

최 중  
연구보고서

GOVP1200518672

GA0389-0244

# 순무와 순무청, 순무씨의 가공기술 개발 및 생체효능 연구

Development of Turnip Root, Turnip Leaf, and Turnip  
Seed Processing Technology, and Their Physiological Role

연구기관

한국식품개발연구원

농 립 부

Tool 1145

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “순무와 순무청, 순무씨의 가공기술 개발 및 생체효능 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 8월 24일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 김 영 진

연 구 원 : 성 기 승

연 구 원 : 이 명 기

연 구 원 : 한 선 희  
(서울특별시 보건환경연구원)

위탁연구기관명 : 서울대학교 의과대학

위탁연구책임자 : 장 자 준

연 구 원 : 이 미 숙

연 구 원 : 이 민 재  
(삼성의료원 삼성생명과학연구소)

# 여 백



## 요약문

### I. 제목

순무와 순무청, 순무씨의 가공기술 개발 및 생체효능 연구

### II. 연구개발의 목적 및 필요성

이 연구의 목적은 우리나라에서 재배되고 있는 순무와 순무청, 그리고 순무씨의 가공기술을 개발하고 그 생체효능을 파악하고자 함으로서 순무제품을 다양화하고 소비를 확대하고자 하는 것이다.

순무는 오래전부터 재배되어 왔으나 가공방법이 단순하고 소비자의 인식도 낮아서 수요도 극히 낮다. 순무는 단맛이 높고, 독특한 향기가 있고, 조직감이 단단해서 일반 무와 다른 가공기술이 필요하다. 순무를 재배하는 도중에 순무청과 순무씨가 부산물로서 발생되므로 순무청과 순무씨도 식품재료로 이용될 가능성이 있다.

강화지역의 농민은 전통적으로 인삼이 주요 소득원이었으나 장기간의 재배로 지력이 소모되어 인삼의 수확률이 매우 낮아졌다. 따라서 이 지역의 농민은 생존을 위하여 다른 소득작물을 찾아야 하였다. 순무는 강화지역의 기후와 토질이 순무재배에 적합하므로 대체작물로서 적합하지만, 가공기술과 수요가 낮은 문제점이 있으므로 순무가공기술을 개발하여 품질을 높이는 동시에 생체효능을 밝힘으로서 소비자의 수요를 확대시키고자 하였다.

우리나라는 유지자원이 매우 부족하여 대부분 수입에 의존하고 있다. 단지 참기름, 들기름 등이 국내에서 소량 생산되고 향신료나 건강기능성 목적으로 사용되고 있다. 순무씨는 유지를 많이 함유하고 있으므로 유지자원으로서의 특성과 생리효능을 연구하고자 하였다.

우리나라에서는 간질환의 발생빈도가 매우 높다. 간염바이러스 감염율은 서구 여러

나라에 비해 매우 높아서 만성 간염 및 간경변과 간암은 위암에 이어 두 번째로 많이 발생하고 있다. 간 손상이 지속적으로 진행된다면 간 경변을 유발하게 되는데 이는 비가역적 병변으로서 중요한 난치병의 하나이다. 이처럼 간 질환은 우리나라 사람의 주요 사망 원인중 하나임에도 불구하고 아직까지 적절한 치료법의 개발은 물론이고 정확한 발생기전에 대한 연구조차 이루어지지 않아 많은 환자들이 고통받고 있는 실정이다. 따라서 간 질환의 예방 또는 치료에 효과적인 물질의 개발은 매우 시급하고 중요한 연구 과제가 아닐 수 없다.

본 연구에서는 예로부터 건강식품으로 알려져 있는 순무의 건강증진효과를 규명하고자 간 손상 억제효과 유무를 동물실험을 통하여 조사하였다.

### III. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 순무의 당침 및 염지기술개발 및 순무의 급성 간손상에 대한 억제효과

순무의 원형을 보존하면서 기호성과 저장성을 높이기 위하여 순무의 당침기술과 염지기술을 연구하였다. 이외에 유기산에 저장하는 기술도 연구하였다. 순무의 구성성분을 파악하기 위하여 순무를 수용성 성분과 불용성 성분으로 분리하여 그 특성을 조사하였고, 특수한 미량성분을 조사하기 위하여 크로마토그래피를 이용하여 구성성분을 추정하였다. 그리고 순무와 순무청, 순무씨가 급성 간손상에 대하여 억제효과가 있는 지 여부와 순무와 고추, 마늘, 생강 등 부재료를 혼합하였을 경우 억제효과의 상승여부를 실험동물을 사용하여 조사하였다.

#### 2. 순무청을 이용한 음료제조기술 개발 및 순무의 만성 간손상에 대한 억제효과

순무청을 이용하여 음료를 제조하는 기술과 순무청으로 김치를 제조하는 기술, 그리고 순무를 갈아서 음료로 만드는 기술을 연구하였다. 또한 순무가공식품의 저장중 변화를 조사하였다. 순무의 산과 열처리함에 따른 경도와 색도의 변화, 그리고 순무로 깎두기를 제조하였을 때 저장중 변화, 순무색소의 변화를 조사하였다. 그리고 순무와 순무청, 순무씨의 만성 간손상 즉 간암과 간경변증에 대한 억제효과 여부를 실험동물을 사

용하여 조사하였다.

### 3. 순무씨의 착유기술개발 및 순무를 이용한 기능성 식품의 개발

순무씨에서 착유하기 위하여 압착법에 의한 착유와 용매추출법에 의한 착유법을 연구하였다. 순무씨의 물리화학적 특성과 구성지방산 조성, 산화안정성 등을 조사하였다. 순무를 이용하여 기능성 식품으로 개발하기 위하여 순무에서 추출물을 제조하여 농축하고, 음료를 제조하는 기술을 연구하였다. 그리고 진행성 간암에 대하여 순무 농축물이 억제효과를 갖는 지 여부를 실험동물을 사용하여 조사하였다.

## IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 순무의 당침 및 염지기술개발 및 순무의 급성 간손상에 대한 억제효과

○ 순무의 당침 및 염지기술 개발 : 순무에 단맛과 저장성을 부여하기 위하여 순무를 설탕과 sorbitol에 당침하고 관능특성을 조사하였다. 그 결과 설탕에 침지한 순무가 우수한 것으로 나타났다. 그리고 외피를 제거한 순무와 외피를 제거하지 않은 통 순무를 비교하면 외피를 제거하지 않고 당침하는 것이 외피를 제거하고 당침하는 것보다 더 우수하였다. 염지농도별 순무의 관능특성과 유기산 침지방법과 유기산과 식염의 혼합효과도 조사하였다. 그 결과 식염 1.0%와 초산 3.3%의 침지방법이 적합하였다. 순무의 외피는 유기산으로 침지하면 침지동안 적색이 더 진하게 발색되었다.

○ 순무의 구성성분의 분리 및 특성 조사 : 순무에서 수용성 성분과 물에 녹지 않는 불용성 성분을 분리하였다. 불용성 성분은 황산을 사용하여 hemicellulose, cellulose, lignin으로 각각 분리하여 그 함량을 조사하였다. 그리고 수용성 성분을 포함한 알콜침전물은 약 5.3%이었다. 순무의 당도는 8%로서 단맛이 많은 편이었고, 수용성 적색색소가 많이 존재하였는데, 적색색소는 520nm 부근에서 극대치를 갖는 것으로 나타났다. 적색색소는 anthocyanin 으로서  $0.14 \pm 0.08$  mg/건조순무100g으로서 순무에 따라 차이가 큰 것으로 나타났다. 순무를 추출하여 얻은 농축물에는 fructose가 가장 많고, glucose와 sucrose도 많은 편이었고 미확인물질도 상당히 있었다. 미확인물질을 조사하기 위하여 GC/MS와 LC/MS로 성분을 분리하고 추정하였다. GC/MS에서 휘발성 성분

278종이 발견되었고 mass spectrum에 의하여 그 성분이 추정되었다. LC/MS로는 5종이 발견되었다.

○ 순무와 순무청, 순무씨의 급성 간손상 억제효과 : 순무, 순무씨, 순무청의 추출물이 간 손상 억제 효과를 동물실험을 통하여 종합적으로 파악하였다. 급성 간 손상은 사염화탄소 단일 투여법으로 유도하였으며 사염화탄소 주입 후 72시간동안의 간 손상 억제효과를 경시적으로 관찰하였다. 순무, 순무씨, 순무청의 급성 간독성 억제효과를 규명하기 위하여 사염화탄소 투여전에 각각의 추출물을 군별로 투여하고 병리학적, 혈액생화학적인 방법을 이용하여 간 손상 억제효과를 측정하였다. 급성 간 손상 억제효과에서 조직병리학적, 생화학적 방법으로 분석한 결과 순무와 순무씨, 순무청, 모두 급성 간 손상에 상당한 억제효과를 나타냈다. 또한 부재료를 이용하여 간 손상 억제효과를 실험한 결과 마늘과 고추를 첨가한 실험군이 순무 단독 투여군이나 사염화탄소만 투여한 대조군 보다 억제효과가 뛰어난 것을 알 수 있었다.

## 2. 순무청을 이용한 음료제조기술 개발 및 순무의 만성 간손상에 대한 억제효과

○ 순무청을 이용한 제품제조기술 : 순무청에서 착즙하여 관능검사를 통하여 설탕과 유기산의 적정배합비율을 결정하여 순무청음료를 제조하였다. 순무청음료는 당도 8%, 산도 1.5%가 적당한 것으로 나타났다. 또한 순무청 즙에 사과, 배, 매실음료, 파인애플을 혼합하여 과실이 가미된 순무청 음료를 제조하고 관능적 특성을 조사한 결과 사과, 매실음료, 파인애플이 첨가되면 관능성이 상승하는 것으로 나타났다. 그리고 개발된 순무청음료를 시중에서 판매되고 있는 과즙음료 및 녹즙과 비교검토한 결과 개발제품이 더 우수하였다. 그리고 가을에 재배된 순무청을 이용하여 기존 무청김치 또는 갓김치와 비슷한 형태로 제조하고 관능특성을 비교한 결과 순무청 김치는 무청김치와 갓김치보다 더 기호도가 우수한 것으로 나타났다. 이외에 순무청 김치의 발효중 변화도 조사하였다. 그리고 봄에 재배된 순무청을 이용하여 열무김치와 비슷한 형태를 만들고 기존 열무김치와 비교하였다. 순무청의 절임시간을 결정하기 위하여 순무청의 소금절임량과 절임시간을 조사한 결과 염도 5%의 염수로 1시간 절임하면 순무청의 조직은 부드러워지는 것으로 나타났다. 이외에 순무를 갈아서 착즙하고 설탕과 구연산으로 순무음료를 제조하는 방법도 시험하였다.

○ 순무가공식품의 저장중 변화조사 : 순무의 특성을 조사하게 하기 위하여 경도와 색도를 일반 무와 비교하였다. 경도를 비교하면 pH 5.0일 때는 순무는 무와 차이가 없었으나 pH가 4.2로 저하될 경우 순무는 경도가 거의 유지되었으나 무는 상당히 연화되었다. 열수처리나 소금농도에 대하여서는 순무와 무는 비슷하게 반응하였다. 그러나 칼슘을 처리하면 순무는 단단하여졌으나 무는 단단하여지지 않았다. 순무는 pH가 산성으로 됨에 따라 표면의 색이 강한 적색으로 변화되었다. 순무를 이용하여 깍두기를 제조하고 무로 만든 깍두기와 저장중 pH, 산도, 관능특성의 변화를 비교 조사하였다. 순무는 무깍두기보다 더 빠른 시간에 먹기 좋은 상태(pH4.2)에 도달하였고, 저장기간이 길어짐에 따라 독특한 향기는 더 강하여 졌다. 순무를 주원료로 설탕, 구연산, 과즙의 적정배합비를 관능검사를 통하여 순무음료를 제조한 결과, 설탕 7.0%, 구연산 0.3%에서 단맛과 신맛이 적당하고 보기좋은 강한 적색이 발색되었다. 그리고 사과 또는 배를 10%첨가하면 기호도가 더 증가하였다. 순무색소의 안정화조건을 조사하기 위하여 순무에서 색소를 추출하기 위한 유기산을 조사한 결과 citric acid는 색소를 많이 추출하지만 조직을 연화시키고, acetic acid는 색소추출이 약하지만 조직을 연화시키지 않았다. 저장온도에 따른 색도의 변화를 조사한 결과 10℃이하에서는 비교적 안정하였다. 그러나 태양광선에는 매우 불안정하여 색소가 쉽게 파괴되었다. 알미늄호일로 차단하면 순무의 색소가 상당히 안정화 되었다. 이외 유기산이 태양광선하의 색소에 미치는 영향, 소금이 태양광선하의 색소에 미치는 영향을 조사하였다.

○ 순무와 순무청, 순무씨의 만성 간손상에 대한 억제효과 : 만성 간 손상은 간경변 및 전암성 병변, 진행성 간암 등의 다양한 실험법을 이용하여 여러 가지 상황에서 순무의 간 독성 억제효과를 규명하고자 하였다. 간 경변은 DMN 반복투여로 유도하였으며 전암성 병변은 DEN 복강주사 또는 음수에 DEN을 섞어주는 방법으로 유발시켰다. 만성 간 손상중 간 경변의 억제효과는 순무군에서 뛰어난 것으로 발견되었으며, 순무씨와 순무청은 간 경변의 진행을 억제하는데 효과적이지 않았다. 또한 간 전암성 병변의 억제효과 실험에서도 순무는 전암성 병변의 발생을 감소시킨 반면 순무씨와 순무청 등의 재료는 억제효과가 발견되지 않았다.

### 3. 순무씨의 착유기술개발 및 순무를 이용한 기능성 식품의 개발

#### ○ 순무씨의 유지제조 기술

순무씨에서 기름을 제조하기 위하여 압착법과 용매추출법을 사용하였다. 볶음음도와 볶음시간이 착유율에 미치는 영향과 착유된 기름의 향기에 미치는 영향을 조사하였다. 순무씨는 참깨나 들깨 등과는 달리 1회 압착만으로 충분히 착유되지 않고 2-3회 더 압착할 때 착유율은 최대가 되었다. 압착전에 160℃에서 20-30분 가열하여 볶으면 향기가 강해지고 참기름과 유사하게 되었다. 순무씨 기름의 특성으로서 산가, 요오드가, 굴절율, 착색도를 조사하였다. 그리고 지방산의 조성을 분석한 결과 oleic acid가 가장 많았고 미확인 지방산도 발견되었다. 미확인지방산은 분자량이 큰 것으로 추정되었으며 장래 연구할 필요가 있었다. Hexane으로 추출한 기름과 압착기름을 비교하면 hexane 추출기름은 불포화지방산이 약간 더 많은 것으로 나타났다. 순무씨 기름의 저장안정성을 조사한 결과 압착법으로 얻은 기름은 볶음시간이 길어질수록 산화안정성은 더 높아졌다. 볶음중에 산화를 안정시키는 물질이 생성되었다. 그리고 이 압착으로 얻은 순무씨 기름은 산화안정성이 우수하다고 알려진 참기름과 거의 같은 정도로 상당히 안정하였다.

○ 순무를 이용한 기능성 식품의 제조기술 : 순무에서 기능성 식품을 제조하기 위하여 순무에서 추출물을 제조하였다. 순무를 건조하여 ethanol로 추출한 후 여과하고 여액을 농축하여 농축물을 제조하였다. 이 농축물은 물에 잘 녹아서 식품소재로 적합하였다. 순무농축물에는 fructose와 glucose, sucrose의 당류가 많았고, anthocyanin이 소량 있었고, 확인되지 않은 성분도 있었다. 이 농축물을 이용하여 음료를 제조하는 방법을 연구하였다. 순무농축물을 설탕과 ascorbic과 혼합한 단순한 음료로부터 탄산음료와 혼합음료, 사과즙과 혼합음료, 홍삼즙과 혼합음료를 제조하였다. 이중 순무농축물은 홍삼즙과 잘 어울리는 것으로 나타났다.

○ 순무의 진행성 간암에 대한 억제효과 : 앞의 연구를 바탕으로 실험쥐에 DEN 복강주사 또는 음수에 DEN을 섞어주는 방법으로 진행성 간암을 유발시켰다. 진행성 간암의 억제효과에서는 순무씨와 순무청을 제외시키고 순무에 대해서만 실험을 진행하였다. 그러나 급성 간 독성 및 간 경변, 전암성 병변의 억제효과와는 달리 진행성 간암에서 순무추출물의 급여는 혈액 생화학적 지표 및 조직 병리학적 관찰에서 모두 통계적으로 유의한 수준의 억제효과가 관찰되지 않았다.

#### 4. 활용에 대한 건의

본 연구의 순무와 순무청, 순무씨의 가공기술과 생체효능에 대하여 연구하였다. 이 연구의 결과는 참여업체를 통하여 기술을 전수하여 활용될 것이며, 학술발표를 통하여 국내 기술의 발전에도 활용될 것이다.

그러나 우량한 순무의 재배, 효과적인 순무의 저장, 새로운 순무가공기술이 계속 연구되어야 하며 이 연구에서 해결되지 않은 새로운 성분의 확인과 생체내 역할, 그리고 이 연구를 통하여 밝혀진 순무의 간 독성 억제효과에 대한 보다 더 확실한 규명과 그 작용 기전을 밝혀내어야 한다. 이를 위하여 다양한 실험모델을 통한 추가적 연구가 계속 되어야 할 것이다.

구체적으로 아래와 같이 본 연구결과를 활용하고자 한다.

- 중요한 핵심기술은 참여업체를 통하여 기술전수하여 생산에 활용.
- 순무의 가공기술과 생체효능을 학회에 보고하여 국내 식품산업발전에 활용함.
- 순무의 효능을 홍보하고 소비자에게 알림으로서 순무의 소비확대에 활용함.
- 순무를 장래 성인병예방을 위한 새로운 기능성 소재로서 활용함.
- 순무생산농가의 소득증대와 재배의욕 고취에 활용함.

#### V. 주요 연구실적 및 성과

##### 가. 논문발표

- (1) 김영진 : 순무깍두기와 무깍두기의 발효중 pH, 산도, 관능특성의 비교. 한국 식품과학회 추계학술발표대회 (2001. 10)
- (2) 김영진, 김미영 : Comparison of texture, color, and sensory properties between Korean turnip and Korean radish. 한국식품과학회 춘계발표대회 (2002. 5)
- (3) 이미숙, 이민재, 정인평, 김종재, 장자준 : 순무, 순무청 및 순무씨 추출물이 사염화탄소로 유발한 급성 간독성에 미치는 영향. 한국실험동물학회 국제학술대회 (2002. 6)
- (4) 이미숙, 이민재, 정인평, 김종재, 장자준 : 순무, 순무청 및 순무씨 추출물이 발암물질을 투여한 실험동물의 전암성병변 생성에 미치는 영향. 한국실험동물

학회 국제학술대회 (2002. 6)

- (5) 김영진 : Effects of organic acids, sugars, salts and sun light on stability of turnip red pigment. 한국식품과학회 발표대회 (2002. 10)

나. 홍보

- (1) KBS TV : 순무의 간경변증 억제 (2003. 3. 9 오후 9시뉴스)  
(2) 농민신문 : 순무 간질환예방에 도움 (2003. 3. 10)  
(3) 연합뉴스 : 순무, 간질환 발생억제 (2003. 3. 10)  
(4) 식품음료신문 : 순무이용 간경화억제소재개발 (2003. 3. 10)  
(5) 문화일보 : 순무먹으면 간질환억제 (2003. 3. 10)  
(6) 한국농정 : 순무식품 간경화증 발생억제효과 (2003. 3. 10)  
(7) Media KHAN : 순무 간질환발생억제 (2003. 3. 10)  
(8) 세계일보 : 순무 간질환에 효과 (2003, 3, 11)  
(9) 원예산업신문 : 간경변 억제물질 순무에서 얻는다 (2003. 3. 12)  
(10) 약사공론 : 순무식품, 간경화증 발생억제 (2003. 3. 13)  
(11) 외식경제신문 : 순무소재식품 간에 좋다 (2003. 3. 13)  
(12) 한국농어민신문 : 순무소재 간질환억제 효과 (2003. 3. 13)  
(13) 식품신문 : 순무 간질환억제효과 (2003. 3. 17)  
(14) 한국영농신문 : 순무 간경화증 발생억제한다 (2003. 3. 17)  
(15) 농수축산신문 : 순무효능 언론보도 (2003. 3. 17)  
(16) 식품환경신문 : 순무 간질환 발생억제 (2003. 3. 17)  
(17) 전업농신문 : 순무 먹으면 간질환억제 (2003. 3. 18)  
(18) 중앙일보 : 식품이야기 순무 (2003. 3. 18)  
(19) 농축환경신문 : 특집 간경변증 억제효과 식품소재개발 (2003. 3. 20)  
(20) 보건신문 : 순무 간질환 억제 (2003. 3. 24)  
(21) 농민신문 : 순무 간질환발생억제 (2003. 3. 27)  
(22) 환경농업 : 간경변억제소재, 순무 (2003. 4월호)  
(23) 식품세계 : 간경화증 발생억제 기능성 식품개발 순무 (2003. 4월호)



(24) 식품저널 : 간경화증 발생억제 식품소재 개발 (2003. 4월호)

(25) 월간식품: 간질환에 효과있는 식품소재 개발 (2003. 4월호)

다. 교육지도

(1) 강화도 농민교육 : 순무의 연구현황 (약 50명, 2003. 1)

(2) 강화도 농민교육 : 순무의 연구현황과 장래 (약 50명, 2003. 7)

# 여 백

## Summary

### I. Title of Research

Development of turnip root, turnip leaf, and turnip seed processing technology, and their physiological role

### II. The Objective and Importance of Research

The objective of research is development of turnip root, turnip leaf, and turnip seed processing, and investigation of their physiological role.

Turnip has been cultivated for a long time in Korea, but its demand is limited because of simple processing of turnip and little information of its physiological role. Turnip is similar to radish in shape, but Turnip is sweeter, more flavor, and harder in texture than radish, so it is needed to different processing from radish. During cultivation of turnip, leaf and seed were harvested as a secondary material, they are able to use in food.

Farmers in Kangwha area had traditionally income from Jinseng, the productivity of Jinseng is, however, less recently, so they have to find another crop. Turnip is one of the candidates, because turnip grows well in Kangwha area. There are good flavored seed oil in Korea, such as sesame oil. Turnip seed has much oil, too, it is possible to develop as good flavored oil souce.

There are many people suffered in liver disease in Korea. Because hepatitis virus infected highly in Korea, chronic liver hepatitis, liver cancer, liver cirrhosis occur frequently following stomach cancer. Although these liver disease are important cause of death, few information is known in medical cure, cause of disease, or preventive material. It is important to develop preventive or curable material. Turnip

root, its leaf, and its seed were tested whether they had preventive effect from liver injury.

Liver disease resulted from acute or chronic liver injury is one of the most serious health problems in Korea. However, to date, no effective therapy for liver disease such as hepatic cirrhosis and liver cancer has been developed. In the present study, we investigated the inhibitory effects of turnip root, turnip leaf and turnip seed on chemical induced acute or chronic liver injury.

### **III. The scope and Contents of Research**

1. development of turnip pickle with sugar and salt and protective effect of acute liver injury

- Pickling technology of turnip root in sugar, salt, organic acid
- Separation of turnip root component and analysis of their components
- Protective effect of turnip root, its leaf, its seed against acute liver disease

2. Development of juice using turnip leaf and protective effect of turnip against chronic liver disease

- Juice technology using turnip leaf
- Investigation of physico-chemical properties in turnip product during storage
- Protective effect of turnip against chronic liver disease

3. Development of oil processing of turnip seed and functional food using turnip

- Processing technology of oil from turnip seed
- Technology of functional food processing using turnip root
- Protective effect of turnip root against advanced liver cancer

### **IV. Conclusion and recommendation**

1. Development of turnip pickle with sugar and salt and protective effect of acute

liver injury.

Turnip was processed to pickles with sugar and salt. Concentrations of sucrose and salt were selected for pickle. Because skin of turnip has red pigment, whole turnip was given red color in the pickle. Effect of sugar, salt, organic acid on turnip pickle on sensory properties were investigated. As a result, salt 1.0% and acetic acid 3.3% were good for soaking solution. Skin of turnip was redder in organic acid than in water.

Water soluble material and insoluble material were separated from turnip root. Insoluble materials were separated with sulfuric acid to hemicellulose, cellulose, lignin, and analysed. Sugar was about 8 % in turnip. Red pigment, existed in skin, had maximum absorption at 520nm. Red pigment was  $0.14 \pm 0.08$  mg/100g-turnip root as anthocyanin. There were fructose, glucose, sucrose, and unknown material in concentrate of turnip. For unknown material, the concentrate of turnip was separated with GC/MS and LC/MS. Volatile 278 kinds of compounds were found, and estimated with their mass spectrum. Five kinds of compounds were found in LC/MS, too.

Acute liver injury was produced in Sprague-Dawley rats by carbon tetrachloride ( $\text{CCl}_4$ , 0.3ml/kg, single ip), and sacrificed at 12, 24, 48, 72 hour after  $\text{CCl}_4$  injection. Before  $\text{CCl}_4$  injection 70% ethanol extract of turnip, turnip leaf or turnip seed (5mg/ml) was given to rats by oral administration. Garlic, ginger or red pepper extract with turnip extract was also examined by the same experimental protocols. In acute liver injury serum GOT, GPT and histopathological findings showed that turnip, turnip leaf and turnip seed have protective effect. Combination of turnip with garlic or red pepper have additive effect on protection of acute liver injury.

2. Development of juice using turnip leaf and protective effect of turnip root against chronic liver disease.

Turnip leaf was pressed to get juice, which were mixed with sugar and citric or

ascorbic acid. Adding sugar 8%, and citric acid 1.5% was enhanced in turnip juice. Apple, plum, and pineapple were enhanced in sensory properties. These turnip juices were almost equal to commercial leaf juice in sensory properties.

Turnip leaf was fermented with garlic, leek, red pepper powder, like to mustard leaf Kimchi and radish leaf Kimchi. Turnip leaf Kimchi was almost equal in sensory properties to mustard leaf Kimchi or radish leaf Kimchi. Turnip leaf was hard in texture. The leaf got soft in soaking in 5% brine for 1 hour.

Hardness and color of turnip root were investigated comparing with radish. Turnip root was same hard to radish at pH 5.0, Turnip had same hardness in acid solution pH 4.2, but radish had soft in the solution. Turnip had harder in calcium solution but radish did not hard in same condition. Turnip skin was redder in acid solution.

Turnip root was mixed with garlic, leek, red pepper powder, etc., fermented to turnip root Kimchi. During fermentation, pH, acidity, and viable cell were investigated comparing with Kagduki, that is Korean radish Kimchi. As the fermentation period was longer and longer, the proper flavor of turnip Kimchi was stronger and stronger.

Turnip root was grinded and pressed to get juice. The turnip juice was examined in sensory properties. Adding sugar 7%, citric acid 0.3% gave good sweet and sour, and strong red color to the juice. The red color was stable below 10°C, unstable in sunlight.

Turnip root, leaf, seed were tested whether they had protective effect against liver cancer or liver cirrhosis. Liver cirrhosis was induced by dimethylnitrosamine(DMN, 10mg/kg, 3 consecutive days/week, ip) for 3 weeks. Diethylnitrosamine(DEN) was used to produce liver preneoplastic lesion(50mg/kg, 2 times, ip) and liver cancer(40ppm, in drinking water for 20 or 30 weeks). turnip root showed protective effect against liver cancer and liver cirrhosis in early stage. Turnip leaf or turnip seed did not show any protective effect.

### 3. Development of oil processing of turnip seed and functional food using turnip.

Turnip seed was pressed to get oil. The roasting condition before pressing was examined for enhancing oil yield and good quality. In case of sesame first press was sufficient to get oil. but two or three press were needed in turnip seed for enhancing yield. Roasting of turnip seed for 20-30 minutes at 160°C gave roasting flavor, which was similar to sesame oil, as well as elongated shelf life in turnip seed oil. Some properties of turnip seed oil were examined, such as acidity, refractive index, fatty acid composition, etc.

Turnip root was hard in texture, so difficult in extraction. Turnip root was dried and extracted with solvent. Ethanol was selected for extraction, and extraction time were selected, too. The extracted solution from turnip root was concentrated under reduced atmosphere. The concentrate of turnip was mixed well in water, carbonated juice, apple juice, and red Jinseng juice, and the mixtures examined in sensory properties. The mixture of turnip concentrate with red Jinseng juice was better than the other mixtures in sensory properties.

we investigated the inhibitory effects of turnip on chemical induced liver cancer. Diethylnitrosamine(DEN) was used to produce liver cancer(40ppm, in drinking water for 20 or 30 weeks). In DEN treated rats preneoplastic lesion induced less in turnip group than control, and turnip leaf or turnip seed had no inhibitory effect. But, Turnip extract failed to protect liver cancer induction. Turnip root, turnip leaf and turnip seed have some protective effect, at least in part, in acute and chronic liver injury but not all. Further research is required to clarify the exact action mechanism and optimum concentration.

### 4. Recommendation

We studied processing technology of turnip root, leaf, seed, and protective effect of turnip against acute and chronic liver injury. This developed technology will apply to industry, and encourage farmer to cultivate turnip. There are need to research

further about detection of effective compound, exact concentration and mechanism of protective activity, and new cultivate technology in the future.



# CONTENT

Chapter 1. Introduction .....	29
1. Objective of the research .....	29
2. Necessity of the research .....	29
3. Scope of the research .....	31
Chapter 2. The state of art in the country and abroad .....	33
1. The state of turnip cultivation .....	33
2. Domestic research on turnip .....	33
3. Foreign research on turnip .....	33
Chapter 3. Contents and results of the research .....	35
1. Materials and Methods .....	35
2. Results and discussion .....	47
(1) Pickling with sugar and salt .....	47
(2) Turnip leaf juice .....	62
(3) Oil extraction of turnip seed and functional turnip juice .....	80
(4) Protective effect of turnip root, leaf, seed, against acute liver injury .....	99
(5) Protective effect of turnip root, leaf, seed, against liver cancer and liver cirrhosis in early stage .....	113
(6) protective effect of turnip root against advanced liver cancer .....	121
Chapter 4. Objective achievement and contribution to relative field .....	134
Chapter 5. Application plan of results .....	135

Chapter 6. Science informations collected during research program ..... 136

Chapter 7. References ..... 137

# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	29
제 1 절 연구개발의 목적 .....	29
제 2 절 연구개발의 필요성 .....	29
1. 기술적 측면 .....	29
2. 경제·산업적 측면 .....	29
3. 사회·문화적 측면 .....	30
4. 병리학적 측면 .....	30
제 3 절 연구개발범위 .....	31
1. 순무의 당침 및 염지기술개발 및 순무의 급성 간손상에 대한 억제효과 .....	31
2. 순무청을 이용한 음료제조기술 개발 및 순무의 만성 간손상에 대한 억제효과 .....	32
3. 순무씨의 착유기술개발 및 순무를 이용한 기능성 식품의 개발 .....	32
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	33
제 1 절 순무 재배현황 .....	33
제 2 절 순무에 대한 국내 연구 현황 .....	33
제 3 절 국외 연구현황 .....	34
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	35
제 1 절 실험재료 및 방법 .....	35
1. 재료 및 시약 .....	35
2. 순무의 당침시험 .....	35
3. 순무의 염지시험 .....	35
4. 순무의 유기산 침지시험 .....	35
5. 순무의 pH, 열수, 식염, 칼슘침지에 의한 경도 및 색도 변화 시험 .....	36

6. 순무각두기의 제조시험 .....	36
7. 순무즙을 이용한 음료의 제조시험 .....	36
8. 순무청을 이용한 음료제조시험 .....	36
9. 순무청 김치, 갓김치, 열무김치의 제조시험 .....	36
10. 순무청의 절입 시험 .....	37
11. 순무씨 압착기름의 제조 .....	37
12. 유기용매에 의한 순무씨 기름의 추출 .....	37
13. 순무색소의 저장성에 미치는 영향시험 .....	37
14. 순무농축물의 산과 당에 의한 음료제조시험 .....	37
15. 순무농축물의 혼합음료 제조시험 .....	38
16. 순무씨 기름의 저장안정성 시험 .....	38
17. 순무의 수용성성분과 불용성 성분의 분리 .....	38
18. 순무의 경도와 색도 측정 .....	38
19. 순무색소의 흡수스펙트럼의 측정과 적색강도 .....	39
20. 순무청김치, 순무청각두기, 갓김치, 열무김치의 pH와 산도 측정 .....	39
21. 생균수와 젖산균수의 측정 .....	39
22. 산가(acid value)의 측정 .....	39
23. 과산화물가(peroxide value) 측정 .....	39
24. 요오드가(iodine absorption number) 측정 .....	40
25. 굴절률(refraction index) 측정 .....	40
26. 순무씨 기름의 표면색도와 흡광도 측정 .....	40
27. 지방산 조성 측정 .....	40
28. 순무씨 기름의 향기에 대한 관능검사 .....	41
29. 순무농축물의 pH, 산도 측정 .....	41
30. 수용성 색소 anthocyanin의 측정 .....	41
31. Glucose, fructose, sucrose 측정 .....	41
32. GC-mass spectrometry에 의한 순무농축물의 성분분석 .....	41
33. LC-mass spectrometry에 의한 순무농축물의 성분분석 .....	42

34. 관능검사 .....	42
35. 순무, 순무청, 순무씨의 급성 간독성 억제효과에 사용된 실험동물 .....	42
36. 급성 간독성 억제효과에 사용된 시약 .....	42
37. 급성 간독성 실험군 및 계획표 .....	43
38. 순무 및 부재료에 대한 간 독성 시험에서 사용된 실험동물 .....	43
39. 순무 및 부재료에 대한 간 독성 시험에서 사용된 시약 .....	43
40. 순무 및 부재료에 대한 간 독성 시험에서 사용된 실험군 및 계획표 .....	44
41. 순무, 순무청, 순무씨의 전암성 병변의 억제시험을 위한 간암의 유도 .....	44
42. 전암성 병변의 측정 .....	44
43. 순무, 순무청, 순무씨의 간경변 억제시험을 위한 간경변 유발 및 시료의 공급 .....	45
44. 간 경변 정도 및 관련인자 분석 .....	45
45. 급성 간 독성 억제효과에 대한 비교평가를 위한 급성 간독성의 유발 및 시료의 투약 .....	45
46. 급성 간 독성 억제효과에 대한 관찰 .....	46
47. 진행성 간암에 대한 억제시험에서 증체량과 식이섭취량 변화조사 .....	46
48. 진행성 간암의 유발 .....	46
49. 진행성 간암 억제시험에서 실험식이 .....	46
50. 진행성 간암의 병리조직학적 검사 .....	47
51. 진행성간암에서 혈액생화학적 변화에 미치는 효과 .....	47
제 2 절 결과 및 고찰 .....	47
1. 순무의 당침 및 염지기술개발 .....	47
가. 순무의 당침 및 염지기술 .....	47
(1) 당침액의 제조 .....	47
(2) 당침처리 농도별 순무의 관능적 특성 .....	48
(3) 당침시간의 결정 .....	49
(4) 염지처리에 의한 순무의 관능적 특성 .....	49

(5) 염지처리시간의 결정시험 .....	49
(6) 침지용 유기산의 선발 .....	50
(7) 적정 유기산 농도결정시험 .....	51
(8) 식염과 acetic acid의 혼합액의 적정 농도결정시험 .....	51
나. 순무의 구성성분의 분리 및 특성 조사 .....	53
(1) 순무의 수분, 당도, 일반성분 .....	53
(2) 순무의 polyphenol 함량 및 적색색소 .....	53
(3) 순무의 수용성 성분과 불용성 성분의 분리 .....	55
(4) 순무의 불용성 섬유성분의 분별분석 .....	55
(5) 순무농축물의 구성 당성분과 색소함량 .....	56
(6) 순무농축물의 GC-mass spectrometry에 의한 성분분리와 추정 .....	57
(7) 순무농축물의 LC-mass spectrometry에 의한 비휘발성 성분의 추정 .....	57
2. 순무청을 이용한 음료 제조기술 .....	62
가. 순무청을 이용한 제품 제조기술 .....	62
(1) 순무청즙의 제조 .....	62
(2) 시험순무청음료의 제조 .....	63
(3) 순무청 음료의 당도결정시험 .....	63
(4) 순무청 음료의 과즙첨가 효과 .....	64
(5) 순무청을 이용한 순무청김치의 제조 .....	66
(6) 순무청김치와 무청김치의 관능특성 비교 .....	66
(7) 순무청김치와 갓김치의 관능특성의 비교 .....	66
(8) 순무청김치, 무청김치, 갓김치의 발효중 변화 .....	67
(9) 순무청 김치와 열무김치의 관능특성 비교 .....	69
(10) 순무청의 절입조건시험 .....	69
(11) 순무음료의 제조 .....	71
(12) 설탕과 구연산 첨가농도의 결정 .....	71
(13) 과즙이 혼합된 순무음료의 제조 .....	72
나. 순무가공식품의 저장중 변화조사 .....	73

(1) 순무의 경도특성 .....	73
(2) 순무의 색도변화 .....	74
(3) 순무각두기의 제조 및 저장중 변화 .....	75
(4) 순무색소의 추출 .....	77
(5) 색소추출용액의 선발 .....	77
(6) 저장온도, 당의 종류와 농도에 따른 색소의 잔존량 .....	78
(7) 태양광선에 의한 색소의 안정성 조사 .....	79
3. 순무씨의 착유기술개발 및 순무를 이용한 기능성 식품의 개발 .....	80
가. 순무씨의 유지제조기술 .....	80
(1) 착유온도가 압착식 착유율에 미치는 영향 .....	80
(2) 볶음처리가 착유율에 미치는 영향 .....	81
(3) 순무씨, 참깨, 들깨의 착유율 비교 .....	82
(4) 추출용매별 순무씨의 착유율 .....	83
(5) 추출회수에 따른 순무씨 기름의 착유율 .....	84
(6) 볶음온도가 순무씨 기름의 향기 강도에 미치는 영향 .....	84
(7) 볶음시간이 향기에 미치는 영향 .....	84
(8) 순무씨 기름의 산가 .....	86
(9) 순무씨 기름의 요오드가(iodine value)와 굴절율(refractive index) .....	87
(10) 순무씨 기름의 착색도 .....	88
(11) 순무씨 기름의 지방산 조성 .....	89
(12) 순무씨 기름의 산화안정성 .....	91
나. 순무를 이용한 기능성 식품의 제조기술 .....	92
(1) 순무에서 추출물의 제조 .....	92
(2) 순무농축물의 제조 .....	93
(3) 순무농축물의 식품에의 응용성 .....	93
(4) 순무농축물을 이용한 단순음료 제조시험 .....	94
(5) 탄산음료 제조시험 .....	96
(6) 사과즙과 혼합음료 제조시험 .....	97

(7) 홍삼즙과 혼합음료 제조시험 .....	98
4. 순무와 순무청, 순무씨의 급성 간손상에 대한 억제효과 .....	99
가. 병리 조직학적 및 혈액생화학적 억제효과 .....	99
(1) 체중, 간중량, 상대적 간 중량 .....	99
(2) 혈액 생화학적 검사 결과 .....	99
(3) 병리학적 검사 결과 .....	100
나. 부재료에 의한 병리조직학적 및 혈액생화학적 억제효과 .....	106
(1) 체중, 간중량, 상대적 간중량 .....	106
(2) 혈액 생화학적 검사 결과 .....	106
(3) 병리 조직학적 검사 결과 .....	106
5. 순무와 순무청, 순무씨의 만성 간손상에 대한 억제효과 .....	113
가. 간전암병변에 대한 병리조직학적 억제효과 .....	113
(1) 상대적 간중량 .....	113
(2) 전암성 병변의 지표 .....	113
(3) 혈액학적 분석결과 .....	113
(4) 혈중 콜레스테롤 .....	113
나. 간경변에 대한 병리조직학적, 혈액학적 억제효과 .....	115
(1) 상대적 간중량 .....	115
(2) 간경화지수 .....	115
(3) 간경화억제효과 .....	115
다. 급성간독성억제효과에 대한 비교평가 .....	116
(1) 상대적 간중량 .....	116
(2) 피사 병리조직 스코어 .....	117
(3) GOT, GPT .....	117
(4) 급성 간독성 억제효과와 비교 .....	117
6. 순무의 진행성 간암에 대한 억제효과 .....	121
가. 진행성간암에서 증체량과 식이량 변화조사 .....	121
(1) 증체량 .....	121



(2) 사료섭취량 .....	121
(3) 상대적 간중량 .....	121
(4) 생존곡선 .....	121
나. 진행성간염에서 혈액 생화학적 지표들의 억제효과 .....	122
(1) 혈액생화학적 지표(20주) .....	122
(2) 혈액생화학적 지표(30주) .....	122
다. 진행성간염에서 간조직의 병리조직학적 억제효과 .....	122
(1) 전암성 병변 지표(20주) .....	122
(2) 병리조직학적 결과(20주) .....	122
(3) 병리조직학적 결과(30주) .....	122
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	134
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	135
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	136
제 7 장 참고문헌 .....	137

# 여 백

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 우리나라에서 오래전부터 재배되고 있는 국산순무와 순무청, 그리고 순무씨의 가공기술을 개발하고 그 생체효능을 파악하고자 하는 것이다.

## 제 2 절 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

순무는 무, 배추와 같이 삼국시대부터 식용으로 재배되어 왔다. 그러나 무, 배추는 김치로 가공되는 반면, 순무는 그대로 식용되거나 극히 일부만이 전통순무김치로 가공되고 있다. 순무에 대한 소비자의 인식도 낮아서 수요도 극히 낮은 실정이다. 순무는 일반무와는 달리 단맛이 높고, 독특한 향기가 있고, 조직감이 단단한 특징이 있으므로 현대인의 기호에 맞는 가공기술을 개발할 필요가 있다. 순무를 재배하면 순무청과 순무씨가 부산물로서 발생된다. 순무청과 순무씨는 식품으로 이용되지 않고 있다. 그러나 순무청과 순무씨도 식품재료로 이용할 가능성이 있다.

조선시대의 동의보감에 의하면 "순무는 맛이 달고 오장에 이로우며 소화를 돕고 기를 증진시킨다"고 하고 순무씨는 "눈을 밝게 한다"고 알려져 있다. 미국에서는 순무잎과 씨에는 항암효과가 있다고 구전되고 있다. 그러나 순무의 효능에 관하여 과학적인 연구가 미흡하여 그 효능을 구체적으로 밝히고자 하였다. 최근에는 소비자는 건강지향적으로 구매하는 경향이 있다. 순무는 일반무보다 당도가 높고 혈청콜레스테롤을 낮추는 효과도 있다. 이외에도 생체에 유익한 효과가 있을 것으로 기대되고 있다.

### 2. 경제·산업적 측면

강화지역의 농민은 전통적으로 인삼이 주요 소득원이었으나 장기간의 재배로 지력이 소모되어 인삼의 수확률이 매우 낮아졌다. 따라서 이 지역의 농민은 생존을 위하여

다른 소득작물을 찾아야 하였다. 순무는 강화지역의 기후와 토질이 순무재배에 적합하므로 대체작물로서 적합하였다. 그러나 아직 가공기술과 수요가 낮은 문제점이 있으므로 순무가공기술을 개발하여 품질을 높이는 동시에 생체효능을 밝힘으로서 소비자의 수요를 확대시키고자 하였다.

우리나라는 유지자원이 매우 부족하여 대부분 수입에 의존하고 있다. 단지 참기름, 들기름 등이 국내에서 소량 생산되고 향신료나 건강기능성 목적으로 사용되고 있다. 순무씨는 기름을 많이 함유하고 있고, 눈을 밝게 한다고 알려져 있으므로 순무씨기름의 가공특성 및 생리효능을 연구하고자 하였다.

### 3. 사회·문화적 측면

순무는 오래 전부터 재배한 강화도의 전통식품이다. 순무의 효능에 대하여 동의보감에 기록된 정도외에는 그 효능에 대한 구체적인 연구가 없다. 과학적으로 생리적 효능을 밝히고 순무특유의 제품을 개발함으로써 지역특산물로 정착시키고자 하였다.

최근 우리나라는 암, 고혈압, 지방간 등 여러 성인병에 의한 질병이 점차 많아지고 있다. 전통적으로 내려오는 한의서를 참고하면 순무는 성인병예방에 효과가 있을 것으로 기대되고 있지만 과학적인 연구가 미흡하므로 순무의 효능을 밝혀서 국민건강에 기여하고자 하였다.

### 4. 병리학적 측면

급, 만성적 각종 간 질환은 우리나라에서 특히 발생빈도가 매우 높은 질병이다. 우리나라의 간염바이러스 감염율은 서구 여러 나라에 비해 매우 높아 만성간염 및 간경변과 간세포암종의 발생이 국민보건에 지대한 영향을 미치고 있으며 간암은 우리나라에서 위암종에 이어 두 번째로 발생빈도가 높은 악성종양이다.

이러한 간 손상에 관여하는 인자로는 바이러스, 화학물질, 호르몬, 알코올 섭취, 영양상태 등이 잘 알려져 있다. 만성 간 손상의 지속적인 진행은 간 경변을 유발하게 되는데 이는 비가역적 병변으로서 중요한 난치병의 하나이다. 간 경변은 간암의 전암 단계 병변으로 잘 알려져 있으며 간 경변에서 간암으로 진행되는 병태생리에 관해서는 아직 명확히 밝혀져 있지 않다.

이처럼 간 질환은 우리나라 사람의 주요 사망원인중 하나임에도 불구하고 아직까지 적절한 치료법의 개발은 물론이고 정확한 발생기전에 대한 연구조차 이루어지지 않아 많은 환자들이 적절한 대책 없이 고통 받고 있는 실정이다. 따라서 간 질환의 예방 또는 치료에 효과적인 물질의 개발은 매우 시급하고 중요한 연구 과제가 아닐 수 없다.

간 질환을 연구하는 여러 가지 방법 중 본 연구에서 사용한 동물실험법은 사람의 간 질환을 이해하기 위하여 반드시 필요한 방법이다. 특히 사염화탄소, DMN, DEN 등을 사용한 간 질환 유발모델은 사람의 간 질환과 병리학적인 특성이 매우 유사한 것으로 밝혀져 있는 유용한 실험법이다.

최근 여러 가지 난치성 질환들의 치료방법으로 대체의학 및 식이요법에 대한 관심이 고조되고 있으며 이러한 연구들에 힘입어 다양한 식품들의 질병 치료 효과가 과학적으로 규명되고 있다. 이러한 연구들은 대체로 고문헌이나 민간요법에서 특정 질병의 치료 또는 예방에 효과가 있는 것으로 알려진 물질들을 대상으로 과학적인 방법을 통하여 효과를 밝히고자 계획된다. 녹차나 마늘, 십자화과의 여러 가지 채소 등은 이미 간 기능의 보호효과 및 질병의 예방효과가 밝혀지기도 했고, 그 외에도 가능성이 있는 여러 가지 식품들이 연구 대상이 되고 있다. 본 연구에서는 예로부터 건강식품으로 알려져 있는 순무의 건강증진효과를 규명하고자 간 손상 억제효과 유무를 동물실험을 통하여 조사하였다.

### 제 3 절 연구개발범위

#### 1. 순무의 당침 및 염지기술개발 및 순무의 급성 간손상에 대한 억제효과

순무의 기호성과 저장성을 높이기 위하여 순무의 당침기술과 염지기술을 연구하였고 유기산에 저장하는 기술도 연구하였다. 순무의 구성성분을 파악하기 위하여 순무를 수용성 성분과 불용성 성분으로 분리하여 그 특성을 조사하였고, 특수한 미량성분을 조사하기 위하여 크로마토그래피를 이용하여 구성성분을 추정하였다. 그리고 순무와 순무청, 순무씨가 급성 간손상에 대하여 억제효과가 있는 지 여부와 순무와 고추, 마늘, 생강 등 부재료를 혼합하였을 경우 억제효과의 상승여부를 실험동물을 사용하여 조사하였다.

## 2. 순무청을 이용한 음료제조기술 개발 및 순무의 만성 간손상에 대한 억제효과

순무청을 이용하여 음료를 제조하는 기술과 순무청으로 김치를 제조하는 기술, 그리고 순무를 갈아서 음료로 만드는 기술을 연구하였다. 또한 순무가공식품의 저장중 변화를 조사하였다. 순무의 산과 열처리함에 따른 경도와 색도의 변화, 그리고 순무로 깍두기를 제조하였을 때 저장중 변화, 순무색소의 변화를 조사하였다. 그리고 순무와 순무청, 순무씨의 만성 간손상 즉 간암과 간경변증에 대한 억제효과 여부를 실험동물을 사용하여 조사하였다.

## 3. 순무씨의 착유기술개발 및 순무를 이용한 기능성 식품의 개발

순무씨에서 착유하기 위하여 압착법에 의한 착유와 용매추출법에 의한 착유법을 연구하였다. 순무씨의 물리화학적 특성과 구성성분, 산화안정성 등을 조사하였다. 순무를 이용하여 기능성 식품으로 개발하기 위하여 순무농축물을 제조하는 기술과 순무농축물을 이용하여 음료를 제조하는 기술을 개발하였다. 그리고 진행성 간암에 대하여 순무 농축물이 억제효과를 갖는 지 여부를 실험동물을 사용하여 조사하였다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 순무 재배현황

순무는 삼국시대부터 생산되어 왔으며 현재에는 주로 강화도 지역에서 생산되고 있다. 강화도의 일조량과 토질 등 재배여건이 순무재배에 적합하기 때문이다. 순무를 증산하기 위하여 강화농업기술센터(1995년)에서는 봄과 여름에도 재배할 수 있는 재배기술을 연구하였고, 강화농민의 노력으로 순무재배지역은 1993년에는 26ha이었던 것이 1994년에는 56ha, 그리고 1996년에는 72.6ha로 확대되었다. 이렇게 순무의 재배기반은 점차 갖추어 가고 있으나 순무에 대한 가공기술이 취약하고, 소비자의 수요가 낮은 문제점이 있다.

### 제 2 절 순무에 대한 국내 연구 현황

순무에 대한 연구는 많지 않고, 특히 순무의 가공방법과 효능에 관한 연구는 거의 없다. 농촌진흥청에서는 순무의 유전에 관한 연구를 수행하였다. 결구배추와 국산순무를 조합했을 때 나타나는 발아와 녹색의 유전현상과 국산순무의 소포자 배양에 관한 연구를 하였다. 강화농업기술센터(1997)에서는 순무를 봄과 여름에 재배하는 재배방법을 시도하였다. 봄순무와 여름순무의 품질을 비교하면 봄순무는 가을순무보다 품질이 낮았다고 보고하였다. 또한 순무를 이용하여 순무비늘김치, 순무석박지, 순무동치미의 제조를 시도하였다.

순무의 효능에 대하여 조선시대 허준의 동의보감과 이상화의 변증방약정전에는 순무의 효능에 대한 기록이 내려오고 있다. 이에 의하면 순무는 성질은 따뜻하고 맛은 달고, 오장을 잘 조화시키고 기를 내리게 하며 숨이 가쁜 것을 해소하고 황달을 치료한다고 한다. 또한 순무씨는 성질이 평범하고 눈을 밝게 하고 황달, 껍관증, 복수를 치료한다고 한다.

한국식품개발연구원(1998, 2000)에서는 순무의 이화학적 성분과 효능에 대하여 기초적인 연구를 하였다. 순무의 이화학적 성분으로서 비타민C 함량, 유리당, 무기질, 아미노산함량, 폴리페놀함량 등을 조사하였다. 그리고 재배지역별 순무의 성분과 토질을 분석하였다. 그 결과 재배지역별 순무의 설탕과 환원당의 함량, 아밀라제 활성에 차이가 있음을 파악하였고, 토질과 순무성분간의 관련성에 대하여서도 조사하였다. 순무는 토질의 pH가 중성인 지역에서 재배되었을 때 단맛과 아밀라제 활성이 높아지는 것으로 밝혀냈다. 또한 순무와 일반 무를 비교한 결과 순무는 일반 무에 비하여 설탕과 환원당이 많고, 아밀라제 활성이 높음을 밝혔다.

### 제 3 절 국외 연구현황

순무는 해외에서도 찾아볼 수 있는데 전통식품으로 제조되어 소비되고 있다. 일본의 경우 순무의 껍질을 벗기고 소금을 뿌리고 식초로 채워서 맛을 들인 센마이쯔게가 있다. 이것은 교토지방의 전통식품이다. 이외에 터키에서는 순무청을 발효시켜 먹는다. 서양에서 순무는 샐러드로 식용되고 있다. 현대적인 상품으로 개발된 것은 아직 없다.



## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 실험재료 및 방법

#### 1. 재료 및 시약

경기도 강화군에서 2000년, 2001년, 2002년 11월에 수확된 생 순무와 순무청을 동시에 생산농가에서 구입하여 냉장하고 사용하였다. 순무청의 착즙시험은 순무청의 생육이 좋은 4-5월과 9-10월에 순무와 순무청을 구입하여 순무청을 분리하여 사용하였다. 순무씨는 강화군 종자상회에서 구입하여 사용하였다. 순무 가공은 파, 생강, 마늘, 고춧가루, 천일염 등은 가락동 도매시장에서 구입하여 사용하였다. 미생물생육을 측정을 위한 plate count agar와 lactobacilli MRS agar는 Difco 회사의 제품을 사용하였다. 이외 분석시약은 미국의 Sigma 회사 또는 일본의 Junsei 회사제품의 특급시약(GR)을 사용하였다.

#### 2. 순무의 당침시험

순무에 단맛과 저장성을 부여하기 위하여 설탕과 sorbitol을 혼합하여 당침액을 제조하여었다. 즉 당침액은 설탕 20-54%(w/w) 및 sorbitol 0 - 14%(w/w)의 농도로 만들어서 순무를 침지하고 그 관능특성을 조사하였다.

#### 3. 순무의 염지시험

순무를 일정한 두께(0.1-1.0cm)로 잘라서 염도 0.0-2.5%(w/w)의 염지액에 침지하고 저장중 관능특성을 조사하였다. 최근 식염은 적게 섭취하는 경향이 있으므로 염지액의 염도를 1%(w/w)로 낮추어 침지하고 관능특성과 저장성을 조사하였다.

#### 4. 순무의 유기산 침지시험

순무의 기호성과 저장성을 증진시키기 위하여 acetic acid, citric acid, lactic acid 5%(w/v)에 순무를 잘라서 침지하고 유기산별, 침지농도별 pH, 조직, 색, 관능특성을 조사하였다.

#### 5. 순무의 pH, 열수, 식염, 칼슘침지에 의한 경도 및 색도 변화 시험

침지액 pH에 따른 순무의 경도변화, 열수처리에 따른 순무의 경도변화, 식염농도에 따른 순무의 경도변화, 칼슘처리에 대한 순무의 경도변화는 육면체의 순무조각을 acetate 완충용액(0.01M, pH 5.0, 4.2, 3.8)에 16시간 침지하거나 온도가 조절된 waterbath(60, 80, 100 °C)에 15분처리하거나, 염도가 0.0, 2.5, 5.0%(w/w)의 염수 또는 NaCl+CaCl<sub>2</sub> 용액(2.50+0.00, 1.25+1.25, 0.00+2.50%)에 침지한 후 경도와 색도를 측정하였다. 순무와 대조로서 일반 무(품종 태백)도 시험하여 서로 비교하였다.

#### 6. 순무깍두기의 제조시험

순무를 일정한 크기(2x 2 x 2cm)로 잘라서 순무 100g당 파 66.7g, 마늘 12g, 고춧가루 25g, 생강 4g, 소금 22.2%로 넣고 혼합하여 10°C에서 발효시키고 발효중 pH, 산도, 관능특성의 변화를 측정하였다. 이와 동시에 무로 만든 깍두기와 비교하였다.

#### 7. 순무즙을 이용한 음료의 제조시험

순무를 세절하여 압착기로 직접 착즙하여 설탕과 citric acid, ascorbic acid를 첨가하고 관능시험을 통하여 적정배합비율을 조사하였다. 또한 순무즙에 과즙첨가에 따른 관능특성도 조사하였다.

#### 8. 순무청을 이용한 음료제조시험

순무청을 압착기로 착즙하고 설탕과 citric acid, ascorbic acid를 혼합하고 관능특성을 조사하였다. 그리고 순무청즙에 사과, 배, 매실, 당근, 파인애플, 수삼 등 과일을 첨가하여 혼합음료를 제조하고 관능특성을 조사하였다.

#### 9. 순무청 김치, 갓김치, 열무김치의 제조시험

순무청을 다듬고 순무청 1kg 당 마늘 15g, 파 31g, 생강 4g, 고춧가루 36-72g, 물 58-116g을 넣어 혼합하고 10°C에서 발효시켜서 순무청 김치를 제조하였다. 이와 동일한 방법으로 갓으로 갓김치를 제조하였고, 열무로 열무김치를 제조하였다. 발효중 pH, 산도, 젖산균수의 변화와 관능특성을 조사하였다.

#### 10. 순무청의 절임 시험

순무청의 질긴 조직감을 연화하기 시키기 위하여 순무청을 식염 5-15%, 1-2시간으로 절임하고 순무청의 복원성에 대하여 조사하였다.

#### 11. 순무씨 압착기름의 제조

순무씨를 전기로에 넣고 가열하여 볶은 후 소형 압착기(expeller, model 2002M, 영진기계, 서울)로 온도 160°C에서 착유하였다. 압착기의 압착부분은 직경 4cm, 길이 12cm의 원통 내부에 압착스크류가 장치되어 있고, 이 원통주위에 길이 5cm의 전기열선을 장치하여 압착온도를 160-220°C로 조절할 수 있다. 순무씨를 140-160°C의 전기로에서 볶은 후 압착기 온도 160°C에서 압착하여 착유하였다. 착유 박(찌거기)을 분쇄하여 위와 동일한 조건에서 2차, 3차, 4차 압착하여 순무씨 기름을 제조하였다.

#### 12. 유기용매에 의한 순무씨 기름의 추출

순무씨를 분쇄하여 체(가로 1 x 세로 1 mm)를 통과시키고 hexane을 순무중량에 대하여 20배(w/v)로 넣고 실온에서 16시간 방치한 후 여과하여 evaporator를 사용하여 hexane은 제거하고 기름을 제조하였다. 탈지된 순무씨를 모아서 동일한 조건으로 4차까지 추출하고 추출횟수별 추출률을 계산하였다.

#### 13. 순무색소의 저장성에 미치는 영향시험

순무의 표피조직을 5%(w/v) citric acid 용액으로 색소를 추출하고, 4-30°C에 저장하고, 저장온도에 따른 색소의 잔존 흡광도를 측정하여 이를 안정성의 지표로 하였다. 또한 glucose, fructose, sucrose, 태양광선, 유기산, 식염이 색소안정성에 미치는 영향도 이와 동일한 방법으로 조사하였다.

#### 14. 순무농축물의 산과 당에 의한 음료제조시험

순무농축물을 증류수에 5-10%(w/w)로 희석하고 ascorbic acid를 첨가하여 pH 4.00, pH 3.75, pH 3.50으로 각각 조정하였다. 당도는 설탕으로 10%(w/v)로 하여 훈련된 관능검사요원 9명으로 단맛과 신맛을 9점 평점법(0, 아주 약하다, 5, 중간이다, 9 아주 강하다)으로 관능특성을 조사하였다.

#### 15. 순무농축물의 혼합음료 제조시험

순무농축물을 시판 탄산음료에 1, 2, 3%(w/v)로 첨가하고 훈련된 관능검사요원 9명으로 적색, 냄새, 단맛, 탄산맛, 신맛을 9점 평점법으로 조사하였다. 사과즙 음료에 대한 순무농축물의 음료제조시험은 순무농축물을 사과과즙음료에 1, 2, 3%(w/v)로 첨가하고 훈련된 관능검사요원 9명으로 적색, 냄새, 단맛, 특쓰는 맛, 신맛을 9점 평점법으로 조사하였다. 그리고 홍삼즙에 대한 순무농축물의 관능특성시험은 홍삼즙에 순무농축물을 1, 2, 3% (w/v)로 첨가하고, 동일한 방법인 9점법으로 관능특성을 조사하였다.

#### 16. 순무씨 기름의 저장안정성 시험

순무씨 기름 500g을 비이커에 넣어 60°C의 incubator에 넣고 때때로 잘 혼합하면서 저장하면서 3-4일 간격으로 과산화물가를 측정하였다. 저장성이 우수하다고 알려진 참기름과 가장 많이 식용되고 있는 정제 대두유도 동시에 시험하여 순무씨 기름과 비교하였다.

#### 17. 순무의 수용성성분과 불용성 성분의 분리

순무의 수용성성분과 불용성 성분의 분리는 Soughtgate의 방법에 준하여 분리하였다. 즉 순무를 동결건조하고, 분쇄한 후 증류수에 녹인 후, 여과하여 수용성 성분과 불용성 성분을 분리하였다. 불용성 성분을 모아 1M 황산용액으로 가수분해하여 pectin, starch 등 hemicellulose 성분을 분리하였다. 1M 황산용액에 녹지 않은 물질은 72% 황산에 침지하여 cellulose를 가수분해시켜서 용액으로 분리하였고, 불용성 물질인 lignin을 분리하였다. 각각의 성분을 건조하여 그 함량을 계산하였다.

#### 18. 순무의 경도와 색도 측정

순무의 표피부분을 일정한 크기의 육면체(2x2x2cm)로 절단하여 적색이 있는 표피에서 중심으로 향하게 texture analyser(TX-2)의 sensor로 누르고 강도를 측정하였다. 순무의 색도는 표피를 색차계(color difference meter, Minolta)로 백색도(lightness, redness a, yellowness b)를 5회 반복측정하였다.

#### 19. 순무색소의 흡수스펙트럼의 측정과 적색강도

순무에서 색소를 추출하여 최대 흡광도를 나타내는 파장에서 흡광도가 0.8 이 내가 되도록 희석하여 300-600nm까지 흡수 spectrum을 측정하였다. 그리고 적색의 강도는 최대흡광도를 나타내는 520nm의 흡광도를 사용하였다.

#### 20. 순무청김치, 순무청깍두기, 갓김치, 열무김치의 pH와 산도 측정

시료를 취하여 증류수를 넣고 mixer로 분쇄하고 거어즈로 여과한 후 pH 전극을 여과액에 넣고 pH를 측정하였다. 이 여액을 일정량 취하여 pH meter를 이용하여 pH8.3에 될 때까지 0.1N NaOH로 적정하고 소비량을 측정하여 다음 식으로 젖산산도(%)를 계산하였다.

$$\text{산도} = 0.009008x \text{ factor} \times \text{소비ml} \times 1/\text{시료(g)} \times 100$$

#### 21. 생균수와 젖산균수의 측정

시료를 취하여 멸균생리식염수(0.85% NaCl)에 넣고 무균적으로 분쇄하고 10배 계열로 희석하여 plate count agar에 접종하여 30℃에서 48시간 경과한 후 colony의 수를 측정하였다. 젖산균수도 이와 동일한 방법으로 희석한 후 Lactobacilli MRS agar에 접종하여 30℃에서 48시간 경과한 후 colony의 수를 측정하였다.

#### 22. 산가(acid value)의 측정

순무씨 기름의 산가(acid value)는 미국공인시험법 A.O.A.C. 967.17 으로 측정하였다. 즉 순무씨 기름을 ethanol+diethyl ether(1+1, v/v)용액에 녹인 후 phenolphthalein 지시약을 가하고 0.1N KOH 용액으로 적정하고 그 소비량으로 산가(mg KOH/g)를 계산하였다.

#### 23. 과산화물가(peroxide value) 측정

과산화물가는 미국공인시험법 A.O.A.C. 965.33의 방법으로 시험하였다. 즉 순무씨 기름 5g을 취하여 acetic acid+chloroform (3+2, v/v)액에 녹인 후 포화 potassium

iodide 용액 0.5ml를 넣고 냉암소에서 2분간 반응시키고 증류수를 넣고, 전분지시약 0.5ml를 넣고, 0.01N sodium thiosulfate 용액으로 적정하여 시료 1kg당 밀리당량 (miliequivalent)로 표시하였다.

#### 24. 요오드가(iodine absorption number) 측정

요오드가는 미국공인시험법 A.O.A.C 920.159의 방법으로 시험하였다. 즉 순무씨 기름을 취하여 CCl<sub>4</sub> 액으로 녹이고 위지스 요오드액(Wijs iodine solution)을 넣고 25℃에서 30분간 반응시킨 후 15% KI 용액과 증류수를 넣고 0.1N sodium thiosulfate 용액으로 적정하고 요오드 흡수량을 계산하여 요오드가(I number)로 표시하였다.

#### 25. 굴절률(refraction index) 측정

굴절률은 미국공인시험법 A.O.A.C 921.08의 방법으로 시험하였다. 즉 순무씨 기름을 Abbe 굴절계로 측정하였다.

#### 26. 순무씨 기름의 표면색도와 흡광도 측정

순무씨 5g을 직경 5cm의 petri dish에 넣고 색차계를 사용하여 백색도(lightness, L)와 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)를 측정하였다. 순무씨 기름의 흡광도는 미국 공인유지시험법 A.O.C.S. Td 2a-64를 변형하여 시험하였다. 즉 순무씨 기름을 hexane에 1% (w/v)로 녹여서 spectrophotometer를 사용하여 440nm와 520nm에서 흡광도를 측정하여 백분률(%)로 표시하여 비교하였다.

#### 27. 지방산 조성 측정

지방산조성은 미국공인시험법 A.O.A.C. 969.33과 963.22의 gas chromatographic method를 일부 변형하여 시험하였다. 즉 순무씨 기름에 boron trifluoride reagent를 사용하여 fatty acid methyl ester로 만들었다. 그 다음 모세관 칼럼(HP-FFAP, 직경 0.25mm x 길이 25m)에 질소가스를 이동상으로 하고 온도 program은 150℃에서 3분, 분당 4℃로 승온하고, 220℃에서 10분으로 하였다. Injector 온도 220℃, detector 온도 250℃, detector FID를 사용하여 표준 지방산의 chromatogram과 비교하여 지방산 조성을 계산하였다.

### 28. 순무씨 기름의 향기에 대한 관능검사

순무씨 기름의 향기에 대한 강도는 훈련된 관능검사요원 10명으로 측정하였다. 순무씨 기름 10g을 뚜껑이 있는 용기에 넣고 30℃의 incubator에 약 1시간 넣어둔 후 관능검사요원에게 제공하여 순위법(강하다 1, 중간이다 2, 약하다 3)으로 비교하였다.

### 29. 순무농축물의 pH, 산도 측정

순무 농축물을 2-3g을 취하여 증류수 100ml에 녹이고 pH 전극으로 pH를 측정하였다. 이 희석액을 0.1N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하고 소비량으로 citric acid의 산도(%)로 계산하였다.

### 30. 수용성 색소 anthocyanin의 측정

순무농축물중의 수용성 적색색소 anthocyanin은 Fuleki와 Francis의 방법(1968)으로 측정하였다. 즉 순무농축물을 1.5N HCl-ethanol 용액에 녹이고 일정부피로 정용한 후 535nm에서 흡광도를 측정하여 total anthocyanin을 계산하였다.

$$\text{total anthocyanin(mg/g)} = 535\text{nm의 흡광도}/98.2 \times \text{희석배수} \times 1/\text{시료무게(g)}$$

### 31. Glucose, fructose, sucrose 측정

순무농축물을 증류수에 녹여 칼럼(carbohydrate 4.6x 250mm)이 장치된 HPLC(Waters)에 이동상(75% acetonitrill)과 함께 유속 1ml/min.로 흘리고 분리하여 굴절검출계(RI detector)로 검출하였다. 표준물질의 머무름시간(retention time)과 면적을 비교하여 glucose, fructose, sucrose를 정량하였다.

### 32. GC-mass spectrometry에 의한 순무농축물의 성분분석

순무농축물을 aceton에 녹여 칼럼(UP-5, 5% phenyl methyl siloxane, 길이 30.0m x 내경0.250mm)이 장치된 가스크로마토그래피-매스검출기(GC-MSD5973)로 분리하고 매스스펙트럼(mass spetrum)을 얻어 물질편람(library)과 비교하여 성분을 동정하였다. 도입부온도(injector temperature)는 25℃로 하였고, 오븐의 온도프로그램(oven temperature program)은 100℃에서 10분, 분당 10℃로 승온하고, 280℃에서 10분으로 하였다.

### 33. LC-mass spectrometry에 의한 순무농축물의 성분분석

순무농축물을 이동상 용액에 녹여서 칼럼(DB-C18, 직경 4.6 x 길이 150mm)이 장착된 액체크로마토그래피-매스검출기(Agilant LC-MSD)에 20 $\mu$ l 주입하고, 이동상 용액(mobile phase)으로 water:methanol (50:50)을 유속 0.5ml/분으로 흐르게 하고 분리하였다. 검출기 diode array detector(DAD)로 254 nm에서의 흡광물질을 chromatogram으로 분리하였고, 이온화모드(ionization mode)는 ACPI로 하고, 파괴전압(fragment voltage)은 300V로 하여 positive와 negative mass spectrum으로 측정(scan)하였다.

### 34. 관능검사

한국식품개발연구원에 근무하는 훈련된 20대 여성 10명으로 순위법 또는 평점법으로 평가하고 분산분석(ANOVA)과 다중비교법(Duncan)으로 통계분석하였다.

### 35. 순무, 순무청, 순무씨의 급성 간독성 억제효과에 사용된 실험동물

실험에 사용된 실험동물은 SD 랫드(Japan, SLC) 5주령 수컷(60마리)를 사용하였다. 이 방법은 1936년 Cameron이 사용한 방법을 응용한 방법으로 기본적인 간 독성 유발을 규명하는데 가장 적합한 방법이다. 사용된 실험동물은 모두 서울대학교 의과대학 실험동물실에서 사육되면서 실험되었으며, 기본적인 사육기준으로 온도 23 $\pm$ 1도, 습도 55 $\pm$ 5%로 유지되는 SPF실험실에서 사육하였고, 물과 사료는 자유로이 급식하도록 실험하여 외부적인 환경인자에 의한 영향을 최대로 억제하여 실험하였다.

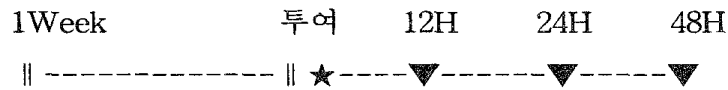
### 36. 급성 간독성 억제효과에 사용된 시약

실험에 사용된 시약은 사염화탄소(CCl<sub>4</sub>, Sigma Co) 옥수수기름(Corn oil, Sigma. Co)와 사용되는 사료의 균질성과 순무추출물의 효과를 최대로 검정하기 위하여 AIN-76사료를 표준화되어 있는 방법에 따라 만들어 급이하였다(Table 1). 사용된 사염화탄소(CCl<sub>4</sub>)는 0.3ml/kg 으로 단회 경구투여하여 간세포 괴사를 유발하였으며 실험에 사용된 추출물은 모두 4가지 종류(A: 순무청, B: 순무씨 추출물, C: 순무)를 사용하였고 실험에 사용된 농도는 순무섭취가 가능한 최대농도를 계산하여 응용하였다.



### 37. 급성 간독성 실험군 및 계획표

실험에 이용되는 실험용 랫드는 반입후 일주일간의 검역기간을 통과한후 실험에 이용되었으며, 체중을 측정하여 각군별로 동일한 체중을 유지하도록 실험군을 만들었다. 실험군은 각각 5마리를 기준으로 한 개의 군을 편성하였으며, 실험에 이용된 실험 계획표는 다음과 같다.



★ : CCl<sub>4</sub> 0.3ml/kg

▼ : 부검(각 포인트 5마리씩)

### 38. 순무 및 부재료에 대한 간 독성 시험에서 사용된 실험동물

이차적으로 순무의 최대 효과 농도에 대한 부재료의 효과를 알아보기 위한 실험에 이용된 실험동물은 일차적인 순무의 간독성 효과를 최대로 유지하기 위하여 A에서 이용된 실험에 사용된 실험동물과 동일한 SD 랫드 5 주령 수컷(SLC, Japan)을 사용하여 실험하였다.

### 39. 순무 및 부재료에 대한 간 독성 시험에서 사용된 시약

실험에 공여된 시약은 A에서 이용된 동일한 사염화탄소(CCl<sub>4</sub>, Sigma)와 옥수수 기름(Corn oil, Sigma)를 사용하였고 AIN-76사료에 순무 추출물을 혼합하여 A 실험과 동일하게 조제한후 부재료로 이용된 고추, 마늘, 생강 등의 부재료 추출물을 첨가하여 급이하였다. 조제된 고추, 마늘 생강등 부재료에 대한 농도는 최대 농도를 5% 이내로 결정하였으며, 이농도는 일반적으로 순무를 김치로 섭취할 경우 최대 농도를 계산하여 설정하였다.

#### 40. 순무 및 부재료에 대한 간 독성 시험에서 사용된 실험군 및 계획표

실험에 이용되는 실험용 랫드는 반입후 일주일간의 검역기간을 통과한 후 실험에 이용되었으며, 체중을 측정하여 각 군별로 동일한 체중을 유지하도록 실험군을 만들었다. 실험군은 각각 5마리를 기준으로 한 개의 군을 편성하였으며, 실험에 이용된 실험 계획표는 아래와 같다.



★ : CCl<sub>4</sub> 0.3ml/kg

▼ : 부검(각 포인트 5마리씩)

#### 41. 순무, 순무청, 순무씨의 전암성 병변의 억제시험을 위한 간암의 유도

실험동물은 생후 4주령의 Sprague-Dawley종 수컷 무균쥐(specific pathogen free)를 사용하고, 간암을 유발하는 물질인 DEN(diethylnitrosamine)을 50mg/kg 농도로 복강투여 하고, 발암 촉진제로는 phenobarbital을 0.05% 농도로 희석하여 음수로 제공하였다. 실험식은 AIN-76A를 기본식으로 하여 각 시료의 동결건조물을 셀룰로오스 대신 첨가하며, 첨가량은 총 사료 무게의 5%로 통일하였다.

#### 42. 전암성 병변의 측정

9주간의 사육 후 간을 적출하여 중량을 측정하고, 오른쪽 전엽과 중엽, 후엽에서 각각 5mm 두께가 되도록 잘라서 10% 중성 formalin에 넣어 고정시켰다. 일반적인 병리학적 방법으로 블록을 만들고 절편을 제작하여 슬라이드에 부착시킨 후 조직면역염색법(ABC법)으로 전암성 병변의 지표인 GST-P<sup>+</sup> foci를 염색하고, 영상분석기를 이용하여 병변의 정도를 수치화 함으로써 시료의 간암 억제효과 유무를 판정하였다.

43. 순무, 순무청, 순무씨에 의한 간경변 억제시험을 위한 간경변 유발 및 시료의 공급  
실험동물은 5-6주령(180-200g)의 Sprague-Dawley 수컷을 사용하였으며, 간경변 유발물질로는 DMN(dimethylnitrosamine)을 사용하였다. DMN의 투여는 10mg/kg의 농도로 생리식염수에 희석하여 매주 연속 3회씩 3주에 걸쳐 복강으로 투여하였다. 본 실험에서 사용한 순무, 순무청, 순무씨에서 추출한 추출물을 농축시킨 것으로, 5mg/ml 농도로 음수에 섞어 공급하였으며 음수는 부패방지를 위하여 매일 새것으로 교환하였다.

#### 44. 간 경변 정도 및 관련인자 분석

실험동물은 3주간 사육한 후 부검하였다. 간은 적출 후 중량을 측정하고, 오른쪽 전엽과 중엽, 후엽에서 각각 5mm 두께가 되도록 잘라서 10% 중성 formalin에 넣어 고정시켰다. 일반적인 병리학적인 방법으로 블록을 만들고 절편을 제작하여 슬라이드에 부착시킨 후 병리학의 기본 염색인 H&E 염색을 하여 간경화지수를 측정하였고, 간 경화의 정도를 나타내는 관련 단백질  $\alpha$ -SMA(alpha-smooth muscle actin) 면역염색을 실시하였다. 일부 간 조직은 부검시 액체질소로 급속 냉동시켜 deep freezer에 보관하였다가 세포주기 조절관련 단백질인 PCNA, bcl-2의 western blot에 이용하였다.

45. 급성 간 독성 억제효과에 대한 비교평가를 위한 급성 간독성의 유발 및 시료의 투약

실험동물은 5주령의 Sprague-Dawley 수컷을 사용하며, 급성 간 독성 유발물질로는 사염화탄소( $\text{CCl}_4$ )를 0.3ml/kg 농도로 옥수수수에 희석하여 단회 경구투여 함으로써 간세포 괴사를 유발하였다.

위의 실험방법으로 유도되는 급성 간 독성의 억제효과를 알아보기 위하여 사염화탄소 투약 일주일전 주 2회 기준시료로 선택된 ursodeoxycholic acid를 25mg/kg 투약하였다. 부검은 사염화탄소 투약 후 12, 24, 48시간에 각각 실시하여 시간의 변화에 따른 변화를 관찰하였다.

#### 46. 급성 간 독성 억제효과의 관찰

간은 적출 즉시 생리식염수로 한번 헹궈 혈액을 어느 정도 제거한 후 중량을 측정하고, 오른쪽 전엽과 중엽, 후엽에서 각각 5mm 두께가 되도록 잘라서 10% 중성 formalin에 넣어 고정시켰다.

일반적인 병리학적 방법으로 블록을 만들고 절편을 제작하여 슬라이드에 부착시킨 후 H&E 염색 후 괴사 병리조직 스코어(Histological score for necrosis)와 호중구 스코어(Neutrophil count)를 광학현미경을 통한 관찰로 측정하여 간 손상 정도를 평가하였다. 또한 부검시 채혈을 실시하여 혈액생화학적 검사로 GOT, GPT 등을 측정하여 간의 손상 정도를 검사하였다.

#### 47. 진행성 간암에 대한 억제시험에서 증체량과 식이섭취량 변화조사

실험동물의 체중변화는 성장기인 실험 초기 10주간 매주 측정하였으며 성장기가 종료된 이후에는 2주일에 한번씩 측정하였다. 식이섭취량은 실험시작 시점부터 종료시점까지 2주에 1회 측정하여 변화를 관찰하였다.

#### 48. 진행성 간암의 유발

간암은 6주령의 숫컷 Sprague-Dawley 랫드에 발암물질인 Diethylnitrosamine을 40ppm의 농도로 음수에 섞어 30주간 투약하여 유발한다. 이 실험방법은 본 연구자의 이전 실험에서 동일한 모델로 간암의 발생을 확인한 바 있다.

#### 49. 진행성 간암 억제시험에서 실험식이

순무는 건조분말의 형태로 AIN-93 식이에 5% 농도로 섞어서 공급한다. AIN-93 표준식은 기존의 AIN-76 표준식의 문제점을 보완한 것으로 특히 본 실험과 같은 장기간 사육에 더 적합한 것으로 인정받고 있다. 순무 건조분말의 농도를 5%로 결정한 것은 순무건조분말의 성분이 대부분 식이섬유소인 것을 감안하여 AIN-93 식이에서 제안하는 5% 식이섬유소 첨가를 대체한 것이다.

## 50. 진행성 간암의 병리조직학적 검사

사육기간 종료 후 부검 시 암의 발생유무, 개체별로 발생된 암의 개수, 암의 크기 등을 육안으로 세밀히 관찰하고, 종양조직을 떼어내어 H&E 염색을 실시한 후 종양의 분화정도를 판독하였다. 또한 전암성 병변의 지표로 사용되는 GST-P<sup>+</sup> foci를 면역염색으로 관찰하였다.

## 51. 진행성간암에서 혈액생화학적 변화에 미치는 효과

부검시 혈액을 채취하여 혈청을 분리한 후 GOT, GPT, glucose, cholesterol, triglyceride, alkaline phosphatase 등 혈액생화학적인 분석을 실시하여 발암시 나타나는 여러 가지 대사의 변화에 순무 등의 추출물이 어떠한 영향을 미치는지 조사하였다.

# 제 2 절 결과 및 고찰

## 1. 순무의 당침 및 염지기술개발

### 가. 순무의 당침 및 염지기술

#### (1) 당침액의 제조

강화도에서 2000년 가을에 생산된 순무를 현지에서 직접 구매하여 4℃의 냉장고에 저장하고 사용하였다. 순무는 뿌리와 줄기를 절단하여 순무와 순무청으로 분리한 후 물로 세척하여 사용하였다. 순무에 단맛과 저장성을 부여하기 위하여 당침액을 제조하였다. 당침액은 설탕과 sorbitol을 혼합하여 제조하였다. 설탕은 단맛이 우수하고 sorbitol은 화학적으로 안정하고 조직개선작용이 있으므로 두 가지를 혼합하여 시험하였다. 설탕의 농도는 20, 30, 40, 54%(w/w)로 하고 sorbitol은 0.0, 7.0, 10.5, 14.0%(w/w)로 하였다. 이와 동시에 저장성을 높이기 위하여 염도 1.0%(w/v), 초산 3.3%(w/v)로 하여 각종 당침액을 제조하였다.

(2) 당침처리 농도별 순무의 관능적 특성

순무를 정사각형(가로x세로x높이, 1.5x1.5x1.5cm)으로 잘라서 자른 순무100g당 각종 당침액 100g을 넣고 10일간 침지한 후 관능적 특성을 조사하였다. 관능적 특성은 관능검사요원 5명으로 구성하여 9점법으로 조사하였다. 그 결과 외피를 제거하지 않은 통순무의 경우 설탕 40%와 sorbitol 14%의 당침액과 설탕 54%의 당침액에 침지한 순무는 모두 단맛의 관능점수가 5.6으로 적당하였다. 두 종류의 당침액 중 조직감으로 볼 때 설탕 54%의 당침액에 침지한 순무가 조직감 점수 6.6으로서, 설탕40%와 sorbitol 14%의 혼합당침액보다 더 우수한 것으로 나타났다(표 1). 그리고 외피를 제거한 순무는 통순무에 비하여 당침한 후의 단맛과 조직감 점수가 더 낮게 나타났다. 따라서 외피를 제거하지 않고 당침하는 것이 외피를 제거하고 당침하는 것보다 더 우수한 것으로 생각되었다.

표 1. 당침에 의한 순무의 관능적 특성

종 류	당침액		관능적 특성		
	설탕 (%, w/w)	sorbitol (%, w/w)	단맛	조직감	종합적 맛
통 순무	20	7.0	3.7	5.6	4.2
	30	10.5	4.1	4.1	3.6
	40	14.0	5.6	5.0	6.2
	54	0.0	5.6	6.6	5.7
외피제거 순무	20	7.0	4.1	3.7	3.5
	30	10.5	4.2	3.3	3.8
	40	14.0	4.3	3.3	3.3
관능 척도	-	-	1: 달지 않다 5: 적당 하다 9: 아주 달다	1: 아주 나쁘다 5: 적당하다 9: 아주 좋다	1: 아주 나쁘다 5: 적당 하다 9: 아주 좋다

(3) 당침시간의 결정

당침액의 당침시간을 결정하기 위하여 당침중 순무의 당도변화를 조사하였다. 순무의 두께를 0.1-1.0cm로 순무의 두께를 달리하여 각각 절단하고 당침액(설탕 50%)에 14일간 침지하고 순무중의 당함량을 측정하였다. 그 결과 당은 침지중 거의 직선적으로 침투하고 침지후 11일에는 거의 평형에 도달하였다(표 2). 따라서 순무당침시간은 순무의 두께 1.0cm인 경우 약 11일이 소요되는 것으로 생각되었다.

표 2. 당침중 순무중 환원당함량(mg/ml)

침지기간(일)	순무의 두께 (cm)		
	0.1	0.5	1.0
초기치	12.0	12.0	12.0
3일후	14.1	14.4	13.6
7일후	15.8	20.4	20.2
11일후	27.9	27.8	27.3
14일후	28.0	29.8	28.9

(4) 염지처리에 의한 순무의 관능적 특성

순무를 두께 1mm로 썰어 염도 0.0-2.5%(w/w)의 염지액에 침지하고 9일간 실온에 저장한 후 관능적 특성을 조사하였다. 그 결과 순무의 짠맛은 염도 1.5-2.0% (w/w)가 적당하였고, 순무의 조직감으로는 염도 1.0% (w/w)의 염지액이 우수하였다(표 3).

(5) 염지처리시간의 결정시험

염지처리중 침지액의 식염이 순무에 침투하는 속도를 파악하기 위하여 염도 5%의 염지액에 0.1-1.0cm 두께로 절단한 순무를 침지하고 순무중의 염도를 측정하였다. 그 결과 순무를 0.1cm로 얇게 자른 순무는 침지후 빠른 속도로 염이 침투되었다. 그러나 두께 1cm로 절단된 순무는 약 30분침지하였을 때 관능적으로 적당한 1.3%에 도달하였다. 따라서 순무의 두께가 얇은 경우(0.1cm)는 초기 염지액의 농도를 목적하는 농도로

조절하여야 하며, 순무가 두꺼운 경우(1.0cm)는 5%의 염지액에 30분 침지하면 충분하였다(표 4).

표 3. 염지처리농도별 순무의 관능적 특성

염지액의 식염농도 (%, w/w)	관능적 특성	
	짠맛	조식감
0.0	3.6	6.8
1.0	3.6	7.2
1.5	4.6	5.4
2.0	4.4	4.2
2.5	4.2	5.6
관능 척도	1: 짠맛이 전혀 없다 5: 짠맛이 적당하다 9: 매우 짜다	1: 매우 연하다 5: 적당하다 9: 매우 단단하다

표 4. 침지 중 순무내부의 염도(%) 변화

침지기간(일)	순무의 두께 (cm)		
	0.1	0.5	1.0
초기치	0.2	0.2	0.2
30분후	3.4	1.7	1.3
7일 후	4.1	4.0	3.9
14일후	4.4	4.2	4.2

(6) 침지용 유기산의 선발

일반적으로 유기산은 상쾌한 신맛과 저장성을 높이는 효과가 있다. 따라서 순무의 침지에 적당한 유기산을 선발하였다. 순무를 일정한 크기 (가로x세로x높이, 1.5x1.5x1.5cm)로 절단하여 5%(w/v)의 acetic acid, citric acid, lactic acid로 만든 유기산 침지액에 각각 침지하여 1일 경과후 순무의 신맛과 순무의 pH 변화를 조사하였다. 순



무는 외피를 제거하지 않고 통순무를 절단한 경우와 외피를 제거하고 절단한 경우로 두 가지로 제조하여 시험하였다. Acetic acid 5%(v/v), citric acid 5%(w/v), lactic acid 5%(v/v)의 침지액에 침지되었던 순무는 매우 신맛이 강하였고 침지액도 pH 2.1-2.9로서 지나치게 신맛이 강하였다(표 5). 외피를 제거한 순무도 신맛이 지나치게 강하였다. 순무의 외피는 색소를 갖고 있었고, 침지하는 동안 적색이 더 진하게 발색되었다. 그러나 외피를 제거한 순무는 적색이 나타나지 않았다. Citric acid 5%와 lactic acid 5%의 침지액에 침지된 순무는 조직이 연화되었으나 acetic acid 5%의 침지액에 침지된 순무는 조직이 변하지 않았다. 따라서 유기산으로서는 acetic acid 5% 침지액이 가장 적당한 것으로 생각되었다.

(7) 적정 유기산 농도결정시험

침지액의 acetic acid의 농도를 결정하기 위하여 acetic acid를 2-6%(w/v)농도의 침지액을 각각 제조하고, 일정한 크기로 절단된 순무를 침지액에 침지하여 1일경과 후 순무의 pH를 측정하였다. 그 결과 acetic acid의 농도가 2-6%(v/v)인 경우 신맛과 저장에 적당한 pH에 도달하였다(표 6).

표 5. 유기산 침지액에 침지한 후 순무의 pH, 조직, 색

종 류	침지액의 농도(w/w)	침지후 순무의 pH	침지후 순무조직	순무의 색
외피를 제거하지 않은 순무 (통 순무)	증류수	6.3	보통조직	적색미약
	acetic acid 5%	2.9	단단한 조직	적색발현
	citric acid 5%	2.3	심한 조직연화	강한적색
	lactic acid 5%	2.1	조직연화	적색발현
외피를 제거한 순무	증류수	6.4	보통조직	없음
	acetic acid 5%	2.8	단단한 조직	없음
	citric acid 5%	2.1	심한 조직연화	없음
	lactic acid 5%	2.1	조직연화	없음

(8) 식염과 acetic acid의 혼합액의 적정 농도결정시험

식염과 acetic acid 두가지 성분의 농도를 동시에 결정하기 위하여 식염은 1.0,

1.5, 2.0, 2.5%(w/w)의 4수준, acetic acid 3.3, 6.5%(w/w)의 2수준으로 하고, 당농도는 설탕 50%, sorbitol 17.5%로 고정하여 제조한 각 침지액에 순무를 9일간 실온에서 침지한 후 관능적 특성을 조사하였다. 그 결과 식염 1.0% 초산 3.3%의 침지액에 넣은 순무가 종합적 기호도가 5.8로 가장 높게 나타남으로서 이 농도를 식염과 초산의 최적 농도로 생각되었다(표 7).

표 6. Acetic acid 침지액에 침지한 후 순무의 pH (상온, 1일)

침지액 (acetic acid %, w/w)	침지된 순무의 pH
증류수	6.7
acetic acid 2%	3.4
acetic acid 4%	3.1
acetic acid 6%	2.7

표 7. 식염과 acetic acid농도별 침지액에 침지된 순무의 관능적 특성

침지액		관능적 특성			
식염 (%)	acetic acid(%)	짠맛	신맛	조직감	종합적 기호도
1.0	3.3	3	5.8	6.2	5.8
	6.5	3.8	7.2	7.9	5.0
1.5	3.3	4.4	6.0	5.8	4.0
	6.5	4.6	6.6	5.4	3.8
2.0	3.3	3.0	5.0	6.6	4.4
	6.5	4.4	8.2	4.2	3.0
2.5	3.3	3.0	4.6	5.8	4.2
	6.5	4.2	6.4	5.6	4.0
관능적 척도		1: 전혀 짜지 않다 5: 적당하다 9: 매우 짜다	1: 전혀 시지 않다 5: 적당하다 9: 매우 시다	1: 매우 연하다 5: 적당하다 9: 매우 단단하다	1: 매우 나쁘다 5: 적당하다 9: 매우 좋다

나. 순무의 구성성분의 분리 및 특성 조사

(1) 순무의 수분, 당도, 일반성분

순무의 수분을 측정한 결과 93.6%로 나타났다. 일반 무와 비교하면 일반 무는 수분은 95.9%로서 순무는 수분이 무보다 더 낮다. 이것은 순무의 조직이 일반 무보다 단단하고 치밀한 점과 관련이 있는 것 같다. 순무의 당도는 8%로 나타났고, 일반 무는 5%로 나타났다. 따라서 순무는 생식할 경우 일반 무보다 단맛이 더 높다.

순무, 순무청, 순무씨의 일반성분을 분석한 결과는 표 8과 같다. 순무는 조단백질은 14.3%, 조지방은 5.1%, 조회분은 9.3%, 탄수화물이 71.3%로 세 가지중 탄수화물이 가장 많았다. 순무청은 조회분이 19.6%으로 순무나 순무씨보다 높는데, 순무청의 엽록소와 관련되는 것 같다. 순무씨는 조지방이 37.0%, 조단백질이 26.3%이었고, 탄수화물은 31.7%로 다른 시료보다 낮았다.

표 8. 순무, 순무청, 순무씨의 일반성분(건조중량기준, %)

일반성분(%)	순무	순무청	순무씨
조단백질	14.3	22.8	26.3
조지방질	5.1	0.6	37.0
조회분	9.3	19.7	31.7
탄수화물	71.3	56.9	5.0
합계	100	100	100

(2) 순무의 polyphenol 함량 및 적색색소

최근 polyphenol은 항산화력 등 다양한 생리적 기능을 갖는다고 알려지고 있다. 순무중의 polyphenol 함량을 분석하였다. 순무를 마쇄하여 순무즙을 얻은 후 즙에 존재하는 polyphenol 함량을 조사한 결과 0.67 mg/ml로 나타났다.

순무 표피에는 수용성 적색색소가 많이 존재하였다. 순무에서 적색색소를 citric acid로 추출하여 300nm에서 600nm까지 흡광스펙트럼을 분석하였다. 그 결과 순무

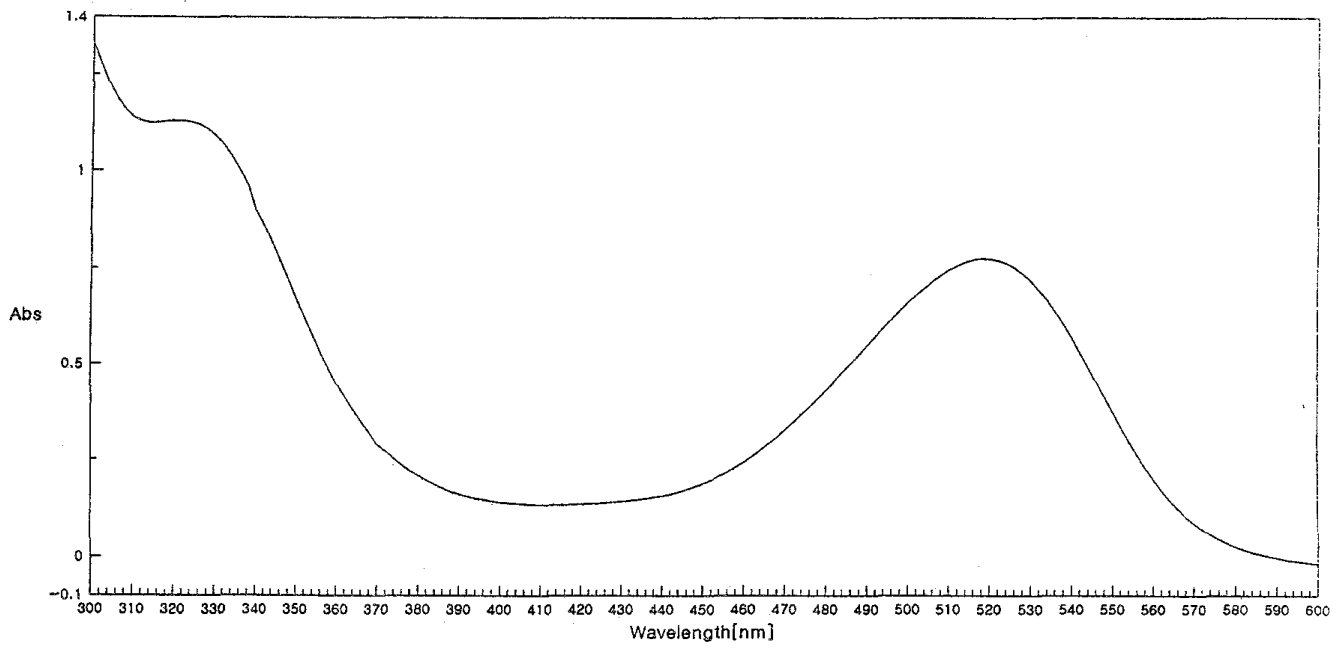


그림 1. 순무 색소의 흡광곡선

색소는 520nm 부근에서 단일 극대치를 갖는 것으로 나타났다(그림 1). 순무에서 citric acid와 acetic acid로 추출할 경우 색소추출률은 표 9와 같다. 적색색소는 citric acid 10%(w/v) 용액에서 가장 많이 추출되었다. 그리고 순무에서 색소를 추출하여 Lee and Francis(1972)의 방법으로 정량하였다. 그 결과 순무중의 색소는 평균  $0.14 \pm$ 표준편차 0.08 (mg/건조순무100g) 으로서 색소함량은 순무에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 장래 순무의 품종별, 재배시기별로 색소의 차이에 대하여 더 연구할 필요가 있었다.

표 9. 추출용매별 순무에서 추출된 색소의 흡광도

Citric acid 농도	흡광도 (520nm)	Acetic acid 농도	흡광도 (520nm)
1%	0.33	1%	0.08
3%	0.48	3%	0.18
5%	0.53	5%	0.35
7%	0.72	7%	0.46
10%	0.77	10%	0.35

### (3) 순무의 수용성 성분과 불용성 성분의 분리

순무를 물에 잘 녹는 수용성 성분과 물에 녹지 않는 불용성 성분을 분리하였다. 즉 순무를 두께 2-3mm로 잘라서 동결건조한 후 분쇄하였다. 분쇄된 건조순무에 증류수를 가하여 수용성 성분을 녹이고 여과하여 수용성 성분과 불용성 성분을 분리하였다. 그 결과 수용성 성분은 59.5%이었다(표 10). 수용성 성분이 함유된 여액에 ethanol을 4배량 가하여 얻은 알콜불용성 성분(alcohol insoluble material)은 5.3%로서 여기에는 수용성 섬유가 대부분인 것으로 생각되었다.

### (4) 순무의 불용성 섬유성분의 분별분석

순무의 불용성 성분을 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 및 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 으로 순차적으로 처리하여 구성성분을 분석한 결과는 표 10과 같다. 1M 황산용액에 가수분해되는 성분(hemicellulose, starch, 불용성 protein 등)은 7.4%로 나타났다. 이 층을 분석한 결과 starch와 protein은 거의 검출되지 않음으로서 대부분 hemicellulose로 생각되었다. 그 다음 72%의 황산용액에서 가수분해되는 cellulose는 32.7%이었고, 황산용액에도 가수분해되지 않는 lignin은 0.4%로 나타났다.

(5) 순무농축물의 구성 당성분과 색소함량

순무에서 수용성물질을 추출하여 농축물을 만들고 그 구성 당성분과 색소함량을 조사한 결과는 표 11과 같다. 순무농축물의 구성성분은 수분을 제외한 고형물기준으로 glucose 23.5%, fructose 49.4%, sucrose 19.1%, 총 안토시아닌 색소 0.023%, 미지물질 8.0%인 것으로 나타났다.

표 10. 순무의 수용성 및 불용성 성분의 구성

물리적 특성	구성성분	함량 (%)
수용성 성분	sugar, soluble protein, soluble dietary fiber, etc.	59.5*
1M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 가용성분	hemicellulose, starch, protein, etc.	7.4
72% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 가용성분	cellulose	32.7
72% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 불용성분	lignin	0.4
합 계		100.0

\* 알콜불용성 성분, 5.3%; dry weight basis

표 11. 순무농축물의 구성 당성분과 색소함량

성분	함량(%)*
glucose	23.5
fructose	49.4
sucrose	19.1
anthocyanine	0.023
미지물질	8.0
합 계	100

\* 건조물 기준(%)

(6) 순무농축물의 GC-mass spectrometry에 의한 성분분리와 추정

순무농축물을 acetone에 희석하여 휘발성 성분을 GC로 분리한 결과는 그림 2와 같다. 총 279개의 피크(peak)가 분리되었다. 각 peak를 mass spectrum으로 분석하였다. 이중 면적비율로 0.1%이상인 성분은 표 12와 같다. 가장 많은 것은 머무름시간 15.18분 peak의 20.35% 이었는데, hexadecanoic acid ethyl ester로 추정되었다(확률 99%). 그 다음으로 많은 것은 머무름시간 16.83분의 17.20%로 ethyl linolenate(확률 99%) 또는 ethyl linolate(확률 95%)로 추정되었다. 머무름시간 16.87분의 15.70%인 peak는 9-octadecenoic acid(확률 99%), 또는 octadecanoic acid, ethyl ester (확률 99%), 또는 ethyl stearate (확률 98%)로 추정되었다. 머무름 16.76분의 10.13% peak는 ethyl linoleate(확률 99%), 또는 ethyl linolenate(확률 99%)로 추정되었고, 머무름시간 29.87분의 4.47% 인 peak는 ergost-5-en-ol-3-beta(확률 99%), 또는 23S-methylcholesterol (확률 97%), 또는 2-monolinolein(확률 97%), 또는 23R-methylcholesterol (확률 91%)로 추정되었다. 이 성분들은 지방유도체로서 체내에서 생리기능에 관여할 것으로 생각되었고, 정확한 성분의 동정과 생리기능에 대하여 장래 더 연구할 필요가 있었다.

(7) 순무농축물의 LC-mass spectrometry에 의한 비휘발성 성분의 추정

순무농축물에서 휘발되지 않는 성분을 LC-MAD로 분석하였다. 순무농축물을 acetone에 녹여서 LC-mass spectrometry로 분석하여 얻은 chromatogram은 그림 3과 같다. UV 254nm의 흡광물질에 대한 chromatogram과 positive chromatogram, negative chromatogram이 얻어졌다. UV 254nm에서 흡광물질은 머무름시간(retention time) 3.42분과 4.01분 2개의 peak가 검출되었다. 이 성분의 absorption spectrum을 분석한 결과 모두 242nm의 최대흡광도를 갖는 성분이었으며, 아직 동정되지 않았다. Positive chromatogram으로는 아무런 peak가 검출되지 않음으로서 전자를 내어주는 성분은 발견되지 않았다. Negative chromatogram에서는 5개의 peak가 검출됨으로서 전자를 받아들이는 성분 5종이 발견되었다. 머무름시간 6.86분의 peak를 mass spectrum으로 분석한 결과 830.1 m/z의 단일 peak로 측정됨으로서 분자량 830부근의 성분으로 생각되었다(표 13). 머무름시간 8.15분의 peak의 mass spectrum은 735.5 m/z의 단일 peak로 나타

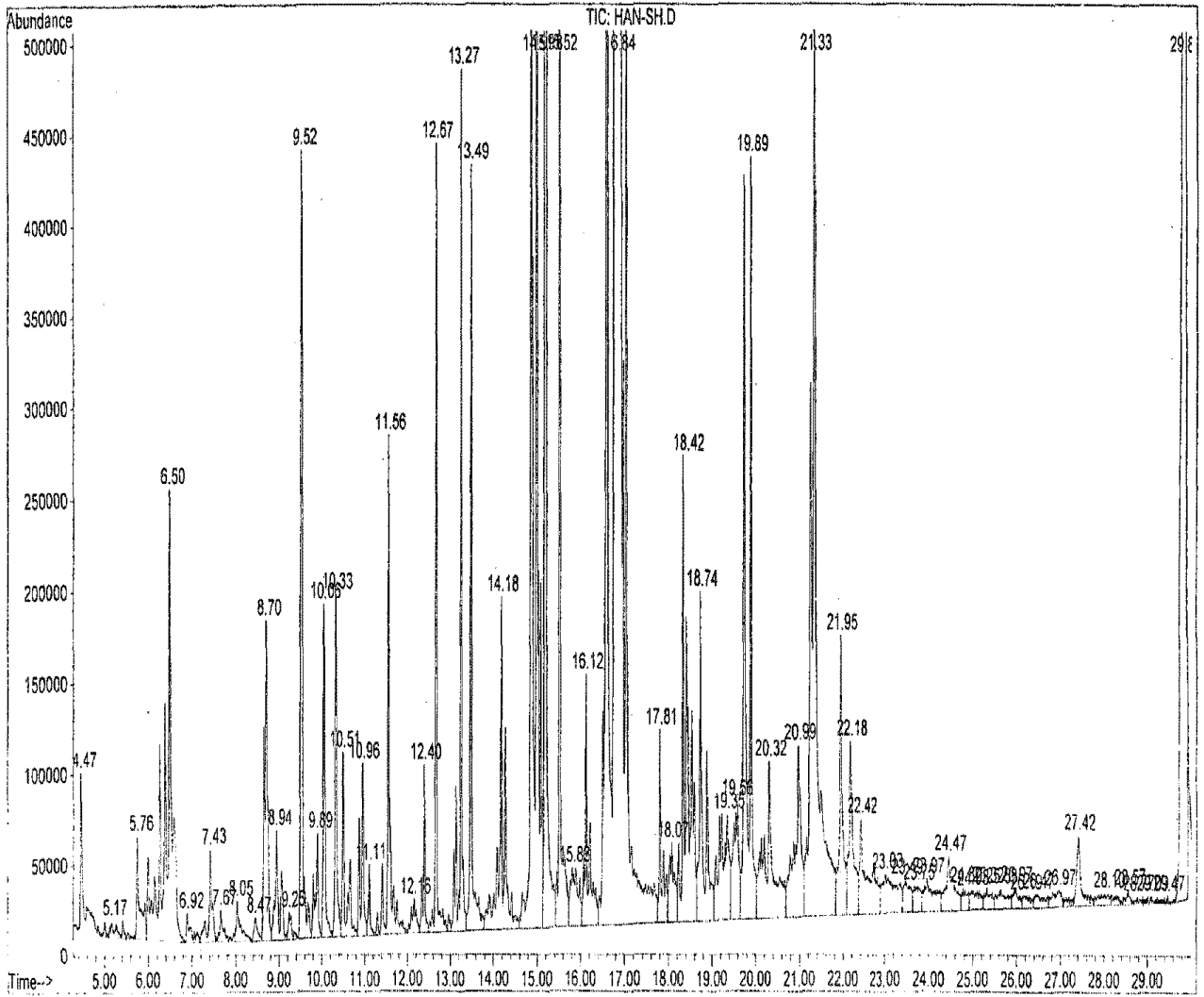


그림 2. 순무농축물의 GC/MS에 의한 chromatogram



표 12. 순무농축물에서 GC-mass spectrometry로 추정되는 화합물

peak number	RT	area %	compound estimated (CAS)	molecular formula	match quality(%)
1	4.46	0.18	benzeneethanamine	C8H11N	90
			또는 benzeneacetaldehyde	C8H8O	90
13	5.75	0.11	1-amino-pyrrolidine	C4H10N2	86
17	6.01	0.09	4-(1-hydroxy-ethyl)gamma-butanolactone	C6H10O3	83
24	6.39	0.27	benzenepropanenitrile	C9H9N	91
49	9.06	0.10	N-beta-hydroxyethylpyrrolidine	C6H13NO	64
50	9.51	0.98	phenylethyl isothiocyanate	C9H9NS	91
			또는 2-phenylethyl isothiocyanate	C9H9NS	90
58	9.90	0.12	phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl	C15H24O	96
			또는 4-methyl-2,6-bis(1,1-dimethylethyl)phenol	C15H24O	96
60	10.33	0.39	2-oxazolidinethione, 5-ethenyl	C5H7NOS	91
			또는 phenol, 4-(3-hydroxy-1-propenyl)	C9H10O2	87
92	13.14	0.10	tetradecanoic acid, ethyl ester	C16H32O2	98
96	13.49	0.68	1H-indole-3-acetonitrile	C10H8N2	96
			또는 cyclotetradecane	C14H28	98
108	14.18	0.30	hexadecanoic acid	C16H32O2	97
			또는 ethyl laurate	C14H28O2	96
			또는 ethyl pentadecanoate	C17H34O2	93
117	14.86	0.86	hexadecanoic acid	C16H32O2	97
118	14.89	0.59	1,2-benzenedicarboxylic acid	C16H22O4	96
119	14.99	1.46	ethyl 9-hexadecanoate	C18H34O2	97
120	15.03	0.27	unknown		
121	15.08	0.25	ethyl 9-hexadecanoate	C18H34O2	83
121	15.18	20.35	hexadecanoic acid, ethyl ester	C18H36O2	99
125	15.52	1.11	(1H)indole, 4-methoxy-3-cyanomethyl	C11H10N2O	98
			또는 acetal-beta-carboline	C13H10N2O	93
134	16.07	0.05	1-octadecene	C18H36	93
135	16.13	0.19	heptadecanoic acid, ethyl ester	C19H38O2	97
144	16.76	10.13	ethyl linoleate	C20H36O2	99
			또는 ethyl linolenate	C20H34O2	99

표 12. 순무농축물에 GC-MSD로 추정된 화합물 (계속)

peak number	RT	area %	compound estimated (CAS)	molecular formula	match quality(%)
145	16.83	17.20	9,12,15-octadecatrienoic acid (ethyl linolenate)	C20H34O2	99
			또는 ethyl linoleolate	C20H36O2	95
146	16.87	15.70	9-octadecenoic acid (oleic acid, ethyl ester)	C20H38O2	99
			또는 octadecanoic acid, ethyl ester	C20H40O2	99
			또는 ethyl stearate	C20H40O2	98
147	16.97	0.52	unknown		
148	17.03	1.26	octadecanoic acid, ethyl ester	C20H40O2	99
163	18.23	0.07	2-ethylhexyl p-methoxycinnamate	C18H26O3	91
164	18.33	0.35	octadecanoic acid	C22H44O2	96
171	18.73	0.38	ethyl ester of dicosanoic acid	C22H44O2	91
184	19.73	0.90	unknown		
185	19.89	0.69	9,12-octadecadienoic acid-(Z,Z)-2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester	C24H38O4	94
			또는 1,2-benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl)ester	C24H38O4	90
201	21.24	0.75	9,12-octadecadienoic acid (Z,Z)-2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	C24H38O4	91
202	21.33	1.52	2-monolinolenin	C21H36O4	93
204	21.95	0.44	unknown		
205	22.17	0.27	unknown		
207	22.42	0.11	unknown		
226	24.47	0.07	unknown		
259	27.42	0.16	unknown		
279	29.83	4.47	ergost-5-en-ol-3-beta	C28H48O	99
			또는 23 S-methylcholesterol	C28H48O	97
			또는 2-monolinolenin	C21H36O4	93
			또는 23-R-methylcholesterol	C28H48O	91

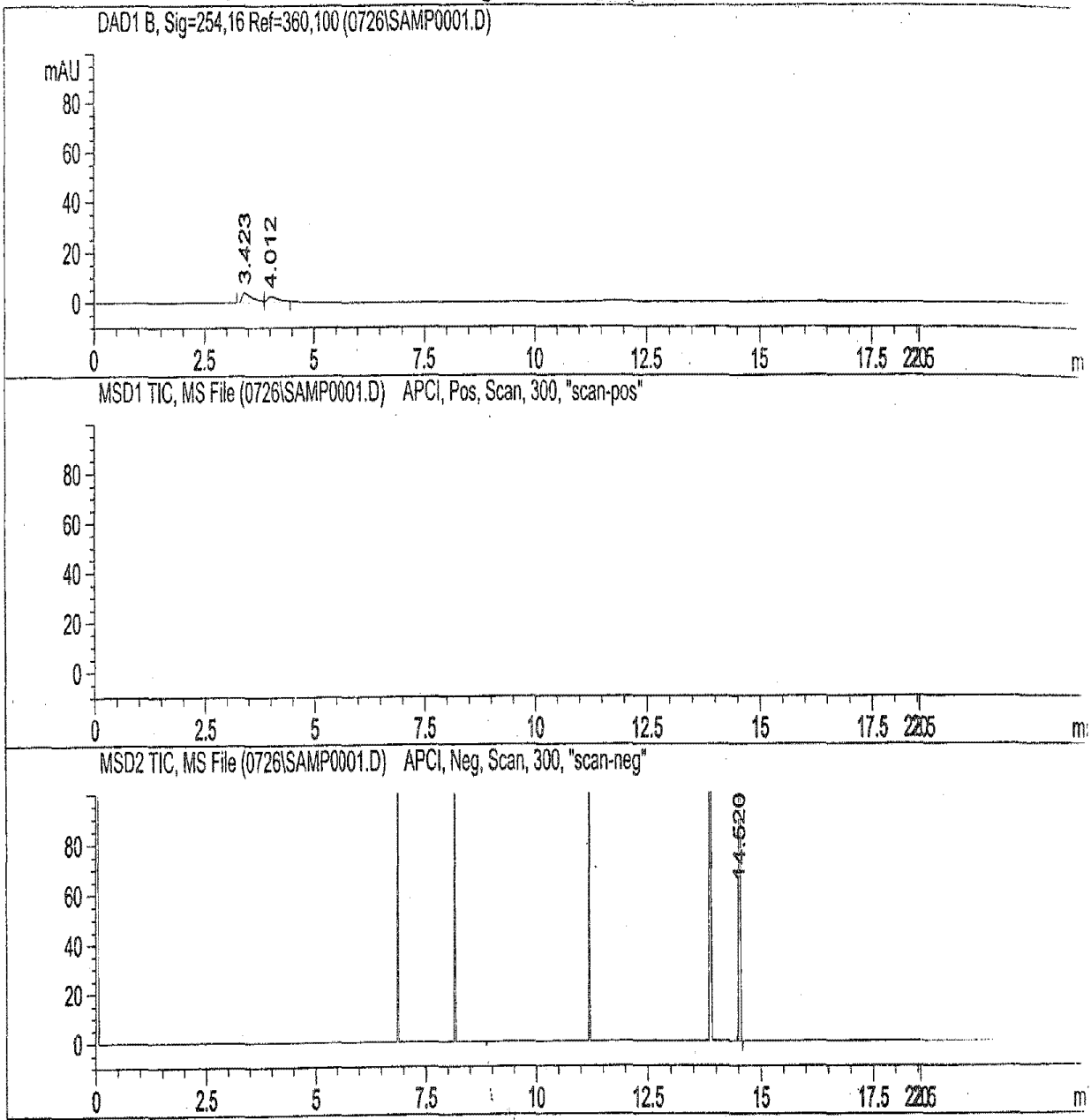


그림 3. 순무농축물의 LC/MS에 의한 chromatogram

났고, 머무름시간 11.19분의 peak는 167.1 m/z의 단일 peak로 나타났다. 머무름시간 13.87분의 peak는 723.1 m/z와 758.6 m/z의 두 개의 peak로 나타났고, 머무름시간 14.50분의 peak는 554.3 m/z와 657.9 m/z, 663.0 m/z의 3개의 peak로 나타났다. 따라서 전자를 받아들일수 있는 5개의 성분은 분자량이 대략 830, 735, 167, 758, 663부근의 물질로 생각되었다. 이들 성분에 대한 구체적인 동정은 장래 더 연구가 필요하였다.

표 13. Negative chromatogram에서 발견된 peak의 mass spectrum

peak	retention time (min.)	m/z (abundance, %)
1	6.86	830.1 (100.0)
2	8.15	735.5 (100.0)
3	11.19	167.1 (100.0)
4	13.87	723.1 (76.4)
		758.6 (100.0)
5	14.50	554.3 (72.6)
		657.9 (85.2)
		663.0 (100.0)

## 2. 순무청을 이용한 음료 제조기술

### 가. 순무청을 이용한 제품 제조기술

#### (1) 순무청즙의 제조

순무청을 경기도 강화(2001년 11월)에서 수확하여 손상된 부분은 제거하고 물로 세척하였다. 그 다음 착즙기(expeller)로 압착하여 순무청즙을 얻었다. 순무청즙의 착즙수율(착즙량/순무청중량x100)은 86.7%이었고, 수분은 97.1%, 고형분함량은 2.9%, pH는 5.7, 산도(lactic acid로서)는 0.2%이었다.

(2) 시험 순무청음료의 제조

순무청즙을 원료로 설탕과 유기산을 혼합하여 순무청음료를 제조하였다. 순무청즙 100g당 설탕 10g, citric acid 0.3g을 혼합하였다. 시험 순무청음료의 pH, 산도, 당도는 표 14와 같다. 그리고 시험 순무청음료와 시중에서 유통되는 녹즙음료(야채야, 상품명)과 관능특성을 비교하였다. 그 결과 시험 순무청음료는 시중 녹즙음료보다 단맛과 신맛에서 약간 더 강하였고, 짠맛은 비슷하였으나 조직은 불투명한 점이 있었다. 단맛과 신맛을 조절하고 여과하면 장래 상품성이 있을 것으로 추정되었다.

표 14. 시험 순무청음료와 녹즙음료의 관능특성 비교

	순무청 음료	야채야 황*	야채야 녹*	5점법
pH	3.8	4.0	3.8	
산도 (%)**	0.5	0.5	0.4	
당도 (brix)	12.7	9.8	9.5	
단맛	4	3	4	1: 단맛 없다 5: 매우 달다
신맛	2	1	1	1: 신맛 없다 5: 매우 시다
짠맛	2	2	2	1: 짠맛 없다 5: 매우 짜다
조직	불투명	투명	투명	

\* 시중 상품명(야채야, 오뚜기제품) ; \*\* 젖산으로의 산도

(3) 순무청 음료의 당도결정시험

순무청음료의 당도를 결정하기 위하여 순무청의 즙을 여과한 후 설탕을 8-12%로 각각 첨가하고 관능특성을 조사하였다. 그 결과 당도 8%가 적당한 것으로 나타났다 (표 15). 순무청음료의 산도를 결정하기 위하여 ascorbic acid를 0-6%로 첨가하여 관능검사를 실시하였다. 그 결과 산도는 0-1.5%가 적당하였으나, 기호도를 고려하면 1.5%가 적당한 것으로 나타났다 (표 16).

표 15. 순무청 음료의 당도별 관능특성 (평균±표준편차)

당도 (%)	색	향기	단맛	신맛	전반적 기호도
8	7.0±1.5	6.7±1.0	5.2±1.9	3.3±2.5	3.2±1.6
9	6.3±1.5	6.8±1.5	6.3±0.8	2.2±1.0	4.0±2.0
10	7.7±1.2	6.7±1.6	6.7±0.8	3.2±2.1	2.8±1.8
11	7.5±1.2	8.2±0.4	7.2±1.0	3.5±2.3	3.8±2.6
12	6.5±2.4	6.8±1.6	8.2±0.8	1.5±0.8	3.5±1.8
관능점수 (9점법)	1: 아주 약하다 5: 적당하다 9: 아주강하다	1: 아주 약하다 5: 적당하다 9: 아주강하다	1: 달지않다 5: 적당하다 9: 아주 달다	1: 시지않다 5: 적당하다 9: 아주 시다	1: 아주 나쁘다 5: 적당하다 9: 아주 좋다

표 16. 순무청 음료의 산도별 관능특성 (평균±표준편차)

ascorbic acid (%)	색	향기	단맛	신맛	전반적 기호도
0.0	6.3±0.5	4.8±1.7	6.0±2.0	3.0±2.2	2.8±1.3
1.5	6.8±1.5	7.5±1.8	6.0±2.2	6.2±1.2	3.5±1.6
3.0	6.7±2.1	6.7±1.5	3.2±2.1	6.7±2.5	2.5±1.4
4.5	5.8±1.9	6.2±1.5	3.5±2.1	7.3±1.2	4.0±3.0
6.0	7.7±0.8	7.5±1.0	4.0±2.2	7.8±1.0	2.2±1.0
관능점수 (9점법)	1: 아주 약하다 5: 적당하다 9: 아주강하다	1: 아주 약하다 5: 적당하다 9: 아주강하다	1: 달지않다 5: 적당하다 9: 아주 달다	1: 시지않다 5: 적당하다 9: 아주 시다	1: 아주 나쁘다 5: 적당하다 9: 아주 좋다

(4) 순무청 음료의 과즙첨가 효과

순무청 음료에 사과즙, 배즙, 매실음료즙, 당근즙, 파인애플즙을 33%첨가하고 관능특성을 조사하였다. 그 결과 사과즙, 매실음료, 파인애플즙을 첨가할 경우 기호도

가 좋은 것으로 나타났다(표 17). 배즙과 당근즙의 경우는 단맛을 보충할 필요가 있는 것으로 나타났다. 순무청즙에 파인애플, 매실, 수삼을 각각 혼합하고 시중 녹즙음료와 비교하였을 때 파인애플을 첨가한 경우 시중 제품보다 기호성이 약간 더 우수한 것으로 나타났다(표 18).

표 17. 순무청 음료와 과즙첨가에 의한 관능특성 (평균±표준편차)

순무청즙 + 과즙*	색	향기	단맛	신맛	전반적 기호도
사과즙	5.0±2.4	5.5±1.5	4.2±1.6	4.0±1.8	4.5±1.6
배즙	6.3±1.4	6.0±1.8	2.8±0.8	5.0±2.3	3.3±2.0
매실음료	7.3±1.2	5.7±1.6	5.8±1.2	4.5±1.4	4.3±1.4
당근즙	5.8±1.3	6.3±1.5	2.2±1.0	4.7±3.4	2.5±1.4
파인애플즙**	8.3±0.5	7.3±1.5	5.3±2.0	4.5±2.1	4.7±2.7
관능점수 (9점법)	1: 아주 약하다 5: 적당하다 9: 아주 강하다	1: 아주 약하다 5: 적당하다 9: 아주 강하다	1: 달지않다 5: 적당하다 9: 아주 달다	1: 시지않다 5: 적당하다 9: 아주 시다	1: 아주 나쁘다 5: 적당하다 9: 아주 좋다

\* 순무청즙(67%) + 과일즙(33%); \*\* 가당 파인애플

표 18. 과실이 첨가된 순무청 음료와 시중음료와 관능특성의 비교 (평균±표준편차)

시료	색	향기	단맛	신맛	전반적 기호도
순무청즙+파인애플	5.3±1.8	5.3±2.4	4.0±1.3	4.3±1.5	3.8±1.8
순무청즙+매실	3.7±2.0	5.3±1.9	4.2±3.2	6.5±3.2	2.7±2.7
순무청즙+수삼	5.7±2.1	3.5±1.4	2.3±1.5	1.8±1.6	2.0±1.5
시판 혼합녹즙 (A)	3.3±1.8	5.0±1.9	3.3±1.5	3.7±2.0	3.5±1.2
시판 혼합녹즙 (B)	2.7±1.6	2.7±2.1	2.0±1.3	2.3±1.0	2.3±1.5
관능점수 (9점법)	1: 아주 약하다 5: 적당하다 9: 아주 강하다	1: 아주 약하다 5: 적당하다 9: 아주 강하다	1: 달지않다 5: 적당하다 9: 아주 달다	1: 시지않다 5: 적당하다 9: 아주 시다	1: 아주 나쁘다 5: 적당하다 9: 아주 좋다

\* 순무청즙(67%) + 과일즙(33%); \*\* 가당 파인애플

(5) 순무청을 이용한 순무청김치의 제조

순무청을 이용하여 김치를 제조하였다. 신선한 순무청을 수확하여 물로 세척한 후 소금으로 1시간 절인 후 탈염하여 최종염도를 2.5%로 조정하였다. 탈염된 순무청에 마늘, 파, 생강, 고춧가루를 혼합한 후 10℃에서 발효시키고 관능특성을 조사하였다. 순무청김치의 관능특성을 명확히 하기 위하여 무청과 갓을 원료로 동일한 방법으로 제조하고 관능특성을 비교하였다.

(6) 순무청김치와 무청김치의 관능특성 비교

순무청과 무청으로 각각 시험김치를 제조하였다. 순무청 또는 무청 1kg당 마늘 15g, 파 31g, 생강 4g, 고춧가루 72g, 물 116g을 혼합하였고 10℃에서 발효시켰다. 발효전후의 관능특성을 비교한 결과는 표 19, 20과 같다. 발효전 순무청김치는 무청김치에 비하여 색, 조직감, 기호도에서 더 우수하였다. 발효후 순무청김치는 색택을 유지하는데 비하여 무청김치는 갈색화가 진행되었다. 그리고 발효후 순무청김치는 아삭아삭한 맛을 지니고 있었으나 발효후 무청김치는 연화되어 조직이 질겨졌다.

표 19. 발효전 순무청김치과 무청김치의 관능특성의 비교

관능특성	순무청김치	무청김치
색택	아주 좋다	좋다
짠맛	적당하다	적당하다
매운맛	적당하다	적당하다
고유의맛	신선한 느낌	보통
조직감	아삭아삭하다	보통
기호도	아주 좋다	좋지 않다

(7) 순무청김치와 갓김치의 관능특성의 비교

순무청과 갓으로 각각 김치를 만들고 관능특성을 비교하였다. 순무청 또는 갓 1kg당 마늘 15g, 파 31g, 생강 4g, 고춧가루 36g, 물 58g을 혼합하고 10℃에서 발효시켰다.



다. 발효전 순무청김치는 특쓰는 고유의 맛을 갖고 있었으며 아삭아삭한 조직감을 갖고 있었다(표 21). 발효후 순무청김치는 연화가 적고 아삭아삭한 맛을 지니고 있었으나 갓김치보다 신맛이 더 많았다. 갓김치는 발효가 진행됨에 따라 연화되었다(표 22).

표 20. 발효후 순무청김치과 무청김치의 관능특성의 비교(10℃, 발효13일)

관능특성	순무청김치	무청김치
색택	녹색유지	연한 갈색
짠맛	적당하다	적당하다
매운맛	적당하다	적당하다
고유의 맛	신선한 느낌	보통
조직감	아삭아삭한 감	질기다
전체적 기호도	보통	좋지 않다

표 21. 발효전 순무청김치와 갓김치의 관능특성의 비교

관능특성	순무청김치	갓김치
색택	좋다	좋다
짠맛	적당하다	적당하다
매운맛	적당하다	적당하다
고유의 맛	신선한 느낌	보통
조직감	아삭아삭한 감	보통
전체적 기호도	좋다	보통

(8) 순무청김치, 무청김치, 갓김치의 발효중 변화

순무청김치, 무청김치, 갓김치의 발효중 pH, 산도, 총균수, 젖산균의 변화를 비교한 결과는 표 23, 24와 같다. 순무청김치는 발효후 3일이후 먹기좋은 pH와 산도에 도달하였으나 갓김치는 9일이후에 도달하였다. 순무청김치와 무청김치는 pH와 산도, 젖산

균수에서 거의 비슷한 양상을 보였다.

표 22. 발효후 순무청김치과 갓김치의 관능특성의 비교(10℃, 발효13일)

관능특성	순무청김치	갓김치
신 맛	많 다	적당하다
짠 맛	적당하다	적당하다
매운 맛	적당하다	적당하다
고유의 맛	신선하다	보 통
조직감	아삭아삭한 감	연화되었다
전체적 기호도	보 통	좋 다

표 23. 발효중 순무청김치, 무청, 갓김치의 pH (산도)의 변화

경과일수(일)	순무청김치	무청김치	갓김치
0	5.7 (0.10)*	6.0 (0.07)	5.8 (0.07)
3	5.0 (0.10)	4.8 (0.10)	5.6 (0.08)
6	4.1 (0.19)	4.2 (0.19)	4.8 (0.16)
9	4.1 (0.27)	4.1 (0.27)	4.5 (0.25)

\* pH (산도, 젖산으로서 %)

표 24. 발효중 순무청김치, 무청김치, 갓김치의 젖산균수의 변화 (단위 cfu/g)

경과일수(일)	순무청김치	무청김치	갓김치
0	$2.0 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$
3	$1.5 \times 10^4$	$1.5 \times 10^4$	$2.0 \times 10^6$
6	$2.0 \times 10^4$	$3.2 \times 10^4$	$2.2 \times 10^4$
9	$8.6 \times 10^6$	$3.0 \times 10^4$	$2.7 \times 10^4$

(9) 순무청 김치와 열무김치의 관능특성 비교

봄에 재배된 순무청과 열무를 사용하여 순무청김치와 열무김치를 만들어 관능특성을 비교하였다. 순무청 또는 열무를 1kg에 소금 32.5g으로 30분간 절이고 세척한 후 파 25g, 마늘 15g, 생강 7.5g, 고춧가루 9g, 물 400g, 소금 29g을 넣고 실온(20℃)에서 발효시키고 관능특성을 비교한 결과는 표 25와 같다. 순무청 김치는 발효한 후에도 녹색을 유지하였으나 열무김치는 황갈색으로 변화되었고 순무청김치는 단단하고 질긴 반면 열무김치는 사각사각한 느낌과 연한 느낌이 있었다. 순무청의 소금절임시간을 30분-1시간30분으로 각각 달리하여 순무청김치를 제조한 결과 1시간 절임한 경우보다 1시간30분 절임하면 아삭아삭한 맛과 발효가 더 빠르게 진행됨으로서 절임조건이 중요한 것으로 나타났다(표 26).

표 25. 순무청 김치과 열무김치의 발효후 관능특성의 비교(실온, 발효3일)

	순무청김치	열무김치
고형물의 색	강한 녹색 유지	황갈색으로 변색
국 물의 색	적갈색	적 색
향 기	강한 풋 냄새	강한 풋 냄새
조 직 감	단단하고 질긴	사각사각, 즙이 많고 연함

(10) 순무청의 절임조건시험

순무청의 단단하고 질긴 조직감을 개선하기 위하여 절임조건을 시험하였다. 순무청을 소금 5-15%로 2시간 절임한 후 물에 넣어 순무청을 복원여부를 조사하였다. 순무청이 복원되면 질겨질 우려가 있다. 시험결과 5-15%의 소금농도에서 2시간 절이면 잎, 줄기 모두 복원력을 상실하는 것으로 나타났다(표 27, 28). 순무청을 5%의 소금으로 1-2시간 절이고 복원력을 조사하였다. 그 결과 잎은 소금 5%에서 1시간이상 절이면 복원력을 상실하였으나 줄기는 5%에서 2시간 절여도 복원력이 상실되지 않는 것으로 나타났다(표 29, 30).

표 26. 절입시간이 다른 순무청으로 제조한 김치의 관능특성 (실온, 발효6일)

순무청 절입시간	30분	1시간	1시간30분
고형물의 색	녹색	녹색	녹색
향 기	풋 냄새	풋 냄새	풋냄새, 신냄새
맛	짠 맛	짠 맛	신 맛
조직감	질김	질김	아삭아삭
pH (산도)	4.7 (0.4)	4.5 (0.5)	4.0 (0.7)

표 27. 절입수의 염도별 잎의 탈수와 복원 (상온, 2시간절입)

잎 중량 / 염도	5%	10%	15%
초기 중량 (%)	100.0	100.0	100.0
소금절입후 중량 (%)	86.8	91.1	89.7
물로 복원후 중량 (%)	76.8	81.2	68.6

표 28. 절입수의 염도별 줄기의 탈수와 복원 (상온, 2시간절입)

줄기 중량 / 염도	5%	10%	15%
초기 중량 (%)	100.0	100.0	100.0
소금 절입후 중량 (%)	88.5	83.3	79.6
물로 복원후 중량 (%)	88.2	82.0	78.4

표 29. 절입시간별 잎의 탈수와 복원 (상온, 5% 염수)

잎 / 절입시간	1시간	1시간30분	2시간
초기 중량 (%)	100.0	100.0	100.0
소금절입후 중량 (%)	81.9	85.0	85.6
물로 복원후 중량 (%)	82.7(복원)	81.6	82.9

표 30. 절입시간별 잎의 탈수와 복원 (상온, 5% 염수)

줄기 / 절입시간	1시간	1시간30분	2시간
초기 중량 (%)	100.0	100.0	100.0
소금절입후 중량 (%)	87.5	83.4	83.1
물로 복원후 중량 (%)	91.7(복원)	89.3(복원)	87.9(복원)

#### (11) 순무 음료의 제조

순무를 원료로 순무음료를 제조하였다. 즉 순무를 세척하고 껍질을 제거한 후 착즙기를 사용하여 순무즙을 분리하였다. 순무즙에 설탕과 구연산(citric acid), 물을 첨가하고 시험순무음료를 제조하였다. 즉 순무즙(pH 6.4)은 당도와 산도가 부족하여 설탕을 4-9%, 구연산을 0.1-0.3% 수준으로 추가하였다. 시험순무음료의 당도, pH, 색과 단맛의 정도를 조사한 결과는 표 31과 같다. 그 결과 설탕 7%를 첨가한 경우가 단맛에 있어서 적당하였고, 구연산 0.3%를 첨가한 경우 적색이 강하게 나타났다.

#### (12) 설탕과 구연산 첨가농도의 결정

순무즙에 물을 동량으로 혼합하고 설탕을 8-12%수준으로 첨가하고, 구연산을 0.1-0.3%를 첨가하고 관능특성을 조사한 결과는 표 32와 같다. 구연산이 0.3% 첨가한 경우 색이 강하게 나타났고 신맛은 구연산 0.2%, 단맛은 설탕 10%을 첨가한 경우가 적당한 것으로 나타났다. 전체적으로 순무즙에 동량의 물, 설탕 10%, 구연산 0.2%의 배합 비율이 우수한 것으로 나타났다.

표 31. 설탕과 구연산이 혼합된 순무음료의 당도, pH, 색의 비교

순무즙 + 물(1:1)		시험 순무음료의 특성			
+ 설탕(%)	+ 구연산(%)	당도 (brix)	pH	색	단맛
5	0.1	8	4.5	약한 분홍색	약하다
5	0.3	8	3.7	분홍색	약하다
7	0.1	10	4.6	약한 분홍색	적당하다
7	0.3	10	3.7	분홍색	적당하다
9	0.1	12	4.5	약한 분홍색	너무 달다
9	0.3	12	3.7	분홍색	너무 달다

표 32. 설탕과 구연산이 혼합된 순무음료의 관능특성의 비교 (평균±표준편차)

	원료배합 : 순무즙(1) + 물(1) +					9점법
	+설탕 10%+ 구연산 0.2%	+설탕 8%+ 구연산 0.1%	+설탕12%+ 구연산 0.1%	+설탕12%+ 구연산 0.3 %	+설탕 8%+ 구연산 0.3 %	
색	4.9±0.8*	2.4±0.9	3.1±1.6	6.5±1.1	6.4±1.3	1: 매우 약하다 9: 매우 강하다
향기	4.1±2.2	4.5±1.9	3.5±1.9	2.9±1.5	4.6±1.8	1: 매우 약하다 9: 매우 강하다
신맛	5.0±1.7	2.9±1.3	2.6±1.2	6.6±1.3	7.6±1.8	1: 매우 약하다 9: 매우 강하다
단맛	5.8±0.9	3.6±1.3	7.0±1.8	4.1±1.7	3.1±1.0	1: 매우 약하다 9: 매우 강하다
고형물 조각감	4.1±1.6	3.0±1.5	3.4±1.3	3.9±1.9	3.1±1.6	1: 매우 나쁘다 9: 매우 좋다
전체적 기호도	5.0±1.4	3.0±1.4	4.0±1.5	4.5±2.0	3.1±1.5	1: 매우 나쁘다 9: 매우 좋다

(13) 과즙이 혼합된 순무음료의 제조

순무즙에 사과즙과 배즙을 혼합하여 시험순무음료를 제조하고 관능특성을 조사한 결과는 표 33과 같다. 순무즙에 사과즙 또는 배즙을 10%혼합하면 향과 맛의 기호도가 증가하였다. 배즙보다 사과즙을 혼합하면 기호도가 더 증가하였다.

표 33. 과즙이 첨가된 순무음료의 관능특성 (평균±표준편차)

관능 특성*	원료 배합				
	순무즙(50)+ 물(50)	순무즙(45)+ 배즙(5)+물(50)	순무즙(40)+ 배즙(10)+물(50)	순무즙(45)+ 사과즙(5)+물(50)	순무즙(40)+ 사과즙(10)+물(50)
	향	3.4±1.5*	3.8±1.6	4.4±1.7	5.0±1.7
맛	3.6±1.3	3.5±1.5	5.5±1.5	5.8±2.1	6.0±1.4
전체적 기호도	3.4±1.2	3.4±1.8	5.4±1.4	5.3±1.8	5.6±1.6

\* 9점법, 1 매우 나쁘다, 9 매우 좋다.

나. 순무가공식품의 저장중 변화조사

(1) 순무의 경도특성

순무의 경도와 색도특성을 무와 비교하였다. 순무를 0.1M citrate buffer 용액에 넣고 하룻밤 방치한 후 texture meter를 사용하여 경도를 측정하였다. 순무는 산성용액에 있으면 경도가 낮아졌다. 그러나 pH 4.2에서 순무는 경도를 유지하고 있었으나 무는 경도가 훨씬 더 낮아졌다(표 34). 열수처리와 소금농도에 경도변화는 순무와 무는 차이가 없었다(표 35, 36). 그러나 칼슘처리에 의한 경도변화는 순무는 칼슘처리에 의하여 더 단단하여 졌으나, 무는 단단하여지지 않았다(표 37).

표 34. pH에 의한 순무의 경도(hardness) (단위 g)

pH	순무	무
5.0	596.9±69.2 a	580.7±68.3 a
4.2	414.4±50.5 b	138.3±19.1 c
3.8	62.1±14.2 c	122.2±22.5 c

\* a, b, c 간에서 통계적 차이가 있음, p<0.05.

표 35. 열수처리에 따른 순무의 경도(hardness) (단위 g)

처리온도 (°C, 30분)	순무	무
60	158.1±55.5 a	222.3±66.9 a
80	50.7± 7.3 b	56.6± 4.9 b
100	9.2± 0.5 c	36.7± 3.0 b

\* a, b, c 간에서 통계적 차이가 있음, p<0.05.

표 36. 소금농도에 따른 순무의 경도(hardness) (단위 g)

소금농도 (%)	순무	무
0.0	781.5±46.5 a	720.0±42.3 a
2.5	107.5±16.1 b	132.1±16.9 b
5.0	67.1± 9.7 c	64.9± 8.9 c

\* a, b, c 간에서 통계적 차이가 있음, p<0.05.

표 37. 소금과 CaCl<sub>2</sub>에 따른 순무의 경도(hardness) (단위 g)

NaCl + CaCl <sub>2</sub> (%)	순무	무
2.50 + 0.00	107.5±16.1 b	132.1±16.9 b
1.25 + 1.25	296.8±60.8 a	157.8±28.2 b
0.00 + 2.50	287.2±16.1 a	132.1±16.9 b

\* a, b, c 간에서 통계적 차이가 있음, p<0.05.

(2) 순무의 색도변화

순무의 pH와 소금농도에 대한 색도특성을 조사하였다. 순무는 산성용액에 있으면 적색이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 무는 pH에 대하여 색도변화가 없었다



(표 38). 소금농도가 높아지면 순무는 적색이 증가하였고, 무는 녹색이 감소하는 것으로 나타났다(표 39).

표 38. pH에 따른 순무의 색도(L, a, b)의 변화

pH	순무			무		
	밝기 (L)	적색도 (a)	황색도 (b)	밝기 (L)	적색도 (a)	황색도 (b)
5.0	51.8 a	14.4 c	1.9	70.0	-0.3	21.8
4.2	50.7 a	20.8 b	1.8	68.7	0.6	18.5
3.8	43.2 b	28.2 a	-0.4	68.1	0.2	20.1

\* a, b, c 간에서 통계적 차이가 있음,  $p < 0.05$ .

표 39. 소금농도에 따른 순무의 색도(L, a, b)의 변화

소금농도(%)	순무			무		
	밝기 (L)	적색도 (a)	황색도 (b)	밝기 (L)	적색도 (a)	황색도 (b)
0.0	56.0 a	11.2 a	3.1 a	70.5	-2.6 a	23.9
2.5	41.4 b	15.2 b	-1.1 b	66.3	-0.3 b	22.7
5.0	40.7 b	15.3 b	-0.7 b	63.5	0.0 b	21.7

\* a, b, c 간에서 통계적 차이가 있음,  $p < 0.05$ .

### (3) 순무깍두기의 제조 및 저장중 변화

순무를 이용하여 절임식품으로서 깍두기를 제조하고 저장중의 변화를 조사하였다. 순무를 세척하고 껍질을 벗긴 후 2x2x2cm로 절단한 후 양념을 혼합하였다. 양념은 순무 1kg당 실파 67g, 마늘 12g, 생강 4g, 고춧가루 25g(보통맛)를 가하였고 염도는 2.0%로 조정하여 10°C에서 저장하였다. 순무의 특징을 명확히 구명하기 위하여 일반 무로 깍두기를 만들고 그 특성을 비교하였다. 순무깍두기와 무깍두기의 저장중 pH와 산도 변화를 조사한 결과는 표 40, 41과 같다. 순무깍두기는 먹기 좋은 pH4.2에 도달되는 기

간이 제조후 15-28일임에 비하여 무각두기는 21-36일에 도달함으로서 순무각두기가 무각두기보다 더 빠르게 먹기좋은 pH에 도달하였다. 이것은 순무의 당함량이 더 높은 데 기인하는 것으로 생각되었다. 순무각두기의 저장중 관능특성의 변화를 조사한 결과는 표 42와 같다. 자극적 향기와 맛은 저장이 진행됨에 따라 더 증가하였고, 조직감은 약간 연화되었다. 기호도는 저장후기에 약간 감소되었다.

표 40. 순무각두기와 무각두기의 저장중 고형물과 국물의 pH (10℃)

경과일수(일)	순무각두기 (국물)	무각두기 (국물)
0	6.6 ( - )*	6.6 ( - )
1	6.2 (5.3)	6.1 (5.9)
3	6.0 (5.3)	6.2 (5.9)
6	5.9 (5.3)	6.1 (6.0)
10	5.7 (5.3)	6.0 (5.9)
15	4.3 (4.2)	4.7 (4.6)
21	4.2 (4.1)	4.3 (4.3)
28	4.2 (4.0)	4.3 (4.2)
36	4.1 (4.0)	4.2 (4.2)

표 41. 순무각두기와 무각두기의 저장중 고형물과 국물의 산도(%)

경과일수(일)	순무각두기 (국물)	무각두기 (국물)
0	0.09 ( - )*	0.08 ( - )
1	0.14 (0.17)	0.11 (0.11)
3	0.16 (0.19)	0.11 (0.11)
6	0.21 (0.23)	0.12 (0.12)
10	0.22 (0.25)	0.12 (0.13)
15	0.48 (0.52)	0.28 (0.31)
21	0.52 (0.68)	0.36 (0.44)
28	0.54 (0.75)	0.37 (0.49)
36	0.55 (0.80)	0.39 (0.51)

표 42. 순무깍두기의 저장기간별 관능특성의 변화 (평균±표준편차)

	초기 pH 5.2	중기 pH 4.7	말기 pH 4.0	비고 (9점법)
자극적 향	3.8±1.4*	5.3±1.0	7.6±1.1	1: 매우 약하다 9: 매우 강하다
자극적 맛	3.9±2.0	5.6±1.1	7.0±1.0	1: 매우 약하다 9: 매우 강하다
조직감	5.0±1.1	5.0±1.2	4.5±1.9	1: 매우 무르다 9: 매우 단단하다
전체적 기호도	5.1±1.4	4.9±1.1	4.5±1.6	1: 매우 나쁘다 9: 매우 좋다

(4) 순무색소의 추출

순무의 외피에서 추출액으로서 acetic acid를 사용하여 추출액의 pH와 추출된 색의 강도를 측정한 결과는 표 43과 같다. 추출액의 pH가 낮아질수록 추출된 적색도는 증가하였다.

표 43. 추출액(acetic acid)의 pH와 추출된 적색의 강도

추출액 농도 (acetic acid, %)	추출액의 pH	24시간후 추출액의 적색도 (redness, a)
0	6.5	1.7
2	3.4	13.7
4	3.1	15.8
6	2.9	17.5

(5) 색소추출용액의 선발

추출액으로서 acetic acid, lactic acid, citric acid의 5% 수용액을 각각 사용하여 순무에서 색소를 24시간추출하고 적색도를 측정한 결과는 표 44와 같다. acetic, lactic, citric acid들 중에서 citric acid가 가장 적색이 강하게 추출되었다. 추출액의 pH와 조직연화도를 비교하여 생각하면 추출된 적색도는 추출액의 pH보다는 조직연화도와

더 관련된 것으로 보인다. 즉 citric acid는 조직을 연화시켜서 조직중의 색소를 많이 추출하는 것으로 생각되었다.

표 44. 추출액 acetic, citric, lactic acid (5%, w/w)에 의한 추출된 적색도, pH, 조직연화도

추출액 (5%, w/w)	24시간후 추출액의 적색도 (redness, a)	추출액의 pH	조직연화도
water	0.0	6.5	-
acetic acid	4.1	2.9	약간 연화
lactic acid	7.6	2.1	중간 연화
citric acid	13.4	2.3	심한 연화

(6) 저장온도, 당의 종류와 농도에 따른 색소의 잔존량

순무(표피)를 citric acid (5%)용액에 넣고 4, 10, 30℃에 저장하고 적색을 520nm의 흡광도로 측정한 결과는 표 45와 같다. 10℃에서 10일이 경과하여도 색소는 변화가 없었으나 30℃에서는 3일 이후는 감소하였다. 순무(표피)를 citric acid(5%)용액을 넣고, 설탕, fructose, glucose, sorbitol을 10-20%로 추가하고 30℃에서 저장중의 흡광도

표 45. 저장온도에 따른 순무색소의 흡광도 변화(%)\*

저장기간(일) \ 온도	4 °C	10 °C	30 °C
0일	100	100	100
1일	100	100	100
3일	100	100	100
5일	100	100	92
10일	100	100	83

\* 흡광도변화(%) = 변화된 흡광도 / 초기 흡광도 x 100; 초기 흡광도(520nm)= 1.00

변화를 조사한 결과는 표 46과 같다. 당류가 첨가되지 않은 대조군보다 당류를 첨가한 경우 색소가 더 지속되었다. Sorbitol이 색소의 지속효과가 가장 높았고, 그 다음 glucose, fructose 순으로 색소가 지속되었다.

표 46. 당의 종류/농도에 따른 순무색소의 흡광도 변화(% , 30℃)

저장기간(일)	무처리	설탕		fructose		glucose		sorbitol	
		10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%
1일	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100.0	100.0
3일	89.4	91.7	91.8	95.5	95.5	93.8	96.6	93.0	91.3
5일	83.7	84.3	84.0	90.1	89.6	85.1	94.4	88.9	98.4

\* 흡광도변화(%) = 변화된 흡광도 / 초기 흡광도 x 100; 초기흡광도(520nm)= 0.70

(7) 태양광선에 의한 색소의 안정성 조사

순무색소의 태양광선에 의한 안정성을 조사하였다. 순무(표피)를 citric acid 용액에 넣고 태양광선을 조사하였다. 대조군으로서 알미늄호일로 태양광선을 차단하였다. 태양광선에 노출된 색소용액의 흡광도는 3일경과하면 40%로 감소하였고 10일후에는 20%가 남아있었다(표 47). 그러나 알미늄으로 광선을 차단한 경우는 흡광도가 유지되었다. 따라서 순무색소는 광선에 불안정하여 광선차단으로 보호되었다.

표 47. 태양광선에 의한 순무색소의 흡광도 변화(% , 30℃)

저장기간(일)	태양광선 노출	태양광선 차단
0일	100	100
1일	100	100
3일	40	100
5일	20	100
10일	20	100

유기산이 태양광선에서 색소의 안정성에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 48과 같다. Ascorbic acid, citric acid, acetic acid, lactic acid 중에서 lactic acid에서 순무색소는 가장 오래 지속되었다. 소금이 태양광선노출된 순무색소의 안정성에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 48과 같다. 소금농도가 높아질수록 색소의 안정성은 감소되었다(표 49).

표 48. 태양광선에 노출된 유기산용액에서 순무색소의 흡광도 변화(%)

저장기간(일)	ascorbic acid	citric acid	acetic acid	lactic acid
0일	100.0	100.0	100.0	100.0
1일	56.4	85.5	77.4	98.6
5일	8.2	28.8	23.0	50.1

표 49. 태양광선에 노출된 식염수에서 순무색소의 흡광도 변화(%)

식염농도 (%)	0%	1%	2%	3%	5%
태양광선 5일노출 후 흡광도변화(%)	57.6	52.6	50.6	48.3	39.5

### 3. 순무씨의 착유기술개발 및 순무를 이용한 기능성 식품의 개발

#### 가. 순무씨의 유지제조기술

##### (1) 착유온도가 압착식 착유율에 미치는 영향

순무씨의 기름을 착유하기 위하여 압착식 익스펠러(expeller)를 사용하였다. 압착식으로 착유하기 위하여서는 익스펠러를 가열하여야 한다. 가열된 익스펠러를 통과하는 동안 순무씨가 가열받아 단백질은 응고되고 유지는 녹고 압착되어 조직외부로 흘러 나오게 된다. 착유가 끝난 순무씨 박에도 상당한 유지를 포함하고 있어서 착유할 수 있다. 순무씨에서 압착하여 착유하기 위하여 익스펠러의 온도를 120-180℃로 변화시키고, 압착 횟수에 대한 착유율을 조사한 결과는 표 50과 같다. 익스펠러의 온도를 120℃로 하고 압착했을 때 4.8%의 유지가 회수되었다. 첫 번째의 압착이 끝나고 순무씨 박을 모아

서 2차압착하면 6.5%로 더 많은 양이 착유되었다. 2차착유가 끝난 순무씨박을 3차 압착하자 4.4%가 착유되었고, 4차압착하면 1.9%만이 착유되었다. 따라서 압착착유는 3차까지 가능한 것으로 판단되었다. 익스펠러의 온도별 착유율을 비교하면 120℃에서는 17.5%가 착유되었고, 140℃에서는 17.7%, 160℃에서는 18.4%, 180℃에서는 18.1%가 착유되었다. 대체로 온도가 오르면 착유율이 높아졌다. 그러나 200℃에서는 순무씨가 과열되어 타는 냄새가 형성되었다. 이 결과로 160-180℃가 착유율이 가장 높은 것으로 나타났다.

표 50. 압착기(expeller)의 압착온도 및 압착 횟수별 착유율(%)

압착온도	1차압착	2차압착	3차압착	4차압착	합계
120 ℃	4.8	6.5	4.4	1.9	17.5
140 ℃	4.0	6.2	5.8	1.7	17.7
160 ℃	3.7	6.8	6.4	1.6	18.4
180 ℃	3.3	8.1	6.0	0.8	18.1
200 ℃	3.3	7.4	6.4	0.9	17.9

\* 순무씨 200g, 2반복 시험

## (2) 볶음처리가 착유율에 미치는 영향

압착법으로 착유하는 경우 압착하기 전에 볶기도 한다. 볶는 동안 조직내 단백질이 응고하여 유지와 분리되어 압착할 때 회수율이 높아지고, 또한 볶는 동안 구수한 향기가 형성되고 저장성도 향상되기도 한다. 순무씨를 180℃에서 10-40분간 볶고 익스펠러를 160℃로 가열하여 압착하여 착유하고, 그 착유률을 조사한 결과는 표 51과 같다. 압착하기 전에 180℃에서 10분간 볶은 순무씨는 1차착유에서 14.6%가 착유되었고, 2차착유에서 8.0%가 착유되어 전체 17.7%가 착유되었다. 압착전에 180℃에서 20분간 볶은 순무씨는 1차착유가 16.3%가 착유되었고, 2차착유에서는 3.7%로 감소되었으나 전체 착유율은 17.7%로 비슷하였다. 볶음시간이 40분으로 늘어나면 1차착유율은 27.8%로 증가하였으나 2차착유율은 0.0%로 감소하여 전체 착유율은 동일하였다. 즉 볶음시간이 증가

함에 따라 1차착유율은 증가하였고, 2차 착유율은 감소하여 전체 착유율은 거의 동일하였다. 따라서 볶는 시간이 길어질수록 1차착유율이 증가하므로 2차착유의 필요성이 감소하였다. 이것은 볶는 시간이 길어지면 조직내 단백질이 많이 응고하여 쉽게 착유되는 것으로 생각되었다. 그러나 볶는 시간이 길어지면 순무씨도 가열을 더 많이 받게 되어 착유된 순무씨 기름에서 구운 냄새는 점차 강하여졌고, 갈색도 더 심하여졌다.

표 51. 볶음시간에 따른 착유율(%)

가열온도	가열시간	1차착유율	2차착유율	합계(%)	냄새	색
180 °C	10분	14.6	8.0	17.5	-	-
	20분	16.3	3.7	17.7	구운 냄새	약간 갈색
	30분	17.7	1.0	18.4	강한 구운냄새	갈색
	40분	27.8	0.0	18.1	탄 냄새	심한 갈색

\*순무씨 750g, expeller 160°C, 2반복 시험

### (3) 순무씨, 참깨, 들깨의 착유율 비교

순무씨와 형태가 비슷한 들깨와 참깨에서 착유율을 비교하였다. 각각 2kg을 160°C로 가열된 익스펠러로 3차에 걸쳐 착유한 결과는 표 52와 같다. 순무씨는 1차 착유율과 2차 착유율이 비슷하였고 3차 착유율은 낮아졌으나, 들깨와 참깨는 1차 착유율은 순무씨보다 높지만, 2차착유율과 3차 착유율은 순무씨 보다 매우 낮았다. 이것은 들깨와 참깨는 열에 의하여 단백질이 쉽게 응고함으로서 1차 착유로도 충분히 착유되지만, 순무씨의 경우는 열에 의하여 단백질이 늦게 응고함으로서 1차 착유로는 불충분하고 2차와 3차 착유가 필요한 것으로 생각되었다. 전체적으로 순무씨는 30.8%의 착유율을 보임으로서, 들깨 18.5%, 참깨 26.4% 보다도 높은 착유율을 갖는 것으로 나타났다.



표 52. 순무씨, 참깨, 들깨의 착유율의 비교

종 류	1차 착유율	2차 착유율	3차착유율	합계(%)
순무씨	12.7	13.4	4.7	30.8
들깨	14.2	3.3	1.0	18.5
참깨	19.3	5.4	1.6	26.4

\*시료 2kg, expeller의 온도 160℃; 반복시험

(4) 추출용매별 순무씨의 착유율

유기용매별 순무씨의 착유율을 조사하기 위하여 순무씨를 건식 믹서로 부순 후 hexane, chloroform, ethanol, Folch reagent (chloroform+methanol, 2+1, v/v)로 침지시키고 하룻밤 방치한 후 각 유기용매에서 얻은 순무씨 기름 중량을 조사한 결과는 표 53과 같다. Hexane으로 추출하면 1회 착유율이 26.3%이었고, ethanol은 10.3%로 가장 적었다. Chloroform+methanol(2+1, v/v)은 가장 추출율이 높았다.

표 53. 추출용매별 착유율(%)

추출용매	착유율(1회, %)
hexane	26.3
ethanol	10.3
chloroform	31.8
chloroform+ methanol (2+1)	34.1

\* 순무씨 분쇄하여 1mm 체를 통과한 후 각 용매를 20배(w/v) 넣고 상온에서 16시간 추출

(5) 추출회수에 따른 순무씨 기름의 착유율

순무씨에서 hexane으로 기름을 착유할 경우 추출횟수에 따른 착유율을 조사한 결과는 표 54와 같다. 1차 추출에서 순무씨기름은 21.1%가 추출되었고, 2차추출에서는 8.7%, 3차추출에서는 3.7%, 4차추출에서는 2.1%가 추출되어서, 전체적으로는 35.5%가 추출되었다. 누적율로 보면 1차추출에서 59.4%가 추출되었고 2차까지 추출하면 83.9%가 추출되었고 3차까지 추출하면 94.3%까지 추출되었다.

표 54. 순무씨 기름의 hexane 에 의한 추출율

Hexane에 의한 추출	순무씨 기름의 추출율(%)	누적율(%)
1차 추출	21.1	59.4
2차 추출	8.7	83.9
3차 추출	3.7	94.3
4차 추출	2.1	100.0
합계	35.5	-

\* 순무씨 분쇄하여 1mm 체를 통과한 후 hexane을 20배(w/v) 넣고 상온에서 16시간 추출했을 때의 착유율

(6) 볶음온도가 순무씨 기름의 향기 강도에 미치는 영향

압착법으로 얻은 순무씨의 기름에서 발생하는 향기의 강도를 조사하였다. 순무씨를 140℃에서 15분, 25분, 35분간 각각 가열하고 압착하여 순무씨 기름을 착유하였다. 착유된 기름을 훈련된 판능검사요원 10명으로 향기의 강도를 순위법으로 조사하였다 (표 55). 온도 140℃에서 15분간 가열하고 착유한 순무씨 기름의 평균순위는 2.3이었고, 25분간 가열하고 착유한 기름도 평균순위 2.3이었다. 그러나 35분간 가열하고 착유한 기름은 평균순위 1.4로 가장 높았다. 가열시간이 길어질수록 향기의 강도는 높아졌다.

(7) 볶음시간이 향기에 미치는 영향

압착전에 온도 160℃에서 15분, 25분, 35분 볶고 착유한 순무씨 기름에 대한

향기의 강도를 조사한 결과는 표 56과 같다. 15분 가열하고 착유한 순무씨의 기름은 평균순위 2.8이었고, 25분 가열한 경우는 평균순위 1.9이었고, 35분 가열한 경우는 평균순위가 1.3이었다. 따라서 25분 볶은 경우와 35분 볶은 경우는 향기의 강도가 큰 차이가 없으나, 15분 볶은 경우는 향기가 상당히 적음을 알 수 있었다.

압착전에 온도 180℃에서 15분, 20분, 30분 볶고 착유한 순무씨 기름에 대한 향기의 강도를 조사한 결과는 표 57과 같다. 15분 볶고 착유한 순무씨의 기름은 평균순위 2.4이었고, 20분 가열한 경우는 평균순위 1.8이었고, 30분 볶은 경우도 평균순위가 1.8이었다. 따라서 20분 경우와 30분 경우는 향기의 강도에서는 큰 차이가 없었다. 그러나 향기의 질적인 면에서 20분 볶은 경우는 구수한 냄새가 강한 반면, 30분 가열한 경우는 탄 냄새가 더 강했다.

표 55. 볶음온도 140 ℃에서 가열시간에 따른 순무씨 기름향기의 강도

가열온도℃	가열시간(분)	향기강도 (순위점수)	순위
140	15	2.3±0.8	2
	25	2.3±0.5	2
	35	1.4±0.8	1

\* 향기의 강도 : 관능검사요원 10명, 순위법

표 56. 볶음처리온도 160 ℃에 따른 순무씨 기름향기의 강도

처리온도	처리시간(분)	향기강도 (순위점수)	순위
160	15	2.8±0.6	3
	25	1.9±0.6	2
	35	1.3±0.5	1

\* 향기의 강도 : 관능검사요원 10명, 순위법

180℃에서 20분의 기름과 30분의 기름을 참기름 향기를 기준으로 기름향기의 강도를 비교하였다(표 58). 그 결과 참기름은 평균순위 1.6위이었고, 180℃에서 20분 가열한 순무씨 기름은 평균순위 1.9위이었고, 30분 가열한 순무씨 기름은 평균순위 2.5위로 나타났다. 따라서 참기름향기를 기준으로 할 때 180℃에서 20분 가열하고 압착한 기름은 참기름과 매우 유사한 강도의 향기를 갖는 것으로 나타났다.

표 57. 볶음처리온도 180 ℃에 따른 순무씨 기름향기의 강도

처리온도	처리시간(분)	향기강도 (순위점수)	순위
180	15	2.4±0.8	2
	20	1.8±0.4	1
	30	1.8±1.0	1

\* 향기의 강도 : 관능검사요원 10명, 순위법

표 58. 순무씨기름과 참기름과의 향기기호도 비교

처리온도	볶음온도	볶음시간(분)	향기강도 (순위점수)
순무씨기름	180 ℃	20	1.9±0.9
순무씨기름	180 ℃	30	2.5±0.5
참기름* (비교시료)	-	-	1.6±0.8

\* 시판 해포 참기름; \*\* 관능검사요원 10명, 순위법

#### (8) 순무씨 기름의 산가

유지의 산가(acid value)는 유리 지방산 함량을 나타내는 지표이다. Hexane으로 추출한 기름과 압착으로 얻은 기름의 산가는 표 59와 같다. 순무씨에서 유기용매

(hexane)로 추출한 기름은 산가가 0.2 mg KOH/g이었고, 압착법으로 얻은 순무씨 기름은 볶음조건에 관계없이 1.1 -1.7 mg KOH/g 이었다. 시판 참기름과 들기름과 비교하면 비슷한 수치를 나타내었다.

표 59. 순무씨 기름과 참기름, 들기름, 대두유의 산가

종 류	산가 (mg KOH/g)
Hexane추출 순무씨 기름	0.2±0.0
압착 순무씨 기름(볶음 없음)	1.2±0.0
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 10분)	1.1±0.0
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 30분)	1.7±0.2
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 40분)	1.6±0.0
압착 참기름(시판품)	1.2±0.0
압착 들기름(시판품)	1.7±0.0

(9) 순무씨 기름의 요오드가(iodine value)와 굴절율(refractive index)

유지의 고유성질로서 요오드가와 굴절율이 이용된다. 유지의 요오드가란 유지가 흡수하는 요오드(Iodine)의 양을 말하는 것으로 분자내 이중결합이 많을수록 요오드가가 높아진다. 굴절율은 유지가 빛을 굴절하는 정도를 표시하는 것이 빛이 진공속을 통과하는 속도와 유지를 통과하는 속도의 비율을 의미한다.

표 60. 순무씨 기름의 요오드가와 굴절율

항 목	순무씨기름 (용매추출법)	순무씨 기름 (압착법)
요오드가*	103.4	102.2
굴절율	1.471	1.471

\* 단위: centigrams of iodine absorbed per sample(g)

용매추출로 얻은 순무씨 기름과 압착으로 얻은 순무씨 기름의 요오드가와 굴절율을 조사한 결과는 표 60과 같다. 용매추출로 얻은 순무씨 기름의 요오드가는 103.4 이었고, 압착법으로 얻은 순무씨 기름은 102.2로 용매로 얻은 순무씨 기름이 약간 더 높았다. 두 가지 기름의 굴절율은 모두 1.471로 용매추출로 얻은 기름과 압착으로 얻은 기름 간에는 차이가 없었다.

(10) 순무씨 기름의 착색도

착유한 순무씨 기름의 착색도를 측정하기 위하여 hexane에 녹여 1%용액으로 만들어 440nm와 550nm에서 흡광도를 측정하고 PI (photometric index)를 계산한 결과는 표 61과 같다. Hexane으로 추출한 순무씨기름의 PI(440nm)는 4.9이었고, PI(550nm)에서는 0.8로서, 적색파장(440nm)에서 흡수가 높았고, 실제로 적색파장의 보색인 녹색을 띠고 있었다. 순무씨를 볶아서 압착한 순무씨 기름은 hexane으로 추출한 기름보다 PI(440nm)와 PI(550nm)가 약 4배 더 증가하여 녹색이 더 높아졌다. 참기름이나 들기름은 압착으로 얻은 순무씨 기름보다 PI(440nm)가 더 낮고, PI(550nm)은 더 높았다. 따라서 압착으로 얻은 순무씨 기름은 참기름이나 들기름보다 더 녹색이 진한 것으로 나타났다.

표 61. 순무씨 기름의 착색도(photometric index)

종류	Photometric Index	
	at 440nm	at 550nm
Hexane추출 순무씨 기름	4.9	0.8
압착 순무씨 기름(볶음 없음)	20.9	4.9
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 10분)	21.4	5.9
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 30분)	23.7	5.9
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 40분)		
압착 참기름(시판품)	0.5	7.5
압착 들기름(시판품)	0.8	6.0

\* 유지 1%용액(hexane)에서의 PI; 440nm 또는 550nm의 흡광도 x 100

순무씨 기름의 착색도를 육안으로 보는 것처럼 표면색도법으로 측정한 결과는 표 62와 같다. Hexane으로 추출한 순무씨 기름은 백색도가 45.7, 황색도가 31.4로서 밝은 황색을 띠고 있었다. 그러나 압착 순무씨기름은 볶음시간이 길어질수록 백색도가 낮아짐으로서 어두운 색으로 되었고, 황색도도 낮아짐으로서 황색이 점차 소실됨을 보이고 있었다. 압착 참기름은 백색도 44.7이었고, 압착 들기름은 41.7로서 압착 순무씨 기름은 참기름이나 들기름보다 더 어두운 색을 보였다.

표 62. 순무씨 기름의 표면색도(L, a, b)

종류	백색도 (lightness, L)	적색도 (redness, a)	황색도 (yellowness, b)
Hexane추출 순무씨 기름	45.7	-1.6	31.4
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 10분)	33.2	0.8	15.5
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 30분)	25.9	2.8	2.7
압착 순무씨 기름(볶음180℃, 40분)	26.3	3.0	2.1
압착 참기름(시판품)	44.7	4.0	24.6
압착 들기름(시판품)	41.7	4.8	24.7

#### (11) 순무씨 기름의 지방산 조성

순무씨 기름의 지방산 조성을 조사하기 위하여 순무씨를 hexane으로 추출하여 얻은 기름과 압착법으로 얻은 기름을 지방산으로 분해하여 methyl 기를 붙여서 휘발성 지방유도체로 만든 후 gas chromatography로 분석하여 얻은 chromatogram(그림 4)와 지방산 조성을 계산한 결과는 표 63과 같다. 추출법으로 얻은 순무씨 기름은 palmitic acid는 2.3%, oleic acid는 19.6%, linolic acid는 15.2%, linolenic acid는 8.2%, arachic acid는 8.2%이었다. 그리고 아직 확인되지않은 지방산은 45.5%가 있었다. 압착법으로 얻은 순무씨 기름은 palmitic acid는 2.3%, oleic acid는 18.6%, linolic acid는 14.4%, linolenic acid는 7.8%, arachic acid는 11.2%이었다. 그리고 아직 확인되지않은 지방산은 45.1%가 있었다. 두 가지 기름을 비교하면 추출기름은 압착기름보다 oleic acid와

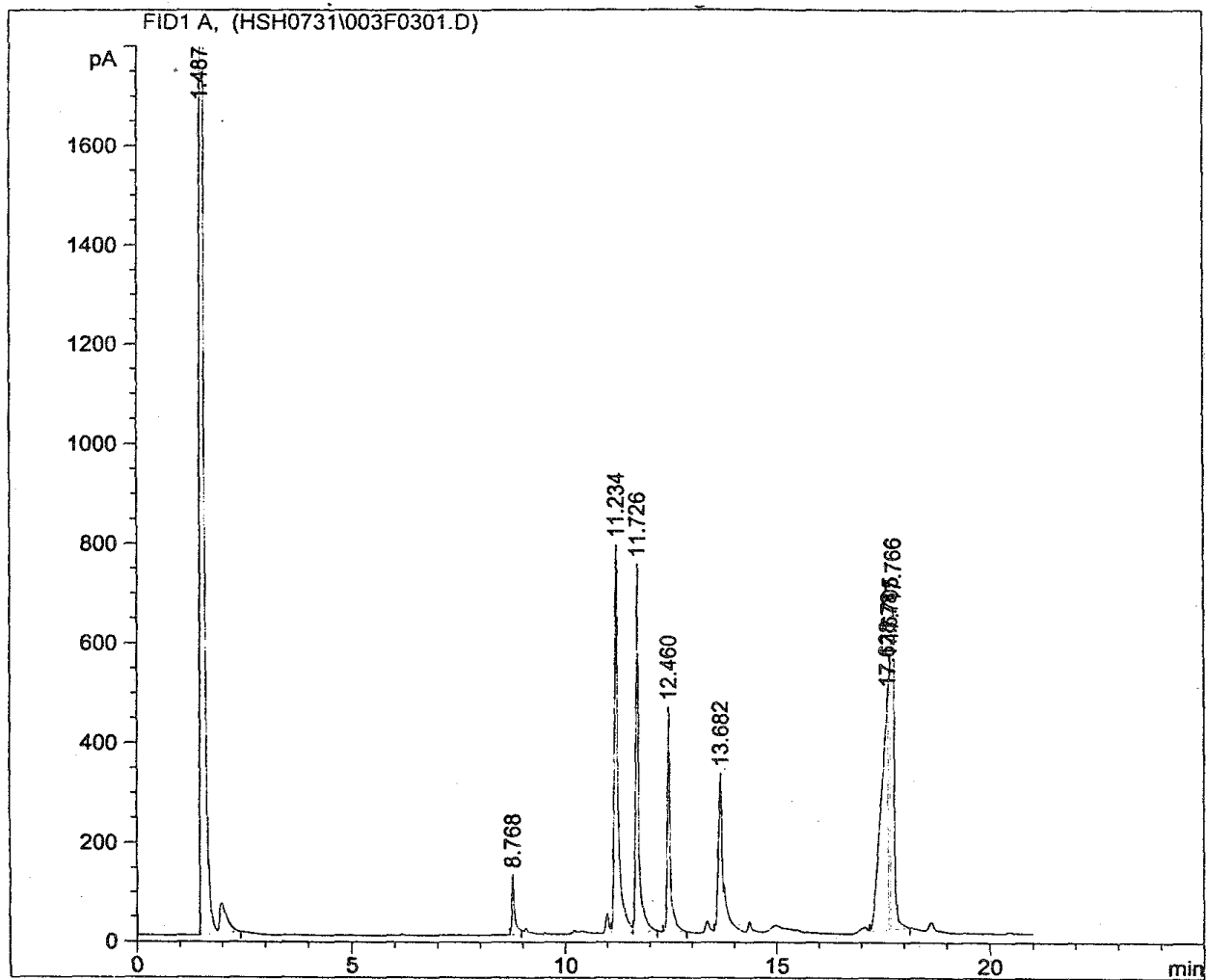


그림 4. 순무씨 지방산의 chromatogram



linolenic acid가 더 많고 arachic acid가 더 많아서, 추출기름의 불포화지방산은 44.0%이었고, 압착기름의 불포화지방산은 40.9%이었다. 미확인 지방산은 약 45%로 많은 양을 차지하고 있는 데, 이 지방산은 머무름시간이 긴 것으로 보아서 분자량이 큰 지방산으로 생각되었고, 앞으로 더 연구할 필요가 있었다.

표 63. 순무씨기름의 지방산 조성(%)

지방산	머무름시간 (RT, 분)	순무씨기름 (용매추출법)	순무씨 기름 (압착법)
palmitic acid (16:0)	8.7	2.3	2.3
stearic acid (18:0)	11.1	0.0	0.0
oleic acid (18:1)	11.3	19.6	18.6
linoleic acid (18:2)	11.8	15.2	14.4
linolenic acid (18:3)	12.5	9.2	7.8
arachic acid (20:0)	13.4	8.2	11.7
unknown	17.6	45.5	45.1
합 계	-	100.0	100.0
포화지방산(%)	-	10.5	14.0
불포화지방산(%)	-	44.0	40.9
unknown(%)	-	45.5	45.1

\* 용매추출 순무씨 기름, hexane으로 추출하여 농축한 기름; 압착순무씨기름, 180℃에서 20분 볶음후 160℃의 expeller로 압착한 순무씨 기름

#### (12) 순무씨 기름의 산화안정성

순무씨 기름의 산화안정성을 조사하기 위하여 압착법으로 얻은 각종 순무씨 기름을 60℃에 저장하고 과산화물가의 변화를 측정하였다(표 64). 순무씨 기름과 비교하기 위하여 참기름과 대두유도 동시에 실험하였다. 순무씨 기름의 초기치는 6.3-11.0이었

고 참기름은 9.6, 대두유는 6.5 이었다. 저장 46일 후의 과산화물가를 비교하면, 180℃에서 10분 가열하고 압착한 순무씨 기름은 과산화물가 189.1 이었고, 20분가열하고 압착한 순무씨 기름은 156.5, 30분 가열한 순무씨 기름은 113.7, 40분 가열하고 압착한 순무씨 기름은 91.0으로서 가열시간이 길어질수록 과산화물가는 더 적어졌다.

일반 대두유와 저장성이 높은 것으로 알려진 참기름과 순무씨 기름의 경우를 비교하였다. 저장 46일에서 일반 대두유의 과산화물가는 397.4 이었고, 참기름의 과산화물가는 106.0이었다. 따라서 순무씨는 일반 대두유보다는 훨씬 산화안정성이 높고, 180℃에서 30-40분 가열처리하고 압착한 순무씨기름은 참기름과 거의 같은 수준의 산화안정성을 갖고 있는 것으로 나타났다.

표 64. 저장중 순무씨 기름의 과산화물가

저장일수 (60℃)	압착 순무씨 기름 (볶음처리조건)				참기름	대두유
	180℃, 10분	180℃ 20분	180℃ 30분	180℃ 40분		
0	6.3	6.5	11.7	11.0	9.6	6.5
3	8.6	10.6	12.4	12.1	10.6	9.5
8	19.0	14.0	17.1	15.8	13.3	28.5
10	44.5	18.9	16.5	18.5	20.7	64.3
17	65.1	43.9	24.0	29.6	33.7	193.4
24	87.0	72.9	38.2	35.9	38.9	202.5
31	123.5	119.8	80.9	54.8	63.9	216.1
38	161.8	136.7	95.3	81.4	104.1	276.8
46	189.1	156.5	113.7	91.0	106.0	397.4

#### 나. 순무를 이용한 기능성 식품의 제조기술

##### (1) 순무에서 추출물의 제조

순무를 이용하여 음료를 제조하기 위하여서 순무에서 추출물을 제조하였다. 순무를 세절하여 동결건조한 다음 ethanol로 하루밤(16시간) 추출하였다. 추출액을 여과

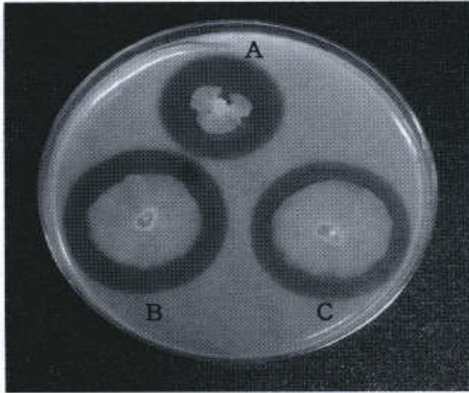


Fig. 2. *Bacillus* sp. mutants의 protease activity  
A : PM3, B : TKSP 24, C : TKSP 24-M4

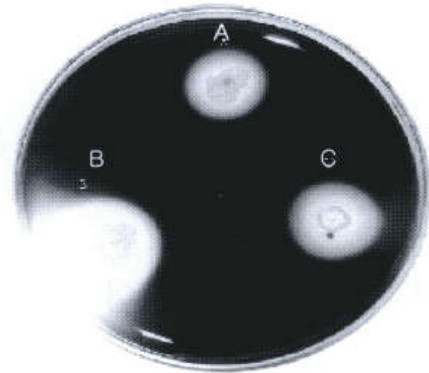


Fig. 3. *Bacillus* sp. mutants의 amylase activity  
A : PM3, B : TKSP 24, C : TKSP 24-M4

### 3. 결론

wild type인 *Bacillus subtilis* TKSP24를 NTG로 돌연변이시켜 butyric acid (이취성분)를 생산하지 않는 돌연변이주 TKSP24-M4를 분리 선별하였다. TKSP24-M4로 제조한 된장은 관능검사상 풍미가 우수하였고 분비형 protease와 amylase의 역가도 wild type strain과 비슷하여 매우 이상적으로 육종된 균이라 사료된다.

(4) 순무농축물을 이용한 단순음료 제조시험

순무를 이용한 기능성음료를 제조하기 위하여 순무농축물에 대하여 음료로 제조하는 방법을 시험하였다. 순무농축물(수분 31.2%)을 증류수에 10%(w/w)로 희석한 순무음료의 pH, 당도, 적색도는 표 66과 같다. 이 음료의 pH는 4.7, 당도는 12.6%로 신맛은 부족하였고, 당도는 충분하였다. 파장 520nm의 흡광도는 0.83으로서 상당히 높은 적색을 갖고 있었다.

표 66. 순무농축물을 증류수로 희석한 단순음료의 특성

단순 순무음료	특 성
pH	4.7
굴절당도(%)	10.0
적색도(520nm에서 흡광도)	0.83

표 67. 순무농축액과 ascorbic acid로 제조한 시험 순무음료

시험 음료	순무 농축액(%)	당도(%)	pH	ascorbic acid 첨가량(%)
I	5	10	4.00	0.34
II	5	10	3.75	0.50
III	5	10	3.5	1.31
IV	10	10	3.75	1.31

순무농축액을 증류수에 5-10%로 희석하고 설탕과 ascorbic acid로 단맛과 신맛이 다른 시험음료 4종을 표 67과 같이 제조하였다. 시험음료 I은 순무농축액을 5%(w/w) 넣고 단맛은 설탕을 넣어 최종 당도 5%로 조정하였다. 신맛은 ascorbic acid 0.34%를 넣어 pH 4.00로 하였다. 시험음료 II는 순무농축액을 5%(w/w) 넣고, 설탕으로

당도 10%로 하고, ascorbic acid를 0.5% 넣어 pH를 3.75로 하였다. 이와 같은 방법으로 시험음료 III은 순무농축액 5% 넣고, 최종 당도 10%, ascorbic acid 1.31%(w/w)를 넣어 최종 pH 3.50으로 하였다. 시험음료 IV는 순무농축액을 10%로 높이고, 최종당도 10%, 최종 pH 3.75로 하였다.

표 68. pH가 다른 시험음료의 관능특성

시험음료	pH 4.00, 당도10%, 순무농축물5%, (I)	pH 3.75, 당도10%, 순무농축물 5%, (II)	pH 3.50, 당도10%, 순무농축물 5%, (III)
적 색	3.3±1.9	3.9±1.1	5.0±0.9
냄 세	2.3±0.9	2.6±1.6	3.3±1.5
단 맛	5.0±2.7	4.3±2.1	2.9±1.6
매운맛	2.8±1.8	2.9±1.7	3.9±2.9
신 맛	2.3±0.7	4.5±1.4	6.8±1.5

\*관능검사요원 9명; 1, 아주약하다; 5, 중간이다; 9, 아주 강하다; 평균±표준편차

이와 같이 제조된 시험 순무음료를 한국식품개발연구원의 연구원 9명으로 구성된 훈련된 관능검사요원을 통하여 적색, 냄새, 단맛, 쏘는 맛, 신맛에 대한 강도를 9점 법으로 조사한 결과는 표 68과 같다. 시험음료 I, II, III은 순무농축물 5%, 당도 20%로 같고, pH만 다른 음료이다. 시험음료 I과 II간에는 적색이 3.3과 3.9로 비슷하다고 하였으나, 시험음료 III은 적색이 5.0으로 더 높은 것으로 나타났다. 이것은 순무의 적색색소는 산성에서 더 강한 적색을 나타내는 것과 관련이 있는 것으로 생각되었다. 냄새는 시험음료 모두 약한 것으로 나타났고, 단맛은 시험음료 I에서는 5.0으로 나타났고, 시험음료 III에서는 단맛이 2.9로 나타났다. 시험음료 III은 신맛이 더 높아서 상대적으로 단맛이 약하게 느껴진 것으로 생각되었다. 순무는 배추뿌리에서와 같은 독특한 매운 맛이 있기 때문에 시험음료에서도 매운 맛이 느껴지는 지를 조사하였다. 시험음료 I에서는 매운 맛이 2.8이었고, 시험음료 III에서는 매운 맛이 3.9로 약간 높았지만 큰 차이는 없었다.

시험음료 III에서 약간 더 높게 느낀 것은 시험음료 III은 신맛이 있어서 매운맛을 더 많이 감지한 것으로 생각되었다. 시험음료의 신맛은 pH와 같이 시험음료 I, II, III의 순서로 강하게 감지되었다. 시험음료의 pH는 3.75, 당도는 10%의 수준은 적색, 단맛, 신맛이 적당한 것으로 나타났다.

순무농축물 함량을 10%로 시험음료(IV)를 제조하였다. 이 시험음료의 pH는 3.75, 당도는 10%로 하였다. 이 시험음료는 시험음료 III과 순무농축물 함량만 다르고 pH와 당도는 동일하다. 이 두 가지 시험음료를 관능검사한 결과는 표 69와 같다. 적색은 순무농축물 5%음료에서는 3.9이었으나 순무농축물 10%음료에서는 7.8로 크게 증가하였다. 냄새는 비슷하였고, 단맛은 순무농축물 10%음료에서는 2.0으로 감소하였다. 그리고 매운맛은 2.9에서 3.9로 약간 증가하였고, 신맛은 pH가 동일함에도 4.5에서 7.1로 더 강하게 느껴졌다. 결국 순무농축물을 5%에서 10%로 증가시키면 적색이 증가하고, 신맛 증가, 단맛은 약하게 느껴지는 것으로 나타났다. 전체적으로 보면, 순무농축액은 5%, 당도 10%, pH 3.75의 수준이 순무음료를 제조하는 데 적당한 범위로 나타났다.

표 69. 순무농축액 첨가량별 시험음료의 관능특성

시험음료	순무농축물 5% pH 3.75, 당도 10%, (II)	순무농축물 10% pH 3.75, 당도 10%, (IV)
적 색	3.9±1.1	7.8±1.0
냄 새	2.6±1.6	2.5±1.3
단 맛	4.3±2.1	2.0±1.1
매운맛	2.9±1.7	3.9±2.9
신 맛	4.5±1.4	7.1±2.4

\*관능검사요원 9명; 1, 아주약하다; 5, 중간이다; 9, 아주 강하다; 평균±표준편차

#### (5) 탄산음료 제조시험

탄산음료에 대한 순무농축물의 관능특성을 조사하기 위하여 순무농축물을 탄산음료에 첨가하고 관능특성을 조사한 결과는 표 70과 같다. 탄산음료로는 시판 사이다

를 사용하였다. 순무농축물을 탄산음료에 5% 첨가한 결과 단맛이 지나치게 강한 것으로 나타났다. 따라서 순무농축물을 0, 1, 2, 3% (w/w)로 감소시켜서 탄산음료에 첨가하였다. 순무농축물이 전혀 첨가되지 않은 대조구 즉 탄산음료는 적색이 2.1이었으나 순무농축물이 1-3% 첨가되면 적색이 조금 더 강해졌다. 그러나 냄새는 순무농축물이 첨가되면 냄새는 감소하였다. 이것은 탄산음료의 냄새와 순무농축물의 냄새가 서로 상쇄시켜서 약하여지는 것으로 생각되었다. 단맛은 큰 차이가 없었다. 탄산맛은 첨가되는 순무농축액이 증가할수록 약하여졌다. 이것은 시험음료를 제조할 때 첨가되는 순무농축액이 많아질수록 가스로 손실되는 탄산도 많았다. 순무농축물은 탄산음료중에 존재하는 액체 탄산의 용해도를 낮추어 결과적으로 탄산맛이 약하게 나타나는 것으로 생각되었다. 신맛은 순무농축물이 많아질수록 신맛도 높게 나타났다.

표 70. 순무농축물을 첨가한 탄산음료에 대한 관능특성

시험음료	대조구 (I)	순무농축물 1% (II)	순무농축물 2% (III)	순무농축물 3% (IV)
적 색	2.1±1.5	5.4±1.1	3.1±1.3	6.8±1.4
냄 새	7.2±1.4	2.8±0.7	4.9±1.5	3.6±2.1
단 맛	7.3±1.2	6.3±1.7	6.1±1.5	6.4±1.5
탄산 맛	7.0±1.2	6.0±1.8	5.6±1.7	4.9±2.2
신 맛	1.9±1.4	3.7±2.4	3.2±1.1	4.1±2.2

\* 대조구 : 순무농축물 0%; 관능검사요원 9명; 관능평점 1, 아주약하다; 5, 중간이다; 9, 아주 강하다; 평균±표준편차

#### (6) 사과즙과 혼합음료 제조시험

과즙에 대한 순무농축물의 관능특성을 조사하기 위하여 사과즙음료(시판품)에 순무농축액을 0, 1, 2, 3% 첨가하고 관능특성을 조사하였다(표 71). 그 결과 순무농축액 첨가량이 증가할수록 적색은 증가하였다. 이것은 순무농축물의 적색이 사과과즙의 적색에 상승적으로 작용한 것이었다. 그러나 사과과즙의 냄새는 감소하였는데, 사과과즙의

냄새와 순무농축물의 냄새가 서로 상쇄하였다. 그러나 단맛, 특쓰는 맛, 신맛은 순무농축물의 첨가에 큰 차이가 없었으므로 순무농축물의 맛은 즙음료의 맛과 동질적인 것으로 생각되었다. 결국 순무농축물은 사과과즙에 대하여 적색은 상승효과를 가져왔고, 냄새는 상쇄효과, 단맛과 특쓰는 맛, 신맛은 영향을 미치지 않았다.

표 71. 사과과즙에 대한 순무농축물의 혼합에 따른 관능특성

시험음료	순무농축액 0% (I)	순무농축액 1% (II)	순무농축액 2% (III)	순무농축액 3% (IV)
적 색	3.8±1.9	4.8±1.3	6.2±1.1	7.3±1.0
냄 새	7.2±1.6	4.9±1.8	4.2±1.0	3.0±1.1
단 맛	6.2±1.4	6.8±1.1	6.1±1.7	5.9±2.1
특쓰는 맛	5.6±2.1	4.9±1.4	4.6±1.6	4.3±1.9
신맛	4.3±1.9	4.1±2.1	4.3±2.3	5.0±2.5

\* 시판 휘미리사과즙; 관능검사요원 9명; 1, 아주약하다; 5, 중간이다; 9, 아주 강하다;

#### (7) 홍삼즙과 혼합음료 제조시험

홍삼즙에 대한 순무농축물의 혼합효과를 조사하였다. 홍삼즙에 대하여 순무농축물을 0, 1, 2, 3%를 첨가하고 관능특성을 조사한 결과는 표 72와 같다. 순무농축물을 첨가하면 적색은 증가하였고, 냄새는 6.4에서 4.3-5.1로 약간 감소하였다. 단맛과 특쓰는 맛은 큰 차이가 없었다. 신맛은 순무농축물 첨가량이 3%로 증가하면 약간 증가하였다. 이 결과로 보면 순무농축물은 홍삼즙과 관능적 특성이 상쇄되는 것이 적어서 질적으로 비슷한 부류로 생각되었다. 순무농축물은 홍삼즙과 관능적으로 잘 어울릴 수 있는 것으로 생각되었다. 또한 홍삼즙은 오래전부터 기능성있는 식품으로 인식되어 왔으므로 순무농축물과 홍삼즙의 혼합물은 기능성 면에서 좋은 결과를 가져올 것으로 전망되었다.



표 72. 홍삼즙에 대한 순무농축물의 혼합에 따른 관능특성

시험음료	순무농축액 0% (I)	순무농축액 1% (II)	순무농축액 2% (III)	순무농축액 3% (IV)
색	5.8±1.5	7.5±1.7	7.0±1.5	6.9±1.0
냄새	6.4±1.0	4.3±1.8	5.1±0.9	4.4±1.5
단맛	6.2±2.1	6.1±1.9	6.4±1.6	6.9±1.4
특쓰는 맛	4.2±2.4	4.3±1.8	4.2±1.9	4.6±2.7
신맛	2.8±1.5	2.9±1.5	3.7±2.5	3.3±2.2

\*관능검사요원 9명; 1, 아주약하다; 5, 중간이다; 9, 아주 강하다;  
홍삼즙상품명, 홍삼농장

#### 4. 순무와 순무청, 순무씨의 급성 간손상에 대한 억제효과

##### 가. 병리 조직학적 및 혈액생화학적 억제효과

##### (1) 체중, 간중량, 상대적 간 중량

대조군과 비교하여 순무, 순무청 및 순무씨군 모두 체중, 간중량, 상대적 간 중량 등이 간손상을 억제하는 효과가 나타났다(표 73, 그림 5). 순무청 투여군의 경우 체중에 있어 203.7±4.5로 순무씨와 순무청군에 비하여 체중이 감소되는 결과를 나타내었고 간중량의 경우역시 순무 추출군의 경우 투여 24시간후 8.9±0.4로 순무청군과 마찰가지로 낮은 간중량을 나타냈다. 상대적 간중량의 경우 유의차는 없었으나 순무군이 순무청, 순무씨 투여군보다 상대적 간중량이 낮아 간손상 억제 효과가 가장 뛰어난 것으로 볼 수 있다.

##### (2) 혈액 생화학적 검사 결과

혈액에서 분리한 혈청을 이용한 혈액 생화학적 검사 결과는 그림 6과 그림 7에서 나타난 바와 같이 순무씨군의 경우가 GOT, GPT 모두 가장 낮은 수치를 나타내어 간손상 억제효과가 뛰어난 것으로 분석되었다. GOT, GPT의 경우 대조군과 비교하여

낮은 결과치를 나타내므로 순무, 순무청, 순무씨 모두 간손상 억제 효과를 나타내나, 그 중에서 순무가 가장 효과적인 것으로 나타났다.

### (3) 병리학적 검사 결과

병리학적인 관찰 결과는 그림 8에서 나타난 바와 같다. 사염화탄소 투여 대조군과 비교하여 24, 48, 72시간 모두 순무추출물의 경우 간세포 회복력이 현저하게 증가되었음을 간세포의 괴사 정도를 가지고 알 수 있다. 특히 순무추출물의 주입시킨 경우 간세포에 사염화 탄소를 주입했을 경우 다른 조직과 다르게 현저한 풍선모양의 세포들의 증식이 활발하고 간세포의 괴사가 다량으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 괴사된 조직 주변에 호중구 및 마크로 파지 등의 증가가 현저하게 나타나고 있다(그림 8A). 반면 순무추출물, 순무청 추출물, 순무씨 추출물들을 투여한 군은 대조군과 비교하여 비교적 빠른 시간내에 간세포가 회복하여 간세포의 괴사부분과 호중구의 집합모양이 원상태로 회복되고 있다. 간세포의 중심정맥 주위의 조직에서도 풍선모양의 세포들은 모두 투여 72시간에 정상으로 회복되었고, 지방구 등도 사라져 완전히 회복되지는 않았으나, 간세포의 손상이 줄어들어 속도가 빠름을 알 수 있다(그림 8B, 8C, 8D).

이러한 경향은 특히, 순무추출물을 투여한 실험군의 경우 현저하게 감소됨을 알 수 있어 순무가 가지고 있는 간세포에 대한 화학물질 손상에 대단히 우수한 간세포 손상 억제 작용이 있음을 시사하고 있다(그림 8A, 8B, 8C, 8D). 이와 병행하여 병리조직상의 괴사를 나타내는 스코어와 호중구수를 검토한 결과는 이러한 병리조직 표본에서의 간손상 억제효과를 뒷받침하고 있음을 알 수 있다(표 74).

본 실험에서 관찰된 결과를 기준으로 순무 추출물의 경우 간손상 정도를 나타내는 혈액 생화학적 결과와 병리학적인 검사 결과를 살펴보면 순무, 순무씨, 순무청 모두 간세포의 손상을 억제하는 효과가 있는 것으로 검토되었으나, 그 중에서 가장 효과가 있다고 생각되는 순무추출물을 중심으로 순무에 첨가되는 부재료와의 간손상 억제 상승효과를 검토하여 살펴보았다.

표 73. 순무추출물의 간손상 억제효과(체중, 간중량, 상대적 간중량)

	시간(hr)	체중(g)	간중량(g)	상대적 간중량(%)
순무군	24	207.2±1.4	8.9±0.6	4.3±0.3
	48	198.1±1.6	9.5±1.0	4.8±0.5
	72	211.5±10.9	8.9±0.4	4.2±0.1
순무청군	24	203.7±4.5	9.5±0.5	4.7±0.1
	48	190.0±17.0	8.3±2.8	4.3±1.2
	72	220.9±3.0	8.9±0.5	4.0±0.3
순무씨군	24	230.2±5.4	11.1±0.4	4.8±0.1
	48	187.4±10.9	8.2±0.5	4.4±0.1
	72	232.6±10.0	10.1±1.0	4.3±0.3
대조군	24	209.3±2.1	9.2±0.7	4.4±0.7
	48	205.5±7.2	9.7±0.7	4.7±0.5
	72	207.2±3.6	9.6±1.2	4.8±0.3

표 74. H&E 염색후 피사 병리 조직스코어 및 호중구 스코어

	시간(hr)	병리조직스코어	호중구 스코어	비 고
순무군	24	+++	B	
	48	++	C	
	72	++	E	
순무청군	24	+++++	A	
	48	+++	D	
	72	+++	C	
순무씨군	24	+++++	A	
	48	+++	C	
	72	++	C	
대조군	24	+++++	A	
	48	++++	A	
	72	++++	B	

1) 병리조직 스코어는 피사면적/전체 면적으로 환산하여 계산(A)하였으며  
 1/2 이상 : +++++, 1/2 > A > 1/3: +++++, 1/3 > A > 1/4: +++,  
 1/4이하 : ++, 1/5 + 로 표시하였다.

2) 호중구 수는 중심정맥을 기준으로 400배 현미경 시야에서  
 500 이상 : A, 500이하 400이상 :B., 400이하 300이상: C  
 300이하 200이상: D , 200이하 100이상:E , 100이하 F로 표시하였다.

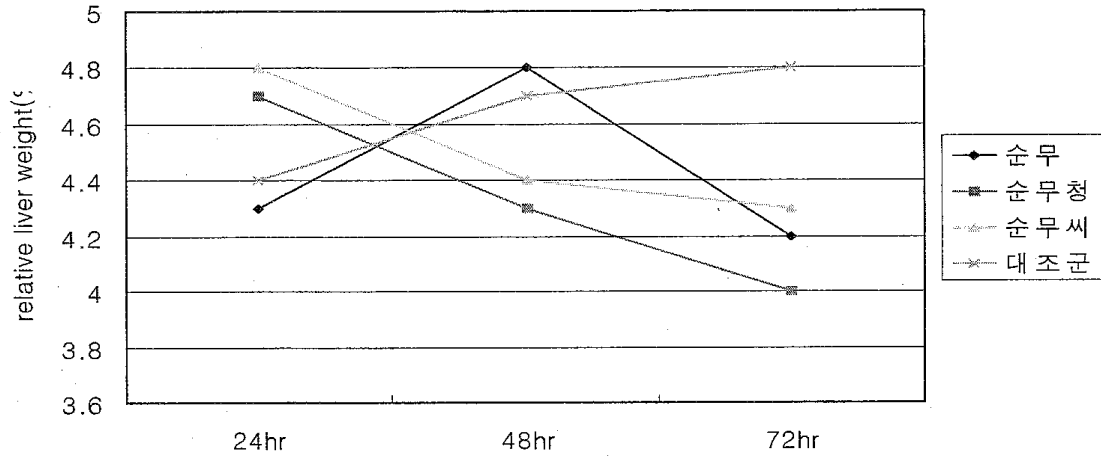


그림 5. 순무추출물이 CCl<sub>4</sub> 투여시 간 중량에 미치는 영향

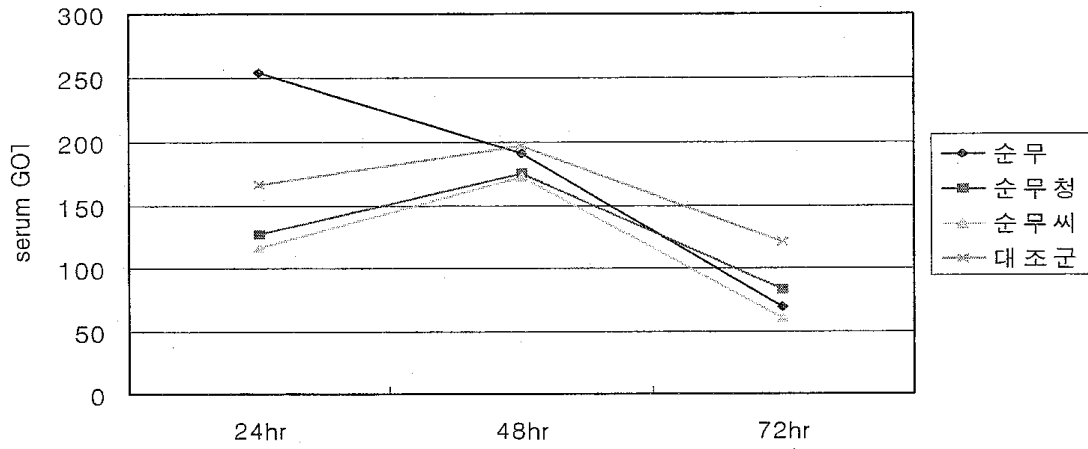


그림 6. 순무 추출물이 CCl<sub>4</sub> 투여시 혈청 GOT 활성에 미치는 영향

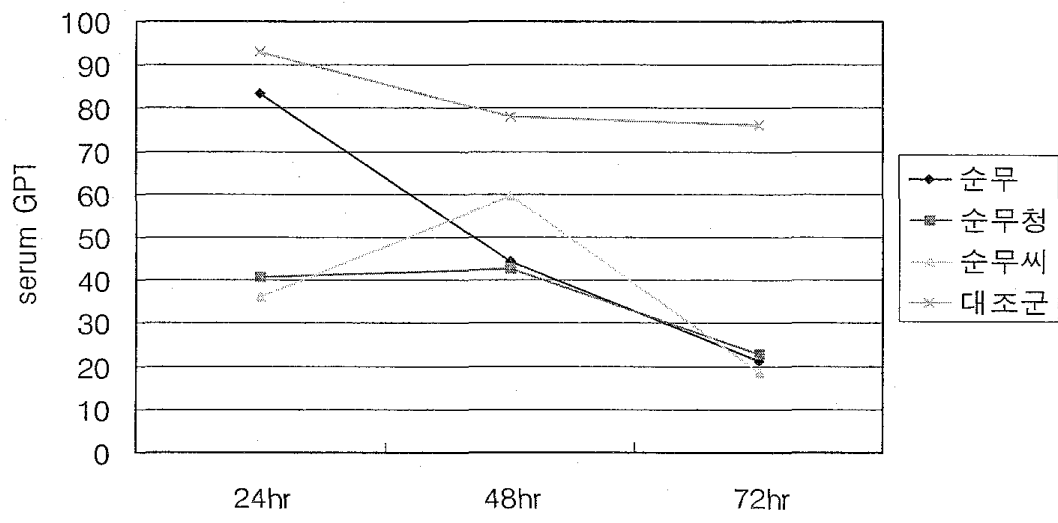


그림 7. 순무 추출물이 CCl<sub>4</sub> 투여시 혈청 GPT 활성에 미치는 영향

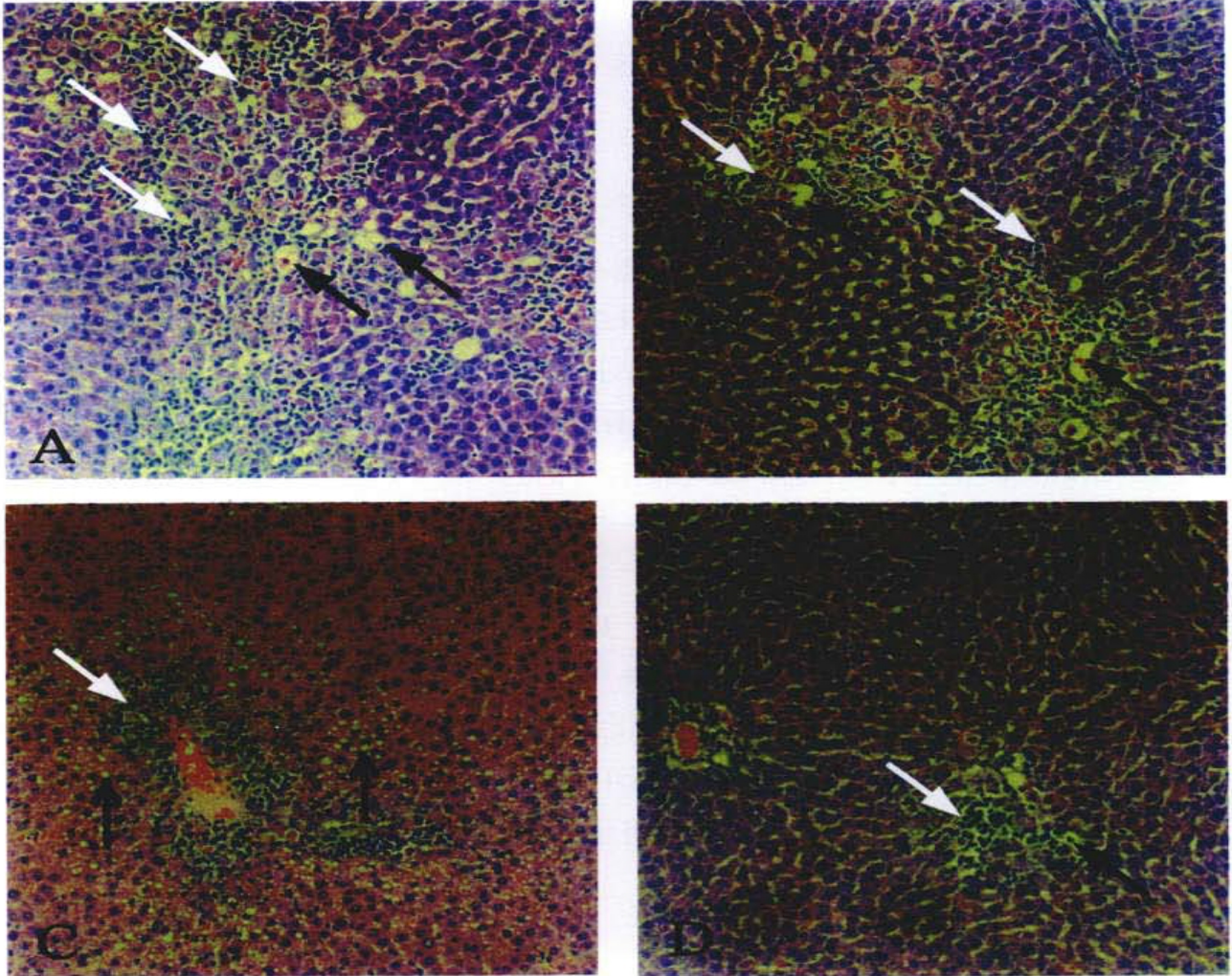


그림 8. 순무추출물이 사염화탄소 투여 간세포에 미치는 영향에 관한 조직 병리학적인 소견, 사염화 탄소 투여후 72시간후 소견(A: 대조군, B: 순무청투여 실험군, C: 순무씨 추출물 투여 실험군, D: 순무추출물 투여실험군).

대조군과 비교하여 모든 순무 추출물 투여군은 72시간후 간정맥을 중심으로 현저한 간세포 괴사, 지방변성, 풍선모양의 세포가 현저하게 감소가 관찰 되었으며, 간세포 재생이 활발이 일어나고 있음을 알수있다.(화살표 : 간세포 변성부위 및 호중구 밀집 지역

#### 나. 부재료에 의한 병리조직학적 및 혈액생화학적 억제효과

상기에서 응용한 화학물질에 의한 간손상 정도를 파악하는 모델에서, 순무와 순무에 포함되는 각종 부재료를 첨가한 시험물질을 기준으로 간세포 억제 효과의 상승 작용을 살펴보았다.

##### (1) 체중, 간중량, 상대적 간중량

체중, 간중량, 상대적 간중량의 경우 순무 단독 투여군과 비교하여 순무와 마늘을 첨가한 군이 가장 체중 감소량이 많았으며, 간중량의 경우도 순무와 마늘을 첨가한 군이 가장 간중량이 최소로 감소되어 뛰어난 간세포 억제효과를 나타내었다. 상대적 간중량의 경우 유의차는 없으나 순무와 고추를 첨가한 군을 제외하고 순무와 마늘 순무와 생강을 혼합한 군이 가장 간 손상 억제효과가 좋았다(표 75, 그림 9).

##### (2) 혈액 생화학적 검사 결과

혈액 생화학적 검사 결과는 그림 10, 11에 표시된 바와 같다. 순무투여군과 비교하여 마늘을 부재료로 첨가한 군의 경우 12, 24시간에서는 높았으나, 72시간에 가장 현격하게 저하됨으로서 회복이 빨리 진행되고 있음을 알 수 있었고, GPT의 경우도 동일한 변화를 살펴볼 수 있었으나 순무의 경우가 가장 시간별로 낮은 결과치를 나타내어 순무 단독 추출물의 경우도 현저한 간손상 억제 성분이 있음을 시사하였다.

##### (3) 병리 조직학적 검사 결과

병리학적 검사 결과의 경우 순무 추출물군의 경우가 다른 실험군과 비교하여 간세포의 괴사 회복력과 호중구의 변화가 가장 높았으며, 순무와 마늘을 합친 군의 경우도 순무 단독 투여군과 같이 높은 간세포 손상 억제 기능이 있음을 알 수 있었다(그림 12).

조직학적으로 사염화 탄소에 의한 간병변 형태 발생을 살펴보면, 염증반응은 가볍고 간경변은 우선 Zone 3에 있어 간세포의 호산성 변화를 시작으로 지방변성, 풍선 모양의 변화를 일으키며 간세포의 괴사가 일어나는 것이 일반적인 사염화탄소에 의한 간병변에 의한 형태 변화의 기본이다. 특히 투여 3일후에는 수복상과 함께 괴사물질의



흡수, 세망선이의 허탈에 의한 응집반응, 조망화, 간세포의 재생상이 나타나는 변화를 취하는 것이 일반적인 현상이며, 이 실험군에 있어서는 대조군의 변화가 전형적인 변화상과 일치한다. 기본적으로 이어서 일어나는 변화로는 변성, 괴사, 괴사물질의 흡수 간세포 재생이 반복되는 과정을 거치고 이어서 Cental-Cental bridging fibrosis, Passive fibrosis 등에 의하여 소엽구조의 변화가 발생하는 것이 일반적인 현상이나 본 실험에서는 단회 투여실험으로 간세포 섬유화까지 발전되지 않았다. 다만 부재료와 함께 투여한 순무+마늘의 투여군에 있어서 대조군보다 빠른 속도로 간세포 재생이 일어났음을 관찰할 수 있었다.

이와같은 간세포 섬유화가 지속적으로 일어나도록 사염화탄소가 투여될 경우에는 active fibrosis가 관찰되며 진행성으로 간문맥에서 선이성 격막과 중심부의 격막이 연속적으로 형성되면서, 소엽을 분할하고 이어서 위소엽을 형성하는 것이 일반적으로 알려져 있는 병리조직 소견의 전형적인 소견이다. 이러한 active fibrosis에는 Disse 공내의 Ito Cell의 활성화, transional cell로의 형질전환을 일으키는 역할이 있음이 알려져 있고 중심 정맥주위, 간문맥 구역의 fibroblast, myoblast 등과 함께 active septum의 형성에 주로 관여하는 것이 알려져 있다. 따라서 근본적으로 순무와 순무 부재료 중 마늘의 경우 active fibrosis를 일으키는 원인인 Ito Cell의 활성화를 방지하고 형질전환이 일어나지 않도록 예방하는 역할로 간세포의 섬유화 초기 과정을 억제하는 능력이 있는 것으로 설명가능하며, 이러한 현상에 대한 구체적인 예로서 간세포내의 GPT, GOT의 수치를 현격히 저하시키는 것으로 보아 간세포 손상 억제작용에 대한 효과가 있음을 명확히 알 수 있었다.

특히 호중구의 감소비율은 현저하게 증가하여 72시간의 경우 순무 단독 추출물의 경우가 가장 낮아, 순무의 경우는 단독으로 처리한 실험군이 사염화탄소에 의한 간세포 손상억제 효과가 가장 우수하다는 것을 알 수 있다(표 76).

이상의 결과와 같이 순무 추출물에 대한 간세포 손상억제 효과를 검토한 결과 순무, 순무씨, 순무청의 경우 순무가 가장 간세포 손상 억제가 뛰어나다는 것을 알 수 있었고, 부재료를 첨가한 시험군의 경우 순무와 마늘을 혼합하는 것이 순무 단독투여군과 유의차 없는 간세포 손상억제 효과가 있다는 것을 알 수 있었다.

표 75. 순무에 부재료첨가에 의한 간손상 억제효과(체중, 간중량, 상대적 간중량)

	시간(hr)	체중(g)	간중량(g)	상대적 간중량(%)
순무	12	234.3±7.9	9.48±0.70	4.04±0.25
	24	230.5±6.1	9.98±0.31	4.03±0.09
	48	219.1±9.5	9.46±1.03	4.30±0.51
순무 + 고추	12	244.8±8.1	10.00±0.92	4.10±0.39
	24	230.4±5.2	9.18±0.88	3.98±0.33
	48	225.4±11.6	9.32±0.88	4.13±0.23
순무 + 마늘	12	237.8±5.8	9.94±0.38	4.18±0.14
	24	226.6±12.8	9.68±0.73	4.27±0.14
	48	213.4±5.4	6.80±0.35	3.19±0.23
순무 + 생강	12	232.2±5.15	10.04±0.56	4.33±0.20
	24	236.6±6.5	9.26±0.86	3.91±0.28
	48	233.2±7.6	10.26±0.54	4.40±0.13
음성대조군	12	227.2±14.5	8.58±0.68	3.79±0.35
	24	237.8±13.4	9.42±0.44	3.97±0.22
	48	231.2±8.41	9.96±0.85	4.30±0.23

표 76. H&E 염색후 피사 병리 조직스코어 및 호중구 스코어

	시간(hr)	병리조직 스코어	호중구 스코어	비 고
순무	12	++++	B	
	24	+++	C	
	48	++	D	
순무 + 고추	12	++++	A	
	24	+++	B	
	48	+++	C	
순무 + 마늘	12	+++	B	
	24	++	C	
	48	++	D	
순무 + 생강	12	+++++	A	
	24	++++	B	
	48	++	D	
대조군	12	+++++	A	
	24	++++	A	
	48	++++	B	

- 1) 병리조직 스코어는 피사면적/전체 면적으로 환산하여 계산(A)하였으며  
 $1/2$  이상 : +++++,  $1/2 > A > 1/3$ : +++++,  $1/3 > A > 1/4$ : +++,  
 $1/4$ 이하 : ++,  $1/5 +$  로 표시하였다.
- 2) 호중구 수는 중심정맥을 기준으로 400배 현미경 시야에서  
500 이상 : A, 500이하 400이상 :B., 400이하 300이상: C  
300이하 200이상: D , 200이하 100이상:E , 100이하 F로 표시하였다.

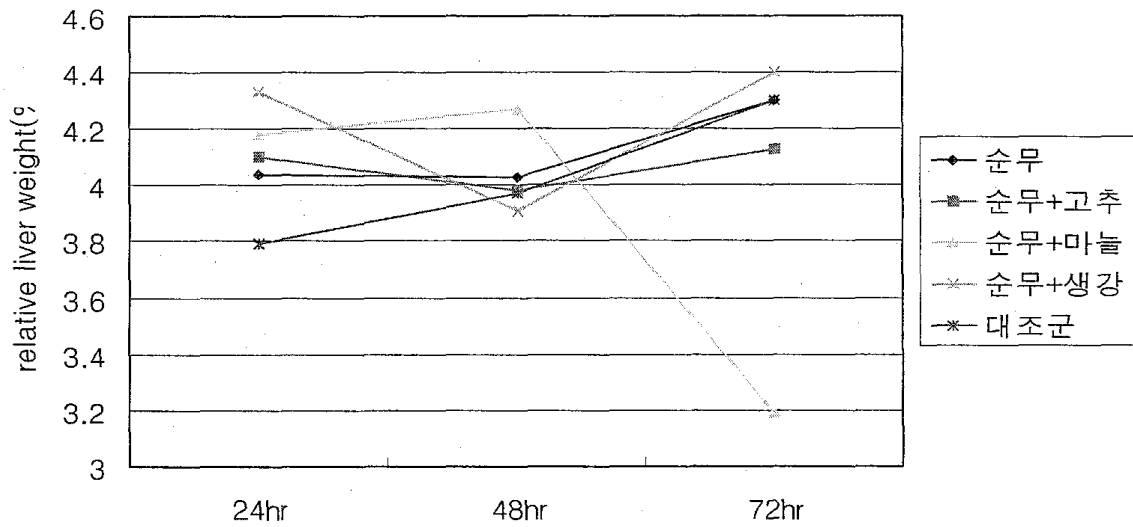


그림 9. 순무 및 부재료 추출물이 CCl<sub>4</sub> 투여시 간중량에 미치는 영향

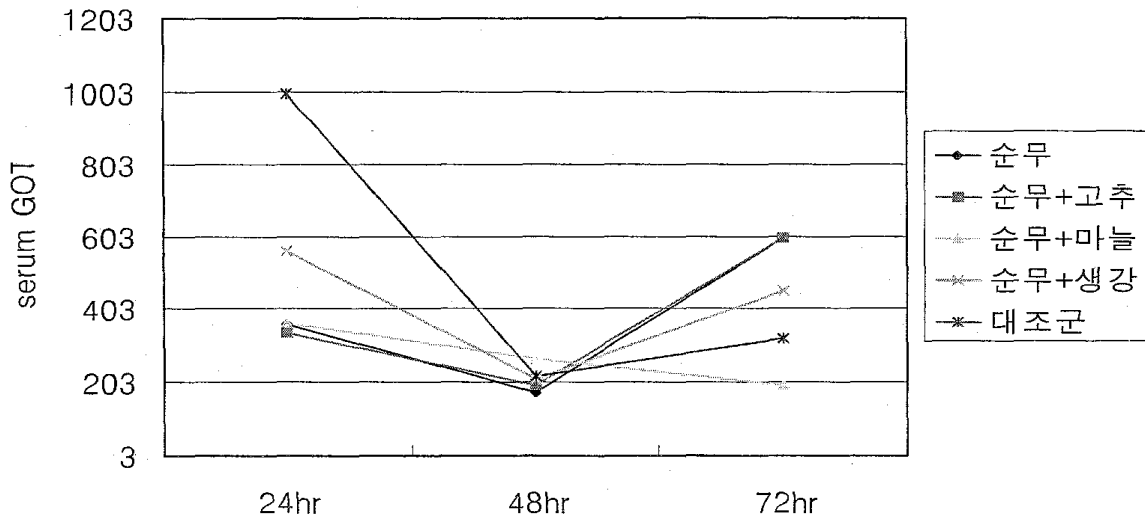


그림 10. 순무추출물과 부재료가 CCl<sub>4</sub> 투여시 혈청 GOT 활성에 미치는 영향

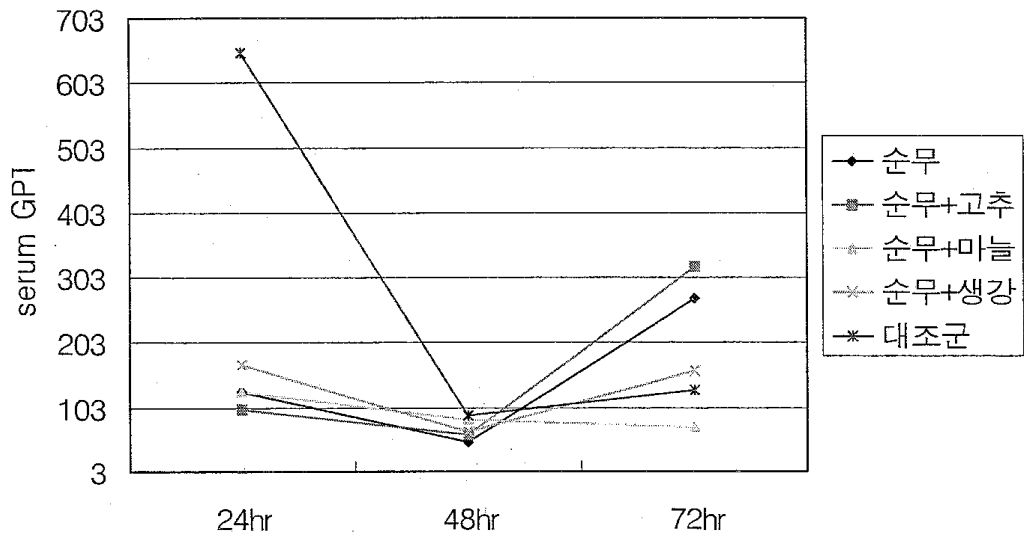


그림 11. 순무추출물과 부재료가 CCl<sub>4</sub> 투여시 혈청 GPT 활성에 미치는 영향

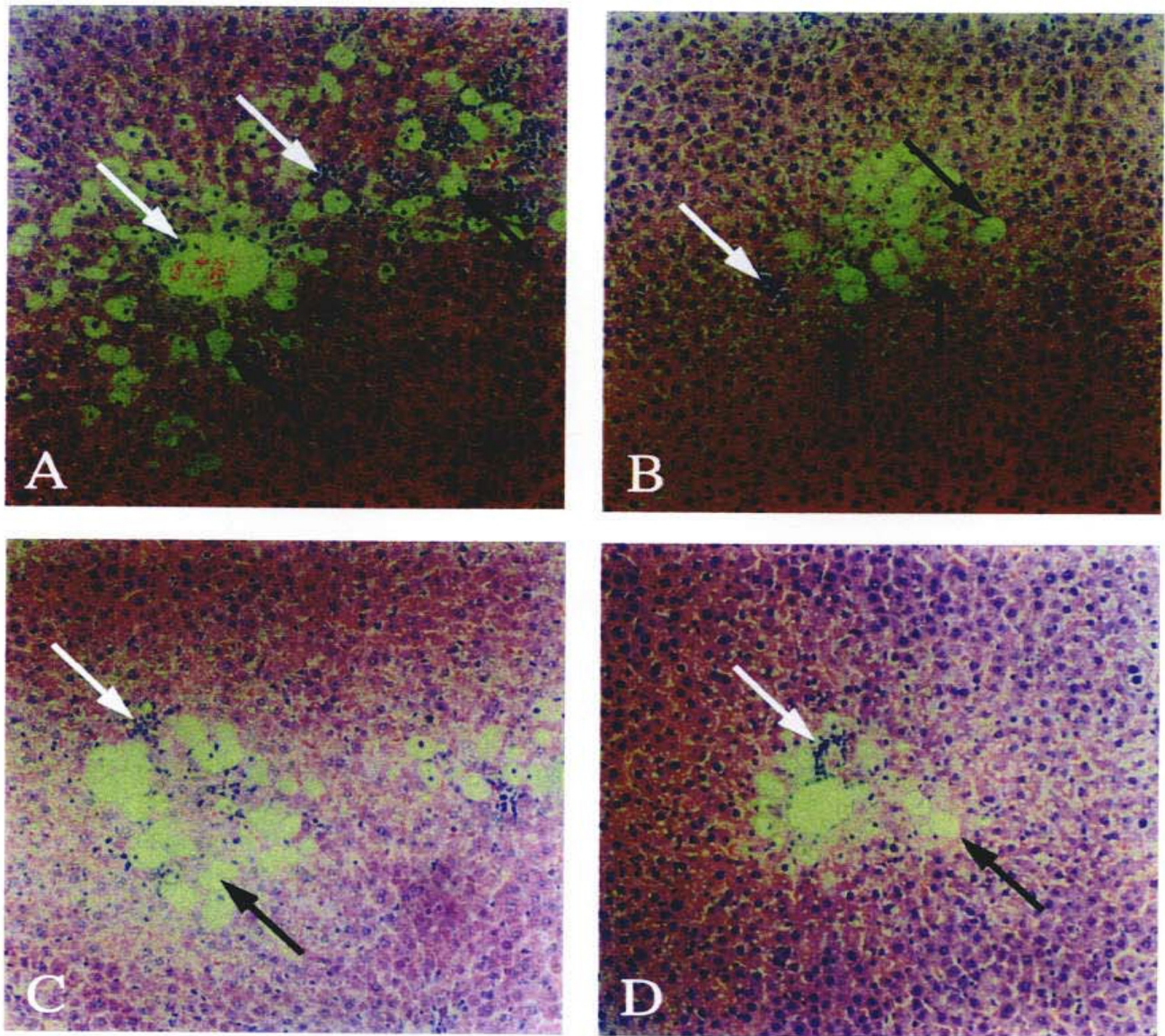


그림 12. 순무추출물과 부재료가 사염화탄소 투여 간세포에 미치는 영향에 관한 조직병리학적인 소견, 사염화 탄소 투여후 72시간후 소견(A: 대조군, B: 순무, C: 순무+ 고추, D: 순무+ 마늘, E: 순무+ 생강).

대조군과 비교하여 모든 순무 추출물 투여군은 48시간후부터 현저히 중심정맥을 기준으로 현저한 간세포 괴사, 지방변성, 풍선모양의 세포가 현저하게 감소가 관찰 되었으며, 72시간에는 대조군과 비교하여 순무+마늘의 투여군에서 현저하게 간세포 재생이 일어났음을 알 수 있었다.

## 5. 순무와 순무청, 순무씨의 만성 간손상에 대한 억제효과

### 가. 간전암병변에 대한 병리조직학적 억제효과

#### (1) 상대적 간중량

발암물질의 투여로 전암성 병변이 발생함에 따라 각 군에서 체중에 대한 백분율로 표시되는 상대적 간중량이 증가되었으며, 순무건조물을 공급한 군에서는 발암물질의 투여에 따른 상대적 간중량의 증가가 나타나지 않았다(표 77). 이러한 실험결과는 순무건조물이 초기 간 암화과정에서 어느 정도 억제효과가 있을 수 있음을 시사하는 것이다.

#### (2) 전암성 병변의 지표

전암성 병변의 지표로 사용되는 GST-P<sup>+</sup> foci는 발암물질 비 투여시 모든 군에서 전혀 발견되지 않았으며, 발암물질 투여시 순무군은 대조군에 비하여 foci가 적게 나타났으나 순무씨군이나 순무청군에서는 이러한 감소효과가 나타나지 않았다(표 77). 이 결과는 위의 간중량 측정결과에서와 마찬가지로 순무건조물이 초기간암의 발생을 억제했음을 나타내는 것이다.

#### (3) 혈액학적 분석결과

혈액학적인 분석 결과 발암물질의 투여에 따른 GOT, GPT의 증가를 순무나 순무씨의 급여가 어느정도 막아줄 수 있는 것으로 나타났다(표 78). 간손상의 지표로 사용되는 GOP, GPT는 발암물질을 투여함에 따라 증가되었는데, 이러한 증가를 순무나 순무씨의 급여가 억제함으로써 간기능의 보호에 효과가 있음을 나타내었다.

#### (4) 혈중 콜레스테롤

순무나 순무씨의 급여는 발암물질 투여에 따른 혈중 총 콜레스테롤의 증가를 억제시켰다(표 78). 발암과정에서는 다양한 지질대사의 변화가 나타나는 것으로 알려져 있는데, 특히 발암 초기에는 혈중 총 콜레스테롤의 증가가 나타난다. 본 실험의 결과는 순무나 순무씨의 발암 억제가 발암과정에서 일어나는 지질대사변화와 관련 있을 가능성을 제시하는 것이다.

표 77. 순무, 순무청 및 순무씨 보충이 발암물질을 투여한 쥐의 체중, 간중량 및 전암성 병변에 미치는 영향

	DEN	체중(g)	간중량(g)	상대적 간중량(%)	foci #
순무군	+	307.4±9.96	14.00±0.87	4.56±0.31*	15.7±12.3*
	-	314.8±8.76	15.14±0.78	4.81±0.31	-
순무청군	+	256.3±35.24	15.26±2.31	5.85±1.75	26.8±11.6
	-	263.2±21.43	14.32±3.24	5.62±1.45	-
순무씨군	+	281.2±6.83	14.98±0.89	5.33±0.27	26.8±11.6
	-	288.8±24.35	15.97±2.87	5.51±0.65	-
대조군	+	279.2±14.91	15.54±1.88	5.58±0.70	32.1±10.2
	-	283.6±10.01	13.88±0.82	4.90±0.29	-

\* significantly different from positive control (p < 0.05 )

표 78. 순무, 순무청 및 순무씨 보충이 발암물질을 투여한 쥐의 혈액생화학적 변화에 미치는 영향

	DEN	GOT	GPT	TG	T-chol
순무군	+	99.0±18.38	37.0±10.15*	61.4±6.69	102.0±19.46*
	-	79.2±10.28	33.8±5.31	73.8±11.17	120.0±12.43
순무청군	+	115.8±15.42	72.1±32.1	72.3±20.41	126.4±20.01
	-	96.4±18.21	32.6±10.29	69.3±15.13	130.0±16.25
순무씨군	+	88.8±17.36	51.8±5.81*	58.0±18.49	104.8±10.69*
	-	82.4±15.04	28.2±4.09	50.6±11.30	92.0±15.62
대조군	+	101.4±28.99	68.0±41.29	68.2±25.29	124.0±21.87
	-	82.0±13.1	28.8±8.04	72.8±11.95	102.4±10.95

\* significantly different from positive control (p < 0.05 )



나. 간경변에 대한 병리조직학적, 혈액학적 억제효과

(1) 상대적 간중량

간경화 유발물질인 DMN 투여시 체중에 대한 백분율로 표시한 상대적 간중량은 모든 투여군에서 비투여대조군에 비해 감소되어 나타났으며, 시료의 급여에 의해서 이러한 감소를 억제시킬 수는 없었다(표 79).

일반적으로 간경화과정에서 간세포는 수축되며 간경화의 진행에 따라 간중량은 감소하게 된다. 따라서 본 실험에서 사용한 간경화의 유발모델은 적절한 방법이었다고 평가되며, 순무나 순무청, 순무씨 추출물의 급여가 간경화 과정에서 나타나는 간중량의 감소를 완전히 억제할 수는 없었음을 나타낸 것으로 해석된다.

(2) 간경화지수

간조직의 간경화지수는 H&E 염색한 슬라이드를 병리학 전문가가 광학현미경으로 판독한 결과를 수치로 나타낸 것으로, 순무군에서 대조군에 비해 유의하게 감소되는 것으로 나타났으며, 순무청군에서는 유의적이지는 않았지만 감소되는 경향을 나타냈고, 순무씨군에서는 이러한 감소효과가 나타나지 않았다(표 79).

(3) 간경화억제효과

본 실험에 사용한 세가지 시료중 순무의 간경화 억제효과가 가장 뛰어난 것으로 판단되며, 이러한 결과는 위의 전암성병변 억제효과 실험에서 나타난 순무의 간암 억제효과와 더불어 본 연구의 최종 목표인 순무의 간 손상 억제가능성을 확인할 수 있는 것이라고 생각되었다.

표 79. 순무, 순무청, 순무씨 추출물의 급여가 DMN으로 유발한 실험동물의 간경변에서 체중, 간중량 및 간경화지수에 미치는 영향

	DEN	체중(g)	간중량(g)	상대적 간중량(%)	간경화지수
순무군	+	279.37±12.03	13.43±1.10	4.80±0.23	1.30±0.48*
	-	327.20±17.72	19.24±1.14	5.88±0.09	0.80±0.45
순무청군	+	296.86±17.35	14.05±1.20	4.73±0.26	1.70±0.82
	-	338.78±25.33	19.62±1.87	5.79±0.28	0.80±0.45
순무씨군	+	287.93±26.96	12.07±0.70	4.23±0.50	2.20±0.63
	-	263.88±11.35	17.38±0.91	6.59±0.32	0.80±0.45
대조군	+	288.07±20.77	13.74±1.37	4.76±0.22	2.30±0.67
	-	310.16±11.60	16.43±1.57	5.29±0.36	0.20±0.45

\* significantly different from positive control (p < 0.05 )

#### 다. 급성간독성억제효과에 대한 비교평가

순무 및 부재료의 급성 간독성 억제효과를 보다 객관적으로 평가하기 위하여 본 연구에서는 간독성을 억제하는 물질로 잘 알려진 ursodeoxycholic acid를 사용하여 추가실험을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

##### (1) 상대적 간중량

간 중량 및 간 중량을 체중으로 나누어 퍼센트로 환산한 상대적 간중량은 사염화탄소 투여시 독성효과에 의하여 증가되는 것으로 나타났다. 모든 군에서 간중량의 증가는 사염화탄소 투여후 12시간에 최대치를 나타내며 해독이 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향을 나타낸다. 그러나 ursodeoxycholic acid의 투여 유무에 따라서 체중이나 간 중량 또는 상대적 간중량에 차이를 보이지는 않았다(표 80).

## (2) 괴사 병리조직 스코어

사염화탄소의 투여로 인한 간 독성 정도와 ursodeoxycholic acid에 의한 독성 억제정도를 알아보기 위하여 간 조직을 H&E로 염색한 후 괴사 병리조직 스코어 및 호중구 스코어를 측정하였다. 병리조직스코어와 호중구 스코어는 사염화탄소의 투여에 의해 증가하였으며, ursodeoxycholic acid 투여군은 병리조직스코어와 호중구 스코어의 증가 정도가 대조군에 비하여 낮게 나타나 간 독성을 어느 정도 억제하는 것을 관찰할 수 있었다(표 81).

## (3) GOT, GPT

간 손상의 지표로 사용되는 혈액 enzyme인 GOT, GPT의 측정 결과는 사염화탄소의 투여에 의해 증가되는 결과를 나타내어 사염화탄소가 효과적으로 간 손상을 유발했음을 확인할 수 있었다. 그러나 예상과 다르게 ursodeoxycholic acid의 투여는 사염화탄소 투여후 나타나는 이들 효소의 증가를 억제시키지 못하는 것으로 나타났다(그림 13).

## (4) 급성 간독성 억제효과와 비교

본 실험의 결과를 앞의 순무의 급성 간독성 억제효과와 비교해보면, 순무 추출물은 사염화탄소의 투여로 유발된 급성 간독성에서 병리조직스코어 및 호중구스코어의 증가정도를 낮췄을 뿐 아니라 혈중 GOT, GPT의 수치도 낮추는 효과가 있었던 반면, 본 실험에서 사용한 표준물질 ursodeoxycholic acid은 병리조직스코어와 호중구스코어를 감소시키는 효과만 관찰되었을 뿐 혈중 GOT, GPT는 감소시키지 못한 것으로 나타나 순무 추출물이 급성 간독성 억제에 더욱 효과적이라는 결론을 내릴 수 있었다(표 74, 그림 7, 8).

표 80. Ursodeoxycholic acid의 투여가 CCl<sub>4</sub>로 유발된 간 손상에서 체중 및 간중량에 미치는 영향

처리구	hr	Body weight(g)	Liver weight(g)	Relative liver weight(%)
CCl <sub>4</sub> only	12	239.83± 4.07	10.07±0.75	4.20±0.37
	24	218.73±16.55	8.71±0.95	3.98±0.25
	48	216.17±13.66	7.64±0.83	3.53±0.26
	72	231.03± 4.50	8.28±0.17	3.58±0.05
UDCA(+ CCl <sub>4</sub> )	12	246.40± 9.51	10.71±0.69	4.35±0.28
	24	234.78±11.95	9.56±0.61	4.07±0.27
	48	220.54±11.70	8.22±0.79	3.73±0.31
	72	238.70±10.57	8.30±0.34	3.48±0.09
UDCA(-CCl <sub>4</sub> )	12	261.32±46.65	10.18±0.51	3.98±0.62
	24	234.06±19.82	8.03±0.86	3.44±0.34
	48	238.17±29.82	8.20±0.96	3.45±0.25
	72	247.72±35.51	8.91±1.13	3.60±0.19

Data are the mean±SD.

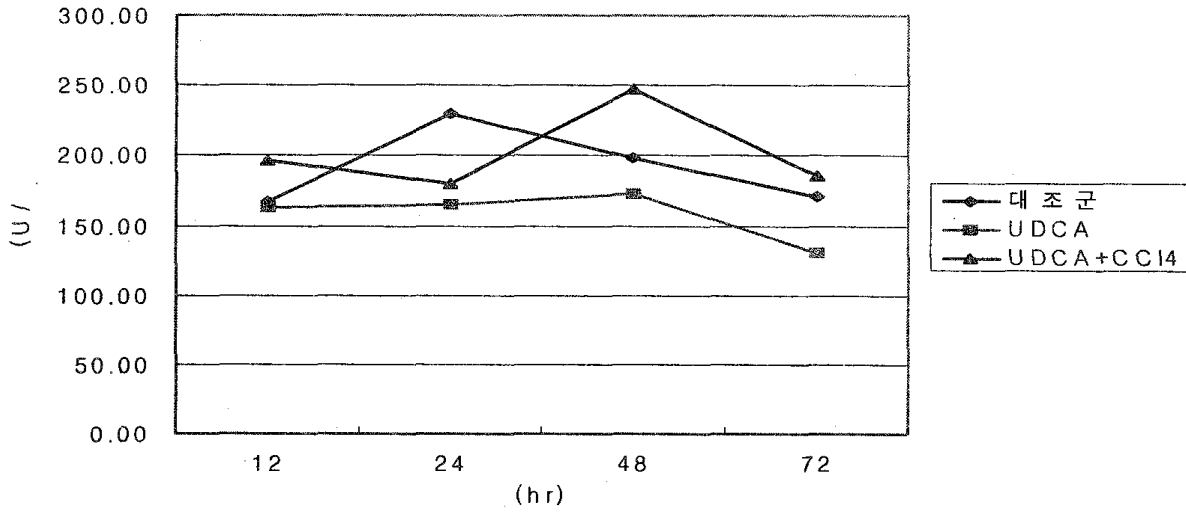
Not significantly different between groups.

표 81. H&E 염색후 괴사 병리조직 스코어 및 호중구 스코어

처리구	시간(hr)	병리조직스코어	호중구 스코어
CCl <sub>4</sub> only	12	++	F
	24	+++	D
	48	++	E
	72	++	F
UDCA (+CCl <sub>4</sub> )	12	++	E
	24	++	E
	48	+	E
	72	+	F
UDCA (-CCl <sub>4</sub> )	12	+	F
	24	+	F
	48	+	F
	72	+	F

- 1) 병리조직 스코어는 100배 배율하에서 괴사면적/전체 면적으로 계산하여 60%이상 +++++, 40-60% +++, 20-40% ++, 20%이하 +로 표시하였다.
- 2) 호중구 스코어는 중심정맥을 기준으로 400배 배율하에서 500개이상 : A, 500-400개 :B, 400-300개 :C 300-200개 : D, 200-100개 :E 100개이하 : F로 표시하였다.

A. GOT



B. GPT

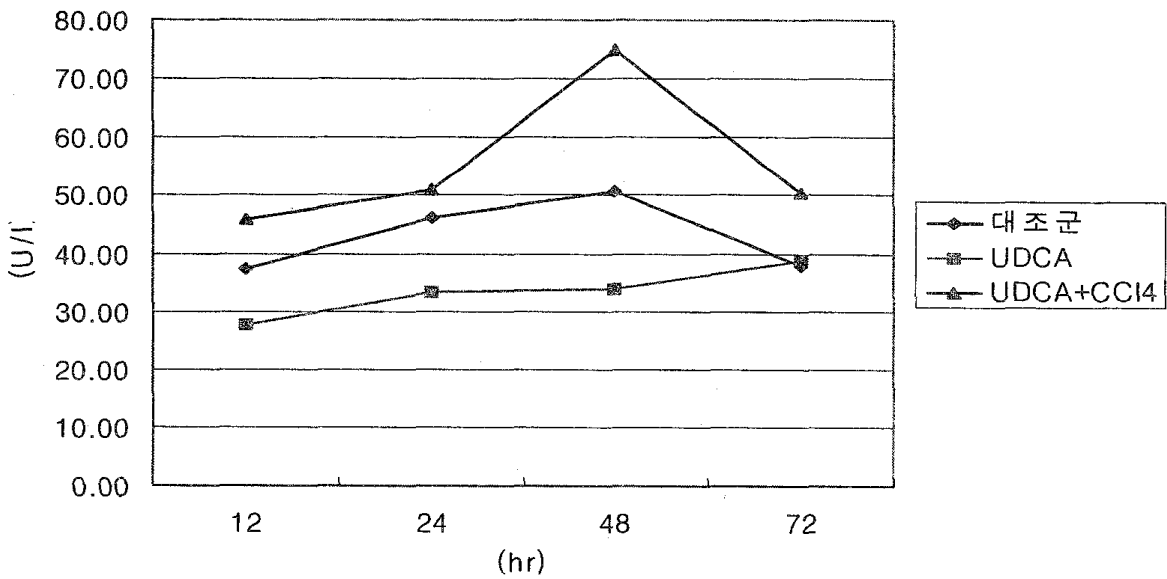


그림 13. Ursodeoxycholic acid의 투여가 CCl<sub>4</sub>로 유발된 간 손상에서 혈액 GOT, GPT 변화에 미치는 영향

## 6. 순무의 진행성 간암에 대한 억제효과

### 가. 진행성간암에서 증체량과 식이량 변화조사

#### (1) 증체량

사육기간 중 체중변화를 관찰한 결과 발암물질의 투여로 인한 암 발생은 사육 후반기 동물의 체중감소를 유발하는 것으로 나타났으며 순무의 급여에 따른 차이는 관찰할 수 없었다(그림 14).

#### (2) 사료섭취량

사료 섭취량은 측정 시점마다 군별로 약간씩의 차이가 발견되었지만 통계적으로 유의적인 차이는 아니었다. 대체로 발암물질을 투여한 군에서 사료 섭취량이 낮게 나타났는데, 이는 암의 발생으로 인한 결과로 해석되며 실험식이의 종류에 의해서는 차이가 나타나지 않았다. 따라서 본 실험에서 사용한 농도의 순무추출액 급여는 동물의 사료섭취량에 영향을 미치지 않은 것으로 풀이된다(그림 15).

#### (3) 상대적 간중량

부검시 측정한 체중과 간 중량, 상대적 간 중량을 관찰한 결과 20주 부검시 체중은 각 군간 유의적인 차이를 보이지 않았고 간 중량과 상대적 간 중량은 식이의 종류에 무관하게 발암물질 투여에 의하여 증가되는 것으로 나타났다. 이는 발암물질 투여로 인하여 증가된 간세포의 증식에 기인한 것으로 이전의 실험 결과들과 일치한다(표 82). 30주 부검결과에서는 발암물질의 투여가 체중을 유의적으로 감소시키는 것으로 나타났으며 이 시기의 사료 섭취량 감소와도 밀접한 관련이 있는 것으로 분석되었다. 반면 간 중량은 발암물질 투여에 의하여 50% 가까이 증가되었으며 따라서 상대적간중량은 발암물질 투여에 의해 두 배 가량 증가되는 것으로 나타났다(표 83).

#### (4) 생존곡선

발암물질의 투여로 인한 암 발생은 개체의 생존에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 각 군간의 생존곡선을 비교한 결과 발암물질 투여군에서 투여 후 6주부터 사망 개체가 발생하기 시작하였으며, 20주 부검후 30주까지 사육과정에서 다수의 개체들이 사육기간을 채우지 못하고 사망하였다(그림 16).

나. 진행성간암에서 혈액 생화학적 지표들의 억제효과

(1) 혈액생화학적 지표(20주)

간 손상의 주요 혈액지표인 albumin, 총 bilirubin, GOT, GPT, glucose, cholesterol, triglyceride 및 alkaline phosphatase를 측정 한 결과 20주 부검시 발암물질 투여에 의해 albumin과 alkaline phosphatase가 증가하였다(표 84, 85). 순무추출물의 급여에 따른 차이는 관찰할 수 없었다.

(2) 혈액생화학적 지표(30주)

30주 부검시 혈액 생화학적 지표중 총 bilirubin, GOT, GPT는 발암물질 투여에 의해 유의적으로 증가되었으며, 순무 추출물의 급여는 혈액생화학적 지표의 변화에 영향을 미치지 못했다(표 86, 87).

다. 진행성간암에서 간조직의 병리조직학적 억제효과

(1) 전암성 병변 지표(20주)

20주 부검샘플의 면역염색 결과 전암성 병변의 지표인 GST-P+ foci는 순무군 11.71%, 대조군 12.87%로 순무군에서 약간 낮게 나왔으나 통계처리 결과 유의적인 수준은 아닌 것으로 나타났다(표 82, 그림 17).

(2) 병리조직학적 결과(20주)

병리조직학적 검사 결과 20주 부검 시 발암물질을 투여하지 않은 실험군의 간은 정상이었던 반면, 발암물질을 투여한 군에서는 여러 가지 병변이 나타났다. 순무군 개체의 간 조직에서 clear cell foci의 발생 빈도는 78%였고 대조군은 100%로 나타났으며, 종양은 두 군의 모든 개체에서 유발된 것으로 나타났다(표 88, 그림 18).

(3) 병리조직학적 결과(30주)

30주 부검 결과 순무군 개체 중 한 마리에서 basophilic foci가 관찰되었으며, 80% 개체에서 종양이 발생된 것으로 나타났다. 반면 대조군은 100% 종양 발생빈도를 나타내었다(표 88, 그림 19).



표 82. Body weight, liver weight and GST-P<sup>+</sup>foci area(20 weeks).

처리구	Body weight (g)	Liver weight (g)	Relative liver weight(%)	GST-P <sup>+</sup> foci area (%)
순무 + DEN	439.83±22.53	12.43±1.35**	2.83±0.28**	11.71±4.15
순무 - DEN	438.54±24.11	10.66±0.52	2.43±0.07	-
대조군 + DEN	432.61±20.38	11.90±0.94*	2.76±0.26**	12.87±5.51
대조군 - DEN	445.30±39.08	10.64±1.73	2.38±0.23	-

Data are the mean±SD. \* p<0.05, \*\* p<0.01 compared with DEN untreated corresponding diet group

Not significantly different between values of two diet groups

n ≥ 5 for each group

표 83. Body weight, liver weight and relative liver weight(30 weeks).

처리구	Body weight (g)	Liver weight (g)	Relative liver weight(%)
순무 + DEN	386.55±96.49**	15.22±7.02*	3.85±1.25**
순무 - DEN	471.60±28.00	10.07±0.84	2.14±0.12
대조군 + DEN	418.83±55.87*	16.17±6.76**	4.04±2.08**
대조군 - DEN	473.33±34.70	10.10±1.10	2.13±0.14

Data are the mean±SD. \* p<0.05, \*\* p<0.01 compared with DEN untreated corresponding diet group

Not significantly different between values of two diet groups n ≥ 5 for each group

표 84. Serum albumin, bilirubin and hepatocyte enzymes(20 weeks).

	Albumin (g/dl)	T-bilirubin (mg/dl)	GOT (U/l)	GPT (U/l)
순무 + DEN	3.72±1.63*	0.36±0.09	87.60±33.63	16.80±3.70
순무 - DEN	2.27±1.20	0.47±0.28	63.11±45.64#	18.22±14.94
대조군 + DEN	2.38±1.00	0.87±1.08	57.56±25.65	13.67±4.44
대조군 - DEN	2.12±1.39	0.44±0.22	48.40±23.38	15.20±5.40

Data are the mean±SD. \* p<0.05 compared with DEN untreated corresponding diet group

# p<0.05 compared with control diet

n ≥ 5 for each group

표 85. Serum glucose, cholesterol, triglyceride and alkaline phosphatase (20weeks).

	Glucose (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)	Alkaline phosphatase(U/l)
순무 + DEN	87.89±40.13	59.78±16.48*	72.89±35.06#	143.78±72.87
순무 - DEN	122.40±27.55	93.00±42.90	87.60±23.47	136.80±56.74
대조군 + DEN	84.89±28.97	63.67±27.15	104.56±38.45	131.00±52.81*
대조군 - DEN	91.60±32.45	61.20±19.47	85.40±16.55	80.40±26.55

Data are the mean±SD. \* p<0.05 compared with DEN untreated corresponding diet group

# p<0.05 compared with control diet

n ≥ 5 for each group

표 86. Serum albumin, bilirubin and hepatocyte enzymes(30 weeks).

처리구	Albumin (g/dl)	T-bilirubin (mg/dl)	GOT (U/l)	GPT (U/l)
순무 + DEN	4.32±1.25	1.00±0.81*	236.80±188.70*	96.00±105.53*
순무 - DEN	4.39±0.40	0.36±0.19	98.44±18.30	20.56±4.82
대조군 + DEN	4.22±0.55	0.77±0.32**	368.00±390.25*	183.33±266.57*
대조군 - DEN	4.40±0.57	0.37±0.07	123.11±16.19	23.11±10.15

Data are the mean±SD. \* p<0.05, \*\* p<0.01 compared with DEN untreated corresponding diet group

Not significantly different between values of two diet groups

n ≥ 5 for each group

표 87. Serum glucose, cholesterol, triglyceride and alkaline phosphatase (30weeks).

처리구	Glucose (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)	Alkaline phosphatase(U/l)
순무 + DEN	108.40±28.16	108.80±9.34	104.20±61.08	197.20±94.53
순무 - DEN	129.89±20.37	101.33±16.67	95.33±29.41	144.22±21.48
대조군 + DEN	109.33±28.69	103.00±28.16	97.00±37.60	73.33±105.62*
대조군 - DEN	121.89±16.66	101.00±18.53	120.89±33.39	152.78±39.62

Data are the mean±SD. \* p<0.05 compared with DEN untreated corresponding diet group

Not significantly different between values of two diet groups

n ≥ 5 for each group

표 88. Histopathological findings by DEN treatment.

처리구	20 weeks		30 weeks	
	Clear cell foci incidence(%)	Tumor incidence(%)	Basophilic foci incidence(%)	Tumor incidence(%)
순무 + DEN	7/9(78)	1/9(11)	1/5(20)	4/5(80)
대조군 + DEN	9/9(100)	1/9(11)	0/6(0)	6/6(100)

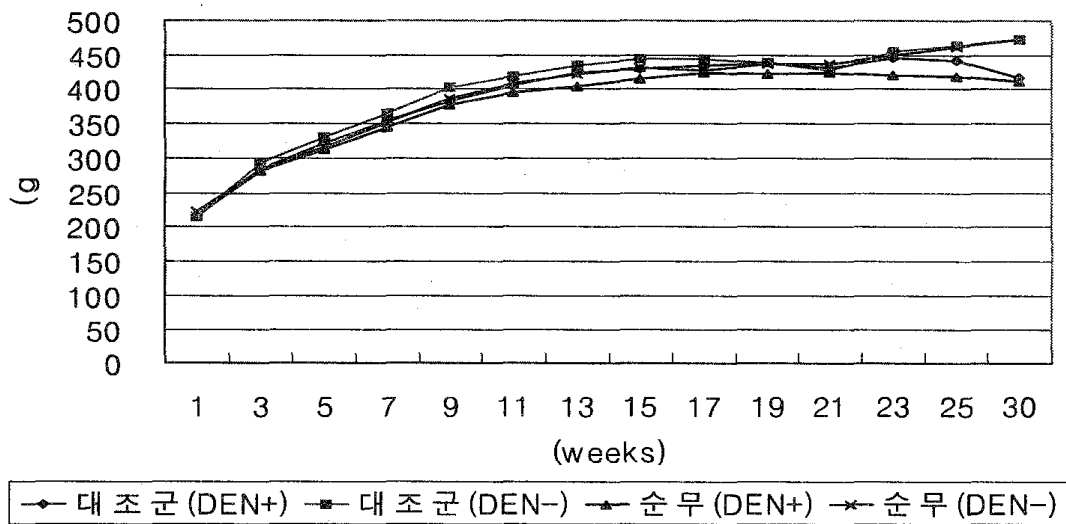


그림 14. Growth curve.

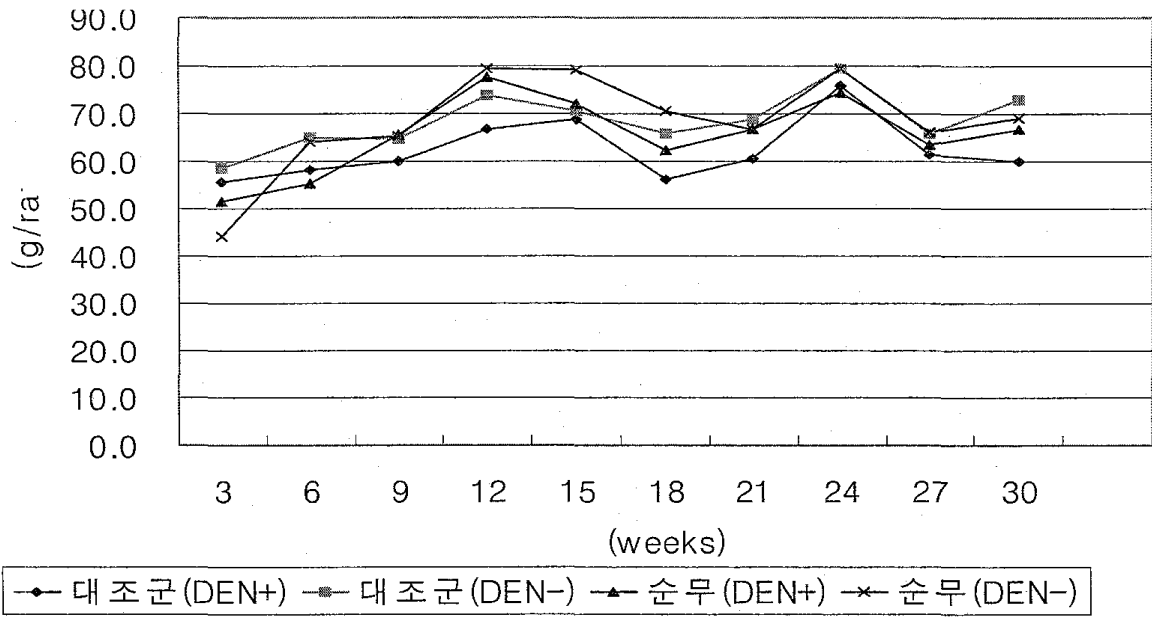


그림 15. Food consumption.

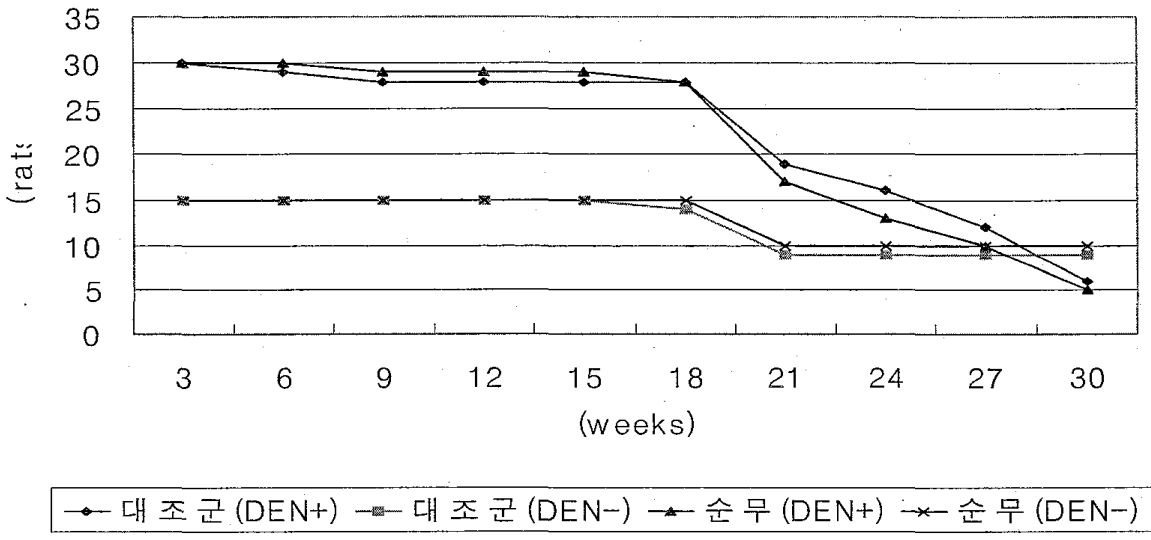
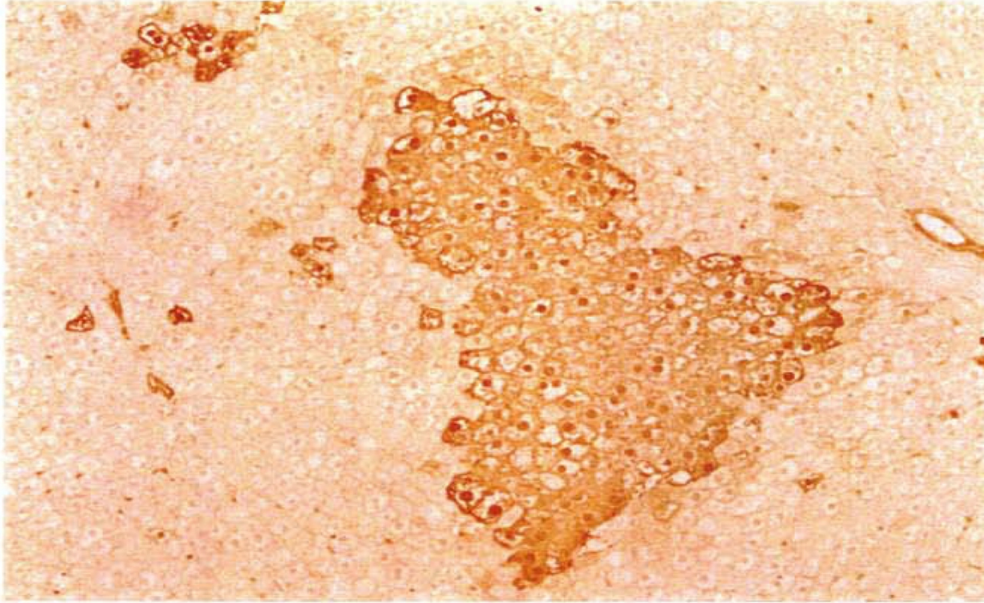


그림 16. Survival curve.

17A.



17B.

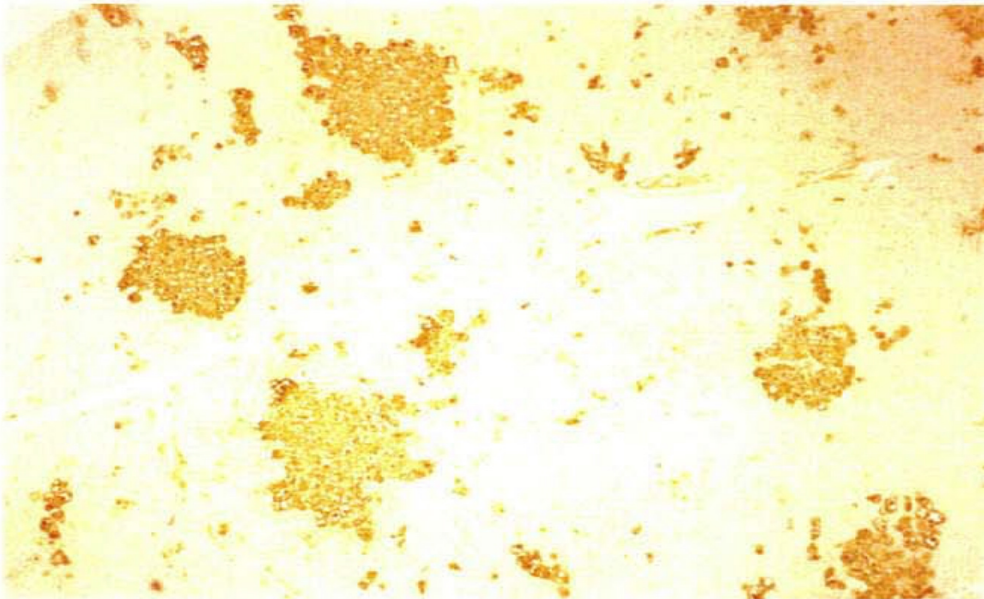
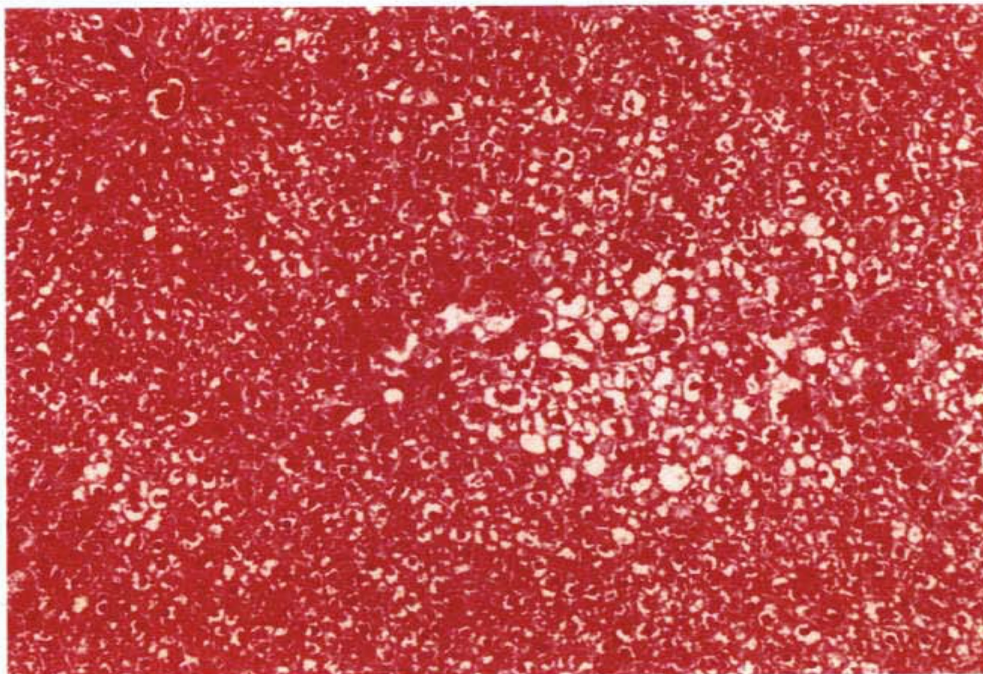


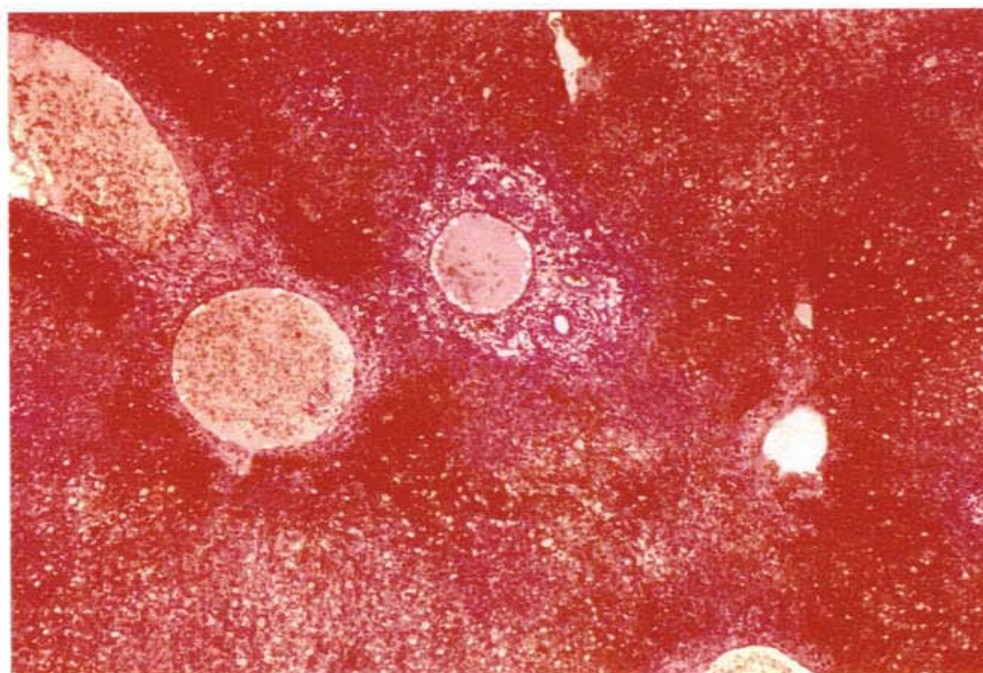
그림 17. Glutathione S-transferase placental form positive foci in the liver of rats treated with DEN for 20 weeks. (A. 순무군, B. 대조군)



18A.

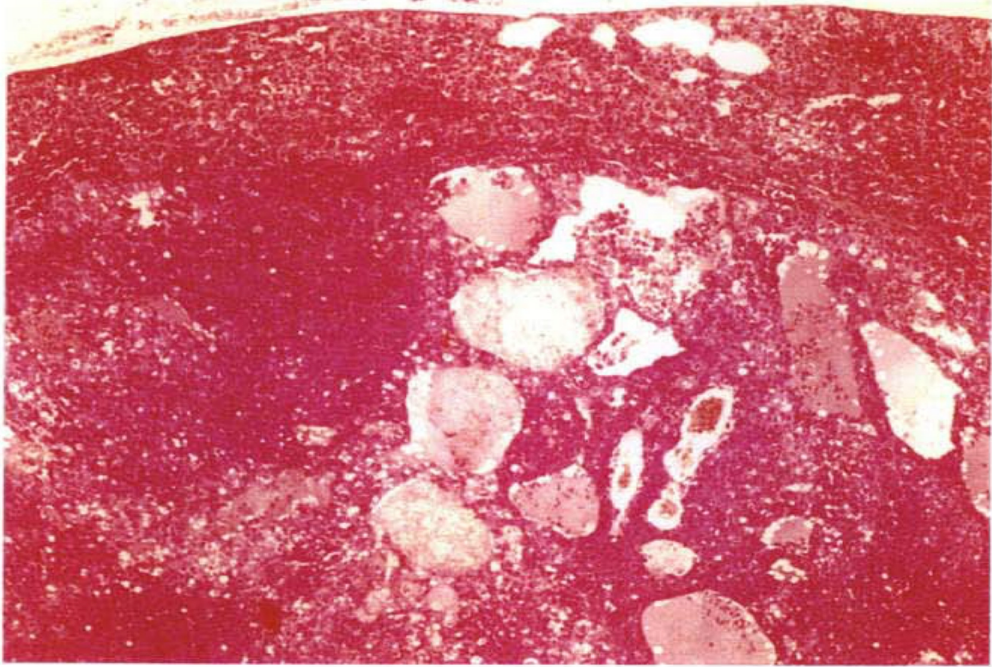


18B.





18C.



18D.





18E.

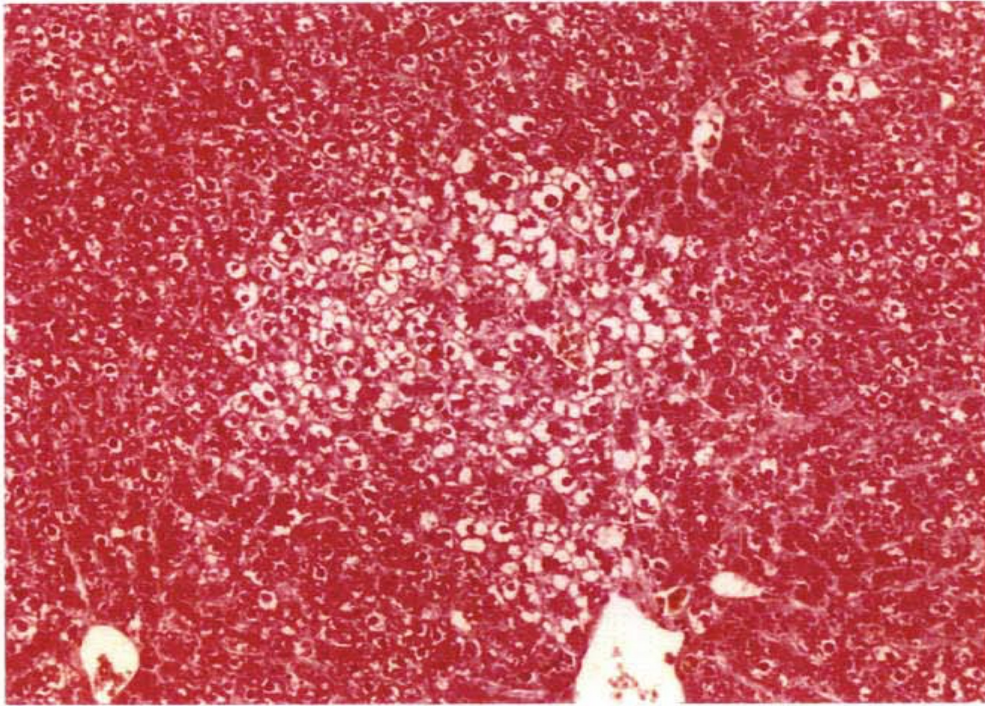
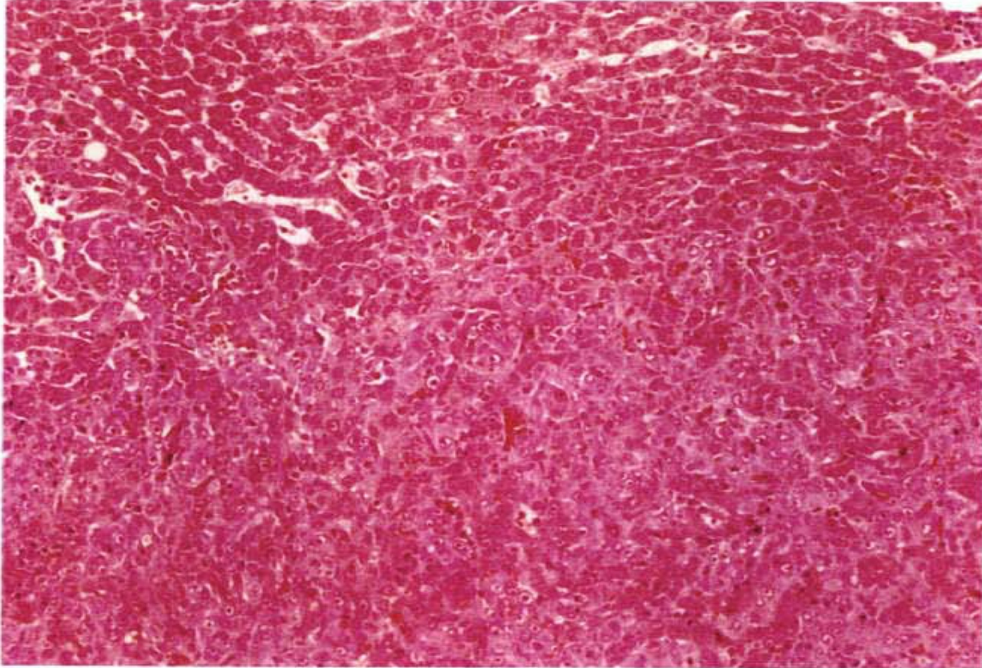
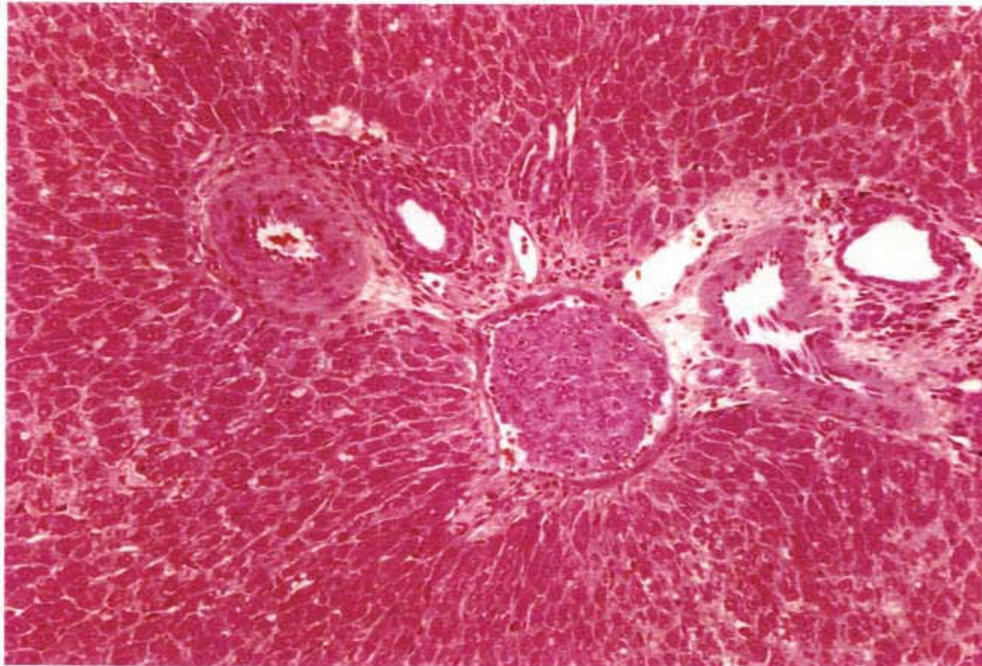


그림 18. Histology of liver from rats treated with DEN for 20 weeks.  
(A-D; 순무균, E; control  
A. Clear cell foci, B. Hemorrhagic necrosis,  
C. Hepatocellular carcinoma, D. Normal liver, E. Clear cell foci)

19A.

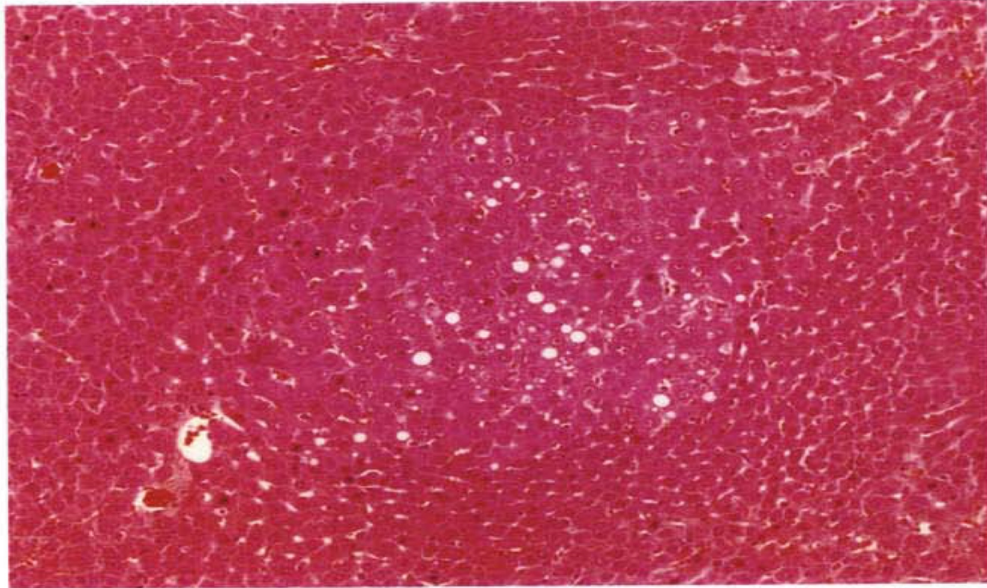


19B.





19C.



19D.

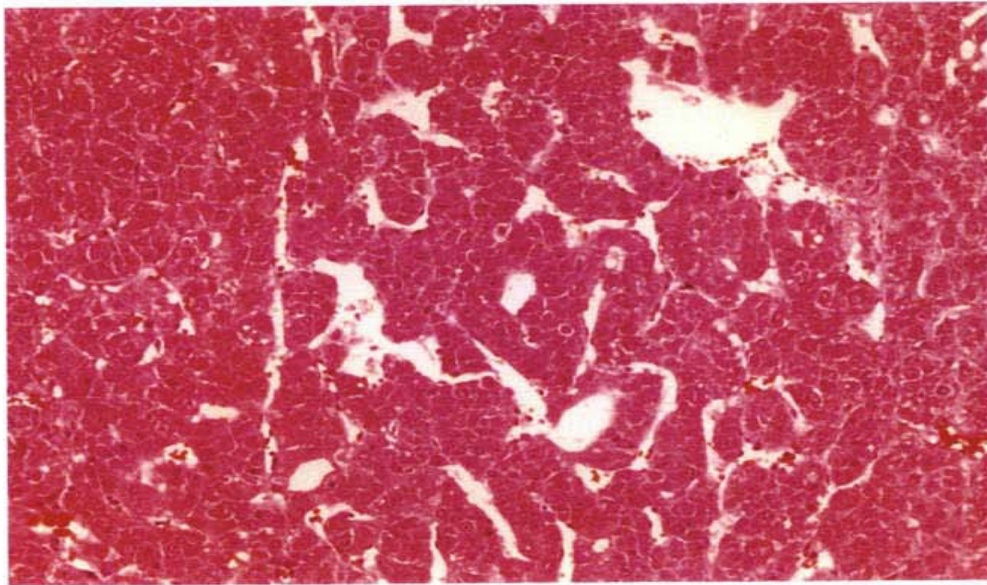


그림 19. Histology of liver from rats treated with DEN for 30 weeks.

(A-C; 순무군, D; 대조군)

A. Hepatocellular carcinoma, B. Hepatocellular carcinoma with tumor emboli,  
C. Basophilic foci, D. Hepatocellular carcinoma)

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 연구는 우리나라의 순무와 순무청, 순무씨를 가공기술을 개발하고 그 생체효능을 파악하기 위한 것이다. 이에 따라 순무의 가공방안으로서 순무의 당칩, 염지, 유기산에 의한 칩지, 순무를 갈아서 음료의 제조, 순무깍두기의 제조와 저장중 변화, 그리고 순무에서 농축물을 제조하는 기술을 개발하였다. 순무청을 가공하는 기술로서 순무청 김치의 제조기술, 순무청을 이용한 녹즙제조기술을 시도하였다. 순무씨를 이용하는 기술로서 압착법에 의한 순무씨 기름의 제조기술, 유기용매에 의한 추출식 순무씨기름의 제조기술을 연구하였다. 또한 순무의 구성성분으로서 일반성분, 수용성 섬유와 불용성 섬유의 분리, 순무농축물의 구성 당성분, 안토시아닌 색소를 분석하였고, 순무농축물에 존재하는 성분을 GS/MS와 LC/MS에 의하여 분리하여 추정하였다. 또 순무씨 기름의 물리화학적 특성과 안정성, 그리고 구성 지방산을 분석하였다.

생체효능으로서 급성 간손상에 대하여 순무와 순무청, 순무씨가 억제효과가 있음을 밝혀냈고, 이중 순무는 초기 간암을 억제할 뿐만 아니라 간경변의 발생도 억제하는 효과가 있음을 밝혀냈다. 그리고 순무가 장기적인 진행성 간암에도 억제효과가 있는 지 여부도 조사하였다.

순무와 순무청, 순무씨를 이용한 다양한 가공기술이 개발되었고, 동시에 순무가 간손상에 대하여 억제효과가 있음이 밝혀짐으로서 계획하였던 연구목표에는 충분히 달성하였다. 이 연구로 장래 순무의 가공이 확대되고 순무의 재배도 확대됨으로서 국내 농산물 이용제고 뿐 아니라 순무가공업체와 순무생산농가는 소득이 증대에 기여할 것이다. 그리고 간질환으로 고통받는 사람의 건강회복에 기여할 것이다.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구개발결과는 참여업체를 통하여 기술을 전수하여 관련제품을 생산하도록 유도할 것이며, 학술발표를 통하여 국내 기술의 발전에 활용하고자 한다. 구체적으로 아래와 같이 본 연구결과를 활용하고자 한다.

- 중요한 핵심기술은 참여업체를 통하여 기술전수하여 생산에 활용.
- 순무의 가공기술과 생체효능을 학회에 보고하여 국내 식품산업발전에 활용함.
- 순무의 효능을 홍보하고 소비자에게 알림으로서 순무의 소비확대에 활용함.
- 순무를 장래 성인병예방을 위한 새로운 기능성 소재로서 활용함.
- 순무생산농가의 소득증대와 재배의욕 고취에 활용함.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

순무는 해외에서도 많지는 않지만 재배되고 식용되고 있다. 순무의 재배에 관한 기술로서 비료 N, P, K가 수확에 미치는 영향, 재배온도의 영향, 순무의 저온저장법에 관한 기술도 수입되었다. 순무에 존재하는 glucosinolate에 대한 분석법과 그 함량, 재배되는 기후에 따른 순무와 순무잎에 존재하는 glucosinolate 함량의 변화, 효소 peroxidase의 특성과 정제기술, 순무의 염지, 순무의 건조방법, 순무의 발효방법, 순무의 기호성 등에 대한 보고가 수집되었다. 그리고 급성 간손상과 전암성 간암, 간경변증에 관련된 정보도 수집되었다. 수집된 정보는 모두 참고문헌에 수록하였다.

## 제 7 장 참고문헌

- 1) Agostini E, Medina MI, Milrad FSR, Tigier H. Properties of two anionic peroxidase isoenzymes from turnip (*Brassica napus* L.) roots. *J. Agr. Food Chem.* 45 (3) 596-598, 1997
- 2) Arthur MJP. Fibrogenesis II. Metalloproteinases and their inhibitors in liver fibrosis. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 279(2):G245-9, 2000
- 3) Ballardini G, Groff P, Marco Z et al. Increased risk of hepatocellular carcinoma development in patients with cirrhosis and with high hepatocellular proliferation. *J Hepatol* 20:218-222, 1994
- 4) Baxter IA, Schroeder MJA, Bower JA. Children's perceptions of and preferences for vegetables in the west of Scotland: the role of demographic factors. *J. Sensory Studies* 15 (4) 361-381, 2000
- 5) Bhat KL. Effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potash on root yield and its quality in turnip. var. P. T. W. G. *Crop Res.* 12 (1) 123-125, 1996
- 6) Bracy RP, Parish RL. Response of mustard and turnip cultivars to harvesting height. *J. Vegetable Crop Production* 4 (2) 37-43, 1999.
- 7) Braun L, Mikumo R, Fausto N. Production of hepatocellular carcinoma by oval cells: cell cycle expression of *c-myc* and p53 at different stages of oval cell transformation. *Cancer Res* 49: 1554-1561, 1989
- 8) Canbay A, Higuchi H, Bronk SF et al. Fas enhances fibrogenesis in the bile duct ligated mouse: a link between apoptosis and fibrosis. *Gastroenterology* 123(4):1323-30, 2002
- 9) Cao Q, Mak KM, Lieber CS. DLPC decreases TGF- $\beta$ 1-induced collagen mRNA by inhibiting p38 MAPK in hepatic stellate cells. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 283(5):G1051-61, 2002
- 10) Charlotte F, L'Hermine A, Martin N et al. Immunohistochemical detection of bcl-2 protein in normal and pathological human liver. *Am J Pathol* 144:460-465, 1994
- 11) Chiu J-H, Wu L-H, Kao H-L et al. Can determinatin of the proliferative

- capacity of the non tumor portion predict th risk of tumor recurrence in the liver remnant after resection of human hepatocellular carcinoma? *Hepatology* 18:96-102, 1993
- 12) Ciska E, Martyniak PB, Kozłowska H. Content of glucosinolates in cruciferous vegetables grown at the same site for two years under different climatic conditions. *J. Agr. Food Chem.* 48 (7) 2862-2867, 2000
  - 13) Clark WH. Tumor progression and the nature of cancer. *Br J Cancer* 64: 631-644, 1991
  - 14) Davik J, Heneen WK. Identification of oilseed turnip (*Brassica rapa* L. var. *oleifera*) cultivar groups by their fatty acid and glucosinolate profiles. *J. Sci. Food Agr.* 63 (4) 385-390, 1993
  - 15) Derynck R, Goeddel DV, Ullrich A. Synthesis of messenger RNAs for transforming growth factors  $\alpha$  and  $\beta$  and the epidermal growth factor receptor by human tumors. *Cancer Res* 47: 707-712, 1987
  - 16) Di Sario A, Bendia E, Taffetani S et al. Selective  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  exchange inhibition by cariporide reduces liver fibrosis in the rat. *Hepatology.* 37(2):256-66, 2003
  - 17) Duarte VMA, Garcia AB, Regalado C, Whitaker JR. Purification and partial characterization of three turnip (*Brassica napus* L. var. *esculenta* D.C.) peroxidases. *J. Agr. Food Chem.* 48 (5) 1574-1579, 2000
  - 18) Duarte VMA, Garcia ABE, Regalado C, Whitaker JR. Purification and properties of a neutral peroxidase isozyme from turnip (*Brassica napus* L. var. Purple Top White Globe) roots. *J. Agr. Food Chem.* 49 (9) 4450-4456, 2001
  - 19) Duarte VMA, Ortega TMA, Garcia ABE, Regalado C. Removal of aqueous phenolic compounds from a model system by oxidative polymerization with turnip (*Brassica napus* L var Purple Top White Globe) peroxidase. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 78 (1) 42-47, 2003
  - 20) El SST, Jwanny EW. Glycosidases of turnip leaf tissues. I. Physicochemical properties of myrosinase and disaccharase enzymes. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 49 (1) 11-22, 1994
  - 21) Emmelot P, Scherer E. The first relevant cell stage in rat liver carcinogenesis a quantitative approach. *Biochim biophy Acta* 605: 247-304, 1980
  - 22) Eriksson I, Westerlund E, Aman P. Chemical composition in varieties of rapeseed



- and turnip rapeseed, including several samples of hull and dehulled seed. *J. Sci. Food Agr.* 66 (2) 233-240, 1994
- 23) Ferrell L, Wright T, Lake J et al. Incidence and diagnostic features of macroregenerative nodules vs. small hepatocellular carcinoma in cirrhotic livers. *Hepatology* 16:1372-1381, 1992
  - 24) Fukuda K, Kojiro M, Chiu JF. Differential regulation of tissue transglutaminase in rat hepatoma cell lines McA-RH7777 and McA-RH8994: relation to growth rate and cell death. *J Cell Biochem* 54:67-77, 1994
  - 25) Fukuda K, Kojiro M, Chiu JF. Induction of apoptosis by transforming growth factor-beta 1 in the rat hepatoma cell line McA-RH7777: a possible association with tissue transglutaminase expression. *Hepatology* 18:945-53, 1993
  - 26) Giannelli G, Bergamini C, Marinosci F, Fransvea E, Quaranta M, Lupo L, Schiraldi O, Antonaci S. Clinical role of MMP-2/TIMP-2 imbalance in hepatocellular carcinoma. *Int J Cancer* 97(4):425-31, 2002
  - 27) Hertog MGL, Hollman PCH, Katan-MB. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agr. Food Chem.* 40 (12) 2379-2383, 1992
  - 28) Hsu SM, Raine L, Fanger H: Use of Avidin-Biotin-Peroxidase complex(ABC) in immunoperoxidase techniques: a comparison between ABC and unlabeled antibody(PAP) procedures. *J Histochem cytochem* 29(4): 557-580, 1981
  - 29) Hytioglou P, Theise ND, Schwartz M et al. Macroregenerative nodules in a series of adult cirrhotic liver explants: issues of classification and nomenclature. *Hepatology* 21:703-708, 1995
  - 30) Igarashi K, Abe S, Satoh J. Effects of atsumi-kabu (red turnip, *Brassica campestris* L.) anthocyanin on serum cholesterol levels in cholesterol-fed rats. *Agr. Biolog. Chem.* 54 (1) 171-175, 1990
  - 31) Iredale JP. Tissue inhibitors of metalloproteinases in liver fibrosis. *Int J Biochem Cell Biol* 29(1):43-54, 1997
  - 32) Issa R, Zhou X, Trim N et al. Mutation in collagen-1 that confers resistance to the action of collagenase results in failure of recovery from CCl4-induced liver fibrosis, persistence of activated hepatic stellate cells, and diminished hepatocyte regeneration. *FASEB J* 17(1):47-9, 2003

- 33) Jang JJ, Henneman JR, Kurata Y, Uno H, Ward JM: Alterations in populations of GST-P-immunoreactive single hepatocytes and hepatocellular foci after a single injection of N-nitrosodiethylamine with or without phenobarbital promotion in male F344/NCr rats. *Cancer Letters* 71: 89-95, 1993
- 34) Jang JJ, Weghorst CM, Henneman JR, Devor DE, Ward JM: Progressive atypia in spontaneous and N-nitrosodiethylamine-induced hepatocellular adenomas of C3H/HeNCr mice. *Carcinogenesis* 13:1541-1547, 1992
- 35) Jasim A. Dehydration of turnip and radish slices. *J. Food Sci. Technol. India* 34 (5) 410-412, 1997
- 36) Jones G, Sanders OG. A sensory profile of turnip greens as affected by variety and maturity. *J. Food Sci.* 67 (8) 3126-3129, 2002
- 37) Jwanny EW, El SST. Glycosidases of turnip leaf tissues. II. Isolation, purification, and some physicochemical characterization. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 49 (1) 23-34, 1994
- 38) Kallio H, Currie G. Analysis of low erucic acid turnip rapeseed oil (*Brassica campestris*) by negative ion chemical ionization tandem mass spectrometry. A method giving information on the fatty acid composition in positions sn-2 and sn-1/3 of triacylglycerols. *Lipids* 28 (3) 207-215, 1993.
- 39) Kallio H, Johansson A, Oksman P. Composition and development of turnip rapeseed (*Brassica campestris*) oil triacylglycerols at different stages of maturation. *J. Agr. Food Chem.* 39 (10) 1752-1756, 1991
- 41) Kanyarat W, Mazelis M. The C-S lyases of higher plants. Purification and characterization of cystine lyase isozymes from turnip (*Brassica rapa*) roots. *J. Food Biochem.* 18 (2) 103-121, 1994
- 42) Kim MR, Lee KJ, Kim JH, Sok DE. Determination of sulforaphane in cruciferous vegetables by SIM. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29 (5) 882-887, 1997
- 43) Kuda T, Asai J, Yokoyama M. Bacterial flora in fermented turnip Kaburazushi made in Kanazawa, Japan. *Japanese J. Food Microbiol.* 14 (2) 111-114, 1997.
- 44) Liu XJ, Yang L, Mao YQ et al. Effects of the tyrosine protein kinase inhibitor genistein on the proliferation, activation of cultured rat hepatic stellate cells. *World J Gastroenterol.* 8(4):739-45, 2002
- 45) Marra F. Chemokines in liver inflammation and fibrosis. *Front Biosci*

1(7):d1899-914, 2002

- 46) Moreira LA, Rodrigues OFA, Coelho OJ, Singh RP. Textural changes in vegetables during thermal processing. II. Effects of acidification and selected pretreatments on texture of turnips. *J. Food Proc. Preservation* 18 (6) 497-508, 1994
- 47) Murphy F, Arthur M, Iredale J. Developing strategies for liver fibrosis treatment. *Expert Opin Investig Drugs* 11(11):1575-85, 2003
- 48) Nakamura YK, Matsuo T, Shimoi K, Nakamura Y, Tomita I. S-Methyl methanethiosulfonate, bio-antimutagen in homogenates of Cruciferae and Liliaceae vegetables. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 60 (9) 1439-1443, 1996
- 49) Narayana CK, Maini SB. Effect of pretreatments on the quality of sweet turnip pickle. *J. Food Sci. Technol. India*; 26 (6) 351-353, 1989
- 50) Oh SH, Yoon YM, Lee SK, Sung JH, Kim MR. Physicochemical and sensory properties of turnip dongchimi during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32 (2) 167-174, 36, 2003
- 51) Ozler N, Kilic O. Researches on the production of fermented turnip juices. *Gida* 21 (5) 323-330, 1996
- 52) Park YK, Kim HM, Park MW, Kim SR, Choi IW. Physicochemical and functional properties of turnip. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28 (2) 333-341, 1999
- 53) Pekkarinen S, Hopia A, Heinonen M. Effect of processing on the oxidative stability of low erucic acid turnip rapeseed (*Brassica rapa*) oil. *Fett/Lipid* 100 (3) 69-74, 1998
- 54) Preaux AM, D'ortho MP, Bralet MP, Laperche Y, Mavier P. Apoptosis of human hepatic myofibroblasts promotes activation of matrix metalloproteinase-2. *Hepatology* 36(3):615-22, 2002
- 55) Rodriguez SMD, Villanueva SMJ, Redondo CA. Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. *Food Chem.* 66 (1) 81-85, 1999
- 56) Sakaida I, Hironaka K, Terai S et al. Gadolinium chloride reverses dimethylnitrosamine (DMN)-induced rat liver fibrosis with increased matrix metalloproteinases (MMPs) of Kupffer cells. *Life Sci* 72(8):943-59, 2003
- 57) Singh AK, Sharma KC. Effect of different levels of NPK on root yield and its

- quality in turnip - a note. *Haryana J. Horticult. Sci.* 22 (4) 321-323, 1993
- 58) Spaner D, Lee DR. Brassica vegetables as edible greens in Newfoundland. *Canadian J. Plant Sci.* 81 (1) 165-171, 2001
- 59) Taherian AR; Ramaswamy HS. Effect of heat treatment on the quality of root vegetables: kinetics of textural characteristics. *IFT Annual Meeting 1995*, p. 86
- 60) Tsushida T, Suzuki M, Kurogi M. Evaluation of antioxidant activity of vegetable extracts and determination of some active compounds. *J. Japanese Soc. Food Sci. Technol. [Nippon-Shokuhin-Kogyo-Gakkaishi]* 41 (9) 611-618, 1994
- 61) Wang JY, Guo JS, Yang CQ. Expression of exogenous rat collagenase in vitro and in a rat model of liver fibrosis. *World J Gastroenterol* 8(5):901-7, 2002
- 62) Watanabe T, Niioka M, Hozawa S, Kameyama K, Hayashi T, Arai M, Ishikawa A, Maruyama K, Okazaki I. Gene expression of interstitial collagenase in both progressive and recovery phase of rat liver fibrosis induced by carbon tetrachloride. *J Hepatol* 33(2):224-35, 2000
- 63) Watanabe T, Niioka M, Ishikawa A, Hozawa S, Arai M, Maruyama K, Okada A, Okazaki I. Dynamic change of cells expressing MMP-2 mRNA and MT1-MMP mRNA in the recovery from liver fibrosis in the rat. *J Hepatol* 35(4):465-73, 2001
- 64) Xu JW, Gong J, Chang XM et al. Estrogen reduces CCL4- induced liver fibrosis in rats. *World J Gastroenterol* 8(5):883-7, 2002
- 65) Yamani MI, Hammouh FGA, Humeid MA, Robinson RK. Production of fermented cucumbers and turnips with reduced levels of sodium chloride. *Tropical Sci.* 39 (4) 233-237, 1999
- 66) Yamani MI. Fermentation of brined turnip roots using *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 9 (2) 176-179, 1993
- 67) Yang C, Zeisberg M, Mosterman B et al. Liver fibrosis: insights into migration of hepatic stellate cells in response to extracellular matrix and growth factors. *Gastroenterology* 124(1):147-59, 2003
- 68) Yata Y, Scanga A, Gillan A et al. DNase I-hypersensitive sites enhance  $\alpha$ 1(I) collagen gene expression in hepatic stellate cells. *Hepatology.* 37(2):267-76, 2003

- 69) Yoshiji H, Kuriyama S, Yoshii J et al. Tissue inhibitor of metalloproteinases-1 attenuates spontaneous liver fibrosis resolution in the transgenic mouse. *Hepatology* 36(4):850-60, 2002
- 70) Yoshiji H, Kuriyama S, Yoshii J, Ikenaka Y, Noguchi R, Nakatani T, Tsujinoue H, Yanase K, Namisaki T, Imazu H, Fukui H. Tissue inhibitor of metalloproteinases-1 attenuates spontaneous liver fibrosis resolution in the transgenic mouse. *Hepatology* 36(4 Pt 1):850-60, 2002
- 71) Zia R, Mehwish I, Shah WH. Effect of microwave and conventional cooking on insoluble dietary fibre components of vegetables. *Food Chem.* 80 (2) 237-240, 2003