

GA0670-07021

최종  
연구보고서

무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 고부가가치  
가공 제품 개발

Development of processed products with high added  
value and functional food materials using  
radish(*Raphanus Sativus* L.) leaves

연구기관  
한국식품연구원

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 고부가가치 가공 제품 개발”에 관한 용역 연구 과제의 보고서로 제출합니다.

2007년 5월

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄 연구책임자 : 구 경 형

협동 연구책임자 : 최 정 화

세부 연구책임자 : 이 명 기

연 구 원 : 김 영 진

연 구 원 : 박 완 수

연 구 원 : 이 용 환

위 축 연 구 원 : 이 경 아

위 축 연 구 원 : 김 영 립

참여업체: 양양자연송이농산

## 머리말

최근 급격한 경제 성장, 식생활의 서구화로 영양섭취 과다와 함께 정제된 곡류를 이용한 가공 식품 및 인스턴트식품의 선호도 증가로 암, 동맥경화, 고혈압, 심장질환, 뇌질환 등 각종 성인병에 노출되어 있다. 이러한 변화에 따라 만성적인 질병이 비만에서 기인한다는 경각심이 일어나면서 채소류에 관한 수요와 공급이 확산되었고, 가공되지 않은 신선 채소와 이를 최소 가공한 농산물 구매가 증가하고 있는 실정이다. 우리나라 전체 채소 생산량 대비 배추는 25%, 무는 10~15%를 차지하고 있는데 무는 그 품종에 따라 엽채와 뿌리를 함께 사용하기도 하고, 뿌리만 또는 엽채만을 선별하여 식재료로 사용하고 있다. 한편 무의 뿌리 부분을 제외한 잎에는 비타민 A, C, 칼슘이 뿌리 부분에 비하여 더 많이 함유하고 식이섬유도 풍부하게 함유하고 있는 양질의 식품소재이다. 통계적으로 무의 수요는 김치와 단무지 생산에 집중되고 있는데, 단무지의 경우 일년 중 일괄적으로 처리한 후 가공 처리하고 있으므로 이때 상대적으로 대량의 무청이 생산되고 있고, 무청을 가공 식품의 경우 건조된 시래기 및 무청 김치 등의 절임 식품에 이용할 뿐 대부분 사료 등으로 폐기되고 있는 실정이다.

그러므로 본 연구는 우리 농산물 활용을 극대화하기 위하여 가정 또는 소기업에서 제조하여 생산하고 있는 무청 가공 식품에서 탈피하여, 체계적이고 과학적인 연구를 기초로 무청을 이용한 건강식품 소재 및 가공 제품의 개발로 고부가가치화, 무청 소비 확대 및 홍보에도 이바지할 것으로 기대된다.

2007년 5월

한국식품개발연구원

원장 김동수

# 요약문

## I. 제목

무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 고부가가치 가공 제품 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

무(*Raphanus sativus* L)는 우리나라의 대표 채소 중의 하나로 중국에서 이미 기원전 1100년경에서 400년경에 걸쳐 편찬된 이아(爾雅)에 무가 재배되었던 기록이 있고, 우리나라는 삼국시대에 중국에서 도입된 후, 고려시대에는 재배가 보편화되었던 것으로 추정된다.

2003년도 작물통계로 보고된 무 생산량이 1,561천 톤, 배추 생산량 2,678천 톤으로 매년 차이는 있지만, 전체 채소 생산량 대비 무는 10-15%, 배추는 25% 내외를 차지하고 있어 우리나라 야채의 대표성을 보여 주고 있으므로 무청의 생산량도 그에 상응할 것으로 예측된다. 국내에서는 전통적으로 채소류가 다량 생산되는 시기에 채소를 건조시켜 저장성 향상과 함께 소비자에게 일년 내내 공급할 수 있다는 장점과 건조채소의 특유한 향미와 질감으로 소비자의 관심이 지속되고 있다. 건조채소의 경우 태양 건조에 비하여 열풍 건조 방법이 균일하고 신속하게 건조할 수 있는 방법으로 많이 사용하고 있으나, 전처리와 건조 조건에 차이가 있고, 제품 자체의 변색과 풍미 저하 현상 및 조직이 손상되므로 원료에 따른 적절한 건조 조건이 필요하다.

본 연구는 품종별 무청의 표면 미생물 분포와 중심합성계획과 반응표면 분석법을 이용하여 물 세척, 마이크로웨이브 처리 및 스팀 처리를 독립 변수로 두고, 이들 전처리 조건에 따른 표면 미생물의 변화를 조사하였다. 또 품종별 무청의 성분분석과 반응표면 분석법을 이용하여 열풍건조 조건에 따른 무청 고유의 색도와 성분 변화 등의 품질 특성을 조사하여 무청의 적절한 열풍 건조

조건 제시, 이외에 실험을 통한 무청, 무청 식품소재 및 가공식품의 효능을 과학적으로 조사하여 무청을 이용한 고부가가치 기능소재 및 가공 제품의 개발로 폐기되고 있는 양질의 무청의 소비 및 이용도 확대의 목적으로 수행되었다.

### **III. 연구 개발의 내용 및 범위**

#### **1. 무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 이를 이용한 가공 제품 개발**

- 1) 무청의 기능성 성분 탐색 및 식품 소재화를 위한 가공 방법 조사
- 2) 무청을 이용한 건강 기능소재 제조 공정 개발
- 3) 무청을 이용한 가공 제품 개발

#### **2. 원료 무청 및 최종 가공 제품의 안전성 및 품질 평가**

- 1) 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정
- 2) 무청을 이용한 건강 기능 소재의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립
- 3) 무청 가공 식품의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립

#### **3. 동물실험을 통한 성인병 예방 효능 및 작용기작 규명**

- 1) 무청의 체내 지질대사 개선 및 항산화 효과 검증
- 2) 장내환경 개선 작용을 통한 변비 개선 및 항비만 효과
- 3) 가공 제품의 성인병 예방 효과

### **IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의**

#### **1. 무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 이를 이용한 가공 제품 개발**

- 1) 무청의 기능성 성분 탐색 및 식품 소재화를 위한 가공 방법 조사  
국내에서 무청만 식품으로 사용하기 위해서 재배 수확하기 보다는 무

를 사용하고, 남은 부산물로서의 무청을 다루므로 이에 관한 생산 현황과 이용도는 통계적으로 환산된 것은 없다. 무의 재배지역은 2002년 기준으로 재배 면적은 31,387ha로 전체 채소 재배 면적의 약 9~10% 정도를 차지하고 있으며, 2003년 기준 작형별 재배 면적은 봄무 44.9%, 여름무 7.0%, 가을무 48.1%를 차지하였다. 2004년도 무의 산지 동향과 향후 전망을 살펴보면 계절에 따라 달라지나, 일년 평균 150만 톤 정도의 무가 생산되는 것으로 추정되며 무 수확 후 부산물로 남는 무청의 양도 100만 톤 이상 생산이 될 것으로 여겨진다. 현재 무청이 활용도는 국내의 경우 무청 김치나 말려서 시래기 형태로 만든 후 된장국, 찌개 등에 넣어 먹는 것이 대부분이고, 외국의 경우도 국내의 경우와 크게 다르지 않았다. 실험을 통하여 무청의 성분 분석과 식품소재화하기 위한 가공 공정 등의 간편성, 접근성, 저장성 등을 고려하여 열풍 건조 방법을 선발하였다. 즉 무청 품종별 성분분석과 반응표면 분석법을 이용하여 건조조건에 따른 무청 고유의 색도, 칼슘, 철분, 비타민 등의 성분을 조사하였다. 일반성분의 경우 품종이 다른 미농단백무를 제외하고는 품종 간에 회분, 단백질, 지방, 칼슘 및 철분 함량에 유의적인 차이가 없었고, 건물량으로 환산한 비타민류, 클로로필 함량, 색도에는 품종 간 유의적인 차이가 있었다. 한편 중심합성 실험계획에 따라 건조한 미농단백무 무청의 품질특성을 조사한 결과 수분함량, 클로로필 함량 및 색도차이를 나타내는  $\Delta E$  값은 건조온도와 시간에 따라 유의적인 차이가 있었고, 칼슘, 철분함량은 각각 31.41~35.80 mg, 0.21~0.29 mg으로 시료 간 유의성이 없었다. 무청의 건조조건을 독립변수로 하고, 시료 간 유의적인 차이를 보였던 종속변수인 수분, 클로로필 및 색도 값의 상관관계를 나타내는  $R^2$ 값이 0.97 이상으로 높았다. 또 회귀분석한 모델식중 반응표면 분석법으로 도시한 결과 총 클로로필 함량은 독립변수인 건조시간보다는 건조온도의 영향이 더 컸으며 무청의 고유 초록색을 유지하면서도 수분 감소효과를 얻기 위한 최적조건은 약 70°C에서 5~6시간 정도로 예측할 수 있었다. 선발된 건조 방법에 의한 무청의 성분 변화는 시간에 따라 큰 차이는 없었으나 무청 고유 초록색을 유지하는데 건조 온도, 시간, 전처리 방법 등이 필요하였다.

### 2) 무청을 이용한 건강 기능 식품 소재 개발

무청을 이용한 식품소재 개발을 위하여 1차년도 연구결과를 기초로 동일한 품종의 무청을 수집하여 칼슘, 철, 비타민 등의 함량을 분석하여 건물량으로 환산한 결과, 칼슘 함량과 철분의 함량은 각각 25.46~32.13 mg/g, 0.21~0.28 mg/g으로 시료간 값에 차이는 있었으나, 통계 분석 결과 유의성은 없었다. 품종별 무청의 비타민류는 건물량 1 g당 비타민 B<sub>1</sub>은 0.02~0.03 mg, B<sub>2</sub>는 0.12~0.16 mg, C는 0.04~0.06 mg이었다. 무청의 대표 두 품종(관동무, 미농단백무)을 선발하여 증류수, 50% 에탄올, 50% 메탄올로 추출하여 무청 자체의 생리활성 물질을 탐색하였다. 각 추출물의 수율의 경우 전처리를 하지 않고 세척 직후 60℃에서 건조한 시료의 수율이 높았고 무청의 총폴리페놀 함량은 추출용매에 따라 함량의 차이는 많지 않았다. 무청 고유의 색소를 유지시키기 위한 건조조건과 건조에 따른 미량성분의 변화, 무청의 전자공여능, 폴리페놀화합물, 아질산염 소거 작용 등의 생리활성물질 등의 결과를 기초로 무청 소재를 제조하였다. 원료 무청을 수확 직 후, 7가지 시료를 제조하여 그 성분을 분석한 후 방법과 제조 방법을 조절하여 2종류의 시제품을 제조하였다. 또 무청 식품 소재 I과 II를, PE 포장 및 알루미늄이 증착된 포장재로 포장한 후 상온에서 저장하면서 총균수와 색도를 측정하였다. 그 결과, 식품소재 종류와 포장에 관계없이 제조 직후의 10<sup>4</sup> CFU/g에서 6개월 상온 저장 후에도 큰 변화가 없었으며, 색 변화의 경우도 큰 차이가 없었다.

### 3) 무청을 이용한 가공 제품 개발

무청 및 무청 소재 특성인 고유의 향미와 색을 나타낼 수 있는 가공식품으로 국수, 양갱, 시래기, 후리가계를 선발한 후 색도, 관능검사에 의한 품질 특성을 조사한 후 무청과 어울리는 가공 식품을 국수, 시래기, 후리가계를 선발하여 시제품을 제조하였다. 시제품으로 제조된 각각의 가공품을 PE film과 알루미늄이 증착된 film에 일정량씩 포장하여 상온, 냉장 저장하면서 미생물 균수 검사를 실시한 결과, 무청 고유의 색인 녹색을 유지하기 위해 빛을 차단시킨 포장재를 사용하였을 때 상온에서 1년 정도의 유통이 가능하였다. 또 본 과제에

서 시제품으로 생산한 식품 소재 및 가공 제품의 경우 참여업체가 보유하고 있는 기계 및 설비를 이용하는 것을 토대로 제품의 단가 및 경제성을 분석하였다.

## 2. 무청의 미생물학적 안전범위 예측과 품질 기준 설정

### 1) 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정

품종별 무청의 표면 미생물 분포와 중심합성계획과 반응표면분석법을 이용하여 물세척, 마이크로웨이브처리 및 스팀처리를 독립변수로 두고, 이들 전처리 조건에 따른 표면 미생물의 변화를 조사하였다. 그 결과 무청 품종에 관계없이 병원성 미생물인 *Salmonella* spp., *Camphylobacter* spp., *Vibrio* spp., *Shigella* spp., *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp. 및 *Pediococcus* spp.는 전혀 검출되지 않았다. 그러나 총균수의 경우는 품종에 따라 약간의 차이는 있었는데,  $3.90 \times 10^5 \sim 1.20 \times 10^7$  CFU/g의 범위를 보였고, 대장균 군은  $1.11 \times 10^2 \sim 2.00 \times 10^5$  CFU/g, 효모/곰팡이는  $2.40 \times 10^3 \sim 3.55 \times 10^6$  CFU/g을 보인 반면 젖산균은 검출되지 않은 시료도 있었다. 또 전처리 방법에 따른 무청의 잔존 미생물의 감균 효과가 가장 좋은 전처리 방법은 스팀처리 방법이었다. 원료 무청의 각각의 전처리 방법을 독립변수(independent variables)로 하고, 총균수, 젖산균수 및 효모/곰팡이균수를 종속변수(dependent variables)로 하여 회귀 분석한 결과 상관관계를 나타내는  $R^2$  값이 각각 0.89, 0.87, 0.85로 상관성이 높았으며, 물 세척 횟수에 의한 감균 효과는 제한적이므로 마이크로웨이브처리나 스팀처리를 병행하여야 효과적이었다.

오염도의 지표균이 되는 *E. coli*를  $10^7$  CFU/g로 인위적으로 접종한 후 무청을 상온에서 보관할 때 식용 가능한 기간을 기준으로 인위적으로 접종된 시료와 접종을 하지 않은 대조구와의 미생물 사멸 정도를 조사하였다. 측정된 결과 대조구의 *E.coli*는 상온 보관시료에는  $2.20 \times 10^2$  CFU/g 검출되었고, 냉장, 냉동 보관 시료는 검출되지 않은 반면 인위적으로 접종 시료는  $10^7$  CFU/g의 높은 균수를 나타내었다. 또 저장 10일 후 대조구는 초기와 비슷한 균수를 나타내었고, *E.coli* 접종 시료의 경우 초기 접종균수를 그대로 유지하였으며 특히 상온보

관 시료의 경우 균수가  $3.10 \times 10^7$ 에서  $3.80 \times 10^8$  CFU/g로 증가되었다. 즉 초기에 유해 미생물이 감염되었을 경우 무청 보관 중 계속 균수가 증식되므로 반드시 전처리 과정으로 유해 미생물의 사멸을 유도하여야 함을 알 수 있었다.

### 2) 무청을 이용한 건강 기능 소재의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립

건조한 무청을 대조구로 식품 소재 I, 식품소재 II, 농축물 I, 농축물 II의 유해 미생물 오염도 조사를 한 결과 총균수, 효모 및 곰팡이는 검출되었으나 유해 미생물은 검출되지 않았다. 미생물학적 식품 소재의 품질 기준은 총균수 및 유해 미생물을 기준으로 하였고, 관능적 품질 기준은 무청 고유의 초록색을 유지하는 조건을 기준으로 하였다. 이런 기준으로 제조된 무청 식품 소재 I과 II의 최적 미생물학적 품질 안전 범위를 기준으로 단계별 지침을 다음과 같이 확립하였다. ① 시료 수집 및 세척 : 산지에서 수집된 무청 시료는 겉잎과 흙 등의 이물질 제거 후 흐르는 물로 세척을 2회~3회 정도 실시한다. ② 데치기 : 세척한 무청을 pH 7 이상의 물에서 시료 양에 따라 차이는 있지만 100℃ 온도에서 약 10분 이하로 데친다. ③ 세절 또는 마쇄: Chopper로 적당한 크기로 세절하거나 마쇄한다. ④ 효소처리 : 시료 당 0.05~1.0% 범위의 식이섬유 분해 효소를 첨가한 후 30~50℃에서 5~24시간 반응시킨다. ④ 건조, 냉동 또는 농축 : 효소 처리된 무청을 열풍건조, 동결건조, 냉동 또는 농축을 시킨다. ⑤ 포장 및 살균 : 건조 또는 농축된 식품소재를 PE film 또는 알루미늄이 라미네이트된 PE 필름에 포장을 한 후 100℃에서 10분간 살균한다. 무청 식품 제조시 단계별 지침은 본 연구 결과를 기초로 공장 설비 조건에 따라 batch별 또는 연속식으로 차이를 두어 이용을 하면 될 것으로 사료된다.

### 3) 무청 가공 제품의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립

제조된 무청 가공 제품의 유해미생물이 전혀 검출되지 않아 작업장의 유해 미생물의 오염 또는 인위적으로 유해 미생물을 오염시키지 않는 한 유해 미생물의 검출은 예상되지 않고, 최종 제품의 수분 함량이 10% 미만으로 쉽게 미생물이 번식할 수 있는 조건이 되지 못한다. 본 과제에서 무청 식품소재를 첨

가하여 제조한 국수(건면)의 제조 공정 단계는 원료→혼합→반죽→1차 숙성→정형→2차 숙성→압연→절단 및 건조→ 포장의 공정을 거친 제품의 수분 함량이 10% 이하로 미생물이 성장할 수 없는 조건이고, 국수는 생것으로 섭취하는 것이 아니라 물에 끓여 조리하는 식품이므로 단계별 지침은 기존 국수 제조 지침과 식품공전의 면류 규격 중 건면에 해당하는 항목을 기준으로 삼았다. 또 무청 식품소재를 첨가하여 제조한 후리가게와 조미료는 과립으로 제조한 후 건조 가공한 것으로 복합 조미식품 규격을 기준으로 원료→혼합→과립→건조→충진 및 포장의 단계를 설정하였다. 전통적으로 삶아서 상온에서 오랜 시간 건조하는 무청 시래기의 경우 무청 고유의 초록색이 갈변으로 변하고, 위생적이지 못한 처리 과정으로 가정인 업소에서 조리를 하여 섭취하기 전에 물에 불려 세척해야 하는 번거로움이 있으나 본 연구에서 제조된 무청 시래기의 경우 무청 고유의 초록색을 그대로 유지하면서 세척하지 않고 그대로 국이나 찌개를 끓여도 전통적으로 제조한 시래기와 동일한 맛과 품질을 유지할 수 있다. 무청 시래기는 세척→데치기→절단→건조→포장 단계를 설정하였고, 그 규격 기준은 식품공정에 따라서 평가하였다. 한편 식품의 HACCP 적용 범위가 계속 확대될 것으로 여겨지므로 본 연구 과제에서 개발된 무청식품소재 및 가공제품에 관한 HACCP plan 모델을 예측해 보았다. HACCP 적용 순서는 일반적인 모델을 근거로 실시하여 작성하였다.

### 3. 동물실험을 통한 생리활성 물질의 효능 및 작용기작 규명(협동과제)

#### 1) 무청의 지질대사 개선 및 항산화(항노화) 효과 검증

본 연구에서는 무청의 생체 내 항산화작용을 규명하기 위하여 고콜레스테롤 식이 흰쥐 간조직의 항산화 방어계와 지질과산화에 미치는 영향을 관찰하였다. 실험기간 동안의 체중증가량은 정상군에 비해 고콜레스테롤 식이군에서 유의적으로 증가하였으며, 무청 공급군은 정상군 수준이었고, 식이 효율 역시 유사한 경향이었다. 간조직 중의 항산화 효소 관찰에서 SOD는 실험군 간의 유의적인 차이는 없었으나 무청군에서 HC군에 비해 다소 증가한 경향이었다.

GSHpx는 정상군에 비해 콜레스테롤 공급군 모두에서 감소되었으나 무청을 5%와 10% 공급한 군에서는 HC(high fat diet)군에 비해 유의적으로 증가되었다. 조직의 과산화적 손상의 지표가 되는 간조직의 TBARS 함량을 관찰한 결과 정상군에 비해 고콜레스테롤 식이군에서 유의적으로 증가하였고 HC군에 비해 무청 5% 공급한 HRM(high fat diet+50g radish leaves)군과 10%로 공급한 HRH(high fat diet+100g radish leaves)군 두 군에서 유의적으로 감소되었다. 간조직의 cytosol에서 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 함량을 측정된 결과 정상군과 고콜레스테롤 군간의 유의적인 차이는 없었다. 간조직의 mitochondria에서 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 함량을 측정된 결과 정상군에 비해 고콜레스테롤군이 유의적으로 증가되었으나 무청 5% 공급한 HRM군과 10% 공급한 HRH군은 정상군 수준이었다. 간조직의 microsome에서 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 함량을 측정된 결과 정상군에 비해 HC군에서 유의적으로 증가되었으나 무청과우더를 공급한 모든군에서 유의적으로 감소되었다. 특히 무청 10% 공급한 HRH군에서는 정상군 수준으로 감소되었다. 간조직의 mitochondria에서 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 함량을 측정된 결과 무청을 5%, 10% 공급한 HRM, HRH군에서 정상군 수준으로 감소되었다. 이상과 같이 고콜레스테롤 식이 흰쥐에서 무청 공급 수준에 따라 간조직의 항산화 방어 효소의 활성을 증가시켜 산화적 손상을 완화시키는 작용이 관찰되었다.

## 2) 무청의 장내환경 개선 작용을 통한 변비개선 및 항비만 효과 규명

2차년도 연구에서는 무청의 분변을 통한 지질배설과 장기능 개선에 미치는 효과와 그 작용기전을 규명코져 간조직의 UDP-glucuronyl transferase 활성변화와 분변중의 지질 및 sterol류의 조성을 관찰하기 위하여 시도되었다. 그 결과 분변량은 무청공급군들에서 무청의 공급량이 증가할수록 많은 배변량을 보였다. 수분함량 역시 HC(high fat diet)군에 비해 무청공급군들에서 많은 함량을 보였다. 분변중의 총지질, 총콜레스테롤 및 TG 함량은 HC군에 비해 무청공급군들에서 현저하게 증가되었다. 분변중의 bile acid 함량은 HC군에 비해 HRM(high fat diet+50g radish leaves) 및 HRH(high fat diet+100g radish leaves)군에서 2.3배 및 2.7배씩 각각 증가되었다. 분변중의 중성 스테롤류인

cholesterol, coprostanol, coprostanone 함량은 HC군에 비해 다소 높은 경향이 있었다. 간 microsome의 UDP-glucuronyl transferase의 활성은 HC군에 비해 HRH군에서 38% 유의적으로 증가되어 가장 높은 활성을 나타내었다. 이상의 결과에서 무청은 고콜레스테롤 식이 흰쥐에서 간조직의 UDP-glucuronyl transferase 활성을 증가시키고 분변으로 총지질, 총콜레스테롤 및 중성지방 그리고 스테롤류의 배설을 증가시키는 장기능 개선 효과도 뚜렷하였다.

### 3) 무청을 이용한 가공 제품의 성인병 예방효과 규명

최종 연도에는 고지방식이를 공급한 흰쥐에게 무청 소재와 무청 및 무청가공식품을 공급함으로써 혈당수준의 변화를 관찰하고 또한, 간조직의 지질수준의 변화 등을 관찰함으로써 무청 및 무청가공식품의 공급이 고지방식에 의한 체내 지질수준 개선에 미치는 작용을 규명하고자 하였다. 실험기간 동안 실험동물의 체중증가량은 정상식이 대조군에 비해 고지방식이 군에서 유의적으로 증가하였으며, 실험물질 가운데에서 효소처리에 의한 무청 및 무청가공식품을 공급함으로써 유의적인 체중감소를 나타내었다. 식이섭취량은 모든 실험군들에서 유의적인 차이가 없었다. 식이효율은 체중증가량과 같은 경향을 나타내었다. 혈청 포도당 수준을 측정한 결과는 모든 그룹간에 유의적인 차이는 없었다. 혈중 중성지방 농도는 정상군에 비해 H군에서 유의적으로 증가되었고 고지방식이 군에 비해 가공형태를 달리한 무청 공급군 모두에서 유의적으로 감소되었다. 그러나 무청을 공급한 군간의 유의적인 차이는 없었다. 또한 혈청 중 총콜레스테롤 농도도 중성지방의 결과와 유사한 경향이였다. 간조직 1g에 대한 총지질 함량을 측정하여 그룹간에 차이를 비교한 결과 정상식이 대조군에 비해 고지방식이 군에서 유의적으로 증가하였으며, 고지방식이 군에 무청 소재 및 무청가공식품을 공급함으로써 정상식이 대조군과 같은 수준으로 감소하였다. 중성지질 함량 또한 총지질과 같은 경향을 나타내었다. 간조직 총콜레스테롤 함량의 경우 정상식이 대조군에 비해 고지방식이 군에서 유의적으로 증가하였으며, 고지방식이 군에 실험물질을 공급함으로써 총콜레스테롤 량이 유의적으로 감소하여 정상식이 대조군과 같은 수준을 나타내었다. HDL-콜레스테롤은 정상식이 대조군에

비해 고지방식이 군에서 유의적으로 감소하였으며, 고지방식이 군에 실험물질을 공급함으로써 총콜레스테롤 양이 유의적으로 증가하여 정상식이 대조군과 같은 수준을 나타내었다. LDL-콜레스테롤은 HDL-콜레스테롤과 같은 경향이였다. SOD 활성을 간조직에서 관찰한 결과 실험군간의 유의적인 차이는 없었으나 실험식이 공급군에서 H군에 비해 다소 증가한 경향이였다. GSHpx의 활성을 관찰한 결과 정상군에 비해 고지방 공급군 모두에서 감소되었으나, 무청 소재 공급한 군에서는 H군에 비해 유의적으로 증가되었다. 과산화지질의 함량을 간조직에서 관찰한 결과 고지방식이군에 비해 무청 공급군 모두에서 유의적으로 감소되었으며 특히 무청 소재 및 무청 가공품에서는 정상군 수준으로 감소하였다. Carbonyl가 함량을 microsome에서 측정한 결과 정상군에 비해 HC군에서 유의적으로 증가되었으나 무청을 공급한 군들에서 정상군 수준으로 감소되었다. 또한 mitochondria에서 carbonyl가를 측정한 결과는 H군에 비해 무청공급군 모두에서 다소 감소하였으나 유의성은 없었다. 간조직의 microsome에서 superoxide radical 함량을 측정한 결과 정상군에 비해 고지방군에서 유의적으로 증가되었으나 무청을 공급한 모든군에서 유의적으로 감소되었으며 특히 무청 소재를 공급한 HERP군과 무청가공품을 공급한 HERF군에서는 정상군 수준으로 감소되었다. 간조직의 mitochondria에서는 무청처리를 달리한 모든 군에서 정상군 수준으로 감소하였다.

# SUMMARY

## I. Title of research

Development of processed products with high added value and functional food materials using radish(*Raphanus Sativus* L.) leaves

## II. The objective and importance of research

Radish(*Raphanus sativus* L) is representative vegetable of Korea at the present. Radish was introduced from China at the period of the Three Kingdoms and cultivated its radish generally at the Koryo, an ancient Korean state. Total gross production of vegetable was 1,561 ton of radish and 2,678 ton of Chinese cabbage by crops statistics of 2003. It takes up 10-15% of radish and 25% of Chinese cabbage in the total vegetable production of Korea. We prospect that production of radish leaves is very similar value to radish production. Traditionally, raw vegetables were dried in the large production season of vegetables. These dried vegetables can supply all the time in the demand of consumer by the improvement of storage periods and have special texture and flavor. Recently it is used hot air drying method, very fast drying method in the dried vegetable processing. But this method has disadvantages, color change lowering flavor and texture damage in the dried vegetables. So, it needs optimum drying condition according to vegetable varieties.

This study was performed distribution of surface microbes according to radish leaves varieties. It was investigated the effects of pre-treatment method on the microbes on the surface of Radish (*Rapharnus sativus* L.) leaves. Independent variables put in water washing ( $X_1$ ), microwave treatment ( $X_2$ ) and steam treatment ( $X_3$ ) using central composite design and

response surface analysis. And the composition analysis of various radish (*Rapharnus sativus L.*) leaves and the effects of drying condition on the quality characteristics of hot-air dried radish leaves were carried out by a response surface methodology. In addition to, it was tested of radish leaves, radish leaves material and processed foods on the preventing adult diseases by animal test. Justly, object of this study was performed development of processed products with high added value and functional food materials using radish (*Raphanus Sativus L.*) leaves.

### **III. Scope and content of the study**

1. Development of functional food material and processed food products using radish leaves
  - 1) Functional material searching and processing method examination for food material of radish leaves
  - 2) Process development of healthy functional food material using radish leaves
  - 3) Development of processed food products using radish leaves
2. Prediction of microbiology safe range and establishment of quality standard in the radish leaves
  - 1) Prediction of microbiology safe range and establishment of quality standard in the radish leaves
  - 2) Establishment of microbiological and sensory quality standard in the functional food material of radish leaves
  - 3) Establishment of microbiological and sensory quality standard in the processed food products using radish leaves
3. Effect of radish leaves and processed foods on preventing adult diseases

- 1) Effect of radish leaves on improving of lipid metabolism and antioxidative defense system
- 2) Effects of radish leaves on improving of constipation and anti-obesity
- 3) Effect of food materials and processed food from radish leaves on prevention of several adult diseases

#### **IV. Results and discussion**

##### 1. Development of functional food material and processed food products using radish leaves

###### 1) Functional search and experiment of processing method for food in the radish leaves

The composition analysis of various radish (*Raphanus sativus L.*) leaves and the effects of drying condition on the quality characteristics of hot-air dried radish leaves were carried out by a response surface methodology. Independent variables put in drying temperature ( $X_1$ ) and drying time ( $X_2$ ), dependent variables put in color, calcium, iron, vitamin, etc. In the proximate composition of radish leaves by varieties, there were no significant differences in the ash, protein, lipid, calcium and iron content of samples, but there were significant differences in the vitamins, chlorophyll and color value of samples. The quality characteristics on dried radish leaves by central composite design, it was significant value on the moisture content, chlorophyll and color value according to drying temperature and drying times. But there were no significant differences in the contents of calcium (31.41–35.80 mg/g, dry base) and iron (0.21–0.29 mg/g dry base). The multiplex regression coefficients analysis was calculated with independent variables ( $X_1$ ,  $X_2$ ) and dependent variables (moisture, chlorophyll,

color value). The calculated coefficient correlations for the each samples were  $R^2 > 0.97$ . The effects of drying temperature were greater than drying time in the total chlorophyll content changes of radish leaves. Based on the present study, the optimum drying condition for the lowest color changes and effective reduction of moisture of radish leaves were expected to be 5~6 hours at 70°C. According to drying time, it was not different in the component changes, but it must to need drying temperature, time, pre-treatment method for maintain green color.

## 2) Processing development of healthy functional food material using radish leaves

For food material using radish leaves, it was collected same varieties sample and was examined calcium, iron, vitamin etc. It showed 25.46~32.13 mg/g of calcium, 0.21~0.28 mg/g of iron, but it were not significant value. And also, it showed 0.02~0.03 mg/g of vitamin B1, 0.12~0.16mg/g vitamin B<sub>2</sub>, 0.04~0.06 mg/g of vitamin C. And it was investigated physiological activated materials in the two varieties of radish leaves(Kwantung, Minongdanbaek). Extraction solvent used water, methanol and ethanol. In the yield of extracted materials, it showed highest yield ratio dried sample prepared simply at 60°C. Total polyphene content of radish leaves was not significant value according to extraction solvent. Radish leaves materials was prepared in the base of below examination; drying condition and minor component changes for keeping green color of radish leaves, physiological activated materials, electron donating ability, polyphenol compounds, nitrite scavenging ability etc. It was analysed seven samples from harvested raw radish leaves and two varieties were prepared by pilot plant sample. And also, radish leaves food materials I, II was packed PE film and film with laminated aluminum, and was examined total microbes, color at room

temperature storage. The result of that, it showed  $10^4$  CFU/g and no change color of radish leave food materials 6 month at room temperature.

### 3) Development of processed food products using radish leaves

By processed food products matched with radish leaves, radish leaves materials, it was selected noodle, dried radish leaves(Siraegi), seasoning(Hurigake), sweet bean curd(Yanggang). The final selected products were noodle, dried radish leaves and seasoning by testing of quality characteristics of processed food products. It packed PE film and aluminum laminated film processed food products and preserved at room and refrigerated temperature. The result of storage examination, it was no changes in the number of microbes, green color of products packed with protected light. This processed food products was possible in the storage periods at room temperature for one year. And also, food materials and processed food products was analyzed unit cost and economics by base of equipment of participated plant.

## 2. Prediction of microbiology safe range and establishment of quality standard in the radish leaves.

### 1) Prediction of microbiology safe range and establishment of quality standard in the radish leaves

It was investigated the effects of pre-treatment method on the microbes on the surface of Radish (*Raphanus sativus L.*) leaves. Independent variables put in water washing ( $X_1$ ), microwave treatment ( $X_2$ ) and steam treatment ( $X_3$ ) using central composite design and response surface analysis. It was not detected in the pathogenic microbes, *Samonella spp.*, *Camphylobacter spp.*, *Vibrio spp.*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus spp.*,

on the surface of collected radish leaves without pre-treatment. But general microbes showed  $3.90 \times 10^5 \sim 1.20 \times 10^7$  CFU/g of total microbes,  $1.10 \times 10^2 \sim 2.00 \times 10^5$  CFU/g of *E. coli*,  $2.40 \times 10^3 \sim 3.55 \times 10^6$  CFU/g of yeast/mold on the surface of various radish leaves and lactic acid bacteria was detected or not according to collected samples. The best method of pre-treatment was steam treatment on the microbe reduction effect of samples surface. Also, the multiplex regression coefficients analysis was calculated three independent variables ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ) and dependent variables (total microbes, lactic acid bacteria and yeast/molds). It showed high correlation  $R^2$  0.89, 0.87, 0.85, respectively. For effective reduction of surface microbes, the best method was water washing with microwave or steam treatment at the same time.

After inoculating artificially  $10^7$  CFU/g of *E. coli* on the surface radish leaves, it was examined microbes changes of radish leaves according to storage periods at room temperature. It showed  $2.20 \times 10^2$  CFU/g of control at room temperature without inoculation and not detected microbes at refrigerator and cold room. But samples inoculated artificially, it showed  $10^7$  CFU/g of *E. coli* all samples continuously. After 10 days, control sample showed similar microbes numbers and remained initial inoculated *E. coli*. Especially, it increased microbes from  $3.10 \times 10^7$  to  $3.80 \times 10^8$  CFU/g in the samples stored room temperature. If it is infection of pathogen microbes in the radish leaves, it will be increasing microbes in sample surface. It should do pre-treatment in samples for safety of radish leaves.

## 2) Establishment of microbiological and sensory quality standard in the functional food material of radish leaves

After preparing food materials I, II prepared radish leaves, control dried radish leaves, concentrated radish leaves extract I, II, it were examined total microbes, yeast and mold. The result showed detection of total microbes,

yeast and mold, but it showed not detection of pathogen microbes. Quality basis of microbiological in the food materials was total microbes and pathogen microbes. And sensory quality standards were green color of radish leaves. By these bases, food materials I, II was established below index

- ① collection and washing of samples : after removing foreign substance from harvested radish leaves, it washes 2-3 times by flowing water
- ② blanching : blanching less than 10 min at 100°C temperature and above pH 7
- ③ cutting and crushing
- ④ Enzyme treatment: 0.05~1.0 % enzyme addition and 5~24 hours enzyme reaction at 30~50°C
- ④drying and freezing or concentration
- ⑤packaging and sterilization : after it is packed this, dried or concentrated food materials by PE film or film laminated aluminum, it is treated 10 min sterilization at 100°C. We can decide index of radish food materials according to preparation step by batch or continuous equipment plant.

### 3) Establishment of microbiological and sensory quality standard in the processed food products using radish leaves

It is not detected pathogen microbes in the processed food products using radish leaves. And moisture content of its products is less than 10% it can't grow microbes in this condition of processed food products except inoculation microbes artificially. Processing step of noodle is raw materials→kneading→first aging→molding→second aging→rolling→cutting and drying→packaging. Prepared noodle added radish leaves materials was moisture content less than 10%, it couldn't grown microbes in this products. A granule seasonings(Hurigake) was prepared raw material→mixing with radish leaves→granulation→drying→packaging by the mixed seasoning of Food KS(Korea standard). On the other, dried radish leaves(Siraegi) was prepared traditionally, this method has disadvantage of color change(green→

brown color) and not safe it by non hygienic treatment. But this dried radish leaves(Sraeli) have green color of radish leaves, safe quality and steps of this product were washing→blanching→cutting→drying→packaging. And it was prepared HACCP plan in the food materials and processed products of radish leaves.

### 3. Effect of radish leaves and processed foods on preventing adult diseases

#### 1) Effects of radish leaves on improving of lipid metabolism and ant oxidative defense system

The current study examined the effects of radish leaves powder on hepatic ant oxidative system in rats fed high-cholesterol diet. Sprague-Dawley male rats weighing 100±10 g were randomly assigned to normal group (N group), normal diet with 5% radish leaves powder supplemented group (NR group) and high-cholesterol groups, which were sub-divided into radish leaves powder free diet group (HC group) and 2.5% (HRL group), 5% (HRM group), 10% (HRH group) radish leaves powder supplemented groups. Hepatic super oxide dismutase activity was no significant differences. Hepatic glutathione peroxidase activity was significantly increased in 5%, 10% radish leaves powder supplemented groups. Hepatic hydrogen peroxide contents in cytosol were no significantly differences. Hepatic hydrogen peroxide contents in mitochondria were significantly reduced in radish leaves powder supplemented groups. Hepatic superoxide radical contents in microsome were significantly reduced in radish leaves powder supplemented groups. Hepatic superoxide radical contents in mitochondria were significantly reduced in 5%, 10% radish leaves powder supplemented groups. Hepatic TBARS values were significantly reduced in 5%, 10% radish leaves powder supplemented groups. Hepatic lipofuscin

contents were no significant difference in high-cholesterol groups. Hepatic carbonyl values were significantly reduced in 5%, 10% radish leaves powder supplemented groups among high-cholesterol groups. The results indicate that radish leaves may reduce oxidative damage by activating antioxidative defense system of liver in rats fed high-cholesterol diets.

## 2. Effects of radish leaves on improving of constipation and anti-obesity

Fecal weights and water contents were significantly increased in radish leaves powder supplemented groups than that of HC group. Fecal total lipid contents including fecal neutral and acidic sterols in radish leaves powder supplemented groups were higher than those of the HC group, and especially that of HRH group was the highest among all experimental groups. Activity of UDP-glucuronyl transferase in liver in HRH group was 38% higher than that of HC group. Fecal bile acid excretions were increased 2.3 and 2.7 folds in HRM and HRH groups compared with that of HC group. Contents of neutral sterol, coprostanol and coprostanone were higher in radish leaves supplemented groups than in HC group. These results suggest that radish leaves may act as potential substitute for a dietary fiber capable of improving a gastrointestinal function and lipid metabolism.

## 3. Effect of enzyme- treated powder and processed food from radish leaves on prevention of several adult diseases

This study was conducted to investigate effects of the powder and processed food from radish leaves on the blood glucose levels and the liver lipid concentrations in rats fed high fat diet. Experimental animal was used Male Sprague-Dawley rats weighing about 100±10 g. Experimental groups were divided into five groups such as normal diet group (N), high fat diet group (H), high fat diet with 10% powder of Radish leaves (HRP), 10%

enzymic-treated powder of Radish leaves (HERP) and 10% enzymic-treated processed food of Radish leaves (HERF) groups. Body weight gain and food efficiency ratio (FER) which was increased by high fat diet was significantly reduced by enzymic-treated powder and processed food of Radish leaves. Blood glucose levels were not significantly different in all experimental diet groups. The liver lipid concentrations that total-lipid, triglyceride, total cholesterol and HDL-cholesterol which was increased by high fat diet was significantly reduced by all experimental material diet groups. The liver LDL-cholesterol contents were improved by supply of experimental material. Hepatic superoxide dismutase activity was no significant different in all groups. Hepatic glutathione peroxidase activity was significantly increased in HERP groups. Hepatic superoxide radical contents in microsome were significantly reduced in radish leaves powder supplemented groups. Hepatic superoxide radical contents in mitochondria were significantly reduced in enzymic-treated powder and processed food from Radish leaves supplemented groups. Hepatic superoxide radical contents in microsome were increased by high-fat diet were somewhat decreased by enzymic-treated powder and processed food from Radish leaves supplemented groups. Hepatic TBARS values were significantly reduced in enzymic-treated powder and processed food from Radish leaves supplemented groups. Hepatic carbonyl values in microsome were significantly reduced in enzymic-treated powder and processed food from Radish leaves supplemented groups among high-fat diet groups. Hepatic carbonyl values in mitochondria were significantly no significant different in all groups. The results indicate that enzymic-treated powder and processed food from radish leaves may reduce oxidative damage by activating antioxidative defense system of liver and improve lipid metabolism in rats fed high-fat diets.

# CONTENTS

머리말	
요약문 .....	1
SUMMARY .....	12
CONTENT .....	23
Chapter 1. Introduction on the project .....	29
Chapter 2. World-wide trends in related technology .....	31
Chapter 3. Scope of research and results .....	33
Section 1. Contents of research and scope .....	33
Section 2. Materials and methods .....	36
1. Development of functional food material and processed food products using radish leaves .....	36
1) Functional material searching and processing method examination for food material of radish leaves .....	36
2) Process development of healthy functional food material using radish leaves .....	39
3) Development of processed food products using radish leaves .....	43
2. Prediction of microbiology safe range and establishment of quality standard in the radish leaves .....	46
1) Prediction of microbiology safe range and establishment of quality standard in the radish leaves .....	46
2) Establishment of microbiological and sensory quality standard in the functional food material of radish leaves .....	50
3) Establishment of microbiological and sensory quality standard in the processed food products using radish leaves .....	51

3. Effect of radish leaves and processed foods on preventing adult diseases ..	
1) Effect of radish leaves on improving of lipid metabolism and antioxidative defense system .....	52
(1) Animal breeding and diet .....	52
(2) Assay of lipid metabolism .....	52
(3) Assay of antioxidative activity .....	53
(4) Assay of anti-aging activity .....	53
(5) Assay of free radical activity .....	54
2) Effects of radish leaves on improving of constipation and anti-obesity .....	54
(1) Animal breeding and diet .....	54
(2) Assay of improvement of constipation .....	54
(3) Assay of improvement of lipid composition in feces .....	55
3) Effect of enzymic- treated powder and processed food from radish leaves on prevention of several adult diseases .....	55
(1) Animal breeding and diet .....	55
(2) Assay of anti-obesity .....	57
(3) Assay of antioxidative system and anti-aging .....	57
(4) Assay of improvement of constipation .....	58
Section 4. Result and discussion .....	59
1. Development of functional food material and processed food products using radish leaves .....	59
1) Functional search and experiment of processing method for food in the radish leaves .....	59
2) Processing development of healthy functional food material using radish leaves .....	73

3) Development of processed food products using radish leaves .....	96
2. Prediction of microbiology safe range and establishment of quality standard in the radish leaves .....	109
1) Prediction of microbiology safe range and establishment of quality standard in the radish leaves .....	109
2) Establishment of microbiological and sensory quality standard in the functional food material of radish leaves .....	119
3) Establishment of microbiological and sensory quality standard in the processed food products using radish leaves .....	125
3. Effect of radish leaves and processed foods on preventing adult diseases	
1) Effect of radish leaves on improving of lipid metabolism and antioxidative defense system .....	136
(1) Effect of improving lipid metabolism .....	136
(2) Effect on antioxidative activity and anti-aging in liver .....	139
2) Effects of radish leaves on improving of constipation and anti-obesity .....	144
(1) Effect of improvement of constipation .....	144
(2) Effect of improvement of lipid composition in feces .....	144
3) Effect of food materials and processed food from radish leaves on prevention of several adult diseases .....	151
(1) Effect of anti-obesity .....	151
(2) Effect of improvement of constipation .....	158
(3) Antioxidative system and anti-aging .....	160
Chapter 4. Achievement of objectives and performances of research .....	163
APPENDIX .....	159
Reference .....	179

## 목차

머리말	
요약문 .....	1
SUMMARY .....	12
CONTENT .....	23
목차 .....	26
제 1장 연구개발과제의 개요 .....	31
제 2장 국내외 기술 개발 현황 .....	33
제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과 .....	33
제 1절 연차별 연구개발 목표 및 내용 .....	33
제 2절 연구개발의 수행 방법 .....	36
1. 무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 이를 이용한 가공 제품 개발 .....	36
1) 무청의 기능성 탐색 및 식품 소재화를 위한 가공 방법 조사 .....	36
2) 무청을 이용한 건강 기능식품소재 공정 개발 .....	39
3) 무청을 이용한 가공 제품 개발 .....	43
2. 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정 .....	46
1) 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정 .....	46
2) 무청을 이용한 건강 기능 식품소재의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립 .....	50
3) 무청 가공 제품의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립 .....	51
3. 동물실험을 통한 성인병 예방 효능 및 작용 기작 규명 .....	52
1) 무청의 지질대사 개선 및 항산화(항노화) 효과 검증 .....	52
(1) 동물 사육 및 식이 .....	52
(2) 지질대사 개선 효과 관찰 .....	52
(3) 항산화 효소활성 관찰 .....	53
(4) 항노화 관찰 .....	53
(5) Free radical 관찰 .....	54

2) 무청의 장내환경 개선 작용을 통한 변비개선 및 항비만 효과 규명	
(1) 동물 사육 및 식이 .....	54
(2) 변비개선 효과 관찰 .....	54
(3) 항비만 효과 관찰 .....	55
3) 무청을 이용한 가공 제품의 성인병 예방효과 규명 .....	55
(1) 동물 사육 및 식이 .....	55
(2) 항비만 효과 관찰 .....	57
(3) 항산화효소 및 항노화 관찰 .....	57
(4) 변비개선 효과 관찰 .....	58
제 3 절 결과 및 고찰 .....	59
1. 무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 이를 이용한 가공 제품 개발 .....	59
1) 무청의 기능성 탐색 및 식품 소재화를 위한 가공 방법 조사 .....	59
2) 무청을 이용한 건강 기능식품소재 공정 개발 .....	73
3) 무청을 이용한 가공 제품 개발 .....	96
2. 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정 .....	109
1) 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정 .....	109
2) 무청을 이용한 건강 기능 식품소재의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립 .....	119
3) 무청 가공 제품의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립 .....	125
3. 무청을 이용한 가공 제품의 성인병 예방효과 규명 .....	136
1) 무청의 지질대사 개선 및 항산화(항노화) 효과 검증 .....	136
(1) 지질대사 개선 효과 .....	136
(2) 항산화 효소활성 및 항노화 효과 .....	139
2) 무청의 장내환경 개선 작용을 통한 변비개선 및 항비만 효과 규명 ·	144
(1) 변비개선 효과 .....	144
(2) 변증 지질대사개선 효과 .....	144

3) 무청을 이용한 가공 제품의 성인병 예방효과 규명 .....	151
(1) 항비만 효과 .....	151
(2) 변비개선 효과 관찰 .....	158
(3) 항산화효소 및 항노화 관찰 .....	160
제 4장 목표 달성도 및 주요 연구 성과 .....	163
부록 .....	165
참고문헌 .....	185

## 제 1장 연구개발 과제의 개요

무(*Raphanus sativus* L)는 우리나라의 대표 채소중의 하나로 중국에서 이미 기원전 1100년경에서 400년경에 걸쳐 편찬된 이아(爾雅)에 무가 재배되었던 기록이 있고, 우리나라는 삼국시대에 중국에서 도입된 후, 고려시대에는 재배가 보편화되었던 것으로 추정된다.

2003년도 작물통계로 보고된 무 생산량이 1,561천톤, 배추 생산량 2,678천톤으로 매년 차이는 있지만, 전체 채소 생산량 대비 무는 10-15%, 배추는 25% 내외를 차지하고 있어 우리나라 야채의 대표성을 보여 주고 있으므로 무청의 생산량도 그에 상응할 것으로 예측된다(1). 옛날부터 자연 건조시켜 채소가 귀했던 겨울철에 김치, 말린 나물류와 함께 우리 식단의 중요한 위치를 차지하여 온 무청은 칼슘, 철분, 비타민 A와 C, 식이섬유도 풍부하게 함유하고 있다(2). 최근 채소 재배 방법과 저장 방법의 발달로 계절에 상관없이 신선 야채를 시장에서 쉽게 구입할 수 있으나, 국내에서는 전통적으로 채소류가 다량 생산되는 시기에 채소를 건조시켜 저장성 향상과 함께 소비자에게 일년 내내 공급할 수 있다는 장점과 건조채소의 특유한 향미와 질감으로 건조채소에 대한 소비자의 관심이 지속되고 있다. 건조채소의 경우 태양 건조에 비하여 열풍 건조 방법이 균일하고 신속하게 건조할 수 있는 방법으로 많이 사용하고 있으나, 전처리와 건조 조건에 차이가 있으므로 제품 자체의 변색과 풍미 저하 현상 및 조직이 손상되므로 원료에 따른 적절한 건조 조건이 필요하다.

또한 최근 급격한 경제 성장, 식생활의 서구화로 영양섭취 과다와 함께 정제된 곡류를 이용한 가공 식품 및 인스턴트 식품의 선호도 증가로 암, 동맥경화, 고혈압, 심장질환, 뇌질환 등 각종 성인병에 노출되어 있다. 이러한 변화에 따라 만성적인 질병이 비만에서 기인한다는 경각심이 일어나면서 채소류에 관한 수요와 공급이 확산되었고, 가공되지 않은 신선 채소와 이를 최소 가공한 농산물 구매가 증가하고 있는 실정이다.

본 연구는 품종별 무청의 표면 미생물 분포와 중심합성계획과 반응표

면 분석법을 이용하여 물 세척, 마이크로웨이브 처리 및 스팀 처리를 독립 변수로 두고, 이들 전처리 조건에 따른 표면 미생물의 변화를 조사하여 안전성 향상을 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다. 또 품종별 무청의 성분분석과 반응표면 분석법을 이용하여 열풍건조 조건에 따른 무청 고유의 색도와 성분 변화 등의 품질 특성을 조사하여 무청의 적절한 열풍 건조 조건 제시, 이외에 동물실험을 통한 무청, 무청 식품소재 및 가공식품의 효능을 과학적으로 조사하여 무청을 이용한 고부가가치 기능소재 및 가공 제품의 개발로 폐기되고 있는 양질의 무청의 소비 및 이용도 확대의 목적으로 수행되었다. 또한 무청으로부터 항산화, 지질대사 개선 및 항비만 작용을 동물실험을 통해 밝힘과 동시에 무청, 무청 소재와 무청 가공품의 항비만, 변비개선 및 항산화 상승작용을 조사하고자 실시하였다.

## 제 2 장 국내외 기술 개발 현황

현재까지 보고된 건조 야채류에 관한 연구로는 잎채소를 이용한 스팀, 열탕 및 microwave로 데치거나, 유기산, 항산화제를 이용한 pH 조절 연구(3), 당근, 배추, 무, 호박, 토란대, 도라지 등의 채소를 전처리한 후 열풍건조한 채소류의 건조 특성 연구(4, 5, 6) 등이 보고되었다. 그러나 무청에 관한 연구는 조리 방법에 따른 상용채소의 무기질 함량 변화(7)와 무청의 일반성분 및 영양 성분 조사(2) 및 사료로 사용하기 위해 무청에서 단백질을 추출한 연구(8, 9)가 보고 되었을 뿐이고, 건조 무청에 대한 논문은 보고된 것이 없다. 또한 최근 미생물학적 안전성에 있어 식중독 발병의 원인으로 문제시되고 있는데, 식중독을 일으키는 미생물중 *Listeria monocytogenes*는 무, 오이, 양배추 등의 채소와 감자 등에서 검출되었으며, 북미 지역에서는 식중독 발생 원인으로 양배추로 만든 샐러드인 경우도 있었다(10-14). 또 *Escherichia coli* 0157:H7은 1982년 미국에서 식중독을 일으킨 인체 병원균으로 확인되었으며(15), *Staphylococcus aureus*는 식품중 장내 독소를 생성하여 식중독을 일으키는 독소형 식중독균은 우유뿐만 아니라 상추, 오이 등 야채에서도 발생했다고 보고되었다(16). 이러한 식중독 원인균의 제거 방법으로 열처리, 산처리 등의 화학적 방법(17-21)과 초음파, 마이크로웨이브 등 물리적 방법(22-24)이 활용되고 있다.

한편 식생활의 서구화로 에너지의 과잉 및 지질 섭취량이 증가되면서 심혈관계 질환의 위험인자인 고콜레스테롤 혈증, 흡연 및 고혈압 등이 중요한 위험인자로 알려져 있고, 이와 관련된 식이 인자로는 식이 지방 내 불포화 지방산과 포화 지방산의 비율, 식이 콜레스테롤 및 식이 지방 등을 들 수 있다. 이들 질환 유발의 초기 단계에서 식이요인들과 직접 또는 간접적으로 영향을 받게 되는 조직의 산화적 손상은 생체 내 과잉의 자유 라디칼이 축적될 때에 일어나며 정상적인 생리 상태에서는 생체 내 자유 라디칼의 제거계인 항산화 방어계(antioxidative defense system)와 생성계가 균형을 이루므로 자유 라디칼이 제거가 원만히 이루어진다. 그러나 당뇨병과 같은 질병상태에서나 산화적 스트

레스 및 기타 여러 가지 요인에 의해 항산화 방어계와 생성계 사이에 그 균형이 깨뜨려졌을 때 자유 라디칼 생성이 촉진되고 조직은 과산화적 손상을 입게 된다. 조직을 과산화로부터 방어하기 위해서는 생체의 항산화 방어계를 강화시키는 것이 바람직하므로 최근에는 식용으로 쓰이는 식물을 비롯하여 생약제에 이르기까지 여러 분야에서 항산화 기능을 비롯한 여러 가지 생리활성 탐색에 대한 연구가 이루어지고 있다. 우리나라에서 가장 많이 재배되고 소비되는 채소로 무의 잎 부분인 무청은 상당 부분이 섬유소이고, 유해 활성산소 소거 능력이 밝혀지고 있는  $\beta$ -carotene(25, 26), 클로로필(27), 비타민C(28)를 함유하고 있기 때문에 이들이 무청의 항산화 효과에 중요한 역할을 할 것으로 추정되고 있다. 십자화과 채소류의 다량 섭취는 암 발생의 감소와 밀접한 관계가 있다는 보고가 많이 있으며(29-31), 인체 내 약물대사도 촉진된다는 보고(32)도 있다. 이와 같이 십자화과 채소의 생리활성 물질의 분리 및 그들의 생리적 약리적 작용에 관한 연구는 많은 반면, 무청의 동물 실험을 통한 생체 내 항산화 효능, 지질대사 개선 효과 등에 관한 효능 연구는 거의 없는 실정이다.

## 제 3장 연구 개발 수행 내용 및 결과

### 제 1절 연차별 연구 개발 목표 및 내용

#### 1. 세부 1: 무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 이를 이용한 가공 제품 개발

연구개발 목표	연구 개발 내용 및 범위
무청의 기능성 성분 탐색 및 식품 소재화를 위한 가공 방법 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 무청의 품종별 생산 현황 및 이용도 조사</li> <li>○ 품종별 무청의 기능성 성분 조사</li> <li>○ 무청 품종 선발 및 전처리 방법 조사</li> <li>○ 반응 표면 분석법에 의한 방법별 무청 식품 소재의 물리 화학적 특성 및 기능성 성분 조사</li> </ul>
무청을 이용한 건강 기능 식품 소재 공정 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 건강 기능 식품 소재로 배합비 선발 및 실험실내 예비 실험</li> <li>○ 건강 기능 식품 소재 개발을 위한 방법별 물리화학적 및 관능적 특성 조사</li> <li>○ 최적 제조 공정 설정 및 시제품 생산</li> <li>○ 포장 및 유통 조건에 의한 시제품의 물성, 기능성 성분 등의 변화 조사</li> <li>○ 최적 포장 및 유통 조건 설정</li> </ul>
무청을 이용한 가공 제품 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 무청을 이용한 가공 제품 선발</li> <li>○ 선발된 무청 가공 식품 개발을 위한 제조 방법별 물리화학적 및 관능적 특성 조사</li> <li>○ 최적 제조 공정 설정 및 시제품 생산</li> <li>○ 포장 및 유통 조건에 의한 시제품의 물성, 기능성 성분 등의 변화 조사</li> <li>○ 최적 포장 및 유통 조건 설정</li> <li>○ 최종 제품의 단가 조사 및 경제성 분석</li> </ul>

## 2. 세부 2: 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정

연구개발 목표	연구 개발 내용 및 범위
무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 무청의 오염 가능한 유해 미생물 선발 및 균주 확보</li> <li>○ 중심합성계획(central composite design)에 의한 무청 환경 모델시스템 설계</li> <li>○ 모델시스템을 이용한 인위적 접종에 의한 유해 미생물 성장 가능 범위 조사</li> <li>○ 반응표면분석법(response surface methodology)에 의한 유해미생물로부터의 안전 범위 예측</li> </ul>
무청을 이용한 건강 기능 식품 소재의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 무청의 유해 미생물 감소 및 제거 방법 탐색</li> <li>○ 원료 무청의 최적 미생물학적 품질 안전 범위 및 관능적 품질 특성 기준 조사</li> <li>○ 건강 기능 식품 소재의 유해 미생물 오염도 조사</li> <li>○ 제조 공정 단계별 지킴 확립</li> </ul>
무청 가공 제품의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제품별 및 제조 공정에 따른 단계별 인위적으로 접종한 유해 미생물의 변화 조사</li> <li>○ 제품별 및 제조 공정 단계별 유해 미생물로부터의 안전 범위 예측 및 단계별 제조 지킴 설정</li> <li>○ 각 제품별 및 제조 공정단계별 제조 지킴 확립</li> <li>○ HACCP와 응용가능성 검토</li> </ul>

### 3. 협동과제 : 동물실험을 통한 성인병 예방 효능 및 작용 기작 규명

연구개발목표	연구 개발 내용 및 범위
무청의 지질대사 개선및 항산화(항노화) 효과 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 식이 섭취량 조사</li> <li>○ 체중, 식이섭취량, 식이효율 변화 조사</li> <li>○ 혈액 중의 지질 성분 조사</li> <li>○ 지질대사 관련 효소 관찰</li> <li>○ 항산화(항노화)효능 규명               <ul style="list-style-type: none"> <li>-항산화 체계-Superoxide dismutase, glutathione peroxidase</li> <li>-산화적 손상 : Lipofuscin, carbonyl value, TBARS</li> </ul> </li> </ul>
제 3 세부과제 (협동과제) 무청 건강 기능 식품 소재의 장내환경 개선 작용 및 항비만 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 변비개선 효과 관찰               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장통과시간의 변화</li> <li>- 간조직 UDP-glucuronyl transferase 활성</li> <li>- 분변의 배설량 및 분변내 수분함량</li> <li>- 분변의 총지질과 triglyceride 함량</li> <li>- 분변의 산성 sterol (bile acid) 함량</li> <li>- 중성 sterol 함량</li> </ul> </li> <li>○ 지질대사 관련 효과 관찰               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 간조직중의 지질성상 조사</li> <li>- 간조직의 HMG CoA reductase 측정</li> </ul> </li> </ul>
제 3세부과제 (협동과제) 무청 가공 제품의 성인병 예방효과 규명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 항비만 효과 관찰               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 체중, 식이섭취량, 식이효율 변화조사</li> <li>- 간장 및 혈액의 지질조성 지표 관찰</li> <li>- 혈액중의 glucose 함량 관찰</li> </ul> </li> <li>○ 변비개선효과 규명               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장통과시간의 변화</li> <li>- 분변의 배설량 및 분변내 수분함량</li> </ul> </li> <li>○ 항산화, 항노화 효과 규명</li> </ul>

## 제 2절 연구 개발의 수행 방법

### 1. 무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 이를 이용한 가공 제품 개발

#### 1) 무청의 기능성 탐색 및 식품 소재화를 위한 가공 방법 조사

##### (1) 무청의 품종별 생산 현황 및 이용도 조사

국내 원예학자 및 종묘회사를 통한 무의 특성 조사, 산지 및 중소 업체의 의한 무청 이용도 현황을 조사한 후 본 연구에 사용한 무청은 2004년 5월에 강원도 정선에서 수확한 북중국무 품종인 관동무(RL1), 영동무(RL2), 청일풍(RL3), 탐스러운 무(RL4)와 11월 충청북도 서산에서 수확한 남중국무 품종인 미농단백무(RL5)를 제공받아 실험 재료로 사용하였다.

##### (2) 품종별 무청의 기능성 성분 조사

###### ① 일반 성분

품종별 무청의 일반성분은 AOAC방법(33)에 의하여 분석하였다. 수분은 105℃에서 항량이 되도록 건조하여 정량하였으며, 단백질은 마이크로켈달법에 의하여 조단백질을, 지방은 soxhlet 추출법, 회분은 550℃에서 회화시켜 정량하였다.

###### ② 칼슘 및 철 함량

품종별 칼슘과 철 함량은 AOAC 방법으로 정량하였다. 칼슘 및 철 정량을 위한 시료 전처리에는 품종별 무청을 일정량 채취하여 110℃로 건조 후 60 mesh 체를 통과시켰다. 시료 0.5 g을 250 mL 비이커에 넣고 미리 제조한 HCl (증류수:HCl=1:1) 20 mL를 가하여 가열시킨 후 잔여물에 5 mL HCl (증류수:HCl=1:10)에 용해시켰다. 이 용액을 100 mL로 희석시킨 후 다시 1시간 이상 가열한 다음 방냉시켜 100 mL로 정용하고, whatman No. 1으로 여과한 용액을

시료로 사용하였다(34). 칼슘은 이 용액 10 mL를 취하여 KOH-KCN용액에 의한 적정법으로 정량을 하였고, 철분은 spectrophotometer 방법으로 정량하였다(35).

### ③ 클로로필 함량

무칭의 클로로필 함량은 AOAC 방법(36)을 수정하여 건조 조건별로 처리한 시료 0.5 g을 acetone/methanol(1:1, v/v) 70 mL 혼합 용액을 가하고 waring blender로 마쇄하여 5°C 암소에서 2시간 정도 방치·여과하여 100 mL로 정용하였다. 색소 추출액 10 mL에 동량의 석유 ether 10 mL와 10% NaCl 1 mL 용액을 가하여 추출하고 무수 황산나트륨으로 탈수·농축한 것을 2 mL methanol에 녹이고, 0.2  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 시료로 사용하였다. 적당한 농도로 희석한 시료액을 spectrophotometer (Jasco V-550, Japan)를 이용하여 660-642.5 nm에서 흡광도를 측정 후 아래의 식에 의하여 총클로로필, 클로로필 a, b로 나누어 환산하였다.

$$\text{총 클로로필 함량(mg/ml)} = 7.12 \times A_{660.0} + 16.8 \times A_{642.5}$$

$$\text{클로로필 a(mg/ml)} = 9.93 \times A_{660.0} - 0.777 \times A_{642.5}$$

$$\text{클로로필 b(mg/ml)} = 17.6 \times A_{642.5} - 2.81 \times A_{660.0}$$

A : absorbance

### ④ Vit B1 및 C 함량

시료를 1 g을 달아 10% metaphosphate 용액 50 mL를 첨가하고 10분간 shaking한 후 5% metaphosphate 용액으로 100 mL로 정용시키고, 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 다음 상등액만을 취해 0.2  $\mu$ m membrane filter를 통과시켜 HPLC로 분석하였다. 이때 HPLC조건은 이동상 0.05M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ : acetonitrile=70:30이었고, flow rate 1.0 mL/min, UV detector 245 nm였다.

### ⑤ 식이섬유

각 시료의 식이섬유(TDF, total dietary fiber) 분석은 Prosky 등의 방법(37)으로 Sigma total dietary fiber assay kit를 사용하여 측정하였다.

### (3) 무청 품종 선발 및 전처리 방법 조사

무청 품종 선발은 본 과제가 수행 시기가 여름무가 생산되던 시기였으므로 고랭지 무 품종중 비교적 많이 파종되고 있는 관동무를 선발하여 건조, 가열 방법 등의 전처리 방법에 따른 무청의 색도, 클로로필, 기타 미량 성분을 분석하였다. 이때 전처리 방법은 무청의 소비량의 비중이 가장 높은 시래기 제조 공정을 기준으로 열처리에 중점을 두고 조사하였다. 실험은 동일한 시료를 수집하여 실험을 수행하여야 하지만, 장기 저장이 불가능하고, 계절별, 재배 지역별 수확시기도 달라 기능성 성분 등과 같은 실험은 시료를 일정량을 동결건조시킨 후 냉동보관하면서 실험을 실시하였고, 가공 방법에 따른 시료의 특성 조사는 생시료를 바로 처리를 해야 하므로 수집 순서대로 실험을 수행하였다.

### (4) 반응 표면분석법에 의한 방법별 무청의 물리화학적 특성 및 기능성 성분의 변화 조사

무청의 식품 소재 및 가공 식품 제조를 위하여 우선 선발된 방법은 현재 제품으로 판매 유통되고 있는 시래기 제품과 무청 김치 제조 공정을 기초로 하여 무청의 품질 변화를 조사하였다. 2차년도 연구 목표인 무청 식품소재 개발을 위하여 무청의 부피 축소와 보관, 다른 식품으로의 응용 등을 고려하여 건조 방법을 선발하였고, 건조 방법 중 비교적 비용이 저렴하고, 산지에서 건조 시스템을 쉽게 적용하여 사용할 수 있는 열풍 건조 방법을 선택하여 건조 온도와 건조 시간이 무청의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 즉 반응표면 분석법(response surface methodology, RSM)을 사용하여 Table 1과 같이 건조온도와 건조 시간을 독립 변수로 놓고, 중심합성 계획(central composite design)에 의하여 실험을 계획하여 무청의 품질 특성 변화를 조사하였다(38, 39). 각 품질 특성 결과는 SAS(40) program을 이용하여 분산 분석과 ANOVA test를 실시하였고, 중심합성계획에 의한 시료 건조 조건에 따른 각 품질 특성 중 유의적

인 차이를 보였던 수분함량, 클로로필 및 색도는 독립변수와 다중회귀 분석하여 모델식을 유도하고, 반응표면분석에 의하여 독립변수가 무청의 품질에 미치는 영향을 분석하였다.

Table 1. Experimental design of the coded and composite design matrix using drying temperature and drying time for radish leaves.

Design point	Independent variables	
	X <sub>1</sub> (Temperature, °C)	X <sub>2</sub> (Time, min)
1	-1(60)	-1(2)
2	1(80)	-1(2)
3	-1(60)	1(6)
4	1(80)	1(6)
5	0(70)	0(4)
6	0(70)	0(4)

## 2) 무청을 이용한 건강 기능 식품 소재 공정 개발

### (1) 건강기능식품소재의 선발 및 실험실내 예비실험

무청을 이용한 식품소재 제조를 위하여 1차년도 연구결과를 기초로 무청의 소비량의 비중이 가장 높은 시래기 제조용 무청을 소재로 하였고, 소재화하기 위한 1단계로 건조 조건별 무청의 미량 성분인 철분(34), 칼슘(35), 클로로필(36) 및 색도 변화를 조사하였다. 또한 소재개발을 위한 무청의 추출 용매 조건별, 전자공여작용, 총폴리페놀 함량 및 아질산염 소거작용 등의 생리활성 측정을 통하여 건강 기능 식품 소재 개발 방법을 선발하였다.

#### ① 추출물의 제조 및 수율 측정

본 실험에 사용된 무청의 품종은 북중국무인 관동 무청과 남중국무인 미농 단백무 무청을 선발하여 건조한 후 100 g을 각각 증류수, 50% ethanol,

50% methanol을 가하여 4℃에서 24시간 추출한 후, 위와 같은 조건으로 5회 반복하고 상등액을 모아 whatman No. 1 여과지로 여과한 다음 rotary vacuum evaporator(HS-2001N, Switch)를 사용하여 감압농축한 뒤 freeze dryer(Bondiro, Il-sin Engineering, Korea)로 동결 건조하여 시료로 사용하였다. 또한 각각의 추출물에 대한 수율은 추출전의 무게에 대한 동결건조 후의 무게를 측정하여 나타내었다. 이때 무청의 건조는 일반적으로 건조 무청을 제조하는 방법을 기초로 하여 수확한 무청을 흐르는 물로 2회 세척하여 탈수 한 후 즉시 50℃ 열풍 건조한(KL, ML) 시료와 100℃ 끓는 물에 데친 후 2회 세척하여 50℃ 열풍 건조(KP, MP)하였다.

### ② 전자공여능 측정

전자공여능(electron donating abilities, EDA)은 Kang 등(41)의 방법을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl-2-picryl-hydrazyl, Sigma, USA)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에  $4 \times 10^{-4}$  M DPPH용액(99% ethanol에 용해) 0.8 mL, 99% ethanol 2 mL를 가하여 총액의 부피가 3 mL가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하여 실온에 15분 방치한 후 분광광도계(V-550 spectrophotometer, Jasco, Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 추출물의 첨가전 · 후의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{EDA}(\%) = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A: 추출물 첨가구의 흡광도

B: 추출물 무첨가구의 흡광도

### ③ 아질산염 소거작용의 측정

아질산염 소거작용(nitrite-scavenging effect)은 Gray와 Dugan의 방법(42)으로 측정하였다. 즉 1 mM NaNO<sub>2</sub> 0.1 mL에 각각의 추출물을 0.2 mL를

가하고 여기에 0.1 N HCl를 0.7 mL 가하여 반응용액의 부피를 1 mL로 하였다. 이를 37°C에서 1시간동안 반응시킨 후 2% acetic acid 5 mL, Griess 시약 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 이때 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL을 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 추출액 첨가전후의 아질산염 백분율로 표기하였다.

$$N(\%) = \left(1 - \frac{(A-C)}{B}\right) \times 100$$

N: 아질산염 소거율

A: 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B: 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 시료 대신 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

C: 시료 추출물 자체의 흡광도

#### ④ 총 폴리페놀 함량의 측정

총 폴리페놀 함량(total polyphenol content)은 분석방법으로 널리 사용되고 있는 Folin-Denis 방법(43)을 응용하여 측정하였다. 각각의 추출조건에 따라 제조된 추출물 0.1 mL에 2 N Folin reagent 0.5 mL, 증류수 8.4 mL를 가하고 3분간 정치한 다음 1.0 mL의 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 분광광도계를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하고 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 ug/mg로 구하였다.

#### ⑤ Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 측정

SOD 유사활성 측정은 Marklund와 Marklund의 방법을 변형한 Kim 등(44)의 방법을 이용하여 실시하였다. 즉, 각 추출물을 감압 농축한 후 tris-HCl buffer(50 mM tris [hydroxymethyl] amino-methane±10 mM EDTA, pH 8.5)

를 이용하여 pH 8.5로 조절된 시료액을 만들었다. 각시료 0.2 mL에 tris-HCl buffer(pH 8.5) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 방치한 후 1 N HCl 1 mL로 반응을 정지시킨 후 분광광도계를 이용하여 420 nm에서의 흡광도를 측정, 시료 첨가 및 무 첨가구간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{SOD-like (\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A: 추출물 첨가구의 흡광도

B: 추출물 무 첨가구의 흡광도

단, A, B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임

#### ⑥통계분석

통계처리는 SAS(40) program을 이용하여 분산분석과 ANOVA test로 유의성을 검증하였다.

#### (2) 건강기능식품 소재 개발을 위한 방법별 품질 특성 조사

방법별 회분, 단백질, 칼슘 등의 성분 분석과 색도 등의 품질 특성을 조사하였다.

#### (3) 최적 제조 공정 설정 및 시제품 생산

1)과 2) 결과를 기초로 하여 최적 제조 공정 방법 설정과 각각의 방법에 의한 시제품을 제조하였다.

#### (4) 포장 및 유통 조건에 의한 시제품의 물성 등의 변화 조사

생산된 무청 식품소재를 PE 비닐, 알루미늄 포장, 병포장으로 나누어 소분한 후 상온, 냉장 온도에 저장하면서 품질 특성을 조사하였다.

(5) 최적 포장 및 유통조건 설정

1)~4) 단계가 완료된 후 최적 포장 조건 및 유통 조건을 설정하였다.

3) 무청을 이용한 가공 제품 개발

(1) 무청을 이용한 가공 제품 선발

무청 및 무청 소재의 독특한 향미와 맛 또는 조직감과 어울릴 수 있는 가공 제품을 조사한 후 가공 제품을 선발하였다.

① 향기성분 분석

무청 1 g을 vial(50×25mm)에 넣고 증류수 9 mL를 혼합하여 밀봉하고 향기 포집을 위하여 100 $\mu$ m film의 PDMS(polydimethylsiloxan)/Carboxen fiber(Supelco Co., Bellefonte, PA, U.S.A.)를 뚜껑에 주입한 후 상온에서 30분간 stirring하면서 향기성분을 흡착시킨 후 향기성분은 GC/MSD를 이용하여 분석하였다. Column은 DB-Wax(30ml x 0.32 mm Id., 0.25 $\mu$ m film thickness, J&W Scientific U.S.A.)으로 50 $^{\circ}$ C(5min)에서 200 $^{\circ}$ C까지 1.5 $^{\circ}$ C/min으로 승온한 후 10분간 유지하여 분석하였다. 이때 injector는 200 $^{\circ}$ C에서 splitless로 하였으며, 운반기체는 He으로 1.5cm/sec의 유속으로 분석하였다. 시료의 이온화는 EI(electron impact ionization) mode로 ionization voltage는 70 eV로 하였고, mass range는 50~550으로 하였다. MS의 온도는 interface 280 $^{\circ}$ C, ion source 230 $^{\circ}$ C였고, 각 성분은 Wiley 275 library를 사용하여 확인하였다.

② 생면 제조 방법

무청 식품소재를 이용하여 생면을 제조한 후 색도 및 관능검사를 실시하였다. 이때 생면 제조시 대조구는 쌀가루 20.0%, 밀가루 50.0%, 소금 1.5%, 물 28.5%를 잘 혼합하였고, 무청식품소재 첨가구는 밀가루 50%대신 10%를 무청으로 대체한 후 대조구와 동일한 함량으로 생면 재료를 잘 혼합한 후 지퍼백에 넣어 실온에서 2시간 방치하였다. 면대 형성은 숙성시킨 반죽을 가정용 국수

제조기(BE-6200, Korea)로 2.0mm의 두께를 조절하였고, 면선은 2.0mm×1.0mm×30cm 규격으로 제조한 후 조리 전과 조리 후의 색도 비교와 관능검사를 실시하였다.

### ③ 건면 제조 방법

건면의 제조는 예비 실험 후 지퍼백에 넣어 실온에서 1시간 방치한 후(입자가 곱고, 반죽의 찰기가 있음) 무청(5%, 7.5%, 10%), 밀가루, 소금 첨가하여 반죽 후 랩에 잘 포장한 후 다시 실온에서 1시간동안 숙성하였다. 가정용 국수제조기(BE-6200, Korea)를 이용하여 면대를 3단까지 sheeting 하였다. 이를 (Aryuk Co., Korea)로 면가닥을 30cm 길이로 뽑은 후 절단된 면발은 직사각형의 플라스틱체(41\*32cm)에 받혀 실온에서 24시간 동안 건조하였다.

### ④ 천연조미료 및 후리가게 제조

무청 식품 소재를 100mesh 이하로 분쇄한 후 첨가물을 배합기로 혼합한 후 과립기를 이용하여 과립을 성형하고, 성형된 과립을 50~55℃에서 3-5시간 열풍건조시켜 제조하였다. 조미료의 경우 무청소재 함량이 26.5%를 사용하였고, 후리가게 A는 10.8%, 후리가게 B는 8.9%를 각각 첨가한 후 기타 재료를 혼합한 후 과립형태로 제조하였다.

### ⑤ 시래기

무청을 다듬은 다음 pH가 7이상으로 조절된 100℃ 물에 데친 후 15℃ 내외의 물로 채워진 채소 세척기로 세척과 탈수를 시키고, 50℃ 열풍건조기에서 5-6시간 건조하였다.

### ⑥ 양갱

한천을 찬물에 넣고 녹을 때까지 끓이다가 설탕을 넣고 다시 녹인 후, 팔 양금을 넣고 계속 저어주면서 농축될 때까지 끓였다. 농축된 원료는 용기어부를 후 서늘한 곳에서 굳혀 양갱을 제조하였다

(2) 선발된 무청 가공식품 개발을 위한 제조 방법별 특성 조사

무청 소재를 첨가하여 제조한 가공 식품 생면, 건면, 천연 조미료, 우거지, 양갱의 focus group을 이용하여 가공 식품의 관능평가와 색도, 조직감 등의 물리적 특성을 조사하였다.

(3) 최적 제조 공정 설정 및 시제품 생산

무청 가공 식품의 관능평가 결과 높게 평가되었고, 참여업체와 협의하여 포장 및 유통이 용이한 건면, 천연조미료 및 후리가께와 우거지 가공 제품의 최적 제조 공정을 설정한 후 건면은 40 kg, 천연조미료 및 후리가께 20 kg, 우거지 가공 제품을 품종 별로 100 kg씩 제조하였다.

(4) 포장 및 유통(저장) 조건에 의한 시제품의 특성 변화

제조된 각각의 무청 가공 식품의 시제품을 PE 비닐, 알루미늄이 접착된 포장재로 나누어 소분한 후 상온, 냉장 온도에 저장하면서 총균수 등의 미생물 변화와 품질 특성을 조사하였다.

(5) 최적 포장 및 유통 조건 설정

(4) 실험이 완료된 후 각각의 무청 가공식품의 최적 포장과 유통 조건을 설정하였다.

(6) 최종 제품의 단가 조사 및 경제성 분석

현재 본 과제에 참여하고 있는 업체는 다류 및 음료를 생산하는 업체로서 무청 가공 식품 생산에 필요한 기계 및 설비를 일부 갖추고 있어 현재 업체의 기계 및 설비로 어느 정도의 가격으로 무청 가공 식품을 생산할 수 있는가를 판단하였다.

## 2. 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정

### 1) 무청의 미생물학적 안전범위 예측과 품질 기준 설정

#### (1) 무청의 오염 가능한 유해 미생물 선발 및 균주 확보

무청의 오염 가능한 위해 미생물 가능성을 조사하기 위하여 식중독균인 *Salmonella*, *Campylobacter*, *Vibrio*, *Shigella*를 선발하였고, 효모는 *Sacchomyces cerevisiae*, 대장균인 *Escherichia coli*, *enterococcus faecalis*, 총균수, 젖산균 등을 조사하였고, 위해 미생물의 오염 지표균인 *Escherichia coli*를 이용하여 무청의 전처리 및 저장 조건에 따라 균의 생육 정도를 조사하였다.

#### ① 재료

본 연구에 사용한 무청은 2004년 5월에 강원도 정선에서 수확한 북중국무 품종인 관동무(RL1), 영동무(RL2), 청일풍(RL3), 탐스러운 무(RL4)와 11월 충청북도 서산에서 수확한 남중국무 품종인 미농단백무(RL5)와 강원도 정선에서 가을에 수확한 관동무(RL6)를 제공받아 실험 재료로 사용하였다.

#### ② 전처리 방법

무청의 잔존 미생물 분석은 수확한 무청을 실험실로 이동시킨 후 전체 무청을 200~300 g으로 소분하여 시료로 이용하였다. 무청에 잔존해 있는 오염 미생물을 측정하기 위하여 무청을 어떠한 전처리를 하지 않고 10 g을 생리식염수로 희석한 후 stomacher(Lab-Blender 400, England)을 이용하여 1분간 균질화하여 1 mL를 취한 다음 멸균 생리식염수로 단계적으로 희석하였다. 전처리에 의한 무청의 미생물 균수 변화는 처리를 거치지 않은 무청 10 g씩을 소분하여 물세척 1~3회, 마이크로웨이브(LG ER-654MB) 1~3분, 스팀 처리 1~10분으로 처리하였다. 이때 물 세척은 1회당 흐르는 수돗물로 30초간 세척을 하였고, 전처리한 시료들은 위의 방법과 동일한 방법으로 처리한 다음 멸균 생리식염수로

단계적으로 회석하였다.

또 무청의 각 처리 조건에 따른 잔존해 있는 미생물의 변화를 반응표면 분석법(response surface methodology, RSM)을 이용하여 조사하였다(38, 39). 중심합성계획(central composite design)에 의하여 Table 2와 같이 독립 변수는 세척횟수( $X_1$ )와 마이크로웨이브 처리( $X_2$ ), 스팀 처리( $X_3$ )로 하였고, 각 처리 효과는 예비 실험을 기준으로 세척횟수는 0~2회까지 마이크로웨이브 처리 시간은 0~3분, 스팀 처리시간 0~6분으로 하였다. 시료의 잔존 미생물 분석을 위한 시료는 Table 1과 같이 처리한 무청 중 10g 취하여 생리식염수로 회석한 후 stomacher(Lab-Blender 400, England)을 이용하여 1분간 균질화하여 1 mL를 취한 다음 멸균 생리식염수로 단계적으로 회석하였다.

#### ③ 무청의 잔존 미생물 분석

수확 직후의 무청에 잔존해 있는 병원성 미생물 측정은 전처리를 하지 않고 시료 처리 방법에 따라 회석된 시료 회석액을 선택배지를 이용하여 균수를 측정하였다. 이때 사용한 선택배지의 경우 *Salmomella* spp.는 Lysin iron Agar(Merck Co., Germany), *Campylobacter* spp.는 Campylobacter selective agar(Merck Co., Germany), *Vibrio* spp.는 TCBS agar(Merck Co., Germany), *Shigella* spp.는 Hektoen enteric agar(Merck Co., Germany), *Staphylococcus* spp.는 Baird parker agar(Merck Co., Germany), *Enterococcus* spp.와 *Pediococcus* spp.는 KF-Streptococcus agar(Merck Co., Germany)를 사용하였다. 이외에 전처리 및 반응표면분석법을 이용하여 처리한 무청은 총 호기성균, 대장균군, 유산균 및 효모/곰팡이수를 측정하였다. 총균수와 젖산균은 plate count agar(PCA, Merck Co., Germany)배지와 MRS 배지(Merck Co., Germany)를 이용하였고, 대장균군(total coliforms)과 효모/곰팡이는 3M 주식회사의 Petrifilm™을 이용하여 pour plate method 방법에 의해 각각 30°C와 25°C에서 48~72시간 배양한 후 계수하였다.

#### ④ 통계분석

중심합성계획에 의한 미생물 균수 결과는 SAS(40) program을 이용하여 독립 변수는 세척횟수( $X_1$ )와 마이크로웨이브 처리( $X_2$ ), 스팀 처리( $X_3$ )와 종속 변수인 총균수, 젖산균, 대장균군, 및 효모/곰팡이 수와의, 상관계수를 유도한 후 상관계수가 높은 항목인 종속 변수와 다중회귀 분석하여 모델식을 유도하고 반응표면분석법에 의하여 독립 변수가 무청의 잔존 미생물에 미치는 영향을 조사하였다.

(2) 중심합성계획(central composite design)에 의한 무청 환경 모델시스템 설계

여름무와 가을무 품종인 관동무의 무청을 대상으로 무를 잘라내고 난 무청의 저장 상태, 시래기 제조 공정을 기본으로 하여 세척, 열처리 등 원료 무청의 전처리 과정에 의한 오염 미생물의 사멸 정도를 조사한 후 전처리후의 무청의 저장 온도 및 전처리 과정인 세척횟수의 모델 시스템을 설계에 따라 미생물 사멸정도를 조사하였다(Table 2).

Table 2. Experimental design of the coded and composite design matrix using storage temperature and washing times with tap-water for radish leaves.

Design point	Independent variables	
	X <sub>1</sub> (Storage Temperature, °C)	X <sub>2</sub> (Washing times)
1	-1(-20)	-1(1)
2	1(Room temp.)	-1(1)
3	-1(-20)	1(3)
4	1(Room temp.)	1(3)
5	0(-4)	0(2)
6	0(-4)	0(2)

(3) 모델시스템을 이용한 인위적 접종에 의한 유해미생물 성장 가능 범위조사  
 (2)의 무청 환경 모델 시스템 설계를 이용하여 *E.coli*를 인위적으로 접종한 후 미생물 성장 가능 범위를 조사하였다. 이때 반응표면 분석법(response surface methodology, RSM)을 사용하였고, 독립변수는 (2) 실험 결과 효과적으로 원료 무청의 미생물을 제어하였던, 처리 방법을 선발하여 Table 3과 같이 세척횟수, 원료의 전처리 방법을 독립 변수로 두고, 중심합성 계획(central composite design)에 의하여 실험을 계획하여 인위적 유해 미생물의 생육 정도를 조사하였다.

(4) 반응표면분석법(response surface methodology)에 의한 유해미생물로부터의 안전 범위 예측

중심합성계획에 의한 실험 결과는 SAS program을 이용하여 분산 분석 및 무청의 인위적 위해 미생물의 사멸 곡선 값을 회귀 분석하여 model식을 유도하고, 독립변수인 세척횟수, 원료의 전처리 방법이 유해 미생물의 사멸 정도에 관한 경향을 분석하여 안전 범위를 예측하였다.

Table 3. Experimental design of the coded and composite design matrix using washing times, microwave and steam treatment for radish leaves.

Design point	Independent variables		
	X <sub>1</sub> (washing, times)	X <sub>2</sub> (microwave, min)	X <sub>3</sub> (steam, min)
1	-1(0)	-1(0)	-1(0)
2	1(2)	-1(0)	-1(0)
3	-1(0)	1(3)	-1(0)
4	1(2)	1(3)	-1(0)
5	-1(0)	-1(0)	1(6)
6	1(2)	-1(0)	1(6)
7	-1(0)	1(3)	1(6)
8	1(2)	1(3)	1(6)
9	0(1)	0(1.5)	0(3)
10	0(1)	0(1.5)	0(3)

## 2) 무청을 이용한 건강 기능식품 소재의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립

### (1) 무청의 오염 미생물 감소 및 제거 방법 탐색

무청의 오염 가능한 위해 미생물 가능성을 조사하기 위하여 식중독 균인 *Salmonella*, *Campylobacter*, *Vibrio*, *Shigella*를 선발하였고, 효모는 *Sacchromyces cerevisiae*, 대장균인 *Escherichia coli*, *enterococcus faecalis*, 총 균수, 젖산균 등을 조사하였고, 원료 무청 및 무청소재 제조 공정에 따라 이들 균의 생육 정도를 조사하였다.

### (2) 원료 무청의 최적 미생물학적 품질 안전 범위 및 관능적 품질 특성 기준 조사

실험 결과 효과적으로 원료 무청의 미생물을 제어하였던, 처리 방법 중

스팀처리와 마이크로웨이브 처리방법의 전처리 방법을 독립 변수로 두고, 중심 합성 계획(central composite design)에 의하여 실험을 계획하여 인위적 오염 미생물의 생육 정도를 조사하였다.

(3) 식품소재의 유해 미생물 오염도 조사

식품소재 제조 공정단계별로 총균수, 젖산균, 대장균 및 효모/곰팡이균의 생육정도를 조사하였다.

(4) 제조 공정 단계별 지킴 확립

1)~3)을 완료한 후 제조 공정단계별 지킴 단계를 확립하였다.

**3) 무청 가공 제품의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립**

(1) 제품별 및 제조 공정에 따른 단계별 유해 미생물의 변화 조사

무청의 오염 가능한 위해 미생물 가능성을 조사하기 위하여 식중독 균인 *Salmonella*, *Campylobacter*, *Vibrio*, *Shigella*를 선발하였고, 효모는 *Sacchromyces cerevisiae*, 대장균인 *Escherichia coli*, *enterococcus faecalis*, 총균수, 젖산균 등을 조사하였고, 제품별 및 제조 공정별로 총균수 변화를 조사하였다.

(2) 제품별 및 제조 공정 단계별 유해 미생물로부터의 안전 범위 예측 및 단계별 제조 지킴 설정 및 확립

실험을 완료한 후 제조 공정단계별 지킴 단계를 확립하였다.

(3) HACCP와 응용가능성

무청 가공식품의 용도 확인과 공정 흐름도를 작성하여 위해 분석, 중요관리점의 결정과 설정, 모니터링 방법 등을 설정하여 본 과제 결과물인 무청 소재 및 가공 제품의 HACCP연계성을 조사하였다.

### 3. 동물실험을 통한 성인병 예방 효능 및 작용 기작 규명

#### 1) 무청의 체내 지질대사 개선 및 항산화(항노화) 효과 검증

##### (1) 동물사육 및 식이

식이 groups은 정상군과 1% 고콜레스테롤 식이 실험군으로 나눈 후 고콜레스테롤 실험군을 다시 무청 공급수준에 따라 각각 10마리씩 총 6군으로 나누어 4주간 사육하였다(Table 4). 또 식이효율 (Food Efficiency Ratio, FER)은 전 체중증가량을 같은 기간 동안의 식이섭취량으로 나누어 줌으로써 계산하였다.

##### (2) 지질대사 개선 효과 관찰

- ① 혈청 내 중성지방 측정: 표준 효소비색법에 의한 Kit(Asan Co. Korea)를 사용하여 550nm에서 흡광도를 측정하였다.
- ② 혈청내 콜레스테롤 측정: 표준 효소비색법에 의한 Kit(Asan Co. Korea)를 사용하여 500nm에서 흡광도를 측정하였다.
- ③ HDL 콜레스테롤 측정: 2% dextran sulfate와 1 M MgCl<sub>2</sub> 침전액 (1 : 1)을 가하여 그 상층액을 시료로 표준효소법에 의한 Kit(Asan co. Korea)을 사용하여 500nm에서 흡광도를 측정하였다.
- ④ LDL 콜레스테롤: Friedewald 식 {Total cholesterol - (HDL cholesterol + TG/5)} 에 의하여 계산하였다.
- ⑤ Atherogenic index는 {Total cholesterol - (HDL cholesterol)/HDL cholesterol} 식으로 산출하였다.
- ⑥ 부고환 지방의 lipoprotein lipase(LPL)의 활성 측정: Parkin등에 의해 수정된 Riley & Robinson법에 의해 측정하였다.

Table 4. Composition of diets in experiment group(unit : g/kg diet)

Ingredients	Groups1)						
	N	NR	HC	HRL	HRM	HRH	
Corn starch	650	625	634.5	609.5	584.5	534.5	
Casein	150	150	150	150	150	150	
Sucrose	50	50	50	50	50	50	
Corn oil	50	50	50	50	50	50	
Mineral mixture2)	40	40	40	40	40	40	
Vitamin mixture3)	10	10	10	10	10	10	
Cellulose	50	50	50	50	50	50	
Cholate	-	-	2	2	2	2	
Methionine	-	-	2	2	2	2	
Choline bitartrate	-	-	1.5	1.5	1.5	1.5	
Cholesterol	-	-	10	10	10	10	
Radish leaves powder4)	-	25	-	25	50	100	
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	

1) N: Normal diet

NR: Normal diet+25 g Radish leaves powder (2.5%).

HC: High fat diet

HRL: High fat diet+25 g Radish leaves powder (2.5%)

HRM: High fat diet+50 g Radish leaves powder (5%)

HRH: High fat diet+100 g Radish leaves powder (10%).

The diet of experiment groups were supplemented with 0.4% (4 g/kg) the mixtures.

2) AIN-76 mineral mixture (g/kg mixture).

3) AIN-76 vitamin mixture (mg/kg mixture).

4) Radish leaves: Kwandongmoo.

### (3) 항산화계 효소활성 변화

① SOD 활성: 알칼리 상태에서 pyrogallol의 자동산화에 의한 발색을 이용한 Marklund와 Marklund의 방법(45)에 따라 측정하였다.

② GSHpx 활성: Lawrence 및 Burk(46)의 방법에 따라 측정하였다.

### (4) 항노화 관찰

① Lipofuscin 측정: Fletcher 등(47)의 방법에 따라 측정하였다.

② Carbonyl value 함량: Levin 등(48)의 방법에 따라 산화된 단백질 함량을 측정하였다.

③ TBARS 활성: microsome분획을 이용하여 Yokozawa 등(1999)의 방법에 따라서 측정하였다.

(5) free radical 측정

① H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 측정: wolff의 방법에 따라 xylenol orange를 이용하여 560nm에서 흡광도 증가로 측정하였다.

② Superoxide radical 함량 측정: Azzi 등(49)의 방법에 준해 실시하였다.

## 2) 무청의 장내환경 개선 작용을 통한 변비 개선 및 항비만 효과 규명

(1) 동물 사육 및 식이

식이 groups은 정상군과 1% 고콜레스테롤 식이 실험군으로 나눈 후 고콜레스테롤 실험군을 다시 무청 공급수준에 따라 각각 10마리씩 총 6군으로 나누어 4주간 사육하였다.

(2) 변비개선 효과 관찰

① 장통과시간 : 실험 2주째에 Marker로 사용한 Carmine red(Sigma Chem. Co. C1022)를 0.5% 농도로 각 실험식이에 첨가하여 급여하고 매시간 marker의 변중 배출을 24시간동안 체크하여 실험식 급여 시작 시간과 marker가 변중에 맨 처음 나타나기까지의 시간 간격을 장 통과 시간으로 하였다.

② 분변의 배설량 및 분변내 수분함량

실험기간 중 4주째에 3일간 대사 cage에서 분변을 수집하여 건조전의 무게를 칭량하였다. 분변은 급속냉동실(-70℃)에서 항량에 달할 때까지 건조시킨 다음 건조중량을 칭량하였다. 실험 전 마지막 3일간 변의 wet 무게를 측정후 동결건조기(-70℃)에서 항량에 도달할 때까지 냉동건조시킨 뒤 건조 중량을 측정하여 변중의 수분함량을 계산하였다.

③ 분변의 총지질과 triglyceride 함량 : 변의 총지질은 Folch등의 방법(50)에 의해 추출하여 중량을 측정하였고, 중성지방 함량은 Sale 등에 의해 수정

된 방법(51)에 의해 500 nm에서 정량하였다.

- ④ 간조직 UDP-glucuronyl transferase 활성 : 전처리한 간 microsome에서 Reinke 등의 방법으로 측정하였다. .
- ⑤ 분변의 산성 sterol (bile acid) 함량 : 건조 분변 1 g을 시료로 채취하여 분쇄한 뒤 Czubayko 등의 방법에 의해 측정하였다.
- ⑥ 중성 sterol 함량 : 분변의 중성 스테롤, 즉 cholesterol, coprostanol 및 coprostanone 양은 Czubayko 등의 방법에 따라 측정하였다.

### (3) 항비만 효과 관찰

- ① 간조직중의 지질성상 조사 : 간조직의 지질은 Folch 등(50)의 방법에 의해 CM mixture(chloroform: methanol = 2 : 1)로 추출하여 Sale 등(51)의 수정된 방법으로 triglyceride와 cholesterol 농도를 550nm와 500nm에서 각각 흡광도를 측정하였다. .
- ② 간조직의 HMG CoA reductase 측정 : 간조직에서 microsome을 분리한 다음 Hulcher 등(의 방법을 수정 보완하여 사용하였다.
- ③ 혈액성상관찰: 혈액중 헤모글로빈과 헤마토크리트치는 각각 Cell dyn 1300(Abdott Co., USA)를 이용하여 측정하였다.

### (4) 단백질 정량

각 시료의 단백질량은 Lowry 등의 방법(52)으로 하였으며, bovine serum albumin을 표준품으로 사용하였다.

## 3) 무청을 이용한 성인병 예방 효과 규명

### (1) 동물사육 및 식이

실험동물은 (주)바이오 제노믹스 사 (Bio Genomics Inc., Seoul, Korea)에서 구입한 체중 100±10 g 내외의 Sprague-Dawley 종 수컷을 사용하였으며, 환경에 적응시키기 위해 실험식이 시작 전 일주일간 일반배합사료 (Purina Co.,

Seoul, Korea)로 예비사육 하였다. 실험그룹은 각 그룹 당 8마리씩 난괴법 (randomize complete block design)에 의해 대조군과 실험군을 다음의 5군으로 세분화 하였다. 즉, 정상식이대조군 (N), 14% lard를 공급한 고지방식이 공급군 (H), 고지방식이 + 무청 소재 II 10% 공급군 (HRP), 고지방식이 + 무청 소재 II 10% 공급군 (HERP) 및 고지방식이 + 무청가공식품 10% 공급군 (HERF)으로 나누어 3주간 관찰하였다. 식이는 4℃의 냉장보관 하여 사용하였으며, 매일 일 정시간에 식수와 함께 공급하여 자유섭취하게 하였다. 사육조건으로 온도는 22±1℃, 습도는 50~60% 및 명암은 12시간을 주기로 자동조절 되게 하였음 (Table 5).

Table 5. Composition of diets in experiment group(unit : g/kg diet)

Ingredient	Groups <sup>1)</sup>				
	N	H	HRP	HERP	HERF
Corn starch	650	636.5	536.5	536.5	536.5
Casein	150	150	150	150	150
Sucrose	50	50	50	50	50
Mineral mixture <sup>2)</sup>	40	40	40	40	40
Vitamin mixture <sup>3)</sup>	10	10	10	10	10
Corn oil	50	50	50	50	50
Cellulose	50	50	50	50	50
Cholate	-	2	2	2	2
Choline bitrartrate	-	1.5	1.5	1.5	1.5
lard	-	140	140	140	140
RA	-	-	100	-	-
RB	-	-	-	100	-
MA	-	-	-	-	100
Total	1000	1000	1000	1000	1000

<sup>1)</sup>N: Normal diet.

H: High fat diet (14% lard)

HRP: High fat and 10% powder of functional food material I diet.

HERP: High fat and 10% powder of functional food material II diet.

HERF: High fat and 10% processed food of processed food product using radish material diet.

<sup>2)</sup>AIN-76 mineral mixture (g/kg mixture).

<sup>3)</sup>AIN-76 vitamin mixture (mg/kg mixture).

(2) 항비만 효과 관찰

① 혈당수준 측정

혈당측정은 enzymatic kit AM 102K(아산제약, 한국)를 사용하여 enzymatic method에 의해 500 nm에서 비색 정량하였다.

② 혈중 및 간조직중의 지질조성

- 간조직중의 지질성상 조사 : 간조직의 지질은 Folch 등의 방법(50)에 의해 CM mixture(chloroform: methanol = 2 : 1)로 추출하여 Sale등(51)의 수정된 방법으로 triglyceride와 cholesterol 농도를 550nm와 500nm에서 각각 흡광도를 측정한다.
- 중성지방 측정: 표준 효소비색법에 의한 Kit(Asan Co. Korea)를 사용하여 550nm에서 흡광도를 측정하였다.
- 콜레스테롤 측정: 표준 효소비색법에 의한 Kit(Asan Co. Korea)를 사용하여 500nm에서 흡광도를 측정하였다..
- HDL 콜레스테롤 측정: 2% dextron sulfate와 1 M MgCl<sub>2</sub> 침전액 (1 : 1)을 가하여 그 상층액을 시료로 표준효소법에 의한 Kit(Asan co. Korea)을 사용하여 500nm에서 흡광도를 측정하였다.
- LDL 콜레스테롤: Friedewald 식 {Total cholesterol - (HDL cholesterol + TG/5)} 에 의하여 계산하였다.
- Atherogenic index: {Total cholesterol - (HDL cholesterol)/HDL cholesterol} 식으로 산출하였다.

(3) 항산화 효소 및 항노화 변화 관찰

- ① SOD 활성: 알칼리 상태에서 pyrogallol의 자동산화에 의한 발색을 이용한 Marklund와 Marklund의 방법(41)에 따라 측정하였다.
- ② GSHpx 활성: Lawrence 및 Burk의 방법(46)에 따라 측정하였음.
- ③ TBARS 활성: microsome분획을 이용하여 Yokozawa 등의 방법에 따라서 측정하였다.

④ Carbonyl value 함량: Levin 등(48)의 방법에 따라 산화된 단백질 함량을 측정하였다.

⑤ Superoxide radical 함량 측정: Azzi 등(49)의 방법에 준해 실시하였다.

(4) 변비개선 효과 관찰

① 장통과시간의 변화 : 실험 2주째에 Marker로 사용한 Carmine red(Sigma Chem. Co. C1022)를 0.5% 농도로 각 실험식이에 첨가하여 급여하고 매 시간 marker의 변중 배출을 24시간동안 체크하여 실험식 급여 시작 시간과 marker가 변중에 맨 처음 나타나기까지의 시간 간격을 장 통과 시간으로 하였다.

② 분변의 배설량 및 분변내 수분함량 : 실험기간 중 4주째에 3일간 대사 cage에서 분변을 수집하여 건조전의 무게를 칭량하였다. 분변은 급속냉동실(-70℃)에서 항량에 달할 때까지 건조시킨 다음 건조중량을 칭량하였음. 실험 전 마지막 3일간 변의 wet무게를 측정한 후 동결건조기(-70℃)에서 항량에 도달할 때까지 냉동건조시킨 뒤 건조 중량을 측정하여 변중의 수분함량을 계산하였다.

### 제 3절 연구 결과 및 고찰

#### 1. 무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 이를 이용한 가공 제품 개발

##### 1) 무청의 기능성 탐색 및 식품소재화를 위한 가공 방법 조사

###### (1) 무청의 품종별 생산 현황 및 이용도 조사

국내의 경우 무청만을 식품으로 사용하기 위해서 재배 수확하기 보다는 무를 사용하고, 남은 부산물로서의 무청을 다루므로 이에 관한 생산 현황과 이용도는 통계적으로 나온 것이 없어 무의 생산 현황과 이용도 조사 및 농민, 종묘 업자들에 의한 조사로 무청 생산량을 예측하였다. 무의 생태는 원산지에 따라 20일무, 북중국의 작은무(b), 서양 작은무(d), 김정무, 북중국무(a) 및 남중국무(c)로 나누고 있으나, 현재 주로 재배되는 것은 북중국무(a, b), 남중국무(c) 및 서양 작은무(샐러드용)으로 크게 나누는데, 국내에서는 중아아시아 또는 중국 서남쪽의 고원지대 원산으로 중생의 중간 크기로 육질이 두텁고 무 모양은 길이가 짧으며 전분질이 많고 저장성이 강한 북중국무와 모양이 다양하고, 전분질이 적으며 수분이 많아 육질이 연하고 저장성이 약한 남중국무를 많이 재배하고 있으며, 서양 작은무는 샐러드용으로 남부 유럽, 중아아시아 및 몽고에서 많이 재배하고 있다(Fig. 1).

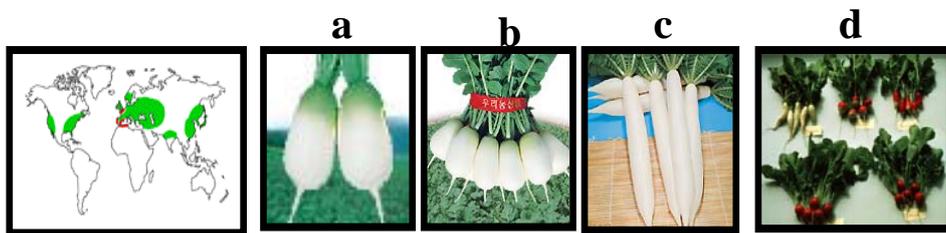


Fig. 1. Cultivation area and varieties of radish(*Raphanus sativus* L.)

무의 재배지역이 계절에 따라 전국적으로 산재되어 있어 통계 값마다

차이는 있으나, 계절에 따른 조사 지역과 농수산물 도매시장의 반입량 등을 고려하여 생산현황, 가격, 포전 거래율, 출하율 등을 예측하였다. 2002년 기준으로 재배 면적은 31,387ha로 전체 채소 재배 면적의 약 9~10% 정도를 차지하고 있으며, 2003년 기준 작형별 재배 면적은 봄무 44.9%, 여름무 7.0%, 가을무 48.1%를 차지하였고, 년도별 차이는 있으나 노지 재배 면적은 약 80% 내외, 시설 재배 면적은 15~20% 내외를 차지하고 있다(Table 6). 또 유통 경로, 계절별로 이윤과 농가 수취가가 차이가 있었다(Table 7). 2004년도 무의 산지 동향과 향후 전망(Table 8)을 살펴보면 계절에 따라 무를 파종하는 지역이 다르고, 당해연도의 날씨로 생육상태가 달라지나, 일년 평균 150만톤 정도의 무가 생산되는 것으로 추정되며 무 수확 후 부산물로 남는 무청의 양도 100만톤 이상 생산이 될 것으로 여겨진다(Fig. 2). 현재 무청이 활용도는 국내의 경우 무청 김치나 말려서 시래기 형태로 만든 후 된장국, 찌개 등에 넣어 먹는 것이 대부분이고, 외국의 경우도 국내의 경우와 크게 다르지 않았다(Fig. 3).

Table 6. Production status of radish by year and season. (unit; ha, Kg, 톤)

연도	봄무			여름무			가을무		
	면적	단수	생산량	면적	단수	생산량	면적	단수	생산량
1989	15,191	3,012	457,520	3,022	3,272	98,866	20,983	5,126	1,285,379
1991	16,161	2,901	468,782	2,744	3,324	91,220	17,315	5,765	998,210
1993	17,767	2,998	532,626	2,470	3,357	82,919	15,709	6,272	985,218
1995	17,471	3,037	530,541	3,523	2,684	100,911	14,524	5,535	803,844
1997	18,551	3,248	602,463	3,381	2,966	100,269	13,381	5,684	760,527
2000	15,537	3,389	526,527	3,377	2,913	98,371	14,627	6,033	882,404
2003	15,153	3,974	602,162	2,926	3,211	93,960	11,345	5,688	645,350

Table 7. Circulation cost of radish by season. (전체경로, unit :%)

품목	2002				2003			
	계	직접비용	기타 운영비	이윤	계	직접비용	기타운영 비	이윤
봄무	72.7	26.1	21.3	25.3	72.0	23.7	19.3	29.0
고랭지무	72.2	20.4	15.4	36.4	76.3	43.4	16.6	16.3
가을무	77.8	29.3	22.2	26.3	63.9	24.7	19.8	19.4
업체류 평균	76.9	25.3	20.2	31.4	72.6	25.7	18.7	28.2

품목	농가 수취	유통비용			단계별 비용			경로		조사지역조 사시기
		계	직접 비용	기타운영 비 및 이윤	출하	도매	소매	도매시장 농가→유통센터	경우	
봄무	24.9	75.1	23.7	51.4	26.7	17.0	31.4	도매시장	경우	고창 2003. 5
	58.4	41.6	25.0	16.6	16.8	12.3	12.5	농가→유통센터		
고랭지 무	19.5	80.5	37.5	43.0	18.1	16.1	46.3	도매시장	경우	평창 2003. 8
	42.6	57.4	33.8	23.6	35.6	5.1	16.7	농가→유통센터		

구분	농가 수취가(원)	유통비용			소비자 가격
		직접비	기타 운영비	이윤	
봄무(원/개)	465(28.0%)	403(23.6%)	340(19.9%)	486(28.5%)	1,707원(100%)
고랭지무 (원/개)	248(23.7%)	451(43.4%)	172(16.6%)	169(16.3%)	1,039원(100%)
가을무 (원/다발)	1,738(36.1%)	1,195(24.7%)	958(19.8%)	939(19.4%)	4,838원(100%)
일본 (엔/10kg)*	622(43.4%)		811(56.6%)		1,433엔(100%)
대만 (元/kg)**	8.02(24.4%)		24.85(75.6%)		32.87元(100%)

\* 일본, 농림수산성 통계정보부(식품유통단계별 가격형성추적조사보고, 2003), 산지→  
동경경로(2002. 11월, 동경5단계)

\*\* 중화민국, 행정원농업위원회, 농업통계년보, 2003. 6



Fig. 2. Cultivation area of radish on the Kwangwon-do and Chungchung-do



Fig. 3. Sale status of radish leaves in the supermarket and department store

Table 8. Trends of production district and future prospects on the radish at the 2004

		2004년도 무의 산지 동향 및 향후 전망																																	
		봄무		가을무																															
1. 조사개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>기간 : 2004. 5.10 ~ 5.16</li> <li>지역 : 중남 부여 진북 고창</li> <li>대상 : 생산자, 산지유통인, 도매시장, 도·소매상 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기간 : 2004. 8. 30 ~ 9.5</li> <li>지역 : 강원 평창 정선 태백</li> <li>대상 : 봄무와 동일(산지 조합)</li> </ul>																																	
2. 산지 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>고창지역은 재배지역이 2003년 대비 2004년도에 4.5% 증가하였으나, 부여지역은 10% 감소</li> <li>2004년 봄무 재배면적은 전년 대비 1% 감소</li> <li>단체 작부 제도로 해마다 비슷한 면적을 재배</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고창지역은 재배지역이 2003년 대비 9.9% 감소</li> <li>단체가 용이, 일손이 적게 들며, 다소 높은 복분자, 고구마, 인삼, 참깨 등으로 전환</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8월 하순 파종 이후 기상 호조로 생육상태 양호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산지 유통인들에게 포진 거래되어 도매시장, 대형 유통업체, 김치 공장 등에 출하가 이루어지고 있으나, 금년도는 시장 경기 침체로 포진 거래가 활발하지 못한</li> <li>포진 거래는 9월 중순경부터 이루어졌고, 2004년 12월 10일 기준으로 약 70~80% 정도인</li> <li>출하율은 약 60~70%</li> <li>출하는 다발무(비닐 불투에 5-6개씩)로 출하</li> </ul>																															
3. 산지 유통실태	<ul style="list-style-type: none"> <li>거래시기: 파종후 1개월이내, 포진 거래</li> <li>거래가격: 부여(하우스봄무 : 80-100만 원/150평), 고창: 5,500-6,500원/평), 일부농가는 가격하락으로 산지 유통인과의 계약 불이행</li> <li>산지 유통인과의 의해 수확후 도매시장으로 출하</li> <li>지역별 포진거래율 및 출하율(5월 중순)</li> </ul> <table border="1"> <tr> <th rowspan="2">구분</th> <th colspan="2">포진거래율</th> <th colspan="2">출하율</th> </tr> <tr> <th>2003</th> <th>2004</th> <th>2003</th> <th>2004</th> </tr> <tr> <td>고창</td> <td>70</td> <td>50</td> <td>60~70</td> <td>60~70</td> </tr> <tr> <td>부여</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>40~50</td> <td>40</td> </tr> </table>	구분	포진거래율		출하율		2003	2004	2003	2004	고창	70	50	60~70	60~70	부여	100	100	40~50	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>일기 불순으로 생산량 감소, 상품량 저하로 출하량이 크게 줄어들음 (5톤/300평 ~ 5톤/400평)</li> <li>포진거래율은 지역에 따라 다르나 태백 지역은 산지 조합을 통한 계약 재배 면적이 많아 포진 거래율이 약 50~65%</li> </ul> <table border="1"> <tr> <th rowspan="2">구분</th> <th colspan="2">포진거래율(%)</th> </tr> <tr> <th>2003</th> <th>2004</th> </tr> <tr> <td>파종후 6월</td> <td>90~120</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>7월</td> <td>75~105</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>8월</td> <td>30~80</td> <td>200~350</td> </tr> </table>	구분	포진거래율(%)		2003	2004	파종후 6월	90~120	30	7월	75~105	35	8월	30~80	200~350
구분	포진거래율		출하율																																
	2003	2004	2003	2004																															
고창	70	50	60~70	60~70																															
부여	100	100	40~50	40																															
구분	포진거래율(%)																																		
	2003	2004																																	
파종후 6월	90~120	30																																	
7월	75~105	35																																	
8월	30~80	200~350																																	

2004년도 무의 산지 동향 및 향후 전망

4. 소비자 동향	분무					고랭지 무					가을무								
	구분	1월	2월	3월	4월	5월	구분	7월		8월		날자(12월○일)							
							상순	중순	하순	상순	중순	하순	6	8	9	10	11	13	
가. 가락동 농수산물 도매시장 · 임일 반입량: 일 평균 490톤(2003년 544톤에 비해 10% 감소) · 법인별 반입량: 대아청과 79%, 한국청과 11%, 서늘청과 8%, 동화청과 2% · 주 반입지역: 고창, 영암, 부여, 나주, 제주 등 · 거래방법: 전자식(차상, 경매) · 도매가격 (5개도시 월평균 상품, 단위: 원/kg; 1~3월, 가을무, 4~5월 :봄무)	구분	2003	2004	대비(%)	상순	중순	하순	상순	중순	하순	2003	2004	대비(%)	2003	2004	대비(%)	2003	2004	대비(%)
나. 소비실태 · 일반소비자 구매는 채소가게와 대형 유통업체에서 구매 · 김치공장: 산지 유통인 또는 중도매인들로부터 5톤 차량 단위로 구매 · 요식업소는 트럭행상, 중간 도매인들로부터 소량 구매 · 분무 소비형태는 식초 절임 깍두기(뽕담김)로 소비 · 무 소비 감소 요인은 햇집용 무채 대신 친사채로 대체 사용 · 기타: 깍두기, 간지숙, 생선조림이나 굵거리용, 체나물용, 물김치용 등	구분	2003	2004	대비(%)	상순	중순	하순	상순	중순	하순	2003	2004	대비(%)	2003	2004	대비(%)	2003	2004	대비(%)
가. 가락동 농수산물 도매시장 · 일 반입량은 약 500-600톤 · 충청남도 당진, 서산, 홍성, 진리북도 고창, 진라 남도 영암, 나주, 무안, 해남 등지에서 반입 나. 소비 실태 · 일반가정: 다발, 또는 개당으로 트럭행상, 가게, 슈퍼체인, 할인점에서 구매하여 김장용, 찌개, 국거리용으로 소비 · 김치공장: 산지에서 직접 구매, 또는 납품업체에서 공급받음(나박김치, 깍두기, 배추김치 등) · 요식업소: 김치, 요리 첨가제로	구분	2003	2004	대비(%)	상순	중순	하순	상순	중순	하순	2003	2004	대비(%)	2003	2004	대비(%)	2003	2004	대비(%)

## 2) 품종별 무청의 기능성 성분 조사

국내 원예학자 및 종묘회사를 통한 무의 특성 조사, 산지 및 중소 업체의 의한 무청 이용도 현황을 조사한 후 본 연구에 이용할 무의 품종을 크게 북중국무 품종인 관동무, 영동무, 청일풍, 탐스러운무와 남중국무 품종인 미농단백무를 선발하여 무청에 많이 함유하고 있는 철분, 칼슘, 수용성 비타민, 클로로필 및 총식이섬유의 함량을 조사하였다.



Fig. 4. 무품종별 무청의 형태

무청별 일반 성분 중 수분 함량의 경우, 여름무는 품종에 큰 영향이 없이 92.60~93.00%로 가을무의 89.90~90.67에 비하여 수분함량이 높았다. 회분은 청일풍 품종이 가장 작은 1.27%, 단무지 무인 미농 단백무가 1.70%로 가장 높은 회분함량을 보였으며, 식이섬유의 경우 고랭지에서 재배된 관동무가 비교적 높은 함량을 보였다. 무청의 미량성분 및 수용성 비타민 함량을 조사한 결과 (Table 9), 칼슘의 경우 고랭지에서 재배된 여름무의 경우 217.76~267.26 mg/100g edible portion인 반면에 가을에 재배된 미농단백무는 53.80 mg/100g edible portion, 관동무 II는 315.89 mg으로 시료 간에 큰 차이가 있었다. 철분의 경우, 여름무는 품종에 상관없이 1.8~3.5 mg/100g edible portion이었고, 가을에 재배된 관동무 II는 3.2mg인 반면에 미농단백무는 9.3 mg으로 다른 무청시료와 큰 차이가 있었다.

Table 9. Proximate composition of radish leaves.

Sample	Proximate composition(%)						
	Moisture	Ash	Protein	Lipid	Carbohydrate	Dietary fiber	
여름무	관동무I	93.00	1.38	2.3	0.2	0.85	2.27
	영동무	92.60	1.52	2.3	0.2	2.59	0.79
	청일풍	92.80	1.27	2.4	0.2	2.45	0.88
	탐스러운무	92.90	1.33	2.4	0.2	1.31	1.86
가을무	미농단백무	90.67	1.70	2.3	0.3	-	-
	관동무II	89.90	1.46	2.3	0.2	4.61	1.53

또 수용성 비타민의 경우 시료 간에 차이가 있었는데, vitamin B<sub>1</sub>은 가을에 재배된 관동무 II가 0.219 mg으로 가장 많이 함유하고 있었고, vitamin B<sub>2</sub>와 C는 미농단백무가 가장 많이 함유하였다. 한편 chlorophyll은 푸른 채소의 주색소로서 광선이 차단된 상태에서 free radical scavenger로 작용하여 지방질의 자동산화를 방지할 뿐 아니라 항돌연변이성 및 항암성이 있다고 보고 되어 있으나, 광 존재시에는 광증감제로 작용하여 지질의 광산화를 촉진시키고 생체 내에 흡수된 광증감제로 인해 생성된 활성 산소가 적혈구 막을 손상시키고 세포막 지질 산화를 촉진시키고, 세포막 지질의 산화를 촉진시켜 인체에 해가 된다는 연구 결과를 바탕으로 품종별 무청의 chlorophyll 함량을 조사하였다. 그 결과, 가을무인 미농단백무와 가을에 재배된 관동무II가 여름무에 비하여 낮은 함량을 보였고 칼슘의 흡수를 저해하는 oxalic acid의 경우 미농단백무의 무청이 다른 품종의 152.6~236.2 mg/100g edible portion에 비하여 낮은 99.7 mg/100g edible portion이었다. 즉 무청에는 국내 식이섭취에 부족한 철분과 칼슘을 많이 함유하고 있으나, 칼슘과 결합하여 체내 흡수를 저해하는 oxalic acid 함량이 높아 인체 내 무청의 유용 성분 흡수를 높이기 위한 방법과 본 실험 결과 무 품종별, 계절별 무기 성분, 색소 성분 등에 차이가 있었다(Table 10).

Table 10. Effects of radish varieties on the mineral and vitamins of radish leaves

Sample	Mineral and Vitamins(mg/per 100g edible portion)									
	Ca	Fe	VitB1	VitB2	VitC	Chlorophyll			Oxalic acid	
						Total	a	b		
여름무	관동무i	253.24	3.5	0.104	0.991	31.4	426.6	305.3	121.6	173.0
	영동무	231.31	1.8	0.179	0.949	31.9	370.8	264.9	106.1	152.6
	청일풍	267.26	3.4	0.169	0.874	33.2	472.9	338.5	134.7	175.0
	탐스러운무	217.76	2.1	0.107	1.120	30.2	489.8	354.1	136.0	205.7
가을무	미농단백무	53.80	9.3	-	1.525	114.7	236.0	182.3	53.9	99.7
	관동무II	315.89	3.2	0.219	1.297	63.0	269.4	196.3	73.3	236.2

한편 건조 시간별 무청의 품질 특성을 조사하기 위하여 품종별 무청을 채 수집하여 이들의 수분 함량 및 일반 성분을 재분석한 결과(Table 11), 수분 함량은 북중국무 품종인 관동(RL1), 영동(RL2), 청일풍(RL3), 탐스러운(RL4)의 무청은 92.60~93.00%로 품종 간에 큰 차이가 없었으나, 미농단백무(RL5) 무청의 수분 함량은 87.57%를 나타내었다. 이는 5월에 수확한 북중국무 품종과 달리 미농단백무는 단무지무의 원료로 10월에서 11월에 수확하는 것으로 계절에 의한 차이로 여겨진다. 또 일반 성분을 건물량으로 환산한 결과, 회분과 지방 함량은 RL5가 각각 16.07%, 1.62%로 다른 시료의 17.72~20.60%의 회분함량과 2% 이상의 지방함량과 유의적인 차이를 보였고, 단백질은 시료간 차이가 없었다. 식이섬유의 경우는 미농단백무의 무청이 가장 높은 35.50%였고, 식이섬유와 탄수화물을 함께 환산한 경우 62.22%로 다른 품종의 55.62~57.18%보다 높은 함량을 나타내었다. 이 결과는 식품성분표(2)의 조선무 분석결과와 분석항목 간에 큰 차이가 없었다.

Table 11. Proximate composition of various radish leaves.

Varieties *	Moisture (%)	Proximate composition(dry base, %)				
		Ash	Protein	Lipid	Dietary fiber	Carbohydrate
RL1	93.00±0.02 <sup>a</sup>	19.73±0.10 <sup>a</sup>	21.79±0.02	2.86±0.01 <sup>a</sup>	30.22±0.26 <sup>bc</sup>	25.40±0.09 <sup>ab</sup>
RL2	92.60±0.02 <sup>b</sup>	20.60±0.23 <sup>a</sup>	19.52±0.38	2.70±0.02 <sup>a</sup>	33.13±0.56 <sup>ab</sup>	24.05±0.29 <sup>bc</sup>
RL3	92.80±0.01 <sup>a</sup>	17.72±0.01 <sup>a</sup>	23.03±0.73	2.81±0.01 <sup>a</sup>	29.29±0.65 <sup>c</sup>	27.09±0.35 <sup>a</sup>
RL4	92.90±0.02 <sup>b</sup>	18.73±0.08 <sup>a</sup>	20.84±1.18	2.82±0.03 <sup>a</sup>	34.32±0.52 <sup>ab</sup>	23.29±0.45 <sup>c</sup>
RL5	87.57±0.03 <sup>c</sup>	16.07±0.03 <sup>b</sup>	20.09±0.46	1.62±0.02 <sup>b</sup>	35.50±0.56 <sup>a</sup>	26.72±0.27 <sup>a</sup>

\* RL1; Kwandong, RL2;Yongdong, RL3;Chongilpung, RL4:Tamsureun, RL5:Minongdanbaek,

<sup>a-c</sup> Values with different alphabets in a column are significantly at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

### 3) 무청 품종 선발 및 전처리 방법 조사

무청 품종 선발은 여름과 가을에 수확된 관동무로 하였으며, 전처리 방법은 무청 가공의 초기 단계인 세척 공정, 건조 방법, 염장에 의한 무청의 품질 변화를 조사하였다. Table 12은 가을에 재배된 관동무 II로 무청 가공의 초기 세척 공정 방법에 따른 칼슘과 철분함량 변화를 조사한 결과로, 전처리하지 않은 초기 단계에 칼슘의 함량이 각각 318.6 mg, 2.3 mg에서 물세척, 세척제, microwave처리에 의해서는 원료 무청과 큰 차이가 없었다. 그러나 스팀 처리구는 칼슘 함량이 235.2 mg로 감소되었는데, 이는 스팀 처리시 물에 의해 손실되었거나 oxalic acid와 같은 다른 성분과 결합하여 칼슘 정량시 환산되지 않은 것으로 여겨진다. 미농단백무를 제외하고 여름무와 가을무의 무청을 동결 건조시켜 동일한 크기의 입자로 분쇄한 후 색도를 측정된 결과 밝기를 나타내는 L 값은 51.63~54.58, 적색-녹색도를 나타내는 a값은 -10.18~-11.55, 황색-청색도를 나타내는 b값은 16.51~19.05를 보였다. 이는 동결건조하지 않은 미농 단백질

L, a, b값 35.76, -8.24, 12.06과 비교하여 높은 값으로 나타났다(Table 13). Fig. 4는 무청을 장기 저장하는 방법의 하나로 5%, 10%, 15%의 염에 절인 후 30일간 냉장 온도에서 저장한 후 품질 상태를 현상한 결과이다. 10%미만의 염절입은 무청 표면에 효모와 곰팡이가 성장으로 변색과 물러지는 현상이 보였고, 15% 염절입만이 미생물의 성장이 없고, 비교적 초기 상태를 유지하였다.

Table 12. Effects of pre-treatments on the minerals of radish leaves.

Sample	Minerals(mg/per 100g edible portion)	
	Ca	Fe
Control	318.6	2.3
물세척(3회)	293.2	2.9
세척제(3회)	326.7	2.6
Microwave(60sec)	312.8	2.5
Steam(180sec)	235.2	2.4

Table 13. Color value of freeze dried radish leaves

Sample	Color value			비교
	L*	a*	b*	
관동무I	54.35±0.08	-10.73±0.05	17.90±0.06	
영동무	55.19±0.01	-10.90±0.03	19.05±0.02	
청일풍	51.63±0.00	-10.18±0.02	16.51±0.00	
탐스러운무	53.27±0.00	-10.54±0.02	17.77±0.00	
관동무II	54.58±0.02	-11.55±0.02	16.96±0.02	
미농단백무	35.76±0.02	-8.24±0.03	12.06±0.05	



Fig. 5. Effects of salting treatment on the quality of radish leaves

#### 4) 반응 표면분석법에 의한 방법별 무청 식품 소재의 물리화학적 특성 및 기능성 성분의 변화 조사

무청 식품소재 개발을 위하여 무청의 부피 축소와 보관, 다른 식품으로의 응용 등을 고려하여 건조 방법 선별 및 반응 표면 분석법을 이용하여 건조 온도와 건조 시간을 독립변수로 두고 이 조건이 무청의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다. Fig. 6와 Table 14는 독립변수에 의해 건조된 무청의 상태 및 색도를 측정된 결과로 건조 온도와 시간에 따라 색도의 변화와 조직 상태를 조사한 것이다. 또 Table 15은 조건별로 건조된 무청의 수분함량, 회분과 미량 성분인 칼슘, 철분, 비타민류, oxalic acid, chlorophyll을 조사한 결과이다.



Fig. 6. Effects of drying temperature and time on the color of radish leaves (minong danbakmoo)

Table 16과 Fig. 7은 독립 변수인 건조 시간과 온도를 종속변수인 수분, 회분, 칼슘, 철분 등의 미량 성분과의 다중회귀분석하여 모델식을 구하고, 이를 이용하여 반응표면 분석법으로 도식한 결과이다. 독립변수인 건조시간(X1)과 건조 온도(X2) 모두 높은 결정계수( $R^2$ )을 보여, 건조 조건에 따른 무청의 미량성분, 색도 등 품질 특성에 영향을 끼치는 것을 알 수 있었다. 수분함량은 건조 온도가 건조 시간이 더 많은 영향을 끼쳤고, 미량 성분인 칼슘과 철분은 건조 시간과 온도가 높을수록 그 함량이 높았는데 이에 관한 연구가 요구되고, 비

타민 C의 경우는 건조 온도보다 건조시간의 영향이 더 크게 나타났다. 반면 chlorophyll은 건조 온도가 건조 시간보다는 그 함량에 더 큰 영향을 주었다.

Table 14. Effect of drying temperature and time on the color value of radish leaves by model system

Sample	Color value		
	L*	a*	b*
Control(raw)	35.76±0.02	-8.24±0.03	12.06±0.05
1(60°C, 2hrs)	52.40±0.02	-7.79±0.04	17.10±0.05
2(80°C, 2hrs)	48.00±0.01	-4.47±0.02	17.80±0.04
3(60°C, 6hrs)	46.37±0.01	-4.44±0.02	14.47±0.02
4(80°C, 6hrs)	57.38±0.03	-4.80±0.01	21.29±0.01
5(70°C, 4hrs)	44.07±0.03	-6.83±0.03	17.41±0.03
6(70°C, 4hrs)	45.89±0.14	-6.18±0.04	17.77±0.12

Table 15. Effect of drying temperature and time on the composition and functional components of radish leaves by model system

Design point	Composition(%)			(mg/per 100g edible portion)					Chlorophyll		
	Moisture	Ash	Dietary fiber	Ca	Fe	VitC	VitB2	Oxalic acid	total	a	b
Control	90.67	1.46	-	53.80	9.3	47.76	5.40	99.77	236.0	182.3	53.88
1	75.12	0.87	-	232.62	2.0	49.47	8.84	37.62	467.5	364.4	103.4
2	75.19	1.60	-	178.29	2.4	45.14	4.96	104.7	200.1	173.8	26.4
3	61.10	2.35	-	215.06	2.6	47.32	7.91	67.66	365.4	294.8	70.8
4	11.25	1.46	-	138.59	2.1	52.24	5.35	51.66	264.7	229.6	35.2
5	30.80	2.19	-	201.99	1.6	60.40	10.23	47.80	197.9	155.8	42.3
6	30.80	2.19	-	201.99	1.6	60.40	10.23	47.80	197.9	155.8	24.3

Table 16. Values of regression equation calculated with drying temperature and time for radish leaves

Independent variables	Regression equation <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>
Moisture	=61.10-21.815X <sub>1</sub> +5.155X <sub>2</sub> -13.26X <sub>1</sub> <sup>2</sup> +4.62X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.99
Ash	=2.35+0.295X <sub>1</sub> +0.365X <sub>2</sub> -0.82X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	0.99
Calcium	=215.06-17.585X <sub>1</sub> +2.265X <sub>2</sub> -27.185X <sub>1</sub> <sup>2</sup> +29.435X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.99
Fe	=2.60-0.175X <sub>1</sub> -0.025X <sub>2</sub> -0.575X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -0.225X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.99
Vitamin C	=4.732+0.456X <sub>1</sub> +0.091X <sub>2</sub> +0.454X <sub>1</sub> <sup>2</sup> +0.307X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.99
Vitamin B2	=7.908+0.448X <sub>1</sub> +0.251X <sub>2</sub> -0.562X <sub>1</sub> <sup>2</sup> +2.189X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.99
Oxalic acid	=67.66-10.715X <sub>1</sub> +15.805X <sub>2</sub> -7.215X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -17.735X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.98
Chlorophyll	=365.4-51.25X <sub>1</sub> -83.55X <sub>2</sub> -82.85X <sub>1</sub> <sup>2</sup> +50.15X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.98
Color value	L =46.37+0.49X <sub>1</sub> -4.20X <sub>2</sub> +4.32X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -2.00X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.98
	a =-4.44+0.239X <sub>1</sub> +0.404X <sub>2</sub> -1.451X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -1.256X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.98
	b =14.47+0.995X <sub>1</sub> -0.75X <sub>2</sub> +3.975X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -1.10X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.99

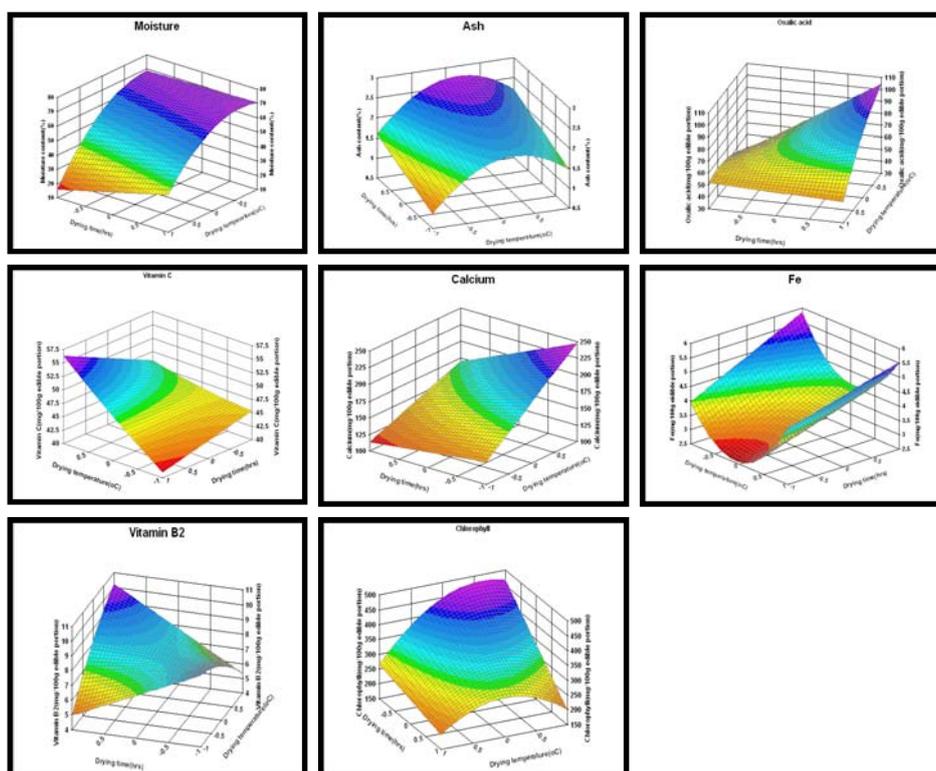


Fig. 7. Response surfaces plots on independent values of radish leaves according to drying temperature and time

## 2. 무청을 이용한 건강 기능 식품 소재 개발

### 1) 건강식품소재로 배합비 선발 및 실험실내 예비 실험

1차년도 연구결과를 기초로 2차년도에도 동일한 품종의 무청을 수집하여 칼슘, 철, 비타민 등의 함량을 분석하여 건물량으로 환산한 결과(Table 17) 칼슘 함량과 철분의 함량은 각각 25.46~32.13 mg/g, 0.21~0.28 mg/g으로 시료 간 값에 차이는 있었으나, 통계 분석 결과 유의성은 없었다. 이는 식품성분표(2)의 건물량 1g당으로 환산한 칼슘 함량 11.6~40.0 mg, 철분0.36~1.17 mg과 비교하면, 본 실험에 사용한 무청의 경우 품종 간 값 차이가 없는 중간 정도 값을 나타냈으나, 철분의 경우는 낮은 값이었다. 품종별 무청의 비타민류는 건물량 1g당 비타민 B<sub>1</sub>은 0.02~0.03 mg, B<sub>2</sub>는 0.12~0.16 mg, C는 0.04~0.06 mg이었다. 이는 식품 성분표의 분석치와 비교하면 비타민 B<sub>1</sub>은 유사한 값을 나타내었으나, B<sub>2</sub>는 식품성분표의 값보다 높았다. 반면에 비타민 C는 성분표의 0.31.~0.82 mg/dry base g에 비하여 낮은 값을 나타내었는데, 이는 품종별, 시료별 및 분석방법에 따른 차이로 여겨진다. 한편 총클로로필 함량은 건물량 1 g당 RL1, RL3, RL4가 60.95 mg이상을 보인 반면 RL2는 50.10 mg, RL5는 26.78 mg이었다. 각 품종별 무청의 색도의 경우 RL5를 제외하고, 밝기를 나타내는 L값은 51.63~55.18의 범위였고, 녹색 정도를 나타내는 a값은 -10.18~10.99, 황색도를 나타내는 b값은 16.51~17.77이었다. 이상의 결과에서 칼슘과 철분 함량은 유의적인 차이가 없었으나, 비타민류, 클로로필 함량, 색도에는 품종간 차이가 있었다.

한편 Table 18은 증심합성 실험계획에 따라 건조한 미농 단백질 무청(RL5)의 수분함량, 칼슘, 철분, 클로로필 및 색도 변화를 측정된 결과이다. 동일한 품종으로 건조 온도와 시간을 달리하여 건조시킨 시료의 수분 함량의 경우 건조 온도와 시간에 따라 큰 차이가 있었다. 그러나 칼슘 함량은 건물량 1 g당 대조구의 32.13 mg, 건조한 시료의 경우 31.42~35.80 mg이었고, 철분은 대조구 0.28 mg, 건조 시료는 0.21~0.29 mg으로 시료 간 유의적인 차이는 없었다.

클로로필 a와 b를 합한 총 클로로필 함량의 경우 건조온도와 시간에 따라 시료간 유의적으로 차이가 있었는데, 대조구의 25.39 mg에 비하여 60℃에서 2시간 건조한 시료는 총 클로로필 함량이 다른 시료에 비하여 높았다. 이는 60℃에서 단시간 건조한 시료의 경우 배추를 열탕 등의 전처리를 한 후 건조하였을 때 전처리하지 않고 건조한 시료보다 초록색 강도가 높았던 결과와 녹색 채소를 67℃에서 30분간 blanching 할 경우 비교적 초록색이 유지된다는 결과와 일치하였으나, 이에 관한 연구는 더 진행되어야 할 것으로 여겨진다. 또 60℃에서 비교적 장시간 건조한 시료 4와 70℃, 80℃에서 건조한 시료는 대조구보다 전반적으로 낮은 값을 보였다. 이는 Loey 등의 브로콜리 주스를 100℃에서 37분간 가열하면 클로로필 색소의 90%가 파괴되었다는 보고와 유사하게 본 실험 결과 비교적 높은 건조 온도와 시간 증가에 따라 무청의 클로로필이 상당히 감소함을 알 수 있었다. 색도의 경우 밝기를 나타내는 L값은 생시료의 37.76에 비하여 건조 처리에 따라 전반적으로 증가하였고, 녹색도를 나타내는 -a값은 건조 온도가 증가할수록 대조구의 -8.24에서 -4.44~-4.80으로 감소하였다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구의 12.06에서 건조된 시료의 경우 14.47~17.80으로 증가하였고, 대조구와 건조 시료간의 색도 차이를 나타내는  $\Delta E$ 값이 건조온도 및 건조 시간에 따라 육안으로 색의 차이를 확실하게 구별할 수 있는 높은 값을 보였는데, 특히 80℃에서 6시간 건조한 시료 4의 경우  $\Delta E$ 값이 22.02로 가장 높았다.

무청의 건조 조건인 건조 온도( $X_1$ )와 건조 시간( $X_2$ )을 독립변수로 하여 중심합성계획(central composite design)에 의해 열풍건조를 시킨 후 이들의 칼슘, 철분, 수용성 비타민류, 클로로필 및 색도를 측정 결과(Table 18)중 시료간 건조 조건에 따라 유의적인 차이를 보였던 수분, 클로로필 함량 및 색도와 독립변수와의 다중회귀 분석을 하였다(Table 19). 즉 무청의 건조 조건을 독립변수(independent variables)로 하고, 수분, 클로로필 및 색도 측정값을 종속변수(dependent variables)로 하여 회귀 분석한 결과 상관관계를 나타내는  $R^2$  값이 0.97 이상으로 높았다. 이는 독립변수(independent variables)인 건조 온도와 건조 시간이 종속변수(dependent variables)인 무청의 미량 성분 및 색도에 큰 영

향을 주는 것을 의미한다.

종속변수 수분 함량에 대한 독립 변수의 회귀식  $Y=37.06-11.72X_1-21.79X_2+13.18X_1-6.38X_1X_2$ (식 1)에서 5%이내의 유의성이 있었다. 또 클로로필 함량에 대한 독립변수 회귀식의 경우(식 2, 3, 4)도 각 항에 5% 이내의 유의성이 있었다. 그러나 색도의 경우 L, a 값의 회귀식에서  $X_1$ ,  $X_2$  및 교차분석 항목에 5% 이내의 유의성을 보이지 않았으나, b값과  $\Delta E$  값은 각 항에서 5% 이내의 유의성을 보였다.

Fig. 8은 독립변수인 무청의 건조 온도( $X_1$ ) 및 시간( $X_2$ )과 종속변수인 수분, 클로로필 및 색도 변화간의 회귀분석한 모델식 중 일부를 반응표면 분석법으로 도시한 결과이다. Fig 8의 a는 건조 조건에 따른 무청의 수분함량 변화의 경우, 건조 온도와 가열시간이 증가함에 따라 무청의 수분함량 감소되었다. 무청의 수분함량이 20% 이하로 되는 조건은 60℃에서는 6시간 이상을 건조하여도 쉽게 20%이하로 감소되지 않으나 70℃이상에서는 6시간 이상 80℃이상에서는 5시간 이상 건조하면 20% 이하의 수분함량이 되었다. Fig. 8의 b는 건조 조건에 따른 총 클로로필의 변화 경향을 도시한 것으로 건조 온도와 시간이 증가할수록 클로로필 함량이 감소하였고, 특히 건조 시간보다는 건조 온도에 영향에 의해 클로로필 감소효과가 높았다. 이는 Loey 등(53)의 브로콜리 주스를 50~120℃에서 가열할 때 클로로필 함량이 빠르게 파괴된다고 보고된 결과와 유사하게 건조 온도가 높을수록 클로로필 함량이 빠르게 감소하였다. 한편 각 시료의 색도 차이를 나타내는  $\Delta E$ 값의 경우(Fig. 8-c) 원료 무청과 건조 후 색의 차이가 최소화한 건조 조건은 63~70℃에서 3~4.5 시간의 범위였다. 이상의 결과에서 무청의 고유 초록색을 유지하면서도 수분감소 효과를 충분히 얻기 위한 건조 조건은 70℃에서 5~6시간 정도로 볼 수 있다.

이 결과는 Meiners 등의 콩의 조리 여부에 따른 무기질 성분 분석 결과, 조리에 의해 칼슘과 철이 약 50%가 감소되었다고 보고하였는데, 본 실험에서는 칼슘은 건조에 의해 그 함량이 약간 증가되었고, 철분은 원료 무청보다 감소하였다.

Table 17. Mineral, vitamins, chlorophyll and color value of various radish leaves.

		Varieties				
		RL1	RL2	RL3	RL4	RL5
Mineral (mg/g, dry base)	Ca	30.33±1.39 <sup>a</sup>	29.08±0.12 <sup>a</sup>	25.46±0.10 <sup>a</sup>	28.58±1.49 <sup>a</sup>	32.13±1.32 <sup>a</sup>
	Fe	0.21±0.02 <sup>a</sup>	0.24±0.05 <sup>a</sup>	0.23±0.05 <sup>a</sup>	0.22±0.02 <sup>a</sup>	0.28±0.02 <sup>a</sup>
Vitamin (mg/g, dry base)	B <sub>1</sub>	0.02±0.001 <sup>a</sup>	0.03±0.001 <sup>a</sup>	0.02±0.001 <sup>a</sup>	0.02±0.001 <sup>a</sup>	0.02±0.001 <sup>a</sup>
	B <sub>2</sub>	0.14±0.002 <sup>b</sup>	0.13±0.002 <sup>c</sup>	0.12±0.001 <sup>c</sup>	0.16±0.001 <sup>a</sup>	0.15±0.001 <sup>a</sup>
	C	0.05±0.001 <sup>b</sup>	0.04±0.001 <sup>b</sup>	0.05±0.001 <sup>b</sup>	0.04±0.001 <sup>b</sup>	0.06±0.001 <sup>a</sup>
Chlorophyll (mg/g, dry base)	Total	60.95±3.50 <sup>a</sup>	50.10±2.10 <sup>b</sup>	65.58±4.50 <sup>a</sup>	68.99±2.11 <sup>a</sup>	26.68±5.10 <sup>c</sup>
	a	43.62±2.14 <sup>a</sup>	35.79±1.51 <sup>b</sup>	47.02±1.50 <sup>a</sup>	49.87±1.03 <sup>a</sup>	19.44±1.94 <sup>c</sup>
	b	17.38±1.40 <sup>a</sup>	14.34±0.97 <sup>b</sup>	18.71±2.10 <sup>a</sup>	19.16±2.51 <sup>a</sup>	7.26±0.86 <sup>c</sup>
Color value	L	54.35±0.08 <sup>a</sup>	55.18±0.01 <sup>a</sup>	51.63±0.01 <sup>b</sup>	53.27±0.01 <sup>ab</sup>	37.76±0.01 <sup>c</sup>
	a	-10.73±0.05 <sup>a</sup>	-10.90±0.03 <sup>a</sup>	-10.18±0.02 <sup>a</sup>	-10.54±0.02 <sup>a</sup>	-8.24±0.02 <sup>b</sup>
	b	17.90±0.06 <sup>b</sup>	19.05±0.02 <sup>a</sup>	16.51±0.01 <sup>b</sup>	17.77±0.01 <sup>b</sup>	12.06±0.05 <sup>c</sup>

<sup>a-c</sup> Values with different alphabets in a column are significantly at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

야채의 무기질 성분은 주로 물 등의 세척 과정 중에 가장 많이 손실된다고 보고 되었는데, 본 결과는 건조 조건에 따른 총 클로로필의 변화 경향을 도시한 것으로 건조 온도와 시간이 증가할수록 클로로필 함량이 감소하였고, 특히 건조 시간보다는 건조 온도에 영향에 의해 클로로필 감소효과가 높았다. 클로로필 a의 경우 가장 낮은 함량을 보인 범위는 70-78℃의 건조 구간이었고, 클로로필 b는 80℃에서 가장 낮은 함량을 보였다.

Table 18. Effects to drying temperature and time on the mineral, chlorophyll, color value of dried radish leaves by model system.

	Samples <sup>1)</sup>						
	1	2	3	4	5	6	
Moisture(%)	88.45±1.48 <sup>a</sup>	77.37±3.09 <sup>b</sup>	66.70±15.59 <sup>c</sup>	46.56±13.84 <sup>d</sup>	10.35±1.89 <sup>f</sup>	37.06±1.89 <sup>e</sup>	37.09±0.07 <sup>e</sup>
Mineral							
Ca	32.13±4.31 <sup>a</sup>	36.39±5.39 <sup>a</sup>	31.42±0.99 <sup>a</sup>	35.80±0.39 <sup>a</sup>	32.28±1.94 <sup>a</sup>	32.74±2.37 <sup>a</sup>	31.80±1.39 <sup>a</sup>
(mg/g, dry base)							
Fe	0.28±0.11 <sup>a</sup>	0.26±0.13 <sup>a</sup>	0.21±0.21 <sup>a</sup>	0.29±0.26 <sup>a</sup>	0.24±0.09 <sup>a</sup>	0.21±0.22 <sup>a</sup>	0.21±0.13 <sup>a</sup>
Chlorophyll							
Total	25.39±2.01 <sup>bc</sup>	50.30±3.10 <sup>a</sup>	21.53±0.31 <sup>c</sup>	39.31±1.03 <sup>b</sup>	28.48±3.20 <sup>b</sup>	21.30±1.50 <sup>c</sup>	21.35±2.11 <sup>c</sup>
(mg/g, dry base)							
a	19.60±1.05 <sup>c</sup>	39.18±1.25 <sup>a</sup>	18.69±2.10 <sup>c</sup>	31.70±1.50 <sup>a</sup>	24.69±5.30 <sup>b</sup>	16.75±2.50 <sup>c</sup>	17.10±3.05 <sup>c</sup>
b	5.79±2.95 <sup>c</sup>	11.12±3.10 <sup>a</sup>	2.84±0.94 <sup>e</sup>	7.61±2.10 <sup>b</sup>	3.79±0.95 <sup>e</sup>	4.54±0.75 <sup>d</sup>	4.15±1.01 <sup>d</sup>
L	37.76±0.02 <sup>c</sup>	52.40±0.02 <sup>ab</sup>	48.00±0.01 <sup>b</sup>	46.37±0.01 <sup>b</sup>	57.38±0.03 <sup>a</sup>	44.07±0.03 <sup>b</sup>	45.89±0.14 <sup>b</sup>
a	-8.24±0.03 <sup>a</sup>	-7.79±0.04 <sup>a</sup>	-4.47±0.02 <sup>c</sup>	-4.44±0.02 <sup>c</sup>	-4.80±0.01 <sup>c</sup>	-6.83±0.03 <sup>ab</sup>	-6.18±0.04 <sup>bc</sup>
b	12.06±0.05 <sup>c</sup>	17.10±0.05 <sup>a</sup>	17.80±0.04 <sup>a</sup>	14.47±0.02 <sup>b</sup>	14.47±0.02 <sup>b</sup>	17.41±0.03 <sup>a</sup>	17.41±0.12 <sup>a</sup>
ΔE*	-	17.39	14.03	11.52	22.02	9.98	11.64

$$* \Delta E = \{ (L_{\text{sample}} - L_{\text{standard}})^2 + (a_{\text{sample}} - a_{\text{standard}})^2 + (b_{\text{sample}} - b_{\text{standard}})^2 \}^{1/2}$$

<sup>a-c</sup> Values with different alphabets in a column are significantly at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

1) control: Minongdanbaek, 1-6: pre-treatment samples by experiment design.

이는 브로콜리 쥬스를 50~120℃에서 가열할 때 클로로필 함량이 빠르게 파괴된다고 보고되었는데, 본 실험에서는 70℃이하의 낮은 건조온도와 건조시간의 구간에서는 원료 무청의 클로로필 함량이 높게 나타났다가 약 70℃ 이상의 건조 온도에서 처리하지 않은 원료의 클로로필 함량보다 낮았다.

Table 19. Effects of drying temperature and times on the values of regression coefficients calculated of salted radish root.

Independent variables	Regression equation <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>
Moisture	= 37.06-11.72X <sub>1</sub> -21.79X <sub>2</sub> +13.18X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -6.38X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	(1)* 0.99
Chloro- Total	= 21.30 - 9.30X <sub>1</sub> - 1.10X <sub>2</sub> + 13.61X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 4.49X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	(2)* 0.99
phyll a	= 16.75 -6.88X <sub>1</sub> -0.37X <sub>2</sub> + 11.83X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 3.37X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	(3)* 0.99
b	= 4.54 - 3.03X <sub>1</sub> - 0.64X <sub>2</sub> + 1.80X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 1.12X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	(4)* 0.99
L	= 10.81 + 1.79X <sub>1</sub> + 0.53X <sub>2</sub> + 5.43X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 3.47X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	(5) 0.98
Color a	= -6.51 + 0.74X <sub>1</sub> + 0.78X <sub>2</sub> + 1.13X <sub>1</sub> <sup>2</sup> - 0.92X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	(6) 0.97
value b	= 17.41 + 0.78X <sub>1</sub> - 1.49X <sub>2</sub> - 1.45X <sub>1</sub> <sup>2</sup> - 0.17X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	(7)* 0.99
ΔE <sup>2)</sup>	= 9.77 - 0.29X <sub>1</sub> - 5.04X <sub>2</sub> + 47.15X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 15.11X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	(8)* 0.98

<sup>1)</sup> X<sub>1</sub>:drying temperature, X<sub>2</sub>:drying time,

<sup>2)</sup> ΔE={ (L<sub>sample</sub>-L<sub>standard</sub>)<sup>2</sup>+(a<sub>sample</sub>-a<sub>standard</sub>)<sup>2</sup>+(b<sub>sample</sub>-b<sub>standard</sub>)<sup>2</sup>}<sup>1/2</sup>

\* Dependent variables(X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>1</sub><sup>2</sup>, X<sub>1</sub>X<sub>2</sub>) mean significant at p<0.05

또 클로로필 a가 b보다 빠르게 감소한다고 보고 되었는데, 본 결과에서는 b가 a보다 약간 빠르게 감소하였는데, 이는 원료 자체와 가열에 의한 건조처리 방법 차이에 의한 것으로 여겨진다. 각 시료의 색도 차이를 나타내는 ΔE 값의 경우 원료 무청과 건조 후 색의 차이가 최소화한 건조 조건은 63~68℃에서 5~6시간, 68~75℃에서 4시간으로 예측하였다.

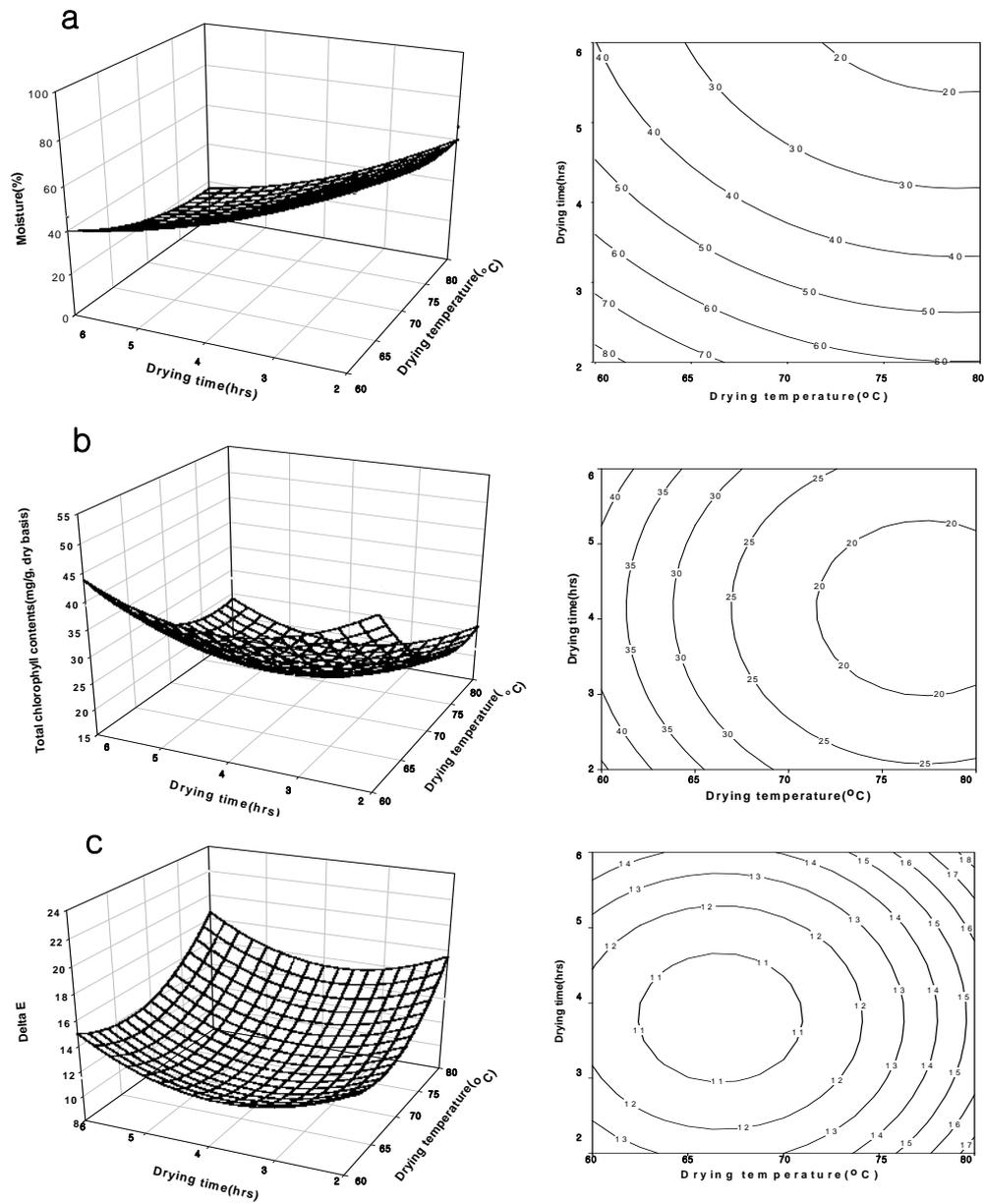


Fig. 8. Response surface and contour plot calculated by drying temperature and time in moisture content,, total chlorophyll and  $\Delta E$  of the radish leaves.

한편 대표되는 무청의 두 품종(관동무, 미농단백무)을 선발하여 증류수, 50% 에탄올, 50% 메탄올로 추출하여 무청 자체의 생리활성 물질을 탐색하였다. 각 추출물의 수율의 경우(Fig. 9) 전처리를 하지 않고 세척 직후 60°C에서 건조한 시료(a, c)의 수율이 세척 후 전처리 공정을 거쳐 건조한 시료(b, d)의 수율이 높았다.

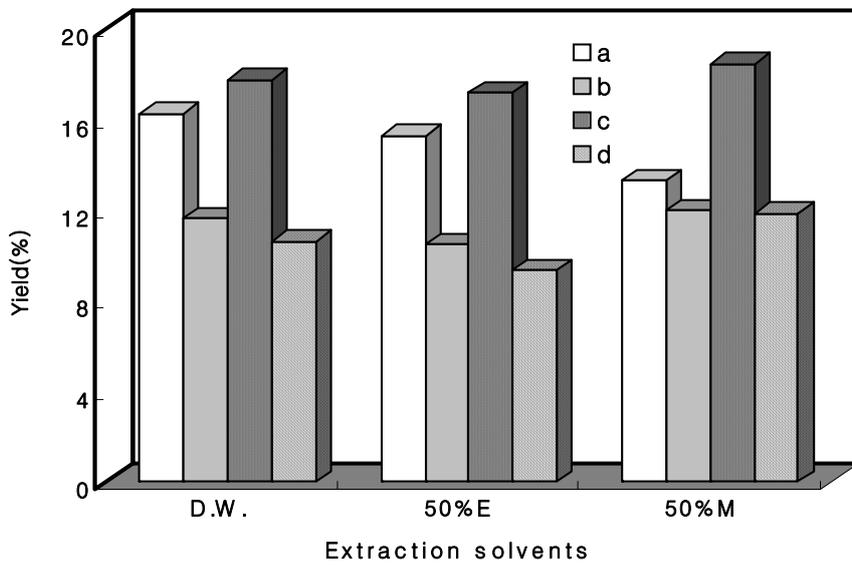


Fig. 9. Yields of water and alcohol extracts from *Raphanus stivus* leaves  
a: dried radish leaves(Kwandong), b: pre-treatment and dried radish leaves(Kwandong)  
c: dried radish leaves(Minonongdanbaek),  
d: pre-treatment and dried radish leaves(Minonongdanbaek)

전자공여능은 활성 radical에 전자를 공여 하여 식품중의 지방질산화를 억제시키는 척도와 인체 내에서 활성 radical에 의한 노화를 억제하는 작용으로도 이용되고 있는데, 본 실험에서는 환원성 물질의 분석시약으로 안전한 free radical인  $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl(DPPH)를 이용하여 각 추출물의 전자

공여능을 조사하였다. 그 결과(Fig. 10), 시료 a와 c가 전처리를 하여 건조시킨 시료 b와 d보다 전자공여능이 높았고, 시료별로는 a가 c보다 약간 높은 저해율을 보였다. 그러나 전처리를 한 경우에는 b시료가 d시료보다 약간 높은 활성을 나타냈다.

폴리페놀화합물은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 생리활성기능을 가지는 것으로 알려져 있어 추출물에 함유될 페놀성 화합물 함량을 조사하였다. 추출물의 총폴리페놀 함량을 측정한 결과 Fig 11과 같이 a와 c시료가 유사하게 나타나고, 무청의 총폴리페놀 함량은 추출용매에 따라 함량의 차이는 많지 않았다.

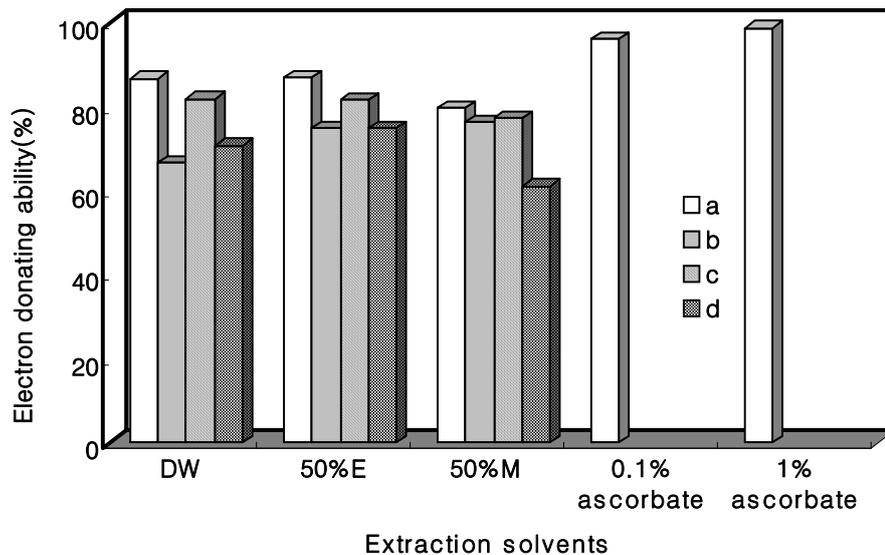


Fig. 10. Electron donating ability of water and alcohol extracts from *Raphanus stivus* leaves

- a: dried radish leaves(Kwandong), b: pre-treatment and dried radish leaves(Kwandong)
- c: dried radish leaves(Minonongdanbaek),
- d: pre-treatment and dried radish leaves(Minongdanbaek)

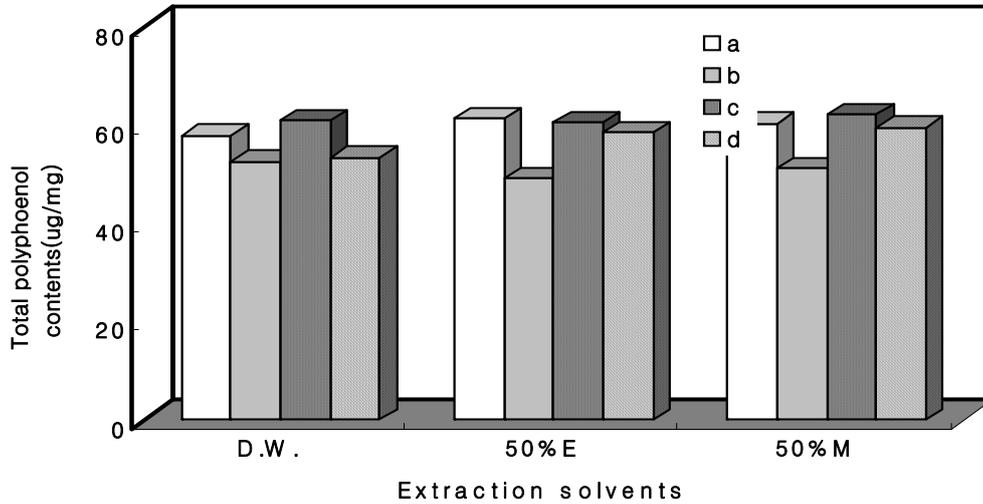


Fig. 11. Total polyphenol contents of water and alcohol extracts from *Raphanus stivus* leaves

- a: dried radish leaves(Kwandong), b: pre-treatment and dried radish leaves(Kwandong)
- c: dried radish leaves(Minonongdanbaek),
- d: pre-treatment and dried radish leaves(Minonongdanbaek)

질산염을 많이 함유한 식품을 다량 섭취하게 되면, metaglobin증 등 중독증상이 발병되고 아질산염과 제2급 및 제3급 아민과의 nitroso화 반응은 위장 내의 낮은 산성조건에서 쉽게 일어나며, 발암물질인 nitrosoamine을 생성할 수 있게 되므로 이러한 아질산염을 소거, 제거하여 그에 동반되는 질병을 억제할 수 있는 천연물에 대한검색이 많이 이루어지고 있다. 무청 추출물의 아질산염 소거 작용을 조사한 결과(Fig. 12) a시료가 다른 시료보다 높은 소거능력을 나타냈었고, 전처리를 한 것보다는 전처리하지 않은 a와 c시료가 높은 소거능을 보였다.

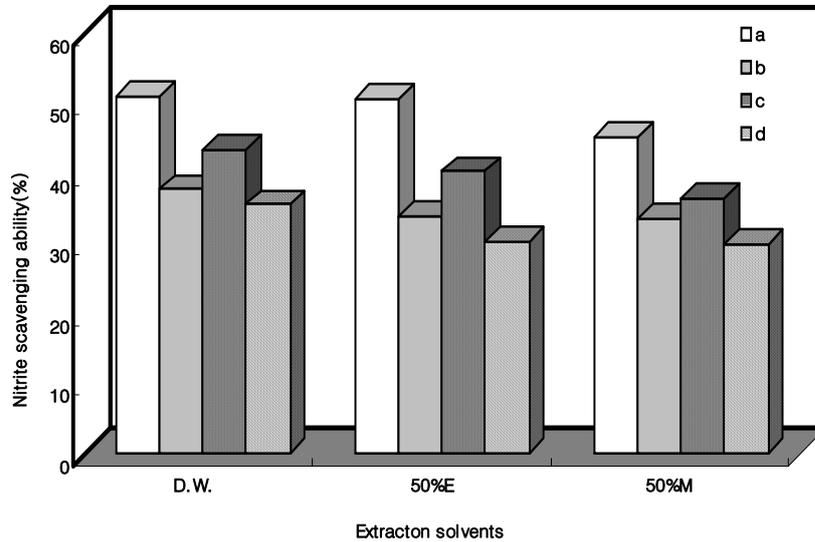


Fig. 12. Nitrite scavenging ability of water and alcohol extracts from *Raphanus sativus* leaves

- a: dried radish leaves(Kwandong), b: pre-treatment and dried radish leaves(Kwandong)  
 c: dried radish leaves(Minonongdanbaek),  
 d: pre-treatment and dried radish leaves(Minongdanbaek)

## 2) 건강식품소재 개발을 위한 방법별 품질 특성 조사

무청 고유의 색소를 유지시키기 위한 건조 조건과 건조에 따른 미량성분의 변화, 무청의 전자공여능, 폴리페놀화합물, 아질산염 소거 작용 등의 생리활성물질 등의 결과를 기초로 무청 소재를 제조하였다. 이때 제조 무청 소재는 원료 무청을 수확하여 Table 20과 같이 대조구를 포함하여 7가지 시료를 각각 100 kg씩 시제품을 제조하여 분석을 하였다.

무청 대조구(control)의 수분함량은 92.24%, 녹즙(A)은 95.74%, 여과한 섬유질(B)은 77.17% 등 시료 간 수분함량에 차이가 있었고, 미량성분인 칼슘과 철분의 함량도 차이가 있었는데, 섬유질(B, D)가 가장 높은 300 mg/100g이상의

칼슘함량과 3.5 mg/100g 이상의 철분함량을 보였다. 이때 녹즙과 섬유질의 수율은 1 kg의 대조구 무청을 사용하였을 때 녹즙 830 g, 섬유질 170 g이었다. 즉 무청 녹즙을 이용할 경우 섬유질에 양질의 성분이 함유되어 있으나, 수율 측면에서 보면 녹즙 83%, 여과된 섬유질 17% 비율로 환산하면 비슷한 양의 성분을 함유하고 있으므로 녹즙, 섬유질을 용도에 따라서 사용할 수 있고, 무청 자체를 활용할 수 있다고 여겨진다. 또 녹즙을 여과한 섬유질을 효소 처리한 시료(D)와 효소처리한 대조구(C)는 식이섬유함량이 처리하지 않은 시료에 비하여 그 함량이 높았고, 불용성 식이섬유뿐만 아니라 수용성 식이섬유 함량도 증가되었다 (Table 21).

Table 20. Effects of pre-treatment in the component composition of radish leaves material.

Sample	Content(%)			Content(mg/100g)	
	Moisture	Ash	Protein	Ca	Fe
Control	92.24±0.41	0.98±0.02	1.64±0.04	158.49±0.04	1.46±0.09
A(juice)	95.74±0.45	0.72±0.01	1.34±0.22	112.95±8.86	1.09±0.13
B(fiber)	77.17±0.23	1.66±0.02	3.61±0.12	340.48±13.19	3.68±0.23
C(enzyme treated control)	89.03±1.81	1.36±0.01	2.28±0.09	229.42±6.51	2.10±0.03
D(enzyme treated fiber)	77.29±0.59	1.69±0.01	3.79±0.24	338.19±12.71	3.63±0.29
E(Ethanol extract)	98.49±0.23	-	-	71.86±5.95	2.51±0.06
F(Water extract)	97.57±0.25	-	-	157.43±0.88	2.18±0.10

Table 21. Effects of pre-treatment in the dietary fiber and color value of radish leaves material.

Sample	Dietary fiber(%)		
	IDF	SDF	TDF
Control	36.75±0.88 (2.85±0.07)	0.01±0.37 (0.00±0.03)	36.75±0.51 (2.85±0.04)
A(juice)	6.63±1.46 (0.28±0.06)	2.52±0.66 (0.11±0.03)	9.16±2.12 (0.39±0.09)
B(fiber)	47.35±0.92 (10.77±0.81)	0.01±0.10 (0.00±0.02)	47.36±1.02 (10.77±0.83)
C(enzyme treated control)	37.97±6.12 (4.17±0.67)	0.39±0.15 (0.04±0.02)	38.36±6.26 (4.21±0.69)
D(enzyme treated fiber)	49.58±0.02 (11.26±0.01)	0.27±0.12 (0.06±0.03)	49.86±0.10 (11.32±0.02)
E(Ethanol extract)	2.32±0.81 (0.04±0.01)	0.01±0.14 (0.00±0.00)	2.33±0.67 (0.04±0.01)
F(Water extract)	3.38±1.64 (0.08±0.04)	0.18±0.23 (0.00±0.01)	3.56±1.87 (0.09±0.05)

Sample	Color value		
	L	a	b
Control	54.00±1.20	-7.11±0.37	18.99±1.47
A(juice)	41.37±0.22	-5.08±0.14	9.62±0.32
B(fiber)	63.85±1.18	-6.31±0.25	18.75±0.62
C(enzyme treated control)	50.29±1.53	-5.69±0.12	17.53±0.62
D(enzyme treated fiber)	56.00±0.72	-3.01±0.14	16.23±0.04
E(Ethanol extract)	41.41±0.59	6.79±0.02	11.65±0.37
F(Water extract)	46.72±0.35	6.01±0.04	15.07±0.04

Fig. 13은 무청 식품 소재를 제조하기 위한 여러 가지 방법에 따른 무청 고유의 색 변화를 사진으로 현상한 결과이다. Fig. 13는 원료 무청을 녹즙(A), 섬유질(B), 각 효소 처리한 시료(C, D)의 색을 사진으로 현상한 결과로 시료에 따라 약간 차이가 있었다. Fig. 14는 가열 처리에 따른 무청의 색도 변화를 본 것 10분 이상의 가열처리를 하면 무청의 고유 녹색이 갈변하는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 14는 기존 무청 건조방법과 무청의 고유 색도 변화를 최소화시킨 공정으로 건조시킨 무청을 온도별 복원시킨 무청의 색도를 사진으로 현상한 결과이다. 기존 방법에 의한 건조 무청보다 개선된 제조 방법으로 건조한 무청이 원료 고유의 색을 유지하는 것을 확인하였고, 복원률(Fig. 15)의 경우도 개선된 제조 방법으로 건조시킨 무청의 복원률이 높았다. Fig. 14-D는 무청 처리과정 중 pH에 따른 색도 변화를 현상한 결과로 대조구와 비교하여 pH 6이하인 경우 색변화가 있었으나 pH 7-pH 8을 유지시키면 무청의 고유 색도를 유지하였다. Table 22은 북중국무 품종인 관동무(A)와 남중국무 품종인 미농단백 무청(B)의 대조구와 효소 처리한 무청 소재의 미네랄 성분을 ICP로 분석한 결과이다. 효소처리한 미농단백무 무청이 칼슘과 칼륨 성분이 다른 시료에 비하여 약간 높게 나타났다.



Fig. 13. Effects of various treatment condition on the color changes of radish leaves.

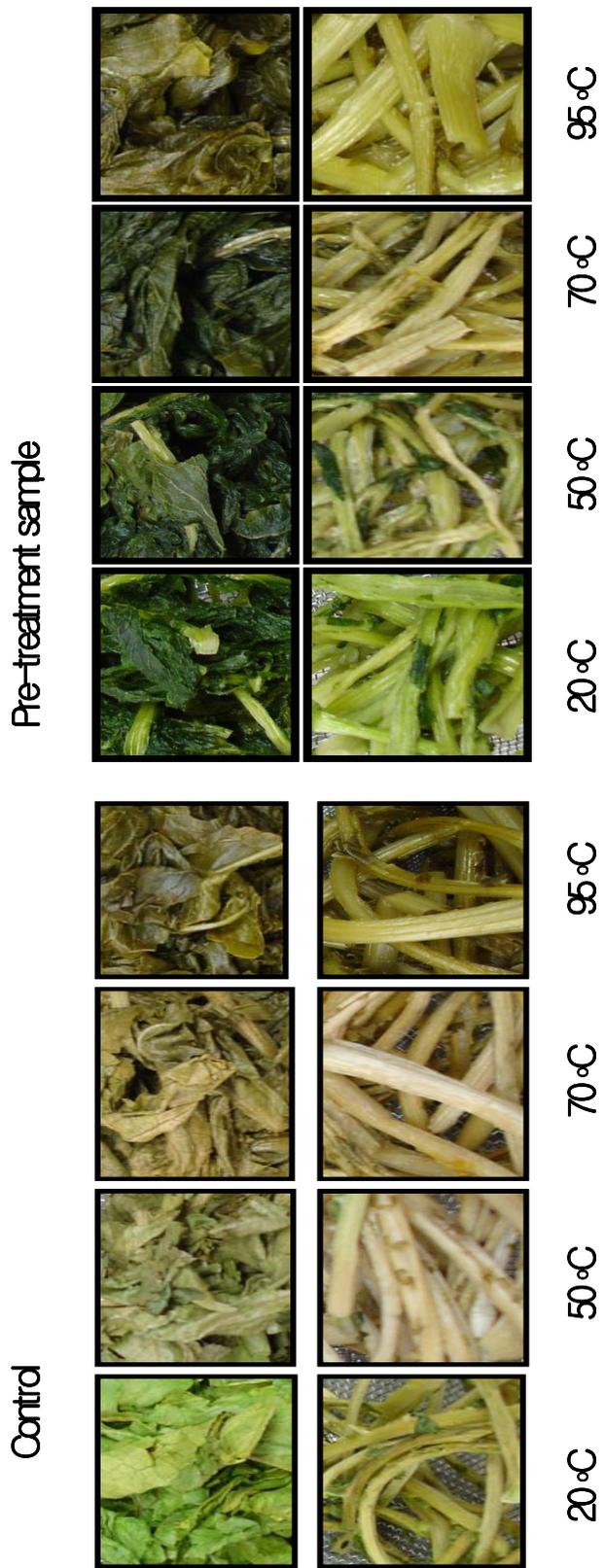


Fig. 14 Effects of various treatment condition on the color changes of radish leaves.

Table 22. Effects of pre-treatment on the mineral contents of radish leaves material.

Sample	Mineral content(mg/100g)				
	Ca	P	Fe	Na	K
Control(A)	133.9	37.8	3.0	28.7	244.9
Enzyme treated -A	133.2	38.5	2.7	35.2	264.6
Control(B)	197.1	34.5	1.6	24.2	246.3
Enzyme treated-B	225.5	39.2	2.7	35.0	306.4

A: 관동무청, B:미농단백무청

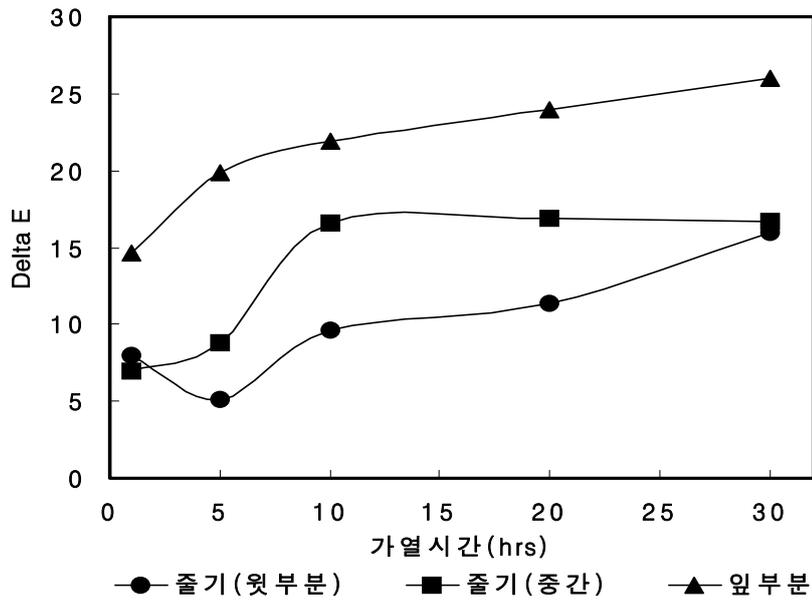


Fig. 15. Effects of heating time on the delta E of dried radish leaves

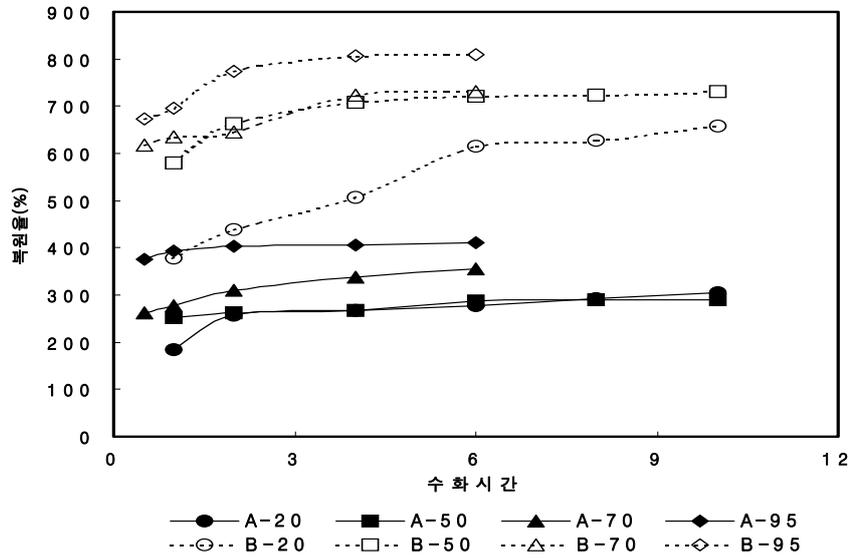


Fig. 16. Effects of temperature and soaking time on restoration rate of dried radish materials(A: control, B: pre-treatment sample)

### 3) 최적 제조 공정 설정 및 시제품 생산

이상의 1)과 2) 과정을 통해서 무청 고유의 초록색을 유지하면서도, 수용성 식이섬유함량이 높고, 경제성, 현장에서 쉽게 제조할 수 있도록 식품 소재 공정 2가지를 설정한 후 시제품을 생산하였다. Fig. 17, 18은 무청식품 소재를 제조 공정도이며 Fig 19는 무청 처리 과정과 공정 과정의 일부를 사진으로 현상한 것이다.

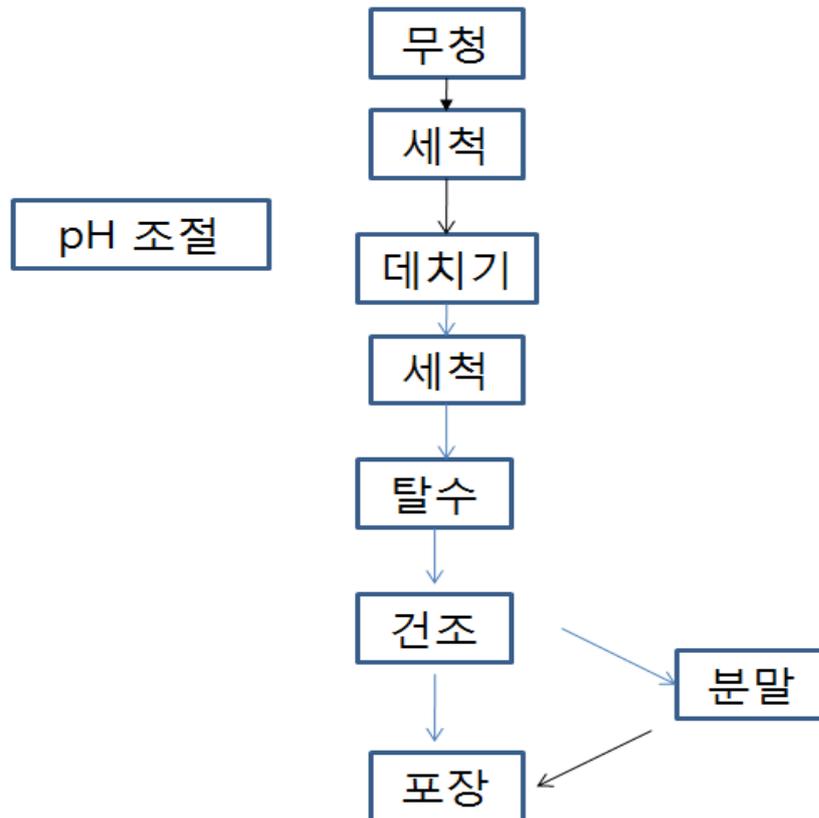


Fig. 17. Preparation flowchart of radish leaves materials I(식품소재I)

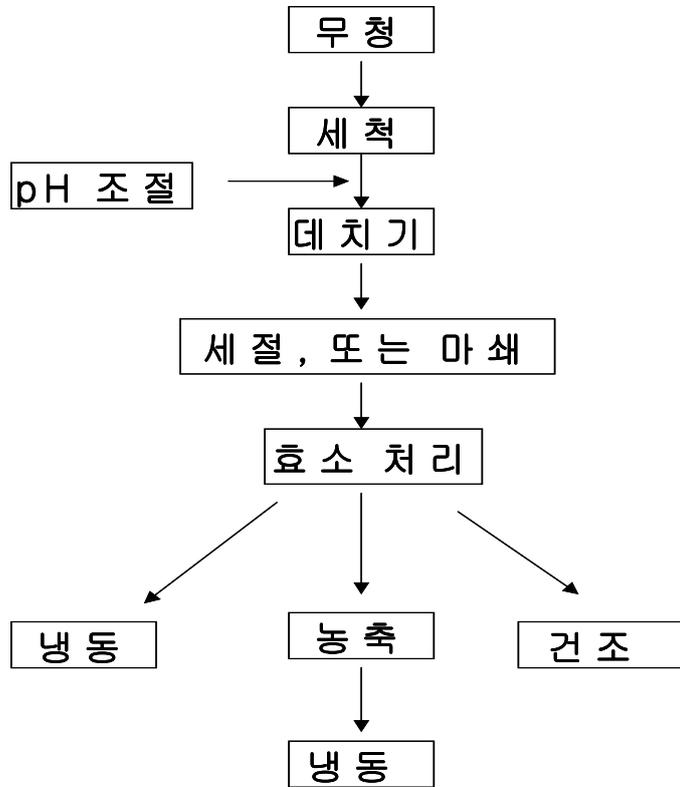


Fig. 18. Preparation flowchart of radish leaves materials II(식품소재II)

Fig. 19은 관동무와 단무지 무 품종인 무청 소재의 냄새 성분을 GC/MSD로 분석한 결과로 무청 품종에 따라 냄새 성분이 다른 것을 알 수 있다. 또 높은 함량을 나타내는 성분은 황화합물인 disulfide, trisulfide류였다.

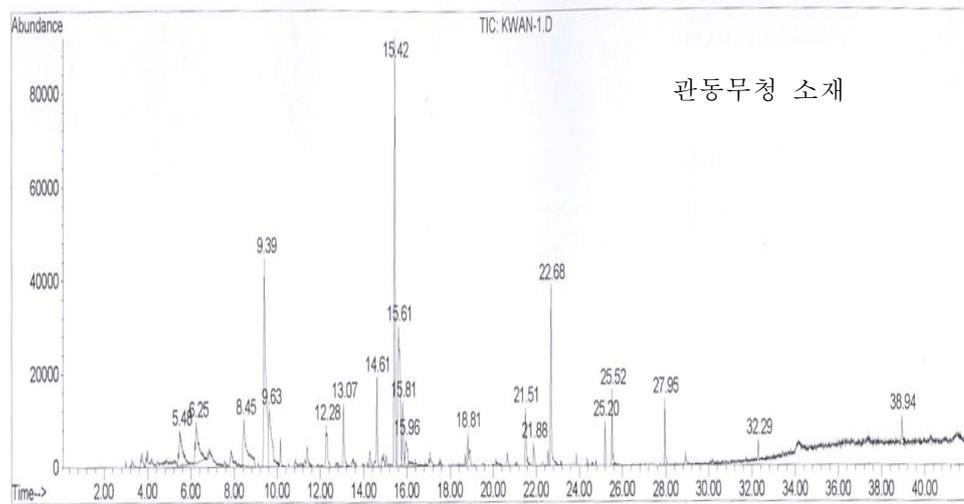
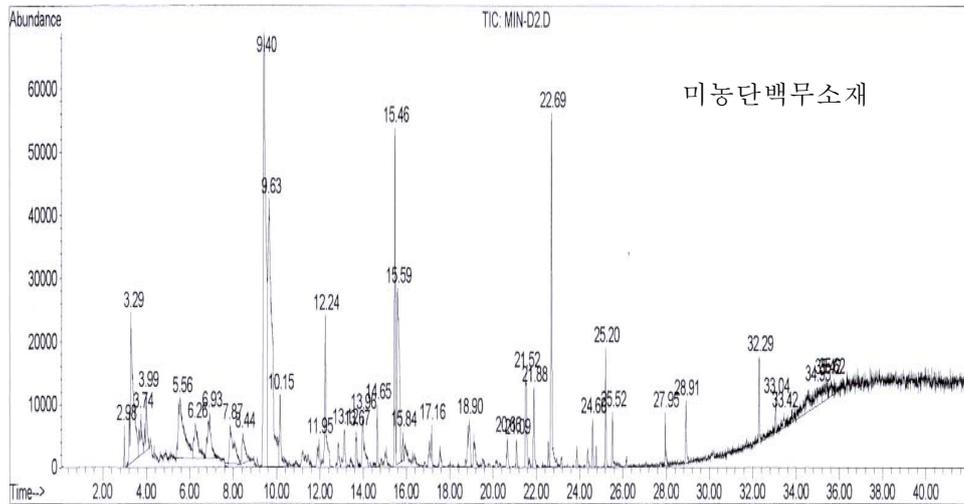


Fig. 19. Preparation flowchart of radish leaves materials

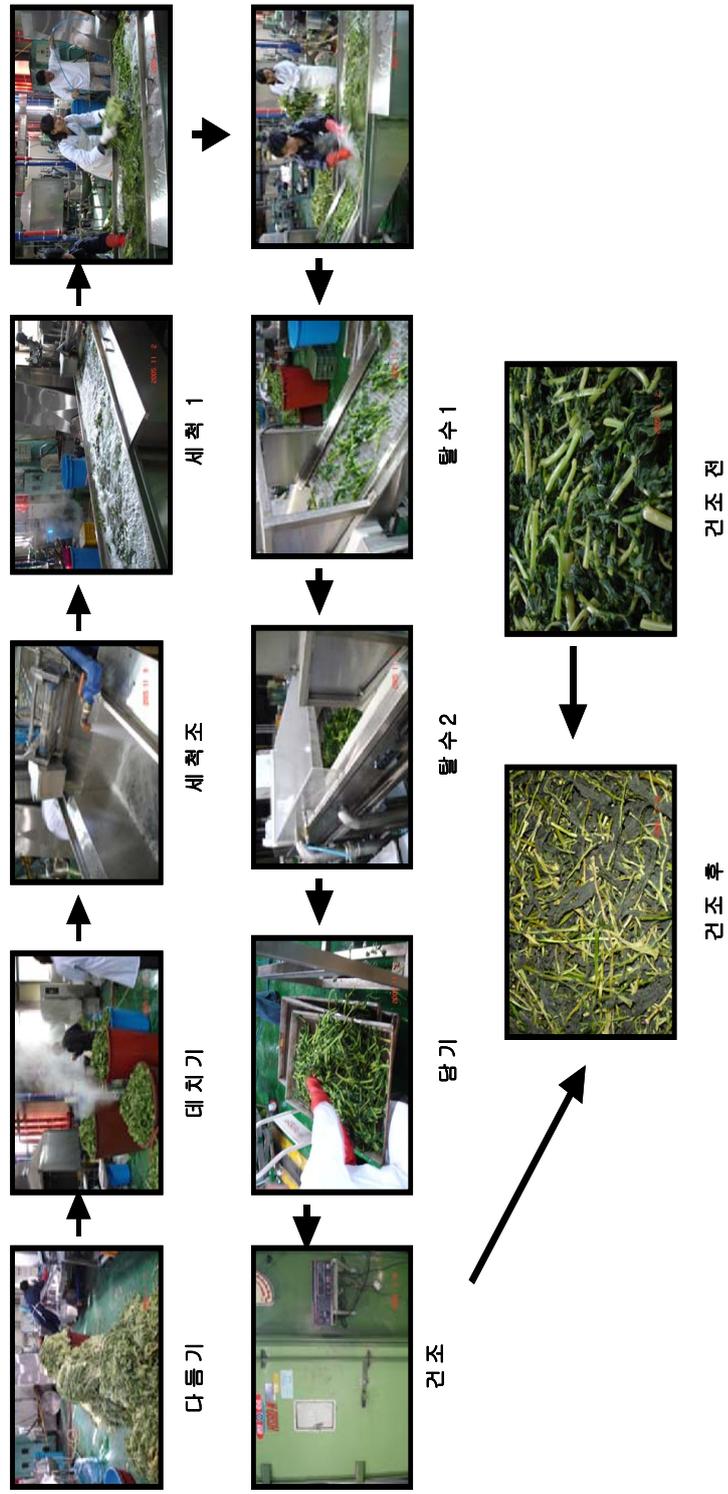


Fig. 20. Preparation flowchart of radish leaves materials

#### 4) 최적 포장 및 유통 조건 설정

무청을 원료로 제조된 식품 소재 I과 II를, PE 포장 및 알루미늄이 증착된 포장재로 포장한 후 상온에서 저장하면서 총균수와 색도를 측정하였다. 그 결과, 식품소재 종류와 포장에 관계없이 제조 직후의  $10^4$ 을 6개월 상온 저장 후에도 큰 변화가 없었으며, 색 변화의 경우도 큰 차이가 없었다(Table 23, Table 24).

Table 23. Total cell counts of radish leaves materials(I,II) prepared according to storage periods at room temperature.

Sample	The number of cell(CFU/mL)					
	제조 직후	6개월 경과(PE)	6개월 경과(PE)	6개월 경과(AI)	6개월 경과(AI)	
Control	식품소재 I	$2.1 \times 10^4$	$4.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^4$	$2.4 \times 10^4$	$3.0 \times 10^4$
	식품소재 II	$1.5 \times 10^4$	$2.1 \times 10^3$	$4.8 \times 10^4$	$4.8 \times 10^4$	$4.8 \times 10^4$

Table 24. Color value of radish leaves materials(I,II) prepared according to storage periods at room temperature.

Sample	Color value			
	L	a	b	
제조 직후	식품소재 I	$50.29 \pm 1.53$	$-5.69 \pm 0.12$	$17.53 \pm 0.62$
	식품소재 II	$56.00 \pm 0.72$	$-3.01 \pm 0.14$	$16.23 \pm 0.04$
6개월 경과 (PE)	식품소재 I	$51.00 \pm 1.20$	$-6.11 \pm 0.37$	$17.99 \pm 1.47$
	식품소재 II	$57.00 \pm 1.30$	$-4.09 \pm 0.54$	$16.25 \pm 0.30$
6개월 경과 (AI)	식품소재 I	$51.00 \pm 1.20$	$-6.11 \pm 0.37$	$17.99 \pm 1.47$
	식품소재 II	$57.00 \pm 1.30$	$-4.09 \pm 0.54$	$16.25 \pm 0.30$

### 3. 무청을 이용한 가공 제품 개발

#### 1) 무청을 이용한 가공 제품 선발

무청 및 무청 소재 특성인 고유의 향미와 색을 나타낼 수 있는 가공 식품으로 국수, 양갱, 시래기, 후리가개를 선발하였다.

#### 2) 선발된 무청 가공 식품의 물리화학적 및 관능적 특성 조사

##### (1) 국수(건면)

제조된 무청 식품소재를 이용하여 Table 25와 같이 무청 식품 소재 및 배합비를 조절하여 건면을 제조한 후 focus group에 의해 색도, 건조 전 후의 면발의 특성 등을 조사하였다.

Table 25. Various recipe of noodle added radish material.

Sample	배합비(%)					
	중력분	감자전분	물	무청소재	소금	합계
Control	63.38	7.04	28.17	-	1.41	100.0
식품소재 I-1	59.94	6.99	28.67	3.0	1.40	100.0
식품소재 I-2	57.94	6.99	28.67	5.0	1.40	100.0
식품소재 I-3	55.44	6.99	28.67	7.5	1.40	100.0
식품소재 I-4	52.94	6.99	28.67	10.0	1.40	100.0
식품소재 II-1	63.38	6.99	28.67	3.0	1.40	100.0
식품소재 II-2	59.94	6.98	28.67	5.0	1.40	100.0
식품소재 II-3	57.94	6.99	28.67	7.5	1.40	100.0
식품소재 II-4	55.44	6.98	28.67	10.0	1.40	100.0

무청 소재를 첨가하여 국수를 제조한 직후와 24시간 건조한 후의 외관의 경우 무청을 첨가하지 않은 대조구와 비교하여 10% 첨가구를 제외하고 대조구의 외관 특성과 큰 차이가 없었으나, 10%첨가구는 외관이 매끄러운 정도가 대조구 보다 낮게 평가하였고, 건조 후에도 10% 무청 소재 첨가구의 외관을 낮은 점수로 평가하였다(Table 26). 국수 색도의 경우 3% 첨가구는 대조구 보다 더 낮은 점수로 평가하였고, 5% 이상 첨가구는 무청 소재 고유 색의 특성을 그대로 반영하였다. Focus group에 의한 건국수의 선호도는 전체 국수 배합비에 대하여 무청 소재 5~7.5% 첨가시 가장 높은 점수로 평가하였다.

Table 26. Sensory evaluation of noodle added radish material.

Sample	관능검사				
	외관 (제조 직후)	외관 (건조후)	색도	향미	전체적인 선호도
Control	++++	++++	+++	+++	+++
식품소재 I-1	++++	++++	+	+++	++
식품소재 I-2	+++++	+++++	+++++	+++	+++++
식품소재 I-3	+++++	++++	+++++	+++	+++++
식품소재 I-4	++	++	+	+++	+
식품소재 II-1	++	++	+	+++	+
식품소재 II-2	+++++	+++++	+++++	++++	+++++
식품소재 II-3	+++++	+++++	+++++	++++	+++++
식품소재 II-4	++++	++	+	++++	+



(2) 양갱

무청 식품소재를 이용하여 Table 27와 같이 양갱을 제조한 후 관능검사를 실시한 결과(Table 28) 무청의 독특한 냄새로 향미, 전체적인 선호도 등에 낮은 점수로 평가하였다.

Table 27. Various recipe of sweet bean paste

Sample	배합비					합계
	한천	물	설탕	무청소재	팥앙금	
Control	0.46	46.30	11.57	-	41.67	100
식품소재 I-1	0.46	46.25	11.56	0.10	41.62	100
식품소재 I-2	0.46	46.20	11.55	0.20	41.58	100
식품소재 I-3	0.46	46.16	11.54	0.30	41.58	100
식품소재 II-1	0.46	46.25	11.56	0.10	41.62	100
식품소재 II-2	0.46	46.20	11.55	0.20	41.58	100
식품소재 II-3	0.46	46.16	11.54	0.30	41.54	100

Table 28. Sensory evaluation of sweet bean paste by focus group

Sample	관능검사			
	외관	색도	향미	전체적인 선호도
Control	+++	+++	+++	+++
식품소재 I-1	++	++	++	++
식품소재 I-2	++	++	++	++
식품소재 I-3	+	+	+	+
식품소재 II-1	++	++	++	++
식품소재 II-2	+	+	+	+
식품소재 II-3	+	+	+	+



(3) 후리가께

무청식품 소재 I을 이용하여 후리가께를 제조하기 위하여 무청 식품소재 외에 원료가 되는 재료를 수집하여 베이스를 제조한 후 무청 소재를 첨가하면서 밥에다 직접 뿌려 섭취하는 후리가께를 배합비를 달리하면서 제조한 후 (Table 29) focus group에 의해 냄새, 향미와 전체적인 선호도를 조사한 다음 직접 밥을 제조하여 선발된 무청 후리가께와 어울림 정도를 조사하였다(Table 30).

Table 29. Various recipe of seasoning(후리가게).

Sample	배합비
1	버섯 22.0%, 시금치 22%, 당근 22%, 소금 22%, 깨 12%
2	콩가루 29%, 옥수수 30%, 김 14.6%, 깨 9.3%, 소금 17.5%
3	버섯 33.0%, 시금치 33.0%, 당근 34.0%
4	복어 33.0%, 새우 33.0%, 미역 34%
5	멸치 35.5%, 다시마 35.5%, 파래김 17.7%, 깨 13%
6	복어 26.3%, 새우 26.3%, 무청 26.5%, 소금 20%
7	콩가루 30%, 옥수수 30%, 김 3.0%, 무청소재 12%, 깨 10%, 소금 15%
8	콩가루 37.5%, 호박 25.0%, 무청 소재 25%, 깨 12.5%
9	멸치 35.5%, 다시마 35.5%, 무청 소재 17.7%, 깨 11.3%

Sample	배합비
1	소금 15%, 콩 30%, 옥수수 30%, 무청소재 12%, 김 3%, 깨 10%
2	소금 14%, 콩 28%, 옥수수 28%, 무청소재 11%, 김 3%, 깨 9%, 카레 11%
3	소금 24%, 무청소재 16%, 호박 8.0%, 시금치 8.0%, 당근 24%, 김 8.0%, 통깨 8.0%, 미역 8.0%
4	소금 11%, 무청소재 11%, 김 6.05, 통깨 6%, 미역 6.0%, 다시마 6.0%, 복어 6.0%, 새우 22.0%, 멸치 33.0%

후리가게 중 4종류를 선발하여 밥과 함께 어울림 정도를 선발한 결과 무청 소재가 12%가 함유되고 단백한 맛과 향을 가지는 1을 가장 좋게 평가하였다 .

Table 30. Sensory evaluation of seasoning(후리가게) and pictures

Sample	관능검사			
	외관	색도	향미	전체적인 선호도
1	+++	+++	+++	+++
2	++	++	++	++
3	++	++	++	++
4	+	+	+	+



#### (4) 무청 건조 시래기

무청을 세척, 100℃에서 데치기를 한 후 50℃에서 5~6시간 건조한 무청을 조리할 하기 전 물에 4시간 불린 후의 색도를 조사한 결과 품종 간 차이는 있었으나 무청을 데치지 않고 건조한 무청의 경우 무청 고유의 색인 초록색이 많이 감소되었으나(B) 데치기 공정을 한 후의 건조 무청(A, C)은 물로 복원을 했을 때 무청 고유의 초록색을 그대로 유지하였다.



복원 후 무청의 형태

건조 무청의 품질 특성을 조사하기 위하여 최소량의 양념 배합비로 무청 시래기찌개를 제조한 후 관능검사를 실시하였다. 이때 건조 무청 100 g당 된장 43.2 g, 고춧가루 0.71 g, 멸치가루 0.7 g, 마늘 8.36 g을 첨가하여 준비한 1,000 mL를 첨가한 후 시간 간격을 두어 20, 25분, 30분을 끓여 제조를 하였다.

그 결과, 전반적인 구수한 냄새, 쓴맛, 구수한 맛은 보통의 점수를 나타내는 5.0 내외의 점수로 평가하였고, 전반적인 기호도의 경우 5.0 내외의 점수로 무청 고유의 색인 초록색을 그대로 유지하게 제조된 건조 무청의 경우 시래기 국으로 조리하여도 전통적인 방법에 의해 제조된 갈변된 무청의 차이가 거의 없었다.

Table 31. Sensory evaluation of noodles added radish leaves material.

Sample	외관	냄새		맛		조직감	전반적인 기호도
		꽃내	구수한내	쓴맛	구수한맛		
Control	4.71±1.60	5.57±2.50	4.57±1.81	3.85±1.95	5.57±2.22	4.42±2.07	5.00±1.15
1	4.85±1.34	5.57±2.50	4.71±2.28	4.28±1.60	4.42±2.22	3.71±2.36	4.85±1.57
2	4.57±1.13	4.71±2.05	5.00±1.15	4.00±2.00	4.71±2.36	5.42±1.71	4.85±1.57
3	3.85±1.21	3.85±1.77	4.71±1.79	4.00±1.15	5.14±2.11	3.00±1.52	5.85±1.46

### 3) 최적 제조 공정 설정 및 시제품 생산

#### (1) 건면

건면 제조는 생면 배합비를 조절하여 시제품을 국수 제조업체에 의뢰하여 제조하였다. 이때 사용한 배합비는 중력분 65%, 무청 식품 소재 6.5%, 물 27.0%, 소금 1.5%로 하였다. 제조된 건면은 색도, 조직감 측정 및 관능검사를 실시한 결과 시제품을 5분 이상 조리하면 관능적으로 시판되고 있는 조직감과 향미 등에 유사한 점수로 평가하였다.

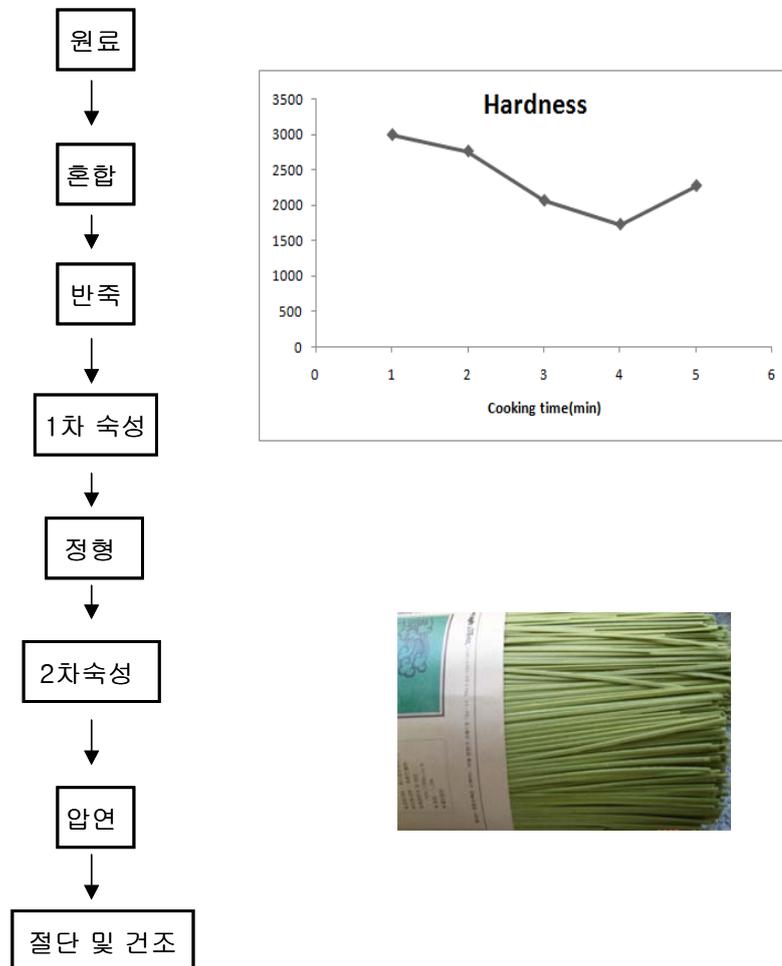


Fig. 21. Flow chart of noodles added radish leaves material.

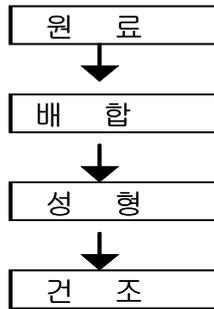
Table 32. Sensory evaluation of noodles added radish leaves material.

Sample (cooking time)	외관					냄새					맛					조식감	색깔	전반적 기호도
	매끄러움	투명함	구수한내	이취	구수한맛	이취	구수한맛	이미	강도	탄력성	촉촉함	색깔	전반적 기호도					
Control	4.22±2.1a	2.66±1.5c	4.33±1.8a	3.88±2.0a	3.22±1.1a	5.00±2.3a	6.88±2.0a	5.00±2.7a	3.33±1.41c	4.00±1.41a	3.44±1.1b							
1	5.11±1.7a	4.44±1.9b	4.44±1.7a	4.55±1.5a	4.88±1.1a	3.55±1.7ab	5.44±1.4ab	4.88±1.8a	4.22±1.92c	5.66±1.11a	5.33±1.5a							
3	6.33±1.1a	5.44±1.9ab	4.44±2.4	3.33±1.1a	5.11±2.1a	4.11±2.1ab	4.66±2.0b	5.11±1.7a	5.88±1.9b	5.88±1.8a	5.44±1.8a							
5	6.44±2.4a	6.66±1.7a	3.88±1.7a	3.44±0.9a	4.11±2.0a	2.55±0.9b	4.00±1.2b	5.22±1.6a	7.55±1.1a	5.66±1.8a	5.77±1.9a							
p-value	0.05	0.0003	0.91	0.286	0.08	0.061	0.007	0.987	0.0001	0.0554	0.0211							

Sample (cooking time)	외관					냄새					맛					조식감	색깔	전반적 기호도
	매끄러움	투명함	구수한내	이취	구수한맛	이취	구수한맛	이미	강도	탄력성	촉촉함	색깔	전반적 기호도					
Control	5.00±1.7a	5.70±1.2a	4.70±1.7a	3.90±1.4a	5.00±1.6a	3.50±1.6a	4.80±1.1a	5.00±1.4a	5.40±1.1a	5.40±1.7a	5.30±1.4a							
5	5.10±2.1a	4.70±1.5a	3.00±1.2a	5.80±2.0a	3.70±2.0a	3.80±1.8a	5.20±2.0a	4.50±1.8a	4.20±1.9a	5.40±1.3a	4.80±1.5a							
10	6.30±1.63a	4.80±1.8a	4.00±1.8a	5.30±1.6a	4.10±1.7a	4.60±1.7a	5.30±0.7a	5.50±1.1a	5.70±0.9a	5.80±1.4a	4.90±1.2a							
15	6.50±1.8a	4.60±1.9a	3.80±1.8a	5.40±2.2a	3.90±1.9a	4.20±1.8b	4.20±1.8a	4.90±1.9a	6.00±1.9a	4.90±1.4a	4.70±1.6a							
p-value	0.16	0.40	0.16	0.12	0.39	0.53	0.36	0.57	0.06	0.59	0.79							

(2) 후리가케 및 조미료

Fig. 22는 무청 소재로 제조한 후리가케 및 조미료의 공정도와 제품을 사진으로 현상한 것이다.



Sample	배합비
후리가케 I(보통맛)	소금 13.51%, 콩 27.03%, 옥수수 27.03%, 무청 10.81%, 김 2.70%, 깨 8.11%, 카레 10.81%
후리가케 II(해물맛)	소금 11.11%, 콩 22.22%, 옥수수 22.22%, 무청 8.89%, 김 2.22%, 깨 6.67%, 카레 8.895, 북어 2.22%, 새우 11.11%, 멸치 4.44%
무청 조미료	무청 소재 26.47%, 청국장 26.47%, 소금 8.82%, 버섯 8.825, 멸치 8.82%, 새우 8.82%, 마늘 11.76%

Fig. 22. Flow chart of seasoning(Hurigake) added radish leaves material.

(3) 무청 시래기

무청 시래기의 시제품 제조는 Fig. 17의 공정 과정을 거쳐서 제조를 한 후 포장 200 g 단위로 하였다(Fig. 23).



Fig. 23. Flow chart of dried radish leaves(Siraegi)

#### 4) 포장 및 유통조건에 의한 변화 조사, 포장, 유통 조건 설정

시제품으로 제조된 국수, 후리가게 및 시래기를 각각 PE film과 알루미늄이 증착된 film에 일정량씩 포장하여 상온, 냉장 저장하면서 미생물 균수 검사를 실시한 결과 무청 고유의 색인 녹색을 유지하기 위해 빛을 차단시킨 포장재를 사용하였을 때 상온에서 1년 정도의 유통이 가능하였다

#### 5) 최종 제품의 단가 조사 및 경제성 분석

본 과제에서 시제품으로 생산한 식품 소재 및 가공 제품의 경우 제조공정을 근거로 제조 추정하였고, 참여업체가 보유하고 있는 기계 및 설비, 인력을 이용하는 것을 토대로 제품의 단가 및 경제성을 분석하였다.

재료비에 있어서 원료가 되는 무청은 계절별, 품종별 그 가격이 차이가 있으나 단무지 무청인 미농단백무의 가격을 기준으로 하여 식품 소재값을 환산하였다. 본 결과는 무청을 10톤 처리하여 소재를 만들 경우를 기준으로 한국식품연구원의 경제 분석팀이 개발한 프로그램을 이용하여 분석하였다. 무청 식품소재 1kg당 최종 가격이 약 3,000원으로 환산되었으나, 원료 가격보다는 제조경비 등에 의한 가격 상승이므로 보유하고 있는 설비와 인력을 이용하면 무청 자체의 원가는 kg 당 10원 미만이므로 원료 단가는 충분히 조절할 수 있다.

Table 33. Economical analysis of radish leaves material

	항목	총원가
직접재료비	무청	5,000,000
	효소	500,000
	계	5,500,000
간접재료비	속포장(film)	2,500,000
	레이블	500,000
	포장 상자	3,000,000
	계	6,000,000
노무비	공장장	31,070,838
	사무직	15,534,971
	기술직	23,302,905
	계	69,908,714
제조 경비	복리후생비	9,679,688
	전력비	8,846,009
	수도광열비	3,885,015
	세금과공과	2,871,533
	지급임차료	7,854,487
	보험료	1,126,245
	수선비	5,996,436
	외주가공비	6,165,350
	운반하역보관	12,499,614
	연구개발비	563,123
	기타경비	30,235,553
	계	89,723,034
일반관리비	임금, 급여, 상여 제수당	35,850,622
	퇴직금	2,987,253
	복리후생비	1,613,273
	수도광열비	647,637
	세금과공과	1,376,228
	지급임차료	2,914,365
	감가상각비	4,289,853
	접대비 및 기밀비	701,606
	광고선전비	13,114,641
	경상연구개발비	179,924
	보험료	1,019,567
	운반, 보관, 하역비	4,911,244
	대손상각	107,939
	기타	22,073,614
	계	91,787,771
이윤(제조원가, 일반관리비 10%)	1,470,741,768	
세전출고가	1,733,661,286	
부가가치세(세전출고가의 10%)	173,886,129	
세후출고가	1,907,027,415	

Table 34. Unit cost of radish leaves material by economical analysis

항목		총원가 (원/kg)	총원가 (건물량 100g)
직접재료비	무청	6.43	0.77
	효소	0.64	0.08
	계	7.07	0.85
간접재료비	속포장(film)	3.22	0.39
	레이블	0.64	0.08
	포장 상자	3.86	0.46
	계	7.72	0.93
노무비	공장장	39.96	4.80
	사무직	19.98	2.40
	기술직	29.97	3.60
	계	89.92	10.79
제조 경비	복리후생비	12.45	1.49
	전력비	11.38	1.37
	수도광열비	5.00	0.60
	세금과공과	3.69	0.44
	지급입차료	10.10	1.21
	보험료	1.45	0.17
	수선비	7.71	0.93
	외주가공비	7.93	0.95
	운반하역보관	16.08	1.93
	연구개발비	0.72	0.09
	기타경비	38.89	4.67
계	115.40	13.85	
일반관리비	임금, 급여, 상여 제수당	46.11	5.53
	퇴직금	3.84	0.46
	복리후생비	2.07	0.25
	수도광열비	0.83	0.10
	세금과공과	1.77	0.21
	지급입차료	3.75	0.45
	감가상각비	5.52	0.66
	접대비 및 기밀비	0.90	0.11
	광고선전비	16.87	2.02
	경상연구개발비	0.23	0.03
	보험료	1.31	0.16
	운반, 보관, 하역비	6.32	0.76
	대손상각	0.14	0.02
	기타	28.39	3.41
	계	118.06	14.17
이윤(제조원가, 일반관리비 10%)		1,891	227
세전출고가		2,229	267
부가가치세(세전출고가의 10%)		222	26
세후출고가		2,452	294

## 2. 무청의 미생물학적 안전범위 예측과 품질 기준 설정

### 1) 무청의 미생물학적 안전 범위 예측과 품질 기준 설정

#### (1) 무청의 오염 가능한 유해 미생물 선발 및 균주 확보

수집된 무청의 오염 가능한 위해 미생물 가능성을 조사하기 위하여 식중독 균, 효모, 대장균, 총균수 등을 조사한 결과, 수집된 무청에서 위해 미생물인 *Salmonella*, *Campylobacter*, *Vibrio*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*는 전혀 검출되지 않았고, 젖산균, 효모와 대장균은 검출이 되어, 무청의 오염 가능한 위해 미생물로 대장균을 선발하여 이를 이용하여 다음 단계의 실험을 진행하였다(Table 35).

Table 35. Survey of hazardous microbes on the radish leaves by seasonal and varieties.

	관동무 I	영동무	청일풍	탐스러운무	미농단백무	관동무II
<i>Salmonella</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Campylobacter</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Vibrio</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Shigella</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Staphylococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Enterococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Pediococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total viable cell	$1.56 \times 10^6$	$1.20 \times 10^7$	$5.15 \times 10^6$	$7.65 \times 10^6$	$3.9 \times 10^5$	$1.31 \times 10^6$
Lactic acid bacteria	$4.70 \times 10^3$	$3.35 \times 10^3$	-	$2.05 \times 10^7$	$1.3 \times 10^2$	-
<i>E. Coli</i>	$5.95 \times 10^4$	$1.75 \times 10^4$	$2.00 \times 10^5$	$1.77 \times 10^4$	$7.50 \times 10^4$	$1.11 \times 10^2$
Yeast and mold	$5.15 \times 10^4$	$6.40 \times 10^4$	$5.20 \times 10^4$	$3.55 \times 10^6$	$3.3 \times 10^4$	$2.40 \times 10^3$

(2) 중심합성계획(Central composite design)에 의한 무청 환경 모델시스템 설계  
 무청을 이용한 식품 소재 및 가공 식품 개발을 위하여 수집된 무청은 전처리가 반드시 필요한데, 그중 산지 또는 가공 공정 모델시스템 설계 전에 여름무와 가을무 품종인 관동무의 무청을 대상으로 저장 조건, 시래기 제조 공정을 기본으로 하여 세척, 열처리 등 원료 무청의 전처리 과정에 의한 오염 미생물의 사멸 정도를 조사하였다.

Table 36. Effects of various pre-treatment on the microbes of radish leaves

Sample	The number of cell(CFU/ml)			
	Total viable cell	Lactic acid bacteria	E.coli	Yeast and mold
Control	$1.61 \times 10^7$	$7.90 \times 10^3$	$3.20 \times 10^3$	$1.05 \times 10^5$
Water	1회	$4.30 \times 10^5$	$1.0 \times 10^2$	N.D.
	2회	$6.50 \times 10^4$	$6.0 \times 10$	N.D.
	3회	$2.80 \times 10^3$	N.D.	N.D.
세척제	1회	$2.70 \times 10^5$	$1.30 \times 10^2$	N.D.
	2회	$9.50 \times 10^3$	$5.0 \times 10$	N.D.
	3회	$6.80 \times 10^3$	N.D.	N.D.
Microwave	1min	$1.65 \times 10^4$	$3.0 \times 10$	N.D.
	2min	$1.00 \times 10^4$	N.D.	N.D.
	3min	$5.70 \times 10^3$	N.D.	N.D.
Steam	1min	$7.90 \times 10^3$	N.D.	N.D.
	2min	$7.20 \times 10^2$	N.D.	N.D.
	3min	$3.50 \times 10^2$	N.D.	N.D.

총균수의 경우 세척횟수가 증가 할수록 세척방법에 큰 차이가 없이 균수가 감소하였다. 즉 원료 무청의 총균수  $1.61 \times 10^7$ 에서 물세척의 경우 1회 세척은  $4.30 \times 10^5$ , 2회 세척  $6.50 \times 10^4$ , 3회 세척은  $2.80 \times 10^3$ 으로 감소되었고, 세척제의

경우도 물 세척과 유사하였으며, microwave와 steam 처리에 의해서도 균수가 감소되었다. 또 젓산균과 효모와 곰팡이의 경우 물 세척과 세척제 처리로는 3회 처리 후에도 균이 존재하였으나, 열처리의 2분 이상에서는 완전 사멸되었다. 특히 전처리 방법에 따라 감균 효과가 가장 큰 방법은 열처리 방법인 microwave와 steam처리로 나타났다(Table 36).

한편 여러 가지 세척 전처리 후의 미생물 사멸 정도를 조사한 후 일반적으로 식품 제조 공장이나 산지의 무청 저장 온도 및 전처리 과정인 세척횟수의 모델 시스템을 설계한 후 미생물 사멸정도를 조사한 결과는 Table 37과 같았다. 세척하지 않은 생 무청시료의 경우 총균수가  $7.00 \times 10^6$ 에서 세척횟수와 상온 저장시 색이 변색되고 품질이 저하되어 식용불가능 할 경우까지 조사하였을 때 총균수와 효모 및 곰팡이가 검출되어 미생물 오염시 세척 이외의 전처리가 필요함을 알 수 있었다.

Table 37. Effects of storage temperature and washing times with tap-water on the number of microbes in the radish leaf.

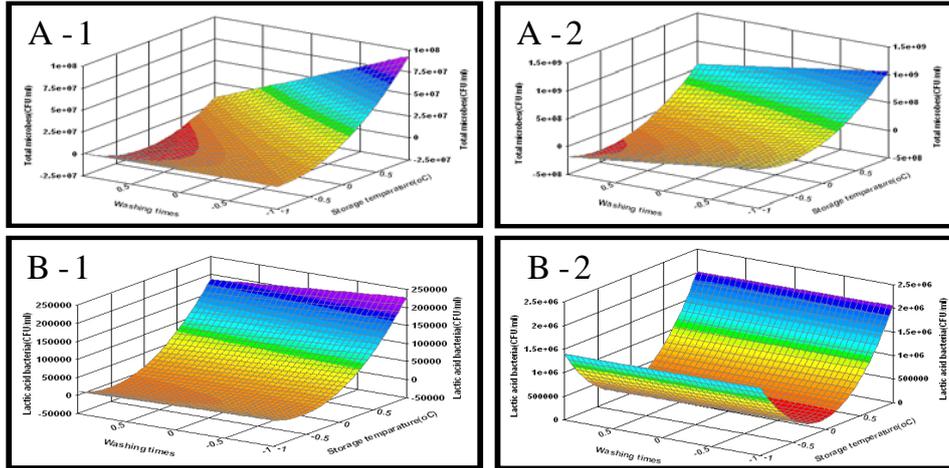
Sample	The number of cell(CFU/mL)				
	Total viable cell	Lactic acid bacteria	Yeast and mold	<i>E. Coli</i>	
Control	$7.00 \times 10^6$	N.D.	$1.71 \times 10^5$	$7.00 \times 10$	
저장 1일	1	$1.03 \times 10^6$	N.D.	$2.30 \times 10^4$	N.D.
	2	$8.60 \times 10^5$	N.D.	$1.13 \times 10^4$	N.D.
	3	$9.30 \times 10^7$	N.D.	$2.28 \times 10^5$	N.D.
	4	$7.50 \times 10^6$	N.D.	$1.86 \times 10^5$	N.D.
	5	$1.30 \times 10^6$	N.D.	$2.40 \times 10^4$	N.D.
	6	$1.17 \times 10^6$	N.D.	$2.45 \times 10^4$	N.D.
저장 10일	1	$9.80 \times 10^6$	N.D.	$8.30 \times 10^4$	N.D.
	2	$4.50 \times 10^6$	N.D.	$3.80 \times 10^4$	N.D.
	3	$1.25 \times 10^9$	N.D.	$7.00 \times 10^5$	N.D.
	4	$3.80 \times 10^8$	N.D.	$6.60 \times 10^5$	N.D.
	5	$2.00 \times 10^7$	N.D.	$2.14 \times 10^5$	N.D.
	6	$1.82 \times 10^7$	N.D.	$2.24 \times 10^5$	N.D.



Fig. 24. Effects of storage temperature and washing times with tap-water on the number of microbes in the radish leaf

Table 38은 무청의 미생물 변화를 종속변수로 두고 독립변수인 세척횟수와 저장 온도의 영향을 다중회귀분석한 결과와 이 모델식을 이용하여 반응표면 분석법으로 도식한 결과이다. 독립변수인 세척횟수( $X_1$ )과 저장온도( $X_2$ ) 모두 높은 결정계수( $R^2$ )을 보여, 무청의 미생물 군수에 영향을 끼치는 것을 알 수 있었다. 전반적으로  $-20^{\circ}\text{C}$ 의 냉동 보관을 제외하고, 총균수의 경우(A-1) 저장 온도와 세척횟수가 높으면 총균수가 적게 검출되었고, 세척횟수가 낮으면 총균수가 많이 검출된 반면 저장 온도가 낮으면 세척 횟수의 영향이 거의 없었다. 저장 10일(A-2)에는 저장 1일과 유사한 총균수 패턴을 보였으나, 총균수에 대한 저장 온도의 영향은 A-1보다 낮게 나타났다. 또 젖산균의 경우 저장 직후(B-1)에는 저장 온도가 높을수록 군수가 많았고, 세척 횟수의 영향은 크지 않았고 저장 10일(B-2)의 경우도 유사한 경향을 보였다.

Table 38. Response surface figure and values of regression equation calculated with washing times and storage temperature for microbes of radish leaves



Storage days	Independent variables	Regression equation <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>
1	Total microbes	$=1.24 \times 10^6 + 2.47 \times 10^7 X_1 - 2.14 \times 10^7 X_2 + 2.44 \times 10^7 X_1^2 - 2.13 \times 10^7 X_1 X_2$	0.99
	Lactic acid bacteria	$=2.43 \times 10^4 + 9.49 \times 10^4 X_1 - 1.34 \times 10^4 X_2 + 8.78 \times 10^4 X_1^2 - 7.58 \times 10^3 X_1 X_2$	0.99
10	Total microbes	$=1.91 \times 10^7 + 4.04 \times 10^8 X_1 - 2.19 \times 10^8 X_2 + 3.92 \times 10^8 X_1^2 - 2.16 \times 10^8 X_1 X_2$	0.99
	Lactic acid bacteria	$=2.19 \times 10^5 + 3.09 \times 10^5 X_1 - 2.13 \times 10^4 X_2 + 1.51 \times 10^6 X_1^2 + 1.25 \times 10^3 X_1 X_2$	0.99

<sup>1)</sup>X<sub>1</sub>;Storage temperature, X<sub>2</sub>;washing times

(3) 모델시스템을 이용한 인위적 접종에 의한 유해 미생물 성장 가능 범위 조사  
오염도의 지표균이 되는 *E. coli*를 10<sup>7</sup>CFU/ml로 인위적으로 접종한 후 무청을 상온에서 보관할 때 식용 가능한 기간을 기준으로 인위적으로 접종된 시료와 접종을 하지 않은 대조구와의 미생물 사멸 정도를 조사하였다(Table 39, Fig. 25). 즉 *E.coli* 접종시킨 시료군과 대조구를 각 온도별로 저장한 후 균

수를 측정된 결과 대조구의 *E.coli*는 상온 보관시료에는  $2.20 \times 10^2$  검출되었고, 냉장, 냉동 보관 시료는 검출되지 않은 반면 인위적으로 접종 시료는  $10^7$ 의 높은 균수를 나타내었다. 또 저장 10일 후 대조구는 초기와 비슷한 균수를 나타내었고, *E. coli* 접종 시료의 경우 초기 접종균수를 그대로 유지하였으며 특히 상온보관 시료의 경우 균수가  $3.10 \times 10^7$ 에서  $3.80 \times 10^8$ 으로 증가되었다. 즉 초기에 유해 미생물이 감염되었을 경우 무청 보관중 계속 균수가 증식되므로 반드시 전처리 과정으로 유해 미생물의 사멸을 유도하여야 함을 알 수 있었다.

Table 39. Effects of inoculated *E.coli* on the microbes of radish leaves according to storage days and conditions.

Sample	The number of cell(CFU/ml)				
	Total viable cell	Lactic acid bacteria	Yeast and mold	<i>E. coli</i>	
저장 1일	C-냉동	$6.70 \times 10^6$	N.D.	$7.20 \times 10^4$	N.D.
	C-냉장	$3.40 \times 10^6$	N.D.	$1.77 \times 10^4$	N.D.
	C-상온	$7.10 \times 10^7$	N.D.	$5.20 \times 10^4$	$2.20 \times 10^2$
	E-냉동	$9.40 \times 10^7$	N.D.	$2.07 \times 10^4$	$3.90 \times 10^7$
	E-냉장	$7.80 \times 10^7$	N.D.	$1.35 \times 10^6$	$3.10 \times 10^7$
	E-상온	$2.08 \times 10^9$	N.D.	$5.10 \times 10^4$	$5.30 \times 10^7$
저장 10일	C-냉동	$1.16 \times 10^6$	N.D.	$3.90 \times 10^6$	N.D.
	C-냉장	$5.50 \times 10^6$	N.D.	$8.40 \times 10^4$	N.D.
	C-상온	$8.80 \times 10^7$	N.D.	$3.40 \times 10^6$	$2.60 \times 10^3$
	E-냉동	$3.20 \times 10^7$	N.D.	$3.10 \times 10^4$	$1.63 \times 10^7$
	E-냉장	$4.40 \times 10^7$	N.D.	$1.38 \times 10^6$	$1.35 \times 10^7$
	E-상온	$9.60 \times 10^9$	N.D.	$1.04 \times 10^7$	$3.80 \times 10^8$

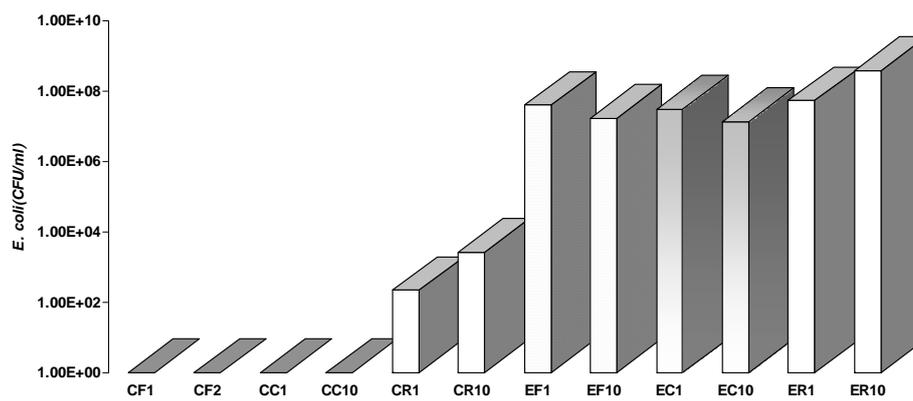
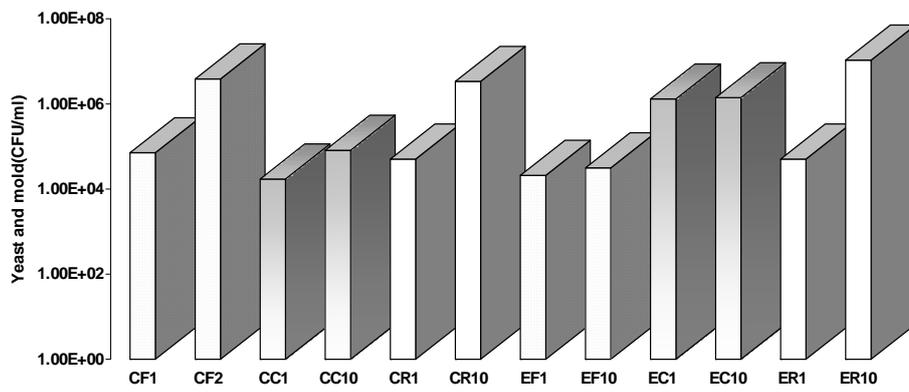
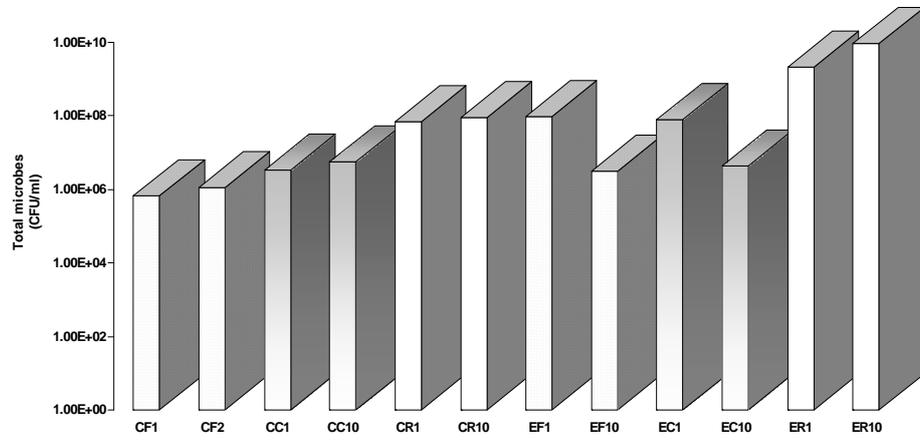


Fig. 25. Changes of inoculated *E. coli* on the microbes of radish leaves according to storage days and conditions.

한편 미생물 완전 사멸을 하기 위한 무청 전처리 방법으로 세척횟수, microwave 처리 및 스팀 처리 시간에 따른 균수의 변화를 조사한 결과 초기 균수  $1.75 \times 10^7$ 에서 세척 횟수에 따라서는 10회 세척할 경우에도 크게 균수가 감소하지 않았으나, microwave 처리 경우 3분 처리 시  $3.1 \times 10^2$ , 스팀 처리 10분할 때에는 완전 사멸이 되었다. 이를 기초로 하여 합성 중심계획(central composite design) 방법으로 3가지 처리 방법에 따른 미생물의 사멸 정도를 조사한 결과 Table 40과 같았다.

Table 40. Effects of pre-treatment on the microbes of radish leaves.

Control	Washing times(min)			
	1	2	5	10
	$5.2 \times 10^6$	$3.2 \times 10^6$	$2.1 \times 10^6$	$1.4 \times 10^6$
$1.75 \times 10^7$	Microwave(min)			
	1	2	3	-
	$9.2 \times 10^2$	$4.3 \times 10^2$	$3.1 \times 10^2$	-
	Steam(min)			
	1min	3min	5min	10min
	$9.6 \times 10^2$	$1.5 \times 10^2$	$3.0 \times 10$	N.D.

(4) 반응표면분석법(response surface methodology)에 의한 유해미생물로부터의 안전 범위 예측

SAS program을 이용하여 분산 분석 및 무청의 인위적 위해 미생물의 사멸 곡선 값을 회귀 분석하여 model식을 유도하고, 독립변수인 세척횟수, 원료의 전처리 방법이 유해 미생물의 사멸 정도에 관한 경향을 분석하여 안전 범위를 예측하였다. 본 실험에 사용하였던 중심합성 계획에 의해 3개의 독립 변수 ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ )와 종속변수인 총균수, 젖산균수, 효모와 곰팡이 및 대장균의 수와 다중회귀 분석을 하였다(Table 41). 그 결과 실험구 전 구간에 나타나지 않았던 *E. coli* 균수를 제외하고  $R^2$ 값이 0.85이상이었다. Fig. 26은 무청의 미생물 균수

와 독립 변수간의 계산된 모델식에서 반응 표면 분석법으로 도시한 결과이다.

Table 41. Values of regression equation calculated with washing times and storage temperature for micorbes of radish leaves

Design point	The number of microbes(CFU/mL)			
	Total viable microbes	Lactic acid bacteria	Yeast and mold	<i>E. coli</i>
1	$6.50 \times 10^7$	$2.60 \times 10^2$	$7.3 \times 10^4$	N.D.
2	$2.06 \times 10^7$	$5.00 \times 10$	$6.8 \times 10^3$	N.D.
3	$2.11 \times 10^3$	N.D.	N.D.	N.D.
4	$1.80 \times 10^2$	N.D.	N.D.	N.D.
5	$4.00 \times 10$	N.D.	N.D.	N.D.
6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Independent variables	Regression equation <sup>1)</sup>			R <sup>2</sup>
Total microbes	$= 8.56 \times 10^6 - 5.55 \times 10^6 X_1 - 1.07 \times 10^7 X_2 - 1.07 \times 10^7 X_3 + 5.55 \times 10^6 X_1 X_2 + 5.5 \times 10^6 X_1 X_3 + 1.07 \times 10^7 X_2 X_3$			0.89
<i>Lactic acid bacteria</i>	$= 31 - 26.25 X_1 - 38.75 X_2 - 38.75 X_3 + 26.25 X_1 X_2 + 26.25 X_1 X_3 + 38.75 X_2 X_3$			0.87
Yeast and mold	$= 7.98 \times 10^3 - 8.28 \times 10^3 X_1 - 9.98 \times 10^3 X_2 - 9.98 \times 10^3 X_3 + 8.28 \times 10^3 X_1 X_2 + 8.28 \times 10^3 X_1 X_3 + 9.98 \times 10^3 X_2 X_3$			0.85

X<sub>1</sub>: washing times, X<sub>2</sub>: microwave treatment, X<sub>3</sub>: steam treatment

반응표면분석법에 의해 도시된 그래프를 보면 미생물 군수가 사멸될 수록 붉은색의 등고선을 나타내는데, 전반적으로 세척 횟수에 의한 미생물 사멸 효과는 세척횟수보다 microwave 처리 효과가 훨씬 높았으며, 또 세척 횟수보다 steam 처리 효과가 높았고, microwave 처리 효과 보다는 steam처리가 효과적이었다. 젖산균과 효모, 곰팡이 경우도 총균수의 사멸 효과와 유사하게 나타났다. 즉 3개의 독립 변수(X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>)와 종속변수와 다중회귀 분석을 한 결과 세

적횡수, microwave 및 스팀 처리 효과와 가장 큰 영향을 준 독립 변수는 steam 처리 효과(X3)였다. 본 결과는 무청의 총균수, 젖산균수 및 효모, 곰팡이 균 수에 세척회수, microwave 및 스팀 처리효과를 복합적으로 본 것으로 현재 재 실험 중에 있으며, 유해 미생물의 안전 범위 예측은 재실험 직 후 재분석하였다.

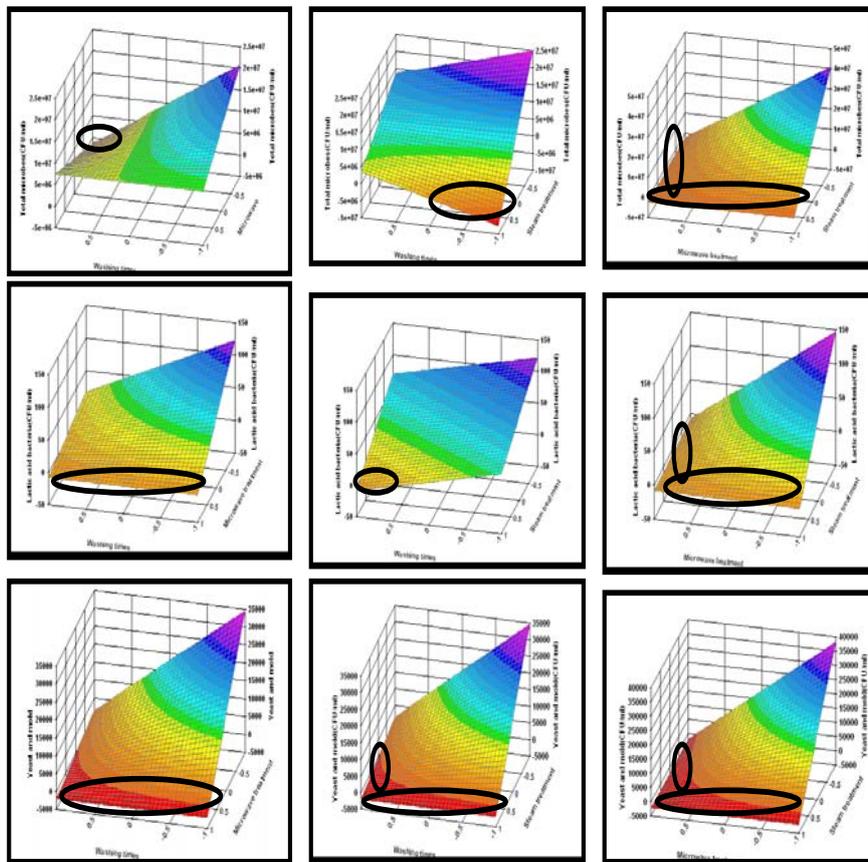


Fig. 26. Response surfaces and contour plots on the microbes of radish leaves according to washing times and pre-treatments.

## 2) 무청을 이용한 건강 기능 식품 소재의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립

### (1) 무청의 유해미생물 감소 및 제거 방법 탐색 및 건강 기능식품 소재의 유해 미생물 오염도 조사

산지에서 수확한 품종별 무청에 잔존하는 미생물 군수를 조사한 결과 품종에 관계없이 병원성 미생물인 *Salmomella* spp, *Camphylobacter* spp, *Vibrio* spp, *Shigella* spp, *Staphylococcus* 등은 전혀 검출되지 않았다. 그러나 총균수의 경우는 품종에 따라 약간의 차이는 있었는데,  $3.90 \times 10^5 \sim 1.20 \times 10^7$ 의 범위를 보였고, 대장균 군은  $1.11 \times 10^2 \sim 2.00 \times 10^5$  CFU/g, 효모/곰팡이는  $2.40 \times 10^3 \sim 3.55 \times 10^6$  CFU/g를 보인 반면 젖산균은 검출되지 않은 시료도 있었다.

원료 무청의 전처리 방법에 따른 무청의 미생물 군수 변화를 조사하기 위하여, 현장에서 실제 사용하는 물 세척, 식중독 원인균의 증식억제 및 제거 방법에 쉽게 접목시킬 수 있는 마이크로웨이브처리와 스팀처리를 하여 미생물의 감균 효과를 조사하였다. 이때 물 세척 1~10회, 마이크로웨이브 1~3회, 스팀 처리 1~3분으로 각각 처리한 후, 총균수, 젖산균 수, 대장균군 및 효모/곰팡이 군수를 측정하였다. 그 결과 총균수의 경우 노지에서 수확한 무청의  $1.61 \times 10^7$  CFU/g에서 1회 물 세척으로  $4.30 \times 10^5$  CFU/g, 2회 세척  $6.50 \times 10^4$  CFU/g, 3회 세척  $2.80 \times 10^3$  CFU/g로 감소하였는데, 마이크로웨이브 처리에서는 1분 처리시  $1.65 \times 10^4$  CFU/g, 2분  $1.00 \times 10^4$  CFU/g, 3분 처리 시  $5.70 \times 10^3$  CFU/g 이었고, 그 이상 처리 시에는 과도한 열처리에 의해 시료가 타서 실험이 불가능하였다.

반면 100℃ 스팀 처리시 1분에  $7.90 \times 10^3$  CFU/g, 2분 처리  $7.20 \times 10^2$  CFU/g, 3분 처리  $3.50 \times 10^2$  CFU/g이었고 5분 이상 처리에서는 검출되지 않았다. 젖산균은 원료 무청의 경우  $7.90 \times 10^3$  CFU/g에서 1회 물세척은  $1.0 \times 10^2$  CFU/g, 2회 이상 세척한 경우 검출이 되지 않았고, 마이크로웨이브 처리는 1분 이상, 스팀 처리는 1분만 처리하여도 젖산균이 검출되지 않았다. 또 대장균 군의 경우 원료 무청에만 검출되었을 뿐 모든 처리구에서 검출되지 않았고, 효모/

곰팡이는 원료 무청의  $1.05 \times 10^5$  CFU/g에서 물세척 3회 이상 처리하여야 검출되지 않았고, 마이크로웨이브 및 스팀 처리 1분만 하여도 검출되지 않았다.

Table 42은 무청의 각 처리 조건에 따른 잔존해 있는 미생물의 변화를 중심합성계획(central composite design)에 의한 실험계획에 의하여 처리된 시료의 군수와 독립 변수와의 다중회귀분석을 한 결과이다. 즉 원료 무청의 전처리 방법을 독립변수(independent variables)로 하고, 총균수, 젖산균수 및 효모/곰팡이균 수를 종속변수(dependent variables)로 하여 회귀 분석한 결과 상관관계를 나타내는  $R^2$  값이 각각 0.89, 0.87, 0.85로 상관성이 높았다. 이는 독립변수인 전처리 방법인 세척횟수, 마이크로웨이브처리 시간 및 스팀 처리 시간이 종속변수인 원료 무청의 잔존 미생물에 큰 영향을 주는 것을 의미한다.

Table 42. The number of microbes and values of regression equation calculated with independent and dependent variables in surface microbes of the radish leaves

Design point	The number of microbes (CFU/mL)			
	Total viable microbes	Lactic acid bacteria	Yeast and mold	<i>E. coli</i>
1	$7.50 \times 10^7$	$3.60 \times 10^2$	$6.30 \times 10^4$	ND
2	$3.06 \times 10^7$	$4.00 \times 10$	$5.80 \times 10^3$	ND
3	$3.11 \times 10^3$	ND	ND	ND
4	$2.80 \times 10^2$	ND	ND	ND
5	$3.00 \times 10$	ND	ND	ND
6	ND	ND	ND	ND
7	ND	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND	ND
9	ND	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND
Independent variables	Regression equation <sup>1)</sup>			$R^2$
Total microbes	$= -8.56 \times 10^6 - 5.55 \times 10^6 X_1 - 1.07 \times 10^7 X_2 - 1.07 \times 10^7 X_3 + 5.5 \times 10^6 X_1 X_2 + 5.55 \times 10^6 X_1 X_3 + 1.07 \times 10^7 X_2 X_3$			0.89
Lactic acid bacteria	$= -26.25 X_1 - 38.75 X_2 - 38.75 X_3 + 26.25 X_1 X_2 + 26.25 X_1 X_3 + 38.75 X_2 X_3$			0.87
Yeast and mold	$= -7.98 \times 10^3 - 8.28 \times 10^3 X_1 - 9.98 \times 10^3 X_2 - 9.98 \times 10^3 X_3 + 8.2 \times 10^3 X_1 X_2 + 8.28 \times 10^3 X_1 X_3 + 9.98 \times 10^3 X_2 X_3$			0.85

X<sub>1</sub>: washing times, X<sub>2</sub>: microwave treatment, X<sub>3</sub>: steam treatment.

한편 독립변수인 원료 무청의 전처리 방법인 세척횟수( $X_1$ ), 마이크로웨이브 처리시간( $X_2$ )과 스팀 처리시간( $X_3$ )과 종속변수인 미생물 균수간의 회귀분석한 결과로 계산된 모델식의 일부를 반응표면 분석법으로 도시하였다.

Fig. 27는 독립변수인 마이크로웨이브 처리( $X_2$ )를 고정하고, 세척횟수( $X_1$ )와 스팀 처리( $X_3$ )가 총균수에 미치는 영향을 조사한 결과 세척횟수보다는 스팀 처리에 의한 감균 효과가 높았는데, 스팀 처리 3분 이상, 세척횟수 1회에 의하여 유의적인 감균 효과가 있었다. 이상의 결과에서 세척 횟수에 의한 감균 효과는 제한적이므로, 식중독 균의 증식 억제 및 제거하기 위하여 편리함과 비용적 측면을 고려할 때 1회의 세척 후 마이크로웨이브 처리 1분 및 스팀 처리 3분을 조합하여 처리 하면 효과적으로 균을 제거할 수 있음을 알 수 있었다.

Table 43은 무청 원료, 무청 제조 공정 단계별 시료의 미생물 오염도를 조사한 결과로 건조물인 경우 균이 검출되지 않았으나, 효소처리에 의하거나 농축물을 제조하였을 경우 균이 검출되어 제조된 무청 식품 소재의 최적 미생물학적 안전성을 확보하기 위하여 처리가 요구되었다.

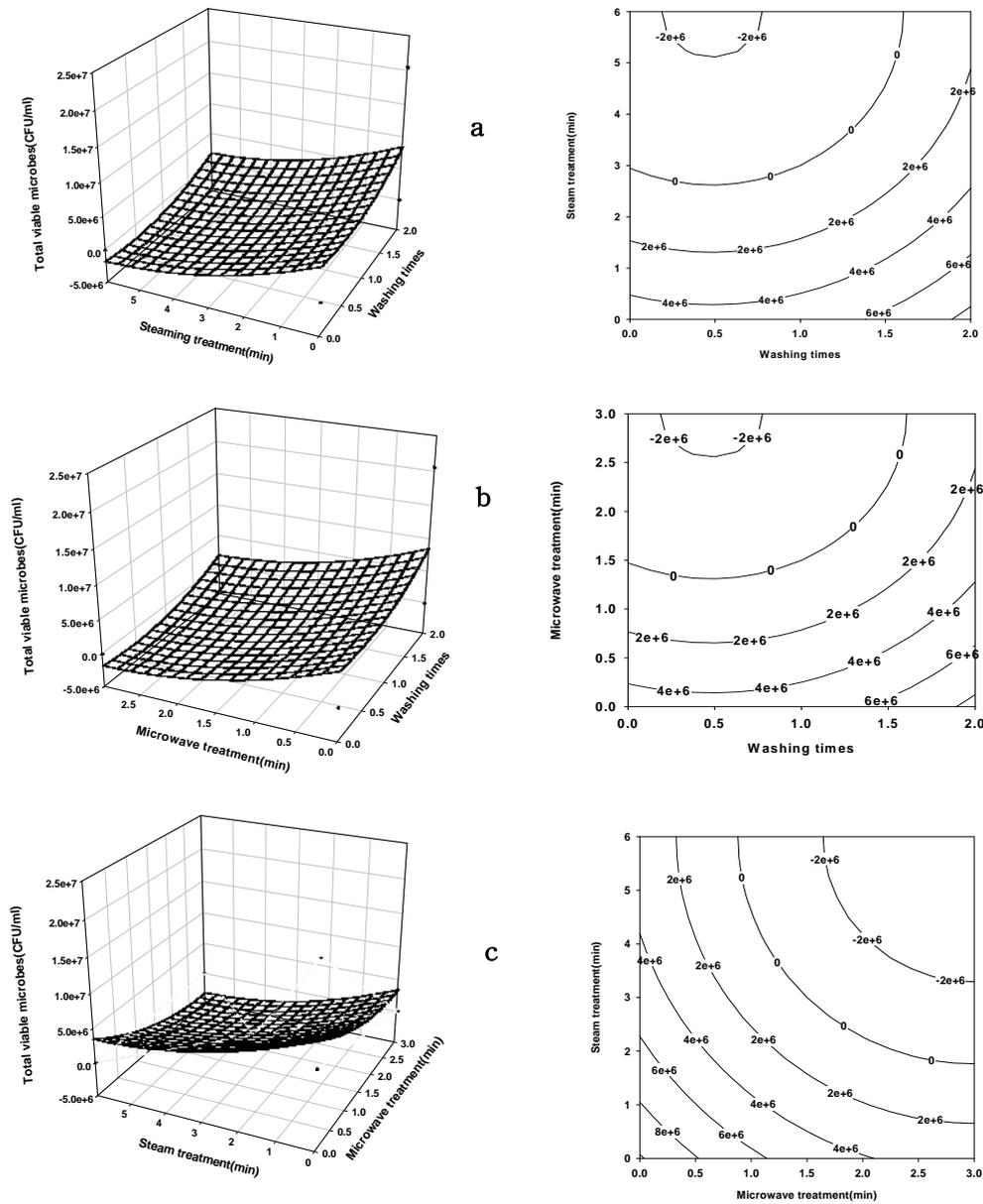


Fig. 27. Response surface plot and contour plot of independent and dependent variables for reduction in the surface microbes of radish leaves

Table 43. Effects of various pre-treatment on the microbes of radish leaves materials.

Sample	The number of cell(CFU/ml)				
	Total viable cell	Lactic acid bacteria	Yeast and mold	<i>E.coli</i>	
Control	$4.6 \times 10^4$	$3.5 \times 10^4$	$3.3 \times 10^4$	N.D.	
Blanching	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
Washing	$6.4 \times 10^4$	$5.1 \times 10^4$	$2.0 \times 10^4$	N.D.	
Drying(60°C)					
RL-A	1hr	$1.4 \times 10^4$	$2.1 \times 10^3$	$1.83 \times 10^3$	N.D.
	2hrs	$5.5 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$	$1.26 \times 10^3$	N.D.
	3hrs	$3.0 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$	$1.10 \times 10^3$	N.D.
	4hrs	$3.4 \times 10^3$	$1.0 \times 10^3$	$9.0 \times 10^2$	N.D.
	5hrs	$1.4 \times 10^3$	N.D.	N.D.	N.D.
	건조후	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
RL-B	Control	$7.3 \times 10^4$	$1.29 \times 10^4$	$1.04 \times 10^4$	N.D.
	Blanching	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Washing	$3.3 \times 10^4$	$8.4 \times 10^4$	$1.12 \times 10^4$	N.D.
	건조후	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
RLM	식품소재I	$2.1 \times 10^4$	$1.73 \times 10^4$	$3.7 \times 10^5$	N.D.
	식품소재II	$1.5 \times 10^4$	$1.79 \times 10^4$	$4.3 \times 10^5$	N.D.
	농축물I	$3.4 \times 10^3$	N.D.	N.D.	N.D.
	농축물II	$3.6 \times 10^5$	N.D.	N.D.	N.D.

(3) 건강 기능 식품 소재의 유해 미생물 오염도 조사

Table 44는 건조한 무청을 대조구로 식품 소재 I, 식품소재 II, 농축물 I, 농축물 II의 유해 미생물 오염도 조사를 한 결과로 총균수, 효모 및 곰팡이는 검출되었으나 유해 미생물은 검출되지 않았다.

Table 44. The number of pathogene microbes of radish leaves materials.

Sample	The number of cell(CFU/ml)				
	Control	식품소재I	식품소재II	농축물I	농축물II
Total vialble cell	N.D.	2.1×10 <sup>4</sup>	1.5×10 <sup>4</sup>	3.4×10 <sup>3</sup>	3.6×10 <sup>5</sup>
Lactic acid bacteria	N.D.	1.7×10 <sup>4</sup>	1.79×10 <sup>4</sup>	N.D.	N.D.
Yeast and mold	N.D.	3.7×10 <sup>5</sup>	4.3×10 <sup>5</sup>	N.D.	N.D.
<i>E. coli</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Salmonella</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Campylobacter</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Vibrio</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Shigella</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Stapylococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Enterococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Pediococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

(4) 제조 공정 단계별 지킴 확립

무청 식품 소재 I과 II의 최적 미생물학적 품질 안전 범위를 기준으로 단계별 지킴을 다음과 같이 확립하였다

- ① 시료 수집 및 세척 : 산지에서 수집된 무청 시료는 겉잎과 흙 등의 이물질을 제거한 후 흐르는 물로 세척을 2회-3회 정도 실시한다. 3회 이상 세척을 하여도 초기 균수 10<sup>7</sup>CFU/ml이 10<sup>5</sup>CFU/ml로 감소하나 그 이하로는 감소되지 않았다.
- ② 데치기 : 세척한 무청을 pH 7 이상의 물에서 시료 양에 따라 차이는 있지만 100℃ 온도에서 약 10분 이하로 데친다. 데친 후의 시료는 미생물이 검출되지 않았다.
- ③ 세절 또는 마쇄: Chopper로 적당한 크기로 세절하거나 마쇄한다. 이 과정에서 무균실에서 처리하지 않아서 총균수가 약 10<sup>4</sup>CFU/ml 검출되었다.
- ④ 효소처리 : 시료 당 0.05~1.0% 범위의 식이섬유 분해 효소를 첨가한 후

30~50℃에서 5-24시간 반응시킨다. 이 공정 과정의 경우 세절 또는 마쇄시 오염되었던 균이 그대로 유지하여 총균수가 약  $10^4 \sim 10^5 CFU/ml$  검출되었다.

- ④ 건조, 냉동 또는 농축 : 효소 처리된 무청을 열풍건조, 동결건조, 냉동 또는 농축을 시킨다. 이때 시료당 총균수가 약  $10^4 \sim 10^5 CFU/ml$  검출되었다.
- ⑤ 포장 및 살균 : 건조 또는 농축된 식품소재를 PE film 또는 알루미늄이 라미네이트된 PE 필름에 포장을 한 후 100℃에서 10분간 살균한다. 이때 균수가 검출되지 않았다.

본 무청 식품 소재의 제조시의 단계별 지침은 batch별로 수행한 결과를 기초로 한 것이므로 데치기 공정 후 마쇄 및 세절 단계에서 미생물의 오염이 있었으나, 데치기, 세절, 마쇄 등이 연속 라인일 경우 데치기 공정 후의 미생물 오염이 감소될 것이므로 포장 후의 살균 조건도 감소된다. 즉 무청 식품소재의 단계별 지침은 본 연구 결과를 기초로 공장 설비 조건에 따라 batch별 또는 연속식으로 차이를 두어 이용을 하면 될 것으로 사료된다.

### 3) 무청 가공 제품의 미생물학적 및 관능적 품질 기준 확립

#### (1) 제품별 및 제조 공정에 따른 단계별 유해 미생물의 변화 조사

제조된 무청 가공 제품의 유해미생물이 전혀 검출되지 않아 작업장의 유해 미생물의 오염 또는 인위적으로 유해 미생물을 오염시키지 않는 한 유해 미생물의 검출은 예상되지 않고, 최종 제품의 수분 함량이 10% 미만으로 쉽게 미생물이 번식할 수 있는 조건이 되지 못한다.

Table 45. The number of pathogene microbes of radish leaves materials.

Sample	The number of cell(CFU/ml)				
	국수	후리가게 I	후리가게 II	조미료	무청 시래기
Total vialble cell	$2.1 \times 10^2$	$2.1 \times 10^3$	$4.4 \times 10^4$	$4.8 \times 10^4$	$3.7 \times 10^4$
Lactic acid bacteria	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Yeast and mold	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>E. coli</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Salmonella</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Campylobacter</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Vibrio</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Shigella</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Stapylococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Enterococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Pediococcus</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

(2) 제품별 및 제조 공정 단계별 유해 미생물로부터의 안전 범위 예측 및 단계별 제조 지침 설정

① 국수

면류의 일반적인 품질관리는 크게 원료관리, 제조관리, 제품관리, 유통관리로 나눌 수 있는데, 원료 관리는 면류 재료인 소맥분의 입도, 수분함량, 외관, 점도, 변패 유무를 조사하고, 제조관리에서는 원료 배합, 생지 상태, 면대 형성, 절출, 건조상태를 조사한다. 제조된 제품 관리의 경우 면발의 외관, 중량, 포장상태를 확인하고, 제품 검사(관능검사)를 한 후 유통 과정중의 파손, 유통기간 설정 등을 하게 된다.

무청 식품소재를 첨가하여 제조한 국수(건면)의 제조 공정 단계는 원료→혼합→반죽→1차 숙성→정형→2차 숙성→압연→절단 및 건조→포장의 공정을 거친 제품의 수분 함량이 10% 이하로 미생물이 성장할 수 없는 조건이고, 국수

는 생것으로 섭취하는 것이 아니라 물에 끓여 조리하는 식품이므로 단계별 지침은 기존 국수 제조 지침과 식품공전의 면류 규격 중 건면에 해당하는 항목을 기준으로 삼았다.

유형	성상	수분	타르색소	보존료
건면류	고유 향미를 가지고 이미, 이취가 없음	14% 이하	검출되어서는 안된다	검출되어서는 안된다

### ② 후리가게 및 조미료

무청 식품소재를 첨가하여 제조한 후리가게와 조미료는 식품 공정상 복합 조미식품으로 분류하는 것이 가장 적당하다고 여겨진다. 복합 조미 식품이란 식품에 당류, 식염, 향신료, 단백가수분해물, 효모 또는 그 추출물, 식품첨가물 등을 혼합하여 분말, 과립 또는 고형상으로 건조 등 가공한 것으로서 식품에 특유의 맛과 향을 부여하기 위해 사용하는 것을 말한다. 본 연구에서 제조한 무청 후리가게와 조미료는 과립으로 제조한 후 건조 가공한 것으로 복합 조미식품 규격을 기준으로 원료→혼합→과립→건조→충진 및 포장의 단계를 설정하였다.

성상	수분(%)	타르색소	대장균군
고유 색택과 향미를 가지고 이미, 이취가 없어야 한다	8.0 이하	검출되어서는 안된다	음성

### ③ 무청 시래기

전통적으로 삶아서 상온에서 오랜 시간 건조하는 무청 시래기의 경우 무청 고유의 초록색이 갈변으로 변하고, 위생적이지 못한 처리 과정으로 가정인 업소에서 조리를 하여 섭취하기 전에 물에 불려 세척해야 하는 번거로움이 있으나 본 연구에서 제조된 무청 시래기의 경우 무청 고유의 초록색을 그대로 유지하면서 세척하지 않고 그대로 국이나 찌개를 끓여도 전통적으로 제조한 시래기와 동일한 맛과 품질을 유지할 수 있다. 무청 시래기는 건조식품으로 식품공

정에서 즉석건조식품이라 함은 농·임·축·수산물 또는 그 가공품 등을 혼합하여 가공, 건조한 것으로 물을 가하여 끓이거나 또는 열수를 가하면 스프, 죽, 국, 탕, 찌개 등이 되는 것으로 타 품목군에 해당되지 아니하는 것을 말한다. 무청 시래기는 세척→테치기→절단→건조→포장 단계를 설정하였고, 그 규격 기준은 식품 공정에 따라서 평가하였다.

성상	수분(%)	타르색소
고유 색택과 향미를 가지고 이미, 이취가 없어야 한다	8.0 이하	검출되어서는 안된다

### (3) HACCP와 응용 가능성 검토

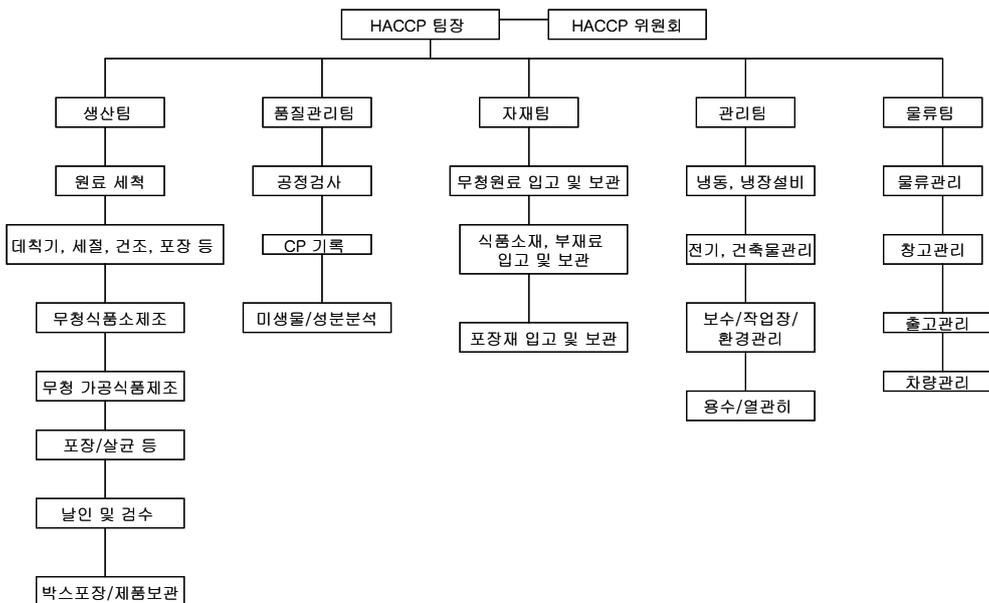
1993년 7월 Codex 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission, CAC) 제20차 회의에서 식품위생위원회(Codex Committee on Food Hygiene)의 작업단은 HACCP 적용에 관한 지침 [Guidelines for the Application of the Hazard Analysis Critical Control Point(HACCP) System(CAC/GL 18-1993)] 을 작성하여 이를 채용토록 각국에 권고를 시작으로 국제규격단체인 ISO(International Organization of Standard)에서도 식품에 있어서 ISO 규격기준으로 HACCP방식을 도입하고 있다.

미 농무성의 FSIS(Food Safety and Inspection Service)는 1996년 7월 25일 식육·식조육 및 그 제품의 취급시설에 대한 강제적인 HACCP 규정을 최종고시하고, 종사자나 생산규모에 따라 1998년 1월 26일부터 단계적으로 적용하고 있다. FDA(Food and Drug Administration)는 1995년 12월 18일에 수산물 및 수산가공품에 대한 HACCP규정을 최종고시하고, 97년 12월 18일부터 강제 적용토록 하고 있으며, 이 제도는 자국 내 수입식품에도 강제 적용된다. 일본의 후생성은 1995. 5. 24에 식품위생법을 개정하여 1996. 5. 24부터 시행하고 있다. 캐나다는 낙농제품에 대해 12개의 pilot program을 만들어 실시하고 있으며, 유럽연합은 92/46/EEC규정에서 HACCP system을 모든 식품에 적용토록 요구하

고 있다.

한편 국내는 보건복지부가 1995년 12월 29일, 식품위생법을 개정하여 동법 제32조의 2(식품위해요소중점관리기준) 규정을 신설하고, 1996년 12월에는 ‘식품위해요소중점관리기준(HACCP)’을 고시와 부분개정을 거쳐 시행하고 있다. 국립수산물검사소는 유럽연합(EU)으로부터 수출수산가공식품의 등록기관으로 지정받아 HACCP방식에 의한 수출수산가공식품의 위생관리를 수행하고 있으며, 농림부에서도 1998년 8월 ‘축산물위해요소중점관리기준’을 고시하고 도축·도계장은 도축·도계두수에 따라 2000년 7월부터 HACCP제도를 강제로 적용하고 있다. 축산물가공품의 경우 그 적용범위를 확대하여 식육가공품(햄류·소시지류, 포장육)과 유가공품(우유류, 가공유류, 발효유류, 자연치즈, 가공치즈, 버터류)에 대하여는 임의사항으로 HACCP제도를 적용하고 있다. 즉 식품의 HACCP 적용 범위가 계속 확대될 것으로 여겨지므로 본 연구 과제에서 개발된 무청식품소재 및 가공제품에 관한 HACCP plan 모델을 예측해 보았다. HACCP 적용 순서는 일반적인 모델을 근거로 실시하여 작성하였다 .

① HACCP팀 구성(절차 1)



② 제품에 대한 기술(절차 2)

1. 제품명, 제품 유형 및 성상	무청 후리가깨(식품유형 : 복합조미식품)			
2. 제조 품목 신고연월일	00년 0월 0일			
3. 작성자 및 작성연월일	0000 00년 0월 0일			
4. 성분배합비율	내역	후리가깨I	후리가깨 II	조미료 I
	무청식품소재	00.00%	00.00%	00.00%
	소금	0.0%	0.0%	0.0%
	콩가루	0.0%	0.0%	0.0%
	옥수수가루	0.0%	0.0%	0.0%
	카레	0.0%	0.0%	0.0%
	기타	0.0%	0.0%	0.0%
5. 제조(포장)단위	000g, 000g, 000g			
6. 완제품의 규격	성상 :고유의 향미보유, 이미, 이취가 없어야함 수분 : 8% 이하 타르색소 : 검출되어서는 아니 된다. 대장균 : 음성이어야 한다.			
7. 보관, 유통상의 주의 사항	상온유통, 고온 다습한 곳은 피함 제품 유통중 포장지의 파열, 배송 및 보관조건 준수			
8. 제품 용도 및 유통기한	요리에 이용 상온에서 제조일로부터 1년 유통			
9. 포장 방법 및 재질	상압포장 : NYLON+PE, NYLON+PE+AL			

1. 제품명, 제품 유형 및 성상	무청 국수 (식품유형 : 건면)	
2. 제조 품목 신고연월일	00년 0월 0일	
3. 작성자 및 작성연월일	0000 00년 0월 0일	
4. 성분배합비율	내역	무청국수 A
	중력분	00.00%
	감자전분	0.0%
	물	0.0%
	무청식품소재	0.0%
	소금	0.0%
	기타	0.0%
5. 제조(포장)단위	000g, 000g, 000g	
6. 완제품의 규격	성상 :고유의 향미보유, 이미, 이취가 없어야함 수분 : 14% 이하 타르색소 : 검출되어서는 아니 된다 보존료 : 검출되어서는 아니 된다	
7. 보관, 유통상의 주의 사항	상온유통, 고온 다습한 곳은 피함 제품 유통중 포장지의 파열, 배송 및 보관조건 준수	
8. 제품 용도 및 유통기한	요리에 이용 상온에서 제조일로부터 1년 유통	
9. 포장 방법 및 재질	상압포장 : NYLON+PE, NYLON+PE+AL	

1. 제품명, 제품 유형 및 성상	무청 시래기(식품유형 : 즉석 건조식품)	
2. 제조 품목 신고연월일	00년 0월 0일	
3. 작성자 및 작성연월일	0000 00년 0월 0일	
4. 성분배합비율	내역	무청 시래기 A
	무청	00.00%
	기타	0.00%
5. 제조(포장)단위	000g, 000g, 000g	
6. 완제품의 규격	성상 : 고유의 색택과 향미를 가지고 이미, 이취가 없어야함 수분 : 8% 이하 타르색소 : 검출되어서는 아니 된다.	
7. 보관, 유통상의 주의 사항	상온유통, 고온 다습한 곳은 피함 제품 유통중 포장지의 파열, 배송 및 보관조건 준수	
8. 제품 용도 및 유통기한	요리에 이용 상온에서 제조일로부터 1년 유통	
9. 포장 방법 및 재질	상압포장 : NYLON+PE, NYLON+PE+AL	
10. 기타 필요한 사항		

③ 제품의 용도 확인(절차 3)

국수, 시래기, 조미료는 국수류, 간식, 국, 찌개 등 각종 요리에 이용한다.

④ 공정 흐름도 작성(절차 4)

\* 무청 식품소재 제조 공정도 및 가공 식품 제조 공정도 참고

⑤ 공정흐름도 현장 확인(절차 5)

절차 4에서 작성된 작업공정 흐름도가 실제 작업과 일치하는가를 현장 확인함.

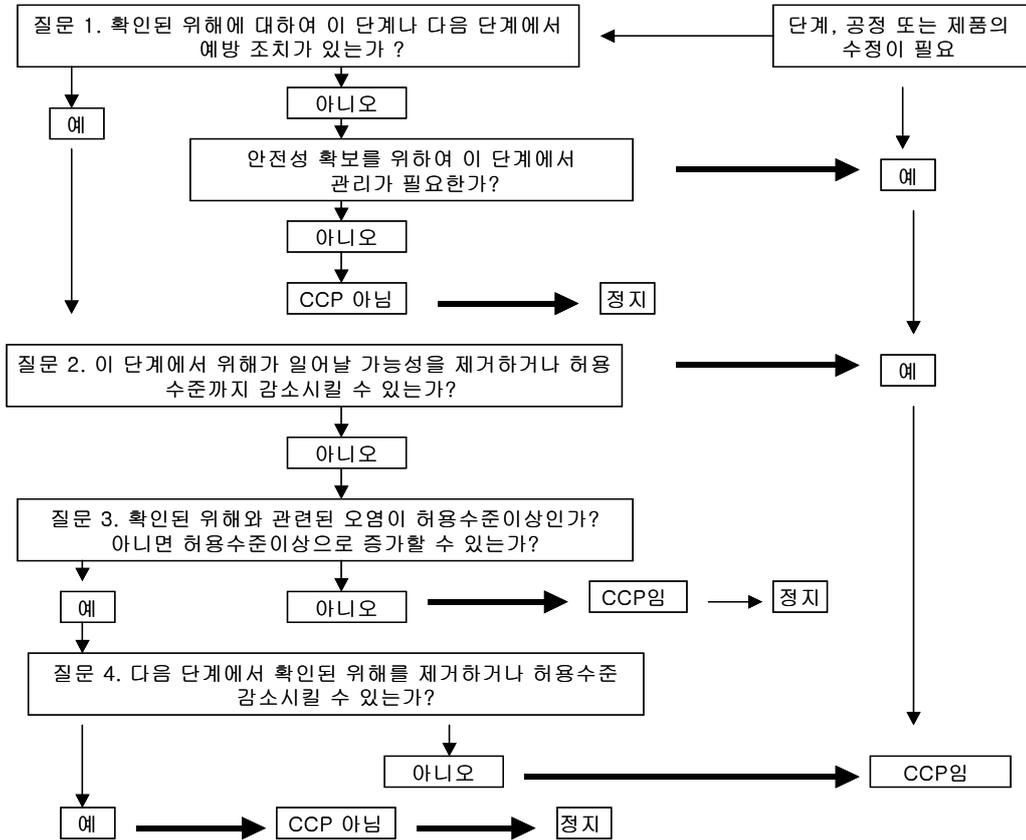
⑥ 위해분석(절차 6)

원, 부자재, 포장재 위해분석				
위해요소	제조공정	위해요소	관리장소	관리방법
생물학적 위해	원자재 입고/보관	원료, 부재료, 포장재로부터 미생물 오염(일반세균수, 살모넬라, 포도상구균), 보관온도, 시간 경과에 의한 미생물 증식	원자재, 부자재, 포장재 입고/보관	원자재, 부자재, 입고검사, 보관관리(일반세 균수, 포도상구균, 대장균 검사)
	부자재 입고/보관			
	포장재 입고/보관			
화학적 위해	원자재 입고/보관	원료, 포장재로부터의 중금속, 잔류농약, 화학물질의 오염	원자재, 부자재, 포장재 입고	원자재, 부자재 포장재 입고 검사관리 (원자재:총수은, 납검사 부자재, 포장재 :시험성적서요구)
	부자재 입고/보관			
	포장재 입고/보관			
물리적 위해	원자재 입고/보관	원료, 부자재 포장재로부터의 이물 혼입	원자재, 부자재, 포장재 입고	원자재, 부자재 포장재 입고 검사관리 (금속탐지자, 이물혼입 검사)
	부자재 입고/보관			
	포장재 입고/보관			

제조공정 위해 분석(무청식품소재 I)				
위해요소	제조공정	위해요소	관리장소	관리방법
생물학적 위해	원료	계량용기, 기구에 의한 미생물오염	계량장소	계량 전용용기, 기구 세정 사용
	세척	세척수 미생물 오염	세척라인	수질 검사
	가열 (데치기)	가열 불충분으로 인한 병원성균의 잔존	가열 공정	가열공정 점검일지(가열시스템조온도, 가열시간 관리)
	세척	세척수 미생물 오염	세척라인	수질검사
	탈수	탈수기의 미생물 오염		탈수기 점검일지
	절단	절단기 칼날 세척, 소독 불충분으로 인한 미생물 오염	절단기, 칼날	절단공정 점검일지 (절단기 칼날 세척, 소독 관리)
	건조	작업지체 및 대기시간 과다로 미생물 증식	건조기	건조기 공정 점검 일지
	포장/보관	작업자 및 작업시간 지체, 보관 온도 상승에 의한 미생물 증식	포장 공정	포장 공정/보관공정 점검일지
	유통	유통과정 온도 상승으로 인한 미생물 증식	유통과정	차량운행일지 (운반차량 내부 온도 관리)
화학적 위해	제품보관	보관장소내 유해 물질에 의한 오염 (취약, 가성소다 등)	제품보관	제품보관소 점검일지
물리적 위해	제품 제조 공정	이물질 혼입(배합도구, 폐포장재, 작업도구 등)		작업장 위생 점검 일지

⑦ CCP 설정(절차 7)

CCP 결정도 작성



⑧ 각 CCP에 대한 관리기준 설정(절차 8)

중요관리점에서의 위해요소 제어 방식과 관리기준을 정함.

⑨ 각 CCP에 대한 모니터링 방법 설정(절차 9)

중요관리점에서 관리기준으로 설정된 온도, 시간 및 방법 등이 잘 준수되고 있는가를 확인하기 위한 것으로 온도확인, 시간 확인, 모니터링 결과를 분석, 활용하여 위생관리에 반영, 문제 발생시 원인 규명 및 책임소재 근거를 확보

⑩ 개선조치의 설정(절차 10)

중요관리점마다 관리기준이 준수되고 있는지 모니터링한 결과로 개선

조치를 취함.

⑪ 검증방법의 설정(절차 11)

위생관리가 HACCP가 계획에 따라 수행되는지, 계획 수정이 필요한지를 판단하기 위하여 행하는 방법, 절차, 시험 검사를 설정

⑫ 기록 유지 및 문서화 방법 설정(절차 12)

모니터링, 개선조치, 검증 등의 실시결과를 기록 보존하는 것은 HACCP 계획을 적절히 실시하고 있다는 증거이면서 외부 감사시 시설의 위생관리, 공정관리 상태를 조사하는데 효과적인 자료가 됨. 또 식중독 등 식품 안전성 관련 문제 발생의 경우 식품 위생관리상태를 추적 조사할 수 있는 자료가 되어 원인 규명에 용이.

### 3. 동물실험을 통한 성인병 예방 효능 및 작용기작 규명(협동과제)

#### 1) 무청의 체내 지질대사 개선 및 항산화(항노화) 효과 검증

##### (1) 지질대사 개선 효과

##### ① 체중증가량, 식이섭취량, 식수섭취량 및 식이효율

무청의 농도별 체중증가량, 식이섭취량, 식수섭취량 및 식이효율을 관찰한 결과는 Table 46와 같다. 체중증가량은 정상군에 비해 고콜레스테롤군에서 유의적으로 증가되었으나 무청 공급군에서는 정상군 수준이었으며 식이효율도 유사한 경향이였다. 그러나 식이섭취량과 식수섭취량은 실험군간의 유의적인 차이가 없었다.

Table 46. Effects of radish leaves on body weight gain, food intake, drink intake and food efficiency ratio (FER) in rat fed high cholesterol diets.

Group	Body weight gains (g)	Food intake (g/day)	Drink intake (g/day)	FER
N	99.80 ± 9.33 <sup>b</sup>	19.47±0.60 <sup>NS</sup>	31.90±5.63 <sup>NS</sup>	0.19±0.02 <sup>b</sup>
NR	98.17 ± 10.47 <sup>b</sup>	19.74±1.36	26.07±2.25	0.18±0.01 <sup>b</sup>
HC	121.00 ± 6.52 <sup>a</sup>	20.59±2.35	31.64±8.79	0.23±0.02 <sup>a</sup>
HCL	118.38 ± 17.66 <sup>ab</sup>	20.35±4.80	24.53±4.40	0.21±0.05 <sup>ab</sup>
HCM	113.88 ± 9.52 <sup>ab</sup>	20.01±0.90	25.71±2.44	0.21±0.02 <sup>ab</sup>
HCH	108.25 ± 5.98 <sup>b</sup>	21.31±0.66	26.96±3.89	0.19±0.03 <sup>ab</sup>

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

② 지방조직 무게

고콜레스테롤 식이에 무청을 농도에 따라 4주간 공급한후 지방무게를 측정된 결과 (Table 47) 부고환지방은 HC군에 비해 무청 공급군 모두에서 감소하였으나 유의적인 차이는 없었고 abdominal fat은 HC군에 비해 무청 공급군 모두에서 유의적으로 감소하였으며 특히 10%의 무청을 공급한 군에서는 정상군 수준으로 감소하였다.

Table 47. Effects of radish leaves on epididymal fat and abdominal fat in rat fed high cholesterol diets.

Group	Epididymal fat (g)	Abdominal fat (g)
N	0.30 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.11 ± 0.19 <sup>c</sup>
NR	0.31 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.00 ± 0.16 <sup>c</sup>
HC	0.46 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.33 ± 0.19 <sup>a</sup>
HCL	0.42 ± 0.09 <sup>ab</sup>	1.71 ± 0.14 <sup>b</sup>
HCM	0.38 ± 0.07 <sup>ab</sup>	1.58 ± 0.16 <sup>b</sup>
HCH	0.32 ± 0.06 <sup>ab</sup>	1.31 ± 0.16 <sup>bc</sup>

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

③ 혈중지질 조성: triglyceride, 총콜레스테롤, HDL-, LDL-콜레스테롤의 수준과 동맥경화지수(atherogenic index)

혈중의 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤의 수준과 동맥경화지수를 관찰한 결과는 Table 48과 같다. 혈청중의 중성지방 농도는 정상군에 비해 HC군에서 유의적으로 증가되었고 고콜레스테롤군(HC군)에 비해 무청과우더 공급군 모두에서 유의적으로 감소되었다. 그러나 무청과우더를 공급한 군간의 유의적인 차이는 없었다. 또한 혈청 중 총콜레스테롤 농도 및

LDL-콜레스테롤 농도도 중성지방의 결과와 유사한 경향이였다. HDL-콜레스테롤은 정상군에 비해 HC군에서 유의적으로 감소되었으나 HC군에 비해 무청과우더 공급군에서는 유윳거으로 증가되었다. 동맥경화지수(AI)는 정상군에 비해 고콜레스테롤 실험군에서 유의적으로 증가되었으나 HC군에 비해 무청과우더 공급군에서는 유의적으로 감소되었다.

Table 48. Effects of radish leaves on serum triglyceride, total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol and A.I in rat fed high cholesterol diets.

Groups	TG	Total-C	HDL-C	LDL-C	A.I.
	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	
N	39.61±7.00 <sup>c</sup>	127.63±40.31 <sup>c</sup>	60.96±1.75 <sup>a</sup>	48.27±6.36 <sup>c</sup>	1.25±0.57 <sup>c</sup>
NR	39.98±5.41 <sup>c</sup>	129.22±27.80 <sup>c</sup>	66.85±3.75 <sup>a</sup>	48.68±5.60 <sup>c</sup>	1.25±0.72 <sup>c</sup>
HC	70.42±3.11 <sup>a</sup>	396.45±26.84 <sup>a</sup>	16.85±0.84 <sup>c</sup>	324.16±17.38 <sup>a</sup>	22.45±2.55 <sup>a</sup>
HCL	54.10±3.26 <sup>b</sup>	259.78±32.82 <sup>b</sup>	21.40±2.43 <sup>b</sup>	257.15±11.80 <sup>b</sup>	13.61±2.53 <sup>b</sup>
HCM	55.75±3.44 <sup>b</sup>	265.74±53.10 <sup>b</sup>	24.44±2.23 <sup>b</sup>	237.60±13.41 <sup>b</sup>	11.14±2.13 <sup>b</sup>
HCH	53.30±2.93 <sup>b</sup>	294.50±27.91 <sub>b</sub>	24.44±1.58 <sup>b</sup>	264.84±19.51 <sup>b</sup>	14.78±2.26 <sup>b</sup>

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

#### ④ 부고환지방조직의 lipoprotein lipase 활성

부고환지방의 lipoprotein lipase (LPL)활성을 측정한 결과(Table 49) 정상군에 비해 HC군에서 유윳거으로 증가되었으나 무청을 5% 혹은 10%로 공급한 두군에서는 정상군 수준으로 감소되었다.

Table 49. Effects of radish leaves lipoprotein lipase activities of epididymal adipose tissue in rats fed high cholesterol diets.

Groups	Lipoprotein lipase ( $\mu\text{mol FFA/g tissue/hr}$ )
N	$33.48 \pm 3.76^b$
NR	$29.63 \pm 5.51^b$
HC	$44.64 \pm 3.04^a$
HRL	$41.59 \pm 4.50^{ab}$
HRM	$34.01 \pm 3.07^b$
HRH	$34.47 \pm 3.32^b$

Values are the means $\pm$ SE(n=10). Those with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

(2) 항산화, 항노화 관찰

① 간조직중의 항산화 효소계 관찰: SOD 및 GPx 활성

생체내 항산화방어기구 중 효소적 방어계의 하나로서 superoxide radical을  $\text{H}_2\text{O}_2$ 로 환원시키므로써 산소 독으로부터 생체를 보호하는 SOD 활성을 간조직에서 관찰한 결과(Table 50) 실험군간의 유의적인 차이는 없었으나 무청과우더군에서 HC군에 비해 다소 증가한 경향이였다. Selenium을 함유하는 항산화 효소로 비타민 E와 함께 과산화물을 제거함으로써 세포막의 손실을 방어하는 GSHpx의 활성을 관찰한 결과 정상군에 비해 콜레스테롤 공급군 모두에서 감소되었으나 무청과우더를 5%와 10%로 공급한 군에서는 HC군에 비해 유의적으로 증가되었다.

Table 50. Effects of radish leaves hepatic superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GSH-px) activities in rats fed high cholesterol diets

Groups	SOD	GSH-px
	(unit/ mg protein/ min)	(nmol NADPH/ min / mg protein)
N	3.06 ± 0.22 <sup>NS</sup>	234.03 ± 13.31 <sup>a</sup>
NR	3.11 ± 0.26	245.74 ± 11.54 <sup>a</sup>
HC	2.88 ± 0.12	128.95 ± 18.92 <sup>c</sup>
HRL	2.84 ± 0.21	172.88 ± 17.98 <sup>bc</sup>
HRM	3.03 ± 0.19	201.49 ± 11.39 <sup>b</sup>
HRH	3.01 ± 0.18	192.04 ± 10.08 <sup>b</sup>

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

② 간조직중의 과산화지질(TBARS) 함량

과산화지질의 함량을 간조직에서 관찰한 결과(Fig. 28) 고콜레스테롤군에 비해 무청을 5%와 10%로 공급한 두군에서 유의적으로 감소되었으며 10%를 공급한 군에서는 정상군 수준으로 감소하였다.

③ 간조직중의 Lipofuscin 함량

생체노화의 중요한 지표로 사용되고 있는 리포푸신의 생성에 미치는 효과를 관찰한 결과(Fig. 29) 고콜레스테롤군에 비해 무청과우더를 공급한 군에서 감소되었으나 유의적인 차이는 없었다.

④ 간조직중의 carvonyl value

간조직의 산화적 손상의 지표로 삼고 있는 산화단백질의 생성지표인 carbonyl 가 함량을 측정된 결과(Fig. 30)는 지질과산화물은 정상군에 비해 HC 군에서 유의적으로 증가되었으나 무청과우더를 공급한 군들에서 유의적으로 감소하였으며 특히 무청을 5%와 10%로 공급한 두군에서는 정상군 수준으로 감소되었다.

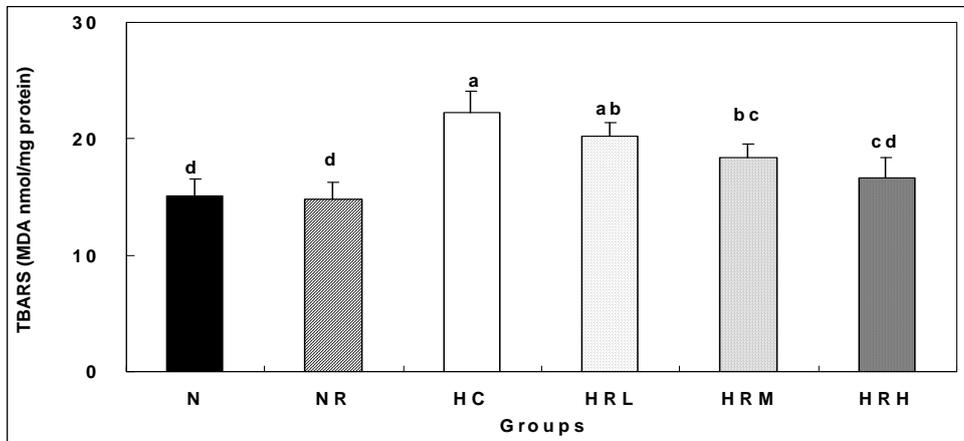


Fig 28. Effects of radish leaves hepatic thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) values in rats fed high cholesterol diets.

Values are the means±SE(n=10). Those with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

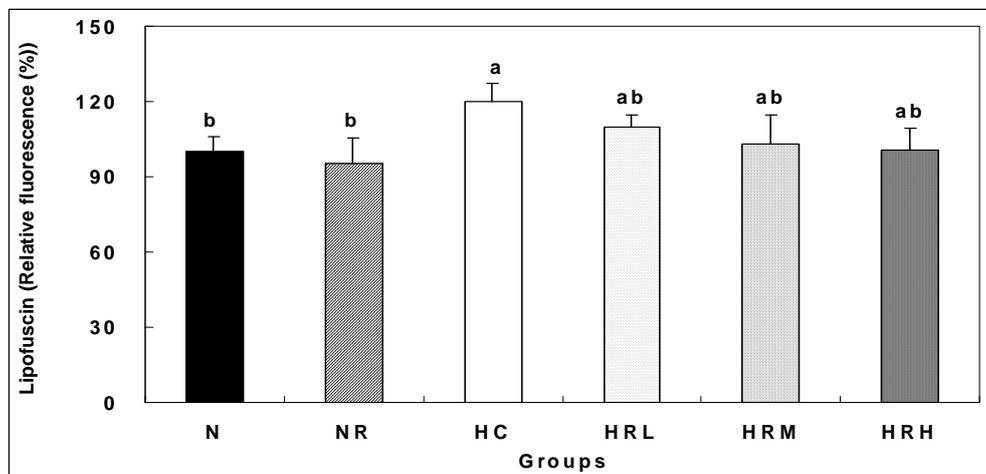


Fig 29. Effects of radish leaves hepatic lipofuscin contents in rats fed high cholesterol diets.

Values are the means±SE(n=10). Those with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

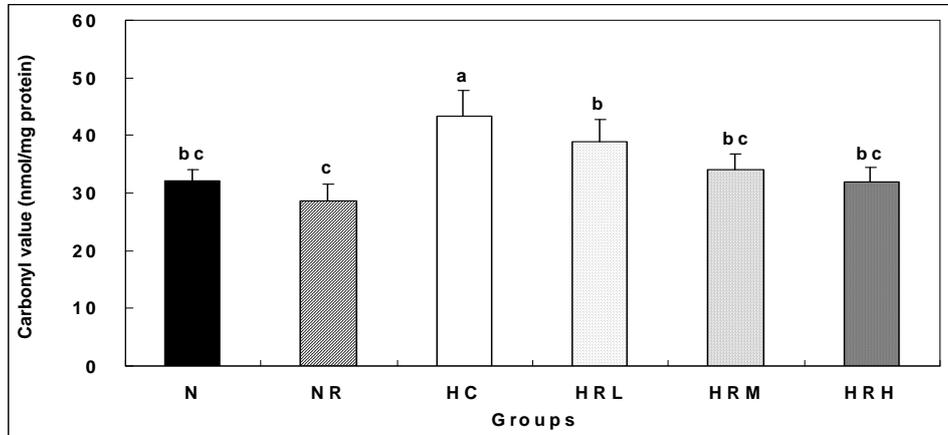


Fig 30. Effects of radish leaves on hepatic carbonyl value in rats fed high cholesterol diets.

Values are the means±SE(n=10). Those with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

⑤ 간조직의 superoxide radical 함량

간조직의 microsome에서 superoxide radical 함량을 측정한 결과(Table 51) 정상군에 비해 HC군에서 유의적으로 증가되었으나 무청과우더를 공급한 모든군에서 유의적으로 감소되었으며 특히 10%무청을 공급한 HRH군에서는 정상군 수준으로 감소되었다. 간조직의 mitochondria에서는 무청과우더를 5%(HRM군)와 10% 공급한 군(HRH군)에서 정상군 수준으로 감소되었다.

⑥ 간조직의 hydrogen peroxide( $H_2O_2$ ) 함량

$H_2O_2$ 는 세포에 상해를 주며 특히 세포막의 다불포화지방산에 작용하여 지질과산화물을 생성하고 이로 인해 세포의 기능을 손상시키는 것으로 알려져 있다(33). 간조직의 cytosol에서  $H_2O_2$ 의 함량을 측정한 결과 (Table 52) 고콜레스테롤 대조군에 비해 무청 공급군에서 감소되었으나 유의적인 차이는 없었다. 간조직의 mitochondria에서는 정상군에 비해 HC군에서 유의적으로 증가되었으

나 무청 파우더를 10%로 공급한 HRH군에서는 정상군 수준으로 감소되었다. 이러한 결과는 무청의 항산화 성분이 효과적으로 활성산소종의 소거에 관여한 것으로 보여진다.

Table 51. Effects of radish leaves on hepatic superoxide radical contents in rats fed high cholesterol diets.

Group	Microsome	Mitochondria
	(nmole/mg protein/min)	
N	6.13 ± 0.26 <sup>c</sup>	27.54 ± 4.75 <sup>bc</sup>
NR	5.04 ± 0.78 <sup>c</sup>	26.94 ± 5.46 <sup>bc</sup>
HC	16.55 ± 1.69 <sup>a</sup>	52.16 ± 5.84 <sup>a</sup>
HRL	9.86 ± 0.40 <sup>b</sup>	39.99 ± 4.32 <sup>ac</sup>
HRM	8.91 ± 0.32 <sup>b</sup>	36.98 ± 4.82 <sup>bc</sup>
HRH	6.39 ± 0.60 <sup>c</sup>	29.45 ± 1.50 <sup>b</sup>

Values are the means±SE(n=10). Those with different superscript letters are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

Table 52. Effects of radish leaves on hepatic hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) contents in rats fed high cholesterol diets.

Group	Cytosol	Mitochondria
	(nmole/mg protein)	
N	0.13 ± 0.01 <sup>NS</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>a</sup>
NR	0.13 ± 0.01	0.11 ± 0.01 <sup>a</sup>
HC	0.14 ± 0.01	0.15 ± 0.01 <sup>b</sup>
HRL	0.13 ± 0.01	0.14 ± 0.01 <sup>b</sup>
HRM	0.13 ± 0.01	0.13 ± 0.01 <sup>ab</sup>
HRH	0.13 ± 0.01	0.11 ± 0.01 <sup>a</sup>

Values are the means±SE(n=10). Those with different superscript letters are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

## 2) 무청의 장내환경 개선 작용을 통한 변비 개선 및 항비만 효과 규명

### (1) 변비개선 효과 관찰

#### ① 장통과시간의 변화

변비개선 효과와 관련된 장통과시간의 변화는 Table 53과 같다. 전체적인 그룹에서 유의성은 없었다.

Table 53. Change of evacuate the feces in rats fed high cholesterol diets with various levels of radish leaves

Groups	장통과시간 (h)
N	7.33±0.52 <sup>ns</sup>
NR	8.33±0.52
HC	7.33±1.03
HRL	8.67±0.52
HRM	8.33±0.52
HRH	8.33±0.52

All values are mean±SE (n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at p<0.05 by Tukey's test.

#### ② 분변의 배설량 및 분변내 수분함량

분변의 배설량 및 분변내 수분함량에 대한 결과는 Table 54와 같다. 분변 배설량(wet weight)은 정상군에 비해 무청공급군들에서 유의적으로 배변량이 증가되었으며, N군에 비해 NR군에서 배설량이 증가되었다. HC군에 비해 HRL군, HRM군 및 HRH군에서 배설량이 27%, 82% 및 107% 씩 각각 증가되었다. 분변중의 수분 함량은 HC군에 비해 정상군과 무청공급군에서 유의적으로 증가되었으며 N군에 비해 NR군의 수분함량이 56% 증가되었으며 HC군에 비해 HRL군, HRM군 및 HRH군에서 수분함량이 160%, 140% 및 360% 씩 각각 현저하게 증가되었다. 이러한 결과는 무청내 다량 함유하고 있는 식이섬유에 의한

결과로 사료되어 지며 Stephen과 Cumming은 수용성 섬유질은 대장에서 미생물의 성장을 자극하므로 배변량을 증가시킨다고 보고하였으며 Hideo는 섬유소가 대장의 연동운동을 증가시켜 대장내용물의 수분함량을 증가시키므로 변비를 해소하는 역할을 한다고 보고하였다.

Table 54. Weights and water contents of feces in rats fed high cholesterol diets with various levels of radish leaves

Groups	Wet weight (g/day)	Dry weight (g/day)	Water content (g/day)
N	2.59±0.29 <sup>1)a2)</sup>	2.43±0.25 <sup>a</sup>	0.16±0.04 <sup>ab</sup>
NR	4.34±0.70 <sup>b</sup>	4.05±0.57 <sup>b</sup>	0.25±0.05 <sup>a</sup>
HC	3.01±0.01 <sup>a</sup>	2.96±0.01 <sup>c</sup>	0.05±0.02 <sup>c</sup>
HRL	3.83±1.15 <sup>ab</sup>	3.71±0.10 <sup>b</sup>	0.13±0.04 <sup>bc</sup>
HRM	5.49±0.04 <sup>b</sup>	5.37±0.05 <sup>d</sup>	0.12±0.03 <sup>b</sup>
HRH	6.23±0.38 <sup>c</sup>	6.01±0.43 <sup>d</sup>	0.23±0.04 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>All values are mean±SE (n=10).

<sup>2)</sup>Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at p<0.05 by Tukey's test.

### ③ 분변의 총지질과 triglyceride 함량

분변으로의 지질배설량을 알아보기 위한 분변의 지질을 분석한 결과는 Table 55과 같다. 분변의 총지질 함량은 N군과 NR군에 비해 HC군 및 무청을 공급한 군들에서 유의적으로 증가되었으며 HC군에 비해 HRL, HRM 및 HRH군에서 68%, 51% 및 51% 각각 증가되었다. 분변 중의 중성지방의 함량은 N 및 NR군에 비해 HC군 및 무청 공급군들에서 유의적으로 증가되었으며 HC군에 비해 HRL, HRM 및 HRH군에서 26%, 119% 및 126% 각각 높았다. 이는 무청 내에 함유된 식이 섬유질과 flavonoids의 생리적 효과에 의한 것으로 사료된다. 이러한 결과는 안 등의 연구에서 무건분 및 양과즙을 공급하여 변중의 총지방, 중성지방 및 총콜레스테롤 배설량을 높였고 특히 무건분에서 가장 많은 양의 지질을 배설하였다는 보고와 유사한 경향이였다.

Table 55. Effects of radish leaves on fecal total lipid, total cholesterol and triglyceride contents in rats fed high cholesterol diets

Groups	Total lipid (mg/day)	Triglyceride (mg/day)
N	50.00±7.55 <sup>c</sup>	7.75±1.53 <sup>d</sup>
NR	62.50±4.89 <sup>c</sup>	7.84±1.11 <sup>d</sup>
HC	167.50±15.00 <sup>b</sup>	37.80±0.21 <sup>c</sup>
HRL	281.67±21.75 <sup>a</sup>	47.52±4.53 <sup>b</sup>
HRM	251.25±24.09 <sup>a</sup>	82.68±1.33 <sup>a</sup>
HRH	252.50±22.17 <sup>a</sup>	85.49±6.13 <sup>a</sup>

All values are mean±SE (n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at p<0.05 by Tukey's test.

#### ④ 간조직 UDP-glucuronyl transferase 활성

간의 담즙대사와 관련된 glucuronidation을 알아보기 위해 UDP-glucuronyl transferase 활성을 관찰한 결과는 Fig. 31과 같다. N 및 NR군에 비해 HC군 및 무청공급군들에서 활성이 유의적으로 증가되었으며 HC군에 비해 HRL 및 HRM군에서 다소 증가하였으나 무청을 5% 공급한 HRH군에서 38% 유의적으로 증가되어 가장 높은 활성을 나타내었다. UDP-glucuronyl transferase는 UDP-glucuronic acid를 glucuronic acid로 전환 촉매하는 내인성, 외인성 화합물의 해독기전에 중요한 효소로 담즙합성에 필요한 황색 담즙색소인 빌리루빈(bilirubin)의 생성에 관여하는 효소이다.

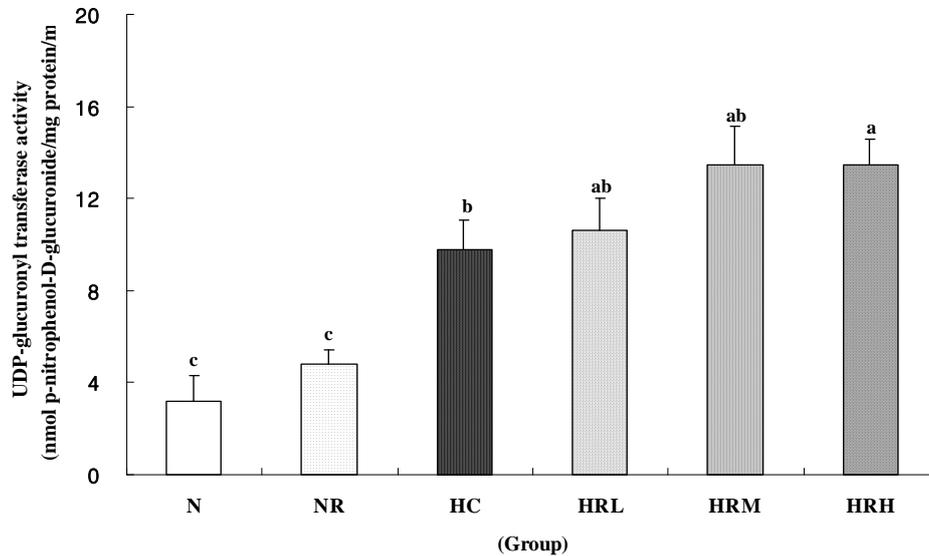


Fig 31. Effects of radish leaves on hepatic UDP-glucuronyl transferase activities in rats fed high cholesterol diets.

All values are mean±SE (n=10). Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

#### ⑤ 분변의 산성 sterol (bile acid) 함량

체내 콜레스테롤 대사의 최종 산물인 담즙산의 배설량을 측정하기 위해 변의 bile acid 함량을 측정한 결과는 Fig. 32와 같다. 정상군에 비해 HC군 및 무청공급군들에서 bile acid 함량이 증가되었으며 HC군에 비해 무청을 2.5% 및 5% 공급한 HRM 및 HRH군에서 130% 및 167%씩 각각 증가되었다. 담즙산의 배설에 있어서 dietschy와 Wilsom은 장관내에서 콜레스테롤이 미셀 형성에 참여 않는 경우는 장내 미생물에 의해 분변으로 배설되고 과량의 콜레스테롤이 흡수되면 생체의 보상작용으로 담즙산의 배설이 증가한다고 보고하였다. Vahouny 등의 보고에 의하면 pectin 등 각종 식이섬유소는 흰쥐의 소장에서 콜레스테롤과 담즙산의 재흡수를 저해하여 이들의 배설을 촉진한다고 하여 무청

의 작용으로 분변중의 담즙산의 배설량이 증가되어 체내 콜레스테롤 감소효과를 나타낼 것으로 사료되어진다.

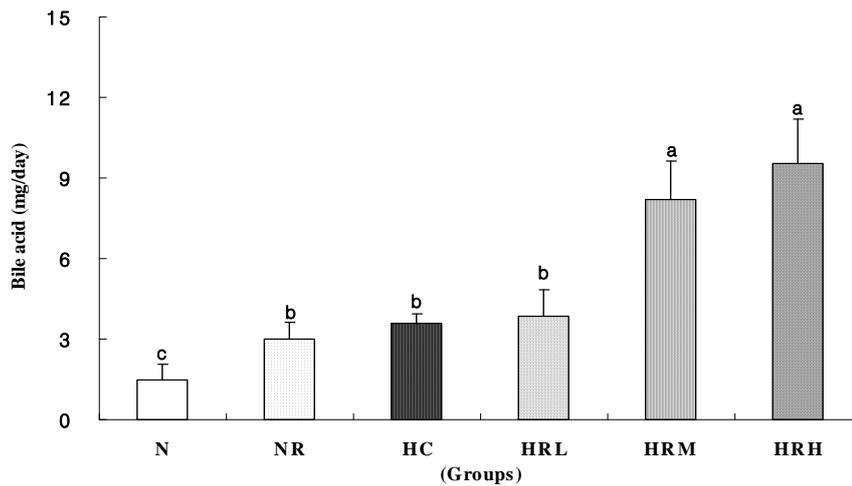


Fig. 32. Effects of radish leaves on fecal bile acid contents in rats fed high cholesterol diets.

All values are mean±SE (n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

#### ⑥ 중성 sterol 함량

체내의 콜레스테롤을 체외로 제거하는 수단인 분변 중성스테롤의 배설량을 관찰하기 위해 분변 시료중 cholesterol, coprostanol, coprostanone 함량을 분석한 결과는 Table 56와 같다. 분변에서의 콜레스테롤 함량은 정상군에 비해 HC군 및 무청공급군들에서 유의적으로 증가되었고, HC군에 비해 HRM 및 HRH군에서 15% 및 30%씩 각각 증가되었다. Coprostanol 함량은 N군에 비해 NR군, HC군 및 무청공급군들에서 유의적으로 증가되었고, HC군에 비해 HRL, HRM 및 HRH군에서 62%, 21% 및 58%씩 각각 증가되었다. 또 Coprostanone 함량도 정상군에 비해 무청공급군들에서 유의적으로 증가되었으며 HC군에 비

해 무청을 5% 공급한 HRH군에서 151% 증가되었다. Chem 등은 변중으로 담즙산이 배설되는 것 이외에도 식물성 식이섬유를 보충 했을 때 중성스테롤의 분변 배설이 증가된다고 보고하였다.

Table 56. Effects of radish leaves on fecal neutral sterol contents in rats fed high cholesterol diets

Groups	Cholesterol (mg/day)	Coprostanol (mg/day)	Coprostanone (mg/day)
N	6.30±1.54 <sup>d</sup>	1.10±1.34 <sup>c</sup>	0.45±0.25 <sup>a</sup>
NR	9.09±4.28 <sup>d</sup>	4.11±0.89 <sup>b</sup>	0.87±0.12 <sup>ab</sup>
HC	175.59±0.41 <sup>b</sup>	13.79±1.88 <sup>a</sup>	0.89±0.33 <sup>ab</sup>
HRL	152.35±10.02 <sup>c</sup>	22.28±6.99 <sup>a</sup>	2.04±0.86 <sup>bc</sup>
HRM	203.30±11.03 <sup>a</sup>	16.69±3.23 <sup>a</sup>	2.01±0.76 <sup>bc</sup>
HRH	227.52±12.34 <sup>a</sup>	21.73±6.85 <sup>a</sup>	2.23±0.36 <sup>c</sup>

All values are mean±SE (n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at p<0.05 by Tukey's test.

⑦ 간조직의 HMG Co A reductase(3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase)의 활성

콜레스테롤 생합성의 율속효소로 알려진 HMG Co A reductase의 활성도 측정 결과는 Table 57와 같다. 무청 보충 실험에서 간조직중의 HMG-Co A reductase 활성은 정상군에 비해 고콜레스테롤 식이군에서 유의적으로 감소되었고 무청공급군에서는 공급수준에 따라 유의적으로 증가되었다.

Table 57. Effects of radish leaves on hepatic HMG-Co A reductase activity in rats fed high cholesterol diets

Groups	HMG-CoA reductase (nmol/min/mg protein)
N	22.55 ± 2.03 <sup>ab</sup>
NR	20.19 ± 1.57 <sup>b</sup>
HC	13.29 ± 1.87 <sup>c</sup>
HRL	17.66 ± 2.76 <sup>bc</sup>
HRM	21.87 ± 1.73 <sup>ab</sup>
HRH	24.39 ± 0.84 <sup>a</sup>

All values are mean±SE (n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at p<0.05 by Tukey's test.

(2) 혈액성상 및 무기질 함량 관찰

① 헤모글로빈(hemoglobin) 및 헤마토크리트(hematocrit) 수치

빈혈의 척도가 되는 헤모글로빈과 헤마토크리트를 관찰한 결과는 Table 58과 같다. 헤모글로빈 함량 및 헤마토크리트치 모두 실험군간의 유의적인 차이는 없었다.

Table 58. Effects of radish leaves on hemoglobin and hematocrit levels in rats fed high cholesterol diets

Groups	Hemoglobin	Hematocrit
	(%)	(%)
N	14.55±0.78 <sup>a</sup>	44.00±5.54 <sup>NS</sup>
NR	14.58±0.35 <sup>a</sup>	43.48±1.12
HC	13.90±0.71 <sup>b</sup>	39.99±3.73
HRL	12.68±1.19 <sup>ab</sup>	41.88±2.53
HRM	13.55±1.45 <sup>ab</sup>	42.10±4.43
HRH	13.50±0.70 <sup>ab</sup>	42.55±0.64

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

② 혈중 칼슘(Ca) 과 철분(Fe) 함량

혈액중의 무기질 함량을 측정한 결과(Table 59) Ca 및 Fe 함량 모두 실험군간의 유의성이 없었다. 따라서 무청 공급에 따른 혈중 무기질의 함량 변화는 없을 것으로 사료되어진다.

Table 59. Effects of radish leaves on blood Ca and Fe levels in rats fed high cholesterol diets

Groups	Ca	Fe
	(mg/dl)	(mg/dl)
N	11.25±0.07 <sup>NS</sup>	189.00±98.99 <sup>NS</sup>
NR	11.83±0.43	145.00±40.17
HC	11.20±0.28	153.00±39.60
HRL	10.68±1.01	167.00±39.60
HRM	11.45±0.55	142.33±23.76
HRH	11.43±0.36	135.00±12.53

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

3) 무청을 이용한 성인병 예방 효과 규명

(1) 항비만 효과 관찰

① 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

실험기간 동안 고지방식이에 의한 실험동물의 체중증가량을 알아보고 각 그룹의 식이섭취량을 파악함으로써 실험 물질의 식이효율을 측정한 결과는 Table 60와 같다. 체중증가량은 정상식이 대조군 (N)에 비해 고지방식이 군 (H)에서 유의적으로 증가하였으며, 고지방식이 군에 실험물질 (HRP, HERP, HERF) 공급함으로써 체중증가량이 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 특히, 실험물질 가운데에서도 식품소재 II (HERP) 및 무청가공식품 공급군(HERF)에

서 유의적인 체중감소를 나타내었으며, 이는 정상식이 대조군과 같은 수준이었다. 식이섭취량은 모든 실험군들에서 유의적인 차이가 없었으며, 이는 본 실험 식이의 조성이 양호하고, 실험쥐의 성장발육이 활발한 시기 때문으로 사료된다. 식이효율은 체중증가량과 같은 경향을 나타내었다. 이상의 결과를 통해 효소처리에 의한 무청분말과 무청가공식품의 공급은 고지방 식이에 의한 체중증가를 막아주며 그 식이효율이 우수함을 관찰할 수 있었다. 본 연구의 선행연구에서도 무청 추출액 투여 시 투여량이 증가할수록 체중증가율이 감소되어 무청이 체중증가 억제에 영향을 미친다고 보고하였다.

Table 60. Body weight gain, food intake and food efficiency ratio (FER) of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves in rats fed high fat diet for 3 weeks

Groups <sup>1)</sup>	Body weight gain (g)	Food intake (g/day)	FER (%)
N	126.17 ± 8.30 <sup>b</sup>	1062.00 ± 31.00 <sup>NS</sup>	0.12 ± 0.01 <sup>b</sup>
H	160.14 ± 10.24 <sup>a</sup>	1054.14 ± 49.58	0.15 ± 0.01 <sup>a</sup>
HRP	150.50 ± 11.36 <sup>ab</sup>	1087.33 ± 83.07	0.14 ± 0.02 <sup>ab</sup>
HERP	129.00 ± 8.45 <sup>b</sup>	1050.67 ± 68.56	0.12 ± 0.01 <sup>b</sup>
HERF	130.50 ± 12.83 <sup>b</sup>	970.00 ± 72.34	0.13 ± 0.01 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>All values are mean±SE (n=8). Values with different superscripts within the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's HSD test.

<sup>3)</sup>Not significant.

## ② 지방조직 무게

고콜레스테롤 식이에 무청가공 형태에 따라 4주간 공급한후 지방무게를 측정된 결과(Table 61) 부고환지방은 H군에 비해 실험물질 공급군 모두에서 감소하였으나 유의적인 차이는 없었고 abdominal fat은 H군에 비해 실험물질

공급군 모두에서 유의적으로 감소하였으며 특히 효소처리한 무청을 공급한 군 (HERP)과 무청가공식품 공급군(HERF)에서는 정상군 수준으로 감소하였다.

Table 61. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on epididymal fat and abdominal fat in rats fed high fat diet.

Groups	Epididymal fat (g)	Abdominal fat (g)
N	0.92 ± 0.16 <sup>b</sup>	4.95 ± 0.59 <sup>c</sup>
H	1.15 ± 0.08 <sup>a</sup>	9.22 ± 0.31 <sup>a</sup>
HRP	1.02 ± 0.12 <sup>ab</sup>	7.40 ± 0.57 <sup>b</sup>
HERP	0.84 ± 0.06 <sup>ab</sup>	4.89 ± 0.18 <sup>c</sup>
HERF	0.93 ± 0.08 <sup>ab</sup>	5.50 ± 0.12 <sup>bc</sup>

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

### ③ 혈당수준 측정

고지방식이가 혈당수준의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 혈청 포도당 수준을 측정된 결과는 Fig. 33과 같다. 결과에서처럼 모든 그룹 간에 유의적인 차이는 없었다. 그러나 고지방식이에 의해 정상식이보다 혈당 수준이 다소 높게 측정되는 개체들도 있었으며, 또한 무청으로 제조한 본 연구의 실험물 질들을 공급함으로써 혈당수준이 낮게 측정되었다. Rhee 등의 연구에서는 무청 추출액 투여 시 투여량이 증가할수록 체중증가율이 감소되어 무청이 체중증가 억제에 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 무청분말 및 무청 가공식품은 정상인에게 당뇨를 예방하고 당뇨상태에서는 혈당의 증가를 억제하는 효과도 기대해 본다.

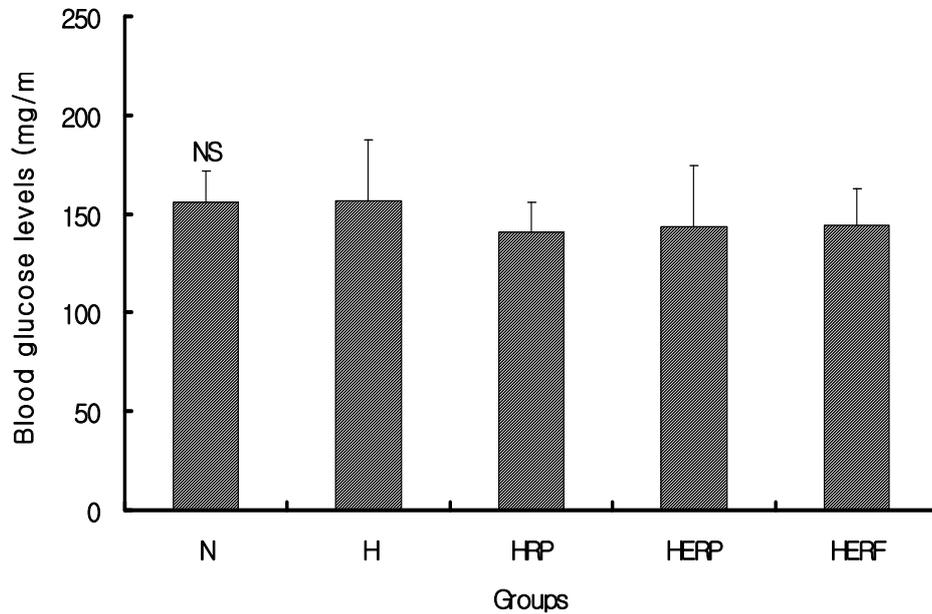


Fig. 33. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on serum blood glucose levels in rats fed high fat diet. Groups conditions are the same as in Table 1.

All values are mean±SE (n=8). Bar with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Tukey's HSD test.

④ 혈중의 중성지방(triglyceride), 총콜레스테롤(total-cholesterol) 함량

무청 가공 형태에 따른 혈청중의 중성지방과 총콜레스테롤 함량을 측정 한 결과(Table 62) 중성지방 농도는 정상군에 비해 H군에서 유의적으로 증가되었고 고지방식이군(H군)에 비해 가공형태를 달리한 무청 공급군 모두에서 유의적으로 감소되었다. 그러나 무청과우더를 공급한 군간의 유의적인 차이는 없었다. 또한 혈청 중 총콜레스테롤 농도도 중성지방의 결과와 유사한 경향이였다.

Table 62. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on hepatic triglyceride and total cholesterol in rats fed high fat diet for 3 weeks

Groups	TG	Total-cholesterol
	mg/dl	mg/dl
N	46.21±5.21 <sup>c</sup>	82.04±6.40 <sup>c</sup>
H	89.13±6.74 <sup>a</sup>	171.80±13.68 <sup>a</sup>
HRP	66.49±4.13 <sup>b</sup>	127.04±12.31 <sup>b</sup>
HERP	66.86±5.02 <sup>b</sup>	123.57±13.42 <sup>b</sup>
HERF	64.71±4.04 <sup>b</sup>	136.03±14.36 <sup>b</sup>

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

⑤ 간조직 총지질 및 중성지질의 함량

무청분말 및 무청가가공식품의 공급을 통해 고지방식이에 의한 조직의 지질증가 억제 효과를 알아보기 위해 간조직의 총지질량 및 중성 지질의 함량을 측정된 결과는 Table 63과 같다. 조직 1 g에 대한 총지질 함량을 측정하여 그룹 간에 차이를 비교한 결과 정상식이 대조군 (N)에 비해 고지방식이 군 (H)에서 유의적으로 증가하였으며, 고지방식이 군에 실험물질 (HRP, HERP, HERF) 공급함으로써 체중증가량이 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 특히, 실험물질 가운데에서도 효소처리에 의한 무청 공급군 (HERP) 및 무청가가공식품 공급군 (HERF)에서 유의적인 체중감소를 나타내었으며, 이는 정상식이 대조군과 같은 수준이었다. 중성지질 함량 또한 총지질과 같은 경향을 나타내었으며, 이로써 무청분말 및 무청가가공식품은 고지방식으로 인한 총지질 및 중성지질의 증가를 감소시키는 것을 관찰할 수 있었다.

Table 63. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on hepatic total-lipid and triglyceride in rats fed high fat diet for 3 weeks

Groups <sup>1)</sup>	Total-lipid (g/g wet tissue)	Triglyceride (mg/dL)
N	0.07 ± 0.01 <sup>b</sup>	219.77 ± 13.63 <sup>b</sup>
H	0.13 ± 0.01 <sup>a</sup>	323.51 ± 21.74 <sup>a</sup>
HRP	0.09 ± 0.02 <sup>ab</sup>	275.76 ± 26.42 <sup>ab</sup>
HERP	0.08 ± 0.02 <sup>b</sup>	215.08 ± 30.00 <sup>b</sup>
HERF	0.07 ± 0.03 <sup>b</sup>	243.60 ± 17.66 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>All values are mean±SE (n=8). Values with different superscripts within the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's HSD test.

<sup>3)</sup>Not significant.

#### ⑥ 간조직의 콜레스테롤 함량

간조직의 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤 및 LDL 콜레스테롤 함량을 측정하여 그룹간의 차이를 비교한 결과는 Table 64와 같다. 간조직 총콜레스테롤 및 의 함량의 경우 정상식이 대조군 (N)에 비해 고지방식이 군 (H)에서 유의적으로 증가하였으며, 고지방식이 군에 실험물질 (HRP, HERP, HERF) 공급함으로써 총콜레스테롤 량이 유의적으로 감소하여 정상식이 대조군과 같은 수준을 나타내었다.

체내 함량이 높을수록 심혈관계질환이 예방되는 것으로 알려져 있는 이른 바 좋은 콜레스테롤로 불리우는 HDL-콜레스테롤의 경우에는 HDL 콜레스테롤과 반대 경향을 나타내었다. 즉, 정상식이 대조군 (N)에 비해 고지방식이 군 (H)에서 유의적으로 감소하였으며, 고지방식이 군에 실험물질 (HRP, HERP, HERF) 공급함으로써 총콜레스테롤 량이 유의적으로 증가하여 정상식이 대조군과 같은 수준을 나타내었다. LDL-콜레스테롤은 HDL-콜레스테롤과 같은 경향

이었다. 따라서 무청분말 및 무청가가공식품은 고지방식에 의한 조직의 콜레스테롤 함량의 이상을 조절하는 효과가 있다고 사료된다.

Table 64. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on hepatic total-cholesterol HDL-cholesterol and LDL-cholesterol levels in rats fed high cholesterol diets with various levels of radish leaves.

Groups <sup>1)</sup>	Total-cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol
	(mg/dL)		
N	106.57 ± 13.39 <sup>b</sup>	3.01 ± 0.20 <sup>a</sup>	58.45 ± 12.30 <sup>b</sup>
H	186.90 ± 19.89 <sup>a</sup>	2.17 ± 0.23 <sup>b</sup>	94.50 ± 10.67 <sup>a</sup>
HRP	123.35 ± 11.42 <sup>b</sup>	2.88 ± 0.14 <sup>a</sup>	57.32 ± 3.19 <sup>b</sup>
HERP	120.59 ± 27.09 <sup>b</sup>	2.82 ± 0.12 <sup>a</sup>	66.79 ± 10.20 <sup>b</sup>
HERF	126.62 ± 15.98 <sup>b</sup>	3.06 ± 0.12 <sup>a</sup>	62.12 ± 9.31 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>All values are mean±SE (n=8). Values with different superscripts within the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's HSD test.

<sup>3)</sup>Not significant.

#### ⑨ 간조직의 동맥경화지수 (atherogenic index, AI)

동맥경화지수(AI)의 경우에도 총지질, 중성지질 및 총 콜레스테롤의 경우에서와 같이 정상식이 대조군 (N)에 비해 고지방식이 군(H)에서 유의적으로 증가하였으며, 고지방식이 군에 실험물질 (HRP, HERP, HERF) 공급함으로써 총콜레스테롤 량이 유의적으로 감소하여 정상식이 대조군과 같은 수준을 나타내었다. 따라서 무청분말 및 무청가가공식품의 공급은 고지방식으로 인한 비만, 고혈당 및 지방간 등의 발병을 감소시키는 효과가 있을 뿐만 아니라, 조직의 콜레스테롤 함량의 이상을 조절함으로써 심혈관계 질환의 위험성을 낮추는데 매우 우수한 효과가 있다고 사료된다.

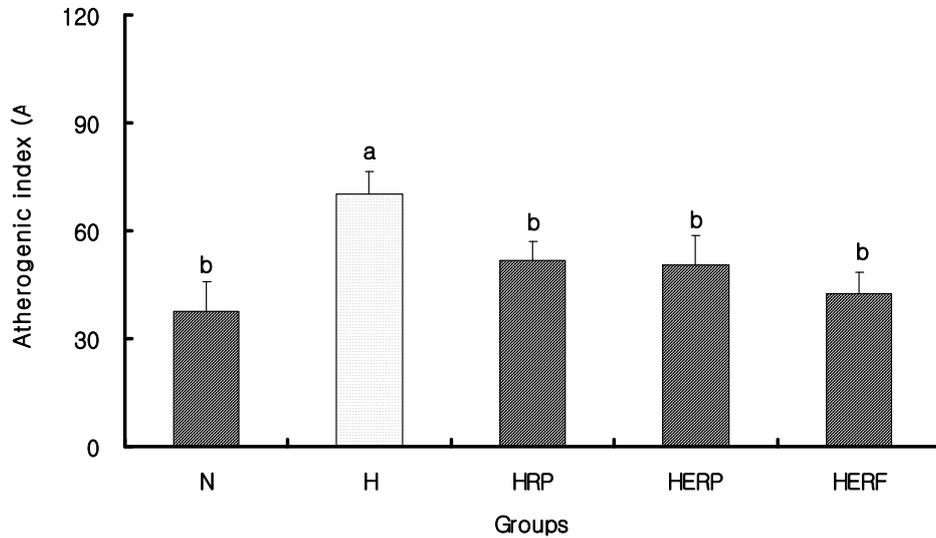


Fig. 34. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on blood glucose levels in rats fed high fat diet. Groups conditions are the same as in Table 1.

All values are mean±SE (n=8). Bar with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Tukey's HSD test.

(2) 변비개선 효과 관찰

① 장통과시간의 변화

변비개선 효과와 관련된 장통과시간의 변화는 Table 65와 같다. 전체적인 그룹에서 유의성은 없었다.

② 분변의 배설량 및 분변내 수분함량

분변의 배설량 및 분변내 수분함량에 대한 결과는 Table 66와 같다. 분변 배설량(wet weight)은 정상군에 비해 무청공급군들에서 유의적으로 배변량이 증가되었으며, H군에 비해 HRP군, HERP군 및 HERF군에서 배설량이 유의적으로 증가되었다. 분변중의 수분 함량또한 배설량과 유사한 결과를 나타내었다.

Table 65. Change of evacuate the feces in rats fed high cholesterol diets with various form of radish leaves

Groups	장 통과 시간 (h)
N	11.39±1.01 <sup>NS</sup>
HF	10.34±0.76
HRP	10.16±0.97
HERP	9.73±0.68
HERF	10.14±1.51

All values are mean±SE (n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at p<0.05 by Tukey's test.

Table 66. Weights and water contents of feces in rats fed high cholesterol diets with various form of radish leaves

Groups	Wet weight (g/day)	Dry weight (g/day)	Water content (g/day)
N	4.08±0.31 <sup>1) b2)</sup>	3.64±0.41 <sup>b</sup>	0.44±0.04 <sup>a</sup>
H	4.30±0.53 <sup>b</sup>	3.84±0.37 <sup>b</sup>	0.46±0.03 <sup>a</sup>
HRP	5.85±0.52 <sup>a</sup>	4.18±0.47 <sup>bc</sup>	0.67±0.05 <sup>b</sup>
HERP	6.93±0.43 <sup>a</sup>	5.49±0.43 <sup>a</sup>	1.45±0.08 <sup>c</sup>
HERF	5.81±0.53 <sup>a</sup>	5.12±0.40 <sup>ac</sup>	0.68±0.04 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>All values are mean±SE (n=10).

<sup>2)</sup>Values within a column with different superscripts are significantly different among groups at p<0.05 by Tukey's test.

(3) 간조직중의 항산화 효소 및 항노화 관찰

① Superoxide dismutase(SOD) 및 glutathione peroxidase(GPx) 활성

생체내 항산화방어기구 중 효소적 방어계의 하나로서 superoxide radical을 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>로 환원시키므로서 산소독으로부터 생체를 보호하는 SOD 활성을 간조직에서 관찰한 결과 실험군간의 유의적인 차이는 없었으나 실험식이 공급군에서 H군에 비해 다소 증가한 경향이였다. Selenium을 함유하는 항산화 효소로 비타민 E와 함께 과산화물을 제거함으로서 세포막의 손실을 방어하는 GSHpx의 활성을 관찰한 결과 정상군에 비해 고지방 공급군 모두에서 감소되었으나 효소처리한 무청파우더 공급한 군에서는 H군에 비해 유의적으로 증가되었다.

Table 67. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on hepatic superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GSH-px) activities in rats fed high cholesterol diets

Groups	SOD	GSH-px
	(unit/mg protein/min)	(nmol NADPH/min/mg protein)
N	3.41±0.22 <sup>NS</sup>	391.81±29.24 <sup>a</sup>
H	2.94±0.27	316.76±23.63 <sup>b</sup>
HRP	3.12±0.31	348.53±29.57 <sup>ab</sup>
HERP	3.21±0.27	393.87±36.01 <sup>a</sup>
HERF	3.17±0.39	360.25±19.66 <sup>ab</sup>

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

② 간조직중의 과산화지질(TBARS) 함량

과산화지질의 함량을 간조직에서 관찰한 결과 고지방식이군에 비해 무청 공급군 모두에서 유의적으로 감소되었으며 특히 효소처리한 무청 파우더 및

무청 가공품에서는 정상군 수준으로 감소하였다.

Table 68. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on hepatic thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) values in rats fed high cholesterol diets.

Groups	TBARS
	(MDA nmol/mg protein)
N	2.32 ± 0.12 <sup>c</sup>
H	4.10 ± 0.27 <sup>a</sup>
HRP	3.12 ± 0.17 <sup>b</sup>
HERP	2.55 ± 0.23 <sup>c</sup>
HERF	2.88 ± 0.38 <sup>bc</sup>

Values are the means±SE(n=10). Those with different superscript letters are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

### ③ 간조직중의 carbonyl value 함량

간조직의 산화적 손상의 지표로 삼고 있는 산화단백질의 생성지표인 carbonyl 가 함량을 microsome에서 측정된 결과 정상군에 비해 HC군에서 유의적으로 증가되었으나 무청파우더를 공급한 군들에서 정상군 수준으로 감소되었다. 또한 mitochondria에서 carbonyl가를 측정된 결과는 H군에 비해 무청공급군 모두에서 다소 감소하였으나 유의성은 없었다(Table 69).

### ④ 간조직의 superoxide radical 함량

간조직의 microsome에서 superoxide radical 함량을 측정된 결과 정상군에 비해 고지방군(H)에서 유의적으로 증가되었으나 무청파우더를 공급한 모든군에서 유의적으로 감소되었으며 특히 효소처리한 무청파우더를 공급한

HERP군과 무청가공품을 공급한 HERF군에서는 정상군 수준으로 감소되었다. 간조직의 mitochondria에서는 무청처리를 달리한 모든 군에서 정상군 수준으로 감소하였다(Table 70).

Table 69. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on hepatic carbonyl value in rats fed high cholesterol diets.

Groups	Microsome	Mitochondria
N	24.04 ± 2.01 <sup>b</sup>	20.68 ± 2.04 <sup>NS</sup>
H	30.66 ± 2.97 <sup>a</sup>	22.17 ± 2.38
HRP	24.94 ± 3.27 <sup>ab</sup>	21.41 ± 2.01
HERP	23.62 ± 1.04 <sup>b</sup>	20.30 ± 1.51
HERF	25.07 ± 3.13 <sup>ab</sup>	21.60 ± 2.07

All values are mean±SE (n=10). Those with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

Table 70. Effects of powder and processed food from enzymic-treated Radish leaves on hepatic superoxide radical contents in rats fed high cholesterol diets.

groups	Microsome	Mitochondria
N	12.68 ± 1.95 <sup>c</sup>	7.57± 1.23 <sup>b</sup>
H	24.39 ± 1.35 <sup>a</sup>	12.94 ± 1.40 <sup>a</sup>
HRP	19.59± 1.02 <sup>b</sup>	10.10 ±1.52 <sup>b</sup>
HERP	17.20 ± 2.60 <sup>bc</sup>	10.26 ± 1.81 <sup>b</sup>
HERF	14.72 ± 1.20 <sup>c</sup>	10.51 ± 1.41 <sup>b</sup>

Values are the means±SE(n=10). Those with different superscript letters are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

## 제 4 장 목표달성도 및 주요 연구성과

### 1. 목표 달성도

무청의 식품 소재로의 가능성을 탐색하기 위하여 무청의 기능성 성분 확인, 식품 소재화 및 가공 제품 개발을 위한 최적 가공 방법 확립, 원료 무청의 안전 범위 예측과 품질 기준 지침 설정과 협동과제로 동물 실험을 통한 무청의 지질대사 개선 및 항산화 효과를 검증하여 본 과제의 최종 목표인 고부가가치 식품소재 및 가공 제품 개발을 하였다.

### 2. 일반 활용계획

- 무청의 기능성 물질의 탐색 및 유효 성분의 과학적 규명
- 무청을 이용한 기능성 식품 소재 및 가공 제품 공정 개발
- 무청 및 최종 제품의 우수성 규명으로 폐자원인 무청의 이용도 증대
- 무청 및 최종 제품의 우수성 규명 홍보 및 기술이전

### 3. 주요 연구성과

#### ① 특허 출원 1건

- 체내 지질대사 개선 및 수용성 식이섬유가 강화된 무청 식품소재 및 가공식품 제조 방법(출원번호 : 2006-0081820)

#### ② 학회 발표 5건

- Changes of Quality Characteristics in the Radish(*Raphanus sativus* L) Leaves according to Varieties and Drying Condition. Kyung-Hyung Ku, Young-Lim Kim and Young-Hwan Lee, 72차 한국식품과학회 (2005. 6)
- Changes of contaminated microbes in the radish(*Raphanus sativus* L.) Leaves according to pre-treatment method. Kyung-Hyung Ku, Kyung-A

Lee, Myung-Ki Lee, 72차 한국식품과학회 (2005. 6)

- Effects of radish leaves powder on hepatic antioxiative system in rats fed high-cholesterol diet. Jung-Mo Ah, soon-Jae Rhee, Eun Hye Kwon, Kyung-Hyung Ku, Sang-Woon Kim, Jeong-Hwa Choi, 72차 한국식품과학회 (2005. 10)
- 건조 무청 추출물의 생리활성 물질, 구경형, 이경아(한국식품과학회, 73차 제주도 2006. 6)
- 무청분말이 고콜레스테롤 식이 흰쥐에서의 분변 중 지질조성에 미치는 영향. 권은혜, 안정모, 장미진, 손효현, 구경형, 최정화 (2006 한국영양학회 춘계 심포지움, 2006. 5. 26)

③ 학술지 게재 3건, 투고 예정 1건

- 이순재, 안정모, 구경형, 최정화 : 무청이 고콜레스테롤 식이 흰쥐 간조직의 항산화계에 미치는 영향. 한국식품영양학회지, 34(8), 1157-1163(2005)
- 구경형, 이경아, 김영립, 이명기: 전처리 방법이 무청의 표면 미생물 변화에 미치는 영향, 한국식품영양과학회지, 35(5), 649-654(2006)
- 구경형, 이경아, 김영립, 이용환: 열풍건조 무청의 품질 특성, 한국식품영양과학회지, 35(6), 780-785(2006)

# APPENDIX

## 식품 공전

### 9. 면 류

면류라 함은 곡분 또는 전분을 주원료로 하여 성형하거나 이를 열처리, 건조 등을 한 건면류, 생면류, 숙면류, 유당면류, 호화 건면류, 개량 숙면류, 냉동면류, 파스타류 제품 등을 말한다.

#### 9-1 면류

##### 1) 정의

면류라 함은 곡분 또는 전분을 주원료로 하고 필요에 따라 식품첨가물 등을 혼합한 후 면발을 성형한 것이거나 이를 열처리, 유당처리, 건조 등의 방법으로 가공한 것 또는 이에 수프를 첨가한 것을 말한다.

##### 2) 식품유형

###### (1) 건면류

밀가루 등의 곡분 또는 전분을 주원료로 하여 만든 생면 또는 숙면을 건조시킨 것을 말한다.

###### ① 국수

밀가루 등의 곡분을 주원료로 하여 제조한 것을 말한다.

###### ② 냉면

메밀가루 및 곡분(밀가루 포함) 또는 전분을 주원료로 하여 압출, 성형 등 제조·가공한 것을 말한다.

###### ③ 당면

전분(80%이상)을 주원료로 하여 제조한 것을 말한다.

###### (2) 생면류

면발을 성형한 후 바로 포장한 것이거나 표면만 건조시킨 국수, 수제비류, 만두피류 등을 말한다.

###### (3) 숙면류

면발을 성형한 후 익힌 것 또는 면발의 성형과정 중 익힌 것으로서 국수, 냉면, 당면, 수제비류 등을 말한다.

(4) 유당면류

면발을 익힌 후 유당 처리한 것을 말한다.

(5) 호화건면류

면발을 호화한 후 건조한 것을 말한다.

(6) 개량숙면류

면발을 성형하고 찌거나 삶은 다음 밀봉포장 후 가열살균하여 장기보존이 가능한 것을 말한다.

(7) 냉동면류

생면 또는 숙면을 냉동한 것을 말한다.

(8) 파스타류

듀럼 세모리나, 파리나 또는 밀가루를 주원료로 하여 파스타 성형기로 고압 압출 후, 절단하여 숙성, 건조한 것으로서 마카로니, 스파게티, 버미셀리를 말한다.

3) 규격

유형 항목	건면류·호화건면류· 파스타류	생면류·숙면류	유당면류	개량숙면류
(1) 정상	고유의 향미를 가지고 이미·이취가 없어야 한다.			
(2) 수분 (%)	14.0이하(다만, 호화건면류와 파스타류는 13.0이하, 당면은 15.0이하)	—	10.0이하	—
(3) 산가	—	—	2.0이하	—
(4) 과산화물가	—	—	30.0이하	—
(5) 타르 색소	검출되어서는 아니된다.			
(6) 보존료	검출되어서는 아니된다.			
(7) 세균수 (g당)	—	1,000,000이하(주정침지제품에 한한다) 100,000이하(살균제품에 한한다)	—	1,000이하
(8) 대장균	—	음성(주정침지제품에 한한다)	—	—
(9) 대장균군	—	음성(살균제품에 한한다)	—	음성

4) 시험방법

(1) 수분

검체(수프를 제외하되 면과 수프를 분리할 수 없을 경우에는 이를 포함한다. 이하 같음)를 분말로 한 후 제7. 일반시험법 1. 일반성분시험법 1)

수분에 따라 시험한다.

(2) 산가

검체는 스프를 제외하되 분리할 수 없는 경우는 스프제거의 목적으로 면을 35~40℃의 물로 3회 정도(세척한 물이 스프의 색상을 나타내지 않을 정도) 충분히 세척하여 분쇄 또는 세절하여 필요한 양의 유지가 얻어질 수 있도록 적당량을 공전 삼각플라스크에 취하여 잠길 정도의 정제에테르를 넣고 때때로 흔들면서 약 2시간 방치한 후, 검체의 고형물이 유출되지 않도록 건조여과지로 여과하고 다시 삼각플라스크 중의 검체에 정제에테르(앞의 절반정도량)를 넣어 흔들어 섞은 후 동일 여지에 반복여과한다. 여액을 분액깔때기에 옮기고, 이 여액의 약 1/2~1/3용액에 해당하는 물을 넣어 잘 흔들어 씻고 물층은 버린다. 이 조작을 2회 되풀이하고 에테르층은 분취하여 무수황산나트륨으로 탈수한 후 질소가스 또는 이산화탄소로 통과하면서 40℃의 수욕상에서 감압하여 에테르를 완전히 날려 보내고 남은 유지 약 10g을 정밀하게 달아 제7.일반시험법 1.일반성분시험법 4)지질 (3) 화학적시험 ① 산가에 따라 시험한다.

(3) 과산화물가

앞의 산가에서 추출한 유지 1~5g을 정밀히 달아 제7. 일반시험법 1. 일반성분시험법 4) 지질 (3) 화학적시험 ⑤ 과산화물가에 따라 시험한다. 단, 계산식 중 S는 유지의 g을 말한다.

(4) 타르색소

제7. 일반시험법 5. 착색료시험법에 따라 시험한다.

(5) 보존료

제7. 일반시험법 2. 보존료시험법에 따라 시험한다.

(6) 세균수

검체의 용기, 포장의 표면을 70% 알코올솜으로 잘 닦은 후, 멸균한 기구로 개봉하여 내용물 전체를 잘게 썰어 무작위로 10g을 취하여 무균적으로 멸균 균질기에 넣고 멸균인산완충희석액 또는 멸균생리식염수 90ml를 넣어 균질화한다. 이를 검액으로 하여 제7. 일반시험법 8. 미생물시험법 2) 세균수(일반세균수)에 따라 시험한다.

(7) 대장균

위 (6)에서 만든 검액을 가지고 제7. 일반시험법 8. 미생물시험법 6) 대장균 (2) 한도시험에 따라 시험한다.

(8) 대장균군

위 (6)에서 만든 검액을 가지고 제7. 일반시험법 8. 미생물시험법 5) 대장균군 (1) 정성시험 ③ 데스옥시콜레이트 유당하천배지에 의한 정성법에 따라 시험한다.

## 14-14 복합조미식품

### 1) 정의

복합조미식품이라 함은 식품에 당류, 식염, 향신료, 단백가수분해물, 효모 또는 그 추출물, 식품첨가물 등을 혼합하여 분말, 과립 또는 고형상으로 건조 등 가공한 것으로서 식품에 특유의 맛과 향을 부여하기 위해 사용하는 것을 말한다.

### 2) 식품유형

### 3) 규격

- (1) 색상 : 고유의 색택과 향미를 가지고 이미·이취가 없어야 한다.
- (2) 수분(%) : 8.0이하
- (3) 타르색소 : 검출되어서는 아니된다.
- (4) 대장균 : 음성이어야 한다.

### 4) 시험방법

- (1) 수분  
제7. 일반시험법 1. 일반성분시험법 1) 수분에 따라 시험한다.
- (2) 타르색소  
제7. 일반시험법 5. 착색료시험법에 따라 시험한다.
- (3) 대장균  
제7. 일반시험법 8. 미생물시험법 6) 대장균에 따라 시험한다.

## 20. 기타 식품류

기타 식품류라 함은 1. 과자류 내지 19. 건포류의 식품군에 해당되지 아니하는 식품으로서 다음에서 정하는 식품을 말한다.

### 20-1 즉석건조식품

#### 1) 정의

즉석건조식품이라 함은 농·임·축·수산물 또는 그 가공품 등을 혼합하여 가공, 건조한 것으로 물을 가하여 끓이거나 또는 열수를 가하면 스프, 죽, 국, 탕, 찌개 등이 되는 것으로 타 품목군에 해당되지 아니하는 것을 말한다.

#### 2) 식품유형

#### 3) 규격

- (1) 정상 : 고유의 색택과 향미를 가지고 이미·이취가 없어야 한다.
- (2) 수분(%) : 8.0이하
- (3) 살모넬라 : 음성이어야 한다(단, 알, 계육 3%이상 함유제품에 한한다).
- (4) 타르색소 : 검출되어서는 아니된다.

#### 4) 시험방법

- (1) 수분  
제7. 일반시험법 1. 일반성분시험법 1) 수분에 따라 시험한다.
- (2) 살모넬라  
제7. 일반시험법 8. 미생물시험법 13) 살모넬라에 따라 시험한다.
- (3) 타르색소  
제7. 일반시험법 5. 착색료시험법에 따라 시험한다.

## 【요약서】

### 【요약】

본 발명은 무청을 아라비나아제, 베타-글루칸나아제, 헤미셀룰라아제, 자일라아제 등의 효소로 무청의 섬유질을 분해하여 무청 자체의 조직감 개선과 무청 고유의 녹색을 유지시켜 기호성이 향상되고, 인체에 유용한 식이섬유 함량이 증가된 무청 식품 소재 개발을 목적으로 한다.

본 발명에 의해 얻을 수 있는 무청 식품 소재는 체내 지질 대사효과가 있고, 식품 소재로 사용할 경우 무청 고유의 녹색을 장시간 유지시킬 수 있어 무청의 양질의 영양성분과 소비자가 원하는 무청 고유의 녹색을 가공 식품에 부여할 수 있다.

### 【대표도】

도 1, 도 2, 도 3

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

체내 지질 대사 개선 및 수용성 식이섬유가 강화된 무청 식품 소재 및 가공식품 제조 방법 {Manufacturing method for food material and processed foods with improved lipid metabolism and enriched dietary fiber from Radish leaves(*Raphanus sativus* L.)}

### 【도면의 간단한 설명】

도 1은 무청 식품 소재 제조 방법이다.

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 무청을 아라비나아제, 셀룰라아제, 베타 글루칸나아제, 헤미셀룰라아제, 자일라아제 등의 효소로 무청의 섬유질을 분해하여 무청 자체의 조직감 개선과 인체에 유용한 식이섬유 함량이 증가되어 이를 섭취할 시 체내 지질 대사를 개선시키고, 또한 무청 고유의 녹색을 유지시켜 기호성이 향상된 무청 식품 소재 개발이다.

무청 (*Raphanus sativus* L.)은 우리나라 대표 채소중의 하나로 삼국시대에 중국에서 도입된 후 고려시대에는 재배가 보편화되었던 것으로 추정된다. 무청은 칼슘, 철분, 비타민 A와 C, 식이섬유가 풍부하게 함유하고 있고, 김치의 원료, 무침 또는 자연건조시켜 채소가 귀했던 겨울철에 말린 나물류와 함께 이용되었다. 건조 채소의 경우 채소 고유의 녹색이 건조 과정 중에 변색되거나 풍미 저하가 일어나므로 유기산, 항산화제 등을 이용한 전처리 및 열풍 건조에 의한 건조 시간 단축 등으로 채소 고유의 색을 유지하려는 시도가 있다.

한편 국내는 급격한 경제성장, 식생활의 서구화로 영양섭취 과다와 함께 정제된 곡류를 이용한 가공 식품 및 인스턴트 식품의 증가, 노인 인구의 증가로 암, 동맥경화, 고혈압, 심장질환, 뇌질환 및 당뇨 등 각종 성인병에 노출됨에 따라 건강장수에 관심이 깊어지면서 천연물 유래 건강식품에 대한 소비자의 기호성의 증대와 더불어 합성첨가물을 사용한 식품을 꺼리는 경향이 두드러지면서 보다 안전한 기능성이 있는 천연 식품 소재 개발이 요구되고 있다.

한편 본 발명의 필수 구성성분인 무청과 관련된 종래 기술로는 끓는 소금물로부터 발생된 고열의 수증기로 무청 시래기를 찌 후 건조 시키는 배추 또는 무청 시래기의 제조 방법 및 그 장치(등록번호 10-0382412), 무청 시래기를 물, 대나무 숯, 은행나무잎, 죽초 액에 넣고 끓인 후 건조하여 포장한 시래기 제조방법(공개번호 특 2002-0090199), 양념과 같이 포장하여 소비자 기호에 맞도록 무청을 이용한 식품 제조 방법 (출원번호 10-2004- 0002077), 이외에 무청 또는 무청 녹즙액을 가열처리하여 조직내 결합된 철이 유리되기 쉬운 상태로 변환시켜 여과한 추출액을 감압 농축시킨 철의 흡수능이 개선되고 식이섬유가 풍부하며, 간암억제 효능을 갖는 무청 농축물의 제조 방법(공개번호 10-2006-0015997) 등이 있다.

상기의 방법들은 무청 자체를 물에 데치거나, 쏙, 은행나무잎, 죽초액 혼합물 등의 용액에 침지하여 끓인 후 건조시켜 시래기로 제조하는 방법, 건조 시래기와 된장, 간장 등 양념을 같이 포장하여 국이나 찌개를 손쉽게 제조하는 방법, 무청의 철분 성분이 효과적으로 인체 내에 흡수하여 간 기능에 유효한 효능을 갖도록 제조한 무청 농축물 제조 방법이다. 즉 상기의 방법들은 대량으로 무청 시래기를 제조할 수 있는 방법은 기존의 무청 시래기를 위생적이고 상품성 있게 제조한 것이나 기능성이 부여되지 않았고, 특정 성분만 농축한 무청 농축물은 양질의 성분이 부산물로 생산되는 단점이 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

상기의 문제를 해결하기 위한 본 발명은 무청을 아라비나제, 셀룰라아제, 베타 글루칸나아제, 헤미셀룰라아제, 자일라아제 등의 효소로 무청의 섬유질을 분해하여 무청 자체의 조직감 개선과 무청 고유의 녹색을 유지시켜 기호성이 향상되고, 인체에 유용한 수용성 식이섬유 함량이 증가된 무청 식품 소재 개발을 목적으로 한다.

본 발명에 의해 제조된 무청 식품 소재는 분말 또는 액상으로 제조되어 무청 특유의 거부감 있는 풋내를 제거하면서도, 무청 고유의 녹색을 유지하고, 부분 가수분해에 의해 식이섬유가 강화되어, 인체의 지질 대사에 효과가 있는 식품 재료로 용이하게 이용할 수 있다.

#### 【발명의 구성】

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 무청을 아라비나제, 셀룰라아제, 글루칸나아제, 헤미셀룰라아제, 자일라아제 등의 섬유질 분해 효소로 무청의 섬유질을 분해하여 무청 자체의 조직감 개선과 식이섬유 함량이 증가된 무청 식품 소재 제조 방법 이다.

이하 발명을 보다 상세히 나타내면 다음과 같다.

상기에서 무청을 세척한 후 세절하거나, 마쇄한 무청을 100℃의 열탕이나 스팀으로 10분이내로 처리를 하거나 그대로 사용하기도 한다. 냉각시킨

절단 무청이나 마쇄 무청에 아라비나제, 셀룰라아제, 글루칸나아제, 헤미셀룰라아제, 자일라아제 등이 혼합된 섬유분해 효소를 0.01~0.1% 첨가하여 30~50℃에서 3~48시간 반응시킨다.

상기에서 무청을 열탕처리하거나 마쇄된 무청의 pH는 7 이상을 유지시킨다. 열탕에 사용하는 물과 효소 반응 전 세절 무청 또는 마쇄 무청의 pH 조절은 수용액에서 알칼리성을 띠는 중탄산나트륨(중조,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )을 첨가한다. 이때 중탄산나트륨 대신 pH 조절제로 제3인산칼륨(potassium phosphate dibasic,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ), 제3인산나트륨(sodium phosphate tribasic,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ), 수산화나트륨(NaOH) 중 선택된 어느 하나를 대체하여 사용할 수 있다.

상기 제조된 효소 처리한 세절 무청이나 마쇄액을 감압 농축, 냉동 또는 건조하는 단계

감압 농축은 40~70℃에서 수행하고, 냉동은 -20℃ 이하로, 열풍 건조 시에는 50℃~70℃에서 건조하고자 하는 무청 양에 따라 시간을 조절하여 실시한다.

본 발명에 의해 제조된 액상 효소분해 무청(농축액, 냉동 무청), 열풍 또는 동결 건조된 무청 분말은 식품의 종류, 기호에 따라 1~50 중량 %를 사용할 수 있다

이하 본 발명을 다음의 실험예와 실시예, 시험예에 의하여 보다 상세히 설명하고자 한다. 그러나 이들은 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위해 제안된 것으로서 본원의 권리범위가 이들에 의해 한정되는 것은 아니다.

#### <실험예 1> 전처리 조건에 따른 무청의 색 변화

효소 분해 액상 무청 및 건조 분말의 경우 무청 고유의 녹색을 유지시키기 위하여 전처리 조건에 따른 무청의 색 변화를 조사한 후 최적 조건을 선정하였다.

세척하여 탈수시킨 무청을 100℃ 물에 30분간 끓이면서 무청의 줄기와 잎의 색도변화를 조사한 결과 가열시간이 증가함에 따라 밝기를 나타내는 L값과 녹색을 나타내는 -a값 및 황색도를 나타내는 b값이 감소하였다. 특히 녹색

을 나타내는 -a값의 경우, 무청 줄기는 10분 가열처리 이후 -9.69에서 -3.98로 녹색이 급속히 감소하였고, 잎의 경우는 10분 가열 처리구의 경우 대조구의 -13.73보다 -14.35로 약간 녹색 강도가 증가하였다. 녹색 채소를 67℃에서 30분간 blanching 할 경우 비교적 초록색이 유지되나, 50~120℃에서 가열할 때 클로로필 함량이 빠르게 파괴되어 갈색이 되므로 청의 경우 100℃에서 10분 이하의 blanching을 선정하였다.

표 1. 가열 처리에 따른 무청의 색도 변화

무청 색도	가열 시간(분)					
	대조구	5분	10분	20분	30분	
줄기	L	54.71±2.25	50.17±0.78	46.26±2.98	47.54±6.70	43.54±2.52
	a	-13.24±0.14	-10.98±1.53	-9.69±0.23	-3.98±1.94	-3.51±0.23
	b	26.05±0.01	26.00±0.66	23.25±4.21	20.69±0.92	20.16±0.78
	ΔE	-	5.07	9.58	11.33	15.99
잎	L	42.20±6.67	35.18±1.27	33.08±1.36	34.91±3.07	29.56±0.04
	a	-13.73±0.93	-13.82±1.22	-14.35±3.89	-12.87±0.04	-10.26±0.26
	b	24.52±0.45	22.20±4.38	22.51±0.33	23.51±3.46	20.04±3.11
	ΔE	-	19.91	21.95	20.96	26.03

도 2는 전처리에 따른 무청 고유 색도의 변화를 나타낸 결과이다. 100℃에서 10분간 blanching할 때 물의 pH가 낮을수록 갈변하고, pH가 높을수록 녹색을 그대로 유지하였다(a). Blanching을 하지 않고 건조한 무청(대조구)과 물의 pH를 7로 조절하여 10분 blanching한 후 건조한 무청(처리구)을 물에 침지하여 색도를 비교하면 대조구에 비하여 처리구가 녹색도를 그대로 유지하였다(b). 또 100℃에서 무청을 가열한 경우 전처리를 거치지 않는 대조구에 비하여 처리구가 녹색이 그대로 유지하였다(c).

본 실험 예를 통하여 무청의 전처리 조건을 blanching할 때 물의 pH는 7이상으로 하고 10분 이내로 선정하였다.

<실험예 2> 건조 조건에 따른 무청의 색 변화

전처리에 의해 무청 고유 녹색을 유지시킨 무청을 건조 온도 및 시간에 따른 색도 및 총 클로로필 함량을 조사한 후 최적의 건조 조건을 선정하였

다.

대조구는 동결건조한 시료로 밝기를 나타내는 L값은  $55.18 \pm 0.01$ , 녹색을 나타내는 -a값은  $8.24 \pm 0.02$ , 황색도를 나타내는 b값은  $17.90 \pm 0.06$ 이었으며, 총클로로필 함량은 건물량 1g당  $50.10 \pm 2.10$  mg이었다. 열풍 건조시 건조 온도와 건조 시간이 증가하면 녹색도와 총 클로로필 함량이 감소하였다. 무청 고유의 색도를 그대로 유지하는 동결 건조한 대조구와 비교하여 60℃, 70℃에서 2시간 건조한 시료의 경우가 가장 고유의 색도를 유지하였으나 완전 건조가 되지 않은 77.37%, 43.50%의 수분 함량을 유지하였다. 또 열풍 건조 온도 50℃를 유지하여 12시간 건조할 경우 무청 고유의 녹색도를 그대로 유지하면서 수분 함량도 11.35%로 완전 건조가 되었다. 열풍건조시 온도는 70℃이하로 하고, 건조 시간은 조절하여 원하는 색도와 수분함량을 조절한 무청을 생산할 수 있다.

표 2. 열풍 건조 온도 및 시간에 따른 무청의 클로로필 함량 및 색도 변화

	Color valule			총클로로필 함량 (mg/g, 건물량)	수분함량 (%)
	L	a	b		
대조구 (동결건조)	$55.18 \pm 0.01$	$-8.24 \pm 0.02$	$17.90 \pm 0.06$	$50.10 \pm 2.10$	$10.47 \pm 0.05$
50℃, 12시간	$52.25 \pm 0.05$	$-7.31 \pm 0.50$	$16.03 \pm 0.05$	$49.95 \pm 3.50$	$11.35 \pm 0.58$
60℃, 2시간	$52.40 \pm 0.02$	$-7.79 \pm 0.04$	$17.10 \pm 0.05$	$50.30 \pm 3.10$	$77.37 \pm 3.09$
60℃, 6시간	$46.37 \pm 0.01$	$-4.44 \pm 0.02$	$14.47 \pm 0.02$	$39.31 \pm 1.03$	$66.70 \pm 5.59$
70℃, 2시간	$45.25 \pm 0.02$	$-7.92 \pm 0.03$	$17.41 \pm 0.01$	$48.15 \pm 0.90$	$43.50 \pm 1.48$
70℃, 6시간	$44.07 \pm 0.03$	$-5.73 \pm 0.02$	$15.92 \pm 0.02$	$25.10 \pm 0.51$	$25.06 \pm 0.07$
80℃, 2시간	$48.00 \pm 0.01$	$-4.47 \pm 0.02$	$17.80 \pm 0.04$	$21.58 \pm 0.31$	$46.56 \pm 1.89$
80℃, 6시간	$50.38 \pm 0.03$	$-4.80 \pm 0.01$	$14.47 \pm 0.03$	$28.48 \pm 3.20$	$10.35 \pm 0.07$

<실험에 3> 효소 처리에 의한 성분 및 물성 변화

식이섬유 분해 효소에 의해 원료 무청의 식이 섬유 함량을 증가시킬 수 있다. 표 3은 마쇄한 무청을 50℃에서 식이섬유 분해효소 0.05%를 첨가하여 반응시킨 시료의 성분을 건물량으로 환산한 결과이다. 대조구의 총식이섬유 함량의 경우 35.86%에 비하여 효소처리한 시료는 42.66%로 증가하였다. 또 효소 처리에 의해 거친 무청 마쇄액의 흐름성이 4.8에서 6.0으로 증가하였고, voistic 점도계를 이용한 드레싱의 흐름성도 증가하였다. 즉 효소 처리에 의해 무청의 식이섬유 증가 및 물성 변화를 유도됨을 확인하였다.

표 3. 효소 처리에 의한 성분 변화

	성분 분석(% , 건물량)					
	회분	단백질	지방	식이섬유		
				불용성	수용성	총 식이섬유
대조구	12.63	21.13	2.6	35.73	0.13	35.86
효소처리구	12.39	20.78	2.6	42.30	0.36	42.66

표 4. 효소 처리에 의한 물성 변화

항목	흐름성(관능검사)	Voistic flow(cm/30sec)
대조구	4.8	13.5
효소처리구	6.5	23.0

\* 강도 (9점 평점법)

<실시에 1> 식품 소재 제조 I

무청을 100kg을 세척한 후 100℃의 열탕이나 10분간 blanching 한 후 초퍼로 마쇄한다. 마쇄 무청에 아라비나아제, 셀룰라아제, 글루칸나아제, 헤미셀룰라아제, 자일라아제 등이 혼합된 섬유분해 효소를 0.5% 첨가하여 40℃에서 24시간 반응시킨다. 무청을 열탕처리하거나 마쇄된 무청의 pH는 7 이상을 유지시키기 위하여 열탕에 사용하는 물에 알칼리성을 띠는 중탄산나트륨(중조, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)을 소량 첨가하여 조절한다. 효소 처리한 무청 마쇄액을 50℃에서 감압 농축시킨 후 -20℃이하로 냉동 또는 동결 건조하여 보관한다.

<실시에 2> 무청 식품 소재 제조 II

무청을 100kg을 세척한 후 알칼리성을 띠는 중탄산나트륨(중조, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)을 소량 첨가하여 조절하여 pH 7이상을 유지하는 열탕에 10분간 blanching 한다. 무청을 바로 50℃ 미만으로 냉각시킨 후 50℃이하를 유지시킨 열풍 건조기로 12시간 건조한다. 건조된 무청은 세절, 분쇄 또는 그대로 수분이 없는 장소에 포장을 하여 보관한다.

<시험예 1> 무청 식품 소재의 미생물학적 품질 변화

제조된 각각의 무청 식품소재의 총균수, 젖산균수, 효모, 곰팡이 및 대장균 균을 조사한 결과 원료에는 존재하였던 균들이 세척에 의해서는 감균 효과가 없었으나 blanching 등의 열처리, 농축, 건조 과정을 거쳐 제조된 무청 식품소재의 경우 균이 검출되지 않았다. 즉 제조 공정 과정에 의해 미생물학 적으로 안전성이 확보되는 것을 확인하였다.

표 5. 식품소재의 미생물 균수 변화

시료	The number of cell(CFU/ml)			
	Total viable cell	Lactic acid bacteria	Yeast and mold	E.coli
원료	7.3 × 10 <sup>4</sup>	1.29 × 10 <sup>4</sup>	1.04 × 10 <sup>4</sup>	N.D.
세척	3.3 × 10 <sup>4</sup>	5.1 × 10 <sup>4</sup>	2.0 × 10 <sup>4</sup>	N.D.
무청식품소재 I (감압농축물)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
무청식품소재1 (동결건조물)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
무청식품소재 II (열풍건조물)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

<시험예 2> 무청 식품 소재의 체내 지질 대사 효과

실시에 1, 실시에 2에서 제조한 본 발명의 무청 식품 소재에 대하여 실험 동물 을 이용하여 체내 지질대사효과를 조사하였다. 이때 실험동물은 체

중  $100 \pm 10\text{g}$  내외의 Sparague-Dawley중 수컷을 사용하여 정상식이군과 고콜레스테롤 식이군으로 나눈 후 4주간 사육하였다. 이때 사육실의 온도는  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $50 \pm 10\%$ 였고, 정상군은 정상식이 대조군과 정상 식이에 2.5% 무청 식품소재를 공급군으로 나누었고, 고콜레스테롤 식이군은 고콜레스테롤 대조군, 고콜레스테롤 식이에 무청식품소재 2.5% 공급군 및 고콜레스테롤 식이군에 5% 무청 소재 공급군으로 총 5군으로 나누어 실험에 이용하였다.

변비 개선 효과와 관련된 장통과시간의 경우, 정상식이군과 고콜레스테롤 식이군 모두 무청 식품소재 공급군이 8.33~8.67로 무청식품소재 무 공급군의 7.33시간보다 약간 길었으나, 통계적으로는 유의성이 없었다. 그러나 배설량의 경우, 무청소재 공급군이 무 공급군에 비하여 정상식이군, 고콜레스테롤 식이군 모두 유의적인 차이가 있었다. 즉 무청 공급군의 경우 식이 섬유질에 의해 배변량을 증가시키고, 대장 내용물의 수분함량도 증가시켜 변비를 해소한다고 예측할 수 있다.

표 6. 무청 식품 소재가 정상군과 고콜레스테롤 식이 실험 동물의 배설물의 변화

Groups	장통과시간 (h)	배설량(건물량) , g/day)	총지질 (mg/day)	콜레스테롤 (mg/day)
정상 대조구	$7.33 \pm 0.52^a$	$2.43 \pm 0.25^a$	$50.00 \pm 7.55^c$	$6.30 \pm 1.54^c$
정상 식품소재 식이군 2.5% 첨가	$8.33 \pm 0.52^a$	$4.05 \pm 0.57^b$	$62.50 \pm 4.89^c$	$9.09 \pm 4.28^c$
고콜레 스테롤 식이군	대조구 $7.33 \pm 1.03^a$	$2.96 \pm 0.01^a$	$167.50 \pm 15.00^b$	$175.59 \pm 0.41^b$
식품소재 2.5% 첨가	$8.67 \pm 0.52^a$	$3.71 \pm 0.10^b$	$281.67 \pm 21.75^a$	$152.35 \pm 10.02^b$
식품소재 5.0% 첨가	$8.33 \pm 0.52^a$	$5.37 \pm 0.05^c$	$251.25 \pm 24.09^a$	$203.30 \pm 11.03^a$

또 분변에 있는 지질 배설량 분석 결과 분변의 총 지질 함량의 경우 고콜레스테롤 식이군의 무청 식품소재 공급군에 유의적으로 증가되었고, 콜레스테롤 함량도 유의적으로 높았다. 이는 식물성 식이성유를 보충하였을 때 총 지질, 콜레스테롤, 중성 및 산성 스테롤이 분변 배설시 함께 배출되어 체내 지질 대사 개선을 예측할 수 있다.

### <시험예 3> 무청 식품 소재를 이용한 국수 제조

무청 식품소재를 이용하여 생면을 제조한 후 색도 및 관능검사를 실시하였다. 이때 건면 제조시 대조구는 쌀가루 20.0%, 밀가루 50.0%, 소금 1.5%, 물 28.5%를 잘 혼합하였고, 무청식품소재 첨가구는 밀가루 50%대신 10%를 무청으로 대체한 후 대조구와 동일한 함량으로 생면 재료를 잘 혼합한 후 지퍼백에 넣어 실온에서 2시간 방치하였다. 면대 형성은 숙성시킨 반죽을 가정용 국수제조기(BE-6200, Korea)로 2.0mm의 두께를 조절하였고, 면선은 2.0 mm×1.0mm×30cm 규격으로 제조한 후 조리 전과 조리 후의 색도 비교와 관능검사를 실시하였다.

도 3은 조리 전의 제조된 생면과 조리 후 색을 현상한 결과이고, 표 7은 12명의 훈련된 관능검사 요원들의 대조구와 무청 첨가구 생면의 외관, 향미, 텍스처, 선호도를 조사한 결과이다. 색도의 경우 무청 고유의 색을 그대로 유지하였고, 관능검사에서도 무청 식품소재 첨가구의 외관, 향미, 맛과 텍스처 모두 대조구와 큰 차이가 없으나, 선호도는 무청 식품소재 첨가구를 높게 평가하였다. 즉 무청 식품소재를 가공 식품 제조시 용도에 맞도록 첨가하면 식품 고유의 특성을 유지하면서도 무청 고유의 녹색을 이용할 수 있고, 그와 함께 무청 식품소재의 체내 지질 대사 효과 가능성도 기대할 수 있다.

표 7. 조리된 생면의 관능검사

시료	관능검사(9점 평점법)				
	외관(표면의 매끄러움)	향미	맛	텍스처	선호도
대조구	7.5±1.5 <sup>a</sup>	6.0±0.7 <sup>a</sup>	7.2±1.2 <sup>a</sup>	5.2±2.5 <sup>a</sup>	7.0±1.5 <sup>b</sup>
무청식품소재 첨가구	7.2±1.9 <sup>a</sup>	6.5±1.2 <sup>a</sup>	7.8±2.1 <sup>a</sup>	5.5±1.7 <sup>a</sup>	8.4±0.8 <sup>a</sup>

**【발명의 효과】**

상기 시험예의 무청을 아라비나아제, 베타-글루칸나아제, 헤미셀룰라아제, 자일라아제 등의 효소로 무청의 섬유질을 분해하여 무청 자체의 조직감 개선과 무청 고유의 녹색을 유지시켜 기호성이 향상되고, 인체에 유용한 식이 섬유 함량이 증가된 무청 식품 소재 개발을 목적으로 한다.

본 발명에 의해 얻을 수 있는 무청 식품 소재는 체내 지질 대사 효과가 있고, 식품 소재로 사용할 경우 무청 고유의 녹색을 장시간 유지시킬 수 있어 무청의 양질의 영양성분과 소비자가 원하는 무청 고유의 녹색을 가공 식품에 부여할 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

**【특허청구범위】**

**【청구항 1】**

무청을 pH 7 이상을 유지시켜 열탕이나 스팀으로 전처리하는 단계.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서, 열탕에 사용하는 물과 무청의 pH 조절은 수용액에서 알칼리성을 띠는 중탄산나트륨(중조, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), 제3인산칼륨(potassium phosphate dibasic, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), 제3인산나트륨(sodium phosphate tribasic,

Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), 수산화나트륨(NaOH)을 첨가하여 조절하는 단계.

**【청구항 3】**

전처리한 무청을 냉각시켜 세절 또는 마쇄한 후 아라비나제, 셀룰라아제, 글루칸나아제, 헤미셀룰라아제, 자일라아제 등이 혼합된 섬유분해 효소를 0.01~0.1% 첨가하여 30~50℃에서 3~48시간 반응시키는 단계.

**【청구항 4】**

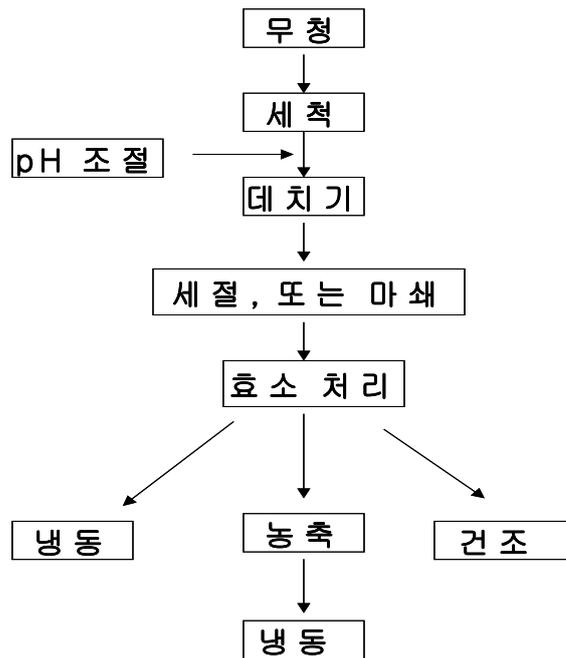
제 2항까지 또는 제 3항까지 처리한 무청의 특성에 따라 감압 농축, 냉동 또는 열풍건조하는 단계.

**【청구항 5】**

제 4항에서 감압 농축은 40~70℃에서 수행하고, 냉동은 -20℃ 이하로, 열풍 건조 시에는 50℃~70℃에서 건조하는 단계.

【도면】

【도 1】

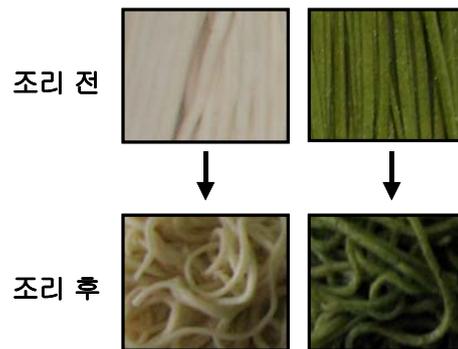


도 1. 무청 식품소재 제조 방법

【도 2】



도 2. 전처리에 따른 무청의 가열 전후의 색도 변화



【도 3】

도 2. 무청식품소재를 이용한 국수 제조

## 제 5장 참고문헌

1. Nongsuchuksan newspaper. Co. 2005. *Korea Food Yearbook*(in Korea). Appendix. p. 36-37.
2. National Rural Living Science Institute, R. D. A. 1996. Food Composition Table. p. 100-102.
3. Onayemi O. Badifu GIO. 1987. Effect of blanching and drying methods on the nutritional and sensory quality of leafy vegetables. *Plant Foods for Human Nutrii* 37:291-298
4. Yanyang X, Min Z, Mujumdar AS, Le-qun Z, Jin-cai S. 2004. Studies on hot air and microwave vacuum drying of wild cabbage. *Drying technol* 22(9):2201-2209.
5. Youn KS, Bae DH, Choi YH. 1997. Effect of pretreatments on the drying characteristics of dried vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol* 29:292-301
6. Hwang KT, Rhim JW. 1994. Effect of various pretreatments and drying methods on the quality of dried vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol* 26:805-813
7. Han JS, Kim JS, Kim MS, Choi YH. 1999 Changes on mineral contents of vegetable by various cooking methods. *Korean J. Soc. Food Sci* 15:382-387
8. Yasui T. 1996. Effect of the pretreatment with dilute hydrochloric acid solutions on the extractability of grass proteins. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi* 49:29-37
9. Yasui T. 1995. Method for extraction of grass proteins by dilute-alkaline acetone solution. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi*. 48:391-397
10. Ahn YS, Shin DH. 1999. Antimicrobial effects of organic acids and ethanol on serveral foodborne microorganisms. *Korean J. Food Sci.*

*Technol.* 31:1315-1323.

11. Welshimer HJ. 1986. Isolation of *Listeria monocytogenes* from vegetation. *J. Bacteriol.* 95:300-320.
12. Weiss, J, Seeliger HPR. 1975. Incidence of *Listeria monocytogenes* in natural. *Appl. Environ. Microbiol.* 6:229-242.
13. Skovagard N, Moreagn CA. 1989. Detection of *Listeria spp.* in faces from animals, in feeds, and in raw foods of animal origin. *Int. J. Food Microbiol.* 6:229-242
14. Wehr HM. 1987. *Listeria monocytogenes*-A Current dilemma. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 70:769
15. Riely LW, Remis RS, helgerson DD, Mcgee HB, Wells JG, Davis Br, Hebert RJ, Olcott Es, Johnson LM, Hargert NT. Blake PA, Cohen ML. 1983. Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. *N. Engl. J. Med.* 308:681-685.
16. Marks S, Robert T. 1993. *Escherichia coli* O157:H7 ranks as the fourth most costly foodborne disease. *Food Rev.* 16:51-59.
17. Bergdoll MS. 1979. Staphylococcal Intoxication, Chapter IX In Foodborne Infections and Intoxication. 2nd ed., Reinmann H. and Bryan F.(eds). Academic Press, New York.
18. Rice Km, Pierson MD. 1982. Inhibition of *Salmonella* by sodium nitrite and potassium sorbate in frankfurters. *J. Food Sci.* 47:1615-1617.
19. Kim DJ, Kwon OJ, Byun MW. 1997. Combination effects of benzoate, sorbate and pH for control of *Escherichia coli* O157:H7. *J. Food Hyg. Safety* 12:200-204.
20. Oh DH, Marshall DL. 1994. Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* by glycerol monolaurate with organic acids. *J. Food Sci.* 59:1258-1261.
21. Ita PS, Hutkins SW. 1991. Intra-cellular pH survival of *Listeria*

- monocytogenes* Scott A and effect in tryptic soy broth containing acetic, lactic, citric and hydrochloric acids. *J. Food Prot.* 54:15-19.
22. Kim KT, Kim SS, Hong HD, Ha SD, Lee YC. 2003. Quality changes and pasteurization effects of citrus fruit juice by high voltage pulsed electric fields (PEF) treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35:635-641.
  23. Shin JK, Pyun YR. 1997. Inactivation of *Lactobacillus plantarum* by pulsed-microwave irradiation. *J. Food Sci.* 62:163-166.
  24. Qin BL, Pothakamurthy UR, Vega H, Martin O, Babosa-Canovas, GV, and Swanson, BG. 1995. Food pasteurization using high-intensity pulsed electric fields. *Food Technol.* 49:55-60.
  25. Kwon YJ, Kim KH, Kim HK. Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Ligularia fischeri* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. *Korean J. Food Preser.* 9: 332-337 (2002)
  26. Han SS, Lee SY, Oh DH, Kim Sh, Hong JG. Development of Beverages Drinks Using Mountain Edible Herbs. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 92-97 (1997)
  27. Ozawa U, Uda Y, Kawakshi S. Formation of yellow pigment containing a  $\beta$ -carboline skeleton in salted radish roots and its properties. *Nippon shokuhin Kogyo gakkaiishi.* 39: 490-495 (1992)
  28. Han JS, Kim JS, Kim MS, Choi YH. Changes on mineral contents of vegetable by various cooking methods. *Korean J. Soc. Food Sci.* 15: 382-387 (1999)
  29. Yasui T. Effect of the pretreatment with dilute hydrochloric acid solutions on the extractability of grass proteins. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi.* 49: 29-37 (1996)
  30. Yasui T. Method for extraction of grass proteins by dilute-alkaline acetone solution. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi.* 48: 391-397 (1995)
  31. Yim HB, Lee GS, Chae HJ. Cytotoxicity of Ethanol Extract of *Raphanuse Sativus* on a Human Lung Cancer Cell Line. *J. Korean Soc Food Sci Nutr.* 33(2): 287-290 (2004)
  32. Halliwell B, Gutteridge JMC. *Free Radicals in Biology and Medicine.* Oxford. Clarendon Press (1989)
  33. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Association of official

- analytical chemists, Washington DC, USA.
34. AOAC. 1990. *Official method of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, USA. 43: 910.01, 921.01(calcium)
  35. AOAC. 1990. *Official method of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, USA. 46: 937.03, 936.02(iron)
  36. AOAC. 1990. *Official method of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, USA. 62-64: 942.04
  37. Prosky L, Asp NG, Schewizer, TF, Devries JW, Furda I. 1988. Determination of insoluble and total dietary fiber in foods and food products interlaboratory study. *J. AOAC* 71:1017-1023.
  38. Cochran WG, Cox CM. 1957. *Experimental designs*, 2nd ed. Library of congress Catalog card No:57-5903, New York, p 376-378.
  39. Cacular MC. 1993. *Design and analysis of sensory optimization*. Food & Nutrition press, Inc., Connecticut, U.S.A.
  40. SAS Institute, Inc. 1988. *SAS/STAT User's Guide*. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA.
  41. Kang YH, Park YK, Lee GD. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 232-239 (1996)
  42. Gray JI, Dugan Jr LR, Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40: 981-984 (1975)
  43. Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243 (1912)
  44. Kim SM, Cho YS, Sung Sk. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 626-632 (2001)
  45. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the antioxidation of pyrogallol and a convenient assay for

- superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
46. Lawrence RA, Burk RF. 1976. Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochem Biophys Res Commun* 71: 952-958.
  47. Fletcher BL, Dillard CJ, Tappel AL. 1973. Measurement of fluorescent lipid peroxidation products in biological systems and tissues. *Anal Biochem* 52: 1-9.
  48. Levine RL, Garland D, Oliver CN, Amici A, Climent I, Lenz AG, Ahn B, Shaltiel S, Stadtman ER. 1986. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Methods Enzymol* p 464-478.
  49. Azzi A, Montecucco C, Richter C. 1975. The use of acetylated ferricytochrome c for the detection of superoxide radicals produced in biological membrane. *Biochem Biophys Res Commun* 65: 597-603.
  50. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275.
  51. Folch JM, Lees M. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 226: 497-509, 1957
  52. Sale FD, Marchesini S, Fishman PH, Berra B. A sensitive enzymatic assay for determination of cholesterol in lipid extracts. Academic press 347-350, 1984
  53. Rhee SJ, Ahn JM, Ku KH, Choi JH. Effects of radish leaves powder on hepatic antioxidative system in rats fed high-cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1157-1163, 2005