

최 종
연구보고서

GA0595-06011

순무농축물의 효율적 제조기술개발과
만성 간손상억제 효능에 관한 연구

Development of Processing Technology of Turnip Concentrate
and Inhibitory Effects against Chronic Liver Injury

연 구 기 관
한국식품개발연구원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “순무농축물의 효율적 제조기술개발과 만성 간손상억제효능에 관한 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2006년 5월 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 상수도기술연구소)

위탁연구기관명 : 서울대학교 의과대학

위탁연구책임자 : 장 자 준

연 구 원 : 이 미 숙

연 구 원 : 박 수 영

연 구 원 : 신 혜 원

요약문

I 제목

순무농축물의 효율적 제조기술개발과 만성 간손상억제효능에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 목적은 순무에서 추출한 농축물을 효과적으로 제조하는 기술을 개발하고, 순무농축물의 만성 간손상억제효능을 구명하고자 하는 것이다. 순무는 한국에서 배추, 무와 함께 오래전부터 식용으로 재배되어 왔다. 배추와 무는 김치로 가공되어 소비되는 반면, 순무는 소비자의 인식이 낮아서 수요도 낮다. 인천시 강화지역의 농민은 인삼이 주요 소득원이었으나 장기간의 재배로 지력이 소모되어 인삼의 수확률이 매우 낮아졌다. 이 지역의 농민은 생존을 위하여 다른 대체작물을 찾아야 하였다. 순무는 이 지역에서 재배가 잘 되므로 대체작물로서 적당하였다. 그러나 순무는 그 효용가치가 알려져 있지 않으므로 수요가 낮았다. 순무의 소비를 확대시키기 위하여 순무의 효능을 파악할 필요가 있었다. 순무에서 추출된 농축물은 간경변증을 억제하는 효능을 가지고 있음이 발견되었다. 순무에서 농축물을 효율적으로 제조하는 기술이 필요하게 되었다.

한편 한국인은 간염바이러스와 음주로 인하여 간염에 많이 걸리고, 이것이 진행된 간경변증이 많다. 이 병은 만성병으로서 쉽게 치료되지 않고, 약도 매우 고가이어서 국민의료비가 많이 소요되거나 그나마 아직까지 특효약이 발견되지 않고 있다. 따라서 예방이 중요한 데, 순무농축물이 초기 간경변증을 억제하는 효과가 있음이 발견되었다. 따라서 농도별 순무의 간경변억제효과와 이미 진행된 중기의 간경변증에 대하여 치료효과를 가지고 있는지 여부를 확인하고자 하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 순무를 원료로 한 추출농축물의 제조기술 및 간경변증 발생의 억제효능 구명

순무를 저장하기 위하여 건조된 순무에서 추출농축물을 제조하기 위한 조건을 조사하였다. 순무의 전처리 및 건조 조건, 그리고 건조순무의 추출농축조건을 조사하였다. 그리고 수확후 생 순무로부터 직접 추출농축물을 제조하기 위한 조건을 조사하였다. 즉 생 순무에서 직접 추출을 위한 전처리 조건과 전처리된 생 순무의 추출농축 조건을 조

사하였다.

그리고 간경변증 발생에 대한 농도별 억제효능을 조사하였다. 실험쥐를 사용하여 간경변증을 유발하는 간독성물질을 주입하고 순무농축물을 섭취시켜서, 간경변증 발생에 대한 순무농축물의 병리조직학적 억제효능을 조사하였다. 또한 간경변증의 발생과정에서 실험동물의 증체량 및 상대적 간중량에 미치는 영향도 조사하였다.

2. 순무의 계절별, 형태별 회수율조사와 순무농축물의 간경변증 치료효능 구명

순무는 봄과 가을에 재배되므로 봄 순무와 가을 순무에서 추출 농축물을 제조하고, 그 회수율을 조사하였다. 그리고 농축물의 구성성분을 분석하였다. 일반성분과 순무의 적색색소인 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 항산화능을 조사하였다. 순무의 형태별 회수율과 생산지별로 순무를 수집하여 추출 농축물의 회수율, 그리고 구성성분을 분석하였다. 또한 순무농축물을 이용하기 위하여 파우더(power)로 만드는 방안을 강구하였다. 농축물을 동결건조하여 파우더(powder)로 만드는 방법과 농축물을 당과 혼합하여 과립(granule)로 만드는 방법을 조사하였다.

순무농축물의 간경변증 치료효능을 구명하기 위하여 실험쥐에서 간경변증을 발생 시켰고, 순무농축물을 먹이면서 사육한 후, 간조직을 분리하고, 슬라이드를 제작하여 각종 염색을 하고, 콜라겐 형성정도를 분석하여 순무농축물이 간경변증에 대하여 치료효능을 갖는 지 여부를 병리조직학적으로 조사하였다. 그리고 간경변증의 진행과정에서 실험동물의 증체량, 상대적 간중량에 미치는 영향도 조사하였다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 순무를 원료로 한 추출농축물의 제조기술 및 간경변증 발생의 억제효능 구명

○ 건조순무에 대한 추출농축물 제조기술

생 순무를 잘게 절단하여 수증기(steam) 또는 마이크로 웨이브(micro wave)로 예비가열처리하고 건조한 결과 가열처리없이 건조한 경우보다 예비가열처리함으로써 건조가 더 빠르게 진행되었다. 예비가열처리를 하고 건조된 절단순무에서 추출율을 조사한 결과, 예비가열처리를 하지 않고 건조된 순무보다 추출농축물의 회수율이 더 높았다. 수증기로 처리되거나 마이크로 웨이브로 예비가열처리된 순무잔사를 건조하는 동안 수분의 변화를 조사하였다. 그 결과 수증기로 예비가열처리하는 경우 가열처리하는 동안 수분의 변화는 크지 않았으나, 마이크로웨이브로 처리한 경우 가열처리하는 동안 수분이

상당히 감소되었고, 건조도 빠르게 되었다. 생 순무를 압착하여 순무즙과 순무잔사를 분리하여, 순무잔사를 예비가열처리하고 건조하였다. 그 결과 예비가열처리된 순무잔사는 무처리의 경우보다 빠르게 건조되었다. 순무잔사는 절단순무보다 더 빠르게 건조되었다. 순무의 수분활성도와 수분간의 관계를 조사한 결과, 저장성을 위하여 순무의 수분활성도 (A_w)를 0.5이하로 감소시키기 위하여서는 수분 17%이하로 감소시켜야 하는 것으로 나타났다.

건조순무를 추출하기 위한 용매로서 증류수는 회수율은 높았으나 침전물이 추출되어 불투명한 침전물이 많았고, 여과속도도 늦었다. 에탄올 농도 40-65%(v/v)로 추출한 경우에는 회수율이 높고 침전물도 없었다. 건조된 순무분말을 에탄올로 추출할 경우, 추출온도는 60°C가 적당하였고, 추출시간은 6시간까지는 회수율이 증가하였으나, 그 이후 추출시간이 길어져도 회수율은 증가하지 않았다. 건조된 순무분말에 사용할 추출액의 비율은 건조순무에 대하여 10-50배로 나타났다. 추출액은 1회에 모두 사용하여 추출하는 경우보다는 추출용매를 1/3로 나누어 순차적으로 3회 추출하면 회수율은 더 증가되었다.

○ 생 순무로부터 직접 추출농축기술

생 순무에서 순무즙과 순무잔사를 분리하고 각각 추출하였다. 생 순무를 압착기로 압착하여 순무즙과 순무잔사를 분리하였다. 순무잔사를 수증기로 예비가열처리하고 에탄올(60%)로 추출하였다. 그 결과 추출농축물의 회수율은 수증기 처리시간이 길어짐에 따라 추출 농축물의 회수율은 증가하였으나, 30분이상은 증가하지 않았다. 순무잔사를 수증기(121°C)로 처리하는 동안 수량은 거의 변화가 없었다. 마이크로 웨이브로 가열처리한 후, 추출하면 농축물의 회수율은 처리하지 않은 경우보다 더 증가하였다. 순무잔사에 대하여 추출용매의 적정비율은 10배까지는 회수율이 증가하였다. 순무를 압착하여 얻은 순무즙의 pH는 6.0이었고, 굴절당도는 7.4%이었다. 순무즙으로 얻은 농축물의 회수율은 순무 100g당 2.2g이었다. 순무잔사를 통하여 추출농축물의 회수율은 순무 100g당 1.7g이었다.

○ 순무농축물의 간경변증 발생에 대한 농도별 억제효능(dose response) 구명

순무농축물이 간경변증의 발생에 대한 억제효능을 파악하기 위하여 간경변증이 발생된 실험쥐에 순무농축물을 농도별로 먹이고, 사육이 종료된 후 간조직을 비교하면 뚜렷한 차이가 확인되었다. 즉 간경변증이 발생하는 쥐에게 순무농축물을 적게(5mg/ml)

섭취한 실험쥐에서는 순무농축물을 전혀 섭취하지 않은 군과 유사하게 간의 결절성 변화와 섬유화를 동반하는 간경변의 소견을 보였고, 순무농축물을 10 mg/ml의 농도로 섭취케 한 군에서는 간문맥과 문맥상의 삼유성 격막의 형성과 경한 염증세포의 침윤이 관찰되나 진행성의 간경변증의 소견은 관찰되지 않았으며, 고농도인 20 mg/ml의 농도를 섭취한 군은 경한 염증세포의 침윤이 관찰되나 문맥의 섬유성 변화는 관찰되지 않음을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과는 고농도의 순무농축물을 섭취한 군에서는 간경변증의 발생을 효과적으로 완화시킨다는 것을 확인 할 수 있었다. 간경변증의 지표인 콜라겐의 침착을 조사하였다. 간경변증이 발생하는 쥐에서는 간조직에 콜라겐이 전반적으로 침착되었으나, 순무농축물을 섭취한 쥐에서는 순무농축물의 농도를 높여줌에 따라 콜라겐 침착이 감소되었음을 관찰할 수 있었다. 특히 고농도(20 mg/ml)로 섭취한 실험군에서는 콜라겐 침착이 현저하게 감소하였다. 이는 간경변의 발생을 억제하는 효과를 나타내는 농도이었다. 그리고 간조직이 손상을 입었을 때 나타나는 간의 지표를 조사하였다. 그 결과 순무농축물을 섭취한 실험쥐에서는 GOT가 상당히 낮아짐으로서 순무농축물이 간 손상을 억제시켰다. 실험동물 사육기간 동안 순무농축물의 급여가 생장유형에 미치는 영향을 확인한 결과, 순무농축물 섭취에 따른 별다른 이상변화는 관찰되지 않았다. 즉 순무농축물을 고농도로 섭취하더라도 성장에 특이한 증후는 발견되지 않음을 확인되었다.

2. 순무의 계절별, 형태별 회수율조사와 순무농축물의 간경변증 치료효능 구명

○ 순무의 계절별 회수율 조사

봄 순무 중 2월과중-4월수확한 순무는 순무100g당 농축물이 4.4g이 회수되었고, 3월과중-6월수확한 순무에서는 3.1g, 4월과중-6월수확한 순무에서는 3.0g이 회수되었다. 2월과중-4월수확한 순무가 6월에 수확한 순무보다 약간 더 높은 것으로 나타났다. 가을 순무중 8월과중-10월수확 순무에서 얻은 농축물의 회수율은 순무100g당 3.3g을 얻었고, 9월과중-11월수확한 순무도 3.3g을 얻음으로서 가을 순무간에는 서로 차이가 없었다. 인천 강화군 강화읍의 동일한 지역에서 생산된 봄 순무와 가을 순무의 수분, 조회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물의 함량을 조사한 결과 거의 비슷하였다. 순무표피에는 적색을 갖는 안토시아닌 색소가 있다. 봄 순무 중 4월수확한 순무는 안토시아닌 색소와 항산화능을 나타내는 수소공여능이 아주 낮았고, 3월과중-6월수확한 순무는 안토시아닌 색소함량이 낮고, 수소공여능은 상당히 높았다. 그리고 4월과중-6월수확한 순무는 안토시아닌 색소함량과 수소공여능이 높았다.

순무에서 추출한 농축물을 이용하여 파우더(powder, 분말)를 제조하는 방안을 모색하였다. 농축물을 분말로 만들면, 중량이 가벼워지고, 장기간 보존할 수 있으며, 이용성이 확대된다. 순무농축물을 동결건조하고 분쇄하여 분말로 제조하였다. 순무농축물의 동결건조분말은 수분 8.7%, 회분 7.9%, 백색도(L) 58.7, 적색도(a) 9.1, 황색도(b) 10.3, 당도(굴절당도로써) 91.3% 이었다. 그리고 안토시아닌 색소는 804 mg/100g, 폴리페놀은 804 mg/100g이었다. 동결건조된 순무분말과 포도당, ascorbic acid를 혼합하여 순무음료용 혼합분말을 제조하였고, 동일한 배합비율로 농축물과 포도당, ascorbic acid을 혼합하여 과립을 제조하였다. 농축물을 동결건조한 파우더로 제조된 혼합분말과 순무농축물로 제조된 과립은 각각 물에 녹여서 음료로 하여 관능검사를 실시하였다. 그 결과 혼합분말로 제조된 순무음료와 과립으로 제조된 순무음료 간에는 외관, 색, 맛, 향기에서 모두 차이가 없었다. 혼합분말은 물에 녹는데 다소 시간이 걸리는 단점이 있었으나, 과립은 물에 잘 녹았다.

○ 순무의 형태별 회수율 조사

봄 순무를 중량별로 작은 중량, 중간 중량, 큰 중량별로 분류하여 추출 농축물을 제조하였다. 그 결과 작은 중량의 순무, 중간 중량의 순무, 그리고 큰 중량의 순무에서 모두 회수율 약 4.3%을 보임으로서 중량별로 회수율의 차이는 없었다. 가을 순무도 중량별로 회수율의 차이는 크지 않았다. 가을 순무는 전국적으로 여러 지역에서 순무가 생산되었다. 인천 강화군 강화읍, 인천 강화군 양도면, 전북 고창, 충남 부여, 전남 영암에서 생산된 가을순무에 대하여 형태별 분포 및 회수율에 대하여 조사하였다. 그 결과 인천 강화읍과 인천 양도면의 순무가 724-732g/개로 크고, 전북 고창, 충남 부여, 전남 영암의 순무는 170-388g/개로 작았다. 그 대신 회수율에서는 인천 강화읍이나 인천 양도면의 순무보다는 전북 고창, 충남 부여, 전남 영암의 순무가 더 높았다. 형태별로 농축물의 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물은 큰 차이가 없었고, 생산지별로도 큰 차이가 없었다. 이외에 형태별, 생산지별 폴리페놀, 안토시아닌 색소, 금속 Na, K, Ca, Zn, Fe, Mn 을 조사하였다. 그 결과 형태별, 생산지별 큰 차이는 보이지 않고, Na이 가장 많았고, 그 다음으로 K와 Ca가 많고, Zn, Fe, Mn은 미량으로 존재하였다. 농축물중 glucose, fructose, sucrose 함량을 조사한 결과, 인천 강화읍, 인천 양도면의 농축물에는 glucose와 fructose가 sucrose 보다 많은 반면, 전북 고창과 충남 부여의 농축물에는 glucose, fructose, sucrose 함량이 비슷하였고, 전남 영암의 농축물에는 sucrose 가 더 많았다. 농

축물을 hexane 분획하여 GC/MS로 분석한 결과 fatty acids 유도체와 isothiocyanate, 식물성 steroid가 검출되었다. 아직 순무중 간경변증을 억제하는 성분은 밝혀지지 않고 있으므로 성분구명에 대한 연구가 더 필요하였다.

○ 순무농축물의 간경변증 치료효능 구명

순무농축물의 간경변증 치료효과를 확인하기 위하여 실험쥐에서 간경변을 유도하고 난 후 순무농축물을 섭취시키고 간조직의 병리학적 변화를 관찰하였다. 그 결과 간경변이 유도된 실험쥐에서 순무농축물을 섭취한 군에서는 간경변증 치료효과를 확인할 수 있었다. 즉 농축물을 섭취한 군에서는 간문맥이 섬유화로 경동도로 팽창하였으나, 문맥을 연결하는 섬유주는 관찰되지 않으며, 고배율 소견에서 소량의 림프구 침윤이 문맥에서 관찰되었다. 그리고 즉 저배율 소견에서 문맥과 문맥을 연결하는 섬유화의 흔적이 관찰되나, 대부분의 간질은 사라진 상태이며, 일부 림프구와 재생하는 간세포가 고배율에서 관찰되었다. 섬유화로 인한 문맥의 팽창이나 염증 세포의 침윤은 관찰되지 않으며, 비교적 정상적인 간문맥이 관찰됨으로서 간경변증이 완화되었음을 확인할 수 있었다. 혈청학적 검사에서도, 순무농축물의 효과가 관찰되었다. 순무농축물의 농도에 따라 간경변증에서 회복하는 과정으로 왕성하게 간기능이 수행하고 있는 것으로 판단되었다. 그리고 순무농축물을 고농도로 섭취하더라도 간조직에는 별다른 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다.

생산지별 순무농축물에 대하여 간경변증을 억제하는 효과의 유무를 확인하기 위하여 쥐의 간성상세포주를 이용하여 확인하였다. 먼저 순무농축물의 세포독성 농도를 조사하고, 그 안에서 유효농도를 결정하였다. 그 다음 생산지별 순무농축물에 대하여 세포배양을 하고, 간세포의 병변현상이 세포자살(apoptosis)에서 기인한 것인지를 FACS 분석을 통하여 확인하였다. 그 결과 모든 생산지별 순무농축물은 세포자살을 유도함으로서 모든 생산지별 농축물을 간경변억제효과가 있는 것으로 나타났다. 특히 전남 영암의 순무농축물과 인천 강화군 양도면의 순무농축물이 가장 낮은 농도에서도 세포자살을 유도함으로서, 가장 낮은 농도에서 간경변증 억제 효능이 있다고 추정되었다.

4. 활용에 대한 건의

본 연구는 순무에서 추출농축물을 제조하여 난치병인 간경변증의 억제에 활용할 수 있는 지 여부를 확인하기 위하여 순무로부터 추출농축물의 효율적인 제조방법, 순무

의 종류특성, 그리고 순무농축물이 간경변증의 억제와 치료에 효과가 있는 지 여부를 연구하였다. 이 연구결과는 산업체에 기술을 전수하여 활용될 예정이며, 학술발표를 통하여 국내 기술의 발전에도 활용될 것이다. 그러나 우량한 순무를 확인하고 보존하기 위한 연구와 이 연구에서 해결되지 않은 간경변 억제성분의 확인과 생체내 역할에 관한 구체적인 작용기전에 대하여 더 연구되어야 할 것이다. 구체적으로 아래와 같이 연구결과를 활용하고자 한다.

- 중요한 핵심기술은 산업체를 통하여 기술전수하여 생산에 활용함.
- 순무의 간경변억제효능은 소비자에게 알림으로서 순무의 소비확대에 활용함
- 간경변억제효능을 성분의 발굴과 간경변억제연구의 기초로 활용함.
- 순무 재배농가의 소득증대와 재배의욕고취에 활용함.

V. 주요연구실적 및 성과

가. 발명특허

(1) 대한민국, 발명특허 : 압착분리와 열처리에 의하여 추출율을 높인 간암억제효능을 갖는 순무농축물의 제조방법{Preparation Method of Concentrate of Turnip Root having Inhibition Activity of Liver Cancer by Expelling and Heat Blanching} (출원번호 10-2006-0043552, 2006. 5. 15)

나. 논문발표

(1) 박수영, 김영진, 장자준: Turnip attenuates progression of thioacetamide-induced liver fibrogenesis. 한국실험동물학회 (2005. 6. 3-4. 서울)

(2) 김영진 : Estimation of Components in Korean Turnip Root Concentrates. 한국식품과학회 발표예정(2006. 6. 14-16)

(3) 김영진, 이명기, 한선희 : Comparison of Weight, Extractable Solid Content, and Sensory Property of Korean Turnip Roots cultivated in different areas in Korea (한국식품과학회발표예정. 2006. 6. 14-16)

SUMMARY

I. Title of Research

Development of Processing Technology of Turnip Concentrate and Inhibitory Effects against Chronic Liver Injury

II. The Objective and Importance of Research

The objective of research was development of processing technology of turnip concentrate and inhibitory effects against chronic liver injury. Turnip has been cultivated with cabbage and radish for a long time in Korea. Cabbage and radish has been processed to Kimchi, but demand of turnip was limited because of simple processing of turnip and little information of its physiological role. Farmers in Kangwha area has earned traditionally income from cultivation of Jinseng, the productivity of Jinseng was, however, less recently, so they have to find alternative crop. Turnip is one of the candidates, because turnip grows well in Kangwha area.

There are many people suffered in liver disease in Korea, because hepatitis virus infected highly in Korea. There are many people in liver cirrhosis in the world, too. Liver cirrhosis was very hard to cure, it is needed to prevent from liver cirrhosis, in advance. There is hardly report for any food, drug, component to inhibit liver cirrhosis. Recently Korean turnip concentrate had been reported to show inhibitory effects against acute liver injury and liver cancer and liver cirrhosis in early stage. It needed to study the process technology of turnip concentrate, and whether or not the turnip concentrate had effective on advanced liver cirrhosis stage, too.

III. The scope and Contents of Research

1. Development of processing technology of turnip concentrate and inhibitory effect of turnip concentrate against liver cirrhosis
 - Processing technology of turnip concentrate from dried turnip root
 - Processing technology of turnip concentrate form wet raw turnip root
 - Inhibitory effect of turnip concentrate against liver cirrhosis in early stage

2. Investigation of recovery of turnip concentrate by seasonal, formal type of turnip
 - Recovery of turnip concentrate by seasonal type of turnip
 - Recovery of turnip concentrate by formal type of turnip
 - Inhibitory effect of turnip concentrate against liver cirrhosis in advance stage

IV. Conclusion and Recommendation

1. Development of processing technology of turnip concentrate and inhibitory effect of turnip concentrate against liver cirrhosis

Turnip root was expelled to turnip juice and turnip residue. Turnip residue was fast dried by blanching with steam or micro wave treatment. Recovery of concentrate of Blanched dried turnip residue was more than that of unblanched turnip residue. Turnip root had to dried below moisture 17% for maintaining below water activity 0.5. Ethanol 40 - 60% extracted effectively from turnip root.

Turnip juice was filtered and concentrated with vacuum evaporator. Turnip residue extracted with ethanol, then filtered, concentrated. When turnip residue was steam treatment for 30 min. recovery of concentrate increased, but the recovery did not increased after 30 min steaming. Micro wave treatment on turnip residue gave rise to increase recovery ratio. The recovery of turnip juice was 2.2g from turnip 100g, that of turnip residue was 1.7g/100g turnip.

The anti-hepatic fibrogenesis of turnip concentrate was examined and the therapeutic effect on hepatic fibrosis of turnip concentrates in liver fibrosis inducer, TAA, induced liver fibrosis experimental animal model. Anti-hepatic fibrogenic effect was demonstrated histopathologically and serologically after the animal model fed with turnip concentrates with synchronous TAA injections for 7 weeks. The group fed with 20 mg/ml of turnip concentrates showed the highest anti-hepatic fibrogenic effect.

2. Investigation of recovery of turnip concentrate by seasonal, formal type of turnip

Recovery of spring turnip root, seeding in February and harvest in April, was

4.4%, the turnip root. seeding in March and harvest in June, was 3.1%, another turnip, seeding in April and harvest in June, was 3.0%. Recovery of turnip harvested in April was higher those of turnip harvested in June. Recovery of autumn turnip roots were not different between those of turnip, seeding in August and harvested in October, and that of turnip, seeding in September and harvested in November. Moisture, ash, crude protein, crude fat, carbohydrate were similar between spring turnip root and autumn turnip root.

Turnip concentrate could be powder by freeze drying and milling. The powder mixed with sugar and ascorbic acid to be a mixed powder for turnip drink. However turnip concentrate mixed with sugar and ascorbic acid with the same raw material ratio, granulated and dried to granulated powder for turnip drink. The mixed power slowly solved in cold water, however granulated powder fast solved in cold water.

Turnip root separated to small, medium, large size. Recoveries of small, medium, large turnips were not different in spring and autumn turnips. In autumn, turnip was harvested in several area, such as Kangwha in Inchen, Yangdo in Inchen, Gochang in Jenbuk, Buyeo in Chungnam, Yongam in Jennam in Korea. Recovery of turnip roots harvested in these area were investigated. Turnip roots in Inchen were 724-732g/each larger than the other kinds of turnip roots 170-388g/each root. Ash, crude protein, crude fat, and carbohydrate were similar among the turnip root concentrates. Sodium Na was highest, next potassium K, calcium Ca were higher in turnip root concentrates. Glucose and fructose were higher than sucrose in the concentrates of turnip roots in Inchen, the three kinds of sugars were same level in the concentrates of roots in Gochang in Jenbuk, and Buyeo in Chungnam, sucrose was higher than glucose or fructose in the concentrate of Yongam in Jennam. Hexane fractions of the concentrates were analysed with GC/MS, fatty acid delivertives, isothiocyanates, phytosteroid were detected.

It was examined the therapeutic effect on hepatic fibrosis after feeding the animal model Turnip extracts for 8 weeks following TAA injections for 7 weeks. Animal models were fed with 45 mg/ml and 90 mg/ml of turnip extracts, and the same doses were also fed to TAA non-injection group to examine any impacts of

high dose extracts affecting animal growth. High doses of turnip extracts did not show any histopathological impacts on animal growth, and liver fibrosis was attenuated in the group fed with turnip extracts compared to the control group. In this study, turnip concentrates induced prominent anti-hepatic fibrogenic effects, and also it was confirmed to have therapeutic effects on hepatic fibrosis. Therefore, anti-hepatic fibrogenic effect of turnip concentrates should be explored further.

3. Recommendation

We studied processing technologies of turnip concentrate, and inhibitory effect of turnip root concentrate against liver cirrhosis. These developed technologies will apply to industry, and encourage farmer to cultivate Korean turnip. There are need to research further about active compound and mechanism of protective activity, and new bioactive processing technology of Korean turnip in the future.

CONTENT

Chapter 1. Introduction....

1. Objective of the research....
2. Necessity of the research...
3. Scope of the research

Chapter 2. The state of art in the domestic country and abroad

1. The state of turnip research
2. The state of liver cirrhosis research
3. View of the future....

Chapter 3. Contents and results of the research ...

1. Materials and methods ...
2. Results and discussion ...
 - (1) Processing technology of turnip concentrate from dried turnip root.....
 - (2) Processing technology of turnip concentrate form wet raw turnip root.....
 - (3) Recovery of turnip concentrate by seasonal type of turnip.....
 - (4) Recovery of turnip concentrate by formal type of turnip
 - (5) Inhibitory effect of turnip concentrate against liver cirrhosis
in early stage
 - (6) Inhibitory effect of turnip concentrate against liver cirrhosis
in advance stage.....
 - (7) Inhibitory effect of turnip concentrate from different cultivated area
against liver cirrhosis by in vitro assay.....

Chapter 4. Objective achievement and contribution to relative field

Chapter 5. Application plan of results

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

Chapter 7. References

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면
2. 경제·산업적 측면
3. 의학적 측면

제 3 절 연구개발범위

1. 순무를 원료로 한 추출농축물의 제조기술 및 간경변증 발생의 억제효능 구명
2. 순무의 계절별, 형태별 회수율 조사와 순무농축물의 간경변증 치료효능 구명

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 순무에 관한 연구

제 2 절 간경변증에 관한 연구

1. 간경변증의 개요
2. 간경변증의 발생기구
3. 간경변억제에 관한 연구

제 3 절 앞으로의 전망

제 3 장 연구개발수행내용 및 결과

제 1 절 실험재료 및 방법

1. 재료
2. 시약
3. 압착에 의한 순무의 착즙과 잔사의 분리
4. 수증기(steam)에 의한 예비가열처리
5. 마이크로 웨이브(microwave)에 의한 예비가열처리
6. 순무의 건조
7. 순무에서 농축물의 제조

8. 회수율
 9. 순무의 수분과 수분활성도
 10. 안토시아닌(anthocyanin) 색소
 11. 순무분말의 색도
 12. 폴리페놀(polyphenol) 함량
 13. Glucose, fructose, sucrose의 분석
 14. 금속 Na, K, Ca, Zn, Fe, Mn의 분석
 15. 순무농축물중 hexane 분획물의 구성성분 추정
 16. 순무를 이용한 음료 및 순무/홍삼음료의 제조
 17. 음료용 분말 및 과립의 제조
 18. 관능검사
 19. 순무농축물의 간경변증 발생에 대한 농도별 억제효능
 20. 순무농축물의 간경변증 치료효과 구명
 21. 순무농축물에 대한 실험동물의 성장
 22. 실험동물의 체중 측정 및 상대적 간중량 분석
 23. 혈액 채취 및 혈청학적 분석
 24. 순무농축물의 병리조직학적 억제효능
 25. 간 조직 분리
 26. 간 조직 슬라이드 제작
 27. Hematoxylin 및 Eosin (H&E) 염색
 28. Sirius red 염색
 29. 생산지별 순무농축물에 대한 간성성세포에서의 세포자살(apoptosis)
유도실험을 위한 세포배양
 30. 순무농축물 처리에 따른 세포독성 확인
 31. 순무농축물 처리에 따른 세포자살(apoptosis) 확인
 32. 통계처리
- 제 2 절 결과 및 고찰
1. 건조순무에 의한 추출농축물의 제조기술
 - 가. 순무의 전처리 및 건조조건
 - (1) 예비가열처리(blanching)가 절단순무의 건조에 미치는 영향

- (2) 예비가열처리 후 건조된 절단순무의 추출율
- (3) 예비가열처리된 순무의 열풍건조중 수분의 변화
- (4) 절단순무의 예비가열처리 후 색도의 변화
- (5) 순무즙과 순무잔사의 분리
- (6) 순무잔사의 연속압착
- (7) 순무잔사의 예비가열처리와 열풍건조
- (8) 순무잔사의 예비가열처리 후 색도의 변화
- (9) 마이크로 웨이브에 의한 순무의 건조
- (10) 순무의 수분활성도와 수분과의 관계

나. 건조순무의 추출농축조건

- (1) 에탄올 농도가 순무농축물의 회수율에 미치는 영향
- (2) 물에 의한 추출에서 추출온도와 추출시간이 농축물의 회수율에 미치는 영향
- (3) 에탄올 추출에서 추출온도와 추출시간이 농축물의 회수율에 미치는 영향
- (4) 순무분말에 대한 추출용매의 비율이 농축물의 회수율에 미치는 영향
- (5) 다단계 반복추출

2. 생 순무로부터 직접 추출농축기술

가. 생 순무에서 직접추출을 위한 전처리 조건

- (1) 예비가열처리가 농축물의 회수율과 색도, 폴리페놀 함량에 미치는 영향
- (2) 수증기(121℃)처리중 순무잔사의 수분함량 변화
- (3) 순무잔사의 마이크로 웨이브에 의한 예비가열처리

나. 전처리된 생 순무의 추출농축조건

- (1) 생 순무를 추출하기 위한 에탄올(ethanol)농도
- (2) 순무잔사에 대한 반복추출회수가 추출되는 농축물의 회수율에 미치는 영향
- (3) 순무잔사에 대한 추출액의 적정비율
- (4) 순무즙과 순무잔사 추출물에서 얻은 성분
- (5) 순무농축물의 제조

3. 순무의 계절별 회수율조사

가. 계절별 농축물의 회수율 분석

- (1) 순무의 봄순무의 중량, 부피, 밀도 분포
- (2) 봄 순무 농축물의 회수율 분석

- (3) 가을 순무의 중량, 부피, 밀도
- (4) 가을 순무 중 적색순무와 백색순무의 중량, 부피, 밀도
- (5) 가을 순무 농축물의 회수율

나. 계절별 농축물의 성분분석

- (1) 봄 순무와 가을 순무의 일반성분
- (2) 봄 순무와 가을 순무의 관능특성
- (3) 봄 순무의 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 항산화능

다. 농축물의 파우다(powder) 제조

- (1) 동결건조에 의한 파우다(powder)의 제조
- (2) 과립(granual)제조를 위한 순무농축물의 배합비율
- (3) 과립제조를 위한 적정 설탕농도
- (4) 과립제조를 위한 적정 pH
- (5) 홍삼농축액이 혼합된 순무음료의 관능특성
- (6) 분말형태별 순무음료의 관능특성

4. 순무의 형태별 회수율 조사

가. 형태별 농축물의 회수율 분석

- (1) 봄 순무의 중량별 분포와 회수율
- (2) 생산지별 가을 순무의 중량분포와 회수율
- (3) 적색 순무와 백색 순무의 관능특성
- (4) 중량별 가을 순무의 관능특성
- (5) 생산지별 가을 순무의 관능특성

나. 형태별 농축물의 성분

- (1) 중량별 순무 농축물의 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물
- (2) 생산지별 순무농축물의 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물
- (3) 생산지별 가을 순무의 일반성분
- (4) 봄 순무와 가을 순무 농축물의 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물
- (5) 중량별 구분된 순무농축물의 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 수소공여능
- (6) 생산지별 순무농축물의 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 수소공여능
- (7) 중량별로 구분된 순무 농축물의 금속 함량
- (8) 생산지별 순무농축물의 금속함량

- (9) 계절별 순무농축물의 금속함량
 - (10) 생산지별 순무 중 금속함량
 - (11) 봄 순무와 가을 순무의 금속함량
 - (12) 순무농축물과 순무중의 금속함량의 비율
 - (13) 중량별로 구분된 순무 농축물의 당류 성분
 - (14) 생산지별 순무농축물의 당류
 - (15) 봄 순무와 가을 순무 중 당류함량
 - (16) 중량별로 분류된 순무 농축물에서 분획한 hexane 분획물의 gas chromatogram과 구성성분의 추정
 - (17) 봄 순무와 가을 순무의 농축물에서 분획한 hexane 분획물의 gas chromatogram과 구성성분의 추정
5. 순무농축물의 간경변증 발생에 대한 농도별 억제효능(dose response) 구명
- 가. 간경변증 발생에 대한 순무농축물의 병리조직학적 억제효능
 - (1) H&E 염색결과
 - (2) sirius red 염색 및 fibrotic area 측정
 - 나. 간경변증의 발생과정에서 실험동물의 증체량 및 상대적 간중량에 미치는 영향
 - (1) 체중
 - (2) 간중량
 - (3) 혈액검사
6. 순무농축물의 간경변증 치료효과 구명
- 가. 간경변의 치료에 대한 순무농축물의 병리조직학적 억제효능
 - (1) H&E 염색결과
 - (2) sirius red 염색 및 fibrotic score
 - 나. 간경변증의 치료과정에서 실험동물의 증체량 및 상대적 간 중량에 미치는 효과
 - (1) 체중측정 및 순무농축물 섭취량
 - (2) 간중량
 - (3) 혈액검사
7. 순무의 생산지별 간경변 억제효능(in vitro 실험)
- 가. 생산지별 순무농축물의 유효농도 결정을 위한 세포독성(cell toxicity) 확인
 - 나. 생산지별 순무농축물에 의한 세포자살(apoptosis) 유도 여부 확인

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 7 장 참고문헌

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 순무에서 추출농축물을 효과적으로 제조하는 기술을 개발하고, 순무농축물의 만성 간손상억제효능을 구명하고자 하는 것이다. 이를 위하여 순무를 원료로 한 추출농축물의 제조기술, 계절별, 형태별 순무의 회수율 및 성분조사, 간경변증의 발생을 억제하는 효능과 간경변증에 대한 치료효능의 여부를 구명하고자 하였다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

순무는 배추, 무와 같이 우리나라에서 오래전부터 식용되어 왔고, 주로 인천 강화 지역에서 재배되었다. 배추와 무는 김치로 가공되어 전국적으로 소비되는 반면, 순무는 소비자의 인식이 낮아서 수요가 낮다. 순무는 일반 무와는 달리 독특한 매운 향기가 있고, 단맛이 높고, 조직이 단단하여 식품소재가 될 수 있다. 순무의 소비를 높이기 위하여 순무의 특성을 2003년 한국식품연구원에서 수행하였다. 그 결과 순무에서 내부의 성분을 추출하고 농축한 물질이 실험쥐에서 급성 간손상과 초기 간암과 초기 간경변증의 발생을 억제효과가 있음이 밝혀졌다. 이에 따라 본 연구에서는 순무에서 추출 농축물을 보다 효과적으로 제조하고자 모색하였고, 또한 초기를 지난 중기로 진전된 만성 간경변증도 억제할 수 있는 지 여부를 조사하고자 하였다.

순무의 내부 성분을 추출하려면 추출용매를 사용하여 순무의 세포막을 통과하여 세포 내부의 물질을 침출시켜야 한다. 순무는 조직이 단단한 편이므로 추출용매가 쉽게 침투할 수 있는 조건을 찾아내어야 한다. 본 연구에서는 순무에서 추출하여 농축물을 제조하는데 있어서 회수율을 높이기 위한 방법을 모색하였다. 순무에서 추출 농축물을 제조하는데 있어서, 건조순무를 이용하는 방법이 있고, 생 순무를 직접 이용하는 방법이 있다. 건조순무를 이용하는 방법은 추출방법은 간편하고, 건조순무를 장기간 저장할 수 있지만, 추출중에 복원되므로 추출용매가 많이 필요하고, 건조비가 소요되는 단점이 있다. 생 순무를 직접 추출하는 방법은 건조비용이 들지 않는 장점이 있지만, 생 순무의 세포막을 파괴하고, 추출용매를 조직내부에 침투시켜야 하는 기술이 필요하게 된다. 본 연구에서는 건조순무를 이용

하여 추출하는 방법과 생 순무에서 직접 추출하는 방법 모두를 시험하였다.

그리고 순무는 이른 봄에 파종하여 6월에 수확하는 봄 순무가 있고, 초 가을에 파종하여 11월에 수확하는 가을 순무가 있다. 또 동일한 지역에서 재배하여도 중량이 작은 순무가 있고, 중량이 큰 순무도 있고, 적색이 강한 순무가 있고, 적색이 없는 순무도 있다. 그리고 전국적으로 인천 강화뿐만 아니라 전북, 충남, 전남에서도 순무가 재배되고 생산되고 있다. 이러한 다양한 순무를 대상으로 구성성분과 관능적 특성 등을 조사하고자 하였다.

2. 경제·산업적 측면

인천 강화지역은 오래전부터 인삼이 주요 소득원이었다. 그러나 장기간의 인삼재배로 지력이 소모되어 인삼의 수확이 낮아지게 되었다. 이에 따라 이 지역의 농민은 생존을 위하여 다른 대체작물을 찾아야 하였다. 순무는 전통적으로 강화지역에서 잘 재배되어 대체작물로서 적당하였다. 그리고 순무가 전국적으로 알려짐에 따라 최근 강화외의 다른 지역에서도 순무의 재배를 시도하고 있다. 경제적으로 낙후한 지역에서 농가소득작물로 순무를 재배할 수 있고, 순무의 효능을 찾아내어 이용성을 밝히면, 순무의 수요를 창출시키고 농가소득 향상에 도움이 될 것이다.

우리나라에는 간염이나 간암이나 간경변증으로 고통받는 사람들이 많다. 이 중 간경변증은 쉽게 치료되지 않고, 약도 매우 고가이어서 국민의료비가 많이 소요되고 있으며, 특효약이 아직까지 발견되지 않고 있다. 간경변증에 대한 억제효과 여부를 파악함으로써 의료비의 절감은 물론, 고통받는 사람들에게 희망을 줄 필요가 있다.

세계적으로 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 난치병인 간경변증을 억제하는 식품에 대한 수요는 계속 확장될 것으로 예상되고 있다. 이러한 국제시장의 수요에 맞추어 순무를 이용한 소재는 개발할 필요가 있고, 나아가 세계시장으로 진출할 필요가 있다.

3. 의학적 측면

급/만성의 각종 간질환은 우리나라에서 특히 발생빈도가 매우 높은 질병이다. 우리나라의 간염바이러스 감염율은 서구 여러 나라에 비해 매우 높아 만성 간염 및 만성 간변증이 국민보건에 지대한 영향을 미치고 있다.

이러한 간손상에 관여하는 인자로는 바이러스, 화학물질, 호르몬, 알코올 섭취, 영양상태 등이 잘 알려져 있다. 만성 간 손상의 지속적인 진행은 간경변을 유발하게 되는

데 이는 비가역적 병변으로서 중요한 난치병의 하나이다. 간경변증이란 간세포가 기능을 상실하고 섬유화하여 단단하여 중중에 이르는 것으로 초기, 중기, 말기, 죽음으로 진행되는 것이며, 간경변증으로 진행되는 병태생리에 관해서는 아직 명확히 밝혀져 있지 않다. 간경변증은 발병하면 대부분 죽음에 이르게 되며, 초기에는 진단하기 어려운 정도로 서서히 진행되는 것이 특징이다. 간경변증은 간암으로 진질된 가능성도 높아서 이를 억제하기 위한 식품에 대한 수요가 아주 높으며, 수백억달러에 이르는 것으로 추산되고 있다.

이처럼 간질환은 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 간질환의 예방 또는 치료에 효과적인 물질의 개발은 매우 시급하고 중요한 연구과제가 아닐 수 없다.

최근 여러 가지 난치성 질환들의 치료방법으로 대체의학 및 식이요법에 대한 관심이 고조되고 있으며 이러한 연구들에 힘입어 다양한 식품들의 질병 치료효과가 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 간기능의 보호효과 및 질병의 예방효과가 밝혀지기도 했고, 그 외에도 가능성이 있는 여러 가지 식품들이 연구 대상이 되고 있다. 본 연구에서는 예로부터 전해 내려오고 있는 순무의 건강증진효과를 규명하고자 간경변억제효능을 동물실험을 통하여 조사하였다.

제 3 절 연구개발범위

1. 순무를 원료로 한 추출농축물의 제조기술 및 간경변증 발생의 억제효능 구명

순무를 저장하기 위하여 건조된 순무에서 추출농축물을 제조하기 위한 조건을 조사하였다. 순무의 전처리 및 건조 조건, 그리고 건조순무의 추출농축조건을 조사하였다. 그리고 수확후 생 순무로부터 직접 추출농축물을 제조하기 위한 조건을 조사하였다. 즉 생 순무에서 직접 추출을 위한 전처리 조건과 전처리된 생 순무의 추출농축 조건을 조사하였다.

그리고 간경변증 발생에 대한 농도별 억제효능을 조사하였다. 실험쥐를 사용하여 간경변증을 유발하는 간독성물질을 주입하고 순무농축물을 섭취시켜서, 간경변증 발생에

대한 순무농축물의 병리조직학적 억제효능을 조사하였다. 또한 간경변증의 발생과정에서 실험동물의 증체량 및 상대적 간중량에 미치는 영향도 조사하였다.

2. 순무의 계절별, 형태별 회수율조사와 순무농축물의 간경변증 치료효능 구명

순무는 봄과 가을에 재배되므로 봄 순무와 가을 순무에서 추출 농축물을 제조하고, 그 회수율을 조사하였다. 그리고 농축물의 구성성분을 분석하였다. 일반성분과 순무의 적색색소인 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 항산화능을 조사하였다. 순무의 형태별 회수율과 생산지별로 순무를 수집하여 추출 농축물의 회수율, 그리고 구성성분을 분석하였다. 또한 순무농축물을 이용하기 위하여 파우더(power)로 만드는 방안을 강구하였다. 농축물을 동결건조하여 파우더(powder)로 만드는 방법과 농축물을 당과 혼합하여 과립(granule)로 만드는 방법을 조사하였다.

순무농축물의 간경변증 치료효능을 구명하기 위하여 실험쥐에서 간경변증을 발생 시켰고, 순무농축물을 먹이면서 사육한 후, 간조직을 분리하고, 슬라이드를 제작하여 각종 염색을 하고, 콜라겐 형성정도를 분석하여 순무농축물이 간경변증에 대하여 치료효능을 갖는 지 여부를 병리조직학적으로 조사하였다. 그리고 간경변증의 진행과정에서 실험동물의 증체량, 상대적 간중량에 미치는 영향도 조사하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 순무에 관한 연구

순무는 겨자과에 속하는 한해살이 또는 두해살이 근채 식물로서 원산지는 지중해 연안에서 서아시아이며 전 세계에 걸쳐 넓게 재배되고 있다. 우리나라에서는 강화도 지역의 특산물이다. 우리나라에 도입된 시기는 정확히 알 수 없으나 고려 중엽에 이규보가 지은 가포육영(家圃六詠)이라는 시속에 순무를 재료로 한 김치가 우리나라 문헌상 최초로 등장한 것으로 보아 그 이전임을 추정하고 있다.

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, 광란증, 복수를 치료한다고 한다.

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 가공법과 이화학적 성분과 생체효능에 대하여는 한국식품연구원에서 수행하였다(2003). 순무의 당침, 염지, 유기산에 의한 침지, 순무음료의 제조, 순무깍두기의 제조, 그리고 농축물제조기술 등을 연구하였다. 순무의 구성성분으로서 일반성분, 섬유, 당성분, 안토시아닌 색소가 분석되었다. 그리고 순무는 초기 간암을 억제할 뿐 아니라 초기 간경변에도 억제효능이 있는 것으로 조사되었다.

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

제 2 절 간경변증에 관한 연구

1. 간경변증의 개요

간경변증은 간 섬유화에서부터 진행되는 데, “간 섬유화”란 다양한 원인에 의하여 단백질축적뿐 만아니라 간세포의 괴사성 염증, Kupffer 세포의 활성화, 사이토카인의 유리, 간성상세포의 괴사성 염증, 세포외기질의 합성촉진 및 기질분해의 장애 등 일련의 과정이 총체적으로 발생하여 간 내 총세포외질이 증가된 증상이다. 간세포가 손상을 받으면 세포의 상호작용에 의해 각종 사이토카인 및 산소 유리기 등이 생성되어 세포 단백질과 DNA가 손상되고, 세포막 내 불포화지방산을 과산화시켜 간성상세포에서 세포외기질이 과다하게 합성되어 간 섬유화가 진행된다. 이 과정에서 주요 역할을 하는 것은 간성상세포이며, 간성상세포가 활성화되면 간에 침착되는 세포외기질 대부분을 분비하며, 성장조절인자를 생산하여 스스로를 더 활성화되기도 한다. 간성상세포는 간 손상되었을 때 섬유성 격막(fibros septa)에서 관찰되는 α -SMA 양성 간질세포의 대부분을 이룬다. 간성상세포는 산소유도 자유라디칼이나 산화적 스트레스의 산물인 malondialdehyde (MDA)에 의해 활성화 된다. 이러한 사실에 의하여 항산화제는 간성상세포의 활성화를 억제할 수 있으며, 지방 과산화를 억제하는 것은 간섬유화 예방에 중요할 것으로 생각되고 있다. 그리고 일반적으로 간 섬유화 과정에서 간세포는 수축되어 간중량은 감소하게 된다. 간 섬유화를 치료하기 위해서는 간조직 자체의 염증반응억제, 간성상세포의 활성화 억제, 그리고 교원질 생성과정의 억제 등, 세 가지 방향으로 연구할 필요가 있다. 최근까지 간 섬유화를 치료하기 위한 약물과 물질들은 대부분 혈청학적인 간기능 개선에는 부분적인 효과가 있지만, 조직학적으로 간 섬유화에 대한 억제효과는 적거나, 간독성 문제를 일으킬 수 것으로 생각되고 있다.

2. 간경변증의 발생기구

간경변증에서 시작단계인 간 섬유화란 콜라겐을 포함하여 비정상적으로 세포외기질 단백질이 축적되는 것이다. 이 세포외기질 성분의 대부분은 활성화된 간성상세포에서 합성하고 분비하기 때문에 간 섬유화의 중요기전 중 하나로 간성상세포(hepatic stellate cell)의 활성화를 들 수 있다. 바이러스 감염, 알코올, 약물독성 등의 원인에 의해 간세포가 손상되면 염증반응이 유도되고, 이러한 염증세포에 의해 Kuffer 세포가 활성화되어 여러 사이토카인을 분비한다. 이들 사이토카인의 영향으로 간성상세포의 증식과 활성화

가 초래된다. 휴지기에 있는 간성상세포는 세포의 기본 세포막의 형성을 위해 적은 양의 laminin, collagen type VI 등의 세포외기질 성분을 합성한다. 또한 휴지기에 있는 간성상세포는 세포질 내 지방적을 함유하며, 면역조직화학적으로 desmin에 양성을 보이지만, 간 섬유화 과정에서는 Kuffer 세포, 염증세포 등에서 분비되는 사이토카인의 영향으로 세포의 증식과 활성화가 초래되면서 근섬유모세포적 형질변화를 보인다. 이렇게 활성화된 간성상세포는 세포질 내 지방적의 감소, 조면내형질세포망의 비후, α -SMA의 발현, 그리고 여러 가지 사이토카인과 성장인자에 대한 세포표면 수용기의 발현 등 형태학적 변화와 함께 간 섬유화시 간 내에 축적되는 대부분의 세포외기질 물질인 콜라겐 I형, III형, IV형, fibronectin, laminin, proteoglycan 등을 합성하고 분비하는 특징을 보인다. 간 섬유화는 간경변의 초기과정으로 구조적 파괴는 일어나지 않는 가역적 변화이기 때문에 예방하거나 적어도 감소되어질 수 있다는 점에서 예방에 효과적인 물질의 개발이 필요하다. 흔히 사용되는 간경변동물 모델은 실험쥐(rat)에서 간손상물질(DMN; TAA, thioacetamide) 등을 비롯한 여러 가지 화학물질에 의해 만성적인 간 손상을 유발하여 만들어진다. 간손상물질(DMN)에 의한 실험쥐의 간 섬유화 실험은 사람의 알코올과 관련된 만성 간질환과 임상적, 형태학적 소견에 있어 부분적으로 유사하며, 간 섬유화에 대한 어떤 물질의 효과를 검증하는 실험에서 종종 사용되고 있다.

3. 간경변억제에 관한 연구

만성간질환의 가장 중요한 합병증인 간경변은 지속적인 간 섬유화의 과정을 거쳐서 유발되는 것으로 알려져 있다. 즉, 간 섬유화의 진행과정을 이해하고, 그 과정을 억제할 수 있는 방법을 찾는 것은 간경변을 유발할 수 있는 모든 질환을 해결하는데 있어서 가장 중요한 과제라고 할 수 있다.

현재까지 간 섬유화의 진행을 억제하기 위한 시도로는 여러 가지 사이토카인 길항제를 사용한 간손상시 일어나는 세포간 연락의 차단, 간성상세포의 증식 및 활성화 억제, 그리고 간성상세포의 세포외기질의 합성을 억제시킬 수 있는 약물의 발견에 많은 노력이 집중되고 있다.

일본이나 중국에서 환자들에서 항소염제 및 간질환에 대하여 사용하고 있는 초본한약제인 Inchin-ko-to(TJ-135)는 choline 결핍 식이요법의 동물실험을 통해서 rat의 간경변증을 억제한다는 보고가 있다. TJ-135는 3가지 herb의 추출물로 *Artemisia capillaris spia*, *Gardenia fructus*, *Rhei rhizome*를 4:3:1의 비율로 섞어 만든 것으로 간

섬유화의 진행시 콜라겐의 발현을 억제하고 손상 받은 간조직에 대하여 탁월한 효과가 있음을 입증하였다. TJ-9 또한 활성화된 간성상세포에서 비정상적인 세포외기질의 발현을 저해하고 동물 실험으로 간 섬유화를 억제한다고 밝히고 있으며 그 기작에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 미국의 한 연구자는 dilinoleoylphosphatidylcholine (DLPC)는 polyunsaturated phospholipid의 주요 성분으로서 간성상세포의 활성화를 억제하여 간 섬유화의 진행을 억제한다고 하였다. 콩으로부터 추출한 polyenylphosphatidylcholine (PPC) 또한 알코올성 간질환에 탁월한 효과를 보이는 것으로 보고되어 간 섬유화의 진행 속도를 낮추는 물질로 알려져 있다. 이와 더불어 중국의 한약 복합제인 compound 861(cpd 861)도 활성화된 간성상세포의 세포증식이나 활성화를 저해 한다고 밝히고 있다. *Curcuma longa*라 불리는 식물의 성분으로 인도의 향신료로 유명한 curry의 색소인 curcumin에 의한 활성화된 간성상세포의 비정상적인 세포외기질의 발현을 저해한다는 보고도 있다. 이처럼 식물의 추출물이나 관습적으로 사용되어지고 있는 한약제의 성분이 간 섬유화 억제에 효능이 있다는 보고는 계속 보고되고 있다.

최근 들어 항산화효과를 가진 식물추출물인 sho-saiko-to(TJ-9)가 DMN 투여에 의한 간 섬유화를 유의하게 감소시킨다는 사실이 보고되었다. 또 다른 연구에서는 tetrandrine이라는 화학 물질을 이용해서 간 섬유화의 핵심 세포인 간성상세포를 특이적으로 apoptosis를 유도하여 세포를 죽게함으로써 간 섬유화를 억제한다는 보고도 있다.

한편 순무추출물을 실험쥐에 먹었을 때 간에서 glutathione S-transferase(GST)의 활성이 높았다는 보고가 있다. GST는 외부에서 유입되는 광범위한 이질 물질이나 발암 물질들을 해독시키는 효소로서 순무에 의해 GST 활성이 현저하게 증가한 것은 발암물질에 대하여 간기능을 보호하는 효과로 이해되고 있다. 순무가 간경변증에 대하여 억제 효과를 나타내는 기구와 유효성분에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

제 3 절 앞으로의 전망

순무를 이용하여 간경변증을 억제할 수 있다면 사회적 비용을 감소시킬 수 있을 것이며, 간경변증으로 고통받은 사람들에게 희망을 줄 것이다. 또한 현대인들은 건강에 대한 높은 관심을 가지고 있으므로 이러한 효능이 밝혀진다면 순무의 수요도 높아질 것으로 전망된다. 또한 순무를 재배하는 농가에서도 순무의 소비증가로 농가소득 뿐 아니라 우수한 순무의 육종 및 보존, 그리고 재배의욕도 고취시킬 것으로 전망된다.

제 3 장 연구개발수행내용 및 결과

제 1 절 실험재료 및 방법

1. 재료

국내에서 생산되는 순무로서 인천시 강화군의 강화읍, 양도면, 길상면, 화도면에서 2004년 6월과 12월에 수확된 순무, 그리고 2005년 4~6월에 인천시 강화군 강화읍에서 수확된 순무, 2005 11~12월에 수확된 인천시 강화군 강화읍과 양도면(건평리), 전북 고창, 충남 부여, 전남 영암의 순무를 현지 또는 서울 가락동 농수산물 도매시장을 통하여 신선한 상태로 구입하였다. 순무는 4℃에 저장하고 사용하였고, 장기저장할 경우는 동결건조하였다.

2. 시약

실험에 사용한 시약은 모두 Sigma 회사, Aldrich 회사, 또는 일본의 Junsei 회사 등에서 제조된 특급(G.R.) 시약을 사용하였다. 순무에서 추출용매로서 사용한 에탄올(ethanol)은 식품용 발효 에탄올(주정, 95% ethanol, v/v, 대정화금)을 사용하였다.

3. 압착에 의한 순무의 착즙과 잔사의 분리

순무를 압착기(expeller, 모델 DO-10004, 동아오스카, 80rpm, 175W, 또는 100W)로 압착하여 순무즙(juice)과 순무잔사(residue)로 각각 분리하였다. 순무즙은 여과지(Watman No. 4)로 여과하여 사용하였다.

4. 수증기(steam)에 의한 예비가열처리

순무를 물로 세척하고, 잔뿌리와 껍질을 제거하고, 순무를 절단하여(가로 6.3 ± 1.1 x 세로 5.5 ± 1.4 x 높이 88.2 ± 13.6 mm), 100 또는 121 °C의 수증기(steam)로 가열처리하였다.

5. 마이크로 웨이브(microwave)에 의한 예비가열처리

절단순무 또는 압착기에 의한 순무잔사를 Petri dish(직경 200 x 높이 30 mm)에 넣고, 마이크로 웨이브 오븐(전자렌지, LG, 모델 MW-202BV, 고주파출력 700W, 발진주파수 2,450MHZ, 소비전력 1,050W)에 넣고, 조리 모드(mode)에서 가열하였다.

6. 순무의 건조

순무 또는 가열처리된 순무는 60℃의 공기대류식 건조기(oven)에 넣어서 건조하였다. 성분분석용 순무는 동결건조하였다.

7. 순무에서 농축물의 제조

건조된 순무인 경우 분쇄하여 체(가로 1mm x 세로 1mm)를 통과한 분말을 에탄올(ethanol 20~80%, v/v)을 넣고 60℃에서 6~24시간 추출하였다. 추출이 끝나면 여과하고, 감압농축하여 순무농축물을 제조하였다.

생 순무인 경우, 순무를 세척한 후 잘게 절단하거나, 압착기로 압착하여 순무즙과 순무잔사로 분리한 후, 순무즙은 여과후 농축하고, 순무잔사에는 에탄올(95%)을 넣고 60℃에서 18시간내외로 추출하고 여과한 후, 여액을 모아 60℃에서 감압농축하여 순무농축물을 제조하였다. 동물실험을 위한 순무농축물은 인천 강화읍에 생산된 생 순무를 사용하여 추출하고 농축물을 제조하였다.

8. 회수율

순무에서 얻은 농축물의 회수율은 농축물을 증발시키고 남은 고형물을 측정하여 다음의 식으로 회수율을 계산하였다. 회수율은 순무 100g에서 얻는 농축물의 건조중량(g)이다.

$$\text{회수율(\%)} = \frac{\text{농축물중 고형물(g)}}{\text{순무(g)}} \times 100$$

9. 순무의 수분과 수분활성도

순무의 수분은 순무를 105℃에서 건조하여 항량에 이르면 건조감량에 의하여 수분을 계산하였다. 수분활성도는 건조된 순무를 표준 수분활성도를 나타내는 염용액에 각각 넣고, 40℃에서 6일간 저장하여 평형에 이르면, 순무의 수분을 측정하여, 순무의 수분과 수분활성도간의 관계를 도시하였다. 표준 수분활성도를 나타내는 염으로서 lithium chloride, potassium acetate, magnesium chloride, potassium carbonate, magnesium nitrate, sodium bromide, strontium chloride, sodium chloride, potassium chloride, barium chloride를 사용하였다.

10. 안토시아닌(anthocyanin) 색소

적색색소인 안토시아닌(anthocyanin)색소는 Fuleki와 Francis의 방법(1968)으로 측정하였다. 즉 순무 또는 순무농축물을 1.5N HCl-ethanol 용액에 혼합하고 일정한 부피로 정용한 후 535nm에서 흡광도를 측정하였다. 안토시아닌 색소함량(total anthocyanin)은 다음 식으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} & \text{안토시아닌 색소함량(total anthocyanin, mg/100g)} \\ & = 535\text{nm의 흡광도}/98.2 \times \text{희석배수} \times 1/\text{시료무게(g)} \times 100 \end{aligned}$$

11. 순무분말의 색도

건조된 순무는 분쇄하여 체(가로 1mm x 세로 1mm)를 통과시키고, 색차계(color differential meter)를 이용하여 백색도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 3회 반복하여 측정하였다. 생 순무는 가늘게 절단하여 백색도(L), 적색도(a), 황색도(b)를 측정하였다.

12. 폴리페놀(polyphenol) 함량

폴리페놀(polyphenol) 함량은 Folin-Denis 법(A.O.A.C. 952.03)에 의하여 분석하였다. 즉 순무에서 추출한 시료용액에 Folin-Denis reagent와 포화 sodium carbonate 용액을 넣고 발색시킨 후 760nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로서 tannic acid를 사용하여 폴리페놀함량을 tannic acid로서 계산하였다.

13. Glucose, fructose, sucrose의 분석

순무농축물을 증류수로 희석하여, 여과기(0.45 μ m)로 여과한 후 칼럼(carbohydrate 4.6x 250mm)이 장치된 HPLC(Waters)에 이동상(acetonitril 75% + water 25%)으로 유속 1 ml/min.으로 흘리고 분리하여, 굴절검출계(RI detector)로 검출하였다. 표준물질의 머무름시간(retention time)과 면적을 비교하여 glucose, fructose, sucrose를 정량하였다.

14. 금속 Na, K, Ca, Zn, Fe, Mn의 분석

순무농축물 또는 순무를 건조시킨 후, 550C에서 회화하고, 5% HNO₃ 용액으로 녹

인 후 일정액으로 정용하였다. 여과한 여액을 유도결합플라즈마-원자방출분광분석기 (Inductively Coupled Plasma spectrometer-Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES) 로 각 금속을 분석하였다. ICP-AES는 Ultima(Jobin, Yvon, France)를 사용하였으며, frequency는 40.68MHz, Rf power는 1,000W, coolant Ar gas flow는 12 L/min, sheath Ar gas flow는 0.2L/min, carrier Ar gas flow는 0.7 L/min의 조건에서 Na, K, Zn, Fe를 분석하였다.

15. 순무농축물중 hexane 분획물의 구성성분 추정

순무농축물(고형물 약 60%)을 동량의 증류수로 희석하고 hexane을 넣고 20분간 격렬하게 흔들여 섞어 추출하고, 방치하여 hexane 층과 물층을 분리하였다. 이 조작을 3회반복하여 hexane층을 모아서 감압농축하여 hexane 분획물을 제조하였다. Hexane 분획물을 acetone에 녹여서 gas chromatograph/mass selective detector (GC/MSD)를 사용하여 분리하고, 각 peak의 mass spectrum을 얻어서 물질편람(Wiley library)을 이용하여 각 성분을 추정하였다. 사용한 기기는 칼럼(UP-5, 5% phenyl methyl siloxane, 길이 30.0m x 내경0.250mm)이 장치된 가스크로마토그래피-매스검출기(GC-MSD5973)이었고, 작동조건중 도입부온도(injector temperature)는 25℃, 오븐의 온도프로그램(oven temperature program)은 100℃에서 10분, 분당 10℃로 승온하고, 280℃에서 10분으로 하였다.

16. 순무를 이용한 음료 및 순무/홍삼음료의 제조

순무음료는 순무농축물 0~2%과 설탕 8~12%을 증류수에 혼합하고, ascorbic acid 용액으로 pH 3~4 로 조정하여 순무음료를 제조하였다. 순무와 홍삼의 혼합음료에는 홍삼농축물(농협협동조합중앙회제품, 고형분 66%, 홍삼성분 70mg/g이상, 홍삼근 100%)을 사용하여 0~3%를 혼합하여 순무/홍삼 음료를 제조하였다.

17. 음료용 분말 및 과립의 제조

순무농축물을 동결건조하여 분쇄한 분말 6.25g을 함수결정포도당분말 100.00g, 및 ascorbic acid 분말 0.06g을 잘 혼합하여 음료용 분말을 제조하였다. 또한 순무농축물(고형물 70%) 8.92g을 함수결정포도당 분말 100.00g과 ascorbid acid 분말 0.06g에 증류수 4.125g을 넣고 과립제조기로 혼합하여 과립을 만들고 체(1x1 mm)를 통과시킨 후, 45~

50℃에서 2~3시간 건조한 후, 체(1x1 mm)를 재통과시켜서 건조과립을 제조하였다. 음료용 분말로 순무음료를 제조할 경우, 음료용 분말 42.75g을 증류수 457.25g에 녹였고(순무농축물 0.5%, pH 3.50), 과립으로 순무음료를 제조할 경우도 동일한 비율로 과립을 증류수에 녹여서 제조하였다(순무농축물 0.5%, pH 3.50)

18. 관능검사

순무음료에 대한 관능특성은 외관, 색, 냄새, 신맛, 단맛, 종합적 기호도에 대하여 훈련된 20대 여성으로 구성된 관능검사요원 10명에 의하여 9점법으로 측정하였다. 외관, 냄새, 종합적 기호도는 1 ‘아주 나쁘다’, 5 ‘보통이다’, 9 ‘아주 좋다’로 하였으며, 색, 신맛, 단맛은 강도측정으로서 1 ‘아주 약하다’, 5 ‘보통이다’, 9 ‘아주강하다’로 하였다. 측정된 관능평가점수는 분산분석과 Duncan에 의한 다중비교법으로 5% 유의차 수준에서 통계적 차이를 검정하였다. 순무에 대한 관능평가는 일반 무를 참고로 제시하였으며, 이외의 측정항목과 척도는 동일한 방법으로 실험하였다.

19. 순무농축물의 간경변증 발생에 대한 농도별 억제효능

간경변증을 유도하기 위하여 체중이 100g인 숫컷 Sprague-Dawley를 사용하여 thioacetamide(TAA) 투여군과 비투여군으로 나누었다(표 1).

TAA는 지속적인 간손상을 일으켜 간경변증을 유도하는 물질로 잘 알려져 있으며, 본 연구실에서도 이미 이를 입증한바 있다. 이러한 실험모델을 적용하여 체중 100 g당 20 mg의 TAA가 투여 되도록 saline에 TAA를 첨가하여 복강내 주사를 실시하였다.

표 1. 간경변증 발생에 대한 순무농축물의 억제효능 확인을 위한 실험동물

TAA 투여유무	순무 농축물	개체수
투여군	0 mg/ml	15
	5 mg/ml	15
	10 mg/ml	15
	20 mg/ml	15
비투여군	0 mg/ml	6

TAA는 7주 동안 매주 3회 연속적으로 실시하였으며, TAA 투여군을 대상으로 순무농축물을 농도별로 음수에 제공하여 섭취하도록 한 후 간경변증 억제효능이 있는지를 살펴보았다(그림 1). 순무 농축물의 농도는 5 mg/ml, 10 mg/ml, 20 mg/ml으로 구분하여 공급하였다.

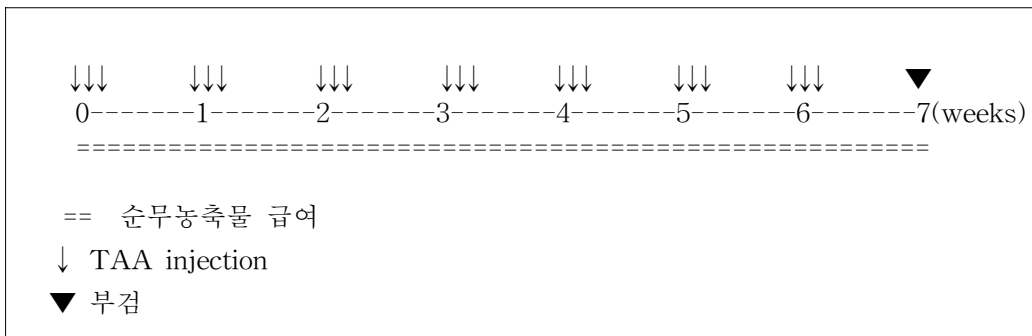


그림 1. 간경변증 발생에 대한 순무농축물의 억제효능 확인을 위한 실험 계획도

20. 순무농축물의 간경변증 치료효과 구명

순무농축물의 간경변증 치료효과를 규명하기 위하여 5주령 숫컷 Sprague-Dawley를 이용하여 TAA 투여군과 비투여군으로 나누었다(표2). 또한 각각의 실험군에서는 순무농축물을 45 mg/ml과 90 mg/ml으로 나누어 공급하였다. 비투여군 역시 순무농축물을 섭취하도록 하여 고농도 순무농축물의 섭취에 따른 영향을 관찰하였다.

실험동물 랫드(rat)을 이용하는 간경변증 연구에 있어 간경변증 유도 물질의 투여를 멈추면 간경변증이 완화되는 가역적인 효과를 보인다고 보고된바 있다. 따라서 본 연구에서는 간경변증이 완화되는지의 여부를 판단하기 위하여 7주간 TAA를 투여하고 나서 순무농축물을 4주간 공급하고 난 후 TAA 투여군에서 순무농축물 0 mg/ml과 90 mg/ml을 섭취한 실험군을 일부 부검하여 변화 여부를 확인하였다(그림 2).

표 2. 간경변증 치료 효과 확인을 위한 실험동물 현황

TAA 투여유무	순무 농축물	개체수
투여군	0 mg/ml	40 (10)*
	45 mg/ml	20
	90 mg/ml	40 (10)*
비투여군	0 mg/ml	10
	45 mg/ml	10
	90 mg/ml	10

* 7주간 투여가 끝난 후부터 시작하여 4주간 더 사육한 다음 부검하는 마리수

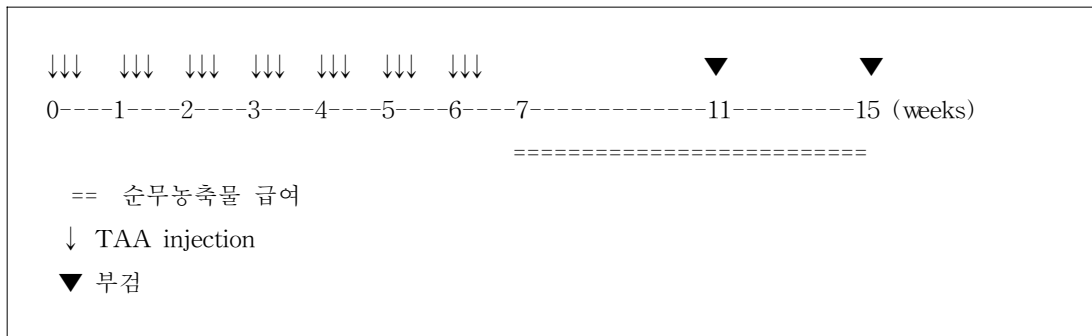


그림 2. 간경변증 치료효능을 실험하기 위한 실험계획도

21. 순무농축물에 대한 실험동물의 성장

먼저 순무농축물의 농도별 섭취로 인한 실험동물의 성장에 미치는 영향을 확인하였다. 음료수, 사료섭취, 혹은 체중의 지나친 증가나 감소 유무를 관찰하였으며 동물의 성장 과정에서 순무농축물의 섭취 농도에 따른 변화를 분석하였다.

22. 실험동물의 체중 측정 및 상대적 간중량 분석

TAA 투여 및 순무농축물의 급여가 실험동물 성장에 미치는 영향을 확인하기 위하여 매주 체중 측정을 실시하였으며, 이상증후를 관찰하였다. 부검할 때 분리한 간조직

의 중량을 측정하여 체중과의 관계를 상대적 간 중량으로 분석하여 간경변증 발생정도를 비교분석하였다.

23. 혈액 채취 및 혈청학적 분석

실험동물은 에테르(ether)로 마취를 시킨 후 개복하여 사망하기 전에 10 ml 주사기를 이용하여 대동맥에서 혈액을 채취한 후 3000 rpm에서 30분간 원심 분리하여 맑은 혈청을 얻었다. 혈청은 두 개의 tube에 나누어 담고 -70 °C에 냉동 보관하였다. 이 시료 중 일부는 혈액 분석 기관(서울대학교병원 임상의학연구소)에 의뢰하여 혈청내 GOT(Glutamate Oxaloacetate Transaminase), GPT(Glutamate Pyruvate Transaminase), T-Bil.(Total Bilirubin), Alb.(Albumin) 수치의 변화 정도를 확인함으로써 간 손상 정도를 확인하였다.

24. 순무농축물의 병리조직학적 억제효능

실험 종료후 동물 부검을 통하여 간의 좌우 중앙엽체에서 각각 3개의 절편을 떼어내고 10 % 포르말린에 고정을 한 후 파라핀 블록을 제작하여 슬라이드에 미세절편을 부착시켜 슬라이드를 제작하였다. 제작된 슬라이드는 H&E(hematoxylin and eosin) 염색 및 sirius red 염색을 실시하여 세포의 형태변화 및 콜라겐 침착 정도를 판단하여 간경변증의 억제 효능을 관찰하였다.

25. 간 조직 분리

사육기간 종료 후 실험동물은 에테르(ether)로 마취를 시킨 후 체중을 측정하고 개복하여 혈액 채취를 한 후 간을 분리하여 간중량을 측정하였다. 간엽의 대표적인 세 부분에서 중심부분을 5 mm 두께로 절제하여 10 % neutral buffered formalin에 24시간 실온에서 고정하였다. 남은 간 조직은 tube에 담아 액체질소로 급속 냉동시킨 후 -80 °C 냉동고에 보관하였다.

26. 간 조직 슬라이드 제작

고정이 끝난 간 절편은 조직 병리학의 일반적인 방법으로 함수, 탈수 처리를 거쳐 파라핀 블록을 만들었다. 파라핀 블록으로 만들어진 조직은 마이크로톰으로 약 4 μm두께의 미세절편을 만들어 슬라이드글라스에 부착시키고 수분을 건조시킨 후, 60 °C 오븐에

서 파라핀을 녹여 조직병리학적인 염색에 사용하였다.

27. Hematoxylin 및 Eosin (H&E) 염색

조직의 전반적인 상태를 관찰하기 위하여, 병리학의 기본 염색인 H&E 염색을 실시하였다. Hematoxylin은 핵에 염색되고, eosin은 세포질에 염색되는 염료로, H&E 염색은 세포의 형태변화를 관찰할 수 있는 가장 간편한 염색법이다

28. Sirius red 염색

간경변증의 발생정도를 확인하기 위하여 콜라겐(collagen)에 특이적으로 염색되는 sirius red로 염색을 실시하였다. Picric acid에 sirius red와 fast green을 각각 0.1%의 농도가 되도록 하였으며, 콜라겐의 침착이 없는 부분은 녹색으로 염색이 되며, 콜라겐 침착이 있는 부분은 붉은 색으로 염색이 되므로 영상분석기(image analyzer)로 콜라겐의 밀도(density)를 측정하였으며 BM1 Plus program을 이용하여 fibrotic area를 수치화 하였다. density 측정은 각 시료당 무작위로 다섯 지역을 측정하여 평균화 하였다. 또 다른 방법으로 병리학적 score 채점방식을 이용하여 score 0: no, 1: portal, 2: periportal, 3: septal, 4: cirrhosis로 판독하였다.

29. 생산지별 순무농축물에 대한 간성세포에서의 세포자살(apoptosis) 유도실험을 위한 세포배양

본 연구에서 사용한 간성상 세포주는 T-HSC/Cl6 (rat, hepatic stellate cell)로 배양액으로는 William E medium(pH 7.4)을 사용하였다. 열처리를 한 불활성화 FBS(fetal bovine serum)를 최종농도 10 %가 되도록 첨가해 주고, penicillin-streptomycin(10000 unit의 penicillin과 10000 ug/ml의 streptomycin)을 공통으로 보충해 주었고 세포는 100 % 습한 상태로 37 °C, 5 % CO₂를 공급하여 배양하였다. 세포의 계대 배양은 2-3일 간격으로 실시하였으며, 배양액을 제거하고 차가운 PBS(phosphate buffered saline)로 세포를 한 차례 씻어준 다음 trypsin-EDTA(0.5 % trypsin(1:250)과 5.3 mM EDTA-4Na)를 처리하고 37 °C에서 5분간 두었다가 tapping을 하였다. 배양 plate 바닥에서 분리된 세포는 즉시 세포 배양액으로 재부유하여 새로운 세포 배양 plate에 분주하여 사용하였다.

30. 순무농축물 처리에 따른 세포독성 확인

순무농축물 처리에 따라 유효 농도 결정 및 세포독성 여부를 MTT assay를 이용하여 확인하였다. 96 well plate에 각 well당 1×10^3 의 세포가 되도록 준비하고 순무농축물을 농도별로 처리한 후 16시간 동안 배양하였다. 배양이 끝난 후 MTT를 처리하고 4시간 동안 더 배양한 후 solubilization 용액을 첨가하고 2시간 동안 반응 시킨 후 ELISA를 사용하여 그 수치를 측정하였다. 또한 유효한 순무농축물을 처리한 후 현미경적 관찰을 통하여 세포병변 현상을 확인하였다.

31. 순무농축물 처리에 따른 세포자살(apoptosis) 확인

순무농축물을 농도별로 간성상세포주(T-HSC/Cl6)에 처리한 후 24시간 동안 배양하였다. 그런 다음 trypsin을 이용하여 세포를 떼어낸 후 PBS로 씻어낸 후 70% 에탄올을 부유하여 1시간동안 얼음에서 고정하였다. 고정 후 0.2% BSA(bovine serum albumin)가 함유된 PBS로 두 번 씻어내고 50 $\mu\text{g/ml}$ 의 PI(propidium iodide)와 RNase A가 포함된 staining 용액(0.1% triton X-100, 0.1 mM EDTA)을 첨가하고 FACStarplus (Becton & Dickinson사)로 측정하였다.

32. 통계처리

모든 결과는 분석치가 3개이상인 경우 분산분석(ANOVA)를 실시하였으며, Duncan에 의한 다중비교를 시도하였다. 분석치가 2개인 경우 *t*-test를 통하여 통계적 유의성을 판단하였다.

제 2 절 결과 및 고찰

1. 건조순무에 의한 추출농축물의 제조기술

가. 순무의 전처리 및 건조조건

(1) 예비가열처리(blanching)가 절단순무의 건조에 미치는 영향

생 순무를 잘게 절단하여(가로 3.5 x 세로 3.5 x 두께 0.1 cm), 수증기(steam) 또는 마이크로 웨이브 오븐으로 예비가열처리하고 건조기(60℃)에서 하루밤 건조하였다. 건조 후 수분함량을 조사한 결과는 표 3과 같다. 가열처리없이 건조한 경우 수분이 12.7%이었고, 수증기로 처리하고 건조한 경우는 3.7~5.4%, 마이크로 웨이브로 처리한 후 건조

한 경우는 수분이 6.9~8.2%이었다. 모두 예비가열처리함으로서 건조가 더 빠르게 진행 되는 것으로 나타났다.

표 3. 예비가열처리된 절단순무의 건조후 수분함량*

처리구	수분(%)
건조전 수분	89.5
무처리후 건조	12.7
수증기처리(100℃) 15분 처리후 건조	5.4
30분 처리후 건조	4.2
45분 처리후 건조	4.1
수증기처리(121℃) 15분 처리후 건조	4.2
30분 처리후 건조	3.7
45분 처리후 건조	5.2
마이크로 웨이브 처리 10분 처리후 건조	6.9
20분 처리후 건조	8.2

* 열풍(60℃)으로 15시간 건조

(2) 예비가열처리 후 건조된 절단순무의 추출율

예비가열처리하고 건조된 절단순무에서 농축물을 제조하고, 추출율을 조사한 결과는 표 4와 같다. 예비가열처리를 하지 않고 건조된 절단순무에서는 고형물의 추출율이 65.7%이었으나 수증기 100℃에서 15분, 또는 수증기 121℃에서 15분, 또는 마이크로 웨이브로 10분간 예비가열처리후 건조된 순무에서는 각각 75.1, 75.6, 76.2%로서, 예비가열처리하지 않은 순무보다 회수율이 더 높았다. 수증기(100℃와 121℃)로 처리한 경우 15분이상 더 길게 처리하여도 회수율은 더 이상 증가하지 않았다.

(3) 예비가열처리된 순무의 열풍건조중 수분의 변화

수증기로 처리되거나 마이크로 웨이브로 예비가열처리된 절단순무를 60℃에서 건조하는 동안 수분의 변화를 조사한 결과는 표 5와 같다. 수증기로 예비가열처리한 경우가 열처리하는 동안 수분의 변화는 크지 않았다. 그러나 마이크로 웨이브로 처리한 경우

가열처리하는 동안 수분이 상당히 감소되었다. 건조 6시간 후에는 수증기처리(100℃와 121℃)한 경우는 무처리의 경우보다 빠르게 건조되었고, 마이크로 웨이브로 처리한 경우는 더 빠르게 건조되었다.

표 4. 예비가열처리후 건조된 절단순무에서 농축물의 회수율

처리구		농축물 회수율(%)
무처리 건조순무		65.7
수증기처리(100℃)	15분 처리후 건조	75.1
	30분 처리후 건조	75.8
	45분 처리후 건조	73.5
수증기처리(121℃)	15분 처리후 건조	75.6
	30분 처리후 건조	71.9
	45분 처리후 건조	66.0
마이크로 웨이브처리	10분 처리후 건조	76.2
	20분 처리후 건조	74.1

표 5. 예비가열처리된 절단순무의 건조중 수분(%)의 변화

건조시간(hr)	무처리	수증기 100℃ 처리(15분)	수증기 121℃ 처리(15분)	마이크로 웨이브 처리(15분)
초기치	91.6±0.1	91.6±0.1	91.6±0.1	91.6±0.1
가열처리 직후	-	90.6±0.3	84.6±0.3	51.5±8.8
3 시간	69.5±3.1	70.1±5.8	61.5±5.7	32.8±9.8
6 시간	51.4±6.0	42.1±9.6	36.9±9.6	9.1±6.3
21 시간	0.3±0.2	0.1±0.1	0.2±0.0	0.1±0.1

* 평균±표준편차

수증기로 처리되거나 마이크로 웨이브로 예비가열처리된 순무잔사를 60℃에서 건조하는 동안 수분변화를 조사한 결과는 표 6과 같다. 수증기로 예비가열처리한 경우 가열처리한 직후의 수분변화는 크지 않았다. 그러나 마이크로 웨이브로 처리한 경우 가열처리하는 동안 수분이 상당히 감소되었다. 건조 6시간 후에는 수증기처리(100℃, 121℃)

는 무처리와 큰 차이는 없었으나, 마이크로 웨이브의 경우는 더 빠르게 건조되었다.

표 6. 예비가열처리된 순무잔사의 건조중 수분(%)의 변화

건조시간(hr)	무처리	수증기 100℃ 처리(15분)	수증기 121℃ 처리(15분)	마이크로 웨이브 처리(15분)
초기치	89.9±0.0	89.9±0.0	89.9±0.0	89.9±0.0
가열처리 직후	-	86.1±1.9	92.6±3.5	50.0±2.3
3 시간	72.6±1.7	70.7±2.1	76.4±4.0	35.3±4.2
6 시간	53.5±0.8	52.0±0.9	59.5±2.4	21.3±4.5
21 시간	0.2±0.0	0.2±0.0	1.0±0.8	0.1±0.0

* 평균±표준편차

(4) 절단순무의 예비가열처리 후 색도의 변화

절단순무를 수증기(100℃, 121℃)와 마이크로 웨이브로 각각 15분씩 처리한 후 색도의 변화는 표 7과 같다. 수증기 100℃로 처리한 경우는 백색도(L)가 51.1로 낮아졌고, 수증기 121℃로 처리한 경우는 백색도(L)가 48.9로 더 낮아짐으로서, 가열처리온도가 높아지면 회색으로 진행되었다. 마이크로 웨이브로 처리한 경우 백색도는 55.9로 수증기로 처리한 것보다 백색도가 더 적게 감소하였다. 예비가열처리된 순무에서 무처리된 순무의 색도와 비교하기 위하여 색도차이(ΔE)를 계산하였다. 그 결과 수증기 100℃로 처리한 경우와 수증기 121℃로 처리한 경우보다 마이크로 웨이브로 처리한 경우는 색도의 변화가 더 적은 것으로 나타났다.

(5) 순무즙과 순무잔사의 분리

순무에서 순무즙과 순무잔사를 분리하였다. 생 순무를 압착기(expeller, 80rpm, 175W)로 압착하여 순무즙과 순무잔사를 분리하고 생산된 순무즙과 순무잔사의 중량비율은 표 8과 같다. 순무즙은 46.5%, 순무잔사는 53.5%로 분리되었다.

표 7. 절단순무의 색도의 변화

구분	무처리	수증기 100℃ 처리 (15분)	수증기 121℃ 처리 (15분)	마이크로 웨이브 처리(15분)
백색도(L)	L = 75.9	L = 51.1	L = 48.9	L = 55.9
적색도(a)	a = -0.5	a = -1.8	a = -0.2	a = -2.1
황색도(b)	b = 7.2	b = 1.9	b = 9.0	b = 4.2
색도차이(ΔE)	ΔE = 0.0	ΔE = 24.5	ΔE = 26.1	ΔE = 19.4

L=lightness, a = redness, b=yellowness, $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$

표 8. 순무에서 분리된 순무즙과 순무잔사의 비율

종류	순무즙(%)	순무잔사(%)
비율	46.5±3.5	53.5±2.8

* 평균±표준편차



그림 3. 순무즙과 순무잔사

(6) 순무잔사의 연속압착

순무잔사를 반복하여 압착하여 순무즙과 순무잔사를 계속적으로 분리하였다. 생 순무를 expeller(80rpm, 100W)로 압착하여 순무즙과 1차 순무잔사를 분리하고, 1차 순무잔사를 다시 2차압착하였다. 이 조작을 3차까지 반복하였다(표 9). 그 결과 순무를 1차 압착하면 순무즙 35.5%(w/w)를 얻었다. 압착기의 소비전력이 낮아지면 분리된 순무즙도 감소하였다. 1차 순무잔사를 2차압착하면 순무즙이 22.1%(w/w)가 더 분리되었다. 2차

순무잔사를 3차압착하면 순무즙 9.1%(w/w)가 더 분리되었다. 종합적으로 순무즙은 66.7%가 분리되고 순무잔사는 33.3%가 남았다. 압착회수가 증가함에 따라 분리되는 순무즙은 증가하였고 순무잔사는 감소되었다.

표 9. 순차적 압착에 의하여 순무에서 분리되는 순무즙과 순무잔사

압착 회수	순무즙(%) ¹⁾	(누적 %)	순무잔사(%) ²⁾
1차 압착	35.5 ± 0.0 ³⁾	(35.5)	-
2차 압착	22.1 ± 0.2	(57.6)	-
3차 압착	9.1 ± 0.2	(66.7)	-
순무잔사	-	-	33.3± 0.3

¹⁾순무즙(%) : 순무즙/순무 x 100; ²⁾순무잔사(%) : 순무잔사/순무 x 100;

³⁾평균±표준편차

(7) 순무잔사의 예비가열처리와 열풍건조

순무잔사를 수증기(100, 121℃), 또는 마이크로 웨이브로 각각 15분간 예비가열처리하고 열풍(60℃)으로 건조하였다. 건조중 수분의 변화는 표 10과 같다. 수증기로 처리되거나 마이크로 웨이브로 가열처리된 경우는 무처리의 경우보다 빠르게 건조되었다.

표 10. 예비가열처리된 순무잔사의 열풍건조중 수분(%)의 변화

건조시간(hr)	무처리	수증기100℃ 처리(15분)	수증기 121℃ 처리(15분)	마이크로 웨이브 처리(15분)
0	91.1	88.7	89.5	85.7
9	88.1	80.2	83.0	75.0
24	59.9	9.7	10.8	11.3

(8) 순무잔사의 예비가열처리 후 색도의 변화

순무잔사를 수증기, 또는 마이크로 웨이브로 예비가열처리한 후 색도는 표 11과 같다. 수증기로 처리되는 경우보다 마이크로 웨이브로 가열처리된 경우는 색도의 변화가 더 적었다.

표 11. 예비가열처리된 순무잔사의 색도

구분	무처리	수증기 100℃	수증기 121℃	마이크로 웨이브
		처리(15분)	처리 (15분)	처리 (15분)
백색도(L)	L = 54.9	L = 61.9	L = 51.3	L = 60.6
적색도(a)	a = -1.5	a = -1.5	a = -0.0	a = -1.4
황색도(b)	b = 3.6	b = 4.7	b = 11.7	b = 5.7
색도차이(ΔE)	ΔE = 0.0	ΔE = 7.1	ΔE = 9.0	ΔE = 6.1

* L=lightness, a = redness, b=yellowness, $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$

(9) 마이크로 웨이브에 의한 순무의 건조

절단순무와 순무잔사를 마이크로 웨이브로 가열하여 건조하고 수분의 변화를 조사하였다(표 12). 절단순무의 경우 초기 10분간은 수분함량이 거의 일정하였으나 그 이후 현저하게 감소하였다. 순무잔사를 건조하는 경우에도 초기 10분간에는 수분이 천천히 감소하였고, 그 이후 빠르게 감소하였다. 순무잔사는 절단순무보다 더 빠르게 건조되었다.

표 12. 마이크로 웨이브 처리시간에 따른 절단순무와 순무잔사의 수분의 변화

마이크로 웨이브처리(분)	절단순무 수분(%)	순무잔사 수분(%)
0	90.1	88.4
5	89.9	88.1
10	89.2	86.5
15	87.8	84.3
20	84.8	78.6
25	72.7	66.2

(10) 순무의 수분활성도와 수분과의 관계

순무의 수분활성도와 수분간의 관계를 조사한 결과는 그림 4와 같다. 수분함량이 감소할수록 수분활성도도 낮아졌다. 일반적으로 효모가 자랄 수 있는 수분활성도는 1.00~0.88이고, 강한 내염성 미생물은 수분활성도 0.75에서 자랄 수 있다. 따라서 수분활성도를 0.5이하로 감소시키기 위하여서 순무의 수분은 17%이하로 감소시켜야 하는 것으로 나타났다.

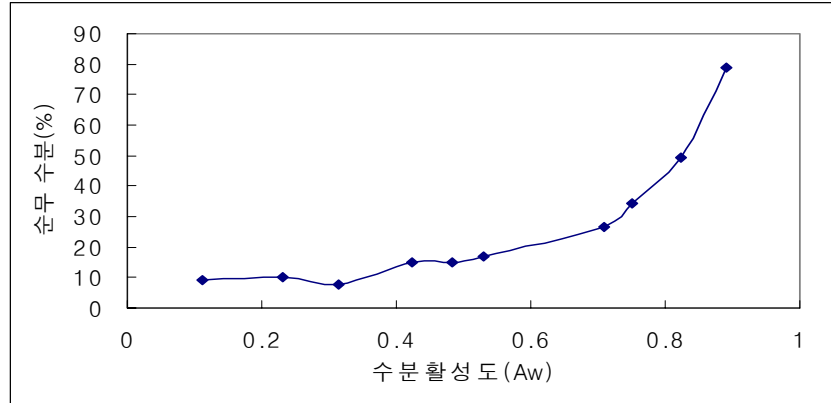


그림 4. 수분활성도와 순무수분과의 관계

나. 건조순무의 추출농축조건

(1) 에탄올 농도가 순무농축물의 회수율에 미치는 영향

건조순무를 추출하기 위한 용매를 선발하기 위하여 증류수와 에탄올의 혼합 농도 별로 추출된 회수율을 조사하였다(표 13). 증류수로 추출한 경우 회수율은 높았으나 점질물이 추출되어 불투명한 침전물이 많고, 여과속도도 늦었다. 증류수/에탄올 혼합액으로 추출한 경우, 점질물이 침전되어 투명하였고, 그중 에탄올 40~65%(v/v)의 경우에는 회수율이 높은 것으로 나타났다.

표 13. 에탄올 농도가 건조순무분말에서 농축물의 회수율에 미치는 영향

추출용매 (에탄올 농도, %, v/v)	추출된 농축물의 회수율(%)	추출액의 상태
0	61.7	불투명한 점질액
20	89.9	약간 불투명한 점질액
40	58.5	투명액
65	58.1	투명액
80	54.5	투명액
100	34.8	투명액

* 건조순무분말을 100배(w/w)의 추출액으로 60℃에서 15시간 추출

(2) 물에 의한 추출에서 추출온도와 추출시간이 농축물의 회수율에 미치는 영향
 건조순무를 물로 추출할 경우, 추출온도 60, 80, 80, 90℃에서 추출시간별 추출된 농축물의 회수율을 측정한 결과는 표 14와 같다. 추출온도별 회수율을 비교하면 6시간 추출하였을 때, 60℃의 경우는 64.9%, 70℃의 경우는 68.1%, 80℃의 경우 71.7%, 90℃의 경우 74.1%로 추출온도가 높아질수록 추출되는 농축물은 증가하였다. 추출시간에 대한 고형물 함량은 모두 6시간까지는 증가하였으나, 그 이상에서는 추출되는 농축물의 회수율은 증가하지 않았다.

표 14. 추출온도별 추출시간별 순무분말에서 물에 의한 회수율

추출온도	추출시간 (시간)	농축물의 회수율(%) ¹⁾
60 ℃	2	63.3 ± 0.4
	4	63.7 ± 1.8
	6	63.9 ± 2.7
	24	61.2 ± 0.5
70℃	2	57.2 ± 1.4
	4	66.0 ± 0.8
	6	68.1 ± 0.4
	24	64.0 ± 0.2
80℃	2	67.8 ± 1.1
	4	67.9 ± 3.0
	6	71.7 ± 0.7
	24	71.0 ± 1.1
90℃	2	69.5 ± 1.8
	4	69.3 ± 1.3
	6	74.1 ± 1.0
	24	75.0 ± 0.3

¹⁾평균±표준편차

(3) 에탄올 추출에서 추출온도와 추출시간이 농축물의 회수율에 미치는 영향
 순무분말을 60%의 에탄올로 추출온도 50, 60, 70℃에서 추출할 경우 추출시간별로 추출되는 농축물의 회수율 측정한 결과는 표 15과 같다. 추출시간 6시간이 경과하였을 때 50℃의 경우는 회수율은 65.6%이었고, 60℃의 경우는 66.6%, 70℃의 경우는 66.6%로 추출온도가 50℃에서 60℃로 증가함에 따라 약간 증가하였다. 그러나 70℃로 추출온도가

증가하여도 회수율은 증가하지 않았다. 따라서 추출온도는 60℃가 적당한 것으로 나타났다. 추출시간은 모든 경우 6시간까지 증가하는 경향을 보였으며 그 이후 추출시간이 길어져도 추출되는 농축물함량은 증가하지 않았다. 안토시아닌 색소의 경우도 고형물함량과 같이 60℃에서 6시간 추출된 경우 가장 높은 수치를 보였다. 폴리페놀 함량은 추출시간이 길어짐에 따라 증가하였으나 6시간이후에는 더 이상 증가하지 않았다.

(4) 순무분말에 대한 추출용매의 비율이 농축물의 회수율에 미치는 영향

순무분말에 사용할 추출액의 비율을 결정하기 위하여 순무분말에 대한 추출용매별 농축물의 회수율을 조사하였다(표 15). 건조순무분말에 에탄올(60%, v/v)을 10~50배(중량)로 넣고 60℃에서 4시간 추출하여 추출되는 농축물의 회수율을 비교하였다. 건조순무의 10배의 추출용매의 경우 추출되는 농축물은 61.6%, 20배의 추출용매를 사용할 경우 62.4%, 30배의 경우 63.3%, 40배의 경우 64.5%로 약간씩 증가하였으나, 그 이상의 경우는 거의 비슷하였다. 따라서 추출용매의 사용량은 건조순무에 대하여 10배이상이면 충분한 것으로 나타났다.

표 15. 추출온도별 추출시간별 순무분말에서 에탄올(60%)에 의한 추출율

추출온도 ¹⁾	추출시간	농축물의 회수율(%)	안토시아닌의 의한 추출액의 색도 ²⁾	폴리페놀 함량(%)
50℃	3	62.8±1.6 ³⁾	0.30±0.02	0.9±0.1
	6	65.6±1.1	0.30±0.02	1.1±0.1
	24	62.6±1.4	0.26±0.02	1.1±0.5
60℃	3	64.1±0.8	0.32±0.02	0.8±0.0
	6	66.6±0.6	0.33±0.02	1.1±0.0
	24	63.2±0.2	0.27±0.01	1.1±0.0
70℃	3	65.1±0.9	0.31±0.03	0.8±0.1
	6	66.6±0.4	0.32±0.03	1.0±0.1

¹⁾ 추출조건 : 건조순무에 대하여 60% 에탄올 100배로 추출;

²⁾ 색도 : 추출액의 흡광도(535nm); ³⁾평균±표준편차

표 16. 순무분말에 대한 추출액의 비율에 따른 농축물의 회수율

순무에 대한 추출액 비율 ¹⁾	회수율(%) ²⁾
10 배	61.6±0.5
20 배	62.4±0.5
30 배	63.3±2.0
50 배	64.5±2.0
100 배	64.7±2.5

¹⁾추출조건, 60℃에서 4시간 추출; ²⁾평균±표준편차

(5) 다단계 반복추출

순무분말을 동일한 추출액으로 1회로 추출하는 경우와 추출액을 1/3로 나누어 3회 추출하는 경우, 농축물의 회수율을 비교하였다(표 17). 추출액을 모두 사용하여 한번에 추출할 경우 회수율은 51.7%이었다. 그러나 동일한 추출액이라도 1/3씩 나누어 3회로 순차적으로 추출할 경우 1회에는 46.7%, 2회에는 15.9%, 3회에는 3.7%로 각각 추출되었다. 누적률을 보면, 2회 반복추출할 경우 62.9%가 회수되었고, 3회 반복추출하면 66.3%가 회수되었다. 따라서 동일한 양의 추출액을 사용하더라도 추출액을 나누어 반복추출하면 회수율은 더 증가되었다.

표 17. 단회추출과 다단계 반복추출에 의한 고형물추출율의 비교

추출회수	1회추출에 의한 농축물의 회수율(%) ¹⁾	분할추출(3회)에 의한 농축물의 회수율(누적율, %) ²⁾
1회	51.7	46.7 (0.0)
2회	-	15.9 (62.9)
3회	-	3.7 (66.3)

¹⁾1회추출 : 순무분말 100g을 추출액 3 L로 1회추출;

²⁾분할추출: 순무분말 100g을 추출액 1 L씩 3회 연속추출

2. 생 순무로부터 직접 추출농축기술

가. 생 순무에서 직접추출을 위한 전처리 조건

(1) 예비가열처리가 농축물의 회수율과 색도, 폴리페놀 함량에 미치는 영향

생 순무를 직접 추출하는 기술을 개발하기 위하여 생 순무를 압착하여 순무즙과

순무잔사를 분리하고 추출하는 방법을 모색하였다. 순무즙과 순무잔사를 분리하면 순무즙은 그대로 농축하고, 순무잔사만 추출하기 때문에 추출조작과 추출비용이 절감될 수 있다. 생 순무를 압착기(expeller)로 압착하여 순무즙과 순무잔사를 분리하였다.

순무잔사의 순무잔사를 수증기(121℃)로 0~60분간 예비가열처리하여 에탄올(60%)로 추출하고 농축물의 회수율, 안토시아닌 색도, 폴리페놀 함량을 측정하였다. 수증기 처리시간이 길어짐에 따라 농축물의 회수율은 증가하였으나, 처리시간 30분이상 처리하여도 농축물의 회수율은 증가하지 않았다. 그러나 안토시아닌 색도와 폴리페놀 함량은 처리시간이 길어짐에 따라 증가하였다(표 18).

표 18. 순무잔사에 대한 수증기처리(121℃)가 농축물의 회수율에 미치는 영향

수증기 처리시간 (분/ 121℃)	농축물의 회수율(%)	안토시아닌 색도 ¹⁾	폴리페놀 (%)
0	4.8±0.1 ²⁾	0.01	0.00
15	4.8±0.1	0.46	0.02
30	5.5±0.1	0.64	0.03
45	4.9±0.3	0.81	0.04
60	5.2±0.1	1.64	0.04

¹⁾안토시아닌 색도 : 추출액의 535nm에서의 흡광도; ²⁾평균±표준편차

(2) 수증기(121℃)처리중 순무잔사의 수분함량 변화

순무잔사를 수증기(121℃)의 처리시간에 따른 수분함량의 변화를 조사하였다(표 19). 무처리인 경우 수분함량은 90.6%이었고, 15분처리하였을 때 89.6%, 30분처리하였을 때 89.3%로 거의 차이가 없었다. 따라서 수증기처리에 의한 순무잔사의 수분함량은 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

(3) 순무잔사의 마이크로 웨이브에 의한 예비가열처리

순무잔사를 마이크로 웨이브 오븐(발진주파수 2,450MHz, 고주파출력 700W)으로 0~20분간 가열처리하고 에탄올(60%, v/v)로 추출하여 추출된 농축물의 회수율을 측정 한 결과는 표 20과 같다.

마이크로 웨이브로 가열하는 시간이 길어짐에 따라 추출되는 농축물의 회수율도

증가하였으나, 20분가열하면 순무잔사가 과열되어 추출되는 농축물의 회수율은 증가하지 않았다. 마이크로 웨이브는 5~20분 정도처리하는 것이 적당한 것으로 나타났다.

표 19. 수증기처리에 대한 순무잔사의 수분

수증기 가열처리시간 (분/ 121℃)	수분(%)
0	90.6
15	89.6
30	89.3

표 20. 마이크로 웨이브처리가 순무잔사에서 농축물의 회수율에 미치는 영향

처리구(분) ¹⁾	농축물의 회수율(%) ²⁾
0	3.8
5	4.5
10	4.5
15	4.5
20	3.3

¹⁾마이크로 웨이브 오븐, 발진주파수 2,450MHz, 고주파 출력 700W, 순무잔사 (250g)에 대한 가열처리시간(분).

²⁾농축물의 회수율(%) : 농축물의 고형물 중량/순무 중량 x 100

나. 전처리된 생 순무의 추출농축조건

(1) 생 순무를 추출하기 위한 에탄올(ethanol)농도

생 순무를 추출하기 위한 추출용매로서 에탄올의 농도에 대한 농축물의 회수율을 조사하였다. 순무를 잘게 절단하고 증류수, 20, 40, 60, 80, 및 99.5%(v/v) 에탄올을 순무 중량의 100배로 각각 넣고, 60℃에서 15시간 동안 추출한 후, 추출액의 외관, 추출 농축물의 회수율, 안토시아닌(anthocyanin) 색소에 의한 색도, 폴리페놀(polyphenol) 함량을 측정된 결과는 표 21과 같다.

증류수만으로 추출한 액은 탁하고 점액질이 추출되어 여과하기 어려웠다. 에탄올 40%(v/v)에서 추출하면 점액질이 적고 여과가 잘 되었고, 고형물도 많이 추출되었다. 폴

리페놀은 추출하는 에탄올 농도가 높을수록 많이 추출되었다. 추출액에 적정한 에탄올 농도는 40% 이상으로 나타났다.

표 21. 순무에 대한 추출액의 에탄올 농도별 고형물 추출율과 적색색도

추출액의 에탄올농도 (% , v/v)	추출후 ¹⁾ 추출액의 외관	농축물의 회수율(%) ²⁾	안토시아닌 색소에 의한 색도 ³⁾	폴리페놀(%) ⁴⁾
0 (증류수)	탁함, 점액질 강	5.5	0.01	0.07
20	탁함, 점액질 약	5.4	0.05	0.08
40	투명	5.8	0.12	0.09
60	투명	5.5	0.19	0.10
80	투명	5.1	0.15	0.11
100	투명	4.5	0.15	0.15

¹⁾추출조건 : 순무에 대하여 에탄올 농도별로 100배 넣고, 60℃에서 15시간추출; ²⁾회수율(%) : 추출된 농축물중 고형물 중량/순무 중량 x 100; ³⁾안토시아닌 색소에 의한 적색흡광도 : 추출액의 535nm에서의 흡광도(Francis F.J. 1982. Analysis of anthocyanins. In : Anthocyanins as Food Colors. Pericles Markakis (eds.), Academic press, New York. pp. 192~198); ⁴⁾폴리페놀 : Folin-Denis법에 의한 탄닌산(tannic acid)으로서 측정(미국공정시험법 Official Methods of Analysis of the Association of Official analytical Chemists. 15th edition 1990. AOAC 952.03)

(2) 순무잔사에 대한 반복추출회수가 추출되는 농축물의 회수율에 미치는 영향

추출용액을 한번에 모두 사용하지 않고, 소량씩 반복하여 추출하는 경우, 추출되는 고형물의 함량을 조사하였다. 순무잔사를 마이크로 웨이브로 처리하고, 에탄올(95%, v/v)을 순무잔사의 2배량을 넣고 60℃에서 12시간동안, 1차 추출하고 여과하여 순무잔사를 분리하였다. 1차 추출한 순무잔사에 에탄올을 넣고 동일한 조건으로 2차 추출하고 2차여액과 2차 순무잔사를 분리하였다. 2차 순무잔사를 동일한 조건으로 3차 및 4차 추출하였다. 추출공정을 반복함으로써 추출되는 고형물함량은 표 22와 같다. 1차 추출에서 3.62%가 회수되었고, 2차추출에서 0.56%, 3차추출에서 0.17%, 4차추출에서 0.05%가 회수되었다. 추출이 반복됨으로서 농축물의 회수율은 조금씩 감소하여 4차추출에서는 그다지 증가하지 않았다.

표 22. 반복추출이 순무잔사 농축물의 회수율에 미치는 영향

추출회수	농축물의 회수율 (g/100g 순무잔사) ¹⁾	누적 회수율 ²⁾ (g/100g 순무잔사)
1 차	3.62	3.62 (82.1 %)
2 차	0.56	4.18 (94.8 %)
3 차	0.18	4.36 (98.8%)
4 차	0.05	4.41 (100.0)

¹⁾회수율 : 순무잔사 100g당 추출된 고형물함량(g); ²⁾누적 회수율 : 농축물의 회수율 합계.

(3) 순무잔사에 대한 추출액의 적정비율

순무잔사에 대하여 추출액의 적정비율을 결정하기 위하여 에탄올(40%, v/v)을 순무잔사 중량 대비 2배, 5배, 10배, 15배, 20배로 각각 넣고 60℃에서 18시간 추출하고 1회에 추출되는 농축물의 회수율을 측정하였다. 그 결과는 표 23과 같다.

추출액으로 에탄올(40%, v/v)을 순무잔사 중량 대비 2배로 넣고 추출한 경우, 추출된 농축물의 회수율은 4.1%이었고, 순무잔사 중량 대비 5배로 넣은 경우는 8.3%, 순무잔사 중량 대비 10배로 넣은 경우는 10.7%로 증가하였다. 그러나 10배 이상에서는 추출되는 농축물이 더 이상 증가하지 않았다. 따라서 순무잔사의 추출액은 순무잔사 중량에 대하여 2~10배이면 적당한 것으로 나타났다.

표 23. 순무잔사에 대한 추출액 비율이 농축물의 회수율에 미치는 영향

순무잔사에 대한 추출액 중량비율	추출된 농축물의 회수율(%) ¹⁾
2배	4.1
5배	8.3
10배	10.7
15배	9.9
20배	9.9

¹⁾회수율(%) : 농축물의 고형물 중량/순무 중량 x 100

(4) 순무즙과 순무잔사 추출물에서 얻은 성분

순무를 압착기(expeller, 동아산업, 모델 DO-10004, 80rpm, 175W)로 압착하여 순무즙과 순무잔사로 분리하였으며, 이중 순무잔사는 에탄올(60%, v/v)로 추출하고 농축하였

다.

순무를 압착하여 얻은 순무즙의 pH는 6.0이었고, 당도(굴절당도로서)는 7.4% 이었다. 순무를 압착하여 순무즙을 얻고, 이 순무즙을 통하여 얻은 고형물은 순무에 대하여 2.2%(w/w)이었다. 순무잔사의 추출을 통하여 얻은 고형물은 순무에 대하여 1.6%(w/w) 이었다(표 24).

안토시아닌 색소(anthocyanin)는 순무즙을 통하여 순무 100g당 0.7mg을 얻었고, 순무잔사의 추출을 통하여 순무 100g당 0.1mg을 얻었다. 폴리페놀(polyphenol)은 순무즙을 통하여 순무 100g당 3.0mg을 얻었고, 순무잔사를 통해서 순무 100g당 1.5mg을 추출하여 얻었다.

표 24. 순무즙과 순무잔사에서 얻은 성분

추출 성분	순무즙	순무잔사
pH ¹⁾	6.0	-
당도(굴절) ²⁾	7.4	-
회수율 ³⁾	2.2g/순무100g	1.6g/순무100g
안토시아닌 색소(anthocyanin) ³⁾	0.7mg/순무100g	0.1mg/순무100g
폴리페놀(polyphenol) ⁴⁾	3.0mg/순무100g	1.5mg/순무100g

¹⁾pH, 미국공정시험법 Official Methods of Analysis of the Association of Official analytical Chemists. 15th edition 1990)의 AOAC 945.10; ²⁾당도, 미국공정시험법 Official Methods of Analysis of the Association of Official analytical Chemists. 15th edition 1990)의 AOAC 932.12 에 의하여 굴절계(refractometer)로 측정; ³⁾안토시아닌 색소함량, Francis의 방법(Francis F.J. 1982. Analysis of anthocyanins. In : Anthocyanins as Food Colors. Pericles Markakis (eds.), Academic press, New York. pp. 192-198); ⁴⁾폴리페놀의 함량, 미국공정시험법 AOAC 952.03(1990)에 의하여 탄닌산(tannic acid)로서 표시.

(5) 순무농축물의 제조

생 순무를 압착기로 압착한 후 순무즙과 순무잔사를 분리하고, 순무잔사에 에탄올을 넣고 60℃에서 추출하여 여과지(Watman No.4)로 여과한 후 순무즙과 여액을 모아서 회전식 감압농축기를 사용하여 60℃에서 농축하여 순무 농축물을 제조하였다.



그림 5. 순무농축물

3. 순무의 계절별 회수율조사

가. 계절별 농축물의 회수율 분석

(1) 순무의 봄순무의 중량, 부피, 밀도 분포

순무는 인천 강화군의 경우, 봄과 가을 2회에 걸쳐 재배되고 있다. 봄 순무의 재배 기간은 보통 2월이면 파종이 가능하고, 6월말이 지나면 기온이 너무 높고, 장마가 시작된다. 그러므로 봄 순무는 2월에서 6월말까지 재배가 가능하다. 봄 순무에서 추출물의 회수율을 조사하기 위한 기초자료로서 순무의 중량, 부피, 밀도를 조사하였다. 봄 순무는 2월에 파종하여 4월말에 수확하는 순무가 있고, 3월에 파종하여 6월초에 수확하는 순무가 있으며, 4월에 파종하여 6월말에 수확하는 순무가 있다. 파종하는 시기에 따라 기온이 다르므로 순무의 성장속도에 차이가 있을 수 있으므로 중량과 부피를 측정하고 평균 밀도를 계산한 결과는 표 25와 같다.

순무씨를 2월에 파종하여 4월에 수확한 순무는 평균 394.3g/개 이었고, 부피는 399.5cm³/개, 밀도는 0.986g/cm³ 이었다. 그러나 3월 파종하여 6월초에 수확한 순무는 중량이 538.8g/개로 4월 파종한 순무보다 더 무거웠고, 부피도 517.6cm³/개로 더 컸다. 밀도도 1.069g/cm³으로 더 증가함으로써 조직내부가 더 충실하게 성장되었다. 그러나 4월 파종 4월 6월말 수확한 순무는 중량은 420.5g/개, 부피는 392.6cm³/개 로 3월에 파종한 것보다는 중량이 작았고, 부피도 더 작았다. 그러나 밀도는 1.143g/cm³으로 내부가 더 치밀하였다. 따라서 순무는 지역에 따라 다소 차이가 있을 수 있지만, 인천 강화읍의 경우 2월파종 또는 4월파종한 순무보다는 3월에 파종한 순무가 중량이 가장 큰 것으로 나타났다.

표 25. 봄 순무의 중량, 부피, 밀도의 분포

종류	중량(g/개)	부피(cm ³ /개)	밀도(g/cm ³)
2월파종-4월말수확	384.3±68.2a	399.5±100.0a	0.986±0.133a
3월파종-6월초수확	538.8±196.6b	517.6±204.6b	1.069±0.204b
4월파종-6월말수확	420.5±172.6a	392.6±204.9a	1.143±0.221c
유의확률	p<0.001	p<0.001	p<0.001

* N=50개, 인천 강화읍 생산, a,b,c,d : 동일한 칸(column)에 알파벳글자가 같은 것은 유의하지 않음, p>0.05

(2) 봄 순무 농축물의 회수율 분석

봄 순무에서 추출하고 농축물을 제조하고 회수율을 측정하였다. 2월파종-4월수확한 순무와 3월파종-6월수확한 순무, 그리고 4월파종 6월수확한 순무를 대상으로 각각 추출하고 농축물의 회수율을 측정한 결과는 표 26과 같다. 2월파종-4월수확한 순무는 순무 100g당 농축물이 4.4g이 회수되었고, 3월파종-6월수확한 순무에서는 3.1g, 4월파종-6월수확한 순무에서는 3.0g이 회수되었다. 2월파종-4월수확한 순무가 6월에 수확한 순무보다 약간 더 높은 것으로 나타났다.

표 26. 봄 순무에서 추출된 농축물의 회수율(%)

종류	봄 순무 농축물의 회수율(%)*
2월파종-4월수확	4.4±0.4 b
3월파종-6월수확	3.1±0.4 a
4월파종-6월수확	3.0±0.6 a

*인천 강화읍 생산, a,b,c,d : 동일한 칸(column)에 알파벳글자가 같은 것은 유의하지 않음, p>0.05

(3) 가을 순무의 중량, 부피, 밀도

가을 순무는 8월말에 파종하여 10월에 수확하거나, 9월에 파종하여 11월에 수확한다. 8월에 파종하고 10월에 수확하는 순무와 9월에 파종하고 11월에 수확하는 순무가 있다. 8월파종-10월수확순무와 9월파종-10월수확 순무의 가을순무의 중량, 부피, 밀도를 조사한 결과는 표 27과 같다. 8월파종-10월수확한 순무의 중량은 292.1g/개, 부피는 421.0cm³/개, 밀도는 0.702이었고, 9월파종-11월 수확한 순무는 중량 732.8g/개, 부피는 788.9cm³/개, 밀도는 0.920g/cm³으로서 9월파종-11월수확한 순무가 중량과 부피가 더 크고 밀도도 더 높았다.

표 27. 가을 순무의 중량분포*

종류	중량(g/개)	부피(cm ³ /개)	밀도(g/cm ³)
8월 파종-10월 수확	292.1±53.6a	421.0±55.6a	0.702±0.136a
9월 파종-11월 수확	732.8±263.2b	788.9±255.3b	0.920±0.049b

N=60, 인천 강화읍 생산, a,b : 동일한 칸(column)에 알파벳글자가 같은 것은 유의하지 않음, p>0.05

(4) 가을 순무 중 적색순무와 백색순무의 중량, 부피, 밀도

가을 순무중에 표면이 붉은 적색순무와 표면에 흰색인 백색순무가 혼합되어 생산되었다. 동일조건에서 생산된 적색순무와 백색순무의 중량과 부피, 밀도를 비교하였다(표 28). 적색순무는 중량이 732.8g/개, 부피 788.9cm³/개, 밀도 0.920g/cm³이었고, 백색순무는 중량 503.6g, 부피 534.1cm³, 밀도 0.943g/cm³이었다. 적색순무는 백색순무보다 중량이 더 높았다. 그러나 밀도는 큰 차이가 없었다. 적색순무와 백색순무의 개체수의 비율은 적색순무가 89%, 백색순무는 11%로 적색순무가 더 많았다.

표 28. 가을 순무 중 적색순무와 백색순무의 중량, 부피, 밀도 (11월수확, 강화읍)

종류	중량(g/개)	부피(cm ³ /개)	밀도(g/cm ³)	개체분포
적색 순무	732.8±263.16b	788.9±255.3b	0.920±0.049	89%
백색 순무	503.6±147.6a	534.1±156.5a	0.943±0.035	11%

N=89, 인천 강화읍 생산, a,b : 동일한 칸(column)에 알파벳글자가 같은 것은 유의하지 않음, p>0.05

(5) 가을 순무 농축물의 회수율

가을 순무(강화읍)중 8월에 파종하여 10월에 수확한 순무와 9월에 파종하여 11월에 수확한 순무에서 추출한 농축물의 회수율을 조사하였다(표 29). 8월파종-10월수확 순무에서 얻은 농축물의 회수율은 순무100g당 3.3g을 얻었고, 9월파종-11월수확한 순무도 3.3g을 얻음으로서 서로 차이가 없었다.

표 29. 가을 순무에서 추출된 농축물의 회수율

종류	농축물 회수율(%)
8월파종-10월수확	3.3
9월파종-11월수확	3.3

나. 계절별 농축물의 성분분석

(1) 봄 순무와 가을 순무의 일반성분

인천 강화군 강화읍의 동일한 지역에서 생산된 봄 순무와 가을 순무의 수분, 조회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물의 함량을 조사하고 비교하였다(표 30). 봄 순무의 수분은 91.0%, 조회분은 0.9%, 조지방은 0.8%, 조단백질은 0.3%, 탄수화물 7.0%이었고, 가을 순무는 수분 91.1%, 조회분 0.7%, 조지방 1.2%, 조단백질 0.3%, 탄수화물은 6.7%이었다. 봄 순무와 가을 순무의 수분, 조회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물은 거의 비슷하였고, 통계적으로도 차이가 없었다.

표 30. 봄 순무와 가을 순무의 일반성분(인천 강화읍)

	봄 순무 ¹⁾	가을 순무 ²⁾
수분	91.0±0.1	91.1±0.3
조회분	0.9±0.0	0.7±0.8
조지방	0.8±0.0	1.2±0.5
조단백질	0.3±0.0	0.3±0.3
탄수화물	7.0±0.2	6.7±0.6
합계	100.0	100.0

¹⁾봄 순무, 3월과중-6월수확; ²⁾가을 순무, 9월과중-11월수확

(2) 봄 순무와 가을 순무의 관능특성

인천 강화지역에서 생산된 봄 순무와 가을 순무의 관능특성을 조사하였다. 순무의 색소는 주로 외피에 존재하므로 순무의 표피를 제거하여 표피를 제거하였고, 내부는 절단하여 조사하였다. 순무 내부의 적색도를 외관(적색)으로서 조사하고, 매운 냄새, 단맛, 매운 맛, 단단한 조직감, 전체적 기호도를 조사한 결과는 표 31과 같다. 봄 순무는 가을 순무에 비하여 순무내부의 적색이 높았고, 단맛과 매운 맛은 적었다. 반대로 가을 순무는 봄 순무에 비하여 내부의 적색이 적고, 단맛과 매운 맛은 높았으며, 전체적 기호도도 높은 것으로 나타났다.

표 31. 봄 순무와 가을 순무(강화읍)의 관능특성 비교

종류	봄 순무 ¹⁾	가을 순무 ²⁾	유의확률
외관(적색)	6.2±1.1b	3.1±1.1a	p<0.001
매운 냄새	5.1±3.2	6.0±1.9	-
단맛	2.6±1.1a	5.4±1.9b	p<0.001
매운 맛	3.8±2.0a	5.7±1.7b	p<0.05
단단한 조직감	5.8±2.6	5.1±1.2	-
전체적 기호도	2.2±1.2a	4.4±1.5b	p<0.001

¹⁾봄 순무, 3월과중-6월수확; ²⁾가을 순무, 9월과중-11월수확 a,b, : 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

(3) 봄 순무의 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 항산화능

순무에는 적색을 갖는 안토시아닌 색소가 표피에 많이 있다. 안토시아닌 색소는 혈중콜레스테롤을 낮추는 능력이 알려짐에 따라 관심을 끌고 있다. 또한 폴리페놀과 항산화력은 암이나 동맥경화, 노화를 억제시킬 수 있는 성분으로 추정되고 있다. 봄 순무 중 수확시기별로 순무의 안토시아닌색소함량과 폴리페놀함량, 그리고 항산화력을 나타내는 수소공여능을 조사한 결과는 표 32와 같다. 4월수확한 순무는 안토시아닌 색소와 항산화능을 나타내는 수소공여능이 아주 낮았고, 3월과중-6월수확한 순무는 안토시아닌 색소함량이 낮고, 수소공여능은 상당히 높았다. 그리고 4월과중-6월수확한 순무는 안토시아닌 색소함량이 높고, 수소공여능도 높았다.

이러한 결과는 재배시기에 따른 기온의 영향으로 보였다. 기온이 낮은 2월과중하여 재배된 순무는 안토시아닌 색소와 폴리페놀, 수소공여능 모두가 낮았고, 그리고 기온에 따뜻한 3월부터 재배된 순무에서는 수소공여능이 중간정도로 증가하였고, 더 따뜻한 4월부터 재배된 순무는 안토시아닌 색소 함량과 수소공여능이 높았다. 따라서 안토시아닌 색소는 재배온도가 높으면 많이 생산되고 있으며, 수소공여능도 재배온도에 의존하고 있다고 생각되었다.

표 32. 봄 순무의 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 수소공여능

종류	안토시아닌 색소 함량(mg/100g)	폴리페놀 함량 (g/100g, tannic acid로서)	수소공여능 (% , DPPH)
2월과중-4월수확	0.04±0.02a	0.04±0.01b	0.6±0.2a
3월과중-6월수확	0.03±0.02a	0.02±0.01a	59.5±23.1b
4월과중-6월수확	1.45±0.73b	0.05±0.09c	78.7±22.9c

* 인천 강화읍 생산, a,b,c : 동일한 칸(column)에 알파벳글자가 같은 것은 유의하지 않음, p>0.05

다. 농축물의 파우다(powder) 제조

(1) 동결건조에 의한 파우다(powder)의 제조

순무에서 추출한 농축물을 이용하여 파우다(powder, 분말)를 제조하는 방안을 모색하

었다. 농축물을 분말로 만들면, 중량이 가벼워지고, 장기간 보존할 수 있으며, 이용성이 확대된다. 순무농축물을 동결건조하고 분쇄하여 분말로 제조하였다. 순무농축물의 동결건조분말은 수분 8.7%, 회분 7.9%, 백색도(L) 58.7, 적색도(a) 9.1, 황색도(b) 10.3, 당도(굴절당도로써) 91.3% 이었다. 그리고 안토시아닌 색소는 804 mg/100g, 폴리페놀은 804 mg/100g이었다(표 33).

표 33. 순무농축물의 동결건조분말의 특성

항목	함량
수분	8.7±0.3 %
회분	7.9±0.0 %
색도	L=58.7±1.3, a=9.1±0.5, b=10.3±0.7
당도(굴절계, %)	91.3 %
안토시아닌 색소 함량	33 mg/100g
폴리페놀 함량	804 mg/100g



그림 6. 순무농축물의 동결건조 분말

(2) 과립(granular)제조를 위한 순무농축물의 배합비율

순무농축물을 이용하여 음료를 위한 과립의 제조방안을 시험하였다. 과립을 제조하기 위하여 순무농축물과 설탕과의 배합비율을 조사하였다. 당도 10%에 대하여 순무농축물(고형물 70%)을 0~2%로 첨가하고 관능특성을 조사하였다(표 34). 그 결과 외관, 색, 맛, 향기, 그리고 전체적 기호도에서 순무농축물 0.5%가 가장 적합한 것으로 나타났다.

표 34. 순무농축물의 농도가 순무음료의 관능특성에 미치는 영향

항목	대조군 (순무 0%)	순무농축물 0.5%	순무농축물 1%	순무농축물 2%	유의확률
외관	6.2±1.3c	6.7±1.4c	4.5±1.2b	3.6±1.4a	p<0.01
색	6.1±1.2c	6.2±1.5c	4.6±1.3b	2.8±0.9a	p<0.05
맛	5.2±0.6b	4.9±1.5b	2.3±0.9a	1.8±1.0a	p<0.001
향기	4.7±1.6a	5.0±2.1b	3.6±1.7a	2.8±1.4a	p<0.001
전체적 기호도	4.6±1.6b	4.9±2.2b	3.3±1.4a,b	2.6±1.4a	p<0.001

설탕 10%, ascorbic acid에 의한 pH 3.75 ; a,b,c,d, 동일한 열(row)에 알파벳글자가 같은 것은 유의하지 않음, p>0.05

(3) 과립제조를 위한 적정 설탕농도

순무농축물이 혼합된 순무음료에서 설탕농도가 순무음료에 미치는 영향을 조사하였다. 순무농축물 0.5%에서 설탕농도를 8~12%로 첨가하고 관능특성을 조사하였다(표 35). 그 결과 외관, 색, 맛, 향기, 전체적 기호도에서 약간의 차이를 보였으나, 통계적으로 유의하지는 않았다. 따라서 통계적으로 유의하지는 않지만, 전체적 기호도가 비교적 높은 설탕 8%를 선발하였다.

표 35. 설탕농도가 순무음료의 관능특성에 미치는 영향

항목	순무음료* (설탕 8%)	순무음료 (설탕 10%)	순무음료 (설탕 12%)	유의확률
외관	5.0±0.7	5.1±0.6	4.8±1.0	-
색	4.9±0.6	4.9±0.6	4.9±1.2	-
맛	4.3±1.0	4.1±0.7	4.0±1.4	-
향기	3.9±2.1	3.6±1.5	2.7±1.2	-
전체적 기호도	4.0±2.1	3.7±1.6	2.9±1.4	-

* 순무농축물 0.5%; pH 3.75

(4) 과립제조를 위한 적정 pH

순무음료의 적정 pH를 조사하기 위하여 순무와 설탕이 혼합된 순무음료에 ascorbic acid로 pH를 3.50, 3.75, 4.00으로 조절하고 관능특성을 조사하였다(표 36). 그 결과 외관은 pH 4.00이 pH 3.75보다 더 높은 것으로 나타났다. 이외에 색, 맛, 향기, 전체적 기호도는 차이는 있으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

표 36. 순무음료의 pH가 관능특성에 미치는 영향

항목	순무음료* pH 3.50	순무음료 pH 3.75	순무음료 pH 4.00	유의확률
외관	4.5±0.7a	4.8±0.6a,b	5.1±0.8b	p<0.05
색	4.5±1.0	4.9±0.6	5.3±0.9	-
맛	4.2±1.7	4.0±0.9	4.3±1.7	-
향기	3.8±1.6	3.7±1.6	3.7±1.5	-
전체적 기호도	4.5±1.3	3.8±1.7	3.7±1.6	-

*순무농축물: 0.5%, 설탕 8%; a,b 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

(5) 홍삼농축액이 혼합된 순무음료의 관능특성

시판 홍삼농축액을 순무음료에 혼합하고 홍삼농축액이 순무음료의 관능특성에 미치는 영향을 조사하였다. 순무농축물 0.500%에 홍삼농축물 0.125%를 혼합한 음료, 순무농축물 0.500%에 홍삼농축물 0.250%를 혼합한 음료, 홍삼농축물 0.250%의 음료, 각각 4종의 관능특성을 조사하였다(표 37). 그 결과 순무농축물 0.500%와 홍삼농축물 0.125%를 혼합한 음료는 맛에서 가장 낮은 수치를 보였으며, 순무농축물 0.500%와 홍삼농축물 0.250%를 혼합한 음료는 그 다음으로 낮은 수치를 보였다. 순무농축물 0.500%의 음료는 홍삼농축물 0.250%의 음료보다 맛이 약간 낮은 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않았다. 전체적 기호도로 볼 때 순무농축물 0.500%의 음료는 홍삼농축물 0.250%의 음료와 외관, 색, 맛, 향기, 전체적 기호도에서 거의 같은 수준으로 나타남으로서 순무농축물도 홍삼농축물과 같이 관능특성면에서 상품성이 가능한 것으로 나타났다.

표 37. 홍삼농축물이 혼합된 순무음료의 관능특성

항목	A ¹⁾	B ²⁾	C ³⁾	D ⁴⁾	유의확률
외관	5.1±1.4	5.8±1.2	5.3±1.5	4.2±1.3	-
색	5.1±1.1	5.6±1.3	5.5±1.2	4.1±1.0	-
맛	4.5±1.6c	2.7±1.7a	3.2±1.0b	5.1±1.3c	p<0.05
향기	4.8±1.7	3.5±1.7	4.5±1.8	4.8±1.0	-
전체적 기호도	4.6±1.6	3.6±1.3	4.2±1.3	4.5±0.5	-

¹⁾A, 순무농축물 0.500%; ²⁾B, 순무농축물 0.500%+홍삼농축물 0.125%; ³⁾C, 순무농축물 0.500%+ 홍삼농축물 0.250%; ⁴⁾D, 홍삼농축물 0.250%; 홍삼농축액 : 상품명 홍삼정, 고형물 함량 66% (농협중앙회 고려인삼창 제품); a,b,c : 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

(6) 분말형태별 순무음료의 관능특성

동결건조된 순무분말과 포도당, ascorbic acid를 혼합하여 순무음료용 혼합분말을 제조하였고, 동일한 배합비율의 순무농축물과 포도당, ascorbic acid로 과립을 제조하였다. 동결건조된 순무농축물로 제조된 혼합분말과 순무농축물로 제조된 과립은 물에 녹이고 즉시 관능검사를 실시하였다. 대조구로서 순무농축물로 제조된 순무음료를 사용하였다(표 38). 혼합분말로 제조된 순무음료와 과립으로 제조된 순무음료 간에는 외관, 색, 맛, 향기, 전체적 기호도에서 모두 차이가 없었고, 대조구인 순무음료에 비하면, 외관과 맛에서 더 우수하였다. 혼합분말로 만든 음료는 물에 녹는데 다소 시간이 걸리는 단점이 있는 단점이 있었으나 과립은 물에 잘 녹는 장점이 있었다.

표 38. 혼합분말과 과립제조된 순무음료와 농축물의 관능특성

항목	혼합분말	과립	대조구 (순무음료)	유의확률
외관	5.2±1.1b	5.4±1.3b	3.8±1.5a	p<0.05
색	5.2±1.2	5.1±1.5	4.4±1.8	-
맛	3.0±1.5b	3.9±1.4b	2.6±1.5a	p<0.05
향기	3.5±1.4	3.6±1.4	3.7±1.9	-
전체적 기호도	3.2±1.4	3.6±1.5	3.7±2.2	-
비고	물에 느리게 녹음	물에 잘 녹음	-	-

a,b : 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05



그림 7. 순무음료를 위한 혼합분말과 과립

4. 순무의 형태별 회수율 조사

가. 형태별 농축물의 회수율 분석

(1) 봄 순무의 중량별 분포와 회수율

순무의 형태별로 농축물의 회수율에 차이가 있는지의 여부를 조사하기 위하여 먼저 순무의 중량별분포를 조사하였다. 순무 약 50개의 중량을 측정하고 평균치와 표준편차를 계산한 다음 평균치에서 표준편차를 뺀 수치의 하한선(평균-표준편차)이하를 “작은 중량의 순무(I)”으로 하였고, 이 하한선이상, 그리고 평균치에 표준편차를 더한 상한선(평균+표준편차)이하의 순무를 “중간 중량의 순무(II)”로 하였고, 상한선이상의 순무를 “큰 중량의 순무(III)”로 분류하였다. 이것은 통계적으로 정규분포를 이룰 때, 하한선(평균-표준편차)이하는 16.7%, 상한선과 하한선(평균±표준편차)사이에는 66.5%, 하한선(평균+표준편차)은 16.7%를 차지한다는 이론에 근거한 것이다.

인천 강화읍에서 2월과중하여 4월말 수확된 봄순무의 중량분포를 조사한 결과는 표 39와 같다. 작은 중량의 순무는 평균 275.1g/개 이었고, 중간중량의 순무는 393.4g/개, 큰 중량의 순무는 491.5g/개 이었다. 부피를 보면 작은 중량의 순무는 284.3cm³, 중간중량의 순무는 411.9cm³, 큰 중량의 순무는 492.2cm³이었다. 중량과 부피로부터 밀도를 계산하면 작은 중량의 순무는 1.004 g/cm³, 중간 크기의 순무는 0.979g/cm³, 큰 중량의 순무는 1.009g/cm³으로 중량에 따라서 밀도는 거의 차이가 없었다. 개체수의 분포를 보면 작은 중량의 순무는 16.0%, 중간 중량의 순무는 74.0%, 큰 중량의 순무는 10.0%로서 정규분포에 비하여 큰 중량의 순무가 약간 적고, 중간 중량의 순무가 약간 많았다. 중량별

로 분류된 순무에서 추출하여 농축물을 제조한 후 농축물의 회수율을 조사하였다. 작은 중량의 순무에서는 4.3%의 농축물이 회수되었고, 중간 중량의 순무는 4.4%, 큰 중량의 순무에서도 4.3%가 회수됨으로서 중량간 회수율의 차이는 없었다.

표 39. 봄 순무의 중량분포(2월과중-4월말수확, 인천 강화읍 생산)

종류	작은 중량 I (233.1~311.5g)	중간 중량 II (320.3~448.9g)	큰 중량 III (468.3~536.0g)	평균
중량(g/개)	275.1±28.6	393.4±41.8	491.5±29.4	384.3±68.2
부피(cm ³)	284.3±74.6	411.9±88.2	492.2±64.2	399.5±100.0
밀도(g/cm ³)	1.004±0.167	0.979±0.131	1.009±0.113	0.986±0.133
개체수 분포(%)	16.0	74.0	10.0	-
농축물 회수율(%)	4.3±0.5	4.4±0.4	4.3±0.5	4.4±0.4

N = 50개; 회수율(%) = 농축물(g, dry weight basis)/순무g x 100

인천 강화읍에서 3월과중하여 6월 수확된 봄순무의 중량분포를 조사한 결과는 표 40과 같고 4월과중-6월수확 봄 순무의 중량분포는 표 41과 같다. 인천 강화읍에서 3월과중하여 6월 수확된 봄 순무중 작은 중량의 순무는 평균 309.9g/개 이었고, 중간 중량의 순무는 493.2g/개, 큰 중량의 순무는 875.4g/개이었다. 4월과중하여 6월 수확된 봄 순무중 작은 중량의 순무는 평균 225.4g/개이었고, 중간 중량의 순무는 390.0g/개, 큰 중량의 순무는 784.2g/개 이었다. 따라서 6월에 수확하는 순무라도 3월에 과중한 순무가 4월에 과중한 순무보다 더 중량이 컸다. 밀도를 보면 3월과중 6월수확한 순무는 작은 중량의 순무는 1.029g/cm³, 중간 중량의 순무는 1.092g/cm³, 큰 중량의 순무는 1.012g/cm³으로 중량간의 차이는 크지 않았다. 4월과중-6월수확한 순무의 경우 작은 중량의 순무의 밀도는 1.126g/cm³, 중간 중량의 순무는 1.166g/cm³, 큰 중량의 순무는 1.009g/cm³으로 순무 중량간에 밀도차이는 역시 크지 않았다. 그러나 개체수 분포를 보면 3월과중-6월수확순무는 작은 중량의 순무가 13.1%, 중간 중량의 순무가 68.9%, 큰 중량의 순무가 18.0%로서 정규분포에 비슷한 반면, 4월과중-6월수확한 순무는 작은 중량의 순무가 8.8%, 중간 중량의 순무가 81.1%, 큰 중량의 순무가 10.1%로서 정규분포보다는 중간부분이 더 밀집된 분포를 보였다. 회수율을 보면 3월과중-6월수확의 순무의 경우 작은 중량의 순무, 중간 중량의 순무, 큰 중량의 순무 모두 비슷한 수치를 보였고 4월과중-6월수확의 순무도 모두 비슷한 수치를 보여서, 통계적으로 차이가 없었다.

표 40. 봄 순무의 중량분포(3월과중-6월초수확, 인천 강화읍 생산)

종류	작은 중량 I (255.3~318.0g)	중간 중량 II (357.7~681.3g)	큰 중량 III (750.5~1,142.3g)	평균
중량분포(g/개)	309.9±26.5	493.2±98.2	875.4±117.8	538.8±196.6
부피분포(cm ³)	304.4±44.1	456.6±113.8	866.0±113.3	517.6±204.6
밀도분포(g/cm ³)	1.029±0.113	1.092±0.238	1.012±0.064	1.012±0.064
개체수 분포(%)	13.1	68.9	18.0	-
농축물 회수율(%)	3.1±0.3a	3.2±0.2a	3.1±0.3a	3.1±0.4a

N = 61개

표 41. 봄 순무의 중량분포(4월과중-6월말수확, 인천 강화읍 생산)

종류	작은 중량 I (207.8~237.3g)	중간 중량 II (248.4~530.0g)	큰 중량 III (623.7~1,025.7g)	평균
중량분포(g/개)	225.4±11.5	390.0±81.5	784.2±187.1	420.5±172.6
부피분포(cm ³)	208.6±42.2	345.9±101.9	850.4±163.1	392.6±204.9
밀도분포(g/cm ³)	1.126±0.270	1.166±0.224	1.009±0.1006	1.143±0.221
개체수 분포(%)	8.8	81.1	10.1	-
농축물 회수율	2.9±0.6a	2.9±0.0a	3.0±0.6a	3.0±0.6a

N = 61개

(2) 생산지별 가을 순무의 중량분포와 회수율

2005년에는 가을 순무가 인천 강화군 이외에 여러 지역에서 생산되었다. 각 지역에서 생산된 가을순무를 수집하여 중량, 부피, 밀도, 그리고 농축물의 회수율을 조사하였다. 조사된 순무는 인천 강화(강화읍), 인천 강화(양도면), 전북 고창, 충남 부여, 전남 영암에서 2005년 11월에 수확된 것이다.

인천 강화군 강화읍에서 생산된 가을순무의 중량분포와 부피, 밀도, 개체수 분포, 농축물의 회수율을 조사한 결과는 표 42와 같다. 강화읍에서 생산된 가을 순무중 작은 중량의 순무는 393.8g/개 이었고, 중간 중량의 순무는 729.0g/개, 큰 중량의 순무는 1,214.3g/개 이었다. 부피를 측정한 후 밀도를 계산한 결과, 작은 중량의 순무는 밀도 0.873g/m³, 중간중량 순무의 밀도는 0.920g/cm³, 큰 중량순무의 밀도는 0.984g/cm³으로 중량이 클수록 밀도도 커지는 경향이 있었다. 개체수 분포는 작은 중량의 순무가 15.2%,

중간중량의 순무가 72.2%, 큰 중량의 순무가 12.6%로 대체로 정규분포에 접근하였다. 순무에서 추출된 농축물의 회수율은 압착기로 순무를 압착한 후 즈과 압착잔사를 분리하여 즈은 그대로 농축하였으며, 잔사는 에탄올로 추출한 후 농축하여 회수율을 측정하였다. 그 결과 작은 중량의 순무에서는 즈에서 1.1%가 회수되었고, 압착잔사에서 1.6%가 회수되어 총 2.7%를 얻었다. 중간 중량의 순무에서는 즈에서 1.7%, 압착잔사에서 1.4%가 회수되어 총 3.1%를 얻었다. 큰 중량의 순무에서는 즈에서 1.4%, 압착잔사에서 1.7%가 회수되어 총 3.1%를 얻었다.

표 42. 가을 순무(강화읍)의 중량분포와 회수율

종류 (범위)	작은 중량 I (243.7~466.0g)	중간 중량 II (471.5~993.4g)	큰 중량 III (1,139.9~1,255.3g)	평균
중량분포(g/개)	393.8±70.2	729.0±158.6	1,214.3±231.8	732.8±263.1
부피분포(cm ³)	451.1±79.8	790.5±158.6	1,232.9±228.2	788.9±255.4
밀도분포(g/cm ³)	0.873±0.050a	0.920±0.041b	0.984±0.014c	0.9202±0.0492
개체수 분포(%)	15.2	72.2	12.6	-
회수율(%)	즈 1.1+잔사 1.6 = 합계 2.7	즈 1.7+잔사 1.4 = 합계 3.1	즈 1.4+잔사 1.7 = 합계 3.1	

N = 79개; a,b,c : 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

인천 강화군 양도면에서 생산된 가을순무의 중량분포와 부피, 밀도, 개체수분포, 회수율을 조사한 결과는 표 43과 같다. 양도면에서 생산된 순무중 작은 중량의 순무는 494.1±29.1g/개이었고, 중간 중량의 순무는 686.9±115.0g/개, 큰 중량의 순무는 1,063.9±113.2g/개이었다. 부피를 측정한 후 밀도를 계산한 결과, 작은 중량의 순무는 밀도 0.918±0.021g/m³, 중간중량 순무의 밀도는 0.935±0.027g/cm³, 큰 중량순무의 밀도는 0.969±0.023g/cm³으로 중량이 클수록 밀도도 약간 커지는 경향이 있었다. 개체수 분포는 작은 중량의 순무가 12.0%, 중간 중량의 순무가 72.0%, 큰 중량의 순무가 16.0%로 대체로 정규분포에 접근하였다. 순무를 압착기로 압착한 후 즈과 압착잔사를 분리하여 즈은 그대로 농축하고, 잔사는 에탄올로 추출한 후 농축하여 회수율을 측정하였다. 그 결과 작은 중량의 순무에서는 즈에서 1.0%가 회수되었고, 순무잔사에서 1.6%가 회수되어 총 2.6%를 얻었다. 중간 중량의 순무에서는 즈에서 1.0%, 순무잔사에서 1.0%가 회수되어 총 2.0%를 얻었다. 큰 중량의 순무에서는 즈에서 1.5%, 순무잔사에서 1.5%가 회수되어

총 3.0%를 얻었다. 강화읍의 순무와 비교하면 중량, 밀도, 회수율에서 큰 차이가 없었다.



(인천 강화읍)



(인천 양도면)



(전북 고창)



(충남 부여)



(전남 영암)

그림 8. 생산지별 가을 순무의 형태

표 43. 가을 순무의 중량분포 (11월 수확, 인천 강화군 양도면)

종류	작은 중량 I (439.0~524.2g)	중간 중량 II (532.5~911.3g)	큰 중량 III (922.0~1,310.2g)	평균
중량분포(g/개)	494.1±29.1	686.9±115.0	1,063.9±113.2	724.1±196.0
부피분포(cm ³)	538.1±25.0	733.9±117.8	1,097.1±127.0	768.3±193.1
밀도분포(cm ³ /g)	0.918±0.021a	0.935±0.027b	0.969±0.023c	0.938±0.029
개수 분포(%)	12.0	72.0	16.0	-
회수율(%)	즙 1.0+잔사 1.6 = 합계 2.6	즙 1.0+잔사 1.0 = 합계 2.0	즙 1.5+잔사 1.5 = 합계 3.0	

N = 50개; a,b,c 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

전북 고창에서 생산된 가을순무의 중량분포와 부피, 밀도, 개체수분포, 회수율을 조사한 결과는 표 44와 같다. 고창에서 생산된 순무중 작은 중량의 순무는 평균 279.0±22.6g/개이었고, 중간 중량의 순무는 382.5±43.3g/개, 큰 중량의 순무는 533.9±44.5g/개이었다. 부피를 측정후 밀도를 계산한 결과, 작은 중량의 순무는 밀도 0.933±0.047g/cm³, 중간중량 순무의 밀도는 0.946±0.034g/cm³, 큰 중량순무의 밀도는 0.947±0.023g/cm³밀도는 큰 차이가 없었다. 개체수 분포는 작은 중량의 순무가 20.0%, 중간중량의 순무가 62.0%, 큰 중량의 순무가 18.0%로 대체로 정규분포에 접근하였다. 순무를 압착기로 압착한 후 즙과 압착잔사를 분리하여 즙은 그대로 농축하고, 잔사는 에탄올로 추출한 후 농축하여 회수율을 측정하였다. 그 결과 작은 중량의 순무에서는 즙에서 1.2%가 회수되었고, 압착잔사에서 5.4%가 회수되어 총 6.6%를 얻었다. 중간 중량의 순무에서는 즙에서 1.6%, 압착잔사에서 2.4%가 회수되어 총 4.0%를 얻었다. 큰 중량의 순무에서는 즙에서 1.8%, 압착잔사에서 2.1%가 회수되어 총 3.9%를 얻었다. 강화읍의 순무와 비교하면 중량이 작고, 밀도도 작으며, 회수율은 높은 편 이었다.

충남 부여에서 생산된 가을순무의 중량분포와 부피, 밀도, 개체수분포, 회수율을 조사한 결과는 표 45와 같다. 부여에서 생산된 순무중 작은 중량의 순무는 108.7±10.4g/개 이었고, 중간 중량의 순무는 199.9±51.2g/개, 큰 중량의 순무는 433.7±98.9g/개이었다. 부피를 측정후 밀도를 계산한 결과, 작은 중량의 순무는 밀도 0.814±0.031g/cm³중간중량 순무의 밀도는 0.905±0.063g/cm³, 큰 중량순무의 밀도는 0.928±0.048g/cm³중량이 커질수록 밀도도 커지는 경향이 있었다. 개체수 분포는 작은 중량의 순무가 8.0%, 중간중량의 순무가 80.0%, 큰 중량의 순무가 12.0%로 중간에 집중된 분포를 보였다. 순무를 압착기

로 압착한 후 즈과 순무잔사를 분리하여 즈은 그대로 농축하고, 잔사는 에탄올로 추출한 후 농축하여 회수율을 측정하였다. 그 결과 작은 중량의 순무에서는 즈에서 0.5%가 회수되었고, 잔사에서 4.1%가 회수되어 총 4.6%를 얻었다. 중간 중량의 순무에서는 즈에서 1.4%, 잔사에서 3.0%가 회수되어 총 4.4%를 얻었다. 큰 중량의 순무에서는 즈에서 0.5%, 잔사에서 3.1%가 회수되어 총 3.6%를 얻었다. 강화읍의 순무와 비교하면 중량이 작고, 밀도는 비슷하며, 회수율은 높은 편이었다.

표 44. 가을 순무의 중량분포 (11월 수확, 전북 고창)

종류	작은 중량 I (245.5~300.0g)	중간 중량 II (302.6~471.1g)	큰 중량 III (479.4~608.7g)	평균
중량분포(g/개)	279.0±22.6	382.5±43.3	533.9±44.5	388.7±88.1
부피분포(cm ³)	299.5±26.0	403.9±42.0	547.9±47.4	408.3±85.8
밀도분포(g/cm ³)	0.933±0.047	0.946±0.034	0.947±0.023	0.949±0.037
개수 분포(%)	20.0	62.0	18.0	-
회수율(%)	즈 1.2+잔사 5.4 = 합계 6.6	즈 1.6+잔사 2.4 = 합계 4.0	즈 1.8 +잔사 2.1 = 합계 3.9	

N = 50개

표 45. 가을 순무의 중량분포 (11월 수확, 충남 부여)

종류	작은 중량 I (95.5~118.8g)	중간 중량 II (122.6~310.4g)	큰 중량 III (323.9~584.2g)	평균
중량분포(g/개)	108.7±10.4	199.9±51.2	433.7±98.9	220.6±99.8
부피분포(cm ³)	113.9±15.7	219.9±49.7	471.1±130.9	243.1±107.3
밀도분포(g/cm ³)	0.814±0.031a	0.905±0.063b	0.928±0.048c	0.900±0.064
개수 분포(%)	8.0	80.0	12.0	-
회수율(%)	즈 0.5 +잔사 4.1 = 합계 4.6	즈 1.4 +잔사 3.0 = 합계 4.4	즈 0.5 +잔사 3.1 = 합계 3.6	

N = 50개; a,b,c 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

전남 영암에서 생산된 가을순무의 중량분포와 부피, 밀도, 개체수분포, 회수율을 조사한 결과는 표 46과 같다. 영암에서 생산된 순무중 작은 중량의 순무는 102.4±10.3g/개 이었고, 중간 중량의 순무는 161.0±27.3g/개, 큰 중량의 순무는 271.8±30.6g/개이었다. 부피를 측정한 후 밀도를 계산한 결과, 작은 중량의 순무는 밀도 0.590±0.041g/m³, 중간

중량 순무의 밀도는 $0.655 \pm 0.079 \text{g/cm}^3$, 큰 중량순무의 밀도는 $0.773 \pm 0.100 \text{g/cm}^3$ 으로 중량이 클수록 밀도도 높아졌다. 개체수 분포는 작은 중량의 순무가 14.0%, 중간중량의 순무가 70.0%, 큰 중량의 순무가 16.0%로 대체로 정규분포를 보였다. 순무를 압착기로 압착한 후 즈과 순무잔사를 분리하여 즈은 그대로 농축하고, 잔사는 에탄올로 추출한 후 농축하여 회수율을 측정하였다. 그 결과 작은 중량의 순무에서는 즈에서 1.4%가 회수되었고, 잔사에서 2.5%가 회수되어 총 3.9%를 얻었다. 중간 중량의 순무에서는 즈에서 1.6%, 잔사에서 2.7%가 회수되어 총 4.3%를 얻었다. 큰 중량의 순무에서는 즈에서 2.0%, 잔사에서 2.2%가 회수되어 총 4.4%를 얻었다. 강화읍의 순무와 비교하면 중량이 작고, 밀도는 비슷하며, 회수율은 높은 편이었다.

표 46. 가을 순무의 중량분포 (12월 수확, 영암)

종류	작은 중량 I (90.7~114.5g)	중간 중량 II (117.3~216.4g)	큰 중량 III (243.9~319.4g)	평균
중량분포(g/개)	102.4±10.3	161.0±27.3	271.8±30.6	170.5±55.4
부피분포(cm ³)	173.4±8.5	247.5±41.5	354.6±44.7	254.3±64.0
밀도분포(g/cm ³)	0.590±0.041a	0.655±0.079a	0.773±0.100b	0.665±0.093
개수 분포(%)	14.0	70.0	16.0	-
회수율(%)	즈1.4 +잔사2.5 = 합계 3.9	즈1.6+잔사2.7 = 합계4.3	즈2.0+잔사2.2 = 합계4.2	

N = 50개; a,b,c 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, $p < 0.05$

생산지별 순무의 평균적인 중량, 부피, 밀도를 비교하였다(표 47). 한 개당 중량을 보면 전남 영암과 충남 부여의 순무가 가장 작았다. 전북 고창의 순무는 이보다 약간 더 컸다. 인천 강화읍과 양도면의 순무가 가장 컸다. 부피도 중량과 비슷한 추세를 보였다. 그러나 밀도를 보면 전남 영암의 순무는 밀도가 0.665g/cm^3 으로 낮았고, 충남 부여, 인천 강화읍과 양도면의 순무는 $0.900 \sim 0.939 \text{g/cm}^3$ 이었다. 전북 고창의 순무는 0.949g/cm^3 으로 가장 밀도가 높았다.

(3) 적색 순무와 백색 순무의 관능특성

인천 강화읍에서 생산된 가을 순무 중에는 표피가 적색인 적색 순무와 표피에 적색이 없는 백색 순무도 있었다. 적색 순무와 백색 순무의 관능특성을 외관, 매운 냄새, 단맛, 매운맛, 단단한 조직감, 전체적 기호도를 조사하였다(표 48). 그 결과 적색 순무는

백색순무에 비하여 적색을 가진다는 점에서 차이가 있었을 뿐이고, 다른 매운 냄새, 단맛, 매운맛, 단단한 조직감에서 모두 차이가 없었다.

표 47 생산지별 순무의 중량, 부피, 밀도

지역		평균 중량(g/개)	평균 부피(cm ³ /개)	평균 밀도(g/cm ³)
1	인천 강화읍	732.8±263.1c	788.9±255.4c	0.920±0.049b,c
2	인천 양도면	724.1±196.0c	768.5±198.1c	0.939±0.029c,d
3	전북 고창	388.6± 88.1b	408.3± 85.8b	0.949±0.037 d
4	충남 부여	220.6± 99.8a	243.1±107.3a	0.900±0.064 b
5	전남 영암	170.5± 55.4a	254.3± 64.0a	0.665±0.094 a

* a,b,c : 동일한 칸에 알파벳글자가 같은 것은 유의하지 않음, p>0.05

표 48. 적색 순무와 백색 순무의 관능특성의 비교(인천 강화읍)

항목	적색 순무	백색 순무I	유의확률
외관(적색)	3.7±2.2b	1.8±1.8a	p<0.05
매운냄새	5.3±1.5	5.2±1.9	-
단맛	5.5±1.2	4.9±1.6	-
매운맛	4.1±1.7	4.2±1.8	-
단단한 조직감	4.6±1.4	5.4±1.7	-
전체적 기호도	5.3±1.2	4.7±1.2	-

* a,b,c : 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

(4) 중량별 가을 순무의 관능특성

강화읍에서 생산된 가을순무를 중량별로 분류하여 관능특성을 외관, 매운 냄새, 단맛, 매운맛, 단단한 조직감, 전체적 기호도로 조사하였다(표 49). 그 결과 작은 중량의 순무는 적색이 높고, 단단한 조직감을 갖고 있었으며, 중간 중량의 순무는 작은 중량의 순무에 비하여 적색이 낮고, 단맛이 적고, 조직감에서 단단함이 적었다. 큰 중량의 순무는 작은 중량의 순무에 비하여 조직감에서 단단함이 적은 것으로 나타났다. 매운 냄새와 매운 맛은 모두 차이가 없었다.

표 49. 가을 순무의 크기별 관능특성(인천 강화읍 순무)

항목	작은 중량 I	중간 중량 II	큰 중량 III	유의확률
외관(적색)	6.9±2.1c	3.8±2.0a	5.8±1.4b	p<0.001
매운 냄새	5.7±1.8	6.3±1.2	6.7±1.2	-
단맛	6.5±1.8b	4.8±1.7a	6.0±1.9b	p<0.05
매운맛	5.9±1.9	5.3±1.7	6.2±1.4	-
단단한 조직감	6.7±1.5b	5.2±1.4a	4.1±1.2a	p<0.001
전체적 기호도	6.2±2.0	4.7±1.6	5.3±2.2	-

* a,b,c : 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

(5) 생산지별 가을 순무의 관능특성

각각 다른 생산지에서 생산된 가을순무의 관능특성을 비교하였다(표 50). 가까운 지역인 인천 강화군 강화읍과 양도면에서 생산된 순무는 외관, 매운 냄새, 단맛에서 차이가 없었고, 강화읍에서 생산된 순무는 매운맛이 약간 더 높고, 단단한 조직감이 낮았다. 지역적으로 가까운 강화읍과 양도면의 순무는 비슷한 관능적 특성을 가지고 있었다. 강화읍과 전북 고창, 충남 부여, 전남 영암에서 생산된 순무를 비교하면, 강화읍의 순무는 적색이 다른 지역의 순무보다 상당히 높은 특징이 있었다. 전북 고창의 순무는 적색이 낮고, 단맛이 높고, 단단한 조직감이 높은 특징이 있었다. 충남 부여의 순무는 적색이 낮고, 단맛도 적고, 매운 맛, 단단한 조직감도 적었다. 전남 영암의 순무는 단단한 조직감이 높은 특징을 보였다. 전체적 기호도에서는 전북 고창의 순무, 인천 양도면, 전남 영암의 순무가 우수한 것으로 나타났다.

표 50. 생산지별 가을 순무의 관능특성

항목	인천 강화읍	인천 양도면	전북 고창
외관(적색)	7.2±1.2b	5.8±1.3b	2.1±1.6a
매운 냄새	4.6±2.2	3.3±2.6	4.1±2.0
단맛	3.7±2.3a	3.8±1.7a	6.1±1.4b
매운맛	4.6±2.8b	3.1±1.2a	4.6±1.9
단단한 조직감	4.1±1.8a	5.2±1.1b	7.0±1.1b
전체적 기호도	3.6±1.7a	5.0±1.5b,c	6.4±1.4c

표 50. 생산지별 가을 순무의 관능특성 (계속)

항목	충남 부여	전남 영암	유의 확률
외관(적색)	2.6±2.1a	2.3±1.4a	p<0.001
매운 냄새	2.8±1.7	3.9±2.4	-
단맛	3.9±1.9a	4.4±1.7a	p<0.01
매운맛	2.6±1.8ab	4.0±1.3	p<0.01
단단한 조직감	3.8±2.3a	6.8±1.2b	p<0.001
전체적 기호도	3.3±1.7a	4.9±1.3b,c	p<0.01

* a,b,c 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

나. 형태별 농축물의 성분

(1) 중량별 순무 농축물의 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물

인천 강화읍에서 생산된 가을 순무를 중량별로 세 개의 그룹으로 구분하여 순무농축물을 제조하고, 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물을 분석하였다(표 51). 그 결과 작은 중량의 순무에서 얻은 농축물은 회분, 조지방, 조단백질이 많았다. 중간 중량 이상의 순무는 회분, 조단백질이 적고, 탄수화물이 많았다.

표 51. 중량별로 순무의 농축물중 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물

종류	작은 중량 I	중간 중량 II	큰 중량 III	평균
회분(%)	15.5	9.5	11.0	12.0
조지방(%)	4.8	0.8	0.4	2.0
조단백질(%)	26.3	13.7	19.8	20.0
탄수화물(%)	53.3	76.0	68.7	66.0
합계	100.0	100.0	100.0	100.0

* 조단백질 : N x 6.25; * 건조중량기준

(2) 생산지별 순무농축물의 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물

순무의 생산지별로 농축물을 제조하고 일반성분을 조사하였다(표 52). 회분은 10.5~13.5%, 조지방은 0.3~3.4%, 조단백질은 17.0~21.1%, 탄수화물은 66.0~68.4%이었다. 전북 고창의 순무농축물은 회분이 적었고 인천 양도면과 전남 영암의 순무농축물은 회

분이 많고, 조지방이 적었다. 탄수화물은 대체로 비슷하였다.

표 52. 생산지별 순무의 농축물중 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물

종류	인천 강화읍	인천 양도면	전북 고창	충남 부여	전남 영암
회분(%)	12.0	13.6	10.5	11.0	13.5
조지방(%)	2.0	0.9	1.4	3.4	0.3
조단백질(%)	20.0	17.0	21.1	18.5	19.6
탄수화물(%)	66.0	68.4	67.0	67.0	66.5
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* 조단백질 : N x 6.25; * 건조중량기준

(3) 생산지별 가을 순무의 일반성분

생산지별 가을순무의 수분, 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물을 조사하였다(표 53). 인천 강화읍과 양도면의 순무는 대체로 수분이 91%내외로 수분이 다른 곳보다 약간 높고, 회분과 조단백질, 탄수화물이 적은 편이었다. 전남 고창과 충남 부여의 순무는 수분이 약간 적고, 회분과 조단백질, 탄수화물이 높은 편 이었다. 전남 영암의 순무는 회분은 중간, 조단백질은 높고 탄수화물은 중간인 편이었다.

표 53. 생산지별 가을순무의 일반 성분

종류	인천 강화읍	인천 양도면	전북 고창	충남 부여	전남 영암
수분(%)	91.1±0.3c	91.5±0.2c	84.1±2.7a	81.9±1.6a	87.9±0.2b
회분(%)	0.7±0.8a	0.7±0.8a	1.4±0.2b,c	1.6±0.1c	1.2±0.0b
조단백질(%)	1.2±0.5a	2.3±0.6b	2.2±0.3b	2.8±0.2b	2.4±0.9b
조지방(%)	0.3±0.3	0.3±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0
탄수화물(%)	6.7±0.6a,b	5.2±0.7a	12.3±2.0c	13.4±1.8c	8.1±0.1b
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* 조단백질 N x 6.25; a,b,c : 동일한 열(row)에 알파벳글자가 다른 것은 유의함, p<0.05

(4) 봄 순무와 가을 순무 농축물의 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물

인천 강화읍에서 생산된 봄 순무의 농축물과 가을 순무의 농축물을 비교하였다(표

54). 봄 순무의 농축물의 회분은 11.1%, 가을 순무의 회분은 12.0%로 비슷하였다. 그러나 조지방과 조단백질에서는 가을 순무가 약간 많았다.

표 54. 봄 순무와 가을 순무에서 얻은 농축물의 일반성분*

종류	봄 순무 농축물	가을 순무 농축물
회분(%)**	11.1	12.0
조지방(%)	0.8	2.0
조단백질(%)	18.3	20.0
탄수화물(%)	69.8	66.0
합계	100.0	100.0

* 봄 순무와 가을 순무 모두 인천 강화읍 생산; ** 건조중량기준(dry weight basis)

(5) 중량별 구분된 순무농축물의 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 수소공여능

인천 강화읍에서 생산된 순무중 중량별로 구분된 순무농축물의 폴리페놀과 안토시아닌 색소함량, 수소공여능을 조사한 결과는 표 55와 같다. 작은 중량의 순무는 폴리페놀, 안토시아닌 색소, 수소공여능이 큰 중량의 순무보다 더 높았다.

표 55. 중량별로 순무 농축물 중 폴리페놀 함량*

종류	작은 중량 I	중간 중량 II	큰 중량 III
폴리페놀 (g/100g)	2.561	1.097	0.991
안토시아닌 색소(g/100g)	1.477	0.363	0.120
수소공여능 (DPPH %/1g)	68.0	54.5	23.1

* 인천 강화읍 생산 순무

(6) 생산지별 순무농축물의 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 수소공여능

생산지별 순무에서 얻은 농축물의 폴리페놀, 안토시아닌 색소, 수소공여능을 조사한 결과는 표 56과 같다. 폴리페놀은 비슷하였으나, 안토시아닌 색소와 수소공여능은 인천 강화읍의 농축물이 가장 높았고, 전남 영암의 농축물이 가장 낮았다.

표 56. 생산지별 순무 농축물의 폴리페놀 및 안토시아닌 함량

종류	인천	인천	전북	충남	전남
	강화읍	양도면	고창	부여	영암
폴리페놀 (g/100g)*	1.097	0.542	0.918	1.203	0.830
안토시아닌 색소(g/100g)	0.363	0.045	0.036	0.086	0.020
수소공여능(DPPH %/1g)	54.2	38.7	23.1	33.2	13.9

* 건조중량기준(dry weight basis)

(7) 중량별로 구분된 순무 농축물의 금속 함량

인천 강화읍에서 생산된 중량별로 구분된 가을 순무의 농축물에서 Na, K, Ca, Zn, Fe, Mn의 함량을 조사한 결과는 표 57과 같다. 금속중에서 Na이 가장 함량이 높았고, Zn, Fe, Mn은 적었다. 중량이 작은 순무(I)와 중간중량(II)에서 얻은 농축물은 Na와 K 함량이 비슷하였고, 중량이 큰 순무(III)에서 얻은 순무농축물은 Na, K, Ca 함량이 높았다.

표 57. 중량별 순무 농축물의 금속함량 (mg/100g)

종류	작은 중량 I	중간 중량 II	큰 중량 III	평균
Na	120.3	119.4	134.1	124.6
K	37.6	34.8	44.7	39.1
Ca	19.8	22.4	32.8	25.0
Zn	0.5	0.5	0.9	0.6
Fe	0.2	0.2	0.2	0.2
Mn	0.0	0.0	0.1	0.1

* 건조중량기준(dry weight basis)

(8) 생산지별 순무농축물의 금속함량

생산지별 순무에서 얻은 농축물중의 금속함량은 표 58과 같다. 금속중 Na은 124~220 mg/100g으로 가장 높았고, K는 47~23 mg/100g, Ca은 74~21 mg/100g이었고, Zn, Fe, Mn은 적었다. 전북 고창의 순무농축물은 Na과 K가 다른 지역의 순무농축물보다 높았고, 인천 양도면의 순무농축물은 Ca이 높았다. 충남 부여의 순무농축물은 Zn이 높았

다.

표 58. 생산지별 순무 농축물의 금속함량 (mg/100g)

종류	인천 강화읍	인천 양도면	전북 고창	충남 부여	전남 영암
Na	124.6	135.4	220.3	139.8	135.7
K	39.1	28.6	47.1	23.6	23.9
Ca	30.0	74.2	50.2	21.6	33.4
Zn	0.1	0.5	0.7	0.9	0.3
Fe	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2
Mn	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1

(9) 계절별 순무농축물의 금속함량

인천 강화읍에서 생산된 봄 순무와 가을 순무에서 농축물을 제조하여 금속의 함량을 조사하였다(표 59). 그 결과 봄 순무의 농축물은 Na와 K, Zn, Mn이 약간 높고, 가을 순무의 농축물은 Ca가 약간 높았으나 차이는 크지 않았다.

표 59. 봄 순무의 농축물과 가을 순무의 농축물의 금속함량(mg/100g)

종류	봄 순무 농축물	가을 순무 농축물
Na	137.0	124.6
K	46.7	39.1
Ca	24.1	30.0
Zn	0.3	0.1
Fe	0.1	0.2
Mn	0.4	0.1

* 건조중량기준(dry weight basis)

(10) 생산지별 순무 중 금속함량

생산지별로 가을 순무에 포함된 금속을 조사하였다(표 60). 그 결과 농축물에서와

는 달리 Ca 이 가장 많은 금속이었고, 전북 고창의 순무에서 Ca 1,457 mg/100g로 가장 적었고, 인천 양도면 순무가 3,072 mg/100g으로 가장 많았다. 그 다음은 Na으로 전남 영암 순무에서 Na가 1,245 mg/100g으로 가장 적었고, 인천 양도면의 순무가 Na 2,387 mg/100g으로 가장 많았다. Fe은 충남 부여의 순무가 가장 많았다. Zn, Fe, Mn은 농축 물과 같이 순무에도 적었다. 인천 강화읍과 양도면의 순무는 Ca과 Na, K, Zn가 다른 지역의 순무보다 많았다.

표 60. 생산지별 순무의 금속함량 (mg/100g)

종류	인천 강화읍 순무	인천 양도면 순무	전북 고창 순무	충남 부여 순무	전남 영암 순무
Na	1,826.7	2,387.5	1,266.6	1,741.9	1,245.7
K	510.7	333.7	164.0	212.3	241.1
Ca	2,992.1	3072.1	1,457.9	2,422.5	1,509.2
Zn	10.5	11.9	5.5	10.3	8.1
Fe	11.8	12.0	5.7	15.0	7.3
Mn	2.9	2.6	2.4	4.3	2.1

* 건조중량기준(dry weight basis)

(11) 봄 순무와 가을 순무의 금속함량

인천 강화읍에서 생산된 봄 순무와 가을 순무의 금속함량을 비교하였다(표 61). 그 결과 봄 순무는 가을 순무에 비하여 Ca과 Na, K가 높았고, Zn, Fe, Mn은 비슷하였다.

표 61. 봄 순무와 가을 순무의 금속함량(mg/100g)

종류	봄 순무**	가을 순무**
Na	2,637.3	1,826.7
K	1,401.0	510.7
Ca	4,110.4	2,992.1
Zn	9.7	10.5
Fe	13.7	11.8
Mn	2.1	2.9

* 건조중량기준(dry weight basis); ** 인천 강화읍 생산순무

(12) 순무농축물과 순무중의 금속함량의 비율

순무농축물중의 금속과 순무중의 금속을 비교하였다(표 62). 농축물중 Na은 148.8 mg/100g이었고, 순무 중의 Na은 1,851.0mg/100g이었다. 즉 순무의 Na중 9.8%가 농축물로 회수되었다. K의 경우는 순무에서 농축물로 13.2%로 가장 많이 회수되었고, Ca은 순무에 가장 많은 금속이지만 농축물로 2%만이 회수되었다. Ca는 순무조직에 결합되어 있어서 농축물로 회수되지 않은 것으로 생각되었다. Fe와 Mn은 순무에서 2.9, 2.6%만이 농축물로 회수되었다.

표 62. 순무농축물과 순무의 금속함량과 비율

종류	순무 농축물 (mg/100g, A)	순무 (mg/100g, B)	비율* (%, A/B x100)
Na	148.8±35.4	1,851.0±70.4	9.8±4.7
K	34.8±10.9	477.1±468.9	13.2±8.8
Ca	38.1±20.6	2,594.0±1,018.2	2.0±1.1
Zn	0.7±0.2	9.3±2.2	8.9±4.9
Fe	0.2±0.1	10.9±3.7	2.9±2.3
Mn	0.1±0.1	2.7±0.8	2.6±1.9

* 비율(%) = 농축물중 개별금속 / 순무중 개별금속 x 100

(13) 중량별로 구분된 순무 농축물의 당류 성분

인천 강화읍에서 생산된 순무를 중량별로 분류하여 얻은 추출농축물중의 당류성분을 HPLC로 분석한 결과는 표 63과 같다. Glucose는 평균 43.9%로 가장 많았고, fructose는 32.4%이었고, sucrose는 6.8%로 많지 않았다. 이외에 다른 당류는 검출되지 않았다. 작은 중량의 순무농축물에는 83.3%, 중간 중량의 순무농축물은 80.4%, 큰 중량의 순무농축물은 85.4%로 큰 중량의 순무농축물에 당이 가장 많았다. glucose는 중량별로 큰 차이가 없었고, fructose는 작은 중량의 순무농축물이 큰 중량의 순무농축물보다 약간 많았고, 반대로 sucrose는 작은 중량의 순무농축물에서는 큰 중량의 순무농축물보다 적었다.

표 63. 중량별로 분류된 순무에서 얻은 농축물중 당 성분(%)

종류	작은 중량 I	중간 중량 II	큰 중량 III	평균
glucose	43.7	42.3	45.8	43.9
fructose	33.3	32.6	31.1	32.4
sucrose	6.3	5.5	8.5	6.8
합계	83.3	80.4	85.4	83.1

* 인천 강화읍 순무, 건조중량기준(dry weight basis)

(14) 생산지별 순무농축물의 당류

생산지별로 순무농축물중의 당류 함량을 조사한 결과는 표 64와 같다. 생산지별로 농축물의 당의 구성은 약간 차이가 있었다. 인천 강화읍과 인천 양도면의 순무농축물은 glucose가 가장 많았고, fructose는 조금 낮으며, sucrose는 매우 적었다. 그러나 전북 고창과 충남 부여의 순무농축물에는 glucose와 fructose, sucrose 함량이 거의 비슷하였다. 전남 영암의 순무농축물은 glucose와 fructose가 적고 sucrose 가 많았다.

표 64. 생산지별 순무농축물 중의 당류 함량

종류	인천 강화읍 순무농축물	인천 양도면 순무농축물	전북 고창 순무농축물	충남 부여 순무농축물	전남 영암 순무농축물
glucose (%)	43.9	49.7	27.3	29.0	7.3
fructose (%)	32.4	13.4	28.3	27.3	5.7
sucrose (%)	6.8	7.1	30.4	29.9	21.6

* 건조중량기준(dry weight basis)

(15) 봄 순무와 가을 순무 중 당류함량

인천 강화읍에서 생산된 봄 순무의 농축물과 가을 순무의 농축물 중의 당류 함량을 조사하였다(표 65). 봄 순무의 농축물은 가을 순무의 농축물에 비하여 당이 적었지만, 비슷한 당류분포를 보였다. 즉 봄 순무농축물중 glucose, fructose, sucrose는 가을 순무 농축물의 80~88%이었다.

표 65. 봄 순무 농축물과 가을 순무 농축물 중의 당류 함량

종류	봄 순무 농축물(A)	가을순무 농축물(B)	비율(A/B x100)
glucose (%)	39.0	43.9	88.8
fructose (%)	28.4	32.4	87.6
sucrose (%)	5.5	6.8	80.9

* 건조중량기준(dry weight basis); ** 인천 강화읍 생산순무

(16) 중량별로 분류된 순무 농축물에서 분획한 hexane 분획물의 gas chromatogram과 구성성분의 추정

순무농축물에서 각각 hexane으로 분획하여 gas chromatography로 분리하였다. 순무농축물중 hexane 분획층은 가장 유효한 성분이 존재한다고 추정되고 있다. 인천 강화읍에서 생산된 가을순무중 작은 중량의 순무와 중간 중량의 순무, 그리고 큰 중량의 순무농축물에서 분획한 hexane 분획들의 gas chromatogram은 그림 9, 10, 11과 같다. 세 종류의 분획물의 각 피크(peak)들의 mass spectrum을 분석하여 wiley library를 이용하여 성분을 추정한 결과는 표 66과 같다.

세 종류의 chromatogram은 대체로 비슷하였다. 머무름시간(retention time) 9.66~9.68분의 peak는 세 종류의 chromatogram 모두에서 20.77, 11.32, 13.03%로 검출되었는데, 2-penylethyl isocyanate로 추정되었다. 머무름시간 1.08~15.10분의 peak는 hexadecanoic acid ethyl ester로 추정되는 peak는 각각 6.31, 9.31, 8.96%로 나타났다. 또한 머무름시간 16.75~16.79분의 9,12,15-octadecatrienoic acid로 추정되는 peak는 각각 14.16, 21.32, 18.69%로 나타났다. 머무름시간 19.81~19.86분의 di-n-dctyl phthalate 로 추정되는 peak는 14.76, 11.93, 10.31로 나타났다. 이외에 29.61~29.72분의 ergost-5-en-3-ol로 추정되는 peak와 32.01~32.20의 gamma-sitosterol로 추정되는 peak 가 세 종류의 분획물에서 검출된 주요 peak 들 이었다.

그리고 작은 중량의 순무 농축물중 hexane 분획물에서는 1-isothicyanato butane으로 추정되는 머무름시간 9.19분의 peak가 특징적으로 검출되었고, 큰 중량의 hexane 분획물에서는 머무름시간 13.57분의 peak (unknown)가 검출되었다.

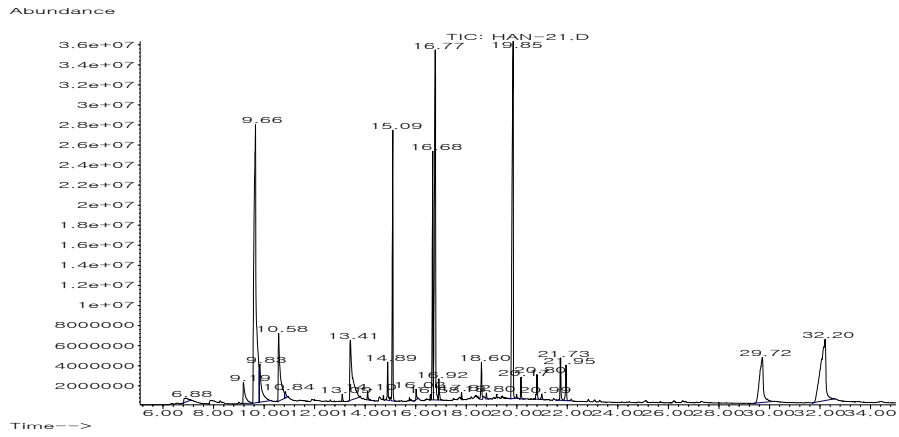


그림 9. 작은 중량(I)의 순무농축물에서 분리된 hexane 분획물의 gas chromatogram

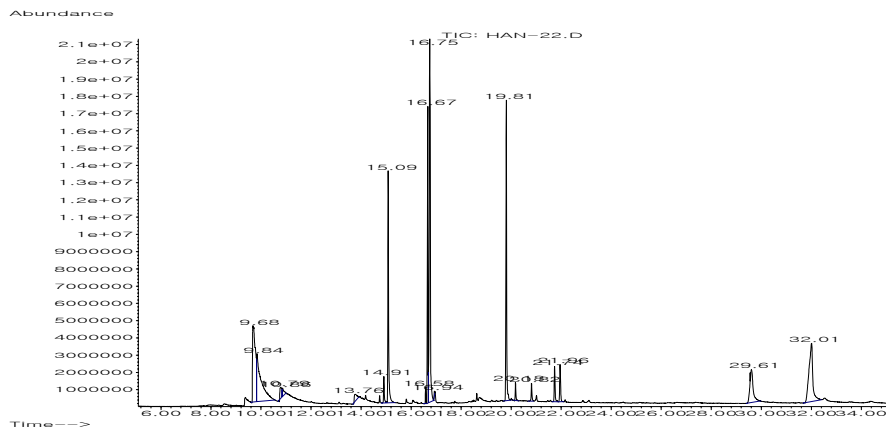


그림 10. 중간 중량(II)의 순무농축물에서 분리된 hexane 분획물의 gas chromatogram

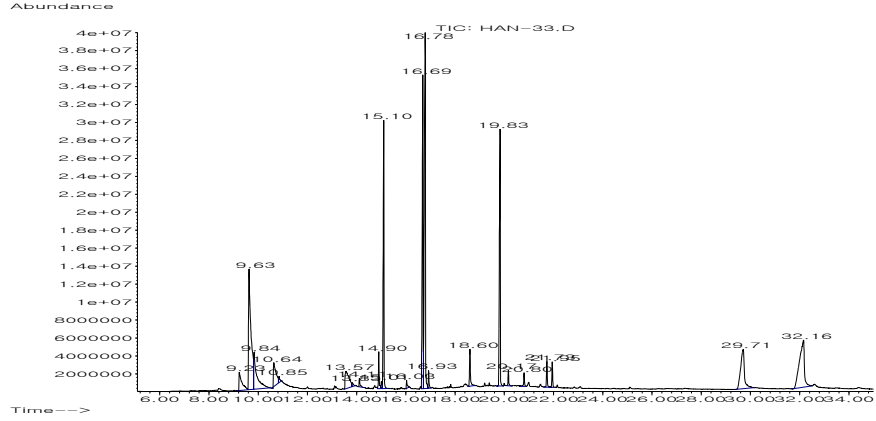


그림 11. 큰 중량(III)의 순무농축물에서 분리된 hexane 분획물의 gas chromatogram

표 66. 각종 순무농축물에서 분리된 hexane 분획물의 peak의 머무름시간, 면적비율, 추정성분

Retention Time (min)	면적비율(Area%)			추정성분(ID)	확률(Qual. %)
	작은중량I	중간중량II	큰중량III		
6.88	0.47	-	-	benzenepropanenitrile	93
9.19	1.38	-	-	butane, 1-isothiocyanato-	46
9.66-9.68	20.77	11.32	13.03	2-phenylethyl isothiocyanate	91
9.83-9.86	2.87	11.32	5.15	phenol, 2,6-bis(1,1-dimethyleth...	89
10.58-10.64	4.41	-	2.61	sulfide, sec-butyl cyclopentyl	22
10.79	-	0.92	-	n-Pentyl isothiocyanate	10
10.84-10.86	0.27	0.75	0.34	hexadecane	25

(후면 계속)

(계속)

Retention Time (min)	면적비율(Area%)			추정성분(ID)	확률(Qual. %)
	작은중량I	중간중량II	큰중량III		
13.09	0.18	-	-	tetradecanoic acid, ethyl ester	95
13.41-13.41	5.09	-	-	benzenemethanol, 2-methyl-,	50
13.57	-	-	2.91	unknown	
13.76	-	0.81	-	unknown	
13.83	-	-	0.22	unknown	
14.09-14.11	0.23	-	0.34	pentadecanoic acid, ethyl ester.	83
14.89-14.92	0.86	1.05	1.19	e-11-hexadecenoic acid, ethyl ester or ethyl 9-hexadecenoate	99 80
15.01	-	-	0.26	hexadecanoic acid, ethyl ester ...	99
15.08-15.10	6.31	9.31	8.96	hexadecanoic acid, ethyl ester	99
16.02-16.03	0.22	-	0.31	1-octadecene or 1-heptadecene	98 96
16.58	0.11	0.43	-	heptadecanoic acid, 15-methyl ester or octadecanoic acid, ethyl ester	93 91
16.67-16.69	6.02	9.03	11.7	linoleic acid ethyl ester or 9,12-octadecadienoic acid, ethyl ester	99 98
16.75-16.79	14.16	21.32	18.69	9,12,15-octadecatrienoic acid or methyl (z)-5,11,14,17-eicosatet... or ethyl linolate	99 93 93
16.92-16.94	0.50	0.07	0.54	octadecanoic acid, ethyl ester	98
17.82	0.15	-	-	myrsitic acid, octyl ester	72

(후면 계속)

(계속)

Retention Time (min)	면적비율(Area%)			추정 성분(ID)	확률(Qual. %)
	작은중량I	중간중량II	큰중량III		
18.60-18.61	1.01	-	1.45	diisooctyl adipate or hexanedioic acid, dioctyl ester...	95 91
18.80	0.16	-	-	3-(4-N,N-dimethylaminophenyl)pr...	93
19.81-19.86	14.76	11.93	10.32	di-n-octyl phthalate	93
20.16-20.18	0.45	0.63	0.49	octadecanoic acid, ethyl ester or docosanoic acid, ethyl ester	93 93
20.80-20.82	0.69	0.75	0.50	unknown	
20.99	0.18	-	-	unknown	
21.73-21.74	1.16	1.59	0.93	1H-pyrano[3',4':6,7]indolizino[... or androst-5-en-4-one, 3.beta.-flu...	95 91
21.95-21.96	1.08	1.79	0.90	N,O-diacetylstrychnohirsutine	72
29.61-29.72	5.69	5.53	6.58	ergost-5-en-3-ol, (3.beta.,24R)... or ergost-5-en-3.beta.-ol or campesterol	99 99 99
32.01-32.20	10.79	11.44	10.26	gamma.-sitosterol or (23S)-ethylcholest-5-en-3.beta.... or b-sitosterol	99 99 96

(17) 봄 순무와 가을 순무의 농축물에서 분획한 hexane 분획물의 gas chromatogram과 구성성분의 추정

봄 순무의 순무농축물에서 hexane 분획물을 얻어서 gas chromatography로 분리하고 mass spectrum으로 분석하였다. 봄 순무의 gas chromatogram은 그림 12와 같고, 가을순무중 중간 중량의 순무의 GC/MS를 비교한 결과는 표 67과 같다. 대체로 비슷한 chromatogram을 보였으나, 머무름시간 9.83~9.86분의 phenol, 2,6-bis(1,1-dimethyl

ethylester)로 추정되는 peak와 머무름시간 15.08~15.10분의 hesadecanoic acid, ethyl ester로 추정되는 peak, 그리고 머무름시간 16.67~16.69분의 linoleic acid ethyl ester로 추정되는 peak, 머무름시간 16.75~16.79분의 9,12,15-octadecatrienoic acid로 추정되는 peak들은 봄순무보다 가을순무에서 상당히 많았다. 그리고 봄 순무에서는 머무름시간 9.72분의 benzene, 2-isothocyanatoethyl ester 로 추정되는 성분이 33.42%, 머무름시간 10.61분의 sulfide, sec-butyl cyclopentyl이 10.03%로 많이 검출되었다. 가을순무에서는 봄 순무와 다른 성분이 수중 검출되었다.

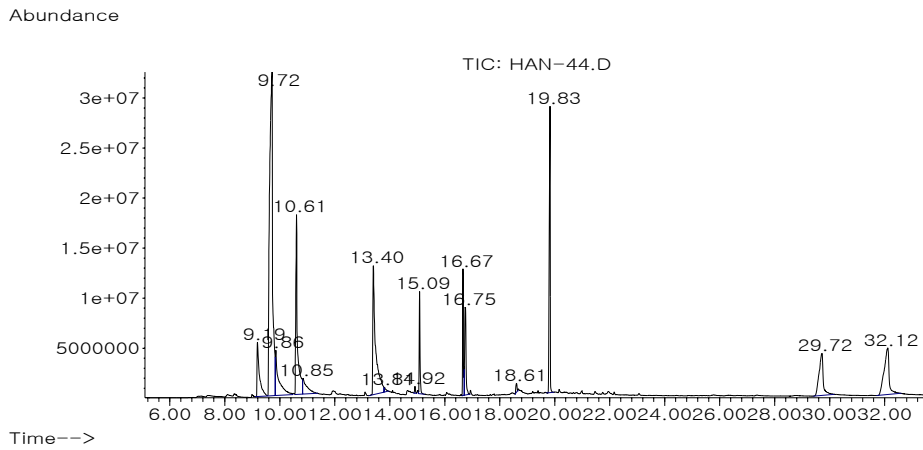


그림 12. 봄 순무의 농축물

표 67. 봄 순무와 가을 순무의 농축물에서 분리된 hexane 분획물의 peak의 머무름시간, 면적비율, 추정성분

Retention Time (min)	면적비율(Area%)		추정성분(ID)	확률(Qual. %)
	봄순무	가을순무		
9.19	4.28	-	butane, 1-isothiocyanato-	46
9.68	-	11.32	2-phenylethyl isothiocyanate	91
9.72	33.42	-	benzene, (2-isothiocyanatoethylester or 2-Phenylethyl isothiocyanate	83 80
9.83-9.86	4.87	11.32	phenol, 2,6-bis(1,1-dimethyleth...	89
10.61	10.03	-	sulfide, sec-butyl cyclopentyl	22
10.79	-	0.92	n-pentyl isothiocyanate	10
10.84-10.86	2.20	0.75	hexadecane	25
13.40	12.06	-	benzenemethanol, 2-methyl-,	50
13.76	-	0.81	unknown	
13.81	0.26	-	unknown	
14.89-14.92	0.19	1.05	e-11-hexadecenoic acid, ethyl ester or ethyl 9-hexadecenoate	99 80
15.08-15.10	2.73	9.31	hexadecanoic acid, ethyl ester	99
16.58	-	0.43	heptadecanoic acid, 15-methyl ester or octadecanoic acid, ethyl ester	93 91
16.67-16.69	3.02	9.03	linoleic acid ethyl ester or 9,12-octadecadienoic acid, ethyl ester	99 98

(후면 계속)

(계속)

Retention Time (min)	면적비율(Area%)		추정 성분(ID)	확률(Qual. %)
	봄순무	가을순무		
16.75-16.79	3.98	21.32	9,12,15-octadecatrienoic acid or methyl (z)-5,11,14,17-eicosatet... or ethyl linolate	99 93 93
16.94	-	0.07	octadecanoic acid, ethyl ester	98
18.61	0.33	-	diisooctyl adipate or hexanedioic acid, dioctyl ester...	95 91
19.81-19.86	9.15	11.93	di-n-octyl phthalate	93
20.18	-	0.63	octadecanoic acid, ethyl ester or docosanoic acid, ethyl ester	93 93
20.82	-	0.75	unknown	
21.74	-	1.59	1H-pyrano[3',4':6,7]indolizino[... or androst-5-en-4-one, 3.beta.-flu...	95 91
21.96	-	1.79	N,O-diacetylstrychnohirsutine	72
29.61-29.72	5.71	5.53	ergost-5-en-3-ol, (3.beta.,24R)... or ergost-5-en-3.beta.-ol or campesterol	99 99 99
32.01-32.12	7.77	11.44	gamma.-sitosterol or stigmasterol, 22,23-dihydro- or (23S)-ethylcholest-5-en-3.beta....	99 99 99

5. 순무농축물의 간경변증 발생에 대한 농도별 억제효능(dose response) 구명

가. 간경변증 발생에 대한 순무농축물의 병리조직학적 억제효능

(1) H&E 염색결과

간조직의 형태학적 분석을 위하여 H&E 염색을 실시한 결과 TAA 투여군과 비투여군을 비교하여 보면 뚜렷한 차이를 확인할 수 있었다(그림 13).

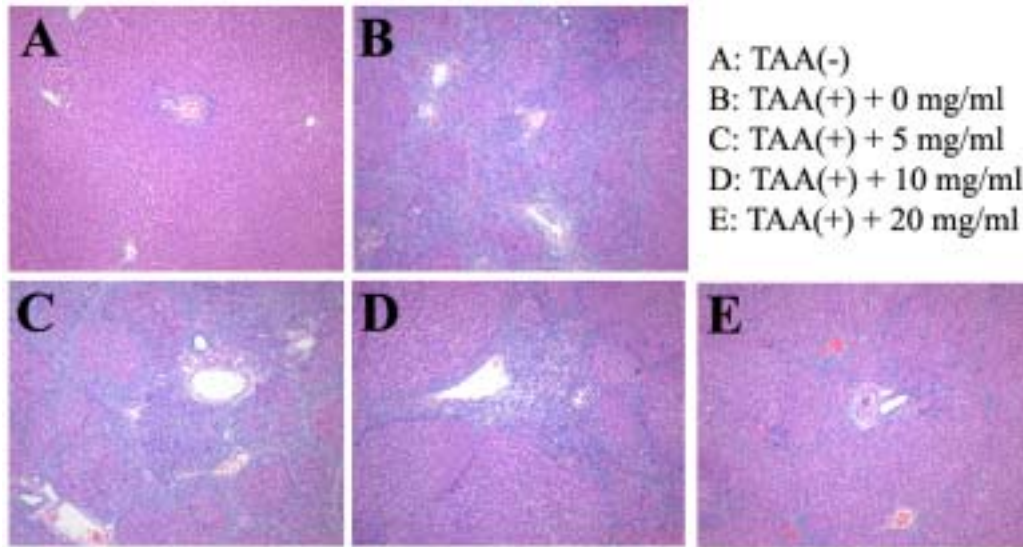


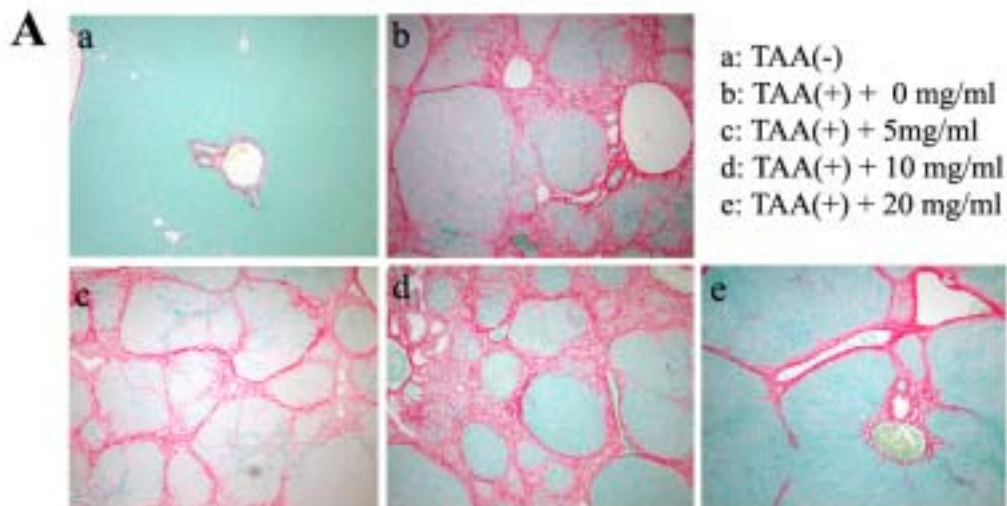
그림 13. H&E 염색결과

TAA 비투여군은 간문맥을 중심으로 염증세포의 침윤이나 간경변증 증후가 전혀 관찰되지 않은 반면 TAA 투여군은 간문맥을 중심으로 염증세포의 침윤이 관찰되고 일부는 간실질을 침습하고 있으며 문맥과 중심정맥을 잇는 혹은 문맥과 문맥을 잇는 간섬유화로 인한 간실질 결절성 변화를 보이고 있는 전형적인 간경변증이 관찰되었다. TAA 비투여군인 그림 13A에서는 저배율 소견에서 간문맥과 실질이 정상적인 구조를 유지하면서 일부 큰 문맥에 간분엽을 따라 정도의 림프구의 침윤이 관찰되며 간섬유화의 소견은 보이지 않았다. 반면에 TAA 투여군으로써 순무농축물을 공급하지 않은 실험군에서는 간문맥과 문맥 사이, 혹은 중심 정맥과 간문맥을 연결하는 섬유주가 생성되었으며 이러한 심한 간섬유화로 정상 간분엽은 위축되거나 혹은 재생성 성장으로 팽창성 결절을 생성하고 있어 간경변의 전형적인 형태를 관찰할 수 있었다. 또한 문맥과 섬유주를 따라 간분엽과 만나는 부분에 중앙도 이상의 림프구가 주가 되는 염증 세포의 침윤이 관찰되었다(그림 13B). 순무농축물을 섭취한 실험군에서는 농도에 따라서 간경변증이 주목할 만큼 경감된 것을 관찰 할 수 있었다.

특히 고농도인 20 mg/ml을 섭취한 실험군에서는 간문맥을 연결하는 섬유주의 형태는 관찰 되지 않고, 문맥과 문맥 주위로 경도의 섬유화가 관찰 되며 이를 따라 경도의 림프구가 주가 되는 염증 세포의 침윤이 관찰되었다. 반면 간경변에서 관찰 되는 팽창성 재생 결절은 관찰 되지 않는다(그림 13E). 이러한 결과는 고농도의 순무농축물을 섭취한 실험군에서는 간경변증의 발생을 효과적으로 완화시킨다는 것을 확인 할 수 있었다.

(2) sirius red 염색 및 fibrotic area 측정

간경변증의 발생에 따라 콜라겐의 침착에는 어떠한 변화가 있는지를 확인하기 위하여 sirius red 염색을 실시하였다. 그림 14에서 보여주듯이 TAA를 투여하게 되면 간 손상이 지속적으로 이루어져 붉은색으로 염색되는 콜라겐 침착이 간조직 전반적으로 나타남을 확인 할 수 있었다. 그러나 순무농축물을 농도별로 섭취하도록 하였을 시에는 농도를 높여줄에 따라 콜라겐 침착이 줄어드는 것을 관찰할 수 있었다. 특히 본 연구에서 사용한 고농도인 20 mg/ml을 섭취한 실험군에서는 콜라겐 침착이 현저하게 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 통계적으로도 의미있는 감소로써 순무농축물에 의한 간경변 발생억제 효과를 나타내는 농도로 판단하였다.



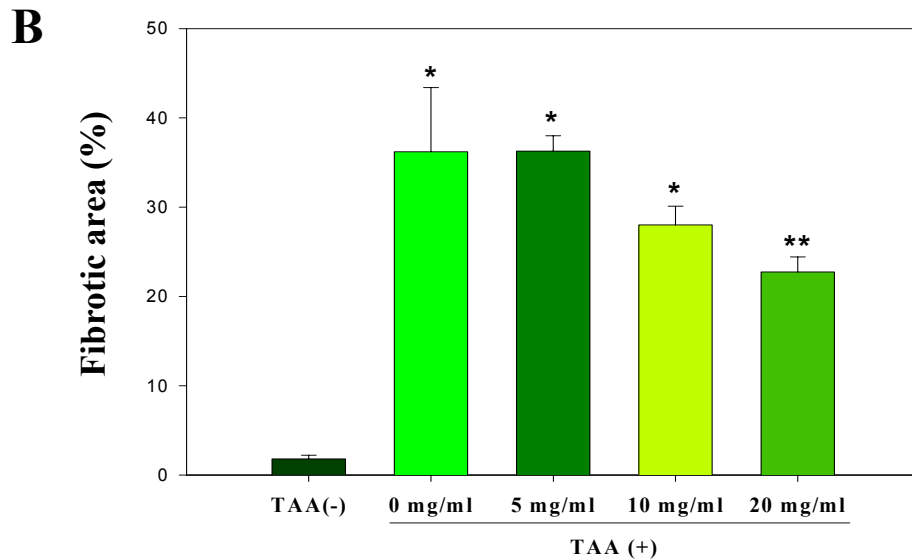


그림 14. sirius red 염색(A) 및 fibrotic area 측정(B)

* significantly different from TAA(-) ($p < 0.001$)

** significantly different from TAA(+) + 0 mg/ml ($p < 0.05$)

나. 간경변증의 발생과정에서 실험동물의 증체량 및 상대적 간중량에 미치는 영향

(1) 체중

실험동물 사육기간 동안 TAA 투여와 순무농축물의 공급이 성장유형에 미치는 영향을 확인한 결과 그림 15에서 보여주듯이 TAA 투여군은 비투여군에 비해 체중 증가가 수반되는 성장에 제한을 받는다는 사실을 확인할 수 있었다. 즉 지속적인 간손상을 유발하는 TAA의 투여는 성장기의 실험동물에 있어 정상상태보다 더딘 체중 증가를 보이는 것으로 판단되었다. 이러한 TAA 투여에 대한 영향에 대하여 순무농축물을 농도를 달리하여 공급하였을 시에는 순무농축물 섭취에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 실험동물이 고농도의 순무농축물을 섭취하더라도 특이한 증후는 발견되지 않음을 확인하였으며 이는 본 연구에서 사용한 고농도에 따른 순무농축물의 독성에 대하여 우려하지 않아도 된다는 것을 제시하고 있다. 그러므로 TAA 투여군에서 동일한 조건하에 순무농축물의 농도만 달리하여 섭취하도록 한 결과 간경변증 발생 억제효능을 보여주는 잘 설정된 모

텔이라고 사료된다.

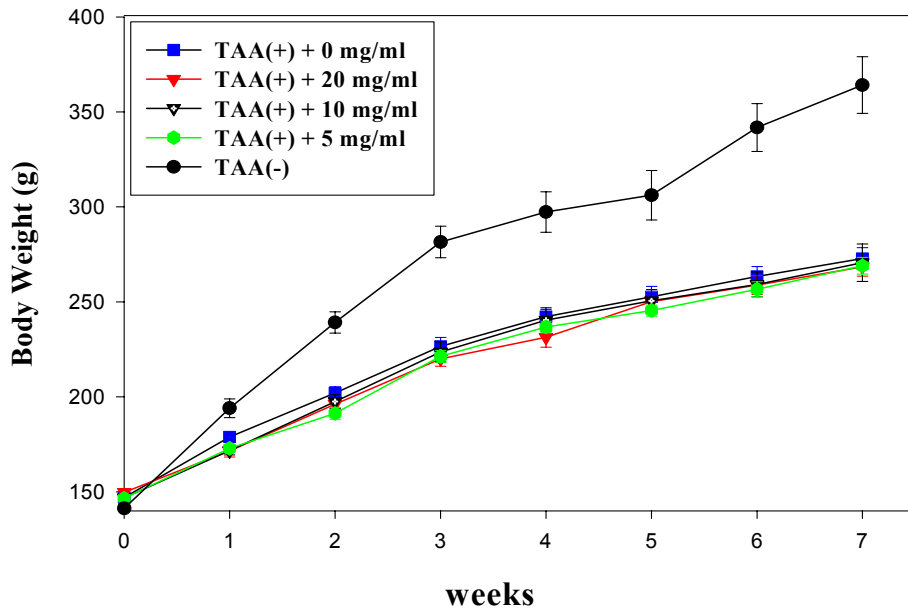


그림 15. 실험동물의 성장 곡선

(2) 간중량

일반적인 경우 간손상이 오면 체중에 비해 간중량이 상대적으로 증가한다. 간손상은 간기능의 저하 및 체내 항상성 유지를 위한 여러 효소들의 비정상적인 분비를 초래하며, 세포증식을 촉진함으로써 표적장기의 중량이 증가한다. 본 연구에서도 TAA를 투여한 모든 실험군에서 상대적 간중량이 통계적으로 의미 있는 증가를 보여주었으며 이는 성공적으로 간손상 유도가 되었음을 의미하는 것이다(그림 16). TAA 투여군에서 순무농축물의 섭취에 따른 상대적 간중량의 변화는 감소하는 추세를 보여주고는 있으나 통계적으로 의미 있는 감소는 아님을 관찰할 수 있었다.

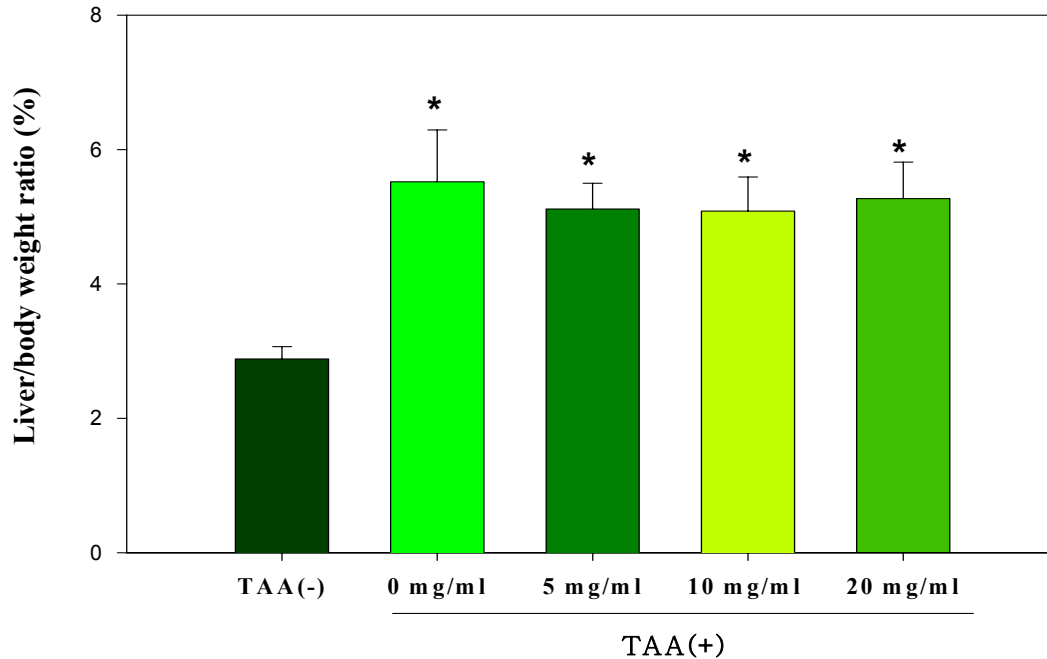


그림 16. 순무 농축물 섭취에 따른 상대적 간중량
 * significantly different from TAA(-) (p < 0.001)

(3) 혈액검사

혈청 내 GOT, GPT의 수치는 간조직이 손상을 입었을 때 증가하는 간이 분비하는 효소로 알려져 있다. TAA 투여로 인한 간손상은 이러한 효소들의 수치를 증가시키는 것이 일반적인 예후이며 본 연구에서도 TAA 비투여군에 비해 TAA 투여군에서 GOT, GPT의 수치가 통계적으로 유의한 수준으로 증가함을 확인 할 수 있었다(표 68). 그러나 GOT의 경우는 TAA 투여군 중에서 20 mg/ml의 농도로 순무농축물을 섭취한 실험군에서는 비투여군과 유사한 수준으로 GOT의 수치가 낮아짐을 알 수 있다. 이러한 사실은 순무농축물이 간손상을 억제시켰음을 제시하는 결과이기도하다. 그러나 GOT의 간수치는 그러한 효과를 반영하는 것으로 판단되지는 못하였다. 간기능과 관련하여 albumin의 수치를 살펴본 결과 TAA 투여군과 비투여군을 비교했을 시 모든 군에서 통계적으로 의미 있는 감소를 보였으며 이는 간기능에 이상증후를 반영하는 것이나 순무농축물에

의해서는 영향을 받지 않았다는 사실 또한 확인 할 수 있었다. 간담도계에 이상으로 인해 TAA 투여군에서는 bilirubin의 수치가 비투여군에 비하여 통계적으로 유의한 수준으로 증가함을 관찰할 수 있었으며 이는 간손상으로 인하여 간담도계에 비정상적인 상태를 제시하고 있다. 이 경우 또한 농도별 순무농축물에 의해 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다.

표 68. 간경변증 발생에 있어 순무농축물 섭취에 따른 간수치 변화

실험군	GOT	GPT	Alb.	T-Bil.
TAA(-)	174.83±17.65	21.67±3.72	3.63±0.18	0.35±0.2
TAA(+) + 0 mg/ml	250.36±84.36**	72.09±16.15 [#]	3.17±0.36*	0.74±0.19*
TAA(+) + 5 mg/ml	214.54±62.39	61.15±13.72 [#]	3.06±0.33 [#]	0.60±0.13**
TAA(+) + 10 mg/ml	195.75±36.92	60.42±21.78 [#]	3.25±0.36*	0.73±0.2*
TAA(+) + 20 mg/ml	175.27±56.74 ⁺⁺	63±20.31 [#]	3.24±0.34*	0.65±0.15**

significantly different from TAA(-) (p < 0.001)

* significantly different from TAA(-) (p < 0.01)

** significantly different from TAA(-) (p < 0.05)

⁺⁺ significantly different from TAA(+), 0 mg/ml (p < 0.05)

결론적으로 본 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 첫째, 조직병리학적인 분석 결과에 의하면 농도 20 mg/ml의 순무농축물을 섭취한 실험군에서는 간경변증 발생에 있어서 눈에 띄는 감소 효과를 보이는 것으로 확인되었다(그림 13와 14). 둘째, 혈청학적 검사결과에 의하면 GOT의 수치에서 농도 20 mg/ml의 순무농축물을 섭취한 실험군에서 간손상 정도가 확연한 감소를 보이는 것으로 나타났다(표 68). 마지막으로, TAA를 이용한 간손상은 간경변증을 잘 발생시켰으며, 순무농축물의 농도별 섭취에 따라 상대적간중량이나, 간손상에 따른 GPT, T-Bilirubin, Albumin의 수치에는 별다른 영향을 미치지 않음을 관찰할 수 있었다(그림 16, 표 68).

6. 순무농축물의 간경변증 치료효과 구명

가. 간경변의 치료에 대한 순무농축물의 병리조직학적 억제효능

(1) H&E 염색결과

순무농축물의 간경변증 치료 효과를 확인하기 위하여 수행한 동물실험에서 간경변을 유도하고 난 후 4주 동안 순무농축물에 의한 치료효과를 간조직의 병리학적 변화를 먼저 관찰하였다(그림 17). 또한 실험쥐(rat)의 특성상 보이는 간경변증 유도물질 투여를 멈추고 난 후 자연적으로 발생하는 가역적인 완화여부도 확인하였다.

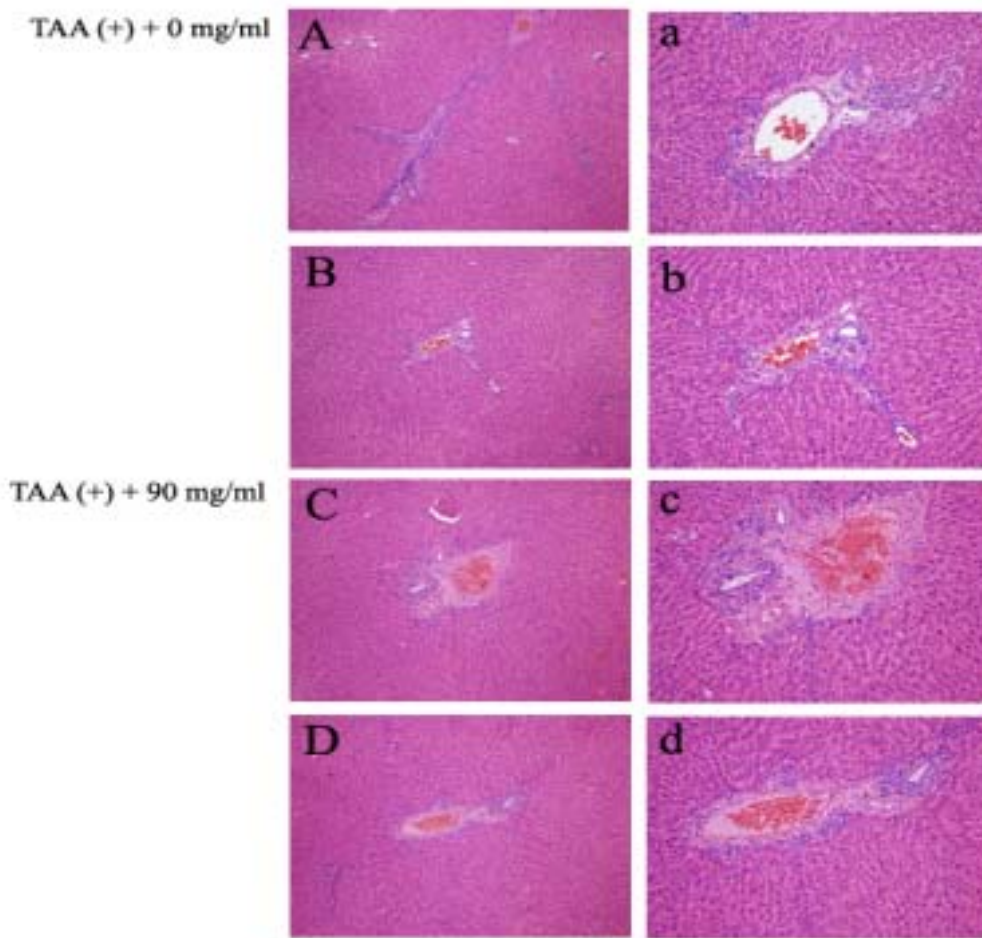


그림 17. TAA 투여군에서 4주 동안의 순무농축물의 섭취에 따른 조직학적 변화

TAA 투여군 중 순무농축물을 공급하지 않고 4주 동안 사육한 실험군에서는 그림 7A에서 보여주듯이 대부분의 간엽에서는 섬유화가 관찰되지 않으나, 일부에서 간문맥과

문맥을 연결하는 섬유주가 관찰 되고 고배율 소견(그림 17a)에서 소량의 림프구 침윤이 문맥에서 관찰된다. 또 다른 경우에는 그림 17B에서처럼 간문맥에서 문맥 주변으로 침습하는 별 형태의 섬유화가 관찰되며 고배율 소견(그림 17b)에서 소량의 림프구 침윤이 문맥에서 관찰되었다. 이러한 결과는 TAA를 7주간 투여한 후 확연히 보이는 간경변 현상이 다소 경감된 형태를 보이며 이는 TAA 투여를 멈추면 일부 자연적으로 간경변증이 완화되는 현상이 관찰됨을 의미한다.

TAA 투여군에서 관찰되는 자연적인 완화 현상을 감안하더라도 순무농축물을 공급한 군에서는 눈에 띄는 간경변증 치료효과를 확인할 수 있었다(그림 17C와 17D). 간문맥이 섬유화로 경등도로 팽창하였으나, 문맥을 연결하는 섬유주는 관찰 되지 않으며, 고배율 소견(그림 17c와 17d)에서 소량의 림프구 침윤이 문맥에서 관찰되었다.

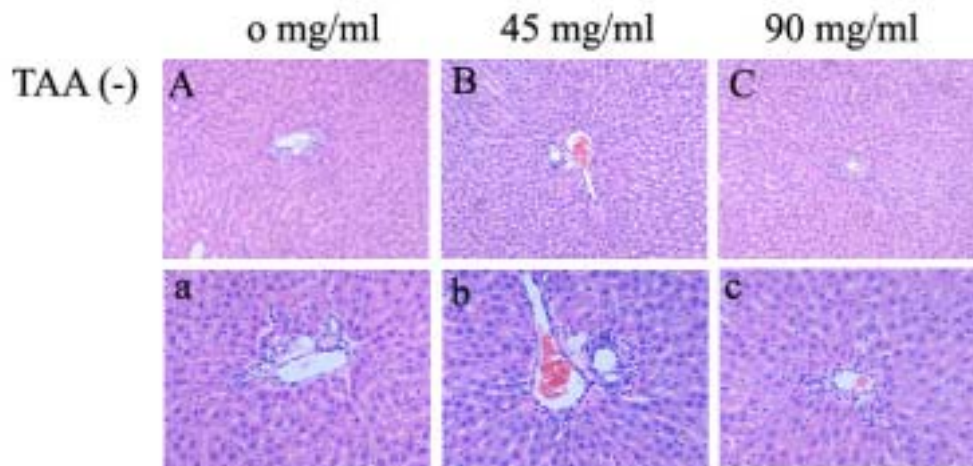


그림 18. TAA 비투여군에서의 8주간 순무농축물 섭취에 따른 조직학적 변화

한편, TAA 비투여군에서 8주동안 순무 농축물을 45 mg/ml과 90 mg/ml의 고농도로 섭취하도록 하였을 때 간조직의 병리학적 변화 유무를 확인하였다(그림 18). 그림 18A, 18B, 18C 모두 저배율에서 간문맥에서 섬유화는 관찰되지 않았으며, 고배율 소견(그림 18a, 18b, 18c)에서도 순무농축물을 고농도로 섭취한 실험군에 극소량의 림프구의 침윤만이 관찰되었다. 이러한 결과는 고농도의 순무농축물을 섭취하더라도 간조직에는

별다른 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다.

TAA 투여군에서 8주 동안 순무농축물을 0 mg/ml, 45 mg/ml과, 90 mg/ml의 농도로 섭취한 실험군에서는 그림 19와 같은 조직병리학적 변화를 관찰 할 수 있었다. TAA 투여후 8주간 순무농축물을 급여했기 때문에 일부 자연적으로 간경변증이 완화되는 현상을 확인할 수 있었다(그림 19A). 즉 저배율 소견에서 문맥과 문맥을 연결하는 섬유화의 흔적이 관찰 되나, 대부분의 간질은 사라진 상태이며, 일부 림프구와 재생하는 간세포가 고배율에서 관찰되었다(그림 19a). 반면에 순무농축물을 45 mg/ml과 90 mg/ml의 농도로 섭취한 실험군에서는 순무농축물을 섭취하지 않은 실험군에 비해 많이 간경변증이 보다 더 완화됨을 확인할 수 있었다. 그림 19B와 19C에서도 문맥과 문맥을 연결하는 섬유화의 흔적이 관찰 되나, 대부분의 간질은 사라진 상태이며 일부 림프구와 재생하는 간세포가 고배율에서 관찰되었다(그림 19b와 19c). 특히 90 mg/ml의 농도로 급여한 실험군이 가장 완화된 간경변증 현상을 보였으며, 이는 그림 19D와 19E에서는 보여주듯이 섬유화로 인한 문맥의 팽창이나 염증 세포의 침윤은 관찰 되지 않으며, 비교적 정상적인 간문맥이 관찰됨을 확인 할 수 있었다.

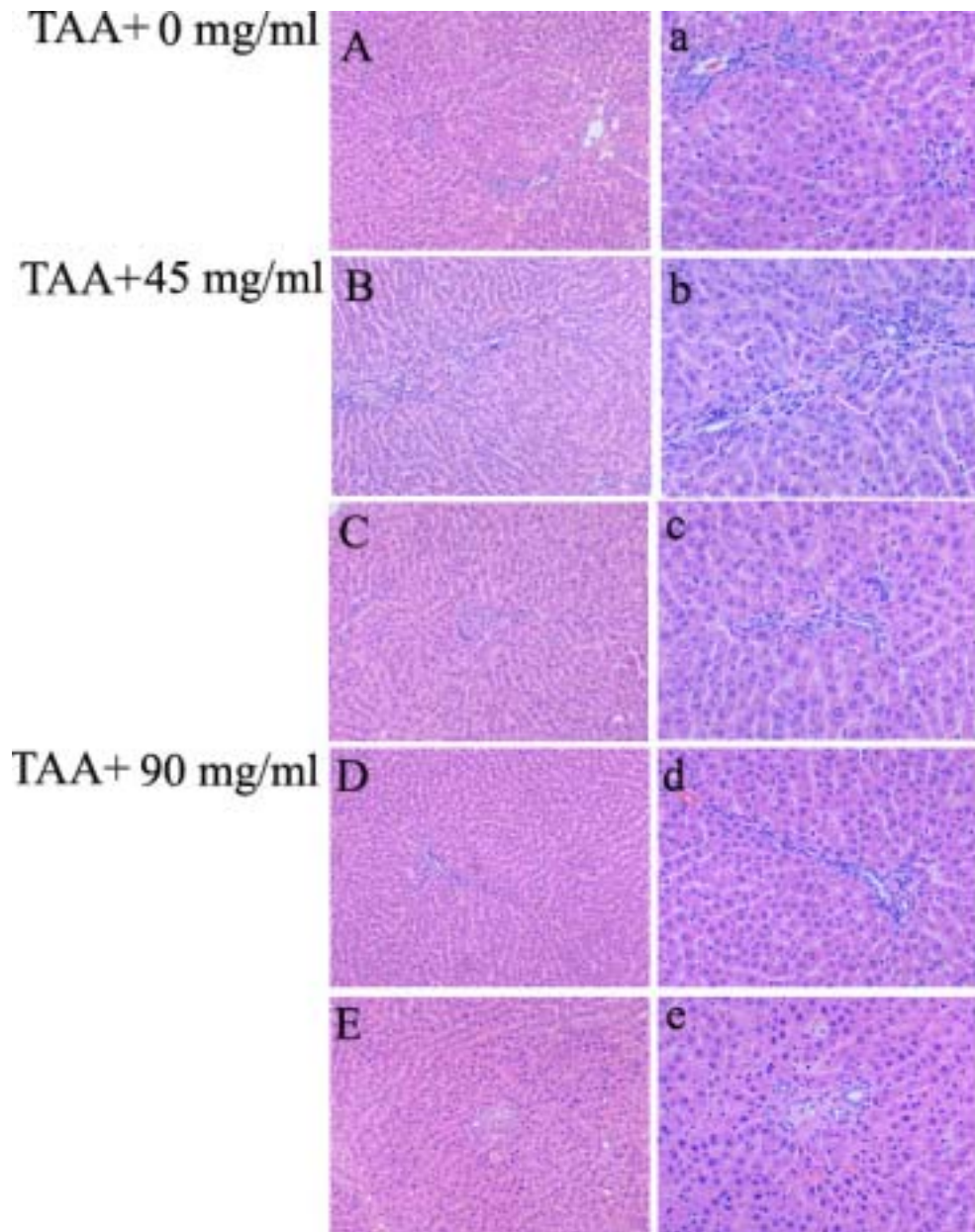


그림 19. TAA 투여군에서의 8주간 순무농축물 섭취에 따른 조직학적 변화

(2) sirius red 염색 및 fibrotic score

병리조직학적 소견을 H&E 염색법을 통하여 알 수 있었던 결과를 재확인하기 위하여 간경변증시 증가하는 콜라겐을 특이적으로 염색하여 간경변증의 경감 정도를 관찰할 수 있는 sirius red 염색을 실시하였다.

우선 TAA 투여가 끝난 후 4주 동안 순무농축물을 0 mg/ml과 90 mg/ml의 농도로 섭취한 실험군에서는 그림 17에서 관찰된 결과와 마찬가지로 순무농축물을 섭취한 실험군에서 주목할 만한 간경변증이 경감되었음을 관찰할 수 있었다(그림 20C와 20D). TAA 투여 직후 보이는 심각한 콜라겐침착은 보이지 않으나 TAA 투여를 멈추고 4주간 사육하였을 때 자연적으로 일부 완화되는 간경변증의 현상 또한 확인할 수 있었다. 그림 20A와 B에서는 문맥을 중심으로 붉은색으로 염색되는 콜라겐 띠를 관찰할 수 있었으며 이는 문맥과 문맥을 연결하는 섬유주를 형성하고 있다. 반면에 그림 20C에서는 문맥에 국한된 섬유화가 관찰되며 연결성 섬유주는 관찰할 수 없었으며 그림 20D에서는 문맥과 문맥 주변부로 별 모양의 콜라겐 침착이 관찰되며 일부에서는 연결성 섬유주를 형성한 부분도 확인되었다.

TAA 비투여군은 순무농축물 섭취 농도에 상관없이 문맥 내에 정상적으로 존재하는 간질의 일부가 sirius red에 염색되었으나, 문맥을 확장 시키거나, 문맥을 서로 연결하는 섬유화는 관찰되지 않았다.

반면 TAA 투여군중 순무농축물을 섭취하지 않는 경우 문맥과 문맥을 연결하는 섬유화가 관찰되었다(그림 21A와 21B). 순무농축물 45mg/ml을 섭취한 실험군에서는 간 문맥이 섬유화에 의해 확장되어 있으며 일부에서 간실질을 따라 섬유화가 진행되어 문맥이 별모양으로 확장되어 있으나 문맥을 연결하는 심한 섬유화는 관찰되지 않았다(그림 21C와 21D). 순무농축물 90mg/ml의 농도를 섭취한 경우 일부 문맥에서 콜라겐의 침착이 관찰되지만 문맥을 연결하는 섬유화나, 문맥 주위로 확장하는 섬유화는 관찰되지 않았으며 TAA 비투여군과 유사한 콜라겐 침착을 확인할 수 있었다(그림 21E와 21F).

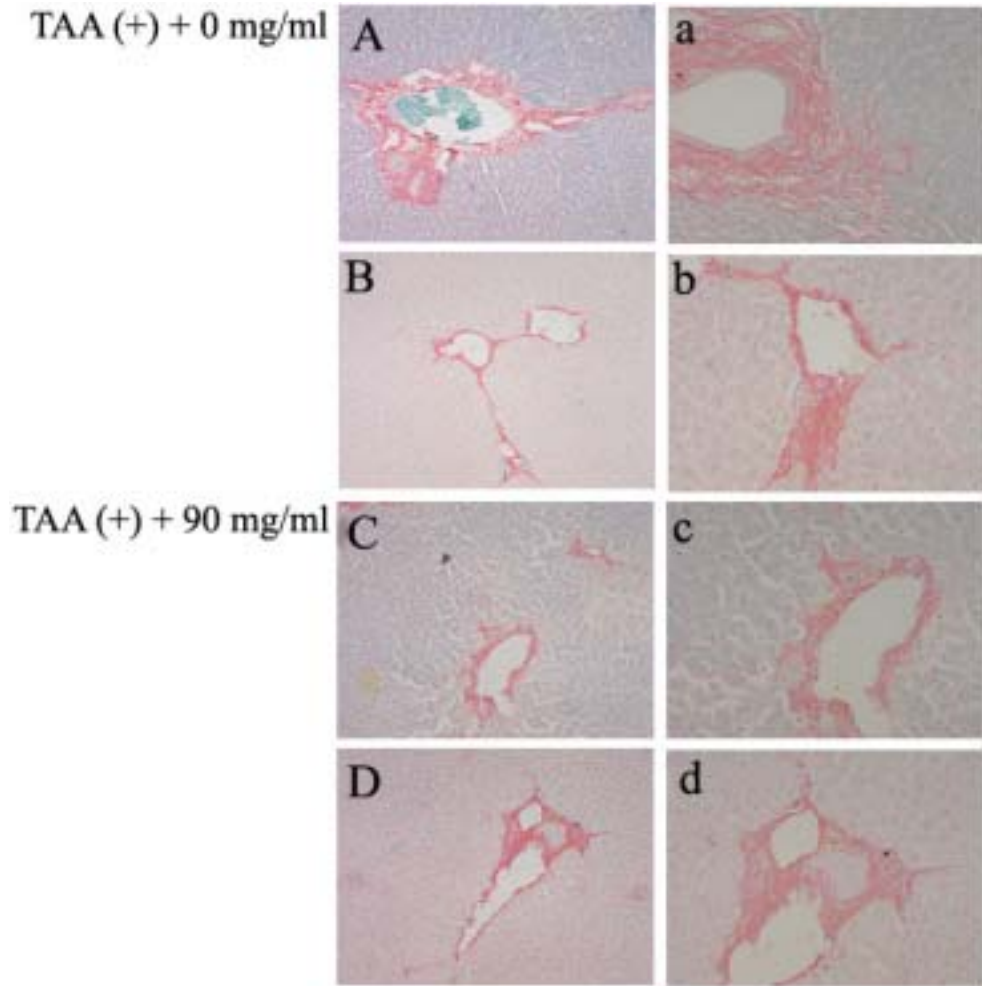


그림 20. TAA 투여군에서 4주간 순무농축물의 섭취에 따른 콜라겐 침착

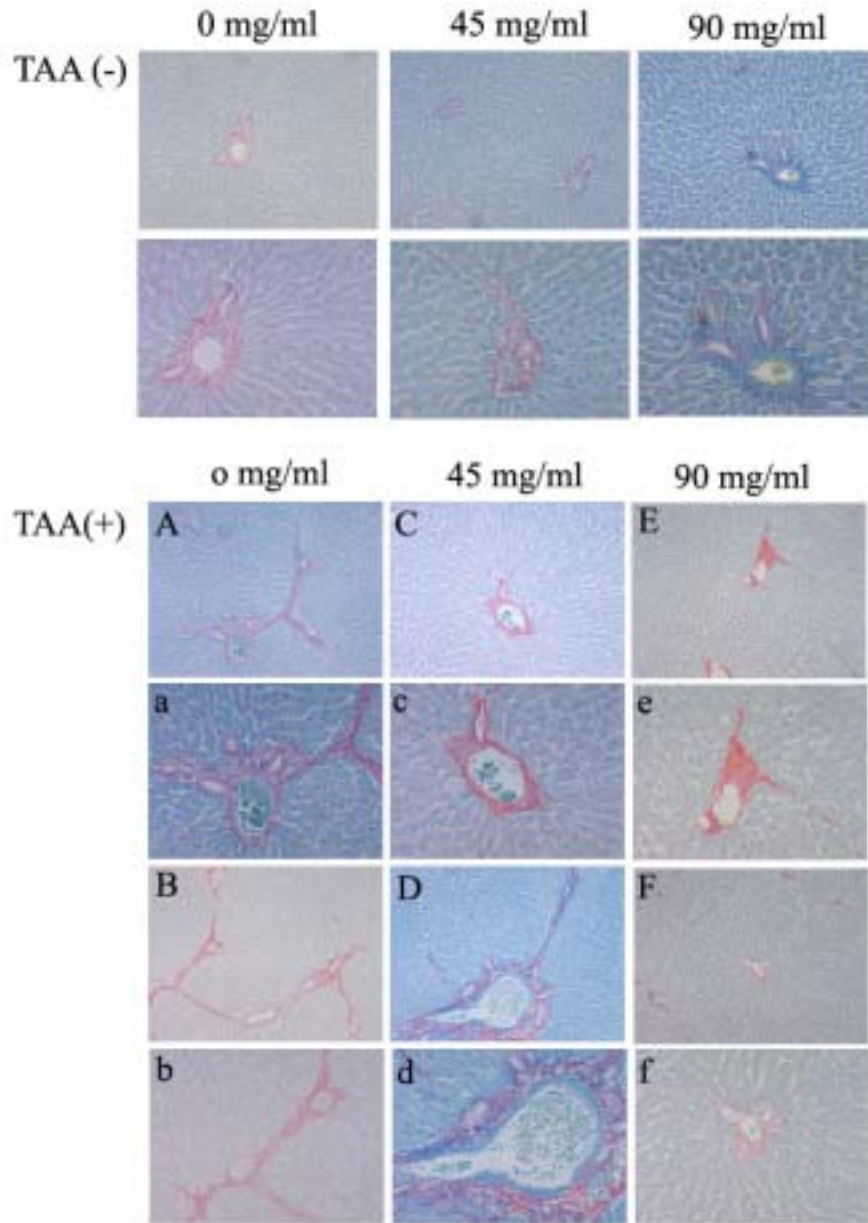


그림 21. TAA투여군과 비투여군에서 8주간 순무농축물의 섭취에 따른 콜라겐침착

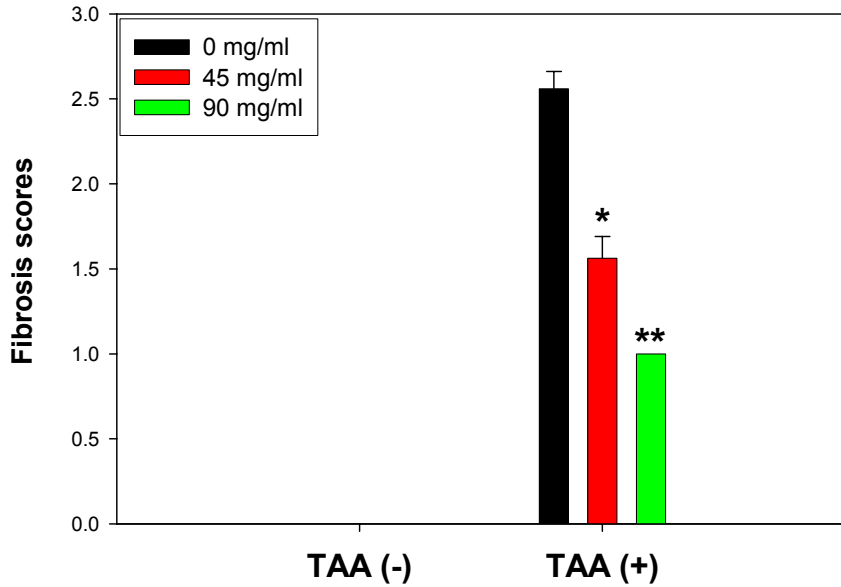


그림 22. 농도별 순무농축물 섭취 시 간경변증의 치료효과

* significantly different from TAA(+) + 0 mg/ml ($p < 0.001$)

** significantly different from TAA(+) + 45 mg/ml ($p < 0.001$)

TAA 투여 및 순무농축물의 섭취에 따라 간경변증의 지표인 간섬유화 정도를 병리학적 소견에 기반으로 scoring을 하여 치료 효과 정도를 확인하였다(그림 22). 앞선 결과에서 H&E 염색 및 sirius red 염색법을 이용하여 간경변증이 순무농축물을 섭취함으로써 완화되는 사실을 확인한 것처럼 동일하게 순무농축물을 90 mg/ml의 고농도로 섭취할수록 간섬유화 지수가 통계적으로 의미 있는 감소를 보이는 것으로 관찰되었다.

나. 간경변증의 치료과정에서 실험동물의 증체량 및 상대적 간 중량에 미치는 효과

(1) 체중측정 및 순무농축물 섭취량

실험동물에 TAA를 투여함으로써 비투여군에 비해 현저한 성장 억제 장애가 있음을 이전 연구에서도 관찰한 바 있다. 이러한 실험군에서 순무농축물을 섭취하게끔 하였을 때 실험동물의 성장에 어떠한 영향을 미치는 지를 확인하였다(그림 23). 우선 TAA 투여군과 비투여군을 비교하여 보면 TAA 투여군에서 확연히 성장이 억제됨을 관찰 할

수 있었다. 반면 순무농축물을 농도별로 섭취토록 하였을 시에는 TAA 투여군이든, 비 투여군이든 동물 성장에 있어서는 별다른 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있었다. 다만 고농도의 순무농축물을 섭취하는 군에서 약간의 체중 증가를 보이는 것으로 관찰되었다.

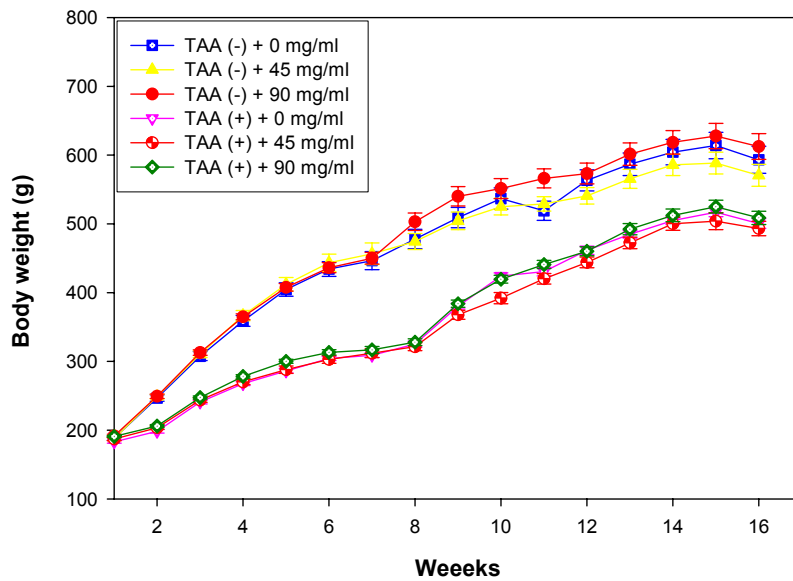


그림 23. TAA 투여 및 순무농축물 섭취에 따른 실험 동물의 성장변화

실험동물 사육기간 동안 순무농축물 섭취군을 대상으로 순무농축물 섭취량에는 어떠한 변화가 있는지를 확인하였다. 순무농축물 섭취기간 동안 섭취량은 매일 기록하였으며, 이틀마다 새로운 순무농축물로 교환하여 주었다. 그림 24에서 보여주는 것은 이틀 동안 섭취한 순무농축물의 섭취량의 평균을 사육 기간 동안 기록한 것을 나타내고 있다. TAA 비투여군의 경우 순무농축물 45 mg/ml과 90 mg/ml을 급여한 군은 8주 동안의 사육기간 동안 각각 마리당 약 145.9 g과 253.7g의 순무농축물을 섭취하였다. TAA 투여군의 경우, 45 mg/ml을 섭취한 군은 마리당 169.7g을, 90 mg/ml을 섭취한 실험군은 마리당 290.9 g의 순무농축물을 섭취한 결과를 도출하였다.

한편 예상되었던 결과이지만, 90 mg/ml의 순무농축물을 섭취군보다 45 mg/ml의

농도로 섭취한 실험군에서 순무농축물의 섭취량이 좋은 것으로 관찰되었으며, 특히 TAA 투여군의 45 mg/ml의 농도로 공급한 실험군이 다른 군에 비해 보다 잘 섭취하는 것으로 관찰되었다.

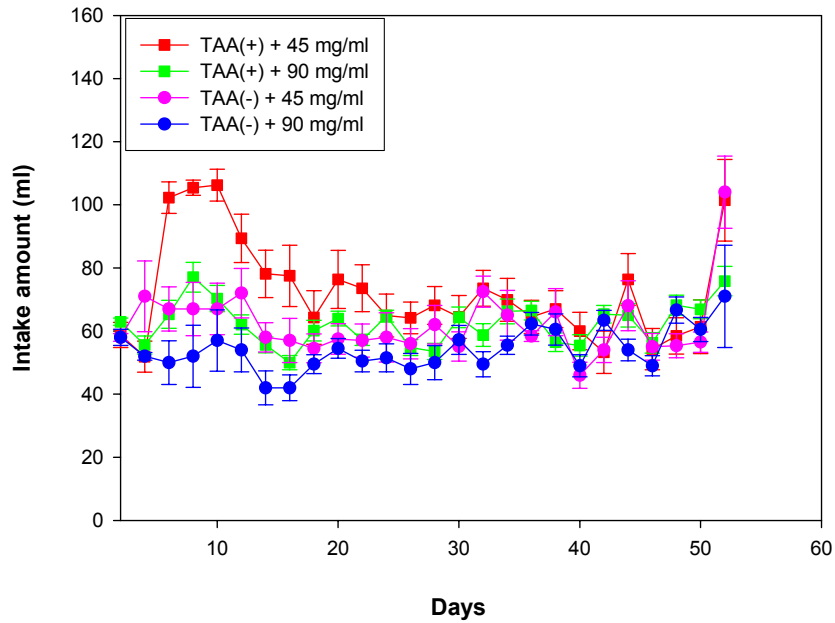


그림 24. 순무농축물의 섭취량 변화

(2) 간중량

일반적으로 간손상이 오면 상대적 간중량은 증가하며, 간경변증이 심화될 경우는 오히려 간자체가 찌그러드는 현상에 의하여 간중량이 감소하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 TAA를 투여한 군은 비투여군에 비해 상대적 간중량이 의미있게 증가함을 이미 확인한 바 있다(그림 16). 7주간 TAA 투여한 것을 멈추고 순무농축물을 공급함으로써 상대적 간중량에는 어떠한 변화가 있는지를 확인한 결과 TAA 비투여군에서는 90 mg/ml의 농도로 순무농축물을 섭취한 군에서 0 mg/ml의 농도로 섭취한 군에 비해 통계적으로 유의한 수준으로 상대적 간중량이 증가한 사실을 관찰 할 수 있었다(그림 25). 이는 조직 병리학적으로는 특별한 이상 소견이 관찰되지 않았고 육안적으로 별다른 소견이 없었으므로 이는 고농도의 순무농축물의 섭취에 따른 체중증가에 기인한 것으로

판단된다(그림 23). TAA 투여군에서는 비투여군에 비해 0 mg/ml과 45 mg/ml의 순무농축물을 섭취한 군에서만 통계적으로 유의한 상대적 간중량의 증가를 관찰 할 수 있었다.

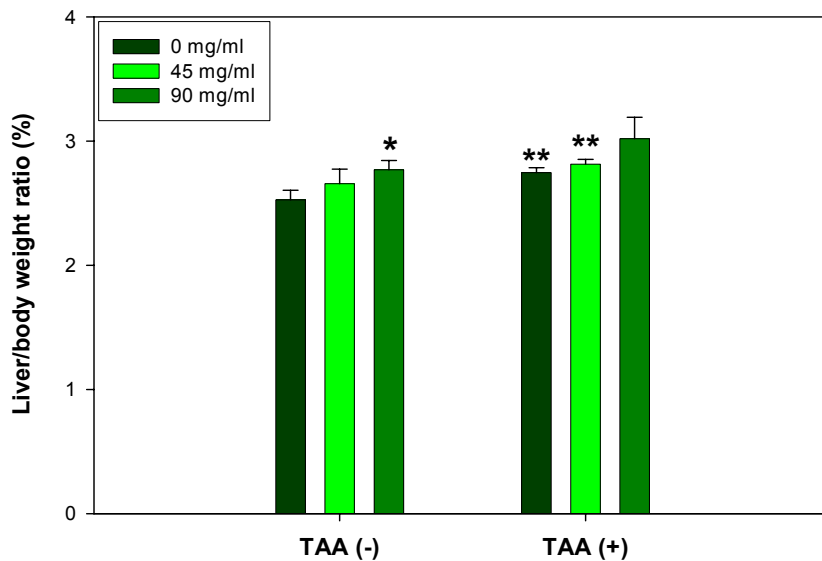


그림 25. TAA 투여와 순무농축물 섭취에 따른 간중량 변화

* significantly different from TAA(-) + 0 mg/ml ($p < 0.05$)

** significantly different from TAA(-) + 0 mg/ml ($p < 0.01$)

(3) 혈액검사

TAA 투여 및 순무농축물의 섭취에 따른 실험동물군의 혈청학적 변화를 관찰하기 위하여 최종 부검 시 채취한 혈청에서 GOT, GPT, Alb., T-Bil.의 수치를 확인하였다(표 69). 간손상 수치인 GOT, GPT의 경우 뚜렷한 변화는 관찰 할 수 없었지만 GPT의 경우 TAA 투여군에서 의미 있는 감소를 보였으며 이는 TAA 투여에 따른 결과라 판단된다. 전반적으로 TAA 투여를 멈추고 난 후 일부 자연적인 간경변증의 가역적인 완화를 기반으로 순무농축물의 효과가 관찰되었다. 특히 순무농축물을 급여한 TAA 투여군은 Alb.의 수치가 증가추세를 보이는 것으로 보아 순무농축물의 농도에 따라 간경변증에서 회복하는 과정에서 왕성한 간기능을 수행하고 있는 것으로 판단된다.

표 69. TAA 투여 및 8주간 순무농축물 섭취에 따른 혈청학적 변화 분석

실험군		GOT (U/l)	GPT (U/l)	Alb (g/dl)	T-Bil. (mg/dl)
TAA(-)	0 mg/ml	79.1 ± 36.9	19.1 ± 3.45	2.3 ± 0.63	0.28 ± 0.042
	45 mg/ml	80.9 ± 31.69	26 ± 28.83	2.59 ± 0.44	0.35 ± 0.07**
	90 mg/ml	55.1 ± 14.92	12.5 ± 3.06**	2.37 ± 0.29	0.3
TAA(+)	0 mg/m ^a	76.67 ± 35.08	13.11 ± 1.17	2.23 ± 0.54	0.42 ± 0.38
	90 mg/ml ^a	49.22 ± 8.64*	11.78 ± 1.86	2.2 ± 0.28	0.27 ± 0.13
	0 mg/ml	69.32 ± 29.57	15.76 ± 4.13**	2.82 ± 0.54**	0.29 ± 0.07
	45 mg/ml	65.5 ± 10.84	14.69 ± 3.94**	2.96 ± 0.26**	0.28 ± 0.06
	90 mg/ml	69.44 ± 20.82	17.48 ± 4.21	3.51 ± 0.36**	0.30 ± 0.04 [#]

^a TAA 투여가 끝나고 4주 동안 순무 농축물을 섭취한 군

* significantly different from TAA(+) + 0 mg/ml^a (p < 0.05)

** significantly different from TAA(-) + 0 mg/ml (p < 0.05)

significantly different from TAA(+) + 0 mg/ml (p < 0.05)

7. 순무의 생산지별 간경변 억제효능(in vitro 실험)

가. 생산지별 순무농축물의 유효농도 결정을 위한 세포독성(cell toxicity) 확인

생산지별 순무농축물에 대하여 간경변증을 억제하는 효과의 유무를 확인하기 위하여 쥐의 간성상세포주를 이용하여 확인하였다. 이를 위해서 먼저, 순무농축물의 유효 농도를 결정하기 위하여 T-HSC/Cl6 간성상세포주를 준비하여 각 순무농축물을 농도별로 처리한 후 16시간 배양하여 MTT assay를 수행하였다(그림 26). 모든 농축물은 20~30 mg/ml 농도 이상을 사용할 시에는 세포 독성을 보이는 것으로 판단되었으며, 이러한 실험 결과를 바탕으로 유효 농도를 결정하였다. 그림 26에서 보여주듯이 인천 양도면(건평리)와 전남 영암의 순무농축물이 다른 농축물에 비해 낮은 농도에서도 세포 독성을 보이는 것으로 관찰되었다.

그림 27에서는 적정 유효농도를 각각 처리하고 24시간 동안 배양한 후 관찰한 세포 병변 현상을 나타내는 사진이다. 아무런 처리를 하지 않은 세포에 비해 각각의 생산지별 순무농축물을 처리한 세포에서 세포 모양의 변형과 죽는 세포를 관찰 할 수 있었다. 또한 세포질에 작은 소립체들이 많이 형성되는 것을 관찰 할 수 있었다.

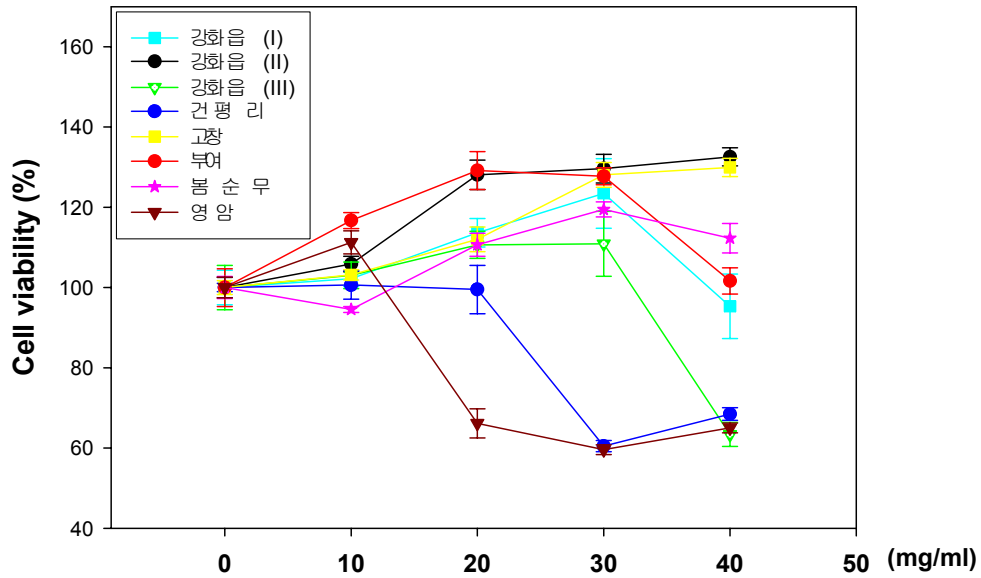


그림 26. 생산지별 순무농축물의 세포독성 확인

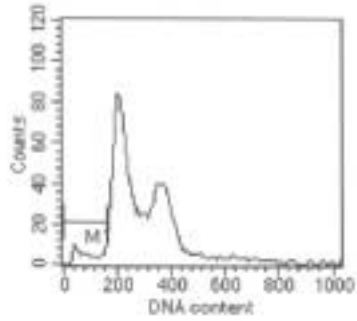
나. 생산지별 순무농축물에 의한 세포자살(apoptosis) 유도 여부 확인

그림 27에서 확인된 세포 병변 현상이 세포 자살에서 기인한 것인지를 판단하기 위하여 생산지별 각 순무농축물을 처리한 후 24시간 동안 배양하여 FACS 분석을 통하여 DNA content 및 apoptosis 유도를 확인하였다.

각각의 유효농도에서 모든 생산지별 순무농축물은 세포자살을 유도하였으며, 주목할 만한 농축물은 다른 농축물에 비해 낮은 농도인 10 mg/ml을 처리한 영암 순무농축물과 15 mg/ml을 처리한 인천 양도면(건평리) 순무농축물이었다.

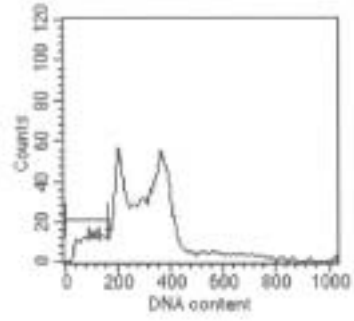


그림 27. 생산지별 순무농축물 처리시 세포병변 현상



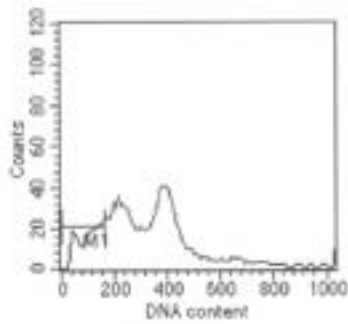
Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	180	4.32

무처리(No treatment)



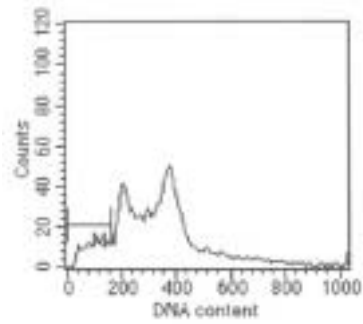
Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	180	12.22

경기 강화읍 작은 중량의
순무농축물(I) 20 mg/ml



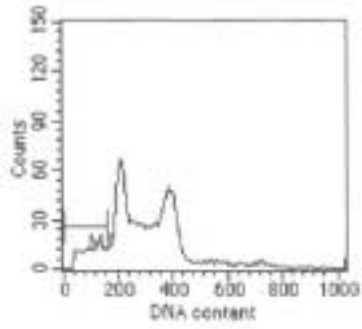
Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	180	18.27

경기 강화읍 중간중량의
순무농축물(II) 30 mg/ml



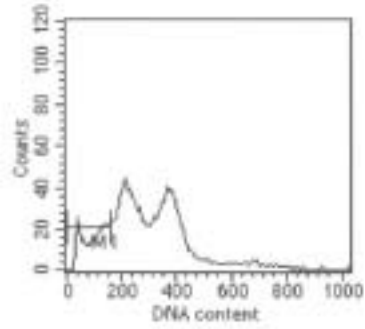
Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	180	11.58

경기 강화읍 큰 중량의
순무농축물(III) 20 mg/ml



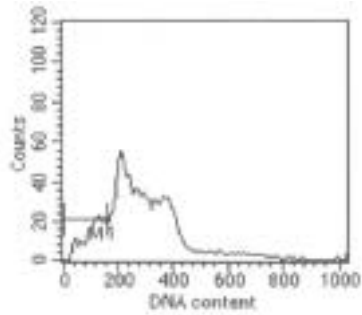
Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	180	12.85

경기 양도면 순무농축물 15 mg/ml



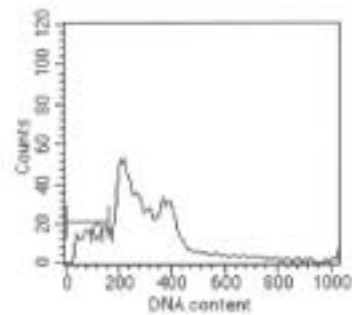
Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	180	18.72

전북 고창 순무농축물 30 mg/ml



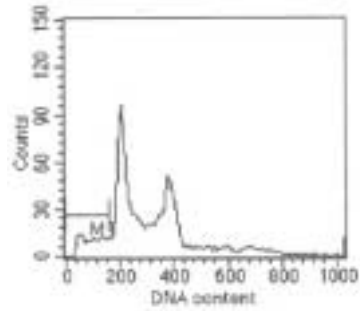
Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	180	15.93

충남 부여 순무농축물 20 mg/ml



Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	180	17.47

인천 강화읍 봄 순무농축물 30 mg/ml



Marker	Left	Right	% Total
All	0	1023	100.00
M1	0	160	11.60

전남 영암 순무농축물 10 mg/ml

그림 28. 생산지별 순무농축물 처리시 관찰되는 세포자살(apoptosis) 현상

결론적으로 생산지별 순무농축물의 간경변증 억제 효과를 비교 분석한 결과 다른 지역에 비해 인천 양도면(건평리)와 전남 영암 순무농축물이 낮은 농도에서도 간경변증 억제 효능이 있는 것을 알 수 있었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 연구는 순무에서 추출농축물을 효과적으로 제조하는 기술을 개발하고, 순무농축물의 만성 간손상억제효능을 구명하고자 하는 것이다. 이를 위하여 건조순무와 생 순무에서 추출농축물을 제조하는 기술을 개발하였다. 추출용매와 추출시간을 조사하였으며, 생 순무를 압착에 의하여 순무즙과 순무잔사로 분리하고, 순무잔사를 예비열처리함으로써 추출농축물의 회수율을 높였다. 그리고 봄 순무와 가을 순무, 그리고 인천 강화에서 생산된 순무뿐만 아니라, 전북 고창, 충남 부여, 전남 영암에서 생산된 순무의 회수율도 조사하였다. 그리고 순무중에 포함된 안토시아닌 색소와 폴리페놀 함량, 당류, 그리고 인체에 유익한 금속 Na, K, Ca, Zn, Fe, Mn 함량도 조사하였다. 또한 유효성분을 추정하기 위하여 순무농축물의 분획물을 GC/MS로 분석하여 여러 종류의 fatty acid derivatives, isothiocyanate, 식물성 steroid들을 검출하였다.

그리고 순무농축물의 간경변증 발생에 대한 억제효능 및 간경변증 치료효과를 실험쥐를 사용하여 조사하였다. 농도별로 섭취하도록 하여 조직 병리학적, 혈청학적 간경변 억제효능이 있음을 확인하였다. 그 결과 순무농축물을 섭취한 실험쥐에서는 효과적으로 간경변증의 발생이 억제되었음을 관찰할 수 있었다. 또한 간경변증이 이미 유발된 실험쥐에 순무농축물을 섭취시키고, 치료효과가 있는지의 여부를 확인하였다. 그 결과 순무농축물을 섭취한 실험쥐에서는 실험동물의 성장 및 병리조직학적으로 별다른 영향을 미치지 않고, 간경변증이 완화되었음을 확인할 수 있었다. 이 결과는 순무농축물은 간경변증의 발생에 있어 탁월한 억제효능을 보일뿐만 아니라 간경변증의 치료에도 효과가 있음을 보였다. 이러한 결과는 순무의 간경변억제기구 및 유효성분에 대하여도 장래 더 연구가 필요하였다.

이로서 순무에서 농축물을 효율적으로 제조하는 기술이 개발되었고, 동시에 순무가 간경변의 발생 뿐만아니라 치료에 대해서도 억제효과가 있음이 밝힘으로서 계획하였던 연구목표에는 충분히 달성하였다.

이 연구로 장래 순무의 가공이 확대되고 순무의 재배도 확대됨으로서 국내 농산물

이용제고 뿐 아니라 순무가공업체와 순무생산농가는 소득이 증대에 기여할 것이며, 간질 환으로 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.
- 순무농축물제조기술과 간경변억제효능을 학회에 보고하여 국내 학술발전에 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

간경변증은 세계적으로 중요한 질병이지만 아직 발생에 대한 작용기구와 억제하기 위한 연구가 많이 수행되고 있다. 간경변증을 억제하기 위하여 영양성분으로 vitamin E, glutathione 관련물질, S-adenosylmethionine, lecithin, silymarin, 그리고 약초(herb)들이 연구되고 있다. Vitamin E는 강력한 항산화제로 염증 전단계인 사이토카인의 생산을 억제함으로써 간손상을 억제한다고 보고되었다. 또한 vitamin E는 간의 정상세포의 활성화와 콜라겐 생산을 억제하여 간경화증을 억제한다고 기대되고 있다. Glutathione은 반응성 산소의 독성에 방어하고, 일부의 약물에 대해 보호작용을 한다. Polyenyl-phosphatidylcholine 즉 lecithin은 대두에서 추출한 지질로 collagen을 분해하는 collagenase 효소의 활성을 증가시켜 간경화를 억제한다고 한다. Silybium marianum(우유 엉겅퀴)에서 발견된 silymarin은 간염, 지방간, 간경화에 대하여 보호작용을 갖는다고 알려지고 있다. 또한 여러 약초들도 간손상을 억제할 것으로 기대되고 있다. 그리고 순무에 대하여서는 효능에 대한 자료는 적고, 재배와 가공에 대한 정보가 수집되었다. 수집된 정보는 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. Amali AA, Rekha RD, Lin CJ, Wang WL, Gong HY, Her GM, Wu JL. Thioacetamide induced liver damage in zebrafish embryo as a disease model for steatohepatitis. *Journal of Biomedical Science* **13**(2):225-32, 2006
3. An JH, Seong J, Oh H, Kim W, Han KH, Paik YH. Protein expression profiles in a rat cirrhotic model induced by thioacetamide. *Korean Journal of Hepatology* **12**(1):93-102, 2006
4. Arthur MJP. Fibrogenesis II. Metalloproteinases and their inhibitors in liver fibrosis. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* **279**(2):G245-9, 2000
5. Atsushi Kato, Tomohisa Okaya, Alex B. Lentsch. Endogenous IL-13 Protects Hepatocytes and Vascular Endothelial Cells During Ischemia/Reperfusion Injury. *Hepatology* **37**:304-312, 2003
6. Bassi AM, Casu A, Canepa C, Maloberti G, Nanni G. Chronic high doses of thioacetamide followed by vitamin A modify dolichol, dolichol isoprenoids, and retinol content in rat liver cells. *Drug Chemical Toxicology* **28**(1):91-104, 2005
7. 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
8. Bracy RP, Parish RL. Response of mustard and turnip cultivars to harvesting height. *J. Vegetable Crop Production* **4**(2):37-43, 1999
9. Cao Q, Mak KM, Lieber CS. DLPC decreases TGF-beta1-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. Chor SY, Hui AY, To KF, Chan KK, Go YY, Chan HL, Leung WK, Sung JJ. Anti-proliferative and pro-apoptotic effects of herbal medicine on hepatic stellate cell. *Apoptosis.* **10**(3):481-91, 2005

12. Christopher J. Parsons, Blair U. Bradford, Clark Q. Pan, Ellen Cheung, Michael Schauer, Andreas Knorr, Barbara Krebs, Sabine Kraft, Stefan Zahn, Bodo Brocks, Nikki Feirt, Baisong Mei, Myung-Sam Cho, Roopa Ramamoorthi, Greg Roldan, Paul Ng, Peggy Lum, Claudia Hirth-Dietrich, Adrian Tomkinson, David A. Brenner. Antifibrotic Effects of a Tissue Inhibitor of Metalloproteinase-1 Antibody on Established Liver Fibrosis in Rats. *Hepatology* **40**:1106-1115, 2004
13. Chu CJ, Hsiao CC, Wang TF, Chan CY, Lee FY, Chen YC, Huang HC, Wang SS, Lee SD. Prostacyclin inhibition by indomethacin aggravates hepatic damage and encephalopathy in rats with thioacetamide-induced fulminant hepatic failure. *World Journal of Gastroenterology* **14**(11):232-6, 2005
14. 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
15. 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
16. Di Sario A, Bendia E, Taffetani S et al. Selective Na⁺/H⁺ exchange inhibition by cariporide reduces liver fibrosis in the rat. *Hepatology.* **37**(2):256-66, 2003
17. Doljak B, Cateni F, Anderluh M, Procida G, Zilic J, Zacchigna M. Glycerolipids as selective thrombin inhibitors from the fungus *stereum hirsutum*. *Drug Development and Industrial Pharmacy* **32**(5):635-43, 2006
18. 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
19. 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
20. 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

21. 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
22. Elaso, Aitor Santisteban, Joseba bidaurragzaga, Axel Gressner, Jean Rosenbaum, Fernando Vidal-Vanaclocha. Tumor-Dependent Activation of Rodent Hepatic Stellate Cells During Experimental Melanoma Metastasis. *Hepatology* **26**:634-642, 1997
23. Emilia Ip, Geoff Farrell, Pauline Hall, Graham Robertson, Isabelle Leclercq. Administration of the Potent PPAR α Agonist, Wy-14,643, Reverses Nutritional Fibrosis and Steatohepatitis in Mice. *Hepatology* **39**:1286-1296, 2004
24. 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
25. Geng XX, Yang Q, Xie RJ, Luo XH, Han B, Ma L, Li CX, Cheng ML. In vivo effects of Chinese herbal recipe, Danshaohuaxian, on apoptosis and proliferation of hepatic stellate cells in hepatic fibrotic rats. *World J. Gastroenterol.* **28**:11(4):561-6, 2005
26. Gulec M, Iraz M, Yilmaz HR, Ozyurt H, Temel I. The effects of ginkgo biloba extract on tissue adenosine deaminase, xanthine oxidase, myeloperoxidase, malondialdehyde, and nitric oxide in cisplatin-induced nephrotoxicity. *Toxicology & Industrial Health* **22**(3):125-30, 2006
27. Heike Steiling, Marcus Mühlbauer, Frauke Bataille, Jürgen Schölmerich, Sabine Werner, Claus Hellerbrand. Activated Hepatic Stellate Cells Express Keratinocyte Growth Factor in Chronic Liver Disease. *American Journal of Pathology* **165**:1233-1241, 2004
28. 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
29. Hiroaki Okuyama, Hajime Nakamura, Yasuyuki Shimahara, Naoki Uyama, Yong-Won Kwon, Norifumi Kawada, Yoshino Yamaoka, Junji Yodoi. Overexpression of thioredoxin prevents thioacetamide-induced hepatic fibrosis in mice. *Journal of Hepatology* **42**:117-123, 2005

30. Hisataka Yasuda, Eiichi Imai, Akira Shiota, Nobuaki Fujise, Tomonori Morinaga, Kanji Higashio. Antifibrogenic Effect of a Deletion Variant of Hepatocyte Growth Factor on Liver Fibrosis in Rats. *Hepatology* **24**:636-642, 1996
31. Hui-Qing Jiang, Xiao-Lan Zhang, Li Liu, Chang-Chun Yang. Relationship between focal adhesion kinase and hepatic stellate cell proliferation during rat hepatic fibrogenesis. *World J Gastroenterol* **10**(20):3001-3005, 2004
32. 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
33. Isao Sakaida, Masako Tsuchiya, Kotarou Kawaguchi, Teruaki Kimura, Shuji Terai, Kiwamu Okita. Herbal medicine Inchin-ko-to (TJ-135) prevents liver fibrosis and enzyme-altered lesions in rat liver cirrhosis induced by a choline-deficient L-amino acid-defined diet. *Journal of Hepatology* **38**:762-769, 2003
34. 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
35. Jacob George, Natasha Pera, Nghi Phung, Isabelle Leclercq, Jing Yun Hou, Geoffrey Farrell. Lipid peroxidation, stellate cell activation and hepatic fibrogenesis in a rat model of chronic steatohepatitis. *Journal of Hepatology* **39**:756-764, 2003
36. Jaime Poniachik, Enrique Baraona, Jingbo Zhao, Charles S. Lieber. Dilinoleoylphosphatidylcholine decreases hepatic stellate cell activation. *J Lab Clin Med* **133**:342-348, 1999
37. James G. Orr, Val Leel, Gary A. Cameron, Garylyn J. Marek, Emma L. Haughton, Lucy J. Elrick, Julie E. Trim, Gabrielle M. Hawksworth, Andrew P. Halestrap, Matthew C. Wright. Mechanism of Action of the Antifibrogenic Compound Gliotoxin in Rat Liver Cells. *Hepatology* **40**:232-242, 2004
38. Jasim A. Dehydration of turnip and radish slices. *J. Food Sci. Technol. India* **34**(5):410-412, 1997

39. Jidong Cheng, Hiroyasu Imanishi, Weidong Liu, Atara Iwasaki, Noboru Ueki, Hideji Nakamura, Toshikazu Hada. Inhibition of the expression of α -smooth muscle actin in human hepatic stellate cell line, LI90, by a selective cyclooxygenase 2 inhibitor, NS-398. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **297**:1128-1134, 2002
40. Jones G, Sanders OG. A sensory profile of turnip greens as affected by variety and maturity. *J. Food Sci.* **67**(8): 3126-3129, 2002
41. Jwanny EW, El SST. Glycosidases of turnip leaf tissues. II. Isolation, purification, and some physicochemical characterization. *Appl. Biochem. Biotechnol.* **49**(1):23-34, 1994
42. 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.
43. 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
44. 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
45. 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
46. 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.
47. Laleman W, Omasta A, Van de Castele M, Zeegers M, Vander Elst I, Van Landeghem L, Severi T, van Pelt J, Roskams T, Fevery J, Nevens F. A role for asymmetric dimethylarginine in the pathophysiology of portal hypertension in rats with biliary cirrhosis. *Hepatology* **42**(6):1382-90, 2005
48. Lee TH, Jawan B, Chou WY, Lu CN, Wu CL, Kuo HM, Concejero AM, Wang CH. α -Melanocyte-stimulating hormone gene therapy reverses carbon tetrachloride induced liver fibrosis in mice. *Journal of General Internal Medicine* **28**:8(6):764-772, 2006

49. Liu CY, Gu ZL, Zhou WX, Guo CY. Effect of Astragalus complanatus flavonoid on anti-liver fibrosis in rats. *World J Gastroenterol.* 11(37):5782-6, 2005
50. Ly TN, Shimoyamada M, Yamauchi R. Isolation and Characterization of Rosmarinic Acid Oligomers in *Celastrus hindsii* Benth Leaves and Their Antioxidative Activity. *Journal of Agriculture & Food Chemistry* 31:54(11):3786-93, 2006
51. Michio Imamura, Tadashi Ogawa, Yasuyuki Sasaguri, Kazuaki Chayama, Hikaru Ueno. Suppression of Macrophage Infiltration Inhibits Activation of Hepatic Stellate Cells and Liver Fibrogenesis in Rats. *Gastroenterology* 128:138-146, 2005
52. Mie Inao, Satoshi Mochida, Atsushi Matsui, Yuichiro Eguchi, Yusufu Yulutuz, Yanhong Wang, Kayoko Naiki, Tohru Kakinuma, Kenji Fujimori, Sumiko Nagoshi, Kenji Fujiwara. Japanese herbal medicine Inchin-ko-to as a therapeutic drug for liver fibrosis. *Journal of Hepatology* 41:584-591, 2004
53. Minami K, Maniratanachote R, Katoh M, Nakajima M, Yokoi T. Simultaneous measurement of gene expression for hepatotoxicity in thioacetamide-administered rats by DNA microarrays. *Mutation Research* 31:603(1):64-73, 2006
54. 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
55. 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
56. Narayana CK, Maini SB. Effect of pretreatments on the quality of sweet turnip pickle. *J. Food Sci. Technol. India* 26(6):351-353, 1989
57. Ozler N, Kilic O. Researches on the production of fermented turnip juices. *Gida* 21(5):323-330, 1996
58. Park WH, Lee SK, Kim CH. A Korean herbal medicine, Panax notoginseng, prevents liver fibrosis and hepatic microvascular dysfunction in rats. *Acta Cir Bras.* 20(3):229-36, 2005
59. 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

60. 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
61. 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
62. Qing-Hua Liu, Ding-Guo Li, Xin Huang, Chun-Hua Zong, Qin-Fang Xu, Han-Ming Lu. Suppressive effects of 17 β -estradiol on hepatic fibrosis in CCl₄-induced rat model. *World Journal of Gastroenterology* **10**(9):1315-1320, 2004
63. Reynaert, H, K Rombouts, A Vandermonde, D Urbain, U Kumar, P Bioulac-Sange, M Pinzani, J Rosenbaum, A Geerts. Expression of somatostation receptors in normal and cirrhotic human liver and in hepatocellular carcinoma. *Gut* **53**:1180-1189, 2004
64. Roberta Nardacci, Oreste Lo Iacono, Fabiola Ciccocanti, Laura Falasca, Maria Adesso, Alessandra Amendola, Giorgio Antonucci, Antonio Craxi, Gian Maria Fimia, Valentina Iadevaia, Gerry Melino, Luigi Ruco, Guido Tocci, Giuseppe Ippolito, Mauro Piacentini. Transglutaminase Type II Plays a Protective Role in Hepatic Injury. *American Journal of Pathology* **162**:1293-1303, 2003
65. 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
66. Roy CK, Kamath JV, Asad M. Hepatoprotective activity of *Psidium guajava* Linn. leaf extract. *Indian Journal of Experimental Biology* **44**(4):305-11, 2006
67. 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
68. Sanz S, Pucilowska JB, S Liu, C M Rodríguez-Ortigosa, P K Lund, D A Brenner, C R Fuller, J G Simmons, A Pardo, M-L Martínez-Chantar, J A Fagin, J Prieto. Expression of insulin-like growth factor I by activated hepatic stellate cells reduces fibrogenesis and enhances regeneration after liver injury. *Gut* **54**:134-141, 2005

69. Sébastien Lepreux, Paulette Bioulac-Sage, Giulio Gabbiani, Vincent Sapin, Chantal Housset, Jean Rosenbaum, Charles Balabaud, Alexis Desmoulière. Cellular retinol-binding protein-1 expression in normal and fibrotic/cirrhotic human liver: different patterns of expression in hepatic stellate cells and (myo)fibroblast subpopulations. *Journal of Hepatology* **40**:774-780, 2004
70. Shapiro H, Ashkenazi M, Weizman N, Shahmurov M, Aeed H, Bruck R. Curcumin ameliorates acute thioacetamide-induced hepatotoxicity. *Journal of Gastroenterology & Hepatology* **21**(2):358-66, 2006
71. Shizhong Zheng, Anping Chen. Activation of PPAR γ is required for curcumin to induce apoptosis and to inhibit the expression of extracellular matrix genes in hepatic stellate cell *in vitro*. *Biochemical Society* 1-16, 2004
72. Spaner D, Lee DR. Brassica vegetables as edible greens in Newfoundland. *Canadian J. Plant Sci.* **81**(1): 165-171, 2001
73. Stefano Fiorucci, Elisabetta Antonelli, Giovanni Rizzo, Barbara Renga, Andrea Mencarelli, Luisa Riccardi, Stefano Orlandi, Roberto Pellicciari, Antonio Morelli. The Nuclear Receptor SHP Mediates Inhibition of Hepatic Stellate Cells By FXR and Protects Against Liver Fibrosis. *Gastroenterology* **127**:1497-1512, 2004
74. Taherian AR; Ramaswamy HS. Effect of heat treatment on the quality of root vegetables: kinetics of textural characteristics. *IFT Annual Meeting 1995*, p. 86
75. 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
76. Wu LC, Ho JA, Shieh MC, Lu IW. Antioxidant and antiproliferative activities of Spirulina and Chlorella water extracts. *J Agric Food Chem.* 18:**53**(10):4207-12, 2005
77. Xiaoli Ma, Jingbo Zhao, Charles S. Lieber. Polyenylphosphatidylcholine attenuates non-alcoholic hepatic fibrosis and accelerates its regression. *Journal of Hepatology* **24**:604-613, 1996
78. Xu JW, Gong J, Chang XM et al. Estrogen reduces CCL4- induced liver fibrosis in rats. *World J Gastroenterol* **8**(5):883-7, 2002
79. 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

80. Yamani MI. Fermentation of brined turnip roots using *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures. *World J. Microbiol. Biotechnol.* **9**(2):176-179, 1993
81. Yang S, Leow CK, Tan TM. Expression patterns of cytokine, growth factor and cell cycle-related genes after partial hepatectomy in rats with thioacetamide-induced cirrhosis. *World Journal of Gastroenterology* **21**:12(7):1063-70, 2006
82. 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

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술 개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개 하여서는 안됩니다.