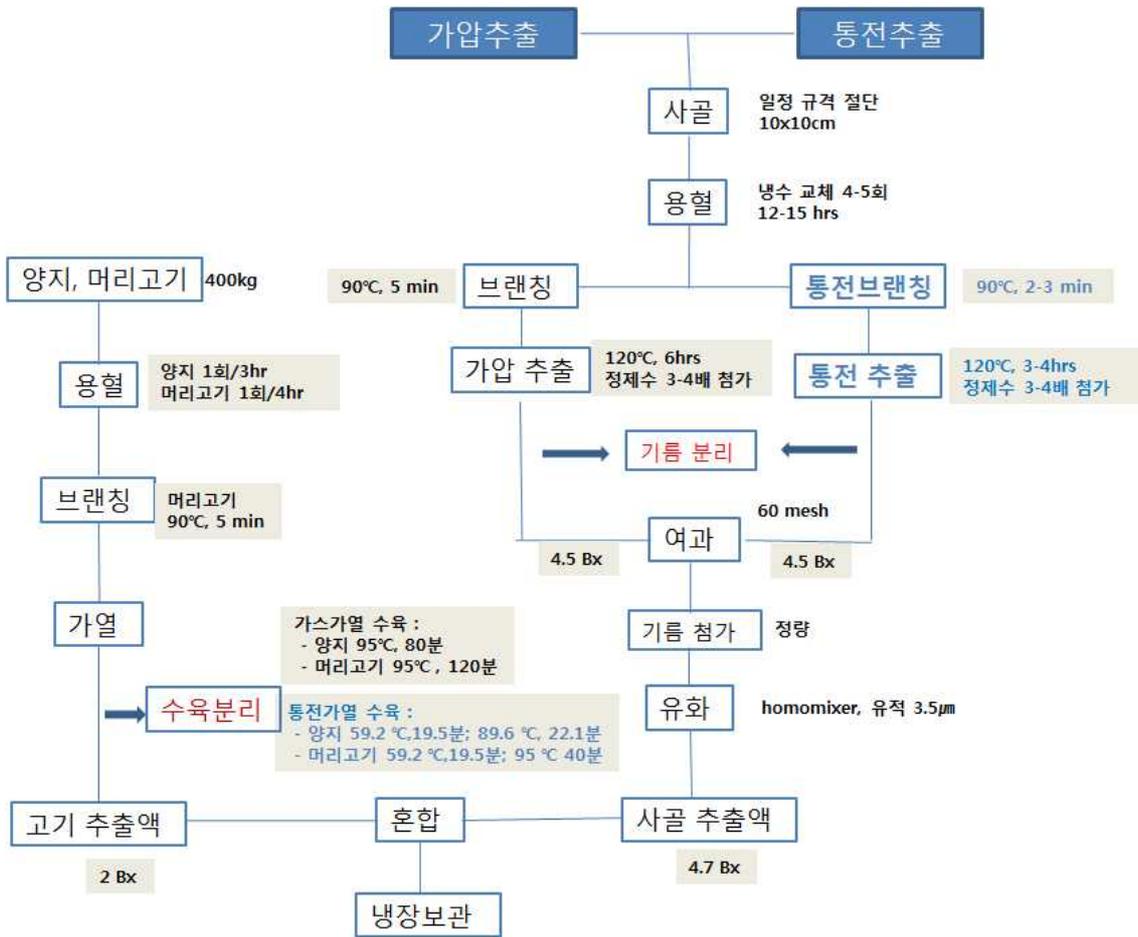


Fig. 40. Flow diagram of beef leg bone broth by joule heating process

(가) 방혈 공정

방혈 공정은 설령탕 육수 추출시, 육수의 색상을 개선하고 이취를 최소화하기 위한 공정으로 일반적으로 흐르는 냉각수를 이용하여 12~15시간 정도 방혈시킨다. 방혈 공정은 기존의 스팀가압 공정과 통전가압 공정에서 동일하게 적용될 것으로 생각되므로 주관연구기관에서 추진하고 있는 방혈 공정 최적화 연구 결과를 도입하면 된다.

(나) 브랜칭 공정

방혈 공정에서 제거되지 않는 사골 및 머리고기 내부의 일부 혈액과 응고물은 95°C 열수에서 5분 이상 브랜칭 공정을 거쳐 뼈 및 머리고기의 잡내(이취)를 제거한다. 주관기관인 이연 F&C의 스팀가압 브랜칭은 2.5톤 브랜칭 탱크에 절단사골(400~450kg)과 사골 중량의 5배량 물을 첨가하여 95°C에서 열수 처리하는데, 기존의 블랜칭 공정은 통전가열로 대체 가능하다. 이 경우 브랜칭을 위한 통전탱크는 경제성 및 전력량을 고려하여 시제용으로 500L 통전탱크를 설정하였다. 통전탱크를 가열시키는데 소요되는 전력량을 계산하였다. 500kg의 물을 15°C에서 100°C까지 올리는데 필요한 시간을 20분으로 설정하면 아래의 계산식에 의하여 교류 전력은 151 kW, 직류 전력은 75.5 kW가 소요될 것으로 예상된다.

$$\begin{aligned}
 & (\text{탱크용량} \times \text{비열} \times \text{상승온도}) / (860\text{kcal} \times \text{hr} \times \text{효율}) = (500\text{L} \times 1 \times 85) / (860 \times 0.60 \times 0.98) \\
 & = 151.3 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

통전탱크에 소요되는 전력량을 줄이기 위하여 250L씩의 용량으로 room을 2개 만들어 전극을 2 set으로 고정하면 직류 변환시 75.5 kW / 2 / 2 의 계산식에 의하여 18.9 kW(300V, 63A)의 전력 공급이 요구된다. 따라서 브랜칭 전용 통전탱크와 육수 전용 통전탱크를 별도로 설치하여도 전력 공급에는 큰 문제는 없으리라 생각된다.

(다) 육수추출 공정

추출 공정은 사골육수 추출 공정과 고기육수 추출 공정으로 구분하는데, 기존의 스팀가열 추출 공정을 통전가열로 대체할 수 있다. 통전가열 탱크는 브랜칭용 탱크와 동일한 제원의 시제용으로 설치하여 육수를 생산하고, 향후 규모화를 추진할 수 있을 것으로 생각된다. 사골육수 추출시 스팀가압식에서 6시간 이상 가열할 때 젤라틴의 소편화(펩타이드)가 발생되고, 이로 인하여 저온에서 젤라틴에 의한 육수의 gel 현상이 나타나지 않아 소비자 기호도를 저하시킬 수 있는 요인이 발생되고 있다는 점을 확인하였다. 통전가열에서는 고온, 고압하에 사골육수의 고형물 함량을 4시간 이내에 4Bx 이상으로 높일 수 있는 반면 스팀가압과 달리 저온에서 육수의 gel 현상이 나타나고 있으므로 이러한 문제점을 해소할 수 있을 것으로 생각된다.

고기육수는 사골육수와는 별도로 제조한다. 제조된 고기육수는 평균적으로 2Bx 수준이고 사골육수의 맛을 보완하면서 설령탕 육수에 감칠맛을 부여하기 때문에 최종적으로 사골육수와 고기육수를 혼합하여 설령탕 육수를 완성한다. 사골육수와 고기육수 배합비는 주관연구기관에서 이미 수립하고 있으므로 통전 공정으로 대체할 경우에는 그대로 활용하면 된다. 그러나 통전가열 고기육수는 스팀(가스)가가 고기육수보다 가열시간이 짧기 때문에 통전가열 고기육수의 단백질 함량, 아미노산 조성 등을 분석하여 소비자 기호도와 연관시켜 적절한 비율을 선정하는 표준화 공정이 도입되어야 한다.

(라) 수육제조 공정

고기육수 추출 과정에서 수육용 고기가 생산된다. 이때 기존의 가열공정에서는 머리고기는 95℃에서 120분, 양지는 95℃에서 50분 정도 끓여야 고기 중심부위까지 열처리가 된다. 수육용 고기를 통전가열로 생산하면 머리고기는 60분, 양지는 42분 정도 소요되는 것으로 나타났다. 총 가열시간을 계산하고 수육을 고려하면 통전가열에서 경제성 있는 수육을 생산할 수 있다.

(마) 유화 공정

전통적 설령탕 육수 제조 방법에서는 유화 공정이 없으며, 100℃에서 장시간(15-18시간) 끓이는 과정에서 단백질과 지방 성분이 균일하게 혼합되어 설령탕 고유의 맛을 내게 되며, 이는 자연적 유화 공정의 일부로써 냉장보관시에도 지방이 분리되지 않은 특성을 지니고 있다. 주관연구기관의 central kitchen형 설령탕 육수 생산에서도 전통적 육수와 같은 맛을 내기 위한 연구를 수행하고 있다. 그러나 축산물 원료 수급 특성상 설령탕 육수의 1차적 품질을 좌우하는 균일한 품질을 가진 원재료(사골, 고기 등)를 지속적으로 공급받기 어렵기 때문에, 품질관리를 위하여 담백한 맛을 내는 단백질원과 고소한 맛을 내는 지방질원을 분리하여 추출한 다음, 적당량의 배합비로 조절하여 설령탕 고유의 맛을 부여하는 공정을 채택하고 있다. 따라서 central kitchen형 설령탕 육수 생산시에는 유화공정이 주요 품질관리 대상이 되고 있다. 유화공정은 주관연구기관의 공정을 그대로 이용할 수 있다. 그러나 유화가 깨지고 안정성이 결여되면 육수의 색깔, 풍미 및 외관에 미치는 영향이 크기 때문에 유화 안정성 확보를 위한 표준화 연구가 필요하다. 이를 위하여 호모믹서, 고압유화기 등의 유화속도(rpm)에 따른 유적의 크기, 온도변화(저온, 상온)

및 농축(감압)에 따른 유화 안정성 등을 분석하여 표준화할 필요가 있다.

(바) 혼합 및 포장 공정

추출, 유화, 혼합 및 포장이 고온에서 일관 자동화 공정으로 진행되므로 미생물 오염에 대한 문제는 심각하지 않으나, 제조공정은 HACCP 기준에 따라야 한다.

(3) Central kitchen형 통전가열 시스템 디자인

(가) 통전장치 설치를 위한 기본 개념

통전기술을 공장에 적용하기 위해서는 경제성을 고려하여 국산화 장비가 우선적으로 개발되어야 한다. 장치 개발 및 설치를 위한 기본 개념은 다음과 같다.

① 온도 제어 장치

연속제어 동작에 기본이 되는 것은 비례 동작이며 반응물 온도와 설정치를 비교하여 그 편차 신호의 크기에 비례하는 전원을 전극 발열체에 공급하는 방식이다. 비례제어(P, proportional control) 방식만을 적용하면 원리적으로 회로 정수부터 피할 수 없는 제어 오차가 발생하므로 이 오차를 없애고 제어 정도를 높이기 위한 적분(I, integral action) 동작 및 장치의 응답 속도를 빨리하기 위한 미분(D, derivative action) 동작을 채택할 필요가 있다. 따라서 일반적으로 P.I 또는 P.I.D(proportional, integral, differential) 제어 방식을 채택한다.

② 온도 센서

보통 금속의 전기저항은 $0.2\sim 0.6\%/^{\circ}\text{C}$ 의 온도계수를 가지고 있지만, 그 중 동, 니켈, 백금이 선(線)이나 막(膜)형태로 온도센서로써 사용되고, 백금선을 사용한 것은 백금온도 측정 저항체로서 사용된다. 니켈은 백금의 1.7배의 온도계수를 가졌음에도 불구하고 340°C 에 변태점(變態點)이 있는 것과, 온도특성이 다양하며, 동(銅)은 저항률이 낮고 가는 선으로 만들어야 하는 어려움이 있다. 통전가열시 T-type 센서를 이용하는 것이 적절하다.

③ 전원 공급장치

고주파 직류전원장치(DC Power Supply)는 교류를 직류로 변환하며, 일정한 교류 전류 파형과 직류 전원을 생성시킬 수 있는 정전압 방식이고, 이로부터 만들어진 신호를 증폭시킬 수 있는 power amplifier(MAX-600 W)로 구성한다.

- 효율 : 전력 손실이 거의 없으며 95%이상
- 파형 : 입력시나 출력시 파형 변화가 없다
- 출력전압(output voltage) : 110~300V (110,220,300V)
- 냉각방식(Cooling method) : Dry type
- 안전정격: 입력 220V. 출력 DC 110-300V.
- 절연등급(Insulation Class); "B" Class

④ 극성변환장치(polarity reverser)

전원을 차단 공급하는 마그네트는 릴레이와 같은 원리이다. 전기적으로 개폐용량이 많기 때문에 마그네트를 사용한다. 릴레이는 NCR 접점과 같이 common 단자로 연속접점회수를(15~20 회/min)로 한다.

- power : input 220V. output 0~300V.
- Amper : 0~22A
- 제어방식: 위상제어
- 절연저항체 : 티타늄(99.5%)

⑤ 주파수

교류 전력을 일정 주파수에서 다른 주파수로 변환하는 장치로, 주파수비가 일정한 것은 정비(定比) 주파수 변환기라 한다. 일반적으로 사이리스터를 사용한다.

- Frequency(VLF) : 20 kHz,
- 용량 : 1.000 Watt, 4.6A

⑥ 전극

티타늄은 비중 4.5, 용점 1800℃, 상자성체(常磁性體)이며 매우 경도(硬度)가 높고 여리다. 강도는 거의 탄소강과 같고, 비강도(比強度)는 비중이 철보다 작으므로 철의 약 2배가 되고 열전도도와 열팽창률도 작은 편이기 때문에 통전 가열기의 전극으로 적합하다. 일반적으로 Class 1, 2 또는 grade 1, 2의 티타늄을 이용한다.

Plates, Hot-rolled and Cold-rolled sheets and Coils (판&코일)

Standards	Grades	Chemical composition(%) max								
		H	O	N	Fe	C	Pd	Ru	Ni	Ti
JIS H 4600	Class 1	0.01	0.15	0.05	0.2	-	-	-	-	Bal
	Class 2	0.01	0.2	0.05	0.25	-	-	-	-	Bal
	Class 3	0.01	0.3	0.07	0.3	-	-	-	-	Bal
	Class 4	0.01	0.4	0.07	0.5	-	-	-	-	Bal
JIS H 4605	Class 11	0.01	0.15	0.05	0.2	-	0.12~0.25	-	-	Bal
	Class 12	0.01	0.2	0.05	0.25	-	0.12~0.25	-	-	Bal
	Class 13	0.01	0.3	0.07	0.3	-	0.12~0.25	-	-	Bal
ASTM B265-95A	Grade 1	0.2	0.18	0.03	0.2	0.8	-	-	-	Bal
	Grade 2	0.2	0.25	0.03	0.3	0.8	-	-	-	Bal
	Grade 3	0.2	0.35	0.05	0.3	0.8	-	-	-	Bal
	Grade 4	0.2	0.4	0.05	0.5	0.8	-	-	-	Bal
	Grade 7	0.2	0.25	0.03	0.3	0.8	0.12~0.25	-	-	Bal
	Grade 11	0.2	0.18	0.03	0.2	0.8	0.12~0.25	-	-	Bal
	Grade 13	0.2	0.1	0.03	0.2	0.8	-	0.04~0.06	0.4~0.6	Bal
	Grade 14	0.2	0.15	0.03	0.3	0.8	-	0.04~0.06	0.4~0.6	Bal
ASME SB265	Grade 15	0.2	0.25	0.05	0.3	0.8	-	0.04~0.06	0.4~0.6	Bal
	Grade 2	0.02	0.18	0.03	0.2	0.1	0.12~0.25	-	-	Bal

⑦ 장치 개발의 문제점

통전장치 개발에서 중요한 관건의 하나로써 티타늄 전극의 부식억제 기술이다. 이러한 기술은 20kHz의 고주파를 이용하고, 방형파(square wave)의 duty cycle 조절이 필요한 것으로 알려져 있다. 최근 연구에서는 100kHz이상의 주파수에서 발생하는 통전조건 연구가 시작되고 있으므로 향후 이에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

(나) Central kitchen에서의 통전가열 시스템 디자인

통전가열 시스템을 산업적으로 적용하기 위해서는 통전가열 시스템에서 요구하는 전력량이 계산되어야 하고, 초기 설비비용을 고려하여야 한다. 이때 전력을 추가적으로 확보하기 위한 인입설비가 필요하고, 통전공정 도입에 따른 보일러 용량 축소, 인건비 등을 새롭게 고려하여야 하지만, 초기설비 비용을 포함한 에너지 절감효과와 온실가스 절감효과가 가장 크기 때문에 이와 관련한 분석을 하였다.

① 통전가열 시스템 디자인을 위한 기초 전력요구량 계산

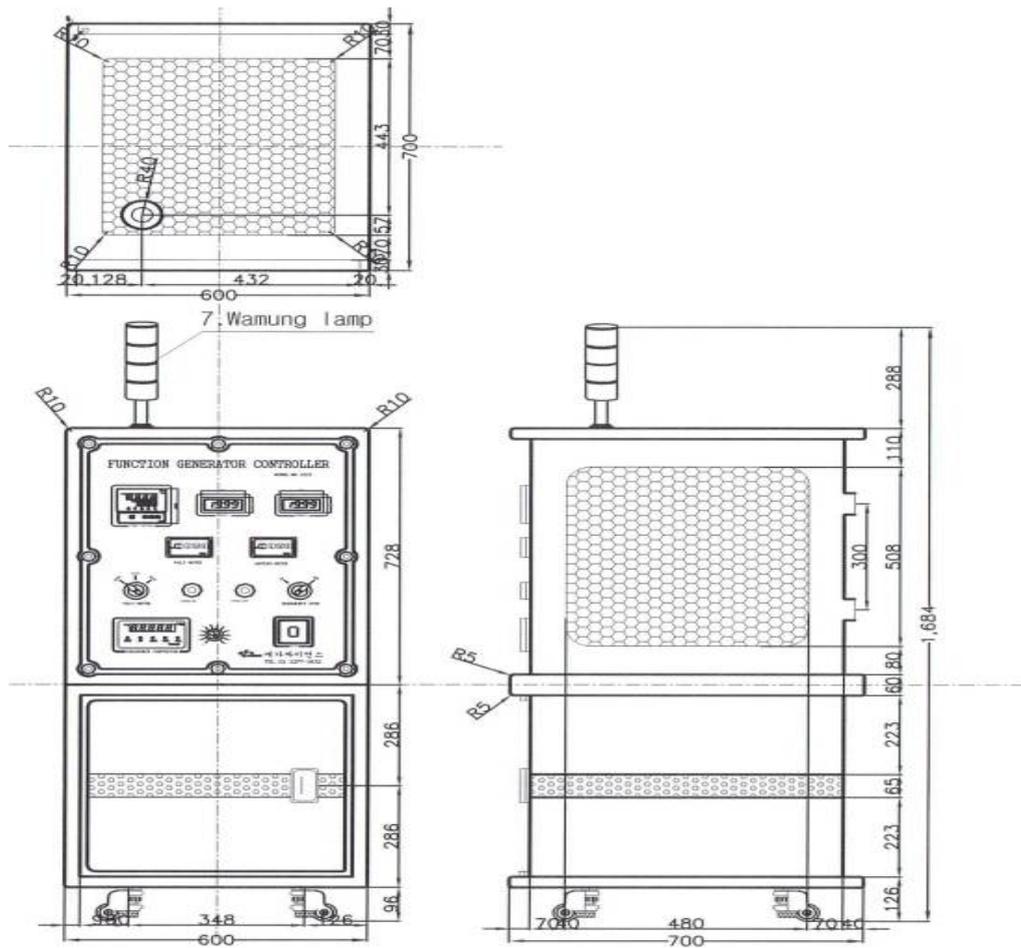
원료의 브랜칭 공정, 육수 추출 공정, 수육 제조 공정에 사용할 수 있는 통전시스템을 디자인하기 위하여 이연 F&C의 설령탕 육수 제조 공정과 수육 제조 공정에 적용하였다. 통전탱크는 경제성과 전력량을 고려하여 시제용으로 500L 용량으로 하였다. 이때 통전탱크의 물 500L를 15°C에서 100°C까지 올리는데 필요한 시간을 20분으로 설정하여 전력량을 계산하였고, 교류 전력은 151 kW, 직류 전력은 75.5 kW가 소요되는 것으로 계산되었다.

상기 전력량이 크기 때문에 통전시 소요되는 전력량을 최소화하기 위하여 통전탱크 내에 2개의 room을 만들었고, 이때 + 전극이 2개 소요되므로 직류 전력으로 계산하면 통전탱크 하나에 18.9kW의 전력이 소비되는 것으로 계산되고 있다. 예비 가열조(브랜칭 탱크), 고기육수 추출조, 사골육수 추출조, 육수혼합조 등을 고려할 때 4개의 통전조가 필요하므로 4개의 통전조를 모두 가동하려면 소요되는 총전력은 75.6kW로 계산되므로 전력 공급에는 큰 문제가 없으리라 생각된다.

② 통전가열 시스템 디자인

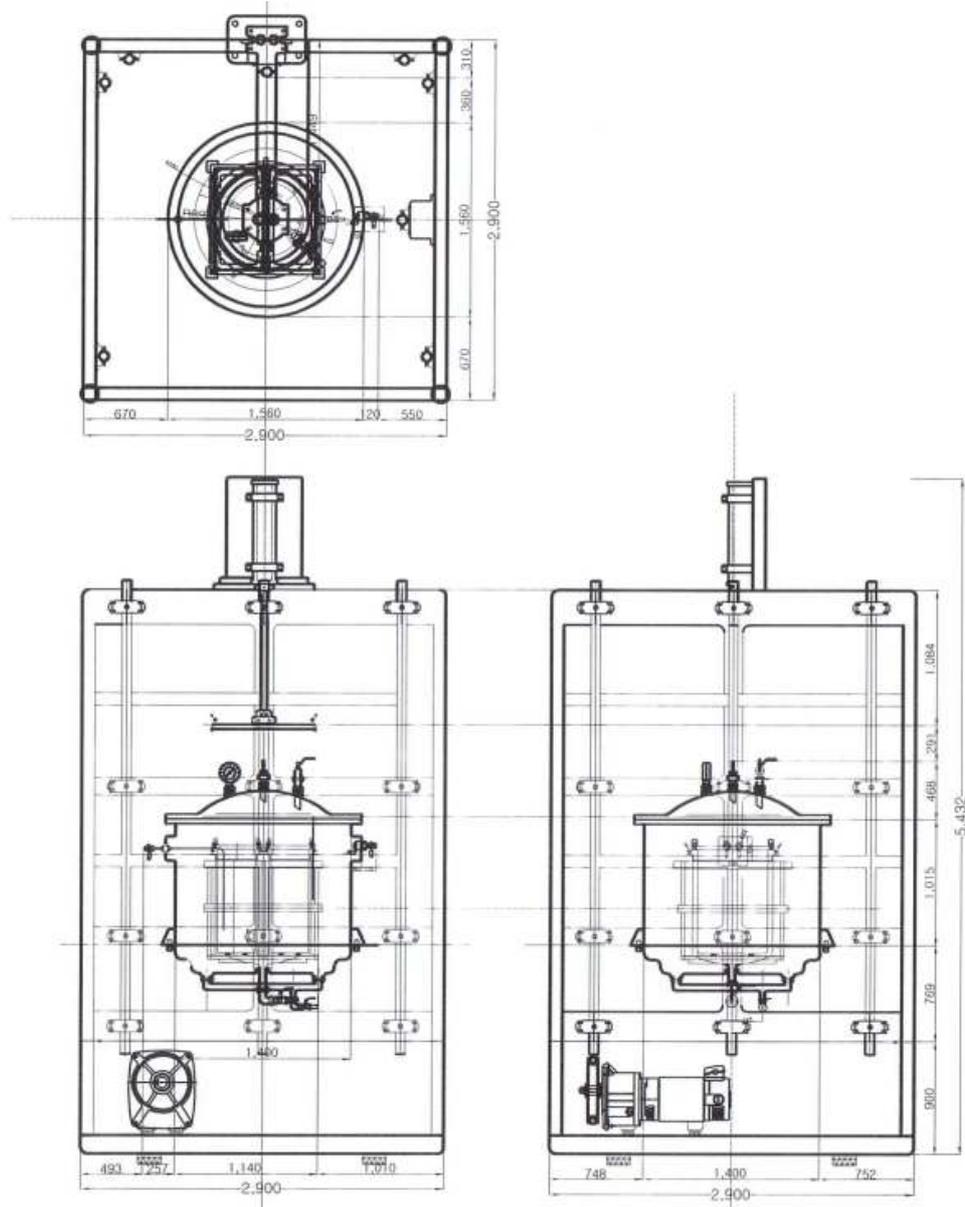
㉞ 전원시스템

전원시스템에는 전압을 조절할 수 있고, 20kHz 방형파를 인가하며 전압, 온도 및 시간을 제어할 수 있는 시스템으로 구성되어 있다. 아래의 그림은 전원시스템의 평면도, 정면도, 측면도를 나타냈다.



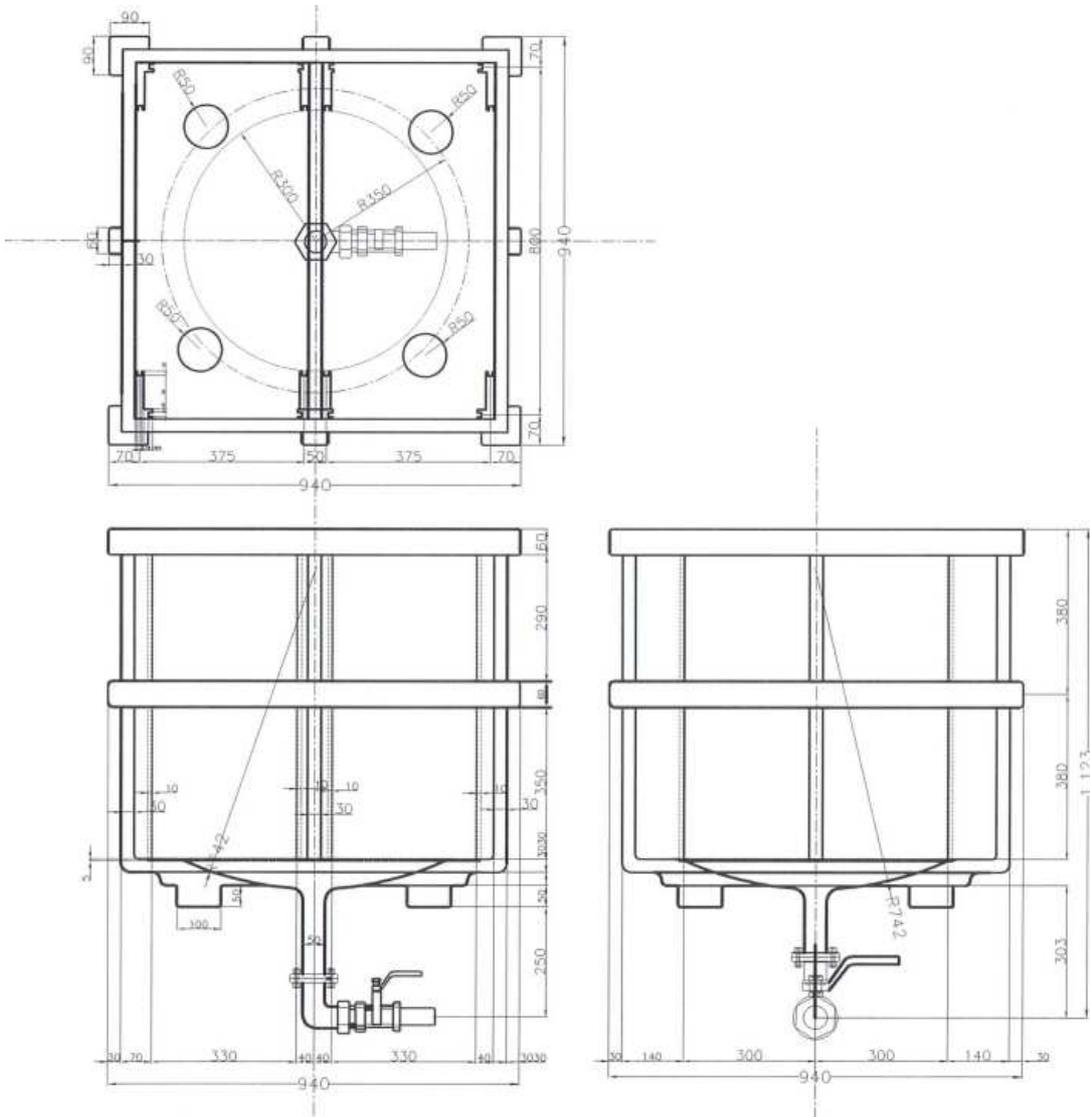
㉔ 브랜칭 및 추출조

브랜칭 및 추출조는 전기에 의한 사고를 미연에 방지하기 위하여 전기를 차단할 수 있도록 밀폐된 공간 안에 브랜칭 및 추출조가 설치되도록 디자인하였다. 브랜칭 및 추출조 안에는 사골이나 고기를 통전가열할 수 있는 통전용기가 있고, 열처리 후 사골이나 고기를 운반할 수 있는 트레이가 내재되어 있다. 아래 그림은 브랜칭 및 추출조의 평면도, 정면도, 측면도로써 크기는 가로 x 세로 x 높이로 2,900mm x 2,900mm x 5,432mm이다.



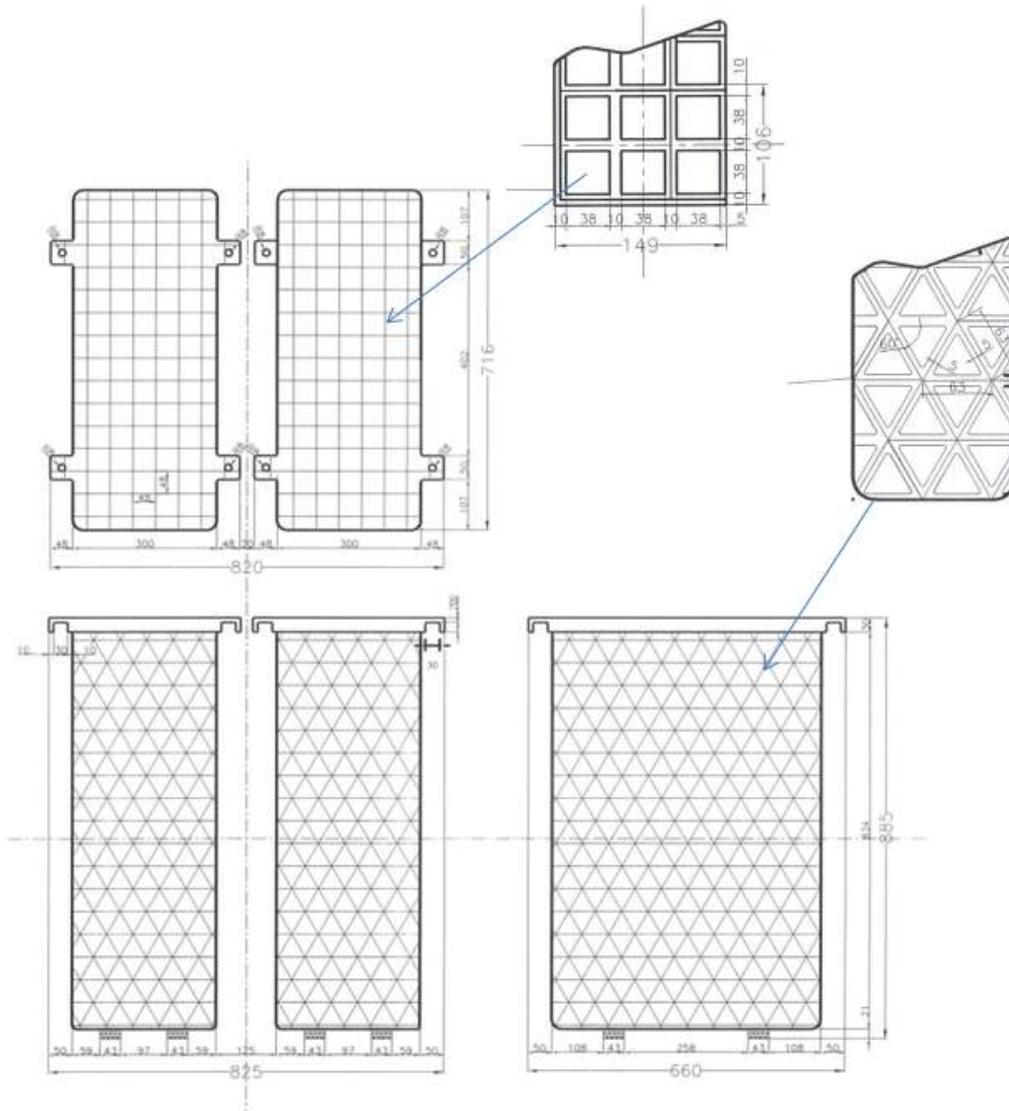
㉔ 통전용기

브랜칭 및 추출조 내에는 통전용기가 있어야 한다. 통전용기는 PP재질로 이루어져 있고 전극(+, -)이 장착될 수 있도록 용기 끝부분에 홈이 파여 있다. 통전용기 디자인은 통전시 소요되는 전력요구량을 최소화하고자 두 개의 room으로 만들었고, 열처리 종료 후에는 통전용기 내의 육수를 자동 이송할 수 있도록 용기 밑부분을 곡면으로 처리하여 개폐가 가능하도록 하였다. 또한 통전용기 안에 있는 PP트레이를 크레인으로 들어 올려 다음 공정을 준비할 수 있도록 디자인되었다.



㉔ 사골 및 고기 운반용 트레이

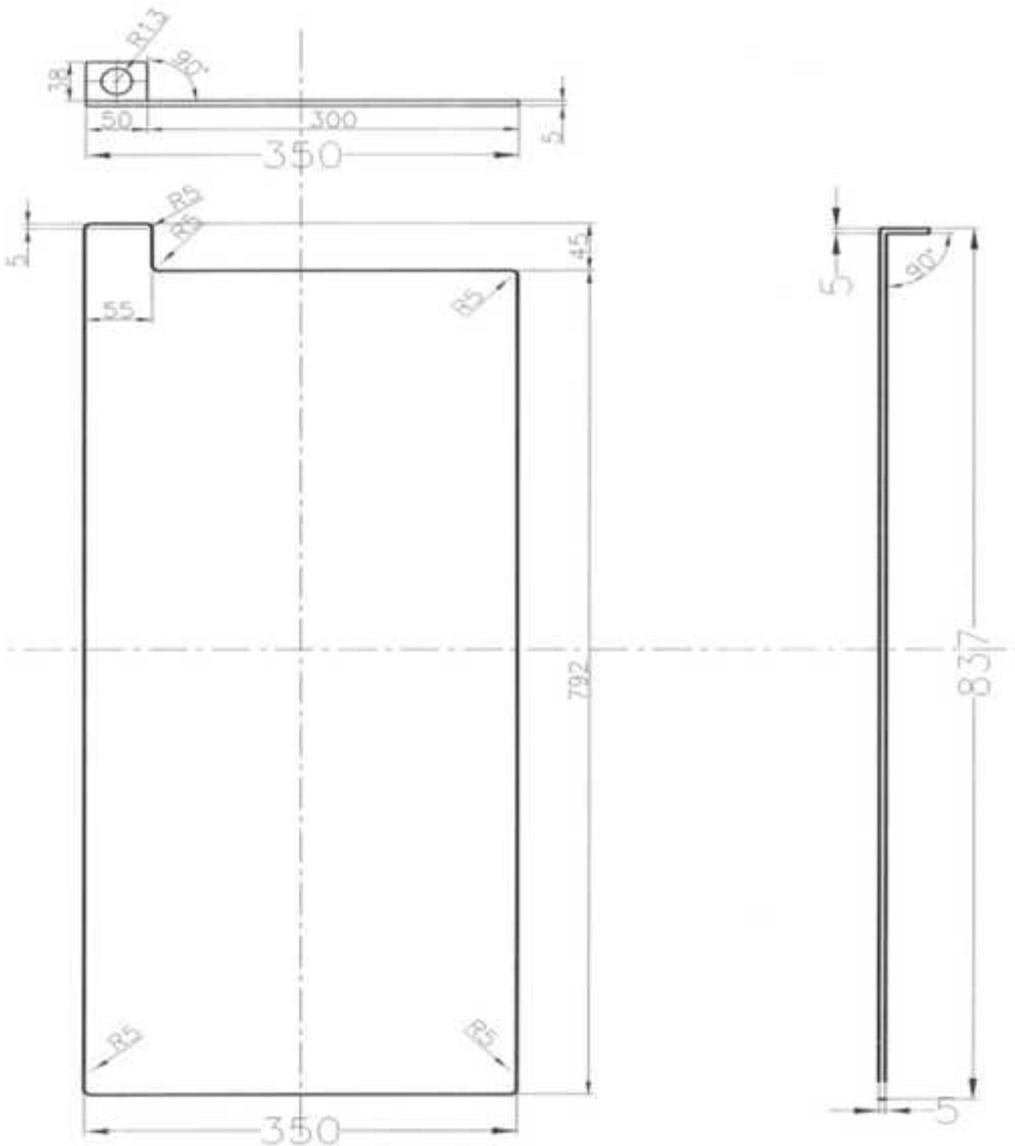
통전용기에 사골이나 고기를 넣을 수 있고, 열처리 후에는 트레이로 꺼낼 수 있도록 디자인하였다. 트레이는 아랫면에 사각형의 격자로, 그리고 옆면은 삼각형의 격자 모양으로 디자인되어 트레이에 있는 사골이나 고기가 이동 중 빠져 나오지 않도록 디자인하였다.



㉓ 전극

식품위생법에 적합하면서 전기 부식이 일어나지 않는 재료의 전극을 이용하여야 하는데, 이러한 재료로써 현재까지 티타늄 전극이 가장 안전한 것으로 평가되고 있다. 최근에는 티타늄 전극에 전기전도도가 큰 세라믹 재질을 코팅하여 안전성을 더욱 높이고자 하는 연구가 통전가열 선진국에서 진행되고 있으나, 현재까지는 티타늄 전극 사용이 대세이므로 티타늄 전극을 이용하여 전극을 디자인 하였다.

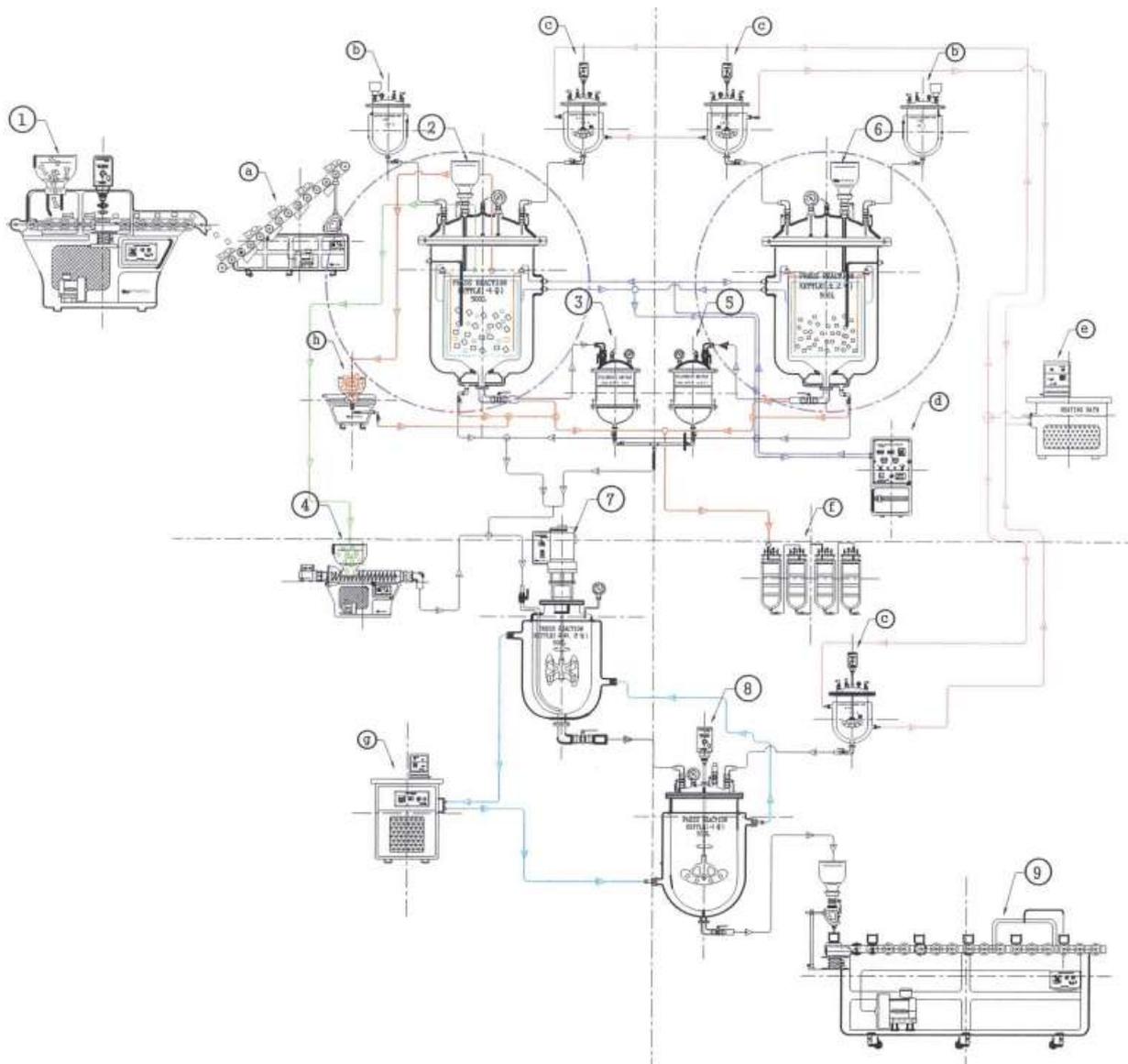
통전용기에 전극을 고정시키기 위하여 전극 끝부분은 90°로 구부렸으며, 두께는 5mm로 하였다.



㉞ 통전가열 제조공정 시스템 디자인

이연 F&C의 central kitchen에서의 설령탕 육수 및 수육 제조공정 흐름도에 따라 통전가열 시스템을 디자인하였다. 그림의 점선으로 된 큰 원형모양의 ②, ⑥이 통전가열 시스템의 핵심인 통전 추출조이며 ④ 부분이 통전 전원시스템이다.

①번 장치에서 사골을 분쇄한 후 ⑤ 공정에서 브랜칭하여 통전탱크로 이송하여 사골육수(②)와 고기육수(⑥)를 추출한다. 추출된 육수를 여과(③, ⑤)시킨다. ②번 추출조에서 분리된 사골기름을 ④번 장치로 ⑦번 유화기에 일정량을 넣어 유화시킨다. 유화된 사골육수는 고기육수와 혼합할 수 있는 ⑧번 혼합조에 이송시킨다. ⑥번 고기육수 추출조에서 나온 고기육수는 ⑧번 혼합조에 일정량의 비율로 이송시켜 사골육수와 혼합한다. 혼합된 설령탕 육수는 ⑨번 공정에서 포장, 유통하는 일관공정으로 디자인하였다.



㉔ 설비원가 내역서

(V.A.T 별도)

비		목	금	액	구	성	비	기	타
순 공 사 원 가	재료비	직접재료비	238,481,000						
		간접재료비	33,374,000						
		작업설,부산물(△)	"	"					
		【 소 계 】	271,855,000						
	노무비	직접노무비	16,597,000						
		간접노무비	132,776				직접노무비*0.8%		
		【 소 계 】	16,729,776						
	경비	산재보험료	630,686				직접 노무비*3.8%		
		고용보험료	111,200				직접 노무비*0.67%		
		국민 건강 보험료	232,358				직접노무비*1.40%		
		국민 연금 보험료	406,627				직접노무비*2.45%		
		퇴직 공채 부금비							
		산업안전보건관리비	7,156,902				(재료비+직노+관급자재비)=2.48%		
		환경보전비							
		기계장비							
		기타경비	1,442,924				(재료비+노무비)*0.5%		
		【 소 계 】	9,980,697						
		계			298,565,473				
	일반관리비			2,388,524			계*0.8%		
이 문			421,935			(노무비+경비+일반관리비)*1.45%			
공급가액									
부가가치세			2,630,000			공급가액*10%			
도급공사비									
총 공사비			298,565,473						

(4) 통전기술의 에너지 절감 및 온실가스 절감효과 분석

(가) LPG를 이용한 기존 스팀가열 공정과 전기를 이용한 통전가열의 에너지 및 소요 경비 비교

① LPG를 이용한 기존 스팀가열 공정

주관연구기관의 경우, 이중스팀 솔 사용 시 옥수 생산 사례로 150℃의 스팀 126kg을 5시간 동안 공급하여 1톤의 옥수를 생산하고 있다. 스팀을 생산하기 위해서는 평균 20℃의 공급수를 100℃로 가열, 100℃의 물을 수증기로 기화, 기화된 100℃ 수증기를 150℃로 과열시키는 과정을 거친다.

물의 온도 변화에 1kcal/kg, 기화에 539kcal/kg, 수증기의 온도변화에 0.5kcal/kg의 소요 열량을 적용하면, 옥수 1톤 생산에 총 405,720kcal가 사용되며, 일반적인 보일러 효율 70% 및 열전도율 85% 적용시 총 681,882kcal가 필요하게 된다.

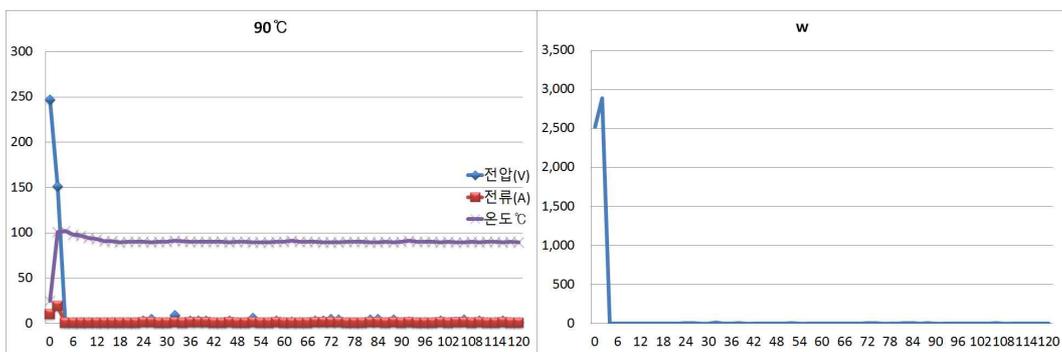
$$126\text{kg} \times 5\text{시간} \times (80+539+25)\text{kcal/kg} = 405,720\text{kcal}$$

$$405,720\text{kcal}/0.7/0.85 = 681,882\text{kcal}$$

이중스팀 솔에 사용되는 연료로는 천연가스와 LPG가 주로 사용되며, 두 연료의 발열량과 가격에 차이가 나타난다. 발열량은 LPG 13,805kcal/Nm³, 천연가스 10,400kcal/Nm³이며, 세제곱미터 당 평균단가는 LPG 2,590원/Nm³, 천연가스 840원/Nm³이다. 따라서 옥수 2리터 생산에 필요한 가스량과 비용은 LPG의 경우 0.0988Nm³에 255.8원이 소요되며, 천연가스의 경우 0.1311Nm³에 110.1502원이 소요된다.

② 전기를 이용한 통전가열 공정

협동연구기관에서 수행하는 전기를 이용한 통전가열에 의한 옥수 생산 예로는, 0.1M NaCl 용액 1.5리터를 0.2Mpa 압 상태에서 2분 이내 100℃이상 가열 후 5분 이후 90℃로 120분간 유지하여 1.4리터의 옥수를 생산하고 있다.



통전가열 120분간 온도 변화

통전가열 120분간 전력 변화

이때의 소요 전력량은 0.1836kWh였으며, 옥수 2리터 생산 시로 환산하면 소요 전력량이 0.2622kWh가 된다. 연간전력통계 산업용 판매단가가 81.23원/kWh이므로 옥수 2리터 생산에 필요한 전기요금은 21.302원이다. 에너지 소모량과 소요 비용을 Table 38에 제시하였다.

Table 38. Energy consumption and projected expenditure according to the process type

Item	Joule heating process	Steam heating process	
		LPG	Natural gas
육수 생산 방법	<ul style="list-style-type: none"> 0.1M NaCl 용액 1.5리터를 0.2Mpa 압 상태에서 2분 이내 100℃이상 가열 후 5분 이후 90℃로 120분간 유지하여 1.4리터의 육수 생산 소요 전력량 : 0.1836kWh 육수 2리터 생산시 소요 전력 : 0.2622kWh 	<ul style="list-style-type: none"> 150℃ 스팀 126kg을 5시간 동안 공급하여 1톤의 육수 생산 150℃ 스팀을 생산하기 위해서는 평균 200℃의 공급수를 100℃로 가열, 기화, 100℃ 수증기를 150℃로 가열의 과정을 거침 육수 1톤 생산에 총 405,720kcal가 사용되며, 보일러 효율 70%, 열전도율 85% 적용 시 총 681,882kcal 필요함 	
발열량	♦ 860kcal/kWh	♦ 13,805kcal/Nm ³	♦ 10,400kcal/Nm ³
비용	♦ 81.23원/kWh	♦ 2,590원/Nm ³	♦ 840원/Nm ³
육수 2리터 생산 시 소요량			
소요량	♦ 전력 : 0.2622kWh	♦ 0.0988Nm ³	♦ 0.1311Nm ³
비용	♦ 21.302원	♦ 255.8473원	♦ 110.1502원

Nm³ : 노말입방미터

(나) LPG를 이용한 기존 스팀가열 공정과 전기를 이용한 통전가열 공정의 연료비 및 온실가스 배출 절감 효과

① 연료비(에너지 비용) 절감 효과

설령탕 육수 2L 생산에 소요되는 비용은 통전가열 21.302원, LPG 사용 이중스팀 솔 255.8473원, 천연가스 사용 이중스팀 솔 110.1502원이므로 통전가열을 이용하여 연간 300톤의 육수 생산 시 천연가스를 사용하는 것에 비하여 13,326,780원 그리고 LPG를 사용하는 것에 비하여 35,181,345원의 연료비 절감 효과가 있다.

② 온실가스 배출 절감 효과

LPG를 사용하여 설령탕 육수를 생산할 경우 설령탕 육수 2L 생산에 71.255Kg 이산화탄소가 발생되고, 연간 300톤 생산에 10,688.25톤의 이산화탄소가 발생된다. 전기를 사용하여 통 가열로 설령탕 육수를 생산할 경우, 설령탕 육수 2L 생산에 0.083Kg 이산화탄소가 발생되고, 연간 300톤 생산에 12.47톤의 이산화탄소가 발생된다.

③ 온실가스 배출 감소 가치

연간 300톤의 설령탕 육수를 생산하는 단위 공장의 경우 연간 탄소배출량에 있어 10,675.78톤이 감소된다.

유럽에서의 2012년 8월 24일 기준 탄소배출량 1톤당 8.08 유로이며, 개도국 탄소절감프로젝트로 생겨난 탄소배출가치(CER)는 2.99유로이다. 1유로 당 1,400원의 환율을 적용하면 최소 44,688,815원에서 최대 120,764,423원의 배출가스 절감에 의한 경제적 가치가 발생하는 것으로 계산할 수 있다.

Table 39에 연간 300톤 규모의 육수 생산에 소요되는 이산화탄소 발생량과 경제적 소요 비용을 제시하였다.

Table 39. Generation rate of carbon dioxide and projected cost according to the process type

(basis : 300 ton production of Korean style beef stock per year)

Item	Ohmic heating process (A)	Steam heating process, LPG (B)	Cost reduction effect (B-A)
연료비	3,195,750원	38,377,095원	35,181,345원
이산화탄소 발생량	12.47톤	10,688,25 톤	10,675.78톤
온실가스 배출 감소 가치			44,688,815원 ~ 120,764,423원
계			79,870,160원 ~ 155,945,768원

바. 설령탕 육수의 편이식 상품화 컨셉 도출

(1) 해외 유사 상품류(큐브, 분말 및 액상 타입류)의 조사

큐브(cube)는 야채, 고기 stock, 일부지방, 염, 시즈닝을 탈수시켜 15mm 내외의 작은 크기로 형성된 탈수 부이용(미국) 혹은 탈수된 스탁(Australia, Ireland, New Zealand, UK)을 말하며 이 큐브는 과립형도 가능하다. 큐브는 영국에서 수프, 스투 혹은 솔 요리(casserole) 풍미 제고 용으로 널리 쓰이고 MSG나 beef extract와 같이 풍미증진제도 병용한다. 부이용 큐브는 1900년 초기에 Maggi와 Oxo사 등에 의해 짠 고기추출물 버전(version)으로 상업화되었고 염 함량이 59-72%에 이르며 지금은 Knorr 및 Hormel 사 등 10여 개 이상의 브랜드가 있다.

일반적으로 큐브를 물에 다시 복원하여 만든 broth는 높은 소금 농도와 큐브 제조 당시 가열에 의한 풍미 변화(소실)로 인해 신선한 broth와는 맛에 차이가 있는 것으로 알려지고 있다. 한편, 가정에서 만드는 큐브는 당근, 양파, 셀러리 및 고기를 갈아 장시간 조리한 다음 다시 갈아서 ice cube에 채워 동결시켜 사용하며 목적에 따라 재료종류는 천차만별이다(Fig. 41).

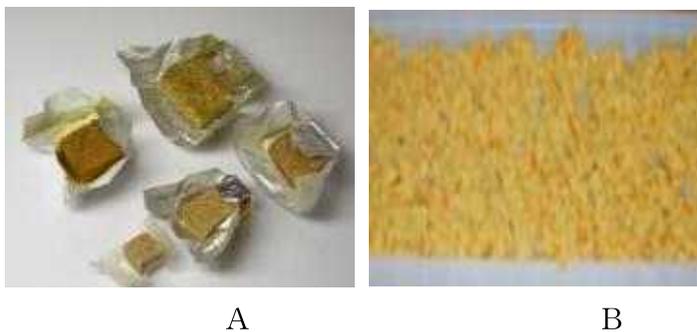


Fig. 41. Commercialized cube(A) and house cube(B)

액상 broth는 전형적으로 뼈, 고기, 생선, 곡류 혹은 야채를 장시간 끓여 풍미가 부여된 스탁으로 구성된 액상식품으로 단독 혹은 고명을 얹어 이용할 수 있고 수프, 그레비, 소스의 바탕재로 이용된다(Fig. 42). 쌀이나 밀 등 다른 재료가 사용될 경우 수프라고 부른다. 영국에서는 브로스(broth)는 수프로 정의되며 여기에는 약간의 야채와 함께 고기나 생선 조각이 포함된다. Broth는 베이스로 보통 스탁이나 순수한 물로 만들어지고 끓을 때 고기나 생선이 더해지며 야채는 나중에 가한다. 브로스는 물처럼 묽은 수프이기 때문에 쌀, 보리 및 콩을 빈번히 가하여 실용적으로 제조한다.



Fig. 42. Commercialized broth

한편, 액상스프가 보편화 된 일본 상품 중에서 본 연구에 참고가 될 만한 상품은 미소(일본 된장국), 삼계탕 및 돈즙(돼지육수)으로 판단되어 이들 상품을 분석하였다(Fig. 43). 그 결과 미소의 경우 pH 5.42, 산도 3.63% 및 염도 10.53%였고 돈즙의 경우 pH 5.59, 산도 2.97% 및 염도 13.8%였으며 삼계탕의 경우 pH 5.75, 산도 0.81% 및 염도 11.23%로써 산도에서는 상품별로 차이가 있었으나 pH와 염도는 유사한 범위에서 높은 수준이었다.

향미에 대한 평가에서는 미소는 외관이 진갈색이고 국산 짬장 향이 강하였으며 조개국, 미소(일본된장) 및 간장 맛이 비교적 강하였다. 돈즙(돼지고기육수)의 경우에는 외관이 지지분하고 약한 미소향, 감칠맛과 느끼한 맛을 나타내었으며 삼계탕의 경우 닭육수향, 닭육수맛, 간장맛, 장조림맛과 담백한 맛을 나타내었다.



Fig. 43. Commercialized products of liquid stock in Japan

분말상품의 경우(Fig. 44)에는 감압건조, 동결건조 및 분무건조 제품을 들 수 있으나 유통 중인 제품 대부분이 동결건조제품으로 풍미 소실을 최소화 한 제품들로 보였다. 분말상품들은 주로 라면스프로 이용되었으며 육개장과 삼계탕 제품이 주목되었다. 그러나 육개장용 분말스프제품은 향이 약하고 MSG, 닭육수, 단맛이 있으나 거부감(느글거림)이 강하였고 삼계탕 분말스프의 경우에는 삼계탕향과 맛의 강도가 낮은 편으로 평가되었다.



Fig. 44. Commercialized products of dried stock in Japan

상기의 다양한 제품(10여 종 - 상기에 제시하지 않은 제품 포함)의 첨가재료를 조사하여 Table 40에 나타내었다. 제품들은 pH 5.26-6.0, 산도 0.8-3.6% 및 염도 10.76-21.29%의 범위를 나타내었고 구성재료는 전체적으로 엑스분, 감미료, 점성/안정제, 산화방지제, 착색료, 보존료 및 양념류로 분류할 수 있었으며 엑스분(extract)에서는 비프시즈닝, 육개장파우더, 치킨엑스분, 치킨콜라겐부이용, 단백가수분해물, 효모엑기스, 칠리시즈닝, 우마미, 야채엑기스, 가쓰오분, 농축가라스프, 다시마엑기스, 돼지엑기스, 오이스타소스 및 향미유를 사용하였다. 감미료로써는 젓당, 텍스트린, 포도당, 솔비톨과 물엿이 사용되었고 양념류에서는 간장, 된장, 참기름, 일본술, 마늘, 파, 고추, 표고, 계란을 이용하는 것으로 파악되었다.

Table 40. Ingredients used for various stock products

구 분	재 료
엑기스	Beef seasoning, 육개장파우더, 치킨엑기스, 치킨콜라겐부이용, 단백가수분해물, 효모엑기스, 칠리시즈닝, 우마미, 야채엑기스, 가쓰오분, 농축가라스프, 다시마엑기스, 돼지엑기스, 오이스타소스, 향미유
감미료	젓당, 텍스트린, 포도당, 솔비톨, 물엿
점성/안정제	전분, 콘스타치, 유단백, 젤라틴, 검, 글리세린
산화방지	녹차추출물, 비타민E(산화방지)
착색료	카라멜색소, 카로티노이드(착색)
보존료	주정, 산미료, 구연산
양념	간장, 된장, 참기름, 일본술, 마늘, 파, 고추, 표고, 계란, 소맥
화학적 특성	pH 5.26-6.0, 산도 0.8-3.6%, 염도 10.76-21.29%

(2) 제품 유형별 용도 컨셉 검토

상기 편이상품류(큐브, 분말 및 액상 타입류)의 조사, 수집 및 분석을 통하여 설령탕용 쇠고기 육수의 편이식 상품화 개발 컨셉은 Table 41과 같이 크게 4가지로 구분할 수 있다. 첫째는 고전적인 큐브 형태로서 모양과 성분은 기존 Oxo사 제품과 유사하고 salt 50% 이상, beef extract, MSG, butter, herbs, spices로 구성되고 용도는 찌개류나 탕류로 생각할 수 있다. 두 번째는 미국인 아침 식사대용 수프(clam chowder style)로써 캔 제품이고 양파, 감자, 소금, beef extract, 설령탕 육수를 이용한 beef bone chowder라고 할 수 있다. 세 번째는 분말타입 스프(일본제)의 육개장 제품으로 물을 타서 음용하는 것으로 beef seasoning, 젓당, 텍스트린, 엑기스, 포도당, 육개장파우더, 참기름, 고추, 효모엑기스, 설탕, 치킨엑기스, 아미노산, Vit E 등을 첨가한 제품이다. 마지막으로 액상타입(삼계탕면)으로 액상스프와 면을 끓는 물에서 넣고 끓이는 제품을 감안할 수 있다..

Table 41. Product concept using beef bone broth

I. classic cube type(Herb Ox-미국) -shape, 성분은 기존 제품과 유사 -salt 50% 이상, Beef ex, MSG, butter, herbs, spices -용도 찌개 ---- > 탕 등
II. 미국인 아침 식사대용 수프 (Clam chowder style-미국) -Can 제품 -양파, 감자, 소금, beef ex ---> 끓임 -Clam 대신 설령탕 육수 사용 ---> Beef bone chowder ???
III. 분말타입 스프(육개장-일본) -육개장 제품 -150ml 넣고 흔들어서 음용 -Beef seasoning, 젓당, 텍스트린, 엑기스, 포도당, 육개장파우더, 참기름, 고추, 효모엑기스, 설탕, 치킨엑기스, 아미노산, Vit E 등, 검류
IV. 액상농축물 타입(삼계탕면-일본) -면 -액상스프와 면을 끓는 물에서 끓임 -콜라겐부이용 등

(3) 설령탕 편이식 상품화 컨셉 개발

(가) Focus group interview를 통한 설령탕 풍미의 묘사분석

설령탕에 관한 관능적 특성 즉 색상, 향, 맛 및 질감 등에 대한 속성 개발을 위해 식품 전문가들을 대상으로 설령탕 풍미 묘사분석을 실시하였다.

Table 42에 나타난 바와 같이 설령탕에 대한 묘사속성은 밝기/백색도, 색도(윤기), 냄새의 강도, 제품의 향(고소한 쇠기름향, 버터향, 우유향, 후추 향 등), 첫맛(감칠맛, 담백한맛, 단맛, 짠맛, 느끼한맛, 고소한맛), 뒷맛((감칠맛, 담백한맛, 단맛, 짠맛, 느끼한맛, 고소한맛, 감도는맛), 지방분포수준, 농후도/ 흐름성 (부드럼, 끈적거림, 거침, 시원함, 깔끔함, 여운 남음), 목넘김 등으로 정리할 수 있었다.

Table 42. Attributes on the sensory characteristics of seolleongtang

속성	1차 묘사속성 도출	2차 묘사속성 정리
색상	밝기/백색도	밝기/백색도
	탁도/윤기	색도(윤기)
	색도-균은경우	x
향	냄새의 강도	냄새의 강도
	제품의 향(고소한 쇠기름향, 버터향, 우유향, 후추 향 등)	제품의 향(고소한 쇠기름향, 버터향, 우유향, 후추 향 등)
맛	첫맛(감칠맛, 담백한맛, 단맛, 짠맛, 느끼한맛, 고소한맛)	첫맛(감칠맛, 담백한맛, 단맛, 짠맛, 느끼한맛, 고소한맛)
	뒷맛((감칠맛, 담백한맛, 단맛, 짠맛, 느끼한맛, 고소한맛, 감도는맛)	뒷맛((감칠맛, 담백한맛, 단맛, 짠맛, 느끼한맛, 고소한맛, 감도는맛)
질감	기름분포수준	지방분포수준
	농후도/ 흐름성	농후도/ 흐름성 (부드럼, 끈적거림, 거침, 시원함, 깔끔함, 여운 남음)
	목넘김	목넘김
	젤 정도- 균은경우	x
	투명도 - 균은경우	x

(나) 델파이 기법을 이용한 전문가 조사

상기 묘사분석 결과를 바탕으로 미국 외식시장에서의 설령탕 소비확대를 위한 전략 포인트와 전략 수행방법에 대하여 국내 외식전문가 20여 명을 대상으로 2012년 2월 1일부터 델파이 기법을 적용하여 설령탕 육수 세계화를 위한 소비 확대 전략을 조사하였다(Table 43).

설령탕과 잘 어울릴 수 있는 서양식은 수프, 콘소메, 그라탕, 스투소제, 스파게티용 소스가 제시되었고 동양식은 국수, 샤브샤브, 부대찌개, 떡국, 만두국, 쌀국수, 감자탕, 라면 및 냉면 등이 제시되었다. 미국진출을 위한 표적 소비층은 동서양인 포함 노년층이 많이 지적되었고 미국

Table 44. Strategic point and achievement on the attributes of seolleongtang

항 목	전략 포인트	전략 수행방법
색상	투명한 우유빛	유화 수준
향	약한 쇠고기향	탈취수준, Cooking flavor 유도
맛	담백 고소 감칠맛	원료 수세 수준 아미노산, 지방, 단백질 상대비
질감	부드럽고 깨끗함	고형물 농도, 유화 수준
영양	Ca, P, Mg	범위설정
간편성	큐브 및 파우치	1회용
경제성	농축물	희석해 사용
실용성	큐브	영양, 칼로리
저장성	상온유통	멸균

Table 45. Consumer test for quality evaluation of seolleongtang

설문조사표
한국식품연구원/이연에프앤씨
2012년 2월

이름 : _____ 성별 : 남성 여성 직업: 학생 직장인 자영업 주부 군인 기타

나이 : 18-24 25-34 35-44 45-54 55-64 >64

다음의 설렁탕 육수 시료를 드시고 해당되는 점수에 표기를 해주세요

	시료 A	시료 B	시료 C
	1: 아주 싫다 5: 좋아하지도 싫어하지도 않는다 9: 아주 좋아한다		
색상	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
향	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
맛	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
육즙감(질감)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1: 너무 약하다 5: 적당하다 9: 너무 강하다		
사골육수향	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
담백함	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
감칠맛(고소함)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
건강경도	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
	1: 아주 싫다 5: 좋아하지도 싫어하지도 않는다 9: 아주 좋아한다		
종합기호도	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

(4) 설령탕 육수를 이용한 편이식 제조

(가) 설령탕 농축물의 제조

설령탕 농축물 제조를 위해 육수를 20배 까지 가열 농축 시 가용성고형물 함량의 경우 농축 전 3.0 brix이던 것이 농축 후 50 brix를 나타내고 염도는 2.5%에서 50%로 높아졌다. 색상도 밝은 우유빛(L값(밝기) 40.32±0.18, a값(적색도) 0.61±0.04, b값(황색도) 3.44±0.10)에서 진한 갈색(L 43.38±0.31, a 3.78±0.08, b 15.97±0.24)으로 변하였고 점성이 매우 높아지는 특성을 보였다(Table 46). 상기 20배 설령탕 액상농축물은 물에 희석 시 쉽게 복원되었으나 4℃에 보존할 경우 젤리형태를 이루어 액상을 유지하는데 어려움이 있었으며 단기간에 젤리 표면에서 곰팡이도 발생하는 문제점을 보였다.

한편, 상기 설령탕 농축물을 동결건조할 경우에는 단단한 블록이 형성되었고 이의 분쇄물은 물에 빨리 녹지 않는 문제점을 보여 분산성 강화 방법이 요구되었다.

Table 46. Characteristics of concentrated seolleongtang

항 목		설령탕(Control)	20배 농축액	농축물 복원
외 관				
가용성고형분(Brix)		3.0%	50%	2.0%
염도 (salt)		2.5%	50%	1.7%
색도	L	40.32±0.18	43.38±0.31	35.81±0.08
	a	-0.61±0.04	3.78±0.08	-0.25±0.01
	b	3.44±0.10	15.97±0.24	3.93±0.06

(나) 설령탕 농축물의 안정성 및 복원성 증진 연구

설령탕 농축물을 이용하여 액상, 고상 큐브 및 분말상 타일제품을 제조를 위해서는 용이한 용액 분산성, 지방산화억제, 부패억제 및 Ca 성분의 흡수촉진 효과 등이 중요한 고려인자로 판단되고 있다. 고상이나 분말상의 시료의 용액에서의 분산성을 높이기 위해서는 말토덱스트린(maltodextrin), 락토스(lactose) 및 카제인,을 부형제로 첨가할 수 있고 지방산화 억제제를 위해서는 토코페롤(tocopherol) 이나 카로틴(carotenene)과 같은 천연 항산화제를 활용할 수 있을 것이다. 또한 설령탕 육수의 풍미와 기능성 강화를 위해 쇠기름, 카제인, 비프엑기스, Vit D 혹은 이눌린(돼지감자) 성분의 첨가도 유익한 방안일 것으로 조사되었다(Table 47).

Table 47. Some additives for the quality improvement of cube type seolleongtang

조미 (맛내기 성분)	첨가물	
	강화제	안정제
쇠기름	Ca ²⁺	Tocopherol (Vitamin E)
Casein-Na (프림)	Collagen (Gelatin)	Vitamin D(Ca 흡수)
Beef extract	Inulin -Ca ⁺⁺ 등 미네랄 흡수, 식이섬유	전분
후추, 파, 마늘 등		Lactose
salt		maltodextrin

(다) 농축물의 흐름성 조절

상기 설령탕 농축물은 실온에서 젤리화 되는 특성이 있으므로 실온에서도 흐름성을 유지하기 위한 방법을 검토하고자 하였다. 설령탕 농축물의 주성분은 젤라틴이므로 단백질 효소에 의해 가수분해 될 경우 젤리화가 진행되기 어려울 것으로 예상된다.

본 연구에서는 육류의 연화에 널리 쓰이는 천연재료로서 배, 키위, 파인애플과 상업용 효소인 알카라제(Alcalase) 및 비스코자임(Viscozyme)을 이용하고 온도는 60℃, 설령탕 농축물은 3.5배의 낮은 농도의 농축물로하여 육안으로 분해물의 흐름성이 쉽게 파악되도록 하여 분해시험을 실시하였다.

Table 48에서와 같이 배즙은 3% 이내 농도에서도 설령탕 농축물에 흐름성을 주지 않았으나 키위와 파인애플은 3.0% 농도수준에서 설령탕 농축물의 흐름성 부여효과를 나타내었다. 한편 상업용 효소인 알카라제는 0.03%에서 흐름성 부여효과를 보였으며 viscozyme은 3% 농도에서도 흐름성 부여효과를 주지 못하였다. 상기 결과에서 키위나 파인애플은 설령탕 농축물의 점성을 떨어뜨릴 정도의 젤라틴 분해효과는 있지만 첨가량이 많고 이로 인해 맛과 향에도 영향을 주기 때문에 적용하기에 한계가 있다고 판단된다. 반면에 알카라제는 0.03%의 낮은 농도에서도 흐름성 부여효과를 보이고 있고 상업용 효소로써 경제성이 높아 젤라틴 분해를 통한 설령탕의 흐름성 부여에 알카라제의 적용이 유리하다고 판단되었다.

계속해서 본 연구에서는 알카라제를 이용한 시험조건을 보다 상세히 검토하였다. 알카라제 농도를 0.00001%에서 0.03% 범위로 60℃, 60분까지 분해시험을 실시한 결과, 알카라제는 최소한 0.003%에서 20분 이상 혹은 0.3%에서는 10분 이상 반응을 통해 설령탕 농축물에 흐름성을 줄 수 있는 것으로 분석되었다(Table 49, Fig. 45).

한편 Fig. 46의 SDS -PAGE에 나타낸 바와 같이 알카라제 처리에 의해 설령탕 농축물의 점성이 낮아져 흐름성이 생기는 것은 관련 단백질이 분해되어 저분자화 되었기 때문임을 확인할 수 있었다.

Table 48. Effect of fruit and commercial enzyme on the fluidity of seolleongtang concentrate(x3.5) at 60°C

첨가농도(%)	배	키위	파인애플	Alcalase	Viscozyme
3.0	X	○	○	-	-
0.3	-	X	X	-	X
0.03	-	X	X	○	X

X : 효과없음 ○: 흐름성 있음

Table 49. Effect of Alcalase on the fluidity of seolleongtang concentrate(x3.5) at 60°C

첨가농도(%)	반응시간(mins)			
	10	20	30	60
control	X	X	X	X
0.03	◎	◎	◎	◎
0.003	○	◎	◎	◎
0.015	X	△	△	△
0.0001	X	△	△	△
0.00001	X	△	△	△

◎: 액상상태 ○: 살짝굳은 액상상태 △: 중간뭉기 액상상태 X: 흐름성 없음

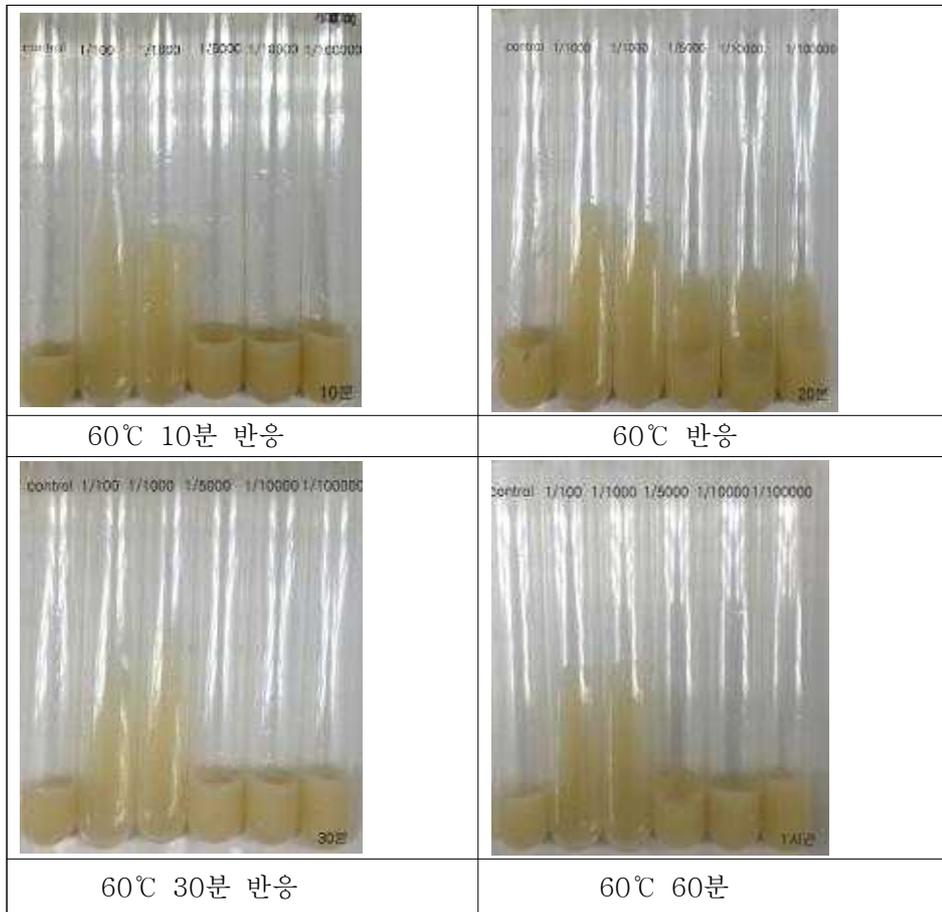


Fig. 45. Fluidity of seolleongtang concentrate treated with Alkalase
 *Alkalase : Novo사, *Bacillus licheniformis*, subtilisan



Fig 46. SDS-PAGE of seolleongtang concentrate treated with Alkalase

한편 상기의 실험결과를 바탕으로 이번에는 설령탕 농축물이 10배 높은 농도에서 알카라제 분해를 실시한 다음 분해물에 대해서 40℃에서 점도를 측정 비교하였다(40℃에서 점도를 측정 한 이유는 상온에서 굳는 시료가 있어 서로 비교하기 어렵기 때문임). 그 결과 대조구는 237cps(s; 62, 60 rpm)를 보인 반면 알카라제 효소분해물은 반응시작한지 10분 만에 점도가 급격히 낮아져 53cps로 떨어지고 이후 효소반응시간이 지속되어도 이 이상의 점도 저하를 보이지 않았다. 상기 실험에서 10배의 설령탕 육수 농축물은 상당량의 지방 함유로 인해 효소분해를 받았지만 외관상으로 점도저하를 관찰하기가 어려웠다(Fig. 47).

설령탕 농축물에 함유된 우지방은 올레인산과 팔미트산 등으로써 녹는점(melting point)이 35℃이상이므로 농축물의 경화에 큰 영향을 주었다. 따라서 설령탕 농축물을 제품화하기 위해서는 설령탕 농축물에 함유된 우지 함량도 중요한 변수임을 감안해야 할 것으로 판단된다.



Fig. 47. Effect of Alkalase treatment on the fluidity of seolleongtang concentrate(x10) at 40℃

Table 50. Effect of Alkalase treatment on the fluidity of seolleongtang concentrate(x10) at 40℃

반응시간 (mins)	Spindle no	RPM	%	cps	℃
0	62	60	47.3	237	25.2
10	62	60	10.8	53	25.3
30	62	60	6.4	32	25.5
50	62	60	7	35	25.3
70	62	60	10	50	25.4

(라) 제품유형별 표준레시피의 설정과 응용제품

액상을 비롯하여 큐브, 분말제품의 형태 편이상품의 표준레시피를 설정하기 위해 먼저 설렁탕농축액에 어울릴 수 있고 기능성을 강화할 수 있는 재료를 선정하여 관능적인 평가를 통해 적정 첨가수준을 결정하고자 하였다.

Table 51에 나타낸 바와 같이 액상타입을 기준으로, 각각의 첨가재료별 관능적인 특성을 감안할 때 유당, 말토덱스트린 및 마늘의 함량은 0.3%가 적당하였고 후추와 이눌린은 0.1%가 적당하였으며 대과와 비프엑스분은 0.2%가 적당한 사용범위로 판단되었다.

계속해서 상기 첨가재료들의 적정 첨가수준을 토대로 마늘, 대과 및 후추를 조합하여 적정 첨가량을 검토하였다. 그 결과 유당과 말토덱스트린은 각각 0.3%가 적당하였고 이를 공통으로 하여 제조한 처리구 중에서 후추와 대과를 각각 0.1% 및 0.2% 첨가한 PS 처리구가 텅텅함이 없이 개운한 느낌의 관능특성 보였다(Table 52, Fig. 48).

따라서 본 연구에서는 상기의 PS처리구를 기본으로 최소량의 마늘(0.2%)과 비프엑스분 0.2%를 가해 약간의 매운맛과 쇠고기 풍미를 강화하고 여기에 이눌린 0.1%, Vit. C 및 토코페롤을 각각 0.4 및 0.3%를 첨가하여 기능성과 산화안정성이 보장된 표준레시피를 완성하였다(Table 53).

상기 표준레시피를 기준으로 쇠고기엑기스, 멸치, 해물다시다, 닭고기, 카레, 치즈, 케이준 및 혼다시를 이용하여 다양한 풍미의 큐브를 제조할 수 있었다(Fig. 49~51). 이들의 적정 비율은 10% 내외로써 기초 관능평가 결과 비프와 치즈 첨가구를 제외한 모든 처리구에서 해당되는 첨가재료의 특성과 잘 어울리고 풍미도 우수하게 나타났다. 따라서 상기의 표준레시피의 큐브는 특징적인 첨가소재의 활용에 의해 다양한 향미 특성을 반영한 큐브로 활용될 수 있을 것으로 평가되었다(Table 54, Fig. 52).

Table 51. Proper amount of ingredients in the liquid type of seolleongtang concentrate

	첨가량(%)						특징
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	2.0	
유당	x	x	⊙	o	o	o	우유맛, 조금 느끼한 맛
말토덱스트린	x	x	⊙	o	o	o	달아짐, 느끼함이 감소
이눌린	⊙	x	x	x	o	o	전분맛 텅텅함
Caseinate	x	x	x	x	o	⊙	느끼한 맛 (풍부), 텅텅
마늘	o	o	⊙	o	o	o	삼계탕 맛, 좋음, 텅텅
대과	o	⊙	o	o	o	o	개운한 맛, 느끼한 맛을 잡아줌
후추	⊙	o	o	o	o	o	매운맛
비프엑스분	o	⊙	o	o	o	o	느끼한맛, 짠 맛

Table 52. Recipe and sensory evaluation of of liquid type of seolleongtang concentrate

첨가물	대조구	LM	P	S	G	PS	PG	SG	PSG
유당	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
말토덱스트린	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
마늘	-	-	-	-	0.3	-	0.3	0.3	0.3
대파	-	-	-	0.2	-	0.2	-	0.2	0.2
후추	-	-	0.1	-	-	0.1	0.1	-	0.1
관능적 특성		텃텃 (전분) 짠맛 감소 뽀은 느낌	후추맛 거부감 없음	곰탕 (라면)	텃텃 (전분)	기호 우수 (텃텃함 이없고 개운함)	텃텃 (전분)	텃텃 (전분)	텃텃 (전분) 조미료맛

P: pepper L: Lactose M: Maltodextrin S: Scallion powder G: Garlic powder



Fig. 48. Photograph of liquid type of seolleongtang concentrate added with different ingredients.

Table 53. Standard recipe (powder)

Ingredient	Recipe(%)
seolleongtang concentrate(powder)	87.8
Lactose	3.0
maltodextrin	3.0
galic powder	0.2
대파분	2.0
black pepper	1.0
inulin	0.1
caseinate-Na	2.0
beef ext.	0.2
Vit C	0.4
tocoperol	0.3
Total (%)	100



Con Standard
 Fig. 49. Cube of standard recipe(before drying))



Fig. 50. Cube of standard recipe(dryied product)



Fig. 51. Cube of standard recipe solubilized in water

Table 54. Various recipes ex.(cube)

Ingredient	큐브 종류								
	비프	멸치	해물	치킨	카레	치즈	허브	케이준	혼다시
농축물	79	79	79	79	79	79	79	79	79
Lactose	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
maltodextrin	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
galic	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
대파분	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
pepper	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
inulin	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
caseinate	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
beef ext.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
vit C	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
tocoperol	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
비프시즈닝	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-
멸치시즈닝	-	10.0	-	-	-	-	-	-	-
해물시즈닝	-	-	10.0	-	-	-	-	-	-
치킨시즈닝	-	-	-	10.0	-	-	-	-	-
카레분	-	-	-	-	10.0	-	-	-	-
치즈분(시즈닝)	-	-	-	-	-	10.0	-	-	-
허브 (오레가노/바질)	-	-	-	-	-	-	10.0	-	-
케이준	-	-	-	-	-	-	-	10.0	-
혼다시	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
평가	느끼함	풍미 조화	감칠맛	우수 담백	풍미 우수	-	우수 조화	우수 조화	풍미 우수



Fig. 52. Cubes of various flavor (ex)

(마) 설령탕 풍미를 반영한 편이식 개발

설령탕 농축물을 이용하여 설령탕 풍미를 반영한 편이식 개발의 일환으로 수프류 개발을 검토하였다. 시판 수프류 제품 중 액상, 분말, 크램차우더 타입 20-30 여 종을 수집하여 재료특성을 평가하고 중량, 물첨가비, 외관, 염도, 점도 및 관능적 특성을 조사하여 수프류 제품의 개발에 참고하였다(Table 55, 56).

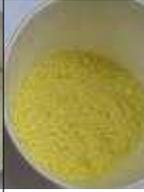
상기 조사결과를 바탕으로 물 첨가비는 7.5~10배, 염도는 0.8%수준으로 설정하였고 양송이, 브로콜리, 쇠고기 야채, 우유크림 및 단호박 스프 형태의 제품이 설령탕 육수와 잘 어울릴 수 있는 제품으로 평가되어 이에 대한 시험평가를 실시하였다(Table 57).

관능평가 결과 다소의 문제점들이 지적되었지만 쇠고기수프와 양송이 수프는 매우 우수한 제품으로 개발 가능성이 기대되었다. 본 연구에서는 계속해서 상기 시험제품들을 동결건조한 다음 농축 비를 고려하여 복원한 후 관능평가를 실시하였다. 그 결과 색상은 물론 향과 맛 모두 동결하기 이전과 유사한 것으로 평가되어 이들 제품은 대부분 상품화가 가능할 것으로 기대되었다.

Table 55. Various ingredients in commercial products

액상스프	클램차우더	분말스프
정제수 정제소금 감자 밀가루 우유 양파 효모추출물 양송이버섯 농축대두단백 식물성유지(옥수수유, 면실유, 카놀라유, 대두유) L-글루타민산나트륨(향미증진제) 히드록시프로필인산이전분 크림(우유) 양파 혼합제제(변성전분, 말토덱스트린) 샐러리 체다치즈분말 스킴밀크프리퍼레이션 증숙감자 생크림 버터	감자 정제수	양파분 백설탕 텍스트린 감자전분 효모추출물 분말유크림 (유크림, 유당, 카제인Na, 유화제, 인산이(K)) 정제염 L-글루타민산나트륨(향미증진제) 구아검

Table 56. Characteristics of commercial soup products

제품명	우리쌀을 넣어 더욱 든든한-포테이토	우리쌀을 넣어 더욱 든든한-콘크림	콘스프	포르치니 버섯스프	양송이 수프	쇠고기 수프	쇠고기 스프	브로콜리&로마노치즈스프
제조사	C사	C사	V사	V사	C사	C사	O사	P사
조리 전								
조리 후								
스프(g)	20	20	18.6	17.2	60	60	80	30
물(mL)	150	150	150	150	600	600	800	180
첨가비	7.5	7.5	8.1	8.7	10	10	10	6.0
염도(%)	0.93	0.70	0.81	0.81	0.70	0.81	0.81	0.93
점도	581.9 ¹⁾	111.4 ²⁾	796.8 ¹⁾	73.6 ²⁾	1788 ³⁾	1189 ³⁾	5135 ³⁾	17.32 ²⁾
관능 평가	-짠맛이 강함 -쌀죽맛 -감자가루가 느껴짐 -후미가 텁텁함	-많이 달고 인공(플라스틱, 비닐)맛 -옥수수맛 강함 -물은편	-단맛과 짠맛이 적절 -사카린, 소다맛 -점성이 적절	-건더기가 있는 경우 점성이 적절	-밀가루 전분(가루) 느껴짐	-소고기 맛, MSG, 당근 맛 -라면 스프 맛 -가루가 느껴짐	-라면 스프, MSG -밀가루	-짠맛이 강함 -치즈맛이 풍부 -파슬리가루가 있어 외관이 좋음

1) S62-RPM30. 2) S61-RPM30. 3) S63-RPM20.

Table 57. Recipes and sensory evaluation of soups prepared in this experiment

재 료	양송이	브로콜리	쇠고기야채	우유크림	단호박
					
설령탕 원액	48.21	32.10	74.79	57.97	50.25
쌀가루			8.31	6.44	3.73
밀가루	1.81				
우유	24.10	16.05		12.88	9.95
생크림		8.02		12.88	9.95
쇠고기			5.54		1.24
양송이	17.55		2.77	1.61	
브로콜리		16.05			
감자		22.46	2.77	1.61	
단호박					24.88
당근			2.77		
시금치			2.77		
파채	3.63				
양파분	0.6	1.33	0.28	0.17	
다진마늘		1.60			
체다+ 고다치즈				3.22	
버터	1.45	1.92		3.22	
파마산치즈	0.36				
슬라이스치즈	1.81				
후추	0.12	0.16			
소금	0.36	0.31			
총계	100	100	100	100	100
관능평가 및 보완점	-양송이와 어울림이 좋다. (상승효과) -백후추 대체 -염분 줄이기 -양송이 입자 살릴 것	-담백하다 -입자가 거침 -맛의 특성이 없다. -염분 늘리기 -외관이 좋다	-식감 우수 -MSG 맛 (느끼한 맛) -야채색상 보완할 것 -단맛 부여	-색감이 좋다 -우유와 어울림이 좋다. (상승효과) -점성이 좋다	-단맛이 적절 -단호박 전분이 다량 함유되어 있으므로 쌀가루 줄일 것

(바) 양송이 및 쇠고기수프의 점성조절 및 제품화

상기 수프제품의 점성 부여를 위해 수프에 적합한 것으로 보이는 전분 및 구아검을 이용하여 적정 물성을 검토하였다(Table 58). 먼저 전분 및 구아검을 정제수에 용해시켜 점도를 평가한 결과 전분은 0.5-3.0%에서 24-57.9 cps를 보였고 구아검은 0.1-0.5% 범위에서 5-161.7 cps 범위를 나타내어 전분과 구아검을 적절히 이용하여 일반 시판 수프제품의 범위인 40-200 cps 수준에 맞추고자 하였다.

상기의 결과를 바탕으로 양송이 및 비프수프에 대해 전분 1.5% 첨가구, 구아검 0.5% 첨가구 및 전분과 구아검을 각각 0.5%되게 첨가한 처리구에 대해 관능평가를 실시하였다(Table 59~61, Fig. 53, 54). 양송이와 비프수프는 전분/구아검 0.5% 혼합처리 시 외관, 점성, 마우스필링 및 목넘김이 가장 우수하였고, 그 다음으로 구아검 0.5% 처리구가 우수하게 나타났다. 따라서 점성부여제로 구아검과 전분을 적절히 혼합하여 시판 수프제품의 점도범위인 40-200 cps에 맞추거나 본 상품의 특성에 맞는 점도 수준을 부여해도 큰 문제가 없을 것으로 생각되었다.

Table 58. Viscosity of potato starch and Guar gum

농도	감자전분	구아검
0	0	0
0.1	-	5.4
0.3	-	24.7
0.5	-	161.7
1.5	24.0	-
2.0	36.6	-
3.0	57.9	-

측정은 80℃, 스피들 no. 62S, 100 rpm

Table 59. Sensory evaluation of mushroom soup added with potato starch(0.5%) and Guar gum(0.5%)

	무첨가	전분 1.5%	구아검 0.5%	구아검/전분 0.5%/0.5%
외관	6.0	6.0	6.9	7.2
점성	-	5.0	7.0	7.5
mouthfeeling	5.5	5.8	6.8	7.4
consistency	5.0	5.0	6.7	6.6
주요특성	선명하고 깔끔	선명하고 깔끔	윤기있고 농후함	윤기있고 농후함



Fig. 53. Mushroom soup added with potato starch(0.5%) and Guar gum(0.5%)

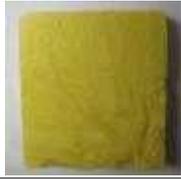
Table 60. Sensory evaluation of beef soup added with potato starch(0.5%) and Guar gum(0.5%)

	무첨가	전분 1.5%	구아검 0.5%	구아검/전분 0.5%/0.5%
외관	5.7	5.9	6.7	7.0
점성	-	5.3	6.9	7.1
mouthfeeling	5.8	6.2	6.6	7.2
consistency	5.4	5.4	6.9	7.0
cps				
주요특성	선명하고 깔끔	선명하고 깔끔	윤기있고 농후함	윤기있고 농후함



Fig. 54. Beef soup added with potato starch(0.5%) and Guar gum(0.5%)

Table 61. Freeze dried products of developed soups

	양송이	브로콜리	쇠고기야채	우유크림	단호박
동결 건조					
수율 (%)	16.95	23.99	13.25	23.13	21.87
농축비	5.9	4.16	7.55	4.32	4.57

(5) 개발제품(설령탕 큐브 및 응용 수프류)에 대한 관능평가

(가) 국내 거주 미국인 평가

상기의 설령탕큐브, 이를 응용한 비프수프 및 양송이 수프의 수출상품화 가능성을 평가하고자 국내체류 북미인을 대상으로 시식평가를 실시하였다(Fig. 55, Table 62~64). 국내거주 미국인들은 총 10명이 참여하였으며 일반사항으로서 남성 3, 여성 7명이었고 모두 20대 중후반의 유치원 원어민 교사로 구성되었다.

제시된 3종의 시료에 대해 종합기호도에서 6.33 이상의 높은 점수를 보였고 기본이 되는 설령탕큐브(시료 A)는 외관에서는 5.17로 다소 낮은 점수를 보였으나 향과 맛에서 6.67점으로 비교적 높은 점수를 나타내었고 mouth-feeling과 after taste에서 각각 7.5점 및 7.17점으로 높은 점수를 나타내었다.

설령탕큐브를 이용하여 제조한 beef 수프(시료 B)는 외관에서는 7.33, 향과 맛에서는 각각 7.83 및 7.67로 매우 높은 점수를 나타내었고 mouth-feeling과 after taste에서는 모두 7.5점으로 높은 점수를 나타내었다. 설령탕큐브를 이용하여 제조된 양송이수프(시료 C)의 경우 외관에서는 7.50으로 높은 점수를 보였으며 향과 맛에서 각각 7.17 및 7.50점으로 매우 우수하였으며 mouth-feeling과 after taste에서 모두 7.50점으로써 매우 높은 점수를 나타내었다.

한편 상기 시료에 대하여 중요속성에 대한 JAR(just about right) 척도 평가에서 설령탕큐브는 짠맛과 농후함이 적당한 반면 비프향과 단맛이 다소 강한 것으로 평가되었으며 비프수프는 단맛과 짠맛이 적당한 반면 비프향 및 농후함이 다소 강한 것으로 평가되었다. 양송이수프의 경우에는 단맛과 짠맛이 적당한 반면 비프향과 농후함은 다소 강한 것으로 나타났다.

상기 결과로부터 미국인들은 시료 3종에 대해 높은 기호도를 보였는데 설령탕큐브(시료 A)에 비해서 이를 응용한 수프제품에 대해서 매우 높은 기호도를 보여 설령탕큐브 및 이를 응용한 비프 혹은 양송이 수프는 수출상품화가 충분히 가능할 것으로 판단되었다.



Fig. 55. Sample presentation method and survey analysis (English preschool office in Gyeonggi-do)

Table 62. Sensory evaluation for Americans (9 pts hedonic scale)

Attributes	A(cube)	B(Beef)	C(Mushroom)
Appearance*	5.17±2.32 ^a	7.33±0.82	7.50±1.05
Aroma	6.67±0.89 ^a	7.83±0.75 ^a	7.17±1.60 ^a
Flavor(Savory)	6.67±0.82 ^a	7.67±1.21 ^a	7.50±1.52 ^a
Mouth feeling	7.50±0.55 ^a	7.17±0.75 ^a	7.50±1.38 ^a
After taste(Umami)	7.17±1.17 ^a	7.83±0.75 ^a	7.50±1.76 ^a
Overall Preference	6.33±1.51 ^a	7.83±0.98 ^b	8.00±1.10 ^b

Table 63. Sensory evaluation for Americans (JAR scale, 1-7)

Attributes	A(Cube)	B(Beef)	C(Mushroom)
Beef odor	4.83±1.47 ^a	4.67±0.52 ^a	4.67±0.82 ^a
Sweetness	4.83±0.75 ^a	3.83±1.17 ^a	4.33±1.21 ^a
Saltiness	4.17±1.33 ^a	4.00±0.63 ^a	4.33±0.52 ^a
Thickness	4.00±1.55 ^a	5.33±1.03 ^a	5.33±1.37 ^a

Table 64. Comments of American

<ul style="list-style-type: none"> - Excellent soup! Maybe make sample C a little thinner. Great flavor ! So, delicious. - Each product was very flavorful. I will definitely consider purchasing each soup When is available for purchase. - Sample A is less than desired. It looks like chicken broth. Needs to be thicker for a soup. I think. Sample B is great soup ! I would buy it ! Very good !!, good soup. It has a bad after taste. - All were very good, but all could use a little more salt. Definitely cannot tell they are from a powder which is good. - The sample C was my favorite, but could be a bit saltier. - I couldn't tell it was powdered, it was so delicious !! Sample C was my favorite!!

(나) 내국인 평가

상기 국내채류 북미인을 대상으로 한 설령탕큐브, 이를 응용한 비프수프 및 양송이 수프에 대한 평가 결과와 비교를 위해서 한국인 패널 6명을 선발하여 동일한 방법으로 시식평가를 실시하였다(Table 65, 66). 시식평가에 내국인 총 10명이 참여하였으며 모두 여성으로 구성되었고 20대 중후반의 한국식품연구원으로 구성되었다.

제시된 3종의 시료에 대한 종합기호도에서 한국인은 미국인들과 같이 양송이에 대해 7.50점으로 가장 선호였고 비프수프와 큐브는 각각 6.0 및 5.83 수준으로 비교적 우수한 점수를 나타내었다. 한편 속성별로 볼 때 설령탕큐브(시료 A)는 외관에서는 4.0으로 낮은 점수를 보였으며 향은 5.00으로 보통이었고 맛은 6.83점으로 높은 점수를 보였으며 mouth-feeling과 after taste에서 각각 6.33점 및 6.50점으로 비교적 높은 점수를 나타내었다. 설령탕큐브를 이용하여 제조한 beef 수프(시료 B)는 외관에서는 6.17, 향 과 맛에서는 각각 5.67 및 6.00로 비교적 우수한 점수를 나타내었고 mouth-feeling에서는 5.33점으로 보통이였으며 after taste에서는 4.83점으로 보통이하의 점수를 나타내었다. 양송이수프(시료 C)의 경우에는 외관에서 7.17로 높은 점수를 보였으며 향과 맛에서 각각 7.50 및 7.17점으로 매우 우수하였고 mouth-feeling과 after taste에서 모두 6.17점으로 비교적 높은 점수를 나타내었다.

상기 시료에 대하여 중요속성에 대해 JAR(just about right) 척도를 평가한 경우 설령탕큐브는 비프향과 짠맛이 강한 것으로 평가되었으며 비프수프는 비프향, 짠맛 및 농후함이 강한 것으로 평가되었다. 양송이수프의 경우에 단맛은 적당한 반면 짠맛, 비프향과 농후함은 다소 강한 것으로 나타났다.

상기 결과 한국인들은 설령탕큐브를 비롯한 이의 응용제품에 대해 적어도 보통 이상의 기호도를 보였고 시료 중에서 양송이수프는 종합기호도가 7.5점에 이를 정도로 특히 강한 선호도를 보였다. 다만 상기 시료에 대한 JAR 척도 평가에서 나타난 결과를 바탕으로 레서피를 다소 조정한다면 한국인의 기호도를 보다 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

Table 65. Sensory evaluation for domestic people (9 pts hedonic scale)

Attributes	A(Cube)	B(Beef)	C(Mushroom)
Appearance*	4.00±1.26 ^a	6.17±2.14 ^b	7.17±1.17 ^b
Aroma	5.00±2.10 ^a	5.67±1.97 ^{ab}	7.50±0.84 ^b
Flavor(Savory)	6.83±0.75 ^a	6.00±1.26 ^a	7.17±0.98 ^a
Mouth feeling	6.33±1.37 ^a	5.33±1.21 ^a	6.17±1.72 ^a
After taste(Umami)	6.50±1.22 ^a	4.83±0.98 ^a	6.17±1.83 ^a
Overall Preference	6.00±1.26 ^a	5.83±1.47 ^a	7.50±1.22 ^a

Table 66. Sensory evaluation for domestic people (JAR scale, 1-7)

Attributes	A(Cube)	B(Beef)	C(Mushroom)
Beef odor	6.67±0.52 ^a	5.67±1.75 ^a	5.33±1.03 ^a
Sweetness	4.50±0.84 ^a	4.83±1.72 ^a	4.33±1.37 ^a
Saltiness	5.67±1.21 ^a	6.33±0.82 ^a	5.00±1.10 ^a
Thickness*	3.83±1.47 ^a	6.33±1.03 ^b	5.17±1.17 ^{ab}

(6) 개발제품의 유통안정성 평가

설령탕 큐브의 유통 안정성 및 이를 응용하여 제조한 수프제품에 대해 유통 안정성을 평가하고자 하였다. 먼저 액상설령탕 농축물의 총균수를 제어하기 위해 100℃ 열수살균을 행하였다. 그 결과 초기 총균수 2.68 log이던 시료는 열수처리시간이 진행됨에 따라 감소되는 경향을 보여 5분 처리 시 2.00 log, 10분 처리 시 1.74 log 15분 처리 시에는 1.45 log로 감소하였으며 더 이상 처리하여도 균은 감소하지 않았다.

본 연구에서는 액상농축물의 총균 감소율을 높이고자 100℃에서 열수살균 5분 혹은 10분 가열 후 냉각시킨 뒤 다시 이를 5분에서 15분까지 처리하는 간헐살균법을 실시하였다(Table 67) 그 결과 간헐살균 처리구는 대조구에 비해 감소였지만 상기의 열수처리의 결과와 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 67. Effect of hot water on the total microbes in concentrate(x10)

unit : Log cfu

	처리시간(mins)				
	0	5	10	15	20
총균수	2.68	2.00	1.74	1.45	-

Table 68. Tyndallization effect on the total microbes in concentrate(x10)

unit : Log cfu

	Treatments(mins-mins)							
	con	5-5	10-5	10-10	10-15	15-5	15-10	15-15
총균수	3.31	2.83	2.16	2.20	2.24	2.43	2.22	2.31

본 연구에서는 상기의 농축물 살균처리구 중 100℃, 15분 처리구, 농축물의 동결건조물, 비프수프 및 양송이수프 시료 동결건조물을 제조하고 이를 35℃ incubator에 저장하면서 일정기간별로 총균수, 색도 및 TBA의 변화를 분석하였다(Table 69~71, Fig. 56). 그 결과 총균수에서는 농축액 분말, 비프수프분말 및 양송이수프분말은 저장 21일 후에도 초기 균수에 비해 늘어나지 않아 미생물 증식은 일어나지 않는 것으로 평가되었다. 그러나 액상농축물의 경우 초기에 2.17 log 이던 것이 저장 7일 후에는 3.72 log로 급격히 증가하였고 저장 14일에는 6 log 이상 증식하는 것으로 나타나 액상 농축물은 매우 쉽게 부패가 일어나 유통 안정성이 매우 낮은 것으로 평가되었다.

Table 69. Changes of total microbes during storage at 35℃

unit : log cfu/g

Storage time(days)	샘플			
	농축액	농축액분말	쇠고기스프	양송이스프
0	2.17	2.66	2.24	2.06
7	3.72	2.85	2.42	2.37
14	6.39	2.84	2.59	1.93
21	6.77	2.68	2.24	2.25

한편 색상의 경우 일반적으로 ΔE^*ab 의 값이 0-0.5은 색차가 거의 없는 경우이고, 0.5-1.5은 근소한 차이, 1.5-3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0-6.0은 현저한 차이, 6.0-12은 극히 현저한 차이, 12이상은 다른 계통의 색으로 해석할 수 있다. Table 70과 같이 저장 중 시료들의 초기 색상 대비 delta E 치를 비교할 경우에 액상농축액은 저장 7일에 10을 이미 넘어 상당한 색상의 변화가 초래되었으나 농축물의 분말형태인 큐브분말은 저장 7일경에 4.20으로서 농축물 보다는 상대적으로 낮게 나타나는 특성을 보였다(Fig. 56). 양송이스프분말은 저장 21일에 4.33로 비교적 차이를 보였고 비프수프는 저장 21일에 2.58로써 초기 대비 감지할 정도의 수준으로써 다른 시료들에 비해서 색상 안정성을 보였다.

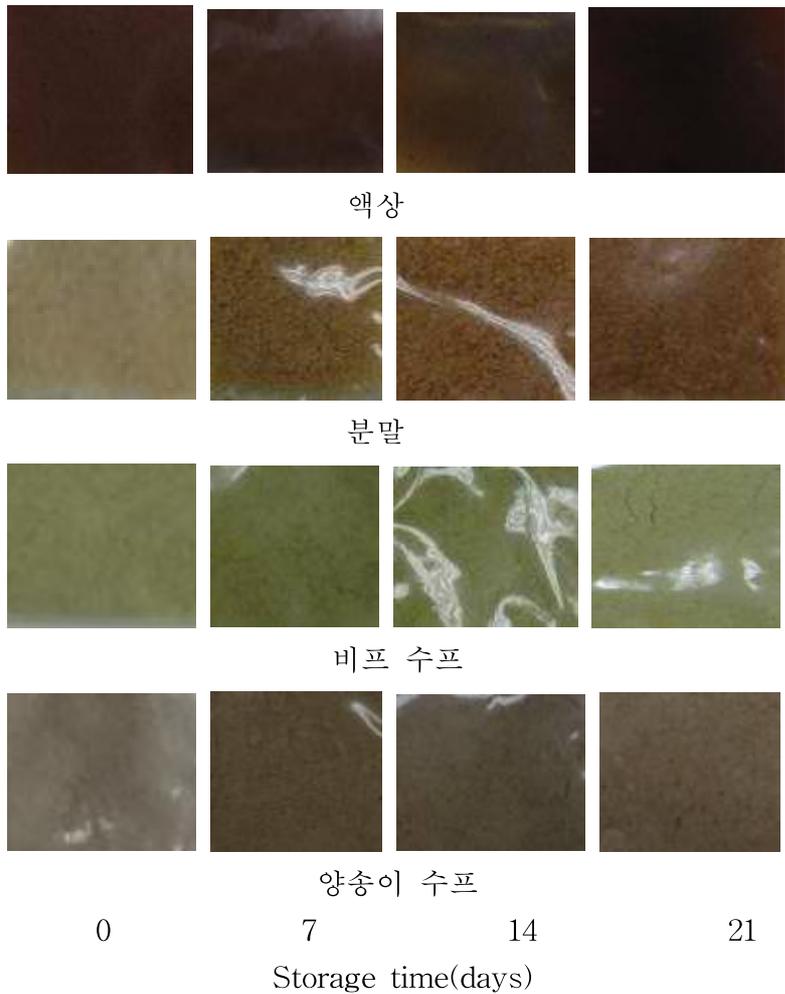


Fig. 56. Changes of color of samples during storage

Table 70. Color changes of samples during storage

	저장일 (days)	Color			E
		L	a	b	
농축액	0	47.74	6.46	21.00	0.00
	7	39.33	9.91	16.50	10.14
	14	36.43	11.82	13.99	14.35
	21	31.44	7.79	9.76	19.84
큐브분말	0	70.16	2.98	18.47	0.00
	7	67.28	4.55	21.10	4.20
	14	58.75	7.37	18.67	12.23
	21	55.04	8.29	19.11	16.04
쇠고기스프 분말	0	66.43	-5.39	19.97	0.00
	7	66.69	-7.27	21.67	2.55
	14	66.38	-7.48	22.09	2.98
	21	66.70	-7.44	21.52	2.58
양송이스프분 말	0	60.97	1.32	13.23	0.00
	7	59.23	1.49	14.05	1.93
	14	58.6	1.59	13.99	2.50
	21	56.83	1.94	14.35	4.33

Table 71에는 TBA가를 분석한 결과를 나타내었다. 시료 중에서 농축액은 특히 저장기간이 지남에 따라 TBA치가 증가하는 경향을 보여 저장 7일에 3.43 mg malonaldehyde/kg, 저장 21 일에는 4.49 mg malonaldehyde/kg로써 초기에 비해 64%나 증가하였다. 반면 큐브분말이나 비프수프는 저장 21일 까지 초기 수준과 거의 동일한 수준을 보였고 양송이 수프도 초기에 비해 약간 증가하는 것으로 나타났다.

상기 결과로부터 시료 중 액상 농축액은 35°C 저장 중 미생물, 색상 및 지방산화에 매우 불안정하여 제품화에는 한계가 있다고 할 수 있다. 그러나 분말형태의 모든 시료는 미생물 및 지방산화에 안정성을 나타내어 제품화 가능성이 시사되고 있다. 다만 분말시료는 본 실험조건에서 색상에 다소 불안정성을 보였지만 차광포장, 탈기 및 흡습제의 활용으로 색상 안정성을 강화 할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 71. TBA changes of seolleongtang products during storage

unit : mg malonaldehyde/kg

시료	저장기간(days)			
	0	7	14	21
액상농축액	2.73	3.43	-	4.49
큐브분말	2.66	2.85	2.84	2.68
쇠고기 야채스프	2.24	2.42	2.59	2.24
양송이스프	2.06	2.37	1.93	2.25

(7) 설렁탕 제품 유형별 동반음식 적용 평가

(가) 설문조사

설렁탕 농축물의 응용을 위해 2013. 2월 한국식품연구원 및 외부 전문가 40인에 대해 액상농축물, 고체상(큐브) 농축물의 적용 가능음식에 관한 설문조사를 실시하였다(Table 72).

설렁탕 농축물의 적용가능음식은 총 340여 종이 제시되었고 액상농축물 적용에는 동양식에서 갈비찜 등 64종, 서양식에서 크림스파게티 등 56종이 제시되고 고체상(큐브)농축물 적용에는 동양식에서 김치찌개 등 61종, 서양식에서 수프 등 51종이 제시되었다. 분말상농축물 적용에서는 동양식에서 라면수프 등 61종, 서양식에서 수프 등 50종이 제시되었다.

응답빈도와 적용가치성을 분석한 결과 된장찌개, 계란찜, 두부조림, 떡볶이, 카레, 떡국, 주먹밥, 죽(고명), 설렁탕소금, 볶음밥, 쌀국수, 크림스파게티, 리조또, 팝콘, 나초, 피자 및 스테이크 품목이 시험 적용 대상으로 선정되었다.

Table 72. Survey results on the menu harmonious with seolleongtang products

액상농축물				고상농축물				분말상농축물			
동양식	n	서양식	n	동양식	n	서양식	n	동양식	n	서양식	n
갈비찜	2	크림스파게티	9	김치찌개	7	수프	5	라면수프	6	수프	7
계란찜	2	봉골레	2	된장찌개	7	비프스튜	2	천연조미료	5	스파게티	3
김치찌개	6	비프스튜	5	만두국	4	크림파스타	3	육수	4	피자토핑	3
냉면	2	테리야끼소스	2	부대찌개	4	커리소스	2	쌈장	3	크림리조또	2
떡국	7	리조또	3	쌀국수	4	소스	2	우동	2	치킨도리아	2
뽕양꿩	2	샤브샤브	2	육개장	3	스파게티소스	2	국수육수	2	양파소프	2
라멘	4	크림소스	2	찜닭	3	크림리조또	1	갓죽	2	파스타 육수	2
부대찌개	3	소스류	3	갈비찜	2	리조또	1	감자탕육수	1	카레	2
불고기양념장	2	크림수프	7	샤브샤브	2	양파수프	1	갈비탕	1	리조또	2
사골칼국수	2	스테이크소스	1	감자탕	2	감자양파수프	1	꼬리곰탕	1	스테이크고명	2
쌀국수	2	양파소스	1	떡볶이	2	브로콜리수프	1	닭계장	1	치킨튀김옷	2
육개장	4	오믈렛소스	1	장조림	2	크림수프	1	만둣국	1	감자튀김	2
칼국수	2	우스타소스	1	떡국	2	닭고기수프	1	미소된장국	1	소스류	2

(나) 동반음식 관련 관능평가

설문조사를 통해 선정된 된장찌개, 계란찜, 두부조림, 떡볶이, 카레, 떡국, 주먹밥, 죽(고명), 설령탕소금, 볶음밥, 쌀국수, 크림스파게티, 리조또, 팝콘, 나초, 피자, 스테이크에 대하여 전문가 패널 10명이 관능평가를 실시하였다(Table 73, Fig. 57).

액상 농축물과 고체상 농축물은 조리로 인하여 음식에 녹아 들어갈 경우에 동일한 효과를 부여하기 때문에 된장찌개, 계란찜, 두부조림, 떡볶이, 카레, 떡국, 볶음밥, 쌀국수, 크림스파게티, 리조또 및 스테이크에 대해서는 액상농축물(혹은 큐브)을 적용하고 주먹밥, 죽(고명), 설령탕소금, 팝콘, 나초, 피자는 분말상의 농축물을 사용하였다.

관능평가는 맛 부여효과, 어울림, 기호도 및 상품성 4가지 항목에 대하여 7점 척도(1점: 매우 싫음, 4점: 보통, 7점: 매우 좋음)로 평가하였고 맛 부여효과에서는 크림스파게티와 팝콘이 각각 5.64로 가장 높았고 설령탕소금 5.5, 리조또 5.36, 떡국 5.27, 주먹밥 5.09, 된장찌개와 죽고명 5.0 순으로 우수하게 나타났으며 어울림에서는 팝콘 5.91, 크림스파게티 5.82, 설령탕소금 5.80, 카레 5.64로 우수하였고 떡국과 피자 5.45, 리조또 5.18, 된장찌개 5.09, 주먹밥과 죽고명 5.0의 순으로 우수하였다. 기호도 평가에서는 크림스파게티 6.0, 팝콘이 5.91, 피자 5.64로 우수하였고 설령탕소금 5.30, 카레, 주먹밥 및 죽고명 5.27, 떡국 5.0의 순으로 비교적 우수하게 나타났고 상품성 평가에서는 팝콘 6.0, 5.91, 피자 5.73 주먹밥 5.55 순으로 우수하였으며 죽고명 5.36, 설령탕소금 5.20, 리조또 및 떡국 5.0의 순으로 비교적 우수하게 나타났다.

상기 결과들을 종합할 때 크림스파게티와 팝콘이 모든 항목에서 우수하게 나타났고 설령탕소금과 피자 품목의 응용가치가 높을 것으로 기대되었다.

Table 73. Sensory evaluation on Menu added with seolleongtang products (n=10)

메뉴	맛부여효과	어울림	기호도	상품성
된장찌개	5.00±1.10	5.00±1.10	4.64±1.50	4.82±1.25
쌀국수	5.09±1.04	4.91±1.38	4.64±1.57	4.55±1.69
계란찜	3.45±0.93	3.45±0.93	3.82±1.17	3.27±1.10
두부조림	3.91±1.51	4.09±1.64	3.64±1.29	3.64±1.69
떡볶이	4.64±1.36	4.55±1.69	4.27±1.01	4.09±1.70
카레	4.55±1.37	5.64±1.03	5.27±1.27	4.82±1.72
크림스파게티	5.64±1.21	5.82±1.66	6.00±1.41	5.91±1.45
리조또	5.36±0.81	5.18±1.08	4.91±1.22	5.00±1.10
떡국	5.27±1.10	5.45±1.13	5.00±1.34	5.00±1.48
주먹밥	5.09±1.04	5.09±1.30	5.27±1.19	5.55±1.13
죽 고명	5.00±1.26	5.00±1.34	5.27±1.19	5.36±1.57
설령탕소금	5.50±1.18	5.80±1.03	5.30±1.42	5.20±1.48
볶음밥	4.64±1.21	4.91±1.22	4.55±1.51	4.64±1.63
팝콘	5.64±0.92	5.91±0.83	5.91±0.54	6.00±0.89
나초	4.27±1.19	4.73±1.35	4.91±1.30	4.55±1.51
피자	4.91±1.14	5.45±0.82	5.64±0.81	5.73±1.01
스테이크	3.64±1.03	4.64±1.29	4.82±1.25	4.55±1.37



된장찌개



계란찜



두부조림



떡볶이



카레



떡국



크림스파게티



리조또



주먹밥



죽고명



설렁탕소금



볶음밥



팝콘



피자



스테이크

Fig. 57. Menu added with seolleongtang products

(8) 표준제조공정

설령탕육수를 농축하고 이에 대해 물성, 기호 및 용도 등을 감안하여 액상농축물, 큐브, 분말 및 이를 응용한 수프제품 제조공정 및 제품(Fig. 58)은 아래와 같다.

○ 액상농축물의 경우

사골육수 ---> 여과 ---> 감압농축 -----> 소재혼합-----> 균질화 ---> 살균 ---> 포장의 공정을 제시할 수 있다.

○ 큐브제품의 경우

사골육수 ---> 여과 ---> 감압농축 -----> 소재혼합 -----> 냉동 혹은 냉장 ---> 큐브성형틀 충전 ---> 건조(동결 혹은 감압) ---> 포장 공정의 단계로 구성할 수 있다.

○ 분말제품의 경우

사골육수 ---> 여과 ---> 감압농축 -----> 소재혼합 -----> 냉동 혹은 냉장 ---> 건조(동결 혹은 감압) ---> 분쇄-----> 포장 공정의 단계로 구성할 수 있다.

○ 수프 제조공정의 경우

재료볶기---> 중탕 ---> 균질화 --->농축 -----> 냉동(냉각) -----> 건조(동결 혹은 감압) ---> 포장 공정



Fig. 58. Developed products in the laboratory

상기 각 공정에 필요한 공정규모와 해당 설비들을 Fig. 59에 제시하였으며 보다 상세한 설비와 코스트 부분에 대해서는 업체의 환경에 따라 달라질 수 있으므로 추후 보완할 수 있을 것으로 생각된다.



<여과>



<감압농축>



< 농축물의 감압건조 >



<건조물 분쇄>



<조미소재 혼합 교반 >

Fig. 59. Various apparatus for manufacturing of seolleongtang products

(9) 제품 활용법 레시피

설령탕큐브제품의 음식 응용 방법에 대해 시험조리를 실시하고 아래와 같이 스프류, 육류, 국, 찌개, 전골, 면류, 밥 죽, 조림, 찜, 소스류, 스낵 및 디저트류 31 종의 레시피를 작성하였다.

본 연구에서 작성된 레시피는 시안 1과 시안 2의 형태로 편집할 수 있고, 향후 본 연구결과 의 end user가 본 시안을 참고하여 홍보용 자료로서 더욱 발전시킬 수 있을 것으로 기대한다.

동반음식 종류

(가) 스프 류

- ① 크랩 차우더
- ② 브로콜리 스프
- ③ 양송이 스프
- ④ 단호박 스프
- ⑤ 크림 스프

(나) 육류

- ① 폭잡
- ② 등갈비 소스류
- ③ 크림소스 스테이크

(다) 국 · 찌개 · 전골

- ① 김치찌개
- ② 떡국
- ③ 부대찌개
- ④ 된장찌개
- ⑤ 샤브샤브
- ⑥ 미역국

(라) 면류

- ① 크림스파게티(까르보나라)
- ② 칼국수
- ③ 라면
- ④ 우동
- ⑤ 쌀국수

(마) 밥, 죽

- ① 주먹밥
- ② 볶음밥(플레이크)
- ③ 소고기죽
- ④ 전복죽

(바) 조림, 찜

- ① 두부조림
- ② 계란찜
- ③ 떡볶이

(사) 소스류

- ① 카레
- ② 리조또

(아) 스낵, 디저트류

- ① 팝콘
 - ② 나쵸
 - ③ 피자
-

(가) 스프 류

① 크랩 차우더

MENU	크랩 차우더		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

크랩 차우더		
재료명	재료량	만드는 방법
바지락 조개	200g	1. 냄비에 물 500g를 넣고 팔팔 끓이다가 해감해둔 바지락 을 넣고 조개가 입을 벌릴 때 까지 끓인다. 조개육수는 따 로 준비 하고 조갯살은 굵게 다져둔다. 2. 양파는 사방 0.5cm, 감자는 1cm 정도로 chopping하여 준비한다. 3. 잘 달군 팬에 양파를 볶다가 투명하게 되면, 버터와 밀가 루를 넣고 잘 볶는다. 4. 준비된 조개육수 2컵을 조금씩 들어가며 잘 짓는다. 팔 팔 끓게 되면 준비한 감자와 설령탕 가루를 넣고 10-12분 간 끓인다. 5. 감자가 다 익으면, 다진 조갯살과 우유, 생크림을 넣고 3-5분간 끓인다. 6. 걸쭉해지면 소금과 후추로 간을 하고, 그릇에 옮겨 파슬 리 가루와 크루통으로 장식한다.
양파	100g	
감자	100g	
버터	26g	
설령탕 가루	18g	
생크림	120g	
소금	2g	
흰후추가루	2g	
다진 파슬리	1g	
크루통	3g	
물	500g	



② 브로콜리 스프

MENU	브로콜리 스프		
1인 분량 (g)	500g	1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

브로콜리 스프		
재료명	재료량	만드는 방법
브로콜리	71g	1. 버터13g , 다진마늘 13g을 볶는다. 2. 마늘을 살짝 볶은 뒤 양파를 넣고 볶는다. 3. 양파를 2분 볶다가 감자를 넣고 중불에 5분 볶아준다. 4. 감자가 익고 나서 육수를 넣고 재료들이 잠길 때 까지 자작하게 부어준다. 5. 감자가 익을 때 까지 5분이상 끓인다. 6. 위에 재료들을 믹서에 간다. 7. 믹서에 간 재료를 우유 200g를 넣고 끓이면서 후추 간을 한다.
양파	12g	
감자	20g	
우유	200g	
생크림	7g	
설탕	30g	
버터	13g	
후추	2g	
소금	2g	
다진마늘	13g	



③ 양송이 스프

MENU	양송이 스프		
1인 분량 (g)	500g	1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

브로콜리 스프		
재료명	재료량	만드는 방법
양송이	83g	1. 팬에 버터를 두르고 , 중불로 달궈 양파, 파가루를 넣고 3분 볶는다. 2. 양송이를 넣고 후추를 넣고, 2-3분 볶다가 물이 생기면 밀가루를 넣고 볶는다. 3. 설텡탕을 넣고, 센 불로 한번 끓이고 나서 10-12분 중불로 끓인다. 4. 멉근해 지면 우유를 넣고 실온에서 식힌다. 5. 믹서기에 재료를 넣고 간다. 6. 다시 냄비에 넣어 파마산 치즈가루, 소금을 넣고 끓인다. 7. 슬라이스 치즈를 넣어 장식한다.
양파	30g	
파가루	17g	
밀가루	10g	
설텡탕	230g	
파마산치즈	3g	
버터	7g	
후추	2g	
소금	2g	
슬라이스 치즈	9g	
우유	115g	



④ 단호박 스프

MENU			
1인 분량 (g)	500g	1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

브로콜리 스프		
재료명	재료량	만드는 방법
설령탕 육수	300g	1. 단호박은 씨를 빼고 찢 후에 적당한 크기로 썰어 둔다. 2. 냄비에 다진 쇠고기를 넣고 볶아준다 3. 믹서기에 우유, 단호박, 볶은 쇠고기를 넣고 갈아준다. 4. 냄비에 믹서에 간 재료를 붓고, 설령탕 육수, 쌀가루, 생크림을 부어준다. 5. 원하는 농도가 될 때까지 저어주면서 끓인다. 6. 그릇에 담고 크루통으로 장식한다.
쌀가루	22g	
우유	60g	
생크림	60g	
다진 쇠고기	7.5g	
단호박	150g	
크루통	조금	



⑤ 크림 스프

MENU			
1인 분량 (g)	500g	1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

브로콜리 스프		
재료명	재료량	만드는 방법
설령탕 육수	280g	1. 감자를 깎아 0.5cm로 깎둑썰기 한다. 양송이도 잘게 썰어둔다. 2. 냄비에 양송이 버섯과, 감자를 볶다가 설령탕 육수를 붓는다. 3. ②에 우유, 생크림, 양파가루, 치즈를 넣고 몽근하게 끓인다. 4. 어느정도 식으면 믹서기에 간다. 5. 그릇에 담아 파슬리를 뿌려 장식한다.
쌀가루	30g	
우유	60g	
생크림	60g	
양송이버섯	8g	
양파가루	0.8g	
감자	7.5g	
치즈	15g	



(나) 육류

① 폭찹

MENU	폭찹		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

폭찹		
재료명	재료량	만드는 방법
돼지고기 안심	200g	1 돼지 안심은 먹기 좋은 크기로 잘라 소금, 후추 간한다. 2 양파와 피망, 샐러리는 네모썰기를 한다. 3. 올리브유를 두른 팬에 토마토 케찹, 황설탕, 핫소스, 우스터 소스, 월계수잎, 물을 넣고 설령탕 큐브를 넣는다. 4. 어느정도 끓으면 소금과 후추로 간을 맞춘다. 3 팬에 기름을 두르고 고기를 넣고 볶다가 야채와 소스를 넣고 버무린다. 4 그릇에 옮겨 담고 200도에서 10분 정도 구워 완성한다.
청피망	40g	
홍피망	40g	
양파	50g	
샐러리	10g	
피자치즈	50g	
폭찹 소스		
토마토 케찹	30g	
설령탕 큐브	30g	
황설탕	2g	
핫소스	2g	
우스터 소스	30g	
물	2g	
월계수잎	2g	
소금	2g	
후추	조금	



② 등갈비

MENU			
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
등갈비 소스		<ol style="list-style-type: none"> 허브를 뺀 나머지 소스재료를 믹서에 곱게 간다 타임은 다져서 믹서에 간 재료와 함께 넣어 끓인후 식혀서 반나절 숙성시킨다. (등갈비 만들기) 등갈비는 2시간 찬물에 담가 핏물을 빼고 다시 흐르는 물에 씻는다. 물을 냄비에 담고 향신료를 넣어 1시간 가량 약한 불에 끓인다. ④에서 향신료를 제거한 후, 등갈비를 넣어 1시간 정도 삶아 익으면 꺼내어 실온에서 식힌다. 식은 등갈비에 1차로 양념을 넉넉히 발라 180℃ 예열된 오븐에 굽는다. 양념을 기호에 맞게 2~3회 걸쳐 더 발라가며 구워 완성한다.
다진마늘	15g	
다진생강	7g	
양파	50g	
발사믹 식초	45g	
토마토 캐잡	45g	
진간장	30g	
타임	1g	
통깨	7g	
계핏가루	7g	
파인애플	50g	
정종	50g	
미림	50g	
설탕 분말	15g	
등갈비		
등갈비	700g	
통후추	7g	
월계수잎	3장	
으깬마늘	3개	
으깬생강	1개	
양파	50g	
통계피	1/2개	



③ 크림소스 스테이크

MENU	크림소스 스테이크		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

크림소스 스테이크		
재료명	재료량	만드는 방법
쇠고기 등심	200g	1. 쇠고기 등심은 키친타월에 싸서 핏물을 없애고 소금, 후추 가루를 앞뒤로 뿌린다. 2. 주키니호박과 가지는 4cm 길이로 6등분해 소금을 약간 뿌려 물이 배어날 때까지 쥔다. 키친타월로 물기를 없애고 후춧가루와 올리브오일 2큰술을 뿌린다. 양파도 같은 길이로 썬다. 3. 달군 팬에 올리브오일을 두르고 로즈마리를 넣어 향을 낸 뒤 준비한 채소를 갈색이 나게 굽는다. 달군 팬에 오일을 두르고 채소를 갈색이 나게 구운 후 로즈마리 오일을 만들어 끼얹는다. 4. 채소를 구운 팬에 쇠고기 등심을 넣어 센 불에서 앞뒤로 재빨리 구워 접시에 담고 구운 채소를 곁들인다. 5. 소스팬에 생크림과 우유를 끓이다 파마산치즈, 설탕 분말, 흰 후춧가루를 넣고 약한 불에서 졸이고, 구운 고기에 끼얹는다. 채소에 발사믹식초를 뿌린다
주키니호박	100g	
가지	100g	
양파	50g	
소금	1g	
후춧가루	1g	
올리브오일	6g	
로즈마리	1줄기	
생크림	15g	
우유	30g	
파마산치즈	5g	
설탕 분말	5g	
흰 후춧가루	1.5g	
소금	1.5g	
발사믹식초	5g	



(다) 국.찌개,전골

① 김치찌개

MENU	김치찌개		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
설탕큐브	15g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 김치는 소를 털어 2cm로 썰어 들기름에 볶아준다. 2. 볶은 김치에 물, 김치국물을 붓고 설탕큐브 분말을 넣고 끓여준다. 3. 양파는 채를 썰고, 두부도 적당히 썰어서 올린다. 4. 다진 마늘을 넣고, 마지막으로 설탕을 넣어 신맛을 조절한다. 5. 마지막으로 후추를 살짝 넣어준다.
물	700g	
배추김치	500g	
양파	40g	
두부	100g	
김치국물	55g	
마늘	10g	
들기름	15g	
설탕	7g	
후춧가루	조금	



② 떡국

SAUCE	떡국		
1인 분량 (g)	1109g	1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

떡국		
재료명	재료량	만드는 방법
떡국떡	300g	1. 쇠고기는 핏물을 뺀 후 덩어리째 삶아, 적당한 크기로 자른 후 다시 국물에 넣는다. 2. 떡국떡을 물에 씻어 건진다음 설령탕 분말, 물을 넣어 끓여준다. 3. 떡을 넣고 한소끔 끓으면 달걀 푼 것, 어슷선 대파, 다진 마늘을 넣는다. 4. 재래간장을 넣고 간을 맞춘 후 마지막에 참기름을 넣는다.
쇠고기	100g	
설령탕 분말	20g	
달걀	65g	
마늘	12g	
대파	20g	
참기름	2g	
국간장	8g	
물	300g	



③ 부대찌개

SAUCE	부대찌개		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

떡국		
재료명	재료량	만드는 방법
스팸햄	150g	1. 솥에 큐브와 물을 넣고 한소끔 끓인다. 2. 소시지와 햄은 먹기 좋은 크기로 썰어둔다. 신김치는 소를 털고 2cm 길이로 썰어둔다. 3. 느타리 버섯은 굵게 찢고, 표고버섯은 부드럽게 불려서 밀동을 자르고 채썬다. 대파와 양파도 굵게 채썬다. 4. 솥에 버섯, 대파, 양파, 소세지, 햄, 신김치, 콩을 넣고 양념장을 끼얹은 후 ①의 설령탕분말을 붓고 간을 맞춘 후 한소끔 끓인다.
돼지고기	150g	
소시지	360g	
물	600g	
설령탕 분말	30g	
신김치	30g	
표고버섯	20g	
느타리 버섯	20g	
대파	35g	
양파	50g	
통조림콩	200g	
고춧가루	28g	
고추장	2g	
간장	28g	
마늘	10g	
청주	15g	



④ 된장찌개

SAUCE	된장찌개		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	30분	조리기물·기기	

떡국		
재료명	재료량	만드는 방법
사골육수	60g	1. 냄비에 물과 사골육수를 넣고 국이 끓으면, 개어 주듯이 된장을 풀어주고 고춧가루를 넣어 끓인다. 2. 된장 푼 물이 끓어오르면 납작썰기한 애호박, 두부, 감자를 넣고 익을 때 까지 끓여준다. 3. 여기에 국간장과 청주를 넣고 끓인다. 4. 한소끔 끓여 구수한 국물 맛이 나면 썰어놓은 대파를 넣는다.
물	340g	
된장	12g	
국간장	2g	
청주	2g	
대파	10g	
두부	40g	
애호박	30g	
감자	40g	



⑤ 샤브샤브

SAUCE	샤브샤브		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
쇠고기(등심)	200g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 끓는 물에 가다랑어를 넣고 바로 불을 끈 다음 뜸을 들여 가쓰오다시를 만들어둔 후 간장소스의 재료를 동일 비율로 섞은 다음 무를 갈아 무즙을 내고, 고춧가루를 버무리 송송 썬 파를 무즙과 함께 준비한다. 2. 찬물에 다시마와 건표고버섯을 씻어 넣고 설령탕 큐브를 넣고 끓이다가, 끓어오르면 1분 후 불을 끈 후 30분 정도 뜸을 들이고 육수만 걸러 사용한다. 3. 볶은 깨를 믹서기에 넣은후, 다시마국물을 넣고 간 후 거기에 양파, 땅콩버터, 우유, 핫소스, 간장, 미림을 믹서기에 넣고 더 곱게 갈아주어 깨소스를 만든다. 4. 배추는 뿌리가 있는 쪽부터 얇게 포뜨기 하듯 썰어놓는다. 5. 대파는 어슷썰기한다. 6. 느타리버섯은 손으로 찢어 준비한다. 7. 새송이버섯은 얇게 편뜨기를 하여 준비한다. 8. 표고버섯은 포를 뜨듯 손질한다. 9. 두부는 사각형으로 한입크기로 자른다. 10. 썩갓과 팽이버섯을 손질해 준비한다. 11. 당면을 물에 불려 준비한다. 12. 냄비에 육수를 넣고, 밀간을 하기 위해 소금을 조금 넣는다. 13. 고기와 야채를 육수에 살짝 흔들어 익으면 깨소스 또는 간장소스에 찍어서 먹는다.
두부	240g	
당면	100g	
배추	50g	
대파	35g	
팽이버섯	40g	
표고버섯	12g	
새송이버섯	50g	
느타리버섯	80g	
썩갓	100g	
설령탕 큐브	1개	
샤브샤브 육수		
표고육수	1000g	
다시마국물	70g	
깨	3g	
땅콩버터	40g	
나오시	5g	
핫소스	10g	
간장	20g	
우유	30g	
양파	20g	
간장	30g	
식초	30g	
가쓰오다시	3g	
무즙	100g	
고춧가루	약간	
대파	10g	



⑥ 미역국

SAUCE		미역국	
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간		조리기물·기기	
재료명	재료량	만드는 방법	
미역	30g	1. 마른 미역은 물에 불린 후 적당히 썰고 채래간장을 약간 넣어 무쳐 둔다. 2. 쇠고기는 잘게 썰어 냄비에 참기름과 다진 마늘을 넣고 볶는다. 고기가 어느 정도 익으면 썰어 놓은 미역을 넣고 같이 볶는다. 3. 쇠고기와 미역을 볶은 냄비에 물을 부은 후 설령탕 분말을 넣고 오랫동안 끓인다. 4. 마지막에 채래간장과 소금으로 간을 하여 낸다.	
쇠고기	120g		
물	1600g		
마늘	12g		
참기름	3g		
소금	약간		
채래간장	28g		
설령탕 분말	15g		
마늘	12g		
참기름	3g		
소금	조금		
채래간장	28g		



(라) 면류

① 크림스파게티

SAUCE		크림스파게티	
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	20분	조리기물·기기	
재료명	재료량	만드는 방법	
설령탕 육수	50g	14. 베이컨은 1cm 폭으로 썰고 양송이버섯은 알파카하게 저민 후, 팬에서 살짝 볶아 놓는다. 15. 국솥에 올리브유를 조금 두르고 다진 마늘을 볶다가 설령탕 육수와 물, 생크림을 넣고 푹푹하게 끓여 소스를 만든다. 16. 스파게티는 끓는 물에 삶아 물기를 뺀 후에 올리브유에 볶는다. 17. 삶은 스파게티에 볶은 양송이버섯과 베이컨을 넣어 볶다가 ②의 소스를 부어 재빨리 볶는다.	
물	30g		
생크림	60g		
스파게티	50g		
양송이 버섯	30g		
베이컨	10g		
다진 마늘	3g		
올리브유	3ml		
소금	2g		



② 칼국수

SAUCE		칼국수	
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	30분	조리기물·기기	
재료명	재료량	만드는 방법	
물	100	1. 쇠고기는 얇게 저며 썰고, 표고버섯, 감자, 애호박은 채 썰고, 대파는 어슷썬다. 마늘은 곱게 다진다. 2. 달걀을 풀어 소금을 약간 넣고 거품을 걷어 낸 후 황백지단을 부쳐서 채썬다. 3. 멸치를 우려 낸 물에 설령탕 큐브를 넣고, 쇠고기와 표고버섯, 감자를 먼저 넣고 끓은 후 칼국수 면을 넣고 다시 끓인 다음 마지막으로 애호박을 넣고 끓인다. 4. 국수가 익으면 채래간장, 소금, 다진 마늘, 참기름으로 간을 맞춘 다음 대파를 넣는다. 5. 완성된 칼국수를 그릇에 담고 황백지단과 채 썬 김을 곁들여 먹는다.	
설령탕 분말	15g		
애호박	140g		
멸치	10g		
쇠고기	100g		
감자	150g		
표고버섯	25g		
마늘	4g		
대파	20g		
부재료			
달걀	100g		
김	4g		
채래간장	28ml		
소금	2g		
참기름	6ml		



③ 라면

SAUCE	라면		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	30분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
돼지고기 안심	300g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 돼지등뼈를 찬물에 담가 핏물을 빼준다. 2. 냄비에 등뼈와 대파, 양파, 생강, 정향, 통후추를 넣고 불순물을 걷어내며 2차례에 걸쳐 끓여준다. 3. 3차때는 향신재료들을 빼고 물과 등뼈만을 넣고 불순물을 걷어내며 24시간 끓여준다. (하루정도 걸림) 4. 냄비에 돼지고기 안심과 물, 설령탕 분말을 넣고 한 시간 정도 끓여 익힌 뒤 식혀준다. 5. 돼지고기 안심이 식으면 편육처럼 얇게 썰어준다. 6. 편으로 썬 돼지고기를 프라이팬에 넣고 고기와 간장, 설령탕, 물을 넣어 약불에서 갈색이 나도록 조리준다. 7. 24시간 동안 잘 끓인 육수를 냄비에 붓고 팔팔 끓여 그릇에 담고 미소된장과 들깨가루, 라유를 넣고 잘 섞어준다. 8. 끓는 물에 일본라면면을 넣고 3분을 익혀 건진 뒤 그릇에 면을 담고 조리고기와 다진 대파를 올린 뒤 김을 꽂아낸다.
간장	45g	
설탕	7g	
물	45g	
일본라면면	4인분	
대파	60g	
김	2장	
간장	45g	
미소된장	4큰술	
라유	4큰술	
들깨가루	4티스푼	
돼지등뼈	1.5kg	
설령탕 분말	30g	
대파(흰뿌리)	1대	
양파	1개	
생강	3개	
정향	2개	
통후추	적당량	



④ 우동

SAUCE	우동		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	4분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
육수재료		
곤약	30g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 우동면은 삶아 찬물에 씻은 후 채에 받쳐놓는다. 2. 물에 다시마를 넣고 1분정도 끓인 후 불을 끄고 가쓰오부시를 담가 5분 후에 건져 가쓰오다시를 만들어 놓는다. 3. 어묵과 먹기 좋은 크기로 자르고, 대파는 어슷썬다. 4. 곤약은 0.5cm 두께로 잘라 가운데 칼집을 넣고 한번 꼬아 데치고 표고버섯은 1개는 별모양을 만들어 준비하고 1개는 채를 썰어 준비한다. 5. 우동냄비에 가쓰오다시를 넣고 재래간장과 나오시, 혼다시, 청주, 설령탕 분말을 넣어 간을 맞춰 끓인다. 6. 어묵과 새우, 채썬 표고버섯을 냄비에 넣는다. 7. 우동면을 넣고 끓어오르면 불을 줄이고 썬 표고버섯, 달걀, 대파, 매화어묵, 팽이버섯, 곤약을 올린다. 8. 시치미를 뿌려 마무리 한다.
삶은 달걀	90g	
표고버섯	20g	
썬갓	3g	
매화어묵	30g	
새우	40g	
대파	20g	
팽이버섯	20g	
다시마	5g	
재래간장	30g	
나오시	1g	
혼다시	2g	
청주	15g	
시치미	2g	
설령탕 분말	5g	
우동면	400g	
어묵	100g	
가쓰오부시	2g	



⑤ 쌀국수

SAUCE	쌀국수		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	30분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
육수재료		
다시마	5g	6. 냄비에 육수재료를 넣고 물을 부어 푹 끓이다가 피시 소스2T를 넣고 소금 간을 한다.
설탕 분말	15g	
양파	100g	
대파	100g	
피시소스	30g	
소금	3g	
쌀국수 재료		
쌀국수	200g	1. 쌀국수는 찬물에 30분간 불려 끓는 물에 부드럽게 삶아 찬물로 헹군 후 체에 받쳐 물기를 뺀다. 2. 고수, 숙주는 깨끗이 씻어 물기를 빼고 ,레몬을 슬라이스한다. 3. 육수에 쇠고기를 넣고 끓여주다가 익으면 건진다. 4. 그릇에 쌀국수를 담고, 고기, 숙주, 절임양파, 레몬, 고수를 적당히 올린 후 육수를 붓는다.
불고기용 쇠고기	150g	
양파	200g	
숙주	300g	
레몬	50g	
고수	20g	



(마) 밥, 죽

① 주먹밥

SAUCE		주먹밥	
1인 분량 (g)	227g	1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
밥	210g	1. 마른새우, 마른멸치, 표고버섯을 팬에 기름을 두르지 않고 볶아 준다. 2. 볶은 재료와 김을 넣고 분쇄한다. 3. 2에 설령탕 분말과 섞어준다 4. 밥에 참기름과 통깨, 믹서에 간 재료들을 넣고 조물조물 섞어준다. 5. 한 입 크기로 주먹밥을 만든다.
마른새우	3g	
마른멸치	3g	
표고버섯	3g	
설령탕 분말	2g	
통깨	2g	
김	3g	
참기름	1g	
총 합계	227	



② 볶음밥

SAUCE	볶음밥		
1인 분량 (g)	277g	1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
밥 사골육수 양파 감자 옥수수 간장 식용유	200g 10g 20g 20g 20g 2g 3g	1. 양파, 감자는 아주 잘게 썰어서 팬에 기름을 두르고 옥수수, 양파, 감자가 익을 때 까지 볶아준다. 2. 볶은 재료에 밥을 넣고 사골육수를 붓는다. 사골육수가 없어질때까지 볶아준다. 3. 간장으로 간을 맞춘다.



③ 소고기죽

SAUCE	소고기죽		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
다진 쇠고기	50g	1. 쌀은 잘 씻어 1시간 정도 불려둔다. 2. 냄비에 참기름을 둘러 다진 소고기에 채래간장과 후 추가루로 밀간을 하여 달달 볶아 준다. 3. 쇠고기가 볶아지면 불린 쌀과 참기름 1큰 술을 다시 넣어 쌀알이 투명할 때까지 볶아 주면서 냄비 바닥에 쌀과 쇠고기가 눌러 붙지 않도록 물 1컵을 나누어 부어가며 볶아준다. 4. 물 1컵으로 쌀과 쇠고기 볶기를 마치면 나머지 물을 부어 센불에서 끓이다가 설령탕 분말을 넣고 한 번 끓여 눌러붙지 않도록 저어가며 끓여준다. 5. 밥알이 다 익으면 다진 당근을 넣어 완전히 익힌 후 채래간장과 소금으로 간을 하고 완성 그릇에 담아 참기름, 김가루, 통깨를 뿌려 완성한다.
물	1000g	
설령탕분말	15g	
쌀	200g	
당근	18g	
참기름	15g	
김	3g	
간장	2g	
소금	약간	
깨	약간	



④ 전복죽

SAUCE	소고기죽	
1인 분량 (g)		1인 단가(원)
조리소요시간	10분	조리기물·기기

재료명	재료량	만드는 방법
다진 쇠고기	50g	6. 쌀은 잘 씻어 1시간 정도 불려둔다. 7. 냄비에 참기름을 둘러 다진 소고기에 재래간장과 후춧가루로 밑간을 하여 달달 볶아 준다. 8. 쇠고기가 볶아지면 불린 쌀과 참기름 1큰 술을 다시 넣어 쌀알이 투명할 때까지 볶아 주면서 냄비 바닥에 쌀과 쇠고기가 눌러 붙지 않도록 물 1컵을 나누어 부어가며 볶아준다. 9. 물 1컵으로 쌀과 쇠고기 볶기를 마치면 나머지 물을 부어 센불에서 끓이다가 설령탕 분말을 넣고 한 번 끓여 눌러붙지 않도록 저어가며 끓여준다. 10. 밥알이 다 익으면 다진 당근을 넣어 완전히 익힌 후 재래간장과 소금으로 간을 하고 완성 그릇에 담아 참기름, 김가루, 통깨를 뿌려 완성한다.
물	1L	
설령탕 분말	15g	
쌀	200g	
당근	18g	
참기름	15ml	
김	3g	
간장	2ml	
소금	약간	
깨	약간	



(바) 조림, 찜

① 두부조림

SAUCE		두부조림	
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	
재료명	재료량	만드는 방법	
설령탕 육수	25g	11. 두부는 사방 3cm, 세로 1cm 두께로 네모지게 썰어 소금을 뿌린 후 마른 행주로 물기를 없앤다. 12. 팬에 식용유를 두르고 두부를 지진다. 13. 양념장 재료들을 섞어둔다. 14. 냄비에 두부를 깔고 양념장을 부어준다. 그 위에 물과 설령탕육수를 끼얹고 중불에서 간이 들게 조리낸다. 15. 두부에 조림장 양념 간이 배이면 실파를 위에 얹는다.	
물	75g		
두부	140g		
소금	2.5g		
식용유	5g		
실파	5g		
양념장			
고추장	5g		
간장	5g		
고운 고춧가루	2.5g		
물엿	5g		
다진마늘	2.5g		
참기름	2.5g		
깨소금	2.5g		



② 계란찜

SAUCE	계란찜		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
설령탕 육수	53g	1. 달걀에 청주를 넣고 잘 풀어준다. 2. 설령탕 육수에 달걀과, 물, 파, 소금으로 간을 한다. 3. ②을 김이 오른 찜통에 넣고 5분 정도 찜다.
물	120g	
달걀	120g	
쪽파	3g	
다진마늘	1g	
청주	1g	
소금	0.5g	



③ 떡볶이

SAUCE		떡볶이	
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
떡볶이 떡	200g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 떡과, 대파, 양파, 어묵은 한입 크기로 썰어준다. 2. 냄비에 물과, 설렁탕 육수를 부어 고추장, 간장, 설탕, 물엿, 다진마늘을 넣고 끓여준다. 3. 끓기 시작하면 떡을 넣어 준다. 4. 떡이 말랑말랑 해지기 시작하면 양파, 어묵, 파를 넣어준다. 5. 마지막으로 물엿을 넣어주고, 약한 불에서 끓여준다.
설렁탕	120g	
물	70g	
사각어묵	100g	
고추장	35g	
간장	7g	
설탕	10g	
물엿	20g	
대파	35g	
양파	35g	
다진 마늘	3.5g	



(사) 소스류

① 카레

SAUCE		카레라이스	
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	
재료명	재료량	만드는 방법	
설탕탕 옥수	40g	1. 감자,양파 와 당근을 세척해서 1cm로 깍둑썰기를 해준다. 2. 냄비에 기름을 두르고 감자,양파, 당근을 볶다가 물과 설탕탕옥수를 넣고 끓인다. 3. 걸쭉하게 카레가 익으면 소금과 후춧가루로 간을 한다. 4. 밥을 접시에 담고 그 위에 만들어 놓은 카레를 부어준다.	
물	160g		
밥	200g		
감자	50g		
양파	40g		
당근	40g		
커리가루	20g		
소금	조금		
후춧가루	조금		
식용유	3g		



② 리조또

SAUCE	리조또		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
쌀	100g	1. 오징어는 씻어서 먹기 좋게 한 입 크기로 준비한다. 2. 냄비에 물을 넣고 새우, 오징어, 조개를 삶아둔다. 3. 팬에 버터를 두르고 다진마늘, 다진양파를 넣고 볶는다. 4. ③팬에 불린 쌀을 넣고 쌀이 투명하게 될 때까지 볶는다. 5. 쌀이 투명하게 볶으면 설령탕 육수를 부어 강하게 끓여 준다. 6. 익힌 해물을 넣고 약한 불에 바닥에 눌려 붙지 않게 저어준다. 7. 밥이 익으면 우유를 넣고, 파마산 치즈, 건고추를 넣어준다. 8. 소금, 후추로 간 을하고 걸쭉해 질때까지 볶아준다. 9. 그릇에 담고 루꼴라와 파마산 치즈 가루로 장식한다.
오징어	40g	
새우	50g	
우유	100g	
설령탕육수	100g	
바지락	100g	
버터	10g	
다진마늘	10g	
양파	20g	
고추	2g	
파마산 치즈	3g	
소금	1g	
후춧가루	0.2g	
루꼴라	10g	



(아) 스낵, 디저트류

① 팝콘

SAUCE	설령탕 팝콘		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
팝콘용 옥수수 버터 소금 설령탕 분말	200g 10g 3g 5g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 뚜껑이 있는 후라이팬 이나 깊이가 있는 냄비에 버터를 넣고 팝콘 한두알 넣어 잘 튀겨질때까지 가열한다. 2. 팝콘을 넣고 튀겨지는게 끝날 때 까지 뚜껑을 닫아둔다. 3. 다 튀겨진 후 소금과, 설령탕 분말을 뿌려준다.



② 나초

SAUCE	나초		
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
밀가루	400g	1. 밀가루 2컵에 계란을 깨뜨려 넣는다.
버터	5g	2. 버터를 넣는다.
계란	1개	3. 소금으로 간을 해준다.
소금	3g	4. 따뜻한 물을 부어가며 반죽한다.
설탕	5g	5. 흰가루가 안보일때까지 주물러 준다.
식용유	300g	6. 비닐에 넣고 20분 숙성시킨다.
		7. 밀대로 밀어주고, 기름을 안두른 팬에 반죽을 올리고 약 한불에 구워준다.
		8. 구운 또띠야를 나초 모양으로 잘라서 식용유에 튀겨준다.
		9. 나초가 식으면 설탕 분말을 뿌려준다.



③ 피자

SAUCE			
1인 분량 (g)		1인 단가(원)	
조리소요시간	10분	조리기물·기기	

재료명	재료량	만드는 방법
피자 반죽재료		1. 볼에 강력분을 체를 쳐둔다. 2. 설탕, 소금, 드라이 이스트를 따로 떨어뜨려서 넣어주고, 올리브유를 넣어준다. 3. 물을 조금씩 부어가면서 반죽한다. 4. 반죽이 거의 되면 파슬리 가루를 한 큰 술 정도 넣어서 골고루 섞일 때까지 반죽한다. 5. 반죽을 6시간 이상 냉장고에서 저온 발효 시킨 후 사용한다.
강력분	200	
드라이이스트	3	
설탕	1+ 1/3	
소금	12ts	
올리브 오일	10g	
물	110g	
파슬리가루	1g	6. 반죽을 밀대로 밀거나 손으로 늘려서 펴준다. 7. 그 위에 토마토 소스(스파게티소스)를 펴 발라준다. 8. 모짜렐라 치즈를 올려준다. 9. 그위에 토마토를 슬라이스 해서 올려준다. 10. 마지막으로 설탕 분말을 뿌려준다. 11. 190~200℃로 예열해둔 오븐에서 15분 구워준다.
토마토	10g	
토마토 소스	20g	
모짜렐라	40g	
치즈	3g	
설탕 분말	3g	





음식 1인 분량(g) 조리소요시간 4분 49

만드는 방법

- 1 우동면은 삶아 찬물에 씻은 후 채에 받쳐는다.
- 2 물에 다시마를 넣고 1분정도 끓인 후 불을 끄고 가스오부시를 담가 5분 후에 건져 가스오다시를 만들어 놓는다.
- 3 어묵과 먹기 좋은 크기로 자르고, 대파는 어슷썰는다.
- 4 곤약은 0.5cm 두께로 잘라 가운데 칼집을 넣고 한번 꼬아 데치고 표고버섯은 1개는 별모양을 만들어 준비하고 1개는 채를 썰어 준비한다.
- 5 우동냄비에 가스오다시를 넣고 제육간장과 나오시, 혼다시, 청주를 넣어 간을 맞춰 끓인다.
- 6 어묵과 새우, 채썬 표고버섯을 냄비에 넣는다.
- 7 우동면을 넣고 끓어오르면 불을 줄이고 속감, 별모양 표고버섯, 달걀, 대파, 매화어묵, 팽이버섯, 곤약을 올린다.
- 8 시지미를 뿌려 마무리 한다.

요리 재료

- 곤약 30g
- 삶은 달걀 00g
- 표고버섯 20g
- 속감 3g
- 매화어묵 30g
- 새우 40g
- 대파 20g
- 팽이버섯 20g
- 다시마 5g
- 제육간장 30ml
- 나오시 1ml
- 혼다시 2ml
- 청주 15ml
- 시지미 2g
- 우동면 400g
- 어묵 100g
- 가스오부시 2g





1인 분량(g) 조리소요시간 4분

재료
곤약 30g
삶은 달걀 90g
포코바섯 20g
쪽갓 3g
매화어묵 30g
새우 40g
대파 20g
팽이버섯 20g
다시마 5g
재래간장 30ml
나오시 1ml
혼다시 2ml
청주 15ml
시치미 2g
우동면 400g
아도 100g
가스오부시 2g

만드는 방법

- 1 우동면은 삶아 찬물에 씻은 후 채에 받쳐준다.
- 2 볼에 다시마를 넣고 1분정도 끓인 후 불을 끄고 가스오부시를 담가 5분 후에 건져 가스오다시를 만들어 놓는다.
- 3 어묵과 먹기 좋은 크기로 자르고, 대파는 어슷썬다.
- 4 곤약은 0.5cm 두께로 잘라 가운데 칼집을 넣고 한번 꼬아 데치고 포코바섯은 1개는 별모양을 만들어 준비하고 1개는 채를 썰어 준비한다.
- 5 우동냄비에 가스오다시를 넣고 재래간장과 나오시, 혼다시, 청주를 넣어 간을 맞춰 끓인다.
- 6 어묵과 새우, 채썬 포코바섯을 냄비에 넣는다.
- 7 우동면을 넣고 끓어오르면 불을 줄이고 숙갓, 별모양 포코바섯, 달걀, 대파, 매화어묵, 팽이버섯, 곤약을 올린다.
- 8 시치미를 뿌려 마무리 한다.

면류

설명당 책자 22

(9) 수출대상국의 품질기준 조사(미네랄, 영양요구도 등)

설령탕큐브의 수출상품화를 위해 설령탕의 주요 성분인 Ca 등 미네랄 성분 및 본 연구의 편이상품 개발에 이용된 vit C 및 토코페롤 등 첨가물에 대한 미국의 RDA(recommended dietary allowances)를 조사하였다(Table 74). 그 결과 미국에서의 하루권장량은 Ca 1000mg이고 철분 8mg, P 700mg, Vit C 90, 토코페롤 15mg이었다.

본 연구의 설령탕 큐브 1개(1인분)은 6g이고 Ca 13mg% 철분 0.3mg%, P 69mg%, Vit C 400mg%, 토코페롤 300mg%이어서 상기 미국인들의 하루 권장량에 미미한 영향을 주는 정도로 판단된다. 또한 탄수화물 RDA는 남녀 모두 130g이고 단백질은 남자와 여자 각각 38g 및 25g으로 되어 있는 바, 본 연구의 설령탕 큐브는 단백질 함량이 1.8g으로 이 역시 미국인들의 하루 권장량에 미미한 영향을 주는 정도이다.

상기 결과에서 본 연구에서 개발한 설령탕 큐브는 미네랄과 영양면에서는 수출상품화에 전혀 문제가 없는 기호식품으로서의 상품경쟁력이 기대된다.

Table 74. Dietary reference intake of some mineral and Vitamine(USA)

Nutrient	EAR	RDA/AI	UL	Unit	*설령탕
Vit C	75	90	2000	mg	400 mg%
Vit D	10	15	100	ug	
α-tocopherol (Vitamin E)	12	15	1000	mg	300 mg%
Calcium ^[6]	800	1000	2500	mg	13 mg%
Chloride	NE	2300	3600	mg	
Iodine	95	150	1100	μg	
Iron	6	8	45	mg	0.3 mg%
Magnesium	330	400	350 ^a	mg	
Manganese	NE	2.3	11	mg	
Molybdenum	34	45	2000	μg	
Phosphorus	580	700	4000	mg	69 mg%
Potassium	NE	4700	ND	mg	
Selenium	45	55	400	μg	
Sodium	NE	1500	2300	mg	
Zinc	9.4	11	40	mg	

EAR : estimated average requirement
 RDA : recommended dietary allowances
 AI : adequate intake
 UL : tolerable upper intake level

제 3 절 연구결과 요약

1. 시판용 사골육수 및 수육의 품질 특성

통전가열로 제조한 사골육수와 비교하기 위한 기초 자료를 확보하기 위하여 시판용 사골육수의 품질 특성을 검토하였다. 사골육수의 brix는 약 4.0 정도를 나타냈으나, 고기육수를 첨가한 육수는 약 2.2를 나타냈다. 고형분 함량도 brix와 같은 경향을 보였다. 동일한 제조업체에서 생산한 수육은 제조일자별로 물성이 달리 나타나 원료육은 물론 제조공정에서 종합적 품질관리가 필요한 것으로 나타났다.

2. 통전가열 설렁탕 제조를 위한 통전인자 도출

가. 전해질(이온) 농도에 따른 통전특성

통전가열속도는 전압 및 이온의 농도와 상관관계에 있다는 것이 밝혀졌다. NaCl 용액의 경우 0.05~0.1M 부근에서 급격한 온도 변화가 일어났다. 전해질 농도 0.1M 이하에서는 300V로 통전하고, 0.1M 이상에서는 200V로 통전하는 것이 효율적인 통전조건으로 나타났다.

나. 주파수, 파형에 따른 통전 특성

20kHz, 40kHz 및 60kHz 등의 주파수 영역에서 통전가열 속도는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 또한 구형파, 싸인파 및 톱니파 등의 파형에 따라서도 통전가열 속도에는 차이가 나타나지 않았다.

3. 통전가열 사골육수의 품질 특성

가, 사골육수의 성상

사골의 형태는 가열시간이 길어짐에 따라 골수가 많이 빠져 나가는 모습을 보였다. 동일한 가열시간에서는 가압 통전가열 > 상압 통전가열 > 가스가열의 순서로 빠져 나가는 골수의 양이 많았다. 사골육수의 색깔은 가열방식에 따라 약간의 차이를 보였는데, 가스가열에서는 뽕안 흰색을 그리고 통전가열에서는 맑거나 노란색의 육수 색깔을 나타냈다. 그러나 통전가열 육수를 균질화 시키면 가스가열 육수와 유사한 색깔을 나타냈다.

나. 사골육수의 고형물 함량

가열시간이 증가함에 따라 사골육수의 고형물 함량은 증가하는 경향을 보였다. 동일한 가열시간에서 가압통전가열은 가스가열에 비하여 고형물 함량이 3~5배 증가하였다. 통전가열 추출시 가열시간은 4시간이 경제적인 것으로 나타났다.

다. 사골육수의 일반성분

단백질함량은 가열시간에 따라 증가하는 추세를 보였다, 동일한 추출시간에서 가압통전가열 > 상압통전가열 > 가스가열의 순서로 단백질 함량이 높게 나타났다. 가압통전가열에서는 가스가열의 경우에 비하여 단백질 함량이 약 3~4배 높은 추출량을 보였다. SDS PAGE에서 가열시간이 길어질수록 고분자 단백질의 저분자화가 가속화되어 펩타이드가 많이 형성되는 것을 보였다. 조지방 함량은 가압통전가열 > 상압통전가열 > 가스가열의 순서로 지방용출량은 많았지만 가열 6시간 이후에는 유의적 차이가 없었다. 조회분 함량은 전반적으로 0.5% 수준이었고, 가열방식에 따른 유의적 차이는 없었다.

라. 사골육수의 아미노산 조성

사골육수의 아미노산은 감미성 아미노산이 58~62%를 차지하여 가장 많았고 이 중에서 glycine, alanine, proline이 대부분을 차지하였다. 산미성 아미노산(glutamic acid, aspartic acid)과 고미성 아미노산(arginine, leucine 등)은 각각 19~21%, 17~19%를 나타냈다. 이러한 아미노산 조성비는 가열시간에 따라 큰 변화를 보이지 않았고, 통전가열과 가스가열에서도 차이가 없었다.

마. 사골육수의 지방산 조성

사골육수의 지방산 조성에서 oleic acid, stearic acid, palmitic acid가 주요 지방산으로 나타났다. 가압통전가열과 가스가열에서는 가열시간이 길어짐에 따라 포화지방산은 증가하고 불포화지방산은 감소하는 경향을 나타냈다.

바. 사골육수의 Ca, P, Mg 조성

가열시간이 길어질수록 용출되는 미네랄의 양은 증가하는 추세를 보였으나 가열방식에 따른 유의적 차이는 없었다. 용출량은 Ca > P > Mg의 순서로 나타났다. Ca/P의 비율은 가압통전가열에서 2 이하인 반면에 상압통전가열과 가스가열의 경우는 2 이상으로 나타났다.

사. 사골육수의 살균효과 및 저장성

열에 강한 thermotolerant bacteria와 spore forming bacteria가 검출되지 않았으나, 육수의 저장성을 위해서는 냉장 보관시 발생하는 젤라틴의 gel 현상, 유화 불안정으로 인한 기름 분리 현상을 주요 인자로 설정할 필요가 있다.

4. 통전가열 수육의 품질 특성

가. 통전가열 수육의 가열속도

수육의 중심온도 95℃에 도달할 때까지의 가열속도를 비교한 결과, 가스가열에 비하여 통저가열은 머리고기가 약 5.7배, 양지의 경우 약 9.7배 빠른 것으로 나타났다. 머리고기와 양지고기에서의 가열속도 차이는 고기에 함유된 지방함량과 크기 차이에 기인한 것으로 생각되었다.

나. 통전가열 수육의 품질 특성

통전가열 수육의 수율은 가스가열의 경우보다 높았고 외관에서도 약간의 차이를 보였다. 통전가열 수육의 물성 최적화 연구를 수행하였다. 통전가열로 양지고기 중심온도를 85℃까지 직접 가열할 경우 가스가열에 비하여 수율은 증가하였으나, 가열속도가 너무 빨라 콜라겐 등의 단백질 수축현상으로 고기 육질의 경화현상이 일어났다. 이를 개선하기 위하여 고기의 단백질 시스템 변화가 민감한 50~70℃ 통과속도를 1차적으로 조절한 다음 85℃까지 2차 가열처리하면 연도와 수율을 증진시킬 수 있는 것으로 나타났다. 미니탭(ver.16)을 이용한 반응최적화 조건에서 냉각수율이 가장 높았던 가열조건은 59.2℃, 19.5분으로써 80.1%의 냉각수율을 나타냈다. 냉각수율과 경도를 동시에 만족시킬 수 있는 적정 가열조건은 61.4℃, 14.9분이었고 이때의 냉각수율은 78.0%, 경도는 8.1kg으로 나타났다. 그러나 이러한 가열조건에서는 고기 내부가 완전히 익지 않아 혈액이 드립으로 유출되는 현상을 보였다. 이러한 관능특성상의 문제점을 해결하고자 수립된 1차 냉각수율 가열조건(59.2℃, 19.5분)으로 가열한 다음 2차 가열조건을 변화시켜 냉각수율, 경도 및 종합적 기호도를 살펴보았다. 반응최적화 조건 분석에서 냉각수율, 경도 및 종합적기호도를 동시에 만족시키는 가열조건은 89.6℃, 22.1분이었고, 이때의 냉각수율은 66.4%, 경도는 12.68kg, 그리고 종합적 기호도는 6.6점을 나타냈다. 이러한 결과는 가스가열의 경우보다 냉각수율은 5.9%, 종합적 기호도는 2.0점 증가한 반면 경도는 약간 감소한 것으로 나타나 통전가열 양지수육의 산업화 가능성을 제시하고 있다.

한편, 머리고기 수육의 경우는 개체 특성에 따라 수율, 경도 및 관능특성에 많은 차이를 보였기 때문에 최적화조건을 수립하지는 못하였다. 따라서 머리고기 구매 관련 표준화 공정 도입이 우선되어야 할 것으로 생각되었다.

5. 통전가열 공정 표준화 연구

가. 공정 표준화를 위한 통전 조건 수립

통전가열속도는 전압 및 이온의 농도와 상관성이 있는 것으로 나타났다. 전해질 농도 0.1M 이하에서는 300V로 통전하고, 0.1M 이상에서는 200V로 통전하는 것이 효율적이고, 파형은 구형파를 그리고 주파수는 20kHz가 적합한 것으로 나타났다. 사골육수 추출은 가압하에 120℃에서 4시간 이내 가열하는 것이 효율적인 것으로 나타났다. 양지수육의 가열조건은 1차적으로 59.2℃에서 19.5분 가열하고, 2차적으로 89.6℃, 22.1분에서 가열하는 것이 수율, 연도, 종합적 기호도가 높은 것으로 나타났다.

나. Central kitchen에서의 통전기술 적용 연구

통전가열 설령탕 육수 제조방법은 브랜칭 공정과 육수추출 공정에서 기존의 가압스팀가열 방식과 차이가 있다. 스팀가압 브랜칭은 2.5톤 브랜칭 탱크를 이용하나, 통전가열에서는 경제성 및 전력량을 고려하여 500L 용량이 적합한 것으로 제시하였다. 하나의 통전탱크에서 요구되는 전력요구량은 18.9kW로 계산되었다.

다. Central kitchen형 통전가열 시스템 디자인

통전가열 시스템을 디자인하기 위하여 통전장치에 대한 기본개념을 우선적으로 설명하였다. 이후 시스템 디자인을 위한 기초 전력요구량, 전원시스템, 브랜칭 및 추출조, 브랜칭 및 추출조에 들어가는 통전용기, 통전용기에 들어가는 사골 및 고기 운반용 트레이, 통전용기에 장착하는 전극 등을 디자인 하였다. 이후 통전가열 시스템 전체를 디자인하여 설명하였다. 장치설비를 국산화할 경우 약 3억원이 소요되는 것으로 나타났다.

라. 통전기술의 에너지 절감 효과 및 경제성 분석

설령탕 육수 2 Liter 생산을 기준으로 할 때, 스팀가열시 LPG는 0.0988Nm³, 천연가스는 0.1311Nm³ 그리고 통전가열시 0.2622kWh 전력이 소모되는 것으로 나타났다. 이를 비용으로 환산하면 각각 255.8원, 110.2원 및 21.3원으로 계산되었다. 연간 300톤의 육수 생산을 가정하면 통전가열을 이용할 경우 천연가스보다 13,326,780원, 그리고 LPG보다 35,181,345원의 연료비 절감 효과가 있는 것으로 나타났다.

이산화탄소 발생량을 비교하면, 설령탕 육수 2 Liter 생산시 LPG는 71.255Kg, 통전가열에서는 0.083Kg 발생되는 것으로 나타났다. 연간 300톤의 육수 생산을 가정하면 LPG는 10,688.25톤이 그리고 통전가열에서는 12.47톤의 이산화탄소가 발생된다. 탄소배출량 1톤당 8.08 유로(2012.8)를 기준으로 하고 1유로 당 1,400원의 환율을 적용하면 최소 44,688,815원에서 최대 120,764,423원의 배출가스 절감에 의한 경제적 가치가 발생하는 것으로 계산할 수 있다.

6. 설령탕 육수의 편이식 상품화 컨셉 도출

가. 제품컨셉 개발

유명상품(큐브, 분말 및 액상 타입류)을 조사하여 classic cube type(Herb Ox-미국), 미국인 아침 식사대용 수프 (Clam chowder style-미국), 분말타입 스프(육개장-일본) 및 액상농축물 타입(삼계탕면-일본)을 개발 가능한 제품컨셉으로 수립하였다. 설령탕의 묘사분석에서 백색도, 우유향, 담백한맛, 농후도, 목넘김 등의 특징적인 속성들이 도출되었고 델파이기법을 통한 전문가 조사를 통해 우유빛, 쇠고기향, 담백함/고소함/감칠맛, 부드러움/깨끗함 및 Ca/Mg 함량이 설령탕의 세계상품화를 위해 중요한 포인트로 제시되었다.

나. 설령탕 육수를 이용한 편이상품의 제조

설령탕 육수를 이용한 액상, 큐브 및 분말상 제품 제조를 위해서는 용액 분산성, 지방산화억제, Ca 성분 흡수촉진 및 향미강화 등이 중요한 품질 고려인자로 판단되어 말토덱스트린(maltodextrin), 락토스(lactose) 및 카제인, 토코페롤(tocopherol), Vit C, Vit D, 이눌린(돼지감자), 비프엑스분 등의 활용 방안을 수립하였다. 액상제품의 상온 젤리화 방지를 위해 배, 키위, 파인애플 추출액 및 상업용 효소 알카라제(Alcalase)와 비스코자임(Viscozyme) 분해시험을 검토한 바 Alcalase가 효율 및 경제성면에서 가장 우수한 것으로 평가되었다. 액상, 큐브 및 분말상 제품의 표준 레시피를 설정할 수 있는 조건을 검토하였다. 설령탕 10배 농축물에 대해 유당과 말토덱스트린 각각 0.3%, 후추 0.1%, 대파 0.2% 첨가구가 우수한 관능특성을 보여 이를 바탕으로 마늘 0.2%와 비프엑스분 0.2%를 가해서 향미를 강화하였으며 이눌린(inulin) 0.1%, Vit.

C 0.4% 및 토코페롤 0.3%를 첨가하여 기능성과 산화안정성이 보장된 표준레시피를 완성하였다. 상기 표준레시피로 제조한 큐브를 활용하여 독특한 향미 특성을 반영한 다양한 큐브제품은 물론 다채로운 음식적용과 함께 비프수프 및 양송이수프와 같이 상품성이 우수한 편이상품류를 제조할 수 있었다.

다. 개발제품(설령탕 큐브 및 응용 수프류)에 대한 관능평가

표준 큐브제품, 큐브를 이용하여 제조한 비프수프 및 양송이 수프에 대해 국내거주 미국인 및 내국인 각 10인에 대해 기호도 평가를 실시하였다. 미국인들은 3가지 시료 모두에 대해 종합기호도 6.33 이상의 높은 점수를 보였고 한국인들은 5.83 이상의 우수한 점수를 보여 상기 제품들은 내수는 물론 수출상품화 가능성이 시사되었다.

라. 개발제품의 유통안정성 평가

설령탕액상농축물, 고상 큐브 및 분말상 수프제품을 32-35℃에서 4주간 저장실험을 실시한 결과 설령탕 농축액은 저장 중 미생물, 색상 및 지방산화에 매우 불안정하였으나 큐브나 분말 형태의 모든 시료는 미생물 및 지방산화에 안정성을 나타내었다. 한편 분말시료의 색상은 저장 중 다소 불안정성을 보였는데 차광, 탈기 및 흡습제의 활용으로 색상 안정성을 강화 할 수 있을 것으로 판단된다.

마. 표준제조공정

설령탕육수를 농축하고 이에 대해 물성, 기호 및 용도 등을 감안하여 액상농축물, 큐브, 분말 및 이를 응용한 수프제품의 제조공정을 제시하였다. 각 공정에 필요한 공정규모와 해당설비 및 비용은 업체의 환경에 따라 달라질 수 있으며 실용화 단계에서 보다 상세한 검토가 필요할 것이다.

바. 설령탕 제품 유형별 동반음식 적용 평가

큐브제품의 적용가능 음식을 선별, 시험조리를 실시하여 스프류, 육류, 국, 찌개, 전골, 면류, 밥 죽, 조림, 찜, 소스류, 스낵 및 디저트류 31 종의 적용레시피를 작성하였다. 본 자료는 향후 홍보용 자료로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 목표 달성도

가. 연도별 연구목표에 따른 연구개발목표의 달성도

(1) 전통풍미의 설령탕 육수 풍미특성 조사 및 표준 모델 작성

설령탕에서 소비자가 맛을 느낄 때 중요시하는 품질인자를 외관(밝기, 백색도, 기름분포 수준), 냄새(쇠기름 냄새, 고소한 냄새, 버터냄새, 우유 냄새), 맛(단맛, 짠맛, 감칠맛, 고소한 맛, 기름기의 입촉감)으로 도출하였다. 전통 재래식 방법으로 제조하는 전문 설령탕 매장 제품(4종류)과 가압추출 방식으로 제조한 가공식품(3종류), 가압추출 방식으로 제조하여 설령탕매장에서 판매하는 제품(2종류)을 선정하여 품질 특징을 분석하여 표준 품질관리수준(QDA)을 확립하였다.

(2) 가압공정에서 전통풍미의 설령탕 육수의 대량 생산 공정 연구

전통풍미의 설령탕과 대량생산을 위해 가압추출 방식으로 생산한 설령탕의 관능평가에서 전통풍미의 설령탕이 종합적 기호도가 높은 것으로 조사된 바, plant 규모로 원료의 전처리, 가압추출공정, 유화공정 및 혼합공정을 최적화하여 가압추출 방식을 개선하였다. 관능평가 결과 기술개발 이전 제품에 비하여 외관, 향, 맛, 입안질감, 기호도 등에서 20% 이상 증진된 것으로 나타났다. 또한 시제품은 $-2\sim 5^{\circ}\text{C}$ 에서 냉장보관시 제조일로부터 18일까지 유통안전성을 확보하였다.

(3) 설령탕 육수의 대량생산을 위한 통전기술 개발

통전가열 육수를 생산하기 위하여 통전조건을 확립하였다. 재래식 방법과 비교하여 통전가열에서는 사골육수는 120°C , 0.2MPa 에서 4시간 이내로 추출시간을 단축시키면서 추출 효율성을 높였고, 양지수육은 59.2°C 에서 19.5분 1차 가열한 다음, 89.6°C 에서 22.1분 2차 가열하여 수율과 종합적 기호도를 높였다. 통전가열기술의 실용화를 추진하기 위하여 주관기관과 연계하여 central kitchen형 통전시스템을 디자인하였고, 통전시스템 가동시 전력소모량 및 이산화탄소 발생량을 추정하였다.

(4) 설령탕 육수의 편이식 상품화 기술 개발

설령탕 육수를 이용하여 큐브형, 분말형, 농축형 제품 제조공정을 확립하였고, 동반식품에 적용할 수 있는 음식을 선발 조리하여, 스프류, 육류 등 31종의 레시피를 작성 완료하였다.

(5) 결론적으로 연구개발목표는 당초 계획 대비 100% 달성한 것으로 판단된다.

나. 평가착안점에 따른 연구개발목표의 달성도

최종평가의 착안점은 개발기술의 실용성, 창의성 및 상품성이다. 개발기술의 실용성은 특허 출원 및 등록실적으로 대체하였는데 당초 목표 대비 100% 수준을 달성하였다. 개발기술의 창의성은 학술발표 및 논문게재 실적으로 대체하였는데 당초 목표 대비 30% 수준을 달성하였다. 그러나 2편 이상의 논문을 게재할 수 있는 창의적 기술과 결과가 보고서에 있으므로 과제종료 후 1년 이내에 당초목표 대비 100% 달성할 수 있을 것으로 생각된다. 개발기술의 상품성은 제품 활용 및 브랜화 가능성으로 대체하였는데 큐브형, 분말형 설령탕 육수가 각종 음식에 적용할 수 있는 가능성이 확인되었고 표준공정을 확립한 바, 향후 제품 활용과 브랜드화 가능성은 충분하다고 생각한다.

2. 관련분야에의 기여도

주관기관인 이연에프엔씨는 재래식 가마솥에서 생산하는 설령탕 맛에 대한 품질인자를 도출하였고, 이를 바탕으로 전통풍미의 맛을 재현할 수 있는 가압스팀 설령탕 대량생산 표준공정을 확립하였다. 본 기술은 탕류 및 유사 전통음식을 외식산업화 하는 과정에서 고유의 풍미를 구현할 수 있는 품질인자 선정과 공정 개발을 제시하였고, 이러한 기술이 전통식품의 산업화 내지는 세계화에 기여할 수 있는 기술로써 의미를 부여할 수 있다.

협동기관에서 수행한 통전가열 기술은 기존의 열처리 공정과 비교할 때 에너지를 절감하면서 공정 효율성을 기할 수 있는 친환경기술로 일본, 미국, 독일 등에서 관심을 기울이고 있는 기술이다. 국내에서 통전기술의 산업화 연구는 아직 초기 단계이나 본 연구개발에서 산업화와 관련된 설령탕 육수 및 수육의 통전가열조건을 수립하였다. Central kitchen형 공장에서 생산하는 물량을 근거로 전원시스템, 통전용기 및 공정 흐름도 등을 디자인하였으므로 향후 통전기술의 산업화에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 국내 식품산업에 통전기술의 실용화 기술이 보급된다면 지구환경변화에 대응한 에너지고효율 공정, 온실가스저감 공정에도 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 실용화 • 산업화 계획

가마솥에서 생산하는 설령탕 맛에 대한 품질인자 도출을 바탕으로 전통품미의 맛을 재현할 수 있는 가압스팀 공정을 활용한 설령탕 대량생산 표준공정을 확립한 바, 본 연구결과를 바탕으로 공정 최적화한 설령탕 육수를 연속적으로 대량생산을 하려면 전처리 설비, 가압설비, 냉각 설비등 시설투자를 통해 공정 안정화를 진행하여 당사 이연에프엔씨의 60여개 점포에 공급을 할 수 있도록 검토 할 계획이다. 또한 설비 투자를 통해 안정화된 품질로 생산된 설령탕 제품은 소비자 제품으로 가정에서 편리하게 먹을 수 있는 HMR 제품으로 개발하여 매장에서 상품판매, 홈쇼핑 등을 통하여 판매를 촉진하고 홍보할 계획이다. 전통품미의 육수를 이용하여 개발한 편이식은 액상 농축물, 분말 및 cube형으로 구분하여 수요 기반을 다변화할 수 있는 시장조사를 실시하고 실용화 방안을 마련하고자 한다. 통전가열 대체 공정은 향후 시제품 운영을 검토하되 설비도입이 선행 되어야 하며, 시설투자의 경제성 확보 후 수육 제조공정 도입을 우선적으로 검토한다.

2. 기술확산 계획

본 기술로 제조된 설령탕 육수 및 편이식 제품은 국내외 유명 식품전시회에 출품하여 홍보하고, 필요시 언론 홍보를 한다.

3. 특허, 논문 등 지식재산권 확보 방안

통전가열 사골육수 제조방법, 통전가열 수육 제조방법, 사골육수 큐브제조방법 등에 대한 특허를 출원하고 일부는 특허등록 되었으므로 본 연구에서 발생된 결과는 지식재산권으로 확보하고 있다. 논문은 1편이 게재되었으나 연구종료 1년 이내에 2편 이상을 게재하여 연구결과의 창의성을 홍보하고자 한다.

4. 성과활용 계획

통전기술은 일본, 미국, 독일 등에서 실용화된 장치를 개발하여 보급하고 있으며 국내는 아직 초기 단계에 있다.본 연구를 통하여 통전장치의 국산화를 유도하고, 동시에 식품산업에서 통전기술이 혁신기술로 정착하여 녹색성장을 견인할 수 있도록 당사에서 통전기술을 적용한

가압추출탱크의 설비 국산화 및 양지수육 시제품 생산 도입을 검토하고 향후 육수의 추출기술, 살균기술 등에 접목할 수 있는 방안을 모색하고자 한다. 또한, 국내외 식품전시회에 통전기술 관련 제품을 출품하여 고부가가치식품기술개발사업 과제수행 결과의 우수성을 홍보하고자 한다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

1. 하와이 대학교의 대체가열 및 비열 가공기술 최근 연구현황

가. Joule heating

기존 가열기술의 대체기술로 에너지 효율성, 공정의 신속성, 가열 패턴의 균질화 및 오염물 배출 저감을 목적으로 연구를 수행중이다. 이미 고주파-joule heating의 산업적 활용기술과 고주파-joule heating processing 및 장치설계 기술을 자체적으로 확보하고 있으며, 육가공, 유가공, 액상식품, 토마토 박피, 발효 분야의 살균 및 멸균에 대한 응용기술 개발 중. Ohmic heating의 기술적 한계를 극복하고 효율성을 향상하기 위한 microwave 기술 등과의 hybrid 시스템 개발에 주력하고 있다. 미 국방성으로부터 단체급식을 위한 가열기술 연구 등 다양한 연구를 수행중이다.

나. PEF (pulsed electric field) treatment

전기장을 활용한 차세대 기술로서 10 kW급의 유제품 처리를 위한 장치를 직접 개발한 연구경험을 보유하고 있었다. 미국의 PEF 관련 연구는 유럽에 비해 연구 분야의 전반적인 규모는 작지만 최근 학술적인 연구발표는 지난 10년전에 비해 10배 이상 증가하고 있다. 주로 비가열 살균 분야에 연구를 집중하고 있으며 미국의 Ohio State University, Genesis, Hawaii University, 독일의 TU Berlin, 스웨덴의 SIK Gothenburg, 네덜란드의 ATO/Unilever 연구그룹이 주도하고 있다. Cell permeabilisation 분야는 독일의 TU Berlin와 FZK Karlsruhe, Südzucker AG 그룹이, 그리고 전세계적으로는 TU Berlin 등 20개 이상의 연구 그룹이 관련 연구를 수행하고 있다. PEF 시스템 기술은 완성단계로 전극 등의 안정성과 효율성 향상을 위한 연구를 진행 중이다. PEF의 단점은 대상식품에 따라 비가열살균 처리시 기존 제품과 관능적 특성이 상이해져 소비자의 기호도가 저하할 수 있으며 시스템의 규모를 최소화하는데 기술적 한계가 있고 단독 기술보다는 타 기술과의 combination이 보다 효과적일 것으로 판단하고 있었다.

다. Combination heating

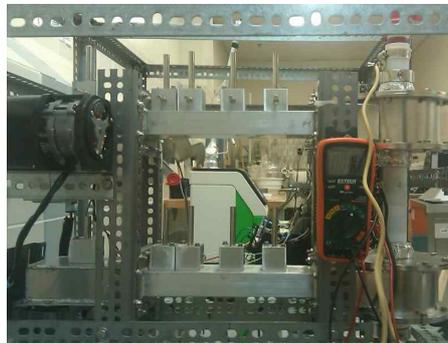
유동상 식품의 연속 살균/멸균 시스템 기술. 마이크로웨이브 처리에 따른 식품의 dielectric 특성 연구, 동결육의 해동, 마이크로웨이브 기반의 추출 및 농축 시스템 연구를 수행 중이다. 일반적인 가열공정에서도 고상-액상 혼합 식품의 균질 가열은 가장 중요한 요소이다. 액상은 일반적으로 고체에 비해 가열속도가 빠르고 열은 교류와 전도를 통해 전달된다. 액상과 고상의 온도차는 고상 물질의 입자 표면의 낮은 대류성 열전달의 낮은 열확산성에 기인한다. 고상 입자의 열전달 지연을 극복하기 위한 과도한 가열은 영양분의 손실과 식품의 관능적 가치를 저하시킨다. 마이크로웨이브나 ohmic heating은 가열공정의 불균질성을 해결할 수 있는 유용한 수단중의 하나이다. Joule heating은 투입되는 에너지가 거의 100% 열에너지로 전환된다는 장점을 가지고 있지만, 식품의 전기적 전도성에 의존성을 가지므로 균질한 가열을 위해서는 액상의 전도도와 동일한 전도도를 가져야 한다는 단점이 있다. 식품은 다양한 전기 전도도를

가지고 있기 때문에 낮은 전도도의 고상 식품이 높은 전도도의 액상 식품에 포함되어 있는 경우에는 ohmic heating시 고상의 가열이 지연된다. 이러한 기술적 어려움을 극복하고자 하와이 대학의 연구팀은 combination heater를 통해 multiphase liquid-particle food의 가열 패턴을 연구하고 liquid-particle 혼합물의 가열 패턴을 수치해석과 시뮬레이션을 통해 이해하고 상이한 전기적 전도도와 dielectric 특성을 가지는 multiphase food에 대한 combination heater의 효과의 한계를 극복하기 위한 연구를 수행하고 있다. 하와이 대학 연구팀이 보유하고 있는 combination heater의 microwave heating system chamber는 내부 길이 0.12 m, 폭 0.18 m, 높이 0.31 m로 Type WR-430의 파장과 연결된 두 개의 transmission port와 연결되어 있고 니켈을 코팅한 것을 사용하고 있었다. 두 개의 이중 magnetron은 삼성전자의 Model OM75S로 0.9 kW의 출력이 가능한 것이었다.

라. 하와이 대학 연구팀의 보유 시스템 및 모델 식품에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

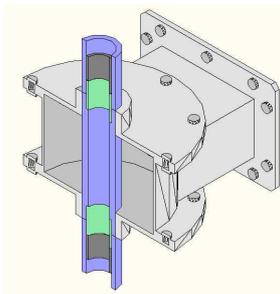


(a)

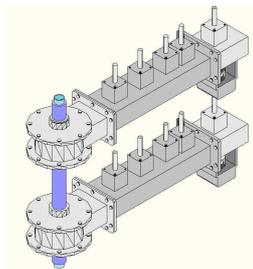


(b)

하와이 대학 연구팀의 combination heater의 전면부(a) 및 측면부(b)

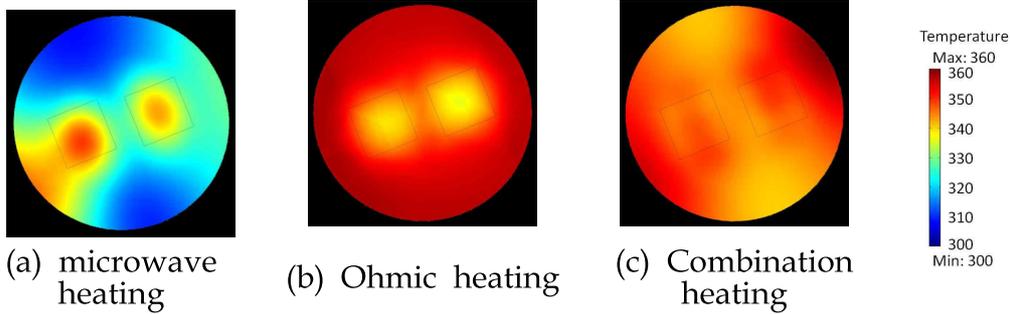


Microwave



Ohmic

하와이 대학 연구팀의 combination heater의 내부 및 전면부 3D 모형

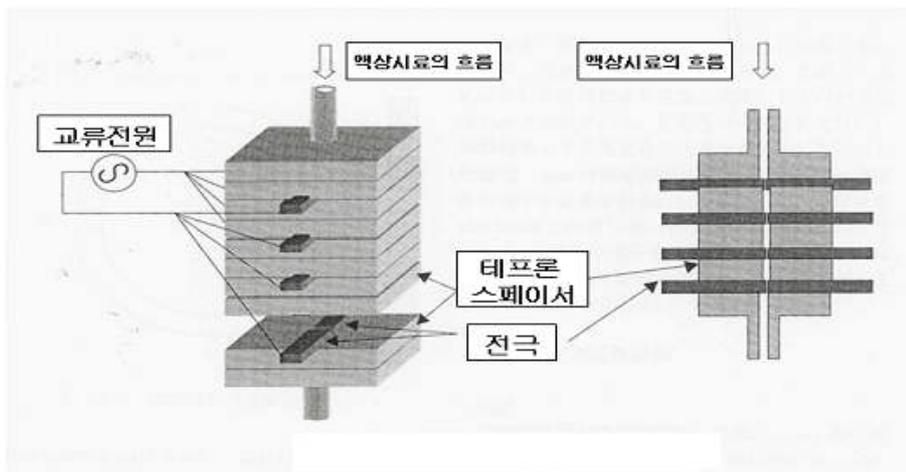


Microwave, ohmic heating 및 combination heating에 의한 liquid-particle 혼합물의 가열시 온도 구배 분석 결과

2. 일본 식품종합연구소의 대체가열 관련 최근 연구현황

주로 액상식품의 살균에 관한 연구를 수행하고 있다. 특히, 액상식품의 존재하는 미생물 포자에 대한 살균시 교류고전계(High Electric Field AC)를 이용하여 연구를 진행하고 있다.

교류고전계의 원리는 그림에 나타낸 바와 같이 액상식품이 전계인가 유닛을 통과할 때 좌우의 전극에서 발생하는 전기저항을 이용해 열을 발생시키는 것으로써 식품에 따라 고유의 전기전도율을 갖기 때문에 시료의 종류에 따라 가열된 온도가 다르게 나타난다. 따라서 Joule 가열 시스템을 살균공정으로 이용하기 위해서는 유체식품의 전기전도도, 유속, 유량은 물론 전압, 주파수 등을 고려하여야 하며, 일본식품종합연구소에서는 이와 같은 응용연구를 수행하여 기업체와 연계한 Joule 가열시스템의 살균기술 상용화에 기여하고 있다. 최근에는 식물체의 유용성분 추출기술에 관심을 가지고 있다.



제 7 장 참고문헌

Aaslyng, M. D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H. C., & Andersen, H. J. (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Qual Prefer.*, 14(4):277 - 288.

Alfaia, Cristina M. M., Alves, Susana P., Lopes, Anabela F., Fernandes, Maria J.E., Costa, Ana S.H., Fontes, Carlos M.G.A., Castro, Matilde L.F., Bessa, Rui J.B., Prates, Jose A.M. (2010). Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat, *Meat Science*, 84, 769 - 777

Alina, A. R., Nurul Mawaddah, A. H., Siti Mashitoh, A., Shazamawati, Z. H., Nurulhuda, M. S., Umami Syuhada, H. S., & Imtinan, A. K. (2012). Effect of Grilling and Roasting on the Fatty Acids Profile of Chicken and Mutton, *World Applied Sciences Journal* 17 (Towards the Traceability of Halal and Thoyyiban Application), 29-33

An, H. J., & King, J. M. (2007). Thermal characteristics of ohmically heated rice starch and rice flours. *Journal of Food Science*, 72(1), C84eC88

Anderson, R. D. (2008). Ohmic heating as an alternative food processing technology. A Report for the Degree Master of Science. Manhattan, Kansas: Kansas State University

Bailey, A. J., & Light, N. D. (1989). *Connective tissue in meat and meat products*. London: Elsevier Applied Science.

Bejerholm, C., & Aaslyng, M. D. (2004). *Encyclopedia of Meat Sciences*. Roskilde, Denmark: Danish Meat Research Institute

Bozkurt, H., & Icier, F. (2010a). Electrical conductivity changes of minced beef - fat blends during ohmic cooking. *Journal of Food Engineering*, 96, 86 - 92.

Biss, C. H., Coombes, S. A., and Skudder, P. J. (1989) In 'Processing Engineering in the Food Industry' Field, R. W., and Howell J. A., eds., 17-27, Elsevier Applied Science Publishers, Essex, England.

Bozkurt, H., & Icier, F. (2010b). Ohmic cooking of ground beef: Effects on quality. *Journal of Food Engineering*, 96, 481 - 490.

Burfoot, D., Self, K. P., Hudson, W. R., Wilkins, T. J., James, S. J. (1990). Effect of cooking and cooling method on the processing times, mass losses and bacterial condition of large meat joints. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 25:657 - 667.

Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Faustman, C. (2004). Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. *Food Research International*, 37(10), 1021 - 1030.

Cheng, Q. F., and Sun, D.-W. (2006). Feasibility of vacuum cooling of cooked pork ham with water as compared with that without water and with our blast cooling. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 41(8): 938 - 945.

Cho, W. I., Kim, D. U., Kim, Y. S., and Pyun, Y. R. (1994) Ohmic heating characteristics of fermented soybean paste and Kochujang. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 26(6), 791-798

Christensen, M., Purslow, P. P., & Larsen, L. M. (2000). The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. *Meat Science*, 55(3), 301 - 307.

de Alwis, A.A.P. and Fryer, P.J. (1988) Preliminary experiments on heat transfer in ohmic heating of foods. The 2nd UK National Heat Transfer Conference University of Strathclyde, London, Vol 1, p 229

de Alwis, A.A.P. Handen, K., and Fryer, P.J. (1989) Shape and conductivity effects in the ohmic heating of foods. *Chem. Eng. Res. Design*, 67, 159-168

Dhanapal, K., Vidya Sagar Reddy, G., Binay Bushan Naik, Venkateswarlu, G., Devivaraprasad Reddy, A. & Basu, S. (2012). Effect of cooking on physical, biochemical, bacteriological characteristics and fatty acid profile of Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) fish steaks, *Archives of Applied Science Research*, 4(2), 1142-1149

Desmond, E. M., and Kenny, T. A. (2005). Effect of pelvic suspension and cooking method on the processing and sensory properties of hams prepared from two pork muscles. *Meat Sci.*, 69(3):425 - 431.

Dong, H., Wang, D., Zhang, M., Zhu, Y., Xu, W., & Liu, F. (2012). Effect of different heating temperature on liberation of actin from actomyosin in duck meat. *Science and Technology of Food Industry*, 33(20), 120 - 124 [In Chinese].

FDA-CFSAN (Food, Drug Administration-Center for Food Safety, Applied Nutrition) (2000). Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies – Ohmic and inductive heating. <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/ift-ohm.html> (Accessed: 01.12.2011)

Godiksen, H., Morzel, M., Hyldig, G., & Jessen, F. (2009). Contribution of cathepsins B, L and D to muscle protein profiles correlated with texture in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry*, 113(4), 889.

Heymann, H., Hedrick, H. B., Karrasch, M. A., Eggeman, M. K., and Ellersieck, M. R. (1990). Sensory and chemical characteristics of fresh pork roasts cooked to different centre temperatures. *J. Food Sci.*, 55:613 - 617.

Hong, G. P., Min, S. G., Ko, S. H., Shim, K. B., Seo, E. J., and Choi, M. J. (2007) Effects of brine immersion and electrode contract type low voltage ohmic thawing on the physico-chemical properties of pork meat. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.*, 27(4), 416-423

Huang, F., Huang, M., Xu, X., & Zhou, G. (2011). Influence of heat on protein degradation, ultrastructure and eating quality indicators of pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(3), 443 - 448.

Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194 - 204.

Icier, F., Izzetoglu Turgay, G., Bozkurt, H., & Ober, A. (2010). Effects of ohmic thawing on histological and textural properties of beef cuts. *Journal of Food Engineering*, 99, 360 - 365.

Inoue, T., Niida, J., Ikeda, S., Uemura, K., and Isobe, S. (2008) Inactivation of various microorganism spores and effects of orange juice treatment with high electric field AC (in Japanese). *Kaju Kyokai Hou.*, 596, 69-79

Kim, J. H., Park, B. Y., Cho, S. H., Yoo, Y. M., Chae, H. S., Lee, J. M., Ahn, C. N., Kim, H. K., Kim, Y. G, and Yun, S. G, Effect of parity of Hanwoo cow on physicochemical, sensory and nutritional characteristics of sullungtang. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 20, 87-92, 2000

Knirsch, M. C., Santos, C. A., Vicente, A. A. M. O. S., & Penna, T. C. V. (2010). Ohmic

heating – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 21, 436 - 442.

LA times, <http://www.latimes.com/travel/la-trw-asian20-2008aug20,0,6850044.story>

Lawrie, R. A. (1998). The eating quality of meat. *Meat Science* (pp. 226 - 230). (6th ed.). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

Laycock, L., Piyasena, P., and Mittal, G. S. (2003). Radio frequency cooking of ground, comminuted and muscle meat products. *Meat Sci.*, 65(3):959 - 965.

McKenna, B. M., Lyng, J., Brunton, M., & Shirsat, N. (2006). Advances in radio frequency and ohmic heating of meats. *Journal of Food Engineering*, 77, 215 - 229.

Marcos, B., Kerry, J. P., & Mullen, A. M. (2010). High pressure induced changes on sarcoplasmic protein fraction and quality indicators. *Meat Science*, 85(1), 115 - 120.

Moreno, J., Simpson, R., Pizarro, N., Parada, K., Pinilla, N., Reyes, J. E., et al. (2012). Effect of ohmic heating and vacuum impregnation on the quality and microbial stability of osmotically dehydrated strawberries (cv. Camarosa). *Journal of Food Engineering*, 110, 310 - 316.

Murphy, R. Y., Johnson, E. R., Duncan, L. K., Clausen, E. C., Davis, M. D., and March, J. A. (2001). Heat transfer properties, moisture loss, product yield and soluble proteins in chicken breast patties during air convection cooking. *Poultry Sci.*, 80:508 - 514.

Obuz, E., Dikeman, M. E., & Loughin, T. M. (2003). Effects of cooking method, reheating, holding time, and holding temperature on beef *Longissimus lumborum* and *Biceps femoris* tenderness. *Meat Science*, 65(2), 841 - 851.

Ockerman, H.W. and Pellegrino, J.M.: Meat Extractives. In *Advanced in Meat Research, Edible Meat By Products*, AVI Publishing Co., N.T., Vol.5, p.303, 1988

Okitani, A., Ichinose, N., Itoh, J., Tsuji, Y., Oneda, Y., Hatae, K., et al. (2009). Liberation of actin from actomyosin in meats heated to 65 C. *Meat Science*, 81(3), 446 - 450.

Palka, K., and Daun, H. (1999). Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. Semi tendinosus* during heating. *Meat Sci.*, 51(3):237 - 243.

Park, S. J., Kim, D., and Uemura, K. (1995) Influence of frequency on ohmic heating of fish protein gel. *Nippon shokuhin Kagaku Kaishi*, 42, 569-574

Piette, G., Buteau, M. L., De Halleux, D., Chiu, L., Raymond, Y., Ramaswamy, H. S., et al. (2004). Ohmic cooking of processed meats and its effects on product quality. *Journal of Food Science*, 69, 71 - 78.

Reichert, J. E. (1995). Curing and cooking technology in practice. In Lenges, J., Casteels, M., Deweghe, L., and Nicolaï, T. (Eds.). *Curing Technology for Cooked Pig Meat Products: An Update* (Eds. by), Utrecht, the Netherlands: ECCEAMST.

Sastry, S. K. (1992). A model for heating of liquid-particle mixtures in a continuous flow ohmic heater. *Journal of Food Process Engineering*, 15, 263 - 278.

Shiba, M. (1993) Quality of Kamaboko from vacuum-treated salt ground meat from several fish by applying Joule heat. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59, 1007-1011

Shiba, M., and Numakura, T. (1992) Quality of heated gel from walleye pollack surimi by applying Joule heat. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 903-907

Shiba, M., and Numakura, T. (1993) Quality of high temperature-formed gel from salt-ground meat of walleye pollack by Joule's heat. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 1945-1953

Shirsat, N., Brunton, N. P., Lyng, J. G., & McKenna, B. (2004a). Water holding capacity, dielectric properties and light microscopy of a conventionally and ohmically cooked meat emulsion batter. *European Food Research and Technology*, 219(1), 1 - 5.

Shirsat, N., Brunton, N. P., Lyng, J. G., McKenna, B., & Scannell, A. (2004). Texture, colour and sensory evaluation of a conventionally and ohmically-cooked meat emulsion batter. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(14), 1861 - 1870.

Shirsat, N., Brunton, N. P., Lyng, J. G., McKenna, B., & Scannell, A. (2004b). Texture, colour and sensory evaluation of a conventionally and ohmically cooked meat emulsion batter. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1861 - 1870.

Shirsat, N., Lyng, J. G., Brunton, N. P., & McKenna, B. (2004c). Ohmic processing: Electrical conductivities of pork cuts. *Meat Science*, 67, 507 - 514.

Sun, H., Kawamura, S., Himoto, J., Itoh, K., Wada, T., & Kimura, T. (2008). Effects of ohmic heating on microbial counts and denaturation of proteins in milk. *Journal of Food Science and Technology Research*, 14, 117 - 123.

Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70, 493 - 508.

Turp G. Y., Sengun, I. Y., Kendirci, P. & Icier, F. (2013). Effect of ohmic treatment on quality characteristic of meat : review, *Meat Science* 93, 441-448, 2013

Uemura, K., and Isobe, S. (2003) Developing a new apparatus for inactivating *B. subtilis* spore in orange juice with a high electric field AC under pressurized conditions. *J. Food Eng.*, 56(4), 325-329

Uemura, K., Kobayashi, I., and Inoue, T. (2009) Inactivation of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in orange juice by high electric field alternating current. *Food Sci. Technol, Res.*, 15(3), 211-216

Vaudagna, S. R., Sanchez, G., Neira, M. S., Insani, E. M., Picallo, A. B., Gallinger, M. M., and Lasta, J. A. (2002). Sous vide cooked beef muscles: effects of low temperature - long time (LT - LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 37:425 - 441.

Vasanthi, C., Venkataramanujam, V., & Dushyanthan, K. (2007). Effect of cooking temperature and time on the physico-chemical, histological and sensory properties of female carabeef (buffalo) meat. *Meat Science*, 76, 274 - 280.

Walsh, H., Martins, S., O'Neill, E. E., Kerry, J. P., Kenny, T., & Ward, P. (2010). The effects of different cooking regimes on the cook yield and tenderness of noninjected and injection enhanced forequarter beef muscles. *Meat Science*, 84(3), 444 - 448.

Wan, D., Dong, H., Zhang, M., Liu, F., Bian, H., Zhu, Y., & Xu, W. (2013). Changes in actomyosin dissociation and endogenous enzyme activities during heating and their relationship with duck meat tenderness. *Food Chemistry*, 141, 675-679

Wang, L., *Energy efficiency and management in food processing facilities*, CRC press, 2009

Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., and Koohmaraie, M. (1998). Cooking and palatability traits of beef longissimus steaks cooked with a belt grill or an open hearth electric broiler. *J. Anim. Sci.*, 76:2805 - 2810.

Yan Dai, Jing Miao, shan-Zhen Yuan, Yi Liu, Xing-Min Li, & Rui-Tong Dai (2013). Colour and sarcoplasmic protein evaluation of pork following water bath and ohmic

cooking. *Meat Science*, 93, (2013), 898-905

Yang, J. B, Lee, K. H & Choi, S. U. (2012). Physicochemical Changes of Beef Loin by Different Cooking Methods, *Korean J Food Preserv* 19(3), 368-375

Yoo, I. J., Yoo, S. H., and Park, B. S., Comparison of physicochemical characteristics among Hanwoo, Holstein and imported shank bone soup (Komtang). *Korean J. Anim. Sci.* 36, 507-514, 1994

Yoon, S. W., Lee, C. Y. J., Kim, K. M., & Lee, C. H. (2002). Leakage of cellular material from *Saccharomyces cerevisiae* by ohmic heating. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 12, 183e188

Zell, M., Lyng, J. G., Cronin, D. A., & Morgan, D. J. (2010a). Ohmic cooking of whole beef muscle – Evaluation of the impact of a novel rapid ohmic cooking method on product quality. *Meat Science*, 86, 258 - 263.

Zell, M., Lyng, J. G., Cronin, D. A., & Morgan, D. J. (2010b). Ohmic cooking of whole turkey meat – Effect of rapid ohmic heating on selected product parameters. *Food Chemistry*, 120, 724 - 729.

Zell, M., Lyng, J. G., Denis, A., Cronin, D. A., & Morgan, D. J. (2009). Ohmic cooking of whole beef muscle – Optimization of meat preparation. *Meat Science*, 81, 693 - 698.

김진형 외 9인, 한우 성숙도와 추출횟수가 사골용출액의 관능 특성에 미치는 영향, *한국축산 식품학회지*, 28(1), 45-50, 2008

박동연, 사골 용출액 중의 무기질, 총질소, 아미노산의 함량 변화, *한국영양식량학회지*, 15(3), 243-248, 1986

신현경, 아미노산 및 핵산 관련물질 심포지엄, 아미노산 및 핵산 관련 물질의 이용, 127-151, 1990

유익중, 김경환, 김영언, 박우문, 추출시간, 추출온도 및 가수율이 쇠고기의 열수추출물에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 22(7), 858-864, 1990

임희수, 안명수, 윤서석, 설농탕 주재료의 가열시간별 성분변화에 관한 연구, *Korean. J. soc. Food Sci*, 1(1), 1985