

최 종
연구보고서

GA0471-0272

채소부산물을 이용한 생리활성농축물 및
식이섬유의 제조기술개발

Development of Processing Technology of Bioactive
Concentrate and Dietary Fiber using Vegetable By-products

연 구 기 관
한국식품개발연구원

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “채소부산물을 이용한 생리활성농축물 및 식이섬유의 제조기술개발”의 최종보고서로 제출합니다.

2004년 9월 4일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 김 영 진

연 구 원 : 성 기 승

연 구 원 : 김 은 미

연 구 원 : 한 선 희

(서울특별시 보건환경연구원)

위탁연구기관명 : 서울대학교 의과대학

위탁연구책임자 : 장 차 준

연 구 원 : 이 미 숙

연 구 원 : 박 수 영

요약문

I 제목

채소부산물을 이용한 생리활성농축물 및 식이섬유의 제조기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 목적은 채소부산물을 원료로 간암억제효과와 철흡수기능을 갖는 생리활성농축물 및 식이섬유의 제조기술과 식품에 응용하는 기술을 개발하고자 하는 것이다.

우리나라는 배추, 무 등 여러 가지 채소를 많이 재배하고 있으나 가공방법이 단순하여 대부분 그대로 먹거나 김치로 국한되고 있다. 따라서 김치원료로 사용하고 남는 부산물이나 과잉생산으로 가격폭락으로 사용되지 못한 채소는 저장하기 어려워 현지에서 폐기되기도 한다. 그러나 배추, 무에는 암을 억제효과가 있음이 보고되고 있고, 무청이나 알타리무청은 식품으로 잘 사용하지 않지만, 무기질이나 섬유질 등이 풍부할 가능성이 있다.

세계적으로 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 암억제효과, 빈혈억제효과, 콜레스테롤 저하효과, 변비억제효과 등에 대한 수요는 계속 확장될 것으로 예상되고 있다. 이러한 국제시장의 수요에 맞추어 이러한 부산물로 발생하는 채소 또는 잉여분의 채소를 이용하여 간암억제효과, 철흡수효과 등 생리활성을 갖는 식품소재로의 제조기술을 개발할 필요가 있다.

우리나라는 고령화 사회로 진입됨에 따라 간암, 혈관병, 변비, 비만 등 성인병이 점차 증가하고 있다. 이러한 성인병은 치료비가 많이 소요될 뿐만 아니라 쉽게 치료되지 않으므로 미리 예방하는 것이 중요하다. 국내에서 많이 재배되는 채소를 이용하여 성인병을 억제하는 식품을 개발함으로써 국민의 건강을 지키고 의료비를 절감시킬 필요가 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 간암억제효과와 철흡수효과를 갖는 채소추출물의 선발과 식이섬유의 종류별 함량 조사

국내에서 생산되는 십자화과 채소로서 배추, 양배추, 무, 알타리무와 그리고 비가식부인 무청과 알타리무청을 수집하여 특성을 조사하였다. 일반성분인 수분, 회분, 조지방질, 조단백질, 탄수화물의 성분을 비교하였고, 단맛의 지표로서 glucose, fructose, sucrose를 분석하였고, 필수미량금속인 철(Fe), 칼슘(Ca), 아연(Zn) 함량과 항산화능력을 측정하여 비교하였다. 그리고 양품으로서 배추, 양배추, 무, 알타리 무와 부산물로서 무청, 알타리 무청에서 추출물을 제조하여 간암을 억제하는 지 여부를 실험쥐를 이용하여 조사하였다. 간암억제효과의 여부는 간의 병리조직학적 효과와 혈액생화학적 효과로 조사하였다. 채소추출물별 실험동물에 대한 철흡수촉진효과를 조사하기 위하여 배추, 양배추, 무, 무청, 알타리 무청에서 추출물을 제조하여 빈혈이 발생된 실험쥐에 먹이고 헤모글로빈 함량의 변화를 측정하여 철흡수촉진효과를 조사하였다. 그리고 배추, 양배추, 무, 무청, 알타리무청의 총식이섬유함량을 조사하였고, 이들 채소에서 수용성물질과 불용성물질로 각각 분리하고, 수용성물질에서 수용성섬유와 수용성단백질로 구성된 알콜불용성물질을 재분리하였고, 불용성물질에서는 수용성섬유를 추가적으로 얻을 수 있는 산가수분해물질의 함량을 조사하였다.

2. 간암억제효과와 철흡수기능을 갖는 채소분획물제조 및 식이섬유의 추출정제 조건

배추, 양배추, 무, 알타리무와 그 부산물 무청과 알타리무청에서 추출물을 제조하여 간암억제효과를 조사한 결과 배추에서 높은 간암억제효과가 나타남에 따라 배추추출물을 선발하여 유기용매를 이용하여 간암억제의 유효성분을 실험쥐로 시험하기 위한 분획물을 제조하기 위한 조건을 조사하였다. 그리고 각 분획물중의 polyphenol 함량도 분석하였다. 배추추출물에서 분리한 분획물들이 실험쥐에서 병리조직학적으로 간암억제효과를 나타내는지 여부를 병리조직학적 방법으로 조사하였다. 그리고 분획물들간에 간암억제효과에 차이가 없는 것으로 나타남에 따라 분획하지 않은 배추추출물, 양배추추출물, 무추출물, 무청추출물에서 유효성분으로 추정되는 개별 phenolic acid 들, indol-3-carbinol, S-methylmethanethiosulfonate, sufaphane을 조사하였다.

그리고 철흡수기능을 갖는 채소로서 철이 가장 많은 무청을 선발하여 무청추출물에서 유기용매로 각 분획물을 제조하여 실험쥐에서 철흡수효과 여부를 조사하였다. 그리고 철이 많이 포함된 무청을 이용하여 생체에서 흡수가 잘되는 유리형 철로 전환하기 위한 무청분해농축물의 제조조건을 조사하였다. 그리고 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 식이섬유를 추출하고 알콜불용성물질로 침전시켜서 정제하기 위한 조건을 조사하였다.

3. 간암억제효과 및 철흡수기능을 갖는 농축물의 식품에 대한 응용성 및 식이섬유의 특성과 그 응용기술

간암억제효과를 나타낸 배추추출물, 양배추추출물, 무추출물을 식품에 대한 응용성을 조사하였다. 단순음료로서 응용성, 그리고 과일음료, 홍삼음료, 우유, 과일혼합호상요구르트에 대한 응용성을 조사하였다. 그리고 철흡수기능을 갖는 농축물로서 무청분해농축물을 제조하여 단순음료로서 응용성, 과일음료, 홍삼음료, 우유, 과일혼합 호상요구르트에 대한 응용성을 조사하였다. 간암억제효과가 높은 배추농축물에서 유효농도를 결정하기 위한 실험쥐에 대하여 농도별 간암억제효과를 조사하였다. 그리고 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 수용성물질을 분리하여 수용성식이섬유와 단백질을 1차알콜불용성물질을 얻어서 물리화학적특성과 식빵과 떡에 대한 응용성을 조사하였다. 그리고 불용성물질에서 수용성 식이섬유를 2차알콜불용성물질로 분리하여 물리화학적 특성과 음료에 대한 응용성을 조사하였다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 간암억제효과와 철분흡수효과를 갖는 채소추출물의 선발과 식이섬유의 종류별 함량조사

○ 국내 채소의 수집과 양품 및 부산물의 특성비교

국내에서 생산되는 십자화과 채소로서 배추, 양배추, 무, 알타리무의 가식부와 비가식부를 분리하였다. 양품으로서 배추, 양배추, 무, 알타리무의 가식부를 사용하였고, 부산물로서 무청, 알타리무청을 사용하여 일반성분인 수분, 회분, 조지방질, 조단백질, 탄수화물을 분석하였다. 그 결과 무청과 알타리무청은 회분과 조단백질이 높은 것으로 나타났

다. 시험채소중의 단맛의 지표인 유리당을 분석한 결과 모두 glucose, fructose, sucrose 가 상당량 검출되었고 그 외의 당류는 검출한계이하이었다. 배추와 양배추에는 glucose 와 fructose가 많았다. 양배추에는 유리당이 가장 많았고, 무청과 알타리무청에는 유리당이 적었다. 시험채소에서 필수미량금속인 철(Fe), 칼슘(Ca), 아연(Zn)을 분석한 결과, 배추는 유리형 칼슘(Ca)이 높았다. 무청과 알타리무청은 유리형 칼슘(Ca)이 특히 높은 것으로 나타나서 장래 칼슘공급원으로 개발될 전망이 있었다. 시험채소의 항산화능력을 수소공여능으로 측정된 결과, 무청과 알타리무청은 배추, 양배추, 무, 알타리무보다 항산화력이 더 높은 것으로 나타났다.

○ 채소추출물의 실험동물에 대한 간암억제효과 조사

실험쥐에 발암물질을 투여하여 간암을 발생시키고, 양품(배추, 양배추, 무, 알타리무)과 부산물(무청, 알타리무청)에서 70% ethanol로 추출한 농축물을 음수로 투여하면서 9주간 사육하였다. 사육이 종료된 후 간을 적출하여 간암의 병소(glutathione S-transferase placental form positive foci)를 영상분석기로 분석하였다. 그 결과 배추추출물 또는 양배추추출물을 먹은 쥐는 대조군보다 간암발생률이 약 35%수준으로 감소되었고, 무추출물을 먹은 쥐는 간암발생률이 46%로 감소되어 있었다. 알타리무에서는 간암억제효과가 인정되지 않았다. 무청과 알타리무청도 시험한 결과, 무청추출물을 먹은 쥐는 간암발생률이 41%로 감소되었고, 알타리무청의 추출물을 먹은 쥐도 간암발생률이 58%로 감소되었다. 따라서 배추와 양배추가 간암을 예방하는 효과가 가장 높았고, 그 다음으로 무청 > 무 > 알타리무청의 순이었다.

○ 채소추출물별 실험동물에 대한 철흡수촉진효과 및 선발채소의 식이섭유 종류별 함량 조사

실험동물에 대한 철분흡수촉진효과를 측정하기 위하여 실험쥐에 철결핍사료를 먹이고 빈혈을 발생시켰다. 빈혈의 정도는 헤모글로빈 함량을 측정하여 판정하였다. 빈혈이 발생한 쥐에 철을 흡수시키면 헤모글로빈 함량이 증가되었다. 빈혈발생쥐에 배추분말을 3%수준으로 혼합하여 먹인 결과 체중과 헤모글로빈 함량이 약간 증가하였다. 또한 배추분말과 유리철을 함유한 음료수를 동시에 먹이면 체중과 헤모글로빈 함량이 증가하며, 상승효과가 있었다. 배추, 양배추, 무, 알타리무, 무청, 알타리무청을 빈혈쥐에 먹인 결과 체중과 헤모글로빈 함량은 모두 약간 증가하였다. 체중증가효과는 배추, 알타리무, 무청

을 먹은 쥐에서 나타났고, 헤모글로빈 함량의 증가는 무청과 알타리무청을 먹은 쥐에서 나타남으로서 무청은 빈혈개선소재로 전망이 있었다. 배추, 양배추, 무, 알타리무, 무청, 알타리무청에서 총식이섬유의 함량을 조사하였다. 배추, 양배추, 무, 알타리무에는 약 15-18% 이었으나, 무청과 알타리무청은 약 23-27%이었다. 무청과 알타리무청은 식이섬유의 소재로 전망이 있었다. 배추, 양배추, 무, 알타리무, 무청, 알타리무청에서 수용성물질과 불용성물질로 분리하고 수용성물질에서 알콜불용성물질을 분리하였고, 불용성물질에는 산으로 가수분해할 수 있는 섬유가 존재하는 것으로 나타났다.

2. 간암억제효과와 철흡수기능을 갖는 채소분획물제조 및 식이섬유의 추출정제조건

○ 선발된 채소추출물에서 유효성분의 분획법 조사

실험쥐에서 간암억제효과가 높은 것으로 나타난 배추추출물을 선발하여 유효성분을 얻기하기 위한 분획물 제조법을 시험하였다. 배추추출물을 유기용매들로 분획하는 방법을 비교한 결과 hexane, butanol, water로 분획하는 방법이 실험쥐에 대한 분획방법으로서 적당하였다. 이 방법으로 얻은 분획물의 polyphenol 함량을 분석하였고, 실험쥐에서 간암억제효과를 조사하였다. 그러나 분획물들은 실험쥐에서 간암억제효과가 없는 것으로 나타남에 따라 분획물대신 추출물전체에서 항암성분으로 추정되고 있는 phenolic acid 함량과 indol-3-carbinol, S-methylmethanethiosulfonate, sulforaphane을 추적하였다. 그 결과 유리형, 에스테르결합형, 불용성결합형 phenolic acid 들을 합하여, 배추농축물에서는 ferulic acid가 71.8mg/Kg으로 가장 많았고, 양배추농축물에서는 sinapic acid가 32.9mg/kg로 가장 많았고, 무농축물에는 m-coumaric acid와 p-coumaric acid가 13.7mg/kg, 12.0mg/Kg으로 가장 많았다. 무청농축물에는 ferulic acid가 65.4mg/Kg으로 가장 많았다. 총 phenolic acid는 무청농축물에 198.6mg/Kg으로 가장 많았고, 그 다음으로 배추농축물으로서 150.2mg/kg 이었다. 양배추농축물과 무청농축물에는 49.8mg/Kg과 42.7mg/kg로 함유하고 있었다. 항암성물질로 추정되고 있는 indol-3-carbinol, S-methylmethane sulfonate, sulforaphane은 이들 농축물에서 적은 흔적량으로 존재하였다.

○ 채소추출물에서 분리된 분획물의 간암억제효과

채소추출물의 유효성분을 규명하기 위하여 간암억제효과가 높은 배추추출물을 1차

로 hexane층과 물층으로 분획하고 물층을 n-butanol로 2차분획하여 각 분획물에 대한 간암억제효과를 실험쥐를 이용하여 병리조직학적으로 조사하였다. 그러나 각 분획물에 의한 간암억제효과는 관찰되지 않았다.

○ 채소의 추출분획물의 철흡수효과와 채소식이섬유의 추출정제조건

실험쥐에서 철흡수효과가 높았던 무청을 선발하여 hexane, butanol, water로 분획하여 각 분획물로 철흡수효과를 실험쥐에서 조사하였다. 그 결과 hexane 분획물층을 먹은 실험쥐에서는 철흡수효과가 다른 분획물보다 효과가 높았지만 크지는 않았다. 철흡수효과를 높이기 위하여 무청조직에 결합되어있는 철을 유리철로 전환하기 위한 조건을 조사하였다. 가열처리와 유기산처리에 의하여 유리철 함량은 증가하였고, 이 처리로 얻는 무청분해농축물은 실험쥐에서 철흡수효과가 상당히 개선되었다.

채소에서 식이섬유의 추출정제조건을 조사하였다. 즉 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청을 물로 추출하여 수용성물질을 여과한후 에탄올로 수용성섬유와 수용성단백질을 침전시켜서 1차알콜불용성물질을 얻었고, 이를 다시 물에 녹이고 trichloroacetic acid로 단백질을 침전시킨 결과 소량의 수용성 섬유를 얻었다. 그리고 불용성 잔사를 염산으로 일부 분해함으로써 수용성 섬유인 2차알콜불용성물질을 얻었다. 이 과정은 0.1N 염산으로 1시간처리할 때 수용성섬유가 2차알콜불용성물질로 가장 많이 생성되었고, 4-5회 재현탁에 의하여 잔존하는 염산이 거의 제거되었다.

3. 간암억제효과 및 철흡수기능을 갖는 농축물의 식품에대한 응용성 및 식이섬유의 특성과 그 응용기술

○ 채소농축물로부터 간암억제효과 및 철흡수기능을 갖는 농축물의 응용성 조사

간암억제효과를 식품에 강화하기 위하여 동물실험에서 간암억제효과를 나타낸 배추농축물, 무농축물, 양배추농축물의 식품에 대한 응용성을 조사하였다. 배추농축물을 단순음료로 응용하기 위한 적정pH와 당도, 농축물농도를 조사한 결과, 배추농축물은 pH3.75, 당도 10%, 농축물 1-3%가 적당한 것으로 나타났다. 과일음료에 대한 응용성을 조사한 결과 배추농축물은 홍삼음료, 매실음료, 포도음료에 1-2%를 혼합하면 관능적으로 우수하여지는 것으로 나타났다. 배추농축물은 우유에 대하여서는 어울리지 않았으며, 딸기호상요구르트, 복숭아호상요구르트, 블루베리호상요구르트에 1%를 혼합하면 혼합하

지 않은 대조구와 관능적으로 차이가 없었다. 무농축물은 pH 3.75, 당도 10%, 농축물 함량 1-2%가 단순음료로서 적당한 것으로 나타났다. 과일음료에 대하여서 무농축물은 홍삼음료, 포도음료, 매실음료에는 관능적으로 아무런 차이를 느끼지 않고 응용할 수 있는 것으로 나타났고, 호상요구르트로는 딸기호상요구르트와 블루베리호상요구르트에 응용할 수 있는 것으로 나타났다.

철흡수농축물의 식품에 대한 응용성으로서 동물실험에서 철흡수가 개선된 무청분해농축물을 사용하였다. 무청분해농축물을 단순음료로 응용하기 위한 농축물 농도로 당도를 조사한 결과 무청분해농축물 2.5%는 음료로서 적당한 pH를 가지고 있었으며 당도는 10-12%가 적당하였다. 과일음료에 대한 응용성을 조사한 결과 홍삼음료와 포도음료에 응용할수있었으나 무청분해농축물의 산도를 감소시키면 관능적으로 더 우수해질 것으로 예상되었다. 호상요구르트에 대한 응용성을 조사한 결과 복숭아호상요구르트, 블루베리호상요구르트, 딸기호상요구르트에는 1%수준으로 혼합하여 응용할 수 있는 것으로 나타났다.

○ 채소농축물의 실험동물에 대한 간암억제효과를 나타내는 유효농도 조사

간암억제효과가 높은 배추농축물의 선발하여 유효농도를 결정하기 위하여 음수에 0, 2.5, 10.0, 20.0mg/ml의 농도로 실험쥐에 먹이고 간암억제효과를 조사하였다. 그 결과 배추농축물을 먹지 않은 대조군을 제외한 모든 실험쥐에서는 간암억제효과를 나타내었다. 배추농축물을 2.5ml/ml로 투여한 군과 10.0mg/ml로 투여한 군, 20.0mg/ml로 투여한 군 간에 차이는 없었다. 따라서 2.5ml/ml의 농도이상이면 간암억제효과를 나타내는 것으로 나타났으나, 그 이상의 농도증가에 따라 간암억제효과는 비례하지 않았다.

배추농축물이 실험동물의 성장에 미치는 영향도 조사하였다. 배추농축물을 2.5mg/ml와 10.0mg/ml의 농도로 투여한 실험쥐에서 체중은 대조군과 차이가 없이 성장하였다. 그러나 20.0mg/ml로 투여한 실험쥐에서는 약간 감소함으로서 고농도로 투여하면 성장에 약간 영향을 주는 것으로 나타났다.

○ 정제된 식이섬유의 특성과 식품에 대한 응용성 조사

배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 수용성물질을 추출하여 1차알콜불용성물질을 침전으로 분리하여 물리화학적 특성을 조사하였다. 모두 조단백질, 회분, 탄수화물이 높은 것으로 나타남으로서 수용성 단백질과 수용성 칼슘, 수용성 섬유로 구성된 것으

로 보였다. 1차알콜불용성물질 중의 탄수화물을 가수분해하여 galactouronic acid와 환원당으로 분석한 결과 배추, 무, 알타리무의 경우 galactouronic acid 함량은 약 4-6%, 환원당은 47-93%로서 구성성분에는 환원당이 많은 것으로 나타났다. 그러나 무청과 알타리무청의 경우는 이와는 다른 종류의 탄수화물이었다. 1차알콜불용성물질의 0.1%용액의 비중은 1.000내외, 점도는 1.01-1.03 cP 이었고, 보수력은 건조물1g당 약 7-16g으로 알타리무청과 무청이 높았다.

배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 생성한 2차알콜불용성물질의 물리화학적 특성을 조사하였다. 회분, 조단백질, 조지방 함량이 모두 1%이하이고, 탄수화물함량은 82-94%로 대부분 탄수화물로 구성되어 있었다. 탄수화물을 가수분해하여 구성당을 분석한 결과 galactouronic acid가 52-90%로서 pectin이거나 pectin 유사섬유로 보였다. 2차알콜불용성물질들의 0.1%용액의 비중과 점도는 0.997-1.000, 점도는 1.56-2.10cP 로서 무와 배추의 2차알콜불용성물질의 점도가 이중에서 높았다. 보수력은 건조물 1g당 35 - 65g으로서 1차알콜불용성물질보다 약 5배 더 높았다.

정제된 식이섬유의 식품에 대한 응용성을 조사하였다. 배추, 무, 알타리무, 알타리무청은 이미 식이섬유를 많이 함유하고 있는 것으로 나타남으로서 직접건조하여 분말로 사용하는 방법과 1차알콜불용성섬유로 분리하여 사용하는 방법을 식빵과 백설기떡에 대하여 실험하였다. 배추분말, 무분말, 알타리무분말, 알타리무청분말을 밀가루에 대하여 10%를 혼합한 식빵에서 이들 분말 모두는 기공균일성, 기공크기, 구은 냄새에는 아무런 영향을 미치지 않았다. 무청분말과 알타리무청분말로 만든 식빵은 밀가루만으로 만든 식빵에 비하여 부피는 작았으나 배추분말, 무분말, 알타리무분말의 경우보다는 부피가 컸다. 무청분말과 알타리무청분말은 식빵에 고유의 냄새와 맛을 부여하였고 단단함과 탄력성에 약간 영향을 미쳤다.

알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질을 밀가루에 대하여 1.2%로 혼합한 식빵은 부피가 거의 절반정도만 부풀었으나 0.6%혼합한 경우는 거의 비슷한 정도로 부풀어오름으로서 0.6%가 적당한 것으로 나타났다. 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청의 1차알콜불용성물질들이 혼합된 식빵은 고유의 냄새와 맛을 식빵에 부여하였으나, 분말의 경우와는 달리 탄력성, 단단함에 아무런 영향을 미치지 않았다.

배추분말, 무분말, 무청분말을 쌀가루에 대하여 2.5%로 혼합하고 백설기떡을 제조하

었다. 배추분말, 무분말, 무청분말은 백설기떡에 고유의 색과 냄새, 맛을 부여하였다. 떡의 탄력성과 단단함에는 거의 영향을 미치지 않았다. 그러나 무청분말이 혼합된 백설기떡에서는 부서짐성이 큰 것으로 나타났다. 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질을 0.6%를 혼합하여 백설기떡을 제조한 결과 고유의 색을 부여하는 것 이외 냄새, 맛, 탄력성, 부서짐성에 있어서 대조구와 차이가 없는 것으로 나타났다.

배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 얻은 2차알콜불용성물질을 0.5%로 녹인 수용액은 모두 색은 없었다. 배추와 무의 2차알콜불용성물질들은 색, 냄새, 맛이 모두 없었으나 무청과 알타리무청은 고유의 냄새를 가지고 있었다. 무청과 알타리무청의 2차알콜불용성물질은 배추, 무, 알타리무의 2차알콜불용성물질 보다 점성이 더 높게 느껴졌다. 포도음료에 대하여 2차알콜불용성물질을 각각 0.5%를 혼합하였다. 그 결과 포도음료의 무청의 경우를 제외하고는 포도고유의 냄새 때문에 모두 이취를 느끼지 않았다. 그리고 무청의 2차알콜불용성물질이 혼합된 경우를 제외하고는 모두 증류수와는 달리 점성을 느끼지 않았다.

4. 활용에 대한 건의

본 연구는 우리나라에서 가장 많이 재배되는 배추, 무, 알타리무를 가공하는 도중에 발생하는 부산물이나 잉여채소를 이용하여 부가가치가 높은 소재로 활용하기 위하여 연구하였다. 간암을 억제하는 식품소재로서 배추농축물, 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물 등을 제조하는 방법을 개발하고 실험동물에서 간암억제효능을 확인하였고, 배추농축물의 경우 유효농도를 조사하였다. 무청에는 철이 많이 포함되어 있지만 생체에 쉽게 흡수되지 못하므로 흡수를 개선하기 위한 방법을 개발하였다. 배추, 무, 알타리무, 무청, 알타리무청은 식이섬유가 풍부하였다. 특히 무청과 알타리무청에는 식이섬유가 더 풍부하였다. 식이섬유중 수용성 식이섬유는 심장병을 예방하는 효과가 있어서 특히 중요하므로 수용성 식이섬유를 추출분리하기 위한 방법을 연구하였다. 그리고 간암억제효과가 있는 농축물, 그리고 철흡수가 개선된 무청분해농축물, 그리고 식이섬유가 포함된 알콜불용성물질들을 식품에 용용하기 위한 실험을 수행하였다.

이러한 연구결과는 우리나라에서 많이 재배하고 있는 배추, 무, 알타리무를 보다 더

부가가치가 높은 식품소재로 활용할 뿐아니라 학술발표를 통하여 국내기술의 발전에도 활용될 것이다.

그러나 앞으로 동물실험에서 간암억제효과가 확인된 배추와 양배추, 무, 무청에서 유효성분의 확인과 생체내 역할, 그리고 우수한 배추와 무의 육종 등 추가적인 연구가 계속되어야 할 것이다.

구체적으로 아래와 같이 연구결과를 활용하고자 한다.

- 배추와 무를 이용한 새로운 간암억제소재와 철흡수소재, 식이섬유소재를 학회에 보고하여 국내 식품산업의 발전에 활용함.
- 배추와 무, 무청, 알타리무청 등의 효능을 소비자에게 알림으로서 소비확대에 활용함
- 배추와 무, 무청을 장래 새로운 기능성 소재로 활용함.
- 배추, 무 재배농가의 소득증대와 재배의욕고취에 활용함.

V. 주요연구실적 및 성과

가, 발명특허

(1) 철의 흡수능이 개선되고, 식이섬유가 풍부하며, 간암억제효능을 갖는 무청농축물의 제조방법 (출원번호 10-2004-0064414, 2004. 8. 16)

나. 논문발표

(1) 김영진 : Contents of sugars, calcium, iron, and hydrogen donor activity in Korean cabbage, cabbage, Korean radish, Altari radish, and leaves of Korean radish and Altari radish. 제 69차 한국식품과학회 발표(2002. 10. 24. 무주)

(2) 김영진, 이미숙, 장자준 : 배추, 양배추, 무청, 알타리무청의 간암억제효과 : 제 70차 한국식품과학회 발표 (2003. 6. 27. 경주)

(3) Young Jin Kim : Effects of heat and acid treatment on iron absorption of radish leaf in rat. 제 70차 한국식품과학회발표(2004. 6.23 용평)

Summary

I. Title of Research

Development of Processing Technology of Bioactive Concentrate and Dietary Fiber using Vegetable By-products

II. The Objective and Importance of Research

The objective of research is development of processing technology of bioactive concentrate and dietary. Korean cabbage and radish have been cultivated for a long time in Korea, but its demand is limited because Korean cabbage and radish are simply processed to Baechu Kimchi, radish Kimchi, or dried radish. Some of cabbage leaves, or radish leaves were produced by-product in Kimchi processing. Prices of cabbage or of radish are fluctuated by demand-supply relationship. When supply surpassed demand, their prices fell below production cost, unfortunately, cabbage and radish were occasionally thrown away on farm.

Recently cabbage and radish, and radish leaves reported to have cancer preventive effect and to have much mineral and dietary fiber. It is useful to make the concentrate which is having cancer or anaemia preventive effects, using by-products or surplus of cabbage and radish. Attempt was done to develop process of bioactive concentrates and dietary fiber from vegetable by-products or surplus.

III. The scope and Contents of Research

1. Selection of liver cancer preventive concentrate and iron absorptive concentrate and dietary fiber content of their vegetable

- Collection of vegetables and property comparison of main and by-product

- Protective effect of vegetable concentrates on liver cancer in rat
- Iron absorptive effect of vegetable concentrates and dietary fiber content

2. Production of liver cancer preventive concentrate and iron absorptive concentrate and refinery process of dietary fiber

- fractionation of effective components
- Protective effect of fractions against liver cancer in rat
- Iron absorptive effect of fractions and refinery process of dietary fiber from vegetables

3. Application of concentrates having liver cancer preventive effect, iron absorptive effect, dietary fiber and their properties

- Application of concentrate of liver cancer preventive effect and iron absorptive effect
- Effective concentration of liver cancer preventive effect on rat
- Property of refined dietary fiber and their application on foods

IV. Conclusion and recommendation

1. Selection of liver cancer preventive concentrate and iron absorptive concentrate and dietary fiber content of their vegetable

Protein, ash, carbohydrate, and glucose, fructose, sucrose, iron, calcium, and zinc contents were analyzed in Korean cabbage, Korean radish, Altari radish, and their leaves, which all belongs to *brassicaceae* family, respectively. Their concentrates of vegetables were tested whether they had liver cancer preventive effect in rats or not. In this study it was identified that cabbage, radish, Altari radish, radish leaf have liver carcinoma inhibitory effects. Altari radish did not show liver carcinoma inhibitory effect. Liver tissues and blood were sampled from Sprague-Dawley rats after 9 weeks of the vegetable extract-mixed drinking water or

fed with carcinogen injections for the first week. Liver carcinoma inhibitory effect was confirmed histopathologically using H&E staining showing the phenotypes of liver tissues, and it was detected by immunostaining of GST-P+ foci, known as an indicator of carcinogenesis disease. Although serological analysis was done by identifying in-blood liver related enzymes' values as GOT and GPT, there were no significant symptoms from this analysis.

The vegetables were also tested whether they supply iron in rats or not. Anaemia had occurred from rats fed with iron deficient feed. Cabbage flour showed to increase hemoglobin content. Korean radish leaf and Altari radish leaf resulted to more increase hemoglobin content than the other vegetables.

Dietary fiber contents of the vegetables were determined. Korean radish leaf and Altari radish leaf showed higher content in total dietary fiber than the others.

2. Production of liver cancer preventive concentrate and iron absorptive concentrate, and refinery process of dietary fiber

To identify the effective elements, anti-carcinoma test with 1st and 2nd division substances of the vegetable extract was done. These fractions were tested in inhibitory effect of liver cancer, respectively. The fractions did not show inhibitory effect of liver cancer. Phenolic acids, indol-3-carbinol, S-methylmethanethiosulfonate, and sulforaphane, which were expected to show inhibitory effect on cancer, were analysed. Ferulic acid in Korean cabbage and Korean radish leaf, sinapic acid in cabbage, m-coumaric acid and p-coumaric acid in Korean radish were higher than the other phenolic acids. Indol-3-carbinol, S-methylmethanethiosulfonate, and sulforaphane were detected in trace level.

Korean radish leaf showed high content of iron. Differentiated fractions from the radish leaf concentrate were tested in iron absorptive effect, hexane layer showed slightly increase in hemoglobin content in anaemia rat compared with butanol layer or water layer. To enhanced iron absorptivity, Korean radish leaf was

treated with heat and organic acids. The radish leaf concentrate obtained by these treatment showed to increase higher hemoglobin content than untreated radish leaf.

Dietary fiber refinery conditions were investigated. Water soluble components in the ground vegetables in water precipitated to primary alcohol insoluble residue. Water insoluble residue soaked in hot acidic solution, soluble dietary fiber could separated, precipitated to secondary alcohol insoluble residue.

3. Application of concentrates having liver cancer preventive effect, iron absorptive effect, dietary fiber and their properties

Korean cabbage concentrate, Korean radish concentrate, and cabbage concentrate, which are all having liver cancer inhibitory effect, were applied to simple drink, fruit juice, milk, yogurt. Korean cabbage concentrate could apply to water of pH 3.75, sugar 10%, 1-3% level of the concentrate, and also to red Jinseng juice, plum juice, grape juice in 1-2% level. Korean radish concentrate could apply to red Jinseng juice, grape juice, plum juice without sensory difference.

Heat-treated Korean radish leaf concentrate, which enhanced iron absorptivity, could apply to red Jinseng juice and grape juice, and to peach/yogurt, blue berry/yogurt, straw berry/yogurt in 1% level.

Korean cabbage extract, which was proved to have liver carcinoma inhibitory effect among the three vegetables, was fed to rats on different concentrations and the effective concentration was determined. Korean cabbage concentrate fed to rats on several level. All of tested group showed inhibitory effect of liver cancer, but degree of inhibitory effect was not increased proportional to the concentrate level. The minimal effective concentrate was 2.5mg/ml. This study especially reported that Korean cabbages have anti-carcinoma effects, and further suggests a possibility of some new healthcare food with the ability of preventing liver diseases.

Primary alcohol insoluble residues from Korean cabbage, Korean radish, Korean radish leaf, Altari radish, and Altari radish leaf were consisted of protein, ash, and

carbohydrate. Their carbohydrate had high content of reducing sugar. Secondary alcohol insoluble residues of the vegetables were consisted of high carbohydrate 82-94%, which of 52-90% were galactouronic acid, so they seemed to be pectin-like-materials.

Korean cabbage flour, Korean radish flour, their leaf flour, etc. were applied to bread, and rice cake (Baek-sul-ki). Primary alcohol insoluble residues were also applied to bread and rice cake. Secondary alcohol insoluble residues were applied to grape juice to evaluate the sensory property.

4. Recommendation

We studied processing technologies of liver cancer inhibitory concentrate, iron absorptive concentrate, refined dietary fiber. These developed technologies will apply to industry, and encourage farmer to cultivate Korean cabbage, and radish. There are need to research further about anticarcinogenic compound and mechanism of protective activity, and new bioactive processing technology of Korean cabbage and radish 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 country and abroad	
1. The state of cabbage and radish	
2. Domestic research on cabbage and radish	
3. Foreign research on anticancer effect of cabbage, iron, dietary fiber.	
Chapter 3. Contents and results of the research	
1. Materials and Methods	
2. Results and discussion	
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. 사회·문화적 측면
4. 병리학적 측면

제 3 절 연구개발범위

1. 간암억제효과와 철흡수효과를 갖는 채소추출물의 선발과 식이섬유의 종류별 함량조사
2. 간암억제효과와 철흡수기능을 갖는 채소분획물제조 및 식이섬유의 추출정제 조건
3. 간암억제효과 및 철흡수기능을 갖는 농축물의 식품에 대한 응용성 및 식이섬유의 특성과 그 응용기술

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 배추, 무의 재배현황

제 2 절 배추와 무에 대한 국내 연구 현황

제 3 절 국외 연구현황

제 3 장 연구개발수행내용 및 결과

제 1 절 실험재료 및 방법

1. 재료
2. 시약
3. 양품과 부산물의 분리

4. 일반성분의 분석
5. glucose, fructose, sucrose의 분석
6. 미량금속의 분석
7. 보수력 측정
8. 항산화력 측정
9. 비중과 점도의 측정
10. 빈혈의 발생과 헤모글로빈 함량
11. 식이섬유의 분석
12. 알콜불용성물질의 분리
13. Galactouronic acid 과 환원당 분석
14. 채소추출물의 제조와 분획
15. 채소농축물중의 phenolic acid의 분석
16. 채소농축물중의 indol-3-carbinol, S-methylmethanesulfonate, sulforaphene의 분석
17. 간암유도 모델설정
18. 실험동물 희생 및 시료 수집
19. 조직병리학적 측정: H&E 염색
20. 조직병리학적 측정 : GST-P+ foci
21. 조직병리학적 측정 : 혈액 생화학적 분석
22. 채소추출물(배추)에서 분리된 분획물의 간암에 대한 병리조직학적 분석을 위한 간암의 발생
23. 채소분획물의 간암억제의 조사
24. 실험동물에 대한 유효농도 결정시험을 위한 간암유도
25. 채소농축물이 실험동물의 성장에 미치는 영향과 혈청학적, 병리조직학적 분석
26. 음료에 대한 채소농축물의 응용시험과 관능검사
27. 과일음료, 우유, 호상요구르트에 대한 혼합시험과 관능검사
28. 식빵의 제조와 부피측정, 관능검사
29. 백설기떡의 제조와 관능검사

제 2 절 결과 및 고찰

1. 국내채소의 수집과 양품 및 부산물의 특성비교

가. 국산 십자화과 채소의 양품 및 부산물의 수집

나. 양품 및 부산물의 물리화학적 특성 비교

- (1) 양품과 부산물의 분리
- (2) 양품과 부산물의 일반성분
- (3) 채소중의 유리당(glucose, fructose, sucrose) 함량
- (4) 채소 중 미량금속 - 철(Fe), 칼슘(Ca), 아연(Zn) 함량
- (5) 보수력
- (6) 항산화능력
- (7) 에탄올에 의한 추출물 제조

2. 채소추출물의 실험동물에 대한 간암억제효과조사

가. 십자화과 채소추출물(양품)의 간암에 대한 병리조직학적 및 혈액생화학적 억제효과

- (1) 발암물질 투여 및 채소추출물의 투여가 실험동물의 성장에 미치는 영향
- (2) 발암물질투여 및 채소 추출물의 투여가 실험동물의 간 중량에 미치는 영향
- (3) 채소 추출물의 투여가 전암성 병변의 형성에 미치는 영향

나. 십자화과 채소추출물(부산물)의 간암에 대한 병리조직학적 및 혈액생화학적 억제 효과

- (1) 채소 추출물(부산물)의 투여가 전암성 병변의 형성에 미치는 영향
- (2) 채소 추출물의 혈액 생화학적 억제효능

3. 선발된 채소추출물에서 유효성분의 분획법

가. 선발 추출물로부터 유효성분의 분획물 제조

- (1) 선발 추출물로부터 농축물 제조
- (2) 배추농축물에서 hexane, chloroform, 증류수에 의한 분획
- (3) 배추농축물의 ethanol 농도에 따른 분획
- (4) 배추농축물의 hexane, butanol, 증류수에 의한 분획

나. 선발 추출물의 분획에 따른 화학적 성분 조사

- 다. 배추, 양배추, 무, 무청의 농축물에서 유효성분의 분석
- (1) 배추농축물 중 당성분(glucose, fructose, sucrose)의 함량
 - (2) 배추, 양배추, 무, 무청의 농축물중에서 phenolic acid 함량
 - (3) 배추, 양배추, 무, 무청의 농축물에서 indol-3-carbinol, S-methylmethane-thiosulfonate, sulforaphene의 추적
4. 채소추출물에서 분리한 분획물의 간암억제효과
- 가. 채소추출물에서 분리된 1차분획물의 간암에 대한 병리조직학적 억제효과
- 나. 채소추출물에서 분리된 2차분획물의 간암에 대한 병리조직학적 억제효과
- (1) 2차 분획물의 간암에 대한 병리조직학적 억제효과
 - (2) 분획방법에 따른 분획물 투여가 전암성 병변의 형성에 미치는 영향
5. 채소농축물의 실험동물에 대한 간암억제효과를 나타내는 유효농도 조사
- 가. 실험동물에 대한 유효농도 결정시험
- 나. 채소농축물이 실험동물의 성장에 미치는 영향
- (1) 배추농축물의 농도별 섭취에 따른 실험동물의 성장변화
 - (2) 발암과정에서의 배추농축물의 효능(병리조직학적 변화)
 - (3) 발암과정에서의 배추농축물의 효능(혈청학적 생화학 분석)
 - (4) 발암과정에서의 배추농축물의 효능(간 전암성 병변에 대한 억제효과)
6. 채소농축물로부터 간암억제효과를 갖는 농축물의 응용성 조사
- 가. 간암억제농축물의 식품에 대한 응용성 조사
- (1) 배추농축물을 음료에 응용하기 위한 적정 pH
 - (2) 배추농축물을 음료에 응용하기 위한 적정당도
 - (3) 배추농축물을 음료에 응용하기 위한 배추농축물의 적정농도
 - (4) 과일음료에 대한 배추농축물의 응용
 - (5) 포도음료에 대한 배추농축물의 응용
 - (6) 홍삼음료에 대한 배추농축물의 응용
 - (7) 우유에 대한 배추농축물의 응용
 - (8) 호상요구르트에 대한 배추농축물의 응용
 - (9) 딸기 호상요구르트에 대한 배추농축물의 응용

- (9) 복숭아 호상요구르트에 대한 배추농축물의 응용
 - (10) 블루베리 호상요구르트에 대한 배추농축물의 응용
 - (11) 과일/배추혼합 호상요구르트와 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성의 비교
 - (12) 무농축물을 음료에 응용하기 위한 무농축물의 적정pH
 - (13) 무농축물을 음료에 응용하기 위한 무농축물의 적정 당도
 - (14) 무농축물을 음료에 응용하기 위한 무농축물의 적정농도
 - (15) 과일음료에 대한 무농축물의 응용
 - (16) 홍삼음료에 대한 무농축물의 응용
 - (17) 우유에 대한 무농축물의 응용
 - (18) 과일 호상요구르트에 대한 무농축물의 응용
 - (19) 딸기 호상요구르트에 대한 무농축물의 응용
 - (20) 블루베리 호상요구르트에 대한 응용성
 - (21) 과일/무혼합 호상요구르트와 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성의 비교
 - (22) 양배추농축물을 음료에 응용하기 위한 적정 pH
 - (23) 양배추농축물을 음료에 응용하기 위한 적정 당도
 - (24) 양배추농축물을 음료에 응용하기 위한 양배추농축물의 적정 농도
 - (25) 과일음료에 대한 양배추농축물의 응용
 - (26) 매실음료에 대한 양배추농축물의 응용
 - (27) 사과음료에 대한 양배추농축물의 응용
7. 채소추출물별 실험동물에 대한 철흡수효과
- 가. 실험동물에 대한 철분흡수효과
- (1) 실험쥐에서 철분결핍사료에 의한 빈혈발생
 - (2) 철공급에 의한 헤모글로빈의 증가
 - (3) 빈혈쥐와 회복쥐에서 간, 비장, 신장, 심장의 중량비율
 - (4) 철보충이 헤모글로빈 함량에 미치는 영향
 - (5) 배추분말이 빈혈쥐에서 헤모글로빈 함량에 미치는 영향

- (6) 배추분말과 철-음료수공급이 헤모글로빈 함량에 미치는 영향
- (7) 시험채소가 빈혈쥐의 체중에 미치는 영향
- (8) 철분말과 채소분말의 혼합사료가 빈혈쥐의 체중에 미치는 영향
- (9) 시험채소가 빈혈쥐의 헤모글로빈에 미치는 영향
- (10) 시험채소가 빈혈쥐의 장기중량에 미치는 영향

8. 채소추출분획물의 철흡수효과

가. 채소추출분획물의 철흡수효과

- (1) Hexane, chloroform, water에 의한 무청농축물의 분획
- (2) Hexane, butanol, water에 의한 무청농축물의 분획

나. 선발 추출물의 분획에 따른 화학적 성분 조사

- (1) 무청농축물 중 당성분(glucose, fructose, sucrose)의 함량
- (2) 무청농축물의 분획물 중의 철, 칼슘함량
- (3) 무청분획물에 의한 빈혈개선효과
- (4) 빈혈쥐에 유리철의 공급

다. 철흡수개선을 위한 무청의 가열처리와 유리철의 추출

- (1) 무청의 가열처리에 의한 유리철함량의 변화
- (2) 무청에서 유기산에 의한 유리철의 추출
- (3) Ascorbic acid와 citric acid의 농도별 유리철 추출효과
- (4) 추출온도 및 추출시간이 유리철 추출에 미치는 영향
- (5) 가열처리가 무청녹즙의 유리철 함량에 미치는 영향
- (6) 무청녹즙에 대한 ascorbic acid 처리농도가 유리철함량에 미치는 영향
- (7) 에탄올추출잔사에 대한 유리철의 2차추출

라. 실험동물에서 가공무청과 무청분해농축물의 빈혈개선효과

9. 철흡수농축물의 식품에 대한 응용성

가. 음료에 대한 무청분해농축물의 응용

- (1) 무청분해농축물을 음료에 응용하기 위한 적정pH와 적정농도
- (2) 무청분해농축물을 음료에 적용하기위한 적정 당도

나. 과일음료에 대한 무청분해농축물의 응용

(1) 홍삼음료에 대한 무청분해농축물의 응용

(2) 포도음료에 대한 무청분해농축물의 응용

다. 우유에 대한 무청분해농축물의 응용

라. 과일 호상요구르트에 대한 응용

(1) 복숭아 호상요구르트에 대한 무청분해농축물의 응용

(2) 딸기 호상요구르트에 대한 무청분해농축물의 응용

(3) 블루베리 호상요구르트에 대한 무청분해농축물의 응용

(4) 과일/무청혼합 호상요구르트와 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성의 비교

10. 선발채소의 식이섬유의 종류별 함량조사

가. 선발채소의 식이섬유의 계통적 분리 및 함량

(1) 채소분말의 총식이섬유함량 (total dietary fiber)

(2) 수용성 성분과 불용성 성분의 분리

(3) 수용성 물질에서 1차알콜불용성물질(1-alcohol insoluble residue; 1-AIR)의 분리

(4) 불용성잔사의 산에 의한 가수분해

11. 채소식이섬유의 추출정제조건

가. 채소식이섬유의 추출정제조건 조사

(1) 불용성 잔사의 산분해온도가 2차알콜불용성물질에 미치는 영향

(2) 염산농도가 2차알콜불용성물질의 생성에 미치는 영향

(3) 분해액의 pH가 2차알콜불용성물질의 침전에 미치는 영향

(4) 에탄올 농도가 2차알콜불용성물질의 침전에 미치는 영향

(5) Propanol 농도가 2차알콜불용성물질의 침전에 미치는 영향

(6) 2차알콜불용성물질의 재현탁효과

(7) 2차알콜불용성물질의 생성량

(8) 가열과 유기산에 의한 무청의 수용성 섬유질의 추출

12. 정제된 식이섬유의 특성과 식품에 대한 응용성 조사

가. 정제된 식이섬유의 물리화학적 특성

- (1) 1차알콜불용성물질의 일반성분 분석
- (2) 1차알콜불용성물질의 탄수화물의 구성
- (3) 1차알콜불용성물질의 비중과 점도
- (4) 1차알콜불용성물질의 보수력
- (5) 2차 알콜불용성물질의 일반성분 분석
- (6) 2차알콜불용성물질의 탄수화물의 구성
- (7) 2차알콜불용성물질의 비중과 점도
- (8) 2차알콜불용성물질의 보수력
- (9) 불용성잔사의 보수력

나. 정제된 식이섬유의 식품에 대한 응용성

- (1) 식빵에 대한 배추분말, 무분말, 무청분말의 응용
- (2) 식빵에 대한 알타리무 분말, 알타리무청 분말의 응용
- (3) 1차알콜불용성물질의 혼합량이 식빵의 부피에 미치는 영향
- (4) 배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 빵의 부피와 관능적 특성에 미치는 영향
- (5) 알타리무와 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 빵의 부피와 관능적 특성에 미치는 영향
- (6) 배추분말, 무분말, 무청분말이 혼합된 백설기떡의 관능적 특성에 미치는 영향
- (7) 배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 백설기떡의 관능적 특성에 미치는 영향
- (8) 2차알콜불용성물질 용액의 관능적 특성
- (9) 2차알콜불용성물질이 포도음료의 관능적 특성에 미치는 영향

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 채소부산물을 원료로 간암억제효과와 철분흡수기능을 갖는 생리활성농축물 및 식이섬유의 제조기술과 식품에 응용하는 기술을 개발하고자 하는 것이다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

우리나라는 배추, 무 등 여러 가지 채소를 많이 재배하고 있으나 가공방법이 단순하여 대부분 그대로 먹거나 김치로 국한되고 있다. 따라서 김치원료로 사용하고 남는 부산물이나 과잉생산으로 가격폭락으로 사용되지 못한 채소는 저장하기 어려워 현지에서 폐기되기도 한다.

한편으로는 최근 암이나 동맥경화증 등에 의한 사망률이 증가함으로써 성인병을 예방하는 것이 중요한 문제로 대두되고 있다. 채소를 많이 먹는 사람에서는 암이 적다는 연구결과가 있음에 따라 채소섭취가 권장되고 있다. 특히 배추, 무 등 십자화과 채소는 암을 억제효과가 있음이 보고되고 있다.

무청이나 알타리무청은 식품소재로 잘 사용하지 않는 소재이지만, 항암물질이나 무기질, 섬유질 등이 풍부할 가능성이 있다. 따라서 이러한 십자화과 채소의 가공중에 발생한 잔여채소, 또는 가격폭락으로 인한 잉여채소들을 이용하여 간암억제소재, 철흡수소재, 식이섬유의 소재로 가공하여 값비싼 식품소재로 개발할 필요가 있다.

간암(liver cancer)은 세계적으로 발생률이 높고 우리나라의 경우 치사률이 폐암(94%) 다음으로 높은 질병(62%)이다. 따라서 발병하면 대부분 죽음에 이르게 되므로 간암을 억제할 수 있는 식품은 매우 값이 비싸고, 수백억달러시장으로 추산되고 있다.

철(Fe)은 인체에서 쉽게 흡수되지 않아서 철결핍증이 쉽게 일어나는 데, 철결핍증이 있는 사람은 세계 약 30%에 이르고 있음. 최근 일부의 채소는 철의 흡수를 돕는다고 알려지고 있으므로 채소중의 철흡수촉진성분을 추출하여 식품으로 개발할 필요가 있다.

선진국에서는 동맥경화증을 예방할 수 있는 수용성 식이섬유와 변비를 억제할 수 있는 불용성 식이섬유를 많이 섭취할 것을 권장하고 있으며, 식이섬유가 국내에 수입되기도 한다. 배추, 무 등 국산 채소에도 식이섬유가 풍부하므로 식이섬유를 제조하는 기술과 그 응용기술을 개발함으로써 국내에서 생산하여 이용하게 할 필요가 있다.

2. 경제·산업적 측면

세계적으로 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 암억제효과, 빈혈억제효과, 콜레스테롤 저하효, 변비억제효과 등에 대한 수요는 계속 확장될 것으로 예상되고 있다. 이러한 국제시장의 수요에 맞추어 채소를 이용한 간암억제소재, 철흡수소재 등 생리활성물질을 포함한 소재의 제조기술을 개발할 필요가 있다.

우리나라의 생리활성소재는 주로 수입에 의존함으로써 외화소비가 매우 높은 실정이다. 국내 채소를 이용하여 각종 생리활성을 가진 소재를 제조하는 기술을 개발함으로써 외화유출을 방지하고 나아가 세계시장으로 진출할 필요가 있다.

3. 사회·문화적 측면

우리나라는 고령화 사회로 진입됨에 따라 간암, 혈관병, 변비, 비만 등 성인병이 점차 증가하고 있다. 이러한 성인병은 치료비가 많이 소요될 뿐아니라 쉽게 치료되지 않으므로 미리 예방하는 것이 중요하다. 국내에서 많이 재배되는 채소를 이용하여 성인병을 억제하는 식품을 개발함으로써 국민의 건강을 지키고 의료비를 절감시킬 필요가 있다. 또한 해외로부터 많은 채소가 값싼 가격으로 수입되어 농가소득을 위협하고 있다. 국산 채소의 우수성을 찾아내고 부가가치가 높은 가공기술을 개발함으로써 부존자원의 확보와 농가소득을 확보할 필요가 있다.

채소부산물은 무분별하게 폐기함으로써 때로는 환경오염문제를 일으키기도 한다. 채소를 유효하게 이용하는 기술을 개발함으로써 환경오염을 억제함은 물론 고부가가치소재로 개발할 필요가 있다.

4. 병리학적 측면

간암은 우리나라 사람들에게서 그 빈도가 매우 높은 질병으로서 이로 인한 사망은

물론이고 치료를 위한 사회적 비용이 막대하다. 우리나라의 간암 대부분은 만성 B형 바이러스성 간염에서 이행되는 것이다. 따라서 간장의 작용을 돕거나 면역력을 향상시키는 식품이 간암을 예방하는데 유익하다. 이러한 현실을 고려해볼 때 간 질환을 예방할 수 있는 적절한 방법을 규명하는 일은 매우 중요하며, 이와 같은 맥락에서 평소 우리가 쉽게 접할 수 있는 식품 중에서 간질환을 예방할 수 있는 기능성 식품을 개발하는 것은 국민 건강의 증진에 크게 기여할 수 있는 방법이다. 배추, 양배추, 무등의 십자화과 채소들은 우리나라 사람들이 흔히 먹는 채소류로 이들 식품의 항암 가능성에 대한 연구는 일부 이루어져 있으나 아직까지 명확히 규명되어 있지는 못한 실정이다.

십자화과에 속하는 양배추는 위궤양이나 십이지장의 예방과 치료에 효과적인 식품으로 알려져 있다. 브로컬리 또한 십자화과 채소로 항암 작용이 탁월하다고 보고되었으며, 이것의 발암 억제 작용은 식품의 탄 부분에 들어 있는 발암 물질인 Trp-P-2 이외의 각종 발암 물질에 대해서도 유효하다고 밝혀졌다. 미국의 한 연구에서는 브로컬리를 많이 먹는 사람은 자궁경부암에 걸릴 확률이 낮고, 또한 결장암을 억제하는데 있어 브로컬리가 양배추에 비해 뛰어나다고 보고된바 있다.

이처럼 우리가 평소에 아무렇지도 않게 먹고 있는 식품 중에 항암 작용을 가진 것이 많다는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 식품중 간암예방에 탁월한 성분을 가진 것의 선별이 우선적으로 선행되어야 하며 선별된 식품이 함유한 성분 중 항암물질에 탁월한 성분을 추출, 제조하여 암 예방차원 혹은 치료 목적으로 이용되어지는 일은 속히 이루어져야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 채소추출물 연구를 통하여 십자화과 채소류인 배추, 양배추, 무의 간암 억제 가능성을 확인하였고 이의 유효성분을 규명하기 위하여 채소추출물을 1, 2차 분획물로 나누어 항암성 실험을 실시하였다. 마지막으로 배추농축물을 이용하여 유효농도를 결정하고 배추의 항암효과를 재확인하였다.

제 3 절 연구개발범위

1. 간암억제효과와 철분흡수효과를 갖는 채소추출물의 선발과 식이섬유의 종류별 함량조사

국내에서 생산되는 십자화과 채소로서 배추, 양배추, 무, 알타리무와 그리고 비가식

부인 무청과 알타리무청을 수집하여 특성을 조사하였다. 일반성분인 수분, 회분, 조지방질, 조단백질, 탄수화물의 성분을 비교하였고, 단맛의 지표로서 glucose, fructose, sucrose를 분석하였고, 필수미량금속인 철(Fe), 칼슘(Ca), 아연(Zn) 함량과 항산화능력을 측정하여 비교하였다. 그리고 양품으로서 배추, 양배추, 무, 알타리 무와 부산물로서 무청, 알타리무청에서 추출물을 제조하여 간암을 억제하는 지 여부를 실험쥐를 이용하여 조사하였다. 간암억제효과의 여부는 간의 병리조직학적 방법과 혈액생화학적 방법으로 조사하였다. 채소추출물별 실험동물에 대한 철흡수촉진효과를 조사하기 위하여 배추, 양배추, 무, 무청, 알타리 무청에서 추출물을 제조하여 빈혈이 발생된 실험쥐에 먹이고 헤모글로빈 함량의 변화를 측정하여 철흡수촉진효과를 조사하였다. 그리고 배추, 양배추, 무, 무청, 알타리무청의 총식이섬유함량을 조사하였고, 이들 채소에서 수용성물질과 불용성물질로 각각 분리하고, 수용성물질에서 수용성섬유와 수용성단백질로 구성된 알콜불용성물질로 침전시켜 분리하였고, 불용성물질에서는 수용성섬유를 추가적으로 얻을 수 있는 산가수분해물질의 함량을 조사하였다.

2. 간암억제효과와 철흡수기능을 갖는 채소분획물제조 및 식이섬유의 추출정제 조건

배추, 양배추, 무, 알타리무와 그 부산물 무청과 알타리무청에서 추출물을 제조하여 간암억제효과를 조사한 결과 배추에서 높은 간암억제효과가 나타남에 따라 배추추출물을 선별하여 유기용매를 이용하여 간암억제의 유효성분을 실험쥐로 시험하기 위한 분획물을 제조하기 위한 조건을 조사하였다. 그리고 각 분획물중의 polyphenol 함량도 분석하였다. 배추추출물에서 분리한 분획물들이 실험쥐에서 병리조직학적으로 간암억제효과를 나타내는지 여부를 병리조직학적 방법으로 조사하였다. 그리고 분획물들간에 간암억제효과에 차이가 없는 것으로 나타남에 따라 분획물 대신 배추추출물, 양배추추출물, 무추출물, 무청추출물 전체에서 유효성분으로 추정되는 개별 phenolic acid 들, indol-3-carbinol, S-methylmethanethiosulfonate, sulforaphane을 조사하였다.

철흡수기능을 갖는 채소로서 철이 가장 많은 무청을 선별하여 무청추출물에서 유기용매로 각 분획물을 제조하여 실험쥐에서 철흡수효과 여부를 조사하였다. 그리고 철이 많이 포함된 무청을 이용하여 생체에서 흡수가 잘되는 유리형 철로 전환하기 위한 무청분해농축물의 제조조건을 조사하였다. 그리고 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서

식이섬유를 추출하고 알콜불용성물질로 침전시켜서 정제하기위한 조건을 조사하였다.

3. 간암억제효과 및 철흡수기능을 갖는 농축물의 식품에 대한 응용성 및 식이섬유의 특성과 그 응용기술

간암억제효과를 나타낸 배추추출물, 양배추추출물, 무추출물을 식품에 대한 응용성을 조사하였다. 단순음료로서 응용성, 그리고 과일음료, 홍삼음료, 우유, 과일혼합호상 요구르트에 대한 응용성을 조사하였다. 그리고 철흡수기능을 갖는 농축물로서 무청분해 농축물을 제조하여 단순음료로서 응용성, 과일음료, 홍삼음료, 우유, 과일혼합 호상 요구르트에 대한 응용성을 조사하였다. 간암억제효과가 높은 배추농축물에서 유효농도를 결정하기 위한 실험쥐에 대하여 농도별 간암억제효과를 조사하였다. 그리고 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 수용성물질을 분리하여 수용성식이섬유와 단백질을 1차알콜불용성물질을 얻어서 물리화학적특성과 식빵과 떡에 대한 응용성을 조사하였다. 그리고 불용성물질에서 수용성 식이섬유를 2차알콜불용성물질로 분리하여 물리화학적 특성과 음료에 대한 응용성을 조사하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 배추와 무 재배현황과 가공용도

배추와 무는 한국인의 중요한 식품으로서 오래전부터 재배되어왔다. 배추는 쌀다음으로 생산량이 많고 무도 중요한 생산품이고, 모두 농가소득에 중요한 작물이다. 배추가격은 여름철 고랭지배추는 겨울철 배추에 비하여 3-4배 비싸다. 무도 여름철 고랭지무는 여름 평지무이 4배이상 비싸고 배추보다 가격변동이 더 크다. 이러한 가격변동은 수급불균형에 따른 것이며, 때로는 잉여 배추나 잉여 무가 발생하기도 한다.

배추의 생산량은 1995년 2,883천톤에서, 2000년에는 3,148천톤, 2003년에는 2,678천톤이 생산되었다. 무는 1995년 1,434천톤, 2000년 1759천톤, 2003년 1,560천톤으로 약간의 진폭은 있으나 생산량은 비슷한 추세에 있다. 배추는 주로 배추김치용으로 사용되고 있으며, 무는 깍두기, 단무지, 무말랭이, 무채로 사용되고 있다. 이 외에 다른 용도로 사용되는 예는 매우 적다.

제 2 절 배추와 무에 대한 국내 연구 현황

배추는 중국북부가 원산지라 결구상태에 따라 결구종과 반결구종으로 구분된다. 김치료 쓰이는 것은 결구배추로서 고랭지재배에 적합하고, 수송성이 좋은 포합형인 지부와 황록색의 다육질로서 저장성이 있는 표피형인 포두련, 그리고 이들의 교잡종으로 다수성이며 난지재배에 적합한 경도3호가 있다. 반결구배추는 황록색 잎에 속이 차고, 맛이 좋은 서울배추, 산동배추가 있다.

배추의 주요성분은 수분 94.7%, 당질 2.6%, 섬유소 0.7%, 조단백질 1.3%이다. 배추에는 비타민C가 64.6mg%이며 성숙한 배추가 덜 성숙한 배추보다 더 많다. 최근 비타민 A가 많은 황색배추도 많이 육종되고 있다. 무기질로서는 칼슘이 많고 칼륨, 염소, 나트륨도 있다. 배추조직연화에 관련되는 polygalacturonase 는 최적활성온도 65℃이고, 최적 pH는 5.2이었고, NaCl 0.6M, CaCl₂ 0.8mM에서 억제된다. 배추의 myrosinase의 분자량은 550KD이었고, 최적 pH는 7.0, 최적온도는 37-38℃이었다. 배추를 90℃에서 15분 가열하면 lipoygenase 가 50%가 불활성되었고, 구리와 수은이온

에 의하여 억제된다. 배추의 조섬유함량은 0.5%이고 총식이섬유는 1.2%(건조물기준 22.0%)이고, 가용성식이섬유와 불용성식이섬유의 비율은 1:2이다. 김치로 담을 경우 생김치에는 0.7%(건조물기준 8.2%)이고, 숙성되면 0.9%(건조물기준 9.3%)로 증가한다.

무는 수분 93%, 조단백질1%, 비타민C는 30mg/100g으로 비교적 많다. 무에는 아립라제, 아미다제, 그리코시다제 등 효소가 들어있고, pH 5.2-5.8, 온도 55-60℃가 최적이다. 무가 성장할 때 질소가 부족하거나 고온에서 재배되면 발육이 나쁘고, 매운맛이 강하여진다. 매운맛은 시니그린이 효소 myrosinase에 의하여 분해되어 생성된 allysithiocyanate 이다. 무는 저온에서 바람이 들기때문에 생육이 빠른 것부터 적기에 수확한다. 바람들이란 조직의 일부가 죽어 내요물질을 상실하고 습과 같이 다공질으로 되는 상태를 말하며, 조생종은 빨리 나타나고, 만생종은 느리게 나타난다. 무의 바람들을 억제하기 위하여서는 저온다습상태에서 저장하면 당분감소도 적어진다. 반대로 고온건조상태에서는 당분소비와 바람들을 상당히 촉진된다.

무청은 천일건조하거나, 비닐하우스 또는 열풍으로 건조시켜 시래기를 만들기도 한다. 수확후 즉시 그늘에 말려도 2주가 지나면 비타민 C는 거의 파괴된다. 냉장12시간 후 그늘에서 말려도 90%이상이 파괴된다. 무를 세절하여 건조시켜서 천일건조로 14일, 열풍으로 60℃에서 유속 120m/sec 으로 건조하면 3시간30분이 소요된다.

생리활성면에서 국내에서의 연구는 그리 많지 않고, 그나마 주로 김치와 관련하여 연구한 것이며, 선진국과 같이 사람을 대상으로 수행한 역학적 연구는 거의 없고, 실험동물을 사용하는 생체실험(in vivo)도 매우 적다. 배추와 무가 항암효과를 나타내는 지 여부를 실험쥐를 통하여 조사한 연구가 있다. 배추와 무를 동결건조하여 실험쥐에게 먹이고 조사한 결과 간암을 억제하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 이외에 실험실적 방법(in vitro)수준에서의 연구는 다수 있다.

제 3 절 배추의 항암효과, 철, 식이섬유에 대한 국외 연구현황

미국과 유럽 등 선진국에서는 일부의 채소가 암을 억제할 수 있음을 보고되고 있는데, 이중 배추가 포함되어 있다. 즉 미국 Harvard 의과대학에서 1986년부터 1996년까지 방광암(bladder cancer)에 걸린 환자 47,909명의 생활환경을 조사한 결과 배추를 포함한

십자화과(cruciferous vegetables)의 섭취가 많을수록 방광암의 발생이 적었고 십자화과 식물 중 특히 배추와 브로콜리만이 방광암의 위험을 감소시켰다고 하였다. 다른 녹황색 채소와 카로틴이 많은 채소는 방광암의 예방과 관련이 없었다고 한다. 따라서 방광암을 억제하기 위하여서는 배추와 브로콜리를 많이 섭취하여야 한다고 하였다. 중국에서 1993년부터 1995년까지 뇌암에 걸린 환자 129명의 생활환경을 조사한 결과, 신선한 채소 특히 배추와 양파, 신선한 생선을 먹으면 뇌암의 발생위험이 적어진다고 하였다. 비타민 E, 칼슘은 뇌암에 대하여 보호효과가 있으나, 베타카로틴, 비타민 C는 보호효과가 없다고 하였다. 미국 록펠러대학병원에서는 배추속에 있는 인돌카르비놀(indol-3-carbinol)을 많이 섭취할수록 여성호르몬인 에스트로젠(estrogen)의 자극을 낮추어 유방암의 증식을 억제하는 것으로 추측하였다. 또한 미국 John Hopkins 의과대학에서는 배추를 포함한 브라시카속(brassica)은 글루코시놀레이트(glucosinolate)를 많이 함유하고 있는데, 조직이 손상될 때 효소 마이로시네이즈(myrosinase)가 노출되어 글루코시놀레이트(glucosinolates)를 아이소사아아네이트(isothiocyanates)로 변화시키고 아이소사아아네이트(isothiocyanates)가 암을 억제한다고 하였다. 따라서 글루코시놀레이트(glucosinolate)와 아이소사아아네이트(isothiocyanate)가 많은 식물(배추 포함)을 사람이 먹으면 해독기능이 강화되어 암을 억제하는 것 같다고 하였다. 또 배추와 콜리후라워, 브로콜리의 섭취와 폐암이 발생할 위험간에는 역의 상관관계가 있으며, 브라시카(brassica)속의 섭취는 위암이 발생할 위험과 역의 관계를 보였다고 한다. 따라서 브라시카(brassica)속의 섭취가 많을수록 폐암과 위암이 발생할 위험이 감소된다고 하였다. 오스트리아의 빈대학에서는 배추와 마늘이 항암효과를 갖지만 발효성이며 수용성 식이섬유도 암에 대하여 보호효과가 있다고 하였다. 가장 항암효과가 있는 큰 식품으로 마늘, 콩, 배추, 생강 등을 들고 있다.

철은 필수적인 미량원소로서 부족할 경우 인체에서 빈혈을 일으키거나 작업능력이 저하되거나, 행동과 지각능력이 저하되고, 체온조절능력과 면역이나 감염에 대한 저항력이 약해진다. 철결핍은 헤모글로빈의 저하되고 산소공급능력이 저하되어 심하면 사망률이 증가한다. 이러한 철결핍을 예방하려는 철의 생체이용성을 높이려는 연구가 많이 시도되었다. 육류, 생선을 섭취하고, ascorbic acid를 첨가하고, 철을 강화하려는 연구도 있다. 그러나 아직까지 개발도상국에서는 식사로 섭취하는 철이 생체이용율이 낮고, 동물

성급원이 적어서 여성에서 철결핍성 빈혈은 20-40%에 이른다. 베네주엘라에서는 철결핍성 빈혈을 예방하기 위하여 황산제1철(ferrous sulfate)을 밀가루에 강화시켰을 때 빈혈이 절반으로 감소하는 효과가 있었다고 한다. 그러나 황산제1철은 식품의 지방산화를 촉진시켜서, 다른 방법으로서 ferric orthophosphate 이나 ferrous gluconate 등으로 철을 강화하기도 한다. 이 방법은 철이 서서히 방출되므로 위험은 적어지지만 용해도가 낮아 흡수율이 떨어진다. 가장 좋은 방법은 식품중에서는 철의 반응성이 낮고 생체내에서는 흡수율이 높은 것이다. 철을 지나치게 많이 섭취하면 과잉이 될 수 있는 데, 정상인에게서는 아주 드물게 나타난다.

최근 식이섬유가 혈장콜레스테롤의 저하, 혈당반응의 변화, 대장기능의 개선, 영양소 이용률을 저하시킨다는 보고가 많이 있다. 인간과 실험동물에서 식이섬유들이 혈장콜레스테롤의 농도를 저하시킬 수 있음이 보고되었다. 또 장 통과시간을 감소시키고 변의 무게와 배설빈도를 증가시키며, 대장 내용물을 희석시키고 대장에 정상적으로 존재하는 미생물을 위한 발효성 기질을 제공한다. 이러한 생리작용은 식이섬유의 물리적 특성 즉 보수력(water holding capacity)와 점성(viscosity), 발효에 대한 민감성, 소화효소에 대한 저해성등과 관련된다. 보수력은 대장에서 변무게를 증가시킬 것이라는 것 때문에 관심을 갖게 된 것이며, 점성은 장에서의 영양소 흡수속도를 느리게 할 것이라는 제안 때문 관심사항이 되고 있다. 또 식이섬유가 심질환질환과 대장암과 같은 만성질환을 낮출 수 있다는 보고가 있음에 따라 식이섬유를 식품으로 공급하기 위한 다양한 연구가 시도되고 있다.

제 3 장 연구개발수행내용 및 결과

제 1 절 실험재료 및 방법

1. 재료

국내에서 생산되는 십자화과 채소로서 배추, 양배추, 무, 알타리무를 서울 가락동 농수산물 도매시장을 통하여 신선한 상태로 수집하였다. 신선한 상태로 사용할 경우 수집된 채소를 4℃에 저장하고 사용하였고, 구성성분을 분석할 경우는 채소를 동결건조하여 사용하였다.

2. 시약

실험에 사용한 시약은 모두 Sigma 회사, Aldrich 회사, 또는 일본의 Junsei 회사 등에서 제조된 특급(G.R.) 시약을 사용하였다. 채소에서 성분추출용 에탄올(ethanol)은 대정화금의 식품용 발효주정(ethanol 95%)를 사용하였다.

3. 양품과 부산물의 분리

배추와 양배추는 표면의 외피를 분리하여 비가식부와 가식부로 나누고 이를 양품과 부산물로 하였다. 무와 알타리무는 주로 식용되는 뿌리부분은 양품으로 하였고, 사용하지 않는 줄기와 잎부분은 부산물로 하였다.

4. 일반성분의 분석

일반성분 중 수분은 105℃ 건조법으로 하였고, 회분은 550℃의 회화법, 조지방질은 ethyl ether에 의한 Soxhlet추출법, 조단백질은 Kjeldahl 법으로 분해하고 질소계수 6.25를 사용하여 계산하였다.

5. Glucose, fructose, sucrose의 분석

채소중의 유리당 glucose, fructose, sucrose는 HPLC을 이용하여 분리하여 표준품과 비교하여 분석하였다. 즉 동결건조된 채소를 methanol로 추출하여 이동상으로서

water와 acetonitril(25+75 v/v)을 사용하였고 carbohydrate column (4.6x250mm)으로 분리하여 RI detector를 사용하여 검출하였다.

6. 미량금속의 분석

시험채소중에 존재하는 필수미량원소로서 철(Fe), 칼슘(Ca), 아연(Zn)을 유리형과 총량(유리형+결합형)으로 구분하여 분석하였다. 유리형 미량원소는 시험채소에서 증류수로 추출하여 분석하였고, 총량은 시험채소를 모두 회화하고 염산으로 녹인 후 재회화시키고 다시 질산에 녹여서 불꽃원자흡광법(flame atomic absorption spectrophotometer)으로 분석하였다. 칼슘을 분석할 경우 방해이온을 피하기 위하여 lanthanum chloride와 혼합하여 분석하였다.

무청의 유리철을 분석할 경우는 A.O.A.C. 955.21 (1990)의 방법을 준용하였다. 즉 시료에서 유리철을 분석할 경우는 철을 추출하여 ascorbic acid 용액(2.5% w/v)시약을 넣고, 1,10-phenantroline monohydrochloride (0.5% w/v)시약을 넣어 발색시켜서 510nm에서 흡광도를 측정하여 표준품과 비교하여 정량하였다.

7. 보수력 측정

시험채소가 갖는 수분보유력을 파악하기 위하여 보수력을 보수력은 동결건조된 채소 또는 알콜불용성섬유를 미세하게 분쇄하여 증류수에 현탁시켜서 하룻밤 방치한 후 물을 흡수한 중량으로 측정하였다.

8. 항산화력 측정

시험채소의 항산화력은 수소공여능으로 조사하였다. 즉 시험채소를 methanol로 추출물을 만들고 이 추출물을 methanol/DPPH시약(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 반응시켜 수소공여능을 측정하였다.

9. 비중과 점도의 측정

점도와 밀도는 A.O.A.C. 974.02 방법에 준하여 분석하였다. 즉 알콜불용성섬유를 0.1%(w/v)로 증류수에 녹인 후 20℃의 water bath에서 비중을 측정하고, Cannon-

Fenske 점도계를 이용하여 점도를 측정하였다.

10. 빈혈의 발생과 헤모글로빈 함량

실험동물에서 철의 흡수효과를 시험하기 위하여 실험쥐(S.D.종, 3주령)에 철이 결핍된 사료를 먹이고 빈혈을 발생시켰다. 빈혈의 정도는 쥐에서 혈액을 채취하여 헤모글로빈 함량을 측정하여 판정하였다. 헤모글로빈함량은 cyanmethemoglobin법으로 분석하였다. 빈혈의 발생은 실험쥐(rat, 3주령, male)을 철결핍사료를 2주간 먹임으로서 발생시켰다. 철결핍사료는 corn starch 621g, casein 200g, soybean oil 100g, ferric citrate가 제외된 AIN-76 mineral mix 35g, AIN-76 vitamin mix 10g, cholin bitartate 3g, methionine 1g, alph-cellulose30g을 혼합한 것이다. 시험사료는 alph-cellulose 대신 시험채소로 대체하여 시험사료를 제조하였다. 빈혈이 발생된 실험쥐에 시험사료를 4주간 먹이고 1주마다 체중과 hemoglobin 함량을 측정하였다. 시험군마다 6-9마리씩 배정하였다. 4주간 사육이 종료되면 해부하여 심장, 간, 비장, 신장을 적출하여 무게를 측정하였다. AIN-76 mineral mix는 calcium hosphate dibasic 500g, sodium chloride 74g, potassium sulfate 52g, magnesium oxide 24g, manganese carbonate 3.5g, ferric citrate 6g, zinc carbonate 1.6g, cupric carbonate 0.3g, potassium iodate 0.01g, sodium selenite 0.01g, chromium potassium sulfate 0.55g sucrose 118g으로 혼합하였다. AIN-76 vitamin mix는 thiamin hydrochloride 600mg, riboflavin 600mg, pyridoxine hydrochloride 700mg, nicotinic acid 3000mg, d-calcium pantothenate 1.6mg, folic acid 200mg, d-biotin 20mg, cyanocobalamin 1mg, retinyl almitate 400,000IU, cholecalciferol 100,000IU, menaquinone 5mg, sucrose 972.90g을 혼합하였다.

11. 식이섬유의 분석

식이섬유는 A.O.A.C. 985.29 의 총식이섬유(total dietary fiber)의 분석법에 의하여 분석하였다.

12. 알콜불용성물질의 분리

신선한 채소 또는 동결건조된 채소를 증류수에 넣고 마쇄하고 여과하여 불용성

부분과 수용성 부분으로 분리하였다. 여과액을 모아서 ethanol을 4배량으로 가하여 침전시켜서 1차알콜불용성물질(alcohol insoluble material; 1-AIR)을 분리하였다. 불용성 잔사를 0.1N 염산용액을 가하여 100℃에서 1시간 가열하여 수용성 물질을 조직으로부터 분리하고 여과한 후 여과액을 모아서 에탄올 4배량을 가하여 침전시켜 2차알콜불용성물질(2-AIR)을 분리하였다.

13. Galactouronic acid 과 환원당 분석

Galactouronic acid 함량은 Kinter 와 Van Buren 법에 의하여 분석하였다. 알콜 불용성물질을 1N H₂SO₄ 용액에 녹여서 1시간동안 90℃에서 가열한 후 m-hydroxy-diphenyl으로 발색시켜서 표준품과 비교하여 측정하였다. 환원당은 증류수에 녹여서 Somogy-Nelson 법에 의하여 발색시킨후 glucose 표준품과 흡광도를 비교하여 측정하였다.

14. 채소추출물의 제조와 분획

배추, 양배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청을 잘게 절단하여 동결건조시킨후 분쇄하여 분말로 하였다. 분말을 70% (v/v) ethanol을 충분히 가하여 60℃에서 15-24시간 추출하였다. 추출후 여과하여 여과액을 모아서 60℃에서 감압농축하여 농축물을 제조하였다.

배추농축물을 증류수에 희석하고 hexane을 증류수의 같은 양을 가하여 분액여두를 이용하여 1차추출하였다. 3회반복하여 hexane 층을 모아 감압농축하여 hexane 분획물로 하였다. 증류수 층을 모아서 다시 증류수와 동량의 n-butanol을 가하고 2차추출을 하였다. 이 과정을 3회반복하여 n-butanol층을 모아서 감압농축하여 n-butanol 분획물로 하였다. 남은 증류수층은 감압농축하여 증류수분획물로 하였다.

15. 채소농축물중의 phenolic acid의 분석

Phenolic acid의 free form, estrified form, insoluble bound form은 Kryer 등의 방법으로 측정하였다. 즉 배추농축물, 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물의 시료 10g을 methanol + acetone+water(7+7+6, v/v)로 6회 반복 추출하였다. 이 추출액을 모아 원심

분리하여 상등액과 잔류액으로 나눈 후 상등액을 농축하여 6N HCl로 pH 2로 조절한 후 다시 원심분리하여 상등액을 분액여두로 옮겼다. 분액여두에 hexane 20ml 씩 넣어 5회 반복추출한 후 hexane 층과 물층을 분리하였다. Hexane 층을 ethyl ether+ethyl acetate (1+1) 50ml로 6반복추출한 후 농축하여 free phenolic acid 분석용 시료로 하였다. 물층에 4N NaOH 10ml를 넣고 4시간 실온에서 가수분해하여 6N HCl로 pH 2로 조절한 후 상등액을 위와 동일한 순서로 추출하여 esterified phenolic acid 분석용 시료로 하였다. 그리고 잔류액을 4N NaOH로 가수분해한 후 위와 동일한 순서로 추출하여 insoluble bound phenolic acid 분석용 시료로 하였다.

각 분석용 시료는 질소 gas로 건조시키고 증류수로 용해하여 Sepak C18로 여과하여 정제하였다. 이 여과액을 pyridine과 bis(trimethylsilyl) trifluoroacetamid (BSTFA) plus 1% trimethylchlorosilane (TMCS)를 넣어 용해시킨 후 80°C water bath에서 15분간 반응시켜서 phenolic acid -Me₃Si 유도체를 합성하였다. 이 유도체는 HP5973/MS Willy 275 library와 표준품을 동일한 방법으로 합성된 유도체를 각각 비교하여 SIM mode를 사용하여 내부표준피크정량법으로 확인 및 정량하였다. 사용한 칼럼은 VF-5MS(30mx 250µm i.d. x 0.25µm, Varian, U.S.A.)이며, injector 온도 260°C, oven 온도 80°C - 4°C/분 - 260°C/5분으로 온도를 program하였고, He gas를 1ml/min으로 흐르게 하고, MS source 온도 230°C, MS Quad. 온도 150°C, ion polarity positive, ion source는 EI mode에서 측정하였다. 측정된 phenolic acid는 caffeic acid, trans-cinnamic acid, o-coumaric acid, m-coumaric acid, p-coumaric acid, ferulic acid, p-hydroxy benzoic acid, sinapic acid, syringic acid, vanillic acid 이었다.

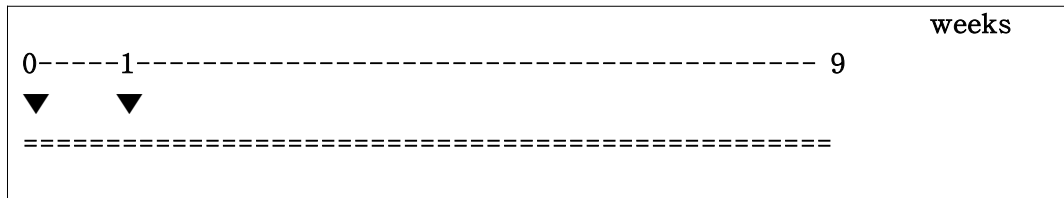
16. 채소농축물중의 indol-3-carbinol, S-methylmethanethiosulfonate, sulforaphene의 분석

배추농축물, 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물을 각각 시료로 취하여 증류수 10배량으로 희석하여 증류수의 2배량의 dichloromethane으로 3회씩 추출하여 dichloro-methane 층을 모아서 sodium sulfate anhydrous로 수분을 제거하였다. Dichloromethane 층을 모아서 감압농축하여 GC/MSD로 분리하였다. HP6890 GC를 사용하여 칼럼 HP5MS (30m x 250µm i.d. x 0.25µm)으로 40°C/20분 - 10°C/분 - 270°C/5분으로 온도

를 programming 하여 각 성분을 분리하였다. 분리된 peak를 표준품의 mass spectrum 과 비교하여 분석하였다.

17. 간암유도 모델설정

십자화과 채소의 양품으로서 배추, 양배추, 무, 알타리무의 추출물과 부산물로서 무청, 알타리무청의 추출물을 실험동물에 급여하여 간암발생 억제에 효능이 있는지를 검증하였다. 간암은 실험동물을 이용한 중기 간 발암모델로 유도하였다. 이유된 3주령 수컷 Sprague-Dawley를 사용하여, 먼저 발암물질 투여군과 비투여군으로 나누고, 각각을 다시 십자화과 채소 추출물 투여군과 비투여군으로 나누었다. 발암물질 투여는 실험개시 1주에 개시물질인 diethylnitrosamine (DEN, N-nitrosodiethylamine)을 체중 kg당 50 mg농도로 생리식염수에 녹여 2회 복강 투여하였고, 1주일 후부터 음수에 0.05 % phenobarbital (PB)을 섞어서 공급하여 발암의 촉진을 유도하였다(그림 1). 십자화과 채소 추출물(양품)은 발암물질 투여 1주일 후부터 5 mg/ml 농도로 음수에 섞어 공급하였다.



▼ DEN injection (50 mg/kg body weight)
 ==== 0.05 % PB in drinking water

그림 1. 간암유발 protocol

18. 실험동물 희생 및 시료 수집

사육기간 종료 후 실험동물을 이산화탄소로 질식사시켜 해부대에 고정시키고 개봉하여 간을 분리하여 무게를 측정하였고, 간엽의 대표적인 세 부분에서 중심부분을 5 mm 두께로 절제하여 10 % neutral buffered formalin에 24시간 실온에서 고정하였다.

고정이 끝난 간 절편은 조직병리학의 일반적인 방법으로 함수, 탈수 처리를 거쳐 파라핀 블록을 만들었다. 파라핀 블록으로 만들어진 조직은 마이크로톰으로 약 4 μm 두께의 미세절편을 만들어 슬라이드글라스에 부착시키고 수분을 건조시킨 후, 60 $^{\circ}\text{C}$ 오븐에서 파라핀을 녹여 조직병리학적 염색에 사용하였다. 남은 간조직은 tube에 담아 액체질소로 급속 냉동시킨 후 -80 $^{\circ}\text{C}$ 냉동고에 보관하였다.

19. 조직병리학적 측정: H&E 염색

다음과 같은 방법을 이용하여 조직 병리학적 분석을 하였다. 조직의 전반적인 상태를 관찰하기 위하여, 병리학의 기본 염색인 H&E(hematoxylin and eosin)염색을 실시하였다. Hematoxylin은 핵에 염색되고, eosin은 세포질에 염색되는 염료로, H&E 염색은 세포의 형태변화를 관찰할 수 있는 가장 간편한 염색법이었다.

20. 조직병리학적 측정 : GST-P+ foci

GST-P+(glutathione S-transferase placental form positive) foci는 일반적인 ABC(avidine-biotin-peroxidase complex)법을 이용하여 면역조직화화학적 염색을 실시하였다. 염색결과는 광학현미경을 이용하여 관독하고, 수치화하였다.

21. 조직병리학적 측정 : 혈액 생화학적 분석

실험종료 후 부검에 앞서 실험동물이 사망하기 전에 10 ml 주사기를 이용하여 대동맥에서 혈액을 채취한 후 3000 rpm에서 30분간 원심분리를 하여 맑은 혈청을 얻었다. 혈청은 두 개의 tube에 나뉘어 -70 $^{\circ}\text{C}$ 에 냉동 보관하였다. 이 시료 중 일부는 혈액 분석 기관에 의뢰하여 혈청내 GOT(Glutamate Oxaloacetate Transaminase), GPT (Glutamate Pyruvate Transaminase)의 수치를 측정하였다.

22. 채소추출물(배추)에서 분리된 분획물의 간암에 대한 병리조직학적 분석을 위한 간암의 발생

실험동물로서 생후 5주령의 Sprague-Dawley종의 수컷 무균쥐(male rat, specific pathogen free)에 AIN-76 사료로 1주간 적응시킨 후 1차 분획물로 제조된 hexane층과

2차로 분획하여 얻어진 n-butanol층과 물층을 AIN-76 사료에 섞어 급여하였다. 발암 물질을 투여한 후 실험군, n-butanol 층 섭취군과 물층 섭취군으로 나누어 간암에 대한 병리학적 분석을 하였다.

실험쥐의 간암을 발생시키기 위하여 초기에 DEN을 200 mg/kg의 수준으로 생리적 식염수(saline)에 녹여서 복강주사하고, 2주와 5주 후에 D-galactosamine을 300 mg/kg 수준으로 복강 주사하였다.

23. 채소분획물의 간암억제의 조사

실험동물을 8주간 사육한 후 12시간 단식시킨 후 처치하여 간을 적출하고 대동맥에서 혈액을 채취한다. 간은 적출한 즉시 중량을 측정하고 간의 오른쪽 전엽과 중엽, 후엽에서 잘라 10% formalin에 넣어 고정 후 조직병리학의 일반적인 방법을 이용하여 파라핀 블록을 만들었다. 파라핀 블록은 미세 절편을 만들어 슬라이드글라스에 부착시켰다. 간암의 발생으로 인해 생성되는 GST-P+ foci는 토끼의 GST-P항체를 사용하여 ABC 방법으로 염색하고 염색된 간조직 슬라이드는 영상 분석장치(video image processor)와 현미경을 이용하여 GST-P+의 숫자와 면적을 조사한다.

24. 실험동물에 대한 유효농도 결정시험을 위한 간암유도

채소농축물 중 배추농축물을 농도별로 투여했을 때 실험 동물쥐의 간 암화 과정에서의 간암 억제효과의 유무를 검증하였다. 실험동물로서는 이유된 3주령 수컷 Sprague-Dawley를 사용하였으며 발암물질을 투여한 후 대조군과 농축물 섭취군으로 나누었다. 발암 물질 DEN은 체중 kg당 50 mg농도로 생리식염수에 녹여 2회 복강투여 하였으며 동시에 0.05 % phenobarbital을 음수에 섞어 공급하여 발암의 촉진을 유도하였다. 배추농축물 섭취군은 2.5, 10, 20 mg/ml의 농도로 각각 섭취하도록 음수에 공급하여 주었으며 대조군은 음수만을 제공하였으며 모든 실험은 9주 동안 유지하였다.

25. 채소농축물이 실험동물의 성장에 미치는 영향과 혈청학적, 병리조직학적 분석

배추농축물의 농도별 섭취로 인한 실험동물의 성장에 미치는 영향을 확인하였다. 음수, 사료섭취량, 혹은 체중의 지나친 증가나 감소 유무를 관찰하였으며 동물의 성

장 과정에서 배추농축물의 섭취 농도에 따른 변화를 분석하였다.

실험동물이 사망하기 직전 대동맥에서 혈액을 채취한 후 원심분리 방법을 이용하여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 혈액분석기관에 의뢰하여 혈청 내 GOT, GPT, ALP(Alkaline Phosphatase), Alb(Albumin), γ -GTP(Gamma-Glutamyl Transpeptidase), T-Bil(Total Bilirubin) 수치의 변화 유무를 확인하였다.

실험종료후 동물 부검을 통하여 간의 좌우 중앙엽에서 각각 3개의 절편을 떼어내고 10% 포르말린에 고정을 한 후 파라핀 블록을 제작하여 슬라이드에 미세절편을 부착시킨다. 제작된 슬라이드는 H&E 염색을 실시하여 세포의 형태변화를 관찰하였다. 또한 GST-P+ foci에 대해서는 일반적인 ABC법을 이용하여 면역조직화학적 염색을 실시하였다.

26. 음료에 대한 채소농축물의 응용시험과 관능검사

채소농축물을 시판음료에 일정비율을 혼합하고 외관, 색, 냄새, 신맛, 단맛, 종합적 기호도에 대하여 훈련된 20대 여성으로 구성된 관능검사요원에 의하여 5점법으로 측정하였다. 외관, 냄새, 종합적 기호도는 1 '아주나쁘다', 3 '보통이다', 5 '아주 좋다'로 하였으며, 색, 신맛, 단맛은 강도측정으로서 1 '아주약하다', 3 '보통이다', 5 '아주강하다'로 하였다. 측정된 관능평가점수는 분산분석과 Duncan에 의한 다중비교법으로 5% 유의차 수준에서 통계적 차이를 검정하였다.

27. 과일음료, 우유, 호상요구르트에 대한 혼합시험과 관능검사

채소농축물의 과일음료, 우유, 호상요구르트에 대한 혼합시험은 시판품을 이용하여 일정비율로 혼합하고 관능적 특성의 변화를 대조군과 비교하였다. 매실음료는 L사의 매실농축액(중국산 매실과즙 6%), 사과농축액(국산사과과즙 4%), 액상과당, 백설탕, 말토덱스트린으로 구성된 것이며, 사과음료는 H사의 사과과즙농축액(사과과즙으로 100%, 중국산), 액상과당, d1사과산, 사과향, 비타민 C으로 구성된 것이며, 포도음료는 H사의 과즙농축액(국산과 아르헨타나산 포도과즙 30%), 액상과당, 결정구연산, 포도향, 사과산으로 구성된 것이며, 홍삼음료는 K사의 국산홍삼농축액(홍삼사포닌함량 70mg/g이상, 고형분 60% 이상) 0.2, 액상과당, 대추(국산), 숙지황(중국산), 구기자, 당귀, 오미자, 계피,

감초 추출액, 비타민 C, 니코틴산아미드, 글리신, 안식향산나트륨으로 구성된 것이다. 오렌지음료는 H사의 오렌지쥬스(당 8.8%), 오렌지과즙농축액(미국산고 브라질산 오렌지과즙 100%)으로 구성된 것이며, 복숭아음료는 K사의 복숭아농축퓨레 65%(중국산 45%, 미국산 20%), 액상과당, 설탕, 복숭아 농축액, 복숭아에센스, 비타민 C 로 구성된 것이다. 당근음료는 당근농축액(제주도산 100%), 액상과당, 구연산, 비타민 C, 당근 에센스, 비타민 E로 구성된 것이다.

호상요구르트로서 플레인호상요구르트는 B사의 국산원유 76.8932%, 백설탕, 탈지분유, 유산균배양액으로 구성된 것이며, 블루베리 호상요구르트는 국산원유 72.7459%, 블루베리시럽 14%(미국산 40%), 백설탕, 탈지분유, 유산균배양액으로 구성된 것이며, 복숭아호상요구르트는 B사의 국산원유 70.2082%, 복숭아시럽 17%(중국산 50%), 백설탕, 탈지분유, 유산균배양액으로 구성된 것이며, 딸기호상요구르트는 B사의 국산원유 70.2082%, 딸기시럽 17%(딸기 50%), 백설탕, 탈지분유, 유산균배양액으로 구성된 것이다. 파인애플호상요구르트는 국산원유 70.2082%, 파인애플시럽 17%(태국산 파인애플 40%), 백설탕, 탈지분유, 유산균배양액으로 구성된 것이다.

28. 식빵의 제조와 부피측정, 관능검사

밀가루(강력분) 500g, 백설탕 30g, 쇼트닝 30g, 탈지분유 10g, 활성이스트 6.3g을 혼합하여 시험 채소분말을 밀가루에 대하여 10% 또는 1차알콜불용성물질을 0.6%를 Kitchen Aid로 혼합하고 체(0.3x0.3mm)를 통과시켰다. 이 혼합물을 가정용 떡/제빵기(일본 Sanyo사, model SPM-MP1)에 넣고 반죽, 발효, 굽기과정을 통하여 식빵을 제조하였다. 제조된 식빵을 상온으로 냉각한 후 빵틀에 넣어 줍쌀을 이용하여 부피를 측정하였고, 중량을 측정하여 밀도를 계산하였다. 훈련된 20대여성의 관능패널 9명이 식빵의 색(1=아주 약하다, 3 보통, 5 아주 강하다), 기공균일성(1=아주 균일하지 않다, 3 보통, 5 아주 균일하다), 기공크기(1=아주 작다, 3 보통, 5 아주 크다), 구은냄새(1=아주 약하다, 3 보통, 5 아주 강하다), 이취(1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다), 이미(1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다), 탄력성(1=거의 없다, 3 보통, 5 아주 탄력적이다), 단단함(1=아주 연하다, 3 보통, 5 아주 단단하다), 부서짐성(1=전혀 부서지지 않는다, 3 보통, 5 아주 잘 부서진다), 종합적 기호도(1=아주 나쁘다. 3 보통, 5 아주 좋다)를 5점법으로 측정하였다.

측정된 수치는 분산분석과 Duncun에 의한 다중비교법으로 차이를 분석하였다.

29. 백설기떡의 제조와 관능검사

백미를 물에 담가서 흡수시켜서 물밀로 분쇄한후 쌀가루700g에 배추분말, 무분말, 무청분말을 쌀가루에 대하여 각각 2.5% 또는 1차알콜불용성물질인 경우 0.6%를 혼합하고, 백설탕 70g과 소금 7g을 교반기(Kitchen Aid)를 이용하여 잘 혼합한 후 체(0.3 x 0.3mm)를 통과시킨후 가정용 떡/제빵기(일본 Sanyo사, model SPM-MP1)를 이용하여 스팀으로 증자하여 백설기떡을 제조하였다. 실온으로 냉각한 후 훈련된 20대여성의 관능패널 9명이 백설기떡의 관능적 특성을 5점법으로 조사하였다. 관능적 특성으로는 색(1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다), 이취(1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다), 이미(1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다), 탄력성(1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 탄력적이다), 단단함(1=아주 연하다, 3 보통, 5 아주 단단하다), 부서짐성(1=전혀 부서지지 않는다, 3 보통, 5 아주 잘 부서진다), 종합적 기호도(1=아주 나쁘다. 3 보통, 5 아주 좋다)이었다. 측정된 수치는 분산분석과 Duncun에 의한 다중비교법으로 차이를 분석하였다.

제 2 절 결과 및 고찰

1. 국내채소의 수집과 양품 및 부산물의 특성비교

가. 국산 십자화과 채소의 양품 및 부산물의 수집

국내에서 주로 생산되는 십자화과 채소로서 배추, 양배추, 무, 알타리무를 수집하였다. 모두 2001년 11월에 수확된 것이며, 배추, 양배추, 무는 강원도 인제에서 수확된 것이며, 알타리무는 경기도 화성에서 수확된 것이다. 배추와 양배추는 외피부분을 벗겨서 가식부인 양품과 부산물로 분리하였고, 무와 알타리 무는 가식부인 뿌리부분과 무청부분을 부산물로 분리하였다. 각각의 양품과 부산물의 비율을 중량비율로 비교한 결과는 표 1과 같다. 배추의 경우 부산물은 약 22%, 양배추는 18%, 무는 19%, 알타리무는 31%이 발생되었다. 이러한 부산물은 대부분 폐기되고 있으나 손상된 부분을 제외하면 원료로 사용될 가능성이 있었다.

표 1. 신선한 십자화과 채소의 양품과 부산물 비율

(단위: 1개당 중량)

	양품 (g)	부산물(g)	부산물 비율(%)	부산물 형 태
배추	2,842±300	840±183	22.8±4.5	외피
양배추	3211±387	765±436	18.7±9.5	외피
무	2316±265	340± 33	18.8±2.1	무청
알타리 무	137± 37	65± 32	31.5±7.5	무청

나. 양품 및 부산물의 물리화학적 특성 비교

(1) 양품과 부산물의 분리

수집된 배추, 양배추, 무, 알타리무에서 양품과 부산물로 분리하였고, 수분을 측정하였다. 배추, 양배추, 알타리무의 경우 양품과 부산물간의 수분차이는 크지 않았으나 무는 양품(뿌리)과 부산물(무청)간의 차이가 있었다(표 2). 배추와 양배추의 경우 양품과 부산물은 손상여부를 제외하면, 구성성분에서는 거의 차이가 없으므로 양품과 부산물을 구분하지 않고 실험하였다. 그러나 무와 알타리무는 양품(뿌리)과 부산물(무청)간에는 구성성분에 차이가 있어서 분리하여 실험하였다.

표 2. 시험채소의 수분함량

채 소	양품 (%)	부산물(%)
배추	94.4±2.3 (가식부, 내피)	95.5±0.1 (외피)
양배추	93.0±0.1 (가식부, 내피)	91.7±0.1 (외피)
무	93.9±0.0 (가식부, 뿌리)	89.7±0.3 (무청)
알타리 무	93.5±0.0 (가식부, 뿌리)	93.4±0.0 (무청)

(2) 양품과 부산물의 일반성분

시험채소를 양품(배추, 양배추, 무, 알타리무)과 부산물(무청, 알타리무청)로

분리하고 각각 세척한 후 동결건조하였다. 그리고 회분, 조지방질, 조단백질을 분석하고 건조중량기준으로 계산한 결과는 표 3과 같다. 배추는 회분 12.3%, 조단백질 19.2%이었고, 양배추는 회분 5.5%, 조단백질이 11.8%이었다. 배추는 양배추보다 회분과 조단백질이 높았다. 그러나 무와 알타리무간에는 차이가 크지 않았다. 무청과 알타리무청은 회분과 조단백질이 많은 것으로 나타났다. 이것은 무청과 알타리무청에 클로로필함량이 많은 것과 관련되는 것으로 생각되었다.

표 3. 시험채소의 일반성분 (dry weight basis, %)

	채 소	회분	조단백질	조지방질	탄수화물
양 품	배 추	10.2	19.2	2.1	68.5
	양배추	5.5	11.8	0.4	82.3
	무	9.0	11.6	3.7	75.7
	알타리무	8.1	12.3	1.1	78.5
부산물	무 청	16.9	18.8	1.5	62.7
	알타리무청	20.3	20.3	1.4	57.8

(3) 채소중의 유리당(glucose, fructose, sucrose) 함량

채소에서 단맛 구성성분인 유리당을 분석하기 위하여 시험채소를 동결건조한 후 methanol로 추출하여 HPLC로 당류를 분석하였다. 이동상(mobil phase)으로서 water 와 acetonitril 혼합액 (25+75 v/v)을 사용하였고, 분석용 칼럼으로서 carbohydrate column (4.6 x 250mm)을 사용하였고, 검출은 RI detector로 하였다. 시험채소 모두 glucose, fructose, sucrose가 검출되었고, 그 이외의 당류는 검출한계 이하이었다(표 4). 배추와 양배추는 glucose와 fructose가 많았으나, 배추는 glucose가 많은 반면, 양배추는 fructose가 더 많았다, 무와 알타리무는 배추보다 sucrose가 많았다. 무청과 알타리무청은 당이 적었다. 전체적 당함량으로 보면 배추와 무, 알타리무는 750 mg/kg내외이었고, 양배추는 1,218.5 mg/kg 으로서 당이 많았고, 무청과 알타리무청은 당이 적었다.

표 4. 시험채소중 glucose, fructose, sucrose 함량 (mg/g-건조물)

	채 소	glucose	fructose	sucrose	합계
양 품	배 추	364.8	351.3	14.2	730.3
	양배추	541.2	575.7	101.6	1,218.5
	무	360.7	398.3	28.8	787.9
	알타리무	317.3	70.3	85.0	711.7
부산물	무 청	117.0	118.3	8.9	244.3
	알타리무청	55.7	70.3	11.1	137.1

(4) 채소 중 미량금속 - 철(Fe), 칼슘(Ca), 아연(Zn) 함량

채소에서 유리형 미량금속을 분석하였다. 미량금속인 철(Fe), 칼슘(Ca), 아연(Zn)은 모두 인체에 필수무기염류이며, 물에 추출되는 유리형(water extractable form)은 사람이 섭취하였을 때 장내에서 쉽게 흡수될 수 있을 것으로 예상되는 형태이다. 유리형은 시험채소에서 증류수로 추출하여 flame atomic absorption spectrometer로 측정하였다. 칼슘(Ca)을 분석할 때는 다른 이온의 방해를 피하기 위하여 lanthanum chloride를 혼합하여 분석하였다. 시험채소에 존재하는 유리형 철(Fe)은 3-18mg/kg이었고, 유리형 칼슘(Ca)은 750-14,000 mg/kg, 유리형 아연(Zn)은 6-26 mg/kg으로 나타났다. 양배추는

표 5. 시험채소중 유리형 철(Fe), 칼슘(Ca), 아연(Zn) 함량 (mg/kg-건조물)

	채 소	Fe	Ca	Zn
양 품	배 추	6.4	4,737.3	26.0
	양배추	18.4	1,741.5	10.9
	무	10.0	1,360.6	14.0
	알타리무	9.7	756.4	8.6
부산물	무 청	4.5	8,912.0	7.0
	알타리무청	3.6	14,068.5	6.1

유리형 철(Fe)이 높았고, 배추는 유리형 칼슘(Ca)과 아연(Zn)이 높았다. 무청과 알타리무청에는 유리형 칼슘(Ca)이 특히 더 많았다(표 5). 배추와 무청, 알타리무청은 장래 유망한 칼슘공급소재로 전망되었다.

시험채소중의 Fe, Ca, Zn을 유리형과 결합형을 합한 총량으로 분석하였다. 시험채소를 회화시킨 후 염산으로 용해하여 재탄화시키고, 다시 질산으로 녹여서 flame atomic absorption spectrometer로 측정하였다. 그 결과 총 철(total Fe)은 50-327 mg/kg 이었고, 총 칼슘(total Ca)는 2,700-20,000 mg/kg, 총 아연(total Zn)은 2-51 mg/kg으로 나타났다(표 6). 유리형 철(Fe)과 유리형 칼슘(Ca)이 총 철과 총 칼슘에 대한 비율을 각각 계산한 결과는 표 7과 같다. 배추의 경우 유리형 Fe의 비율은 7.5%로 나타났고, 양배추는 37.0%로 나타났다. 따라서 배추는 양배추보다 총 철(Fe)은 더 많지만 흡수는 적을 것으로 예상되었다. 무청과 알타리무청은 유리형 철(Fe)이 1%내외로 매우 적었다. 총 철을 유리형으로 바꾸면 철의 이용성은 증가될 것으로 추정되었다. 무청과 알타리무청은 총 칼슘(Ca)이 특히 많았다. 칼슘은 시험채소에서 28-87%가 유리형으로 존재하였고 알타리무청은 유리형 칼슘의 비율이 높았다.

표 6. 총 철(total Fe), 총 칼슘(total Ca), 총 아연(total Zn) 함량 (mg/kg-건조물)

	채 소	Fe	Ca	Zn
양 품	배 추	84.9	9,828.2	51.5
	양배추	49.8	3,533.5	5.5
	무	98.1	3,835.4	21.0
	알타리무	75.1	2,692.8	3.2
부산물	무 청	327.6	19,854.0	32.1
	알타리무청	193.9	15,996.5	2.7

표 8. 유리형 금속이 총량에 대한 비율*

		Fe (%)	Ca (%)
양 품	배추	7.5	48.2
	양배추	37.0	49.3
	무	10.2	35.5
	알타리무	12.9	28.1
부산물	무청	1.4	44.9
	알타리무청	1.9	87.9

* 비율 = 유리형 / 총량 x 100 (%)

(5) 보수력

보수력은 사람의 장내에서 분변을 형성할 수 있는 중량의 지표가 된다. 시험채소의 보수력을 조사하였다. 보수력은 건조된 채소분말 1g이 물에 녹아서 형성하는 젤(gel)의 중량으로 표시하였다. 동결건조된 시험채소분말을 분쇄하고, 체(1mm)에 통과시킨 후 증류수에 녹이고, 하룻밤 방치하였다. 그 다음 분말채소 1g이 형성한 젤(gel)의 무게를 측정하였다. 배추는 1g당 23.3g의 젤(gel)을 형성였고, 양배추는 25.3g, 무는 21.7g, 알타리무는 16.8g의 젤을 형성하였다. 배추와 양배추는 무보다 보수력이 높았다. 무청과 알타리무청은 각각 12.4g, 16.3g으로 알타리무청이 무청보다 보수력이 높았다.

표 8. 시험채소의 보수력

	채 소	젤 무게 (g/g-채소분말)
양 품	배 추	23.3
	양배추	25.3
	무	21.7
	알타리무	16.8
부산물	무 청	12.4
	알타리무청	16.3

(6) 항산화능력

항산화능력은 암, 동맥경화, 노화를 방지할 수 있다고 알려져 있다. 시험채소의 항산화능력은 수소공여능으로 즉 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)에 대한 반응으로 조사하였다. 동결건조된 시험채소에서 methanol로 추출물을 만들고 농축하여 일정한 농도로 희석하고, DPPH/methanol (10^{-6} M)용액에 0.1-0.2mg을 가하고 16분후의 흡광도의 변화를 조사하여 항산화력을 계산하였다. 그 결과 추출물0.2mg에서 배추는 5.9%, 양배추는 3.6%, 무 2.3%, 알타리무 3.3%로서 배추가 약간 높은 것으로 나타났다 (표 9). 그러나 무청과 알타리무청은 각각 57.4%, 48.7%로서 배추나 무보다 항산화력이 높은 것으로 나타났다.

표 9. 시험채소의 수소공여능(DPPH)에 의한 항산화능력 (%)

	추출액의 시험농도	0.1 mg	0.2 mg
		양 품	배추
	양배추	1.5	3.6
	무	0.2	2.3
	알타리무	1.6	3.3
부산물	무청	45.9	57.4
	알타리무청	33.6	48.7

(7) 에탄올에 의한 추출물 제조

동결건조된 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청, 양배추를 각각 70% 에탄올로 60℃에서 6시간 추출하고 여과한 후 잔사를 모아서 다시 재추출하였다. 추출액을 여과하여 잔사를 3차추출하고 추출액을 모두 모아서 60℃에서 감압농축하였다. 각 시험채소의 추출률은 표 10과 같다. 배추, 무, 알타리무, 양배추는 추출률 27-35%이었으나 무청과 알타리무청은 18-20%로 낮았다. 이 추출물을 이용하여 실험쥐의 간암억제실험을 실시하였다.

표 10. 에탄올(70%, v/v)에 의한 시험채소의 추출률

	채 소	에탄올에 의한 추출률(%)*
양 품	배 추	27.1
	양배추	35.7
	무	34.6
	알타리무	35.5
부산물	무 청	18.7
	알타리무청	20.0

* 추출률 = 추출물중량/건조채소 x 100

2. 채소추출물의 실험동물에 대한 간암억제효과조사

가. 십자화과 채소추출물(양품)의 간암에 대한 병리조직학적 및 혈액생화학적 억제효과

본 연구에서는 십자화과 채소추출물 4종(배추, 양배추, 무, 알타리무)의 간암 억제효과를 알아보기 위하여 동물실험을 실시하였으며, 이들 중에서 배추, 양배추, 무 급여시 간암의 억제효과가 있어 확인되었다.

(1) 발암물질 투여 및 채소 추출물의 투여가 실험동물의 성장에 미치는 영향

본 실험에 사용된 실험동물은 3주령의 어린 동물로 실험기간은 동물의 성장이 왕성하게 일어나는 시기였다. 따라서 발암물질의 투여나 채소 추출물의 급여가 실험동물의 성장에 영향을 미칠 가능성을 배제할 수 없기 때문에 매주 1회 체중을 측정하여 성장곡선을 분석하여 보았다.

그 결과 발암물질의 투여는 체중의 증가에 영향을 미치지 않았으며 채소추출물 역시 체중증가에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 모든 군에서 실험동물의 성장은 정상적으로 이루어진 것으로 평가되었다(그림 2).

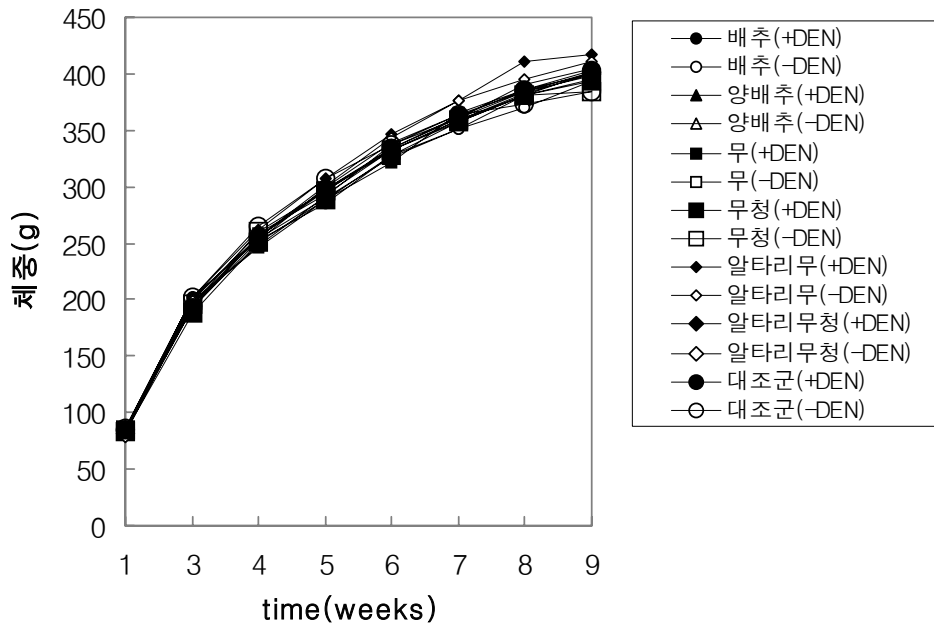


그림 2. 동물성장 곡선

(2) 발암물질투여 및 채소 추출물의 투여가 실험동물의 간 중량에 미치는 영향

발암물질의 투여는 암 유발 과정에서 일반적으로 세포의 증식을 촉진함으로써 표적장기의 중량이 증가하는 결과를 초래하게 되는데, 본 실험에서 사용한 DEN은 간암을 유발하는 발암물질로 간암 유발 과정에서 간 중량의 증가를 초래하게 되는 것으로 알려져 있다.

본 실험의 결과에서 부검 직후 측정된 실험동물의 간 중량 및 체중으로 나누어 퍼센트로 환산한 상대적 간 중량은 모든 실험군에서 동일한 채소 추출물을 급여받은 발암물질 비투여 대조군에 비해서 유의적인 증가를 보였다(표 11). 이러한 결과를 통하여 본 실험 설계는 성공적으로 간암을 유발하고 있음을 알 수 있다.

(3) 채소 추출물의 투여가 전암성 병변의 형성에 미치는 영향

본 실험에서 전암성 병변의 지표로 사용한 GST-P+ foci는 중기 간 발암모델

을 이용한 발암 또는 항암실험에서 이미 그 유용성이 입증된 것으로, 완전한 암이 발생 되기 전단계에서 GST-P+ foci의 생성이 많은 것은 장차 암으로 발전할 가능성이 매우 높음을 직접적으로 시사하는 것이다.

본 실험에서 사용한 네 가지 채소 추출물을 급여한 결과 실험군들은 발암물질 만을 투여한 양성대조군과 비교할 때 GST-P+ foci의 발생이 줄어드는 것으로 나타났다. 특히 배추, 양배추, 무는 $p < 0.001$ 의 높은 수준으로 유의한 foci 감소효과를 보였으며, 알타리무군은 감소 정도가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다(표 11, 그림 3).

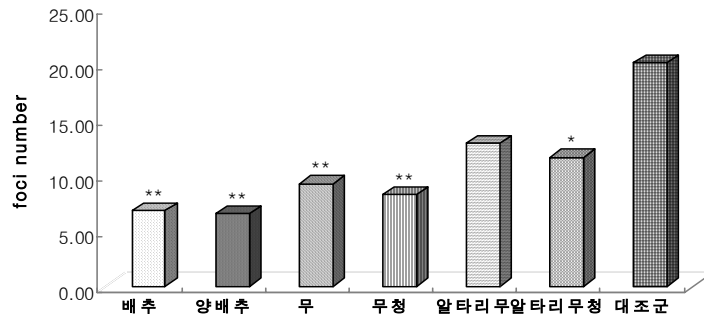


그림 3. 발암물질로 유발된 전암성 병변 생성에 채소 추출물의 영향

* significantly different from positive control. ($p < 0.05$)

** significantly different from positive control. ($p < 0.001$)

나. 십자화과 채소추출물(부산물)의 간암에 대한 병리조직학적 및 혈액생화학적 억제 효과

채소추출물(부산물)의 간암에 대한 억제 효능을 알아보기 위하여 무청, 알타리무청 추출물을 실험동물에 섭취하도록 하였다. 채소추출물(양품) 섭취군과 유사하게 발암과정이나 채소추출물(부산물) 급여가 체중의 변화에는 별다른 영향을 주지 않았음을 확인 할 수 있었다(그림 2).

표 11. 채소추출물섭취에 따른 실험동물의 체중, 간 및 전암성 병변의 생성에 미치는 영향

실험군	DEN	체중(g) ^a	간중량(g) ^a	상대적 간중량(%) ^a	foci # ^a
배추	+	383.79 ± 16.26	15.51 ± 3.10 ⁺	4.04 ± 0.78 ⁺	6.80 ± 4.16 ^{**}
	-	380.28 ± 18.02	10.41 ± 1.08	2.73 ± 0.18	-
양배추	+	391.41 ± 14.86	15.51 ± 2.46 ⁺	3.97 ± 0.67 ⁺	6.50 ± 5.21 ^{**}
	-	391.16 ± 30.33	10.44 ± 1.25	2.66 ± 0.13	-
무	+	383.02 ± 15.16	14.60 ± 2.22 ⁺	3.82 ± 0.59 ⁺	9.20 ± 3.36 ^{**}
	-	382.94 ± 23.02	9.84 ± 0.80	2.57 ± 0.11	-
무청	+	375.23 ± 13.28	14.81 ± 3.04 ⁺	3.95 ± 0.81 ⁺	8.20 ± 4.05 ^{**}
	-	380.92 ± 25.93	9.95 ± 1.04	2.61 ± 0.11	-
알타리무	+	397.16 ± 23.60	16.50 ± 2.54 ⁺	4.18 ± 0.77 ⁺	12.80 ± 9.61 ^{NS}
	-	396.34 ± 13.25	10.94 ± 0.69	2.76 ± 0.16	-
알타리무청	+	379.84 ± 32.68	15.68 ± 2.75 ⁺	4.16 ± 0.82 ⁺	11.60 ± 6.57 [*]
	-	387.30 ± 16.40	10.52 ± 0.95	2.71 ± 0.16	-
대조군	+	386.30 ± 26.67	15.94 ± 4.37 ⁺	4.09 ± 0.95 ⁺	20.10 ± 6.84
	-	381.68 ± 22.64	9.98 ± 1.17	2.61 ± 0.19	-

^a mean ± SD

+ significantly different from non treated control. (p < 0.001)

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

** significantly different from positive control. (p < 0.001)

NS not significant

(1) 채소 추출물(부산물)의 투여가 전암성 병변의 형성에 미치는 영향

채소추출물(부산물)로서 무청을 섭취한 실험군은 p<0.001의 높은 수준으로 대

조군과 비교했을때 GST-P+ foci가 감소됨을 확인 할 수 있었다(그림3, 표 11). 또한 양 품인 알타리무 추출물을 섭취한 실험군과 달리 알타리무청 추출물을 섭취한 실험군은 $p < 0.005$ 수준에서 GST-P+ foci의 감소 효과를 보여주었다.

(2) 채소 추출물의 혈액 생화학적 억제효능

간에 포함되어 있는 정상적인 효소인 GOT, GPT의 수치를 확인함으로써 간의 손상 유무를 간접적으로 알 수 있다. 이는 손상된 간세포가 이 효소들을 혈액으로 유출시키기 때문인데 일반적으로 간질환이나 간염으로 인한 간손상은 이러한 효소들의 수치를 증가시키는 것으로 알려져 있다. 그러나 간경변증, 만성 비활동성 간염 등에서는

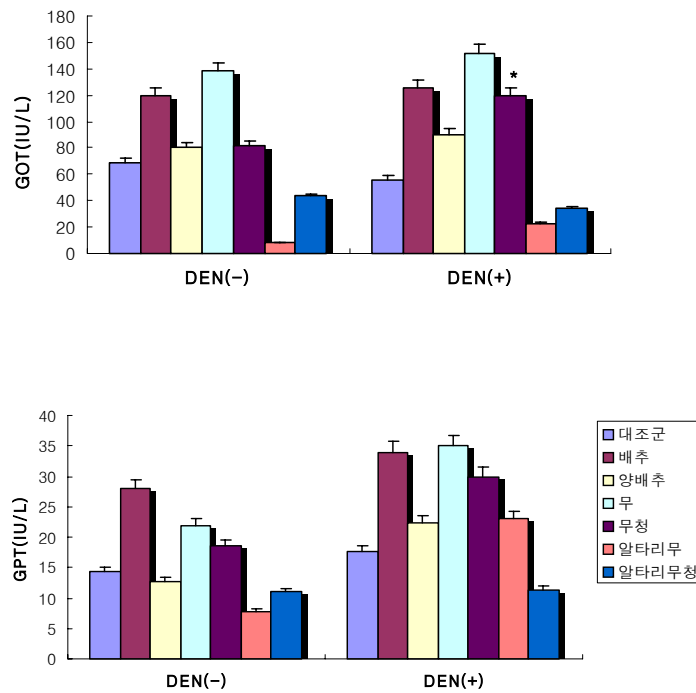


그림 4. 채소농축물 섭취에 따른 혈청내 GOT, GPT 의 변화

* significantly different from positive DEN control ($p < 0.05$)

이런 수치가 거의 증가하지 않거나 조금 증가하는 경우가 많으므로 주의를 기울여야 한다. 또한 이러한 수치들은 지속적인 측정에 의한 관찰이 정확한 진단을 위하여 바람직하며, 일시적인 수치 측정의 결과는 예상한 실험결과와 다소 다를 수 있다. 본 연구에서는 간암 발병에 있어 채소추출물의 섭취가 간손상을 호전시키기를 기대하였으나 대조군과 비교하였을 때 주목할 만한 GOT, GPT 수치의 증감은 확인할 수 없었다(그림 4). 오히려 무청 추출물을 섭취한 실험군에서만 통계적으로 유의한 증가를 확인할 수 있었다 ($p < 0.005$). 이와 같은 결과는 무청 추출물 자체만의 독성이 간손상에 영향을 주지 않았을까 추측되었다.

이 연구결과로써 십자화과 채소류의 추출물 중 배추, 양배추, 무, 무청이 간암의 예방에 효과적인 것으로 기대되었으며, 이들의 간암예방이 어떠한 기전을 통해 이루어지는 지에 대한 추가연구가 필요하다고 사료되었다.

3. 선발된 채소추출물에서 유효성분의 분획법

배추, 양배추, 무, 무청의 추출물들에서 간암억제효과가 있음이 발견됨에 따라 유효성분이 있는 분획물을 찾아내고자 하였다. 간암억제효과가 높은 배추추출물을 선발하여 분획하여 동물실험으로 간암억제효능을 파악하고자 하였다.

가. 선발 추출물로부터 유효성분의 분획물 제조

(1) 선발 추출물로부터 농축물 제조

간암억제효과가 높은 배추를 동결건조시키고, 70% 에탄올로 60°C에서 6시간 추출하였다. 추출물을 여과한 후 잔사는 다시 재추출하였다. 추출액을 모두 모아서 60°C에서 감압농축하여 농축물을 제조하였다. 건조배추에 대한 ethanol에 의한 추출율은 35%이었다.

시험된 채소중 빈혈개선효과가 높은 무청을 배추의 경우와 같은 방법으로 70% ethanol로 추출하고 농축물을 제조하였다. 건조무청에 대한 ethanol에 의한 추출율은 18-20%이었다. 이 배추농축물과 무청농축물로 다음의 분획조건을 시험하였다.

(2) 배추농축물에서 hexane, chloroform, 증류수에 의한 분획

배추 농축물에 hexane과 증류수를 넣고 잘 흔들어 1차분획하였다. Hexane 층은 모아서 농축하고, 증류수 층은 chloroform을 넣고 진탕하여 2차 분획하였다. 각 층을 분리하여 증발농축하여 농축물의 고형물함량은 표 12와 같다. Hexane층의 고형물 함량은 15.9%, chloroform 층은 6.5%, 증류수 층은 77.6%이었다. 실험동물을 사용하여 효능을 파악하기에는 증류수 층에서 얻은 고형물함량은 너무 많고, chloroform 층은 고형물이 너무 적은 것으로 나타났다.

표 12. 배추 농축물에서 hexane, chloroform, 증류수에 의한 분획

분획	고형물 (%)
Hexane 층 (1차분획)	15.9
Chloroform 층 (2차분획)	6.5
증류수 층 (2차분획)	77.6

(3) 배추농축물의 ethanol 농도에 따른 분획

배추 농축물을 hexane과 증류수로 1차 분획한 후 hexane 층을 분리하고, 증류수 층은 감압농축하여 수분을 제거하였다. 그 다음 90% ethanol을 넣어 증류수 층에

표 13. 배추농축물의 에탄올 농도에 따른 분획

분획	고형물 (%)
Hexane 층	16.6
90% Ethanol 층	27.9
80% Ethanol 층	32.0
75% Ethanol 층	22.0
불용성 고형물	1.5

서 얻은 고형물을 녹이고 ethanol 용액과 녹지않은 고형물은 분리하였다. 녹지 않은 고형물은 다시 80% ethanol로 녹이고 ethanol 용액과 녹지 않은 고형물을 분리한 후 다시 75% ethanol로 녹였다. 이와같은 ethanol 농도에 따른 분획방법으로 고형물을 분획한 결과는 표 2와 같다. Hexane 가용성물질은 16.6%, 90% ethanol 가용성물질은 27.9%, 80% ethanol 가용성물질은 32.0%로 가장 많았고, 75% ethanol에 녹지 않는 고형물도 약간(1.5%) 있었다.

(4) 배추농축물의 hexane, butanol, 증류수에 의한 분획

배추농축물을 hexane과 증류수로 1차 분획하여 각각의 층을 분리하고 증류수 층은 butanol를 넣어서 2차 분획하였다. 이 방법으로 얻은 고형물의 함량은 표 14와 같다. Hexane 층은 12.4%, n-butanol 층은 55.1%, 증류수 층은 32.3%로 분리되었다. 동물실험으로 효능을 파악하기에 적당한 분획조건으로 판단되었다. Hexane 층의 고형물은 짙은 녹색을 갖고 있음으로서 chlorophyll 함량이 높은 것으로 생각되었고, n-butanol 층의 고형물은 황색, 증류수 층에 의한 고형물도 황색을 갖고 있었다.

표 14. 배추농축물의 hexane, n-butanol, 증류수에 의한 분획

분획	고형물 (% , 색상)
Hexane 층	12.4 (녹색)
n-Butanol 층	55.1 (황색)
증류수 층	32.5 (황색)

나. 선발 추출물의 분획에 따른 화학적 성분 조사

간암억제농축물로서 시험하기 위하여 선발된 배추농축물을 hexane, butanol, water로 분별추출하여 얻은 분획물에서 polyphenol 함량을 분석하였다. Polyphenol은 항산화물질로 추정되고 있는 데, 항산화물질은 암과 동맥경화, 노화를 방지할 수 있다고 알려져 있기 때문이었다. Polyphenol 함량은 A.O.A.C.에 준하여 Folin-Denis 방법에 의하여 분석하여 tannin 함량으로서 표시하였다. Hexane 층에서는 0.33mg/g, butanol 층에

서는 3.34mg/g, water 층에서는 0.47mg/g으로서 증류수층과 butanol 층에 많았다.

표 15. 배추농축물의 분획물 중 polyphenol 함량

분획	polyphenol 함량 (tannin으로서 mg/g)
Hexane 층	0.33
Butanol 층	3.34
증류수 층	3.47

다. 배추, 양배추, 무, 무청의 농축물에서 유효성분의 분석

선발된 배추농축물에서 hexane, butanol, water로 1차, 2차 분획하여 실험실에서 간암억제실험을 실시한 결과 간암억제효과가 없는 것으로 나타났다. 따라서 간암억제성분은 분획중에 휘발하는 성분이거나, 단일성분이 아니고, 여러 성분이 복합작용을 나타내는 것으로 추정되었다. 따라서 농축물을 분획하여 분석하는 대신 농축물 전체를 대상으로 항암성분으로 추정되고 있는 성분을 분석하였다.

(1) 배추농축물 중 당성분(glucose, fructose, sucrose)의 함량

당성분은 간암억제성분은 아니지만 농축물중에 많은 비중을 차지하고 있으므로 먼저 당성분의 함량을 분석하였다. 단당류는 배추농축물에서 methanol로 추출하여 HPLC로 당류를 분석하였다. 이동상(mobil phase)으로서 water와 acetonitril 혼합액 (25+75)을 사용하였고, 분석용 칼럼으로서 carbohydrate column (4.6x250mm)을 사용하였고, 검출은 RI detector로 하였다. 배추농축물에서 glucose, fructose, sucrose가 검출되

표 6. 배추 농축물 중 glucose, fructose, sucrose 함량 (mg/g)

농축물	glucose	fructose	sucrose	합계
배추 농축물	261	287	27	576

있고, 그 이외의 당류는 검출한계 이하이었다(표 16). 배추농축물은 glucose가 261 mg/g, fructose가 287 mg/g으로 비슷한 정도이었고 sucrose 도 27 mg/g으로 소량 존재하였고, 세가지 당은 배추농축물에서 576 mg/g로 존재하였다.

(2) 배추, 양배추, 무, 무청의 농축물중에서 phenolic acid 함량

최근 phenolic acids 는 항암작용, 항산화작용, 항알러지, 고혈압억제 등 여러 가지 생리기능을 하다고 알려지고 있다. 이에 따라 동물실험에서 간암억제효능이 있는 것으로 나타난 배추농축물, 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에서 phenolic acid 함량을 분석하였다.

Phenolic acid는 식물조직에 존재하는 형태에 따라 3가지로 나누어진다. 조직 내에서 유리상태로 존재하는 유리형(free form), glucose 나 quinic에 ester로 결합되어 있는 에스터결합형(esterified form), 그리고 조직에 단단히 결합되어 물에 녹지 않는 불용성결합형(insoluble bound form)이 있다. 이러한 결합형 phenolic acid를 각각 가수분해하여 유리형으로 만들어 gas chromatogray로 분리하고 mass spectrometry로 확인하여 분석하였다.

배추농축물과 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에 존재하는 유리형 phenolic acid 함량은 표 17과 같다. 배추농축물에서는 ferulic acid가 26.5 mg/kg이었고, caffeic acid가 그 다음으로 22.8mg/Kg이었고, 다른 phenolic acid는 검출되지 않았다. 양배추농축물에는 유리형 phenolic acid는 검출되지 않았으며, 무농축물에는 syringic acid가 2.0mg/Kg으로 검출되었다. 무청농축물에서는 유리형 phenolic acid는 검출되지 않았다.

배추농축물과 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에 존재하는 에스테르결합형(esterified) phenolic acid 함량은 표 18과 같다. 배추농축물에서는 ferulic acid가 12.8mg/Kg으로 가장 많았고, o-coumaric acid가 9.6mg/Kg, p-coumaric acid가 7.9mg/Kg으로 그다음로 많았다. 양배추농축물에서는 sinapic acid가 25.4mg/Kg으로 가장 많았다. 무농축물에는 m-coumaric acid가 13.7mg/Kg으로 많았고, 무청농축물에는 ferulic acid가 65.4 mg/kg으로 가장 많았고, sinapic acid 39.6mg/Kg, caffeic acid 25.4mg/kg, p-coumaric acid 20.5 mg/Kg이었다. 전체적으로 에스테르결합형 phenolic acid

표 17. 배추농축물, 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에 존재하는 유리형(free form) phenolic acid (dry weight basis, mg/Kg)

Phenolic acid	배추	양배추	무	무청
caffeic acid	22.8	n.d.	n.d.	n.d.
trans-cinnamic acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
o-coumaric acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
m-coumaric acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
p-coumaric acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
ferulic acid	26.5	n.d.	n.d.	n.d.
p-hydroxy benzoic acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
sinapic acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
syringic acid	n.d.	n.d.	2.0	n.d.
vanillic acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
sum	49.3	n.d.	2.0	n.d.

n.d. : 검출되지 않음 (not detected)

표 18. 배추농축물, 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에 존재하는 에스테르 결합형 (esterified form) phenolic acid (dry weight basis, mg/Kg)

Phenolic acid	배추	양배추	무	무청
caffeic acid	3.0	n.d.	n.d.	25.4
trans-cinnamic acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
o-coumaric acid	9.6	n.d.	2.7	2.6
m-coumaric acid	1.6	n.d.	13.7	15.4
p-coumaric acid	7.9	4.9	n.d.	20.5
ferulic acid	12.8	n.d.	n.d.	65.4
p-hydroxy benzoic acid	2.3	1.1	2.1	17.5
sinapic acid	5.1	25.4	n.d.	39.6
syringic acid	3.3	2.7	2.6	n.d.
vanillic acid	2.5	n.d.	1.9	4.8
sum	48.1	34.1	23	191.2

n.d. : 검출되지 않음 (not detected)

의 합계는 무청농축물이 191.2mg/Kg으로 가장 많았고, 그 다음 배추농축물 48.1mg/Kg, 양배추농축물 34.1mg/Kg, 무농축물 23.0mg/Kg 순 이었다.

배추농축물과 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에 존재하는 불용성결합형 (insoluble bound) phenolic acid 함량은 표 19와 같다. 배추농축물에서는 ferulic acid가 32.5mg/Kg, trans-cinnamic acid 가 13.2mg/Kg이었고 양배추농축물에서는 sinapic acid 가 7.5mg/Kg이 있었다. 무에서는 p-coumaric acid가 12.0mg/Kg으로 있었고 무청에는 p-coumaric acid가 3.4mg/Kg 있었다. 전체적으로 불용성결합형 phenolic acid는 배추농축물에서 가장 많은 52.8mg/Kg이었고, 양배추농축물 15.8mg/Kg, an 17.7mg/Kg, 무청 7.4mg/Kg 순이었다.

배추농축물에는 유리형과 에스테르결합형, 불용성결합형이 각각 48-53mg/Kg으로 거의 비슷한 함량을 보이는 반면 양배추와 무, 무청은 에스테르결합형이 가장 많았다.

표 19. 배추농축물, 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에 존재하는 불용성결합형 (insoluble bound form) phenolic acid (dry weight basis, mg/Kg)

Phenolic acid	배추	양배추	무	무청
caffeic acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
trans-cinnamic acid	13.2	n.d.	n.d.	n.d.
o-coumaric acid	n.d.	1.9	n.d.	2.0
m-coumaric acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
p-coumaric acid	n.d.	2.8	12.0	3.4
ferulic acid	32.5	1.5	n.d.	n.d.
p-hydroxy benzoic acid	2.1	n.d.	2.2	2.1
sinapic acid	1.5	7.5	n.d.	n.d.
syringic acid	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
vanillic acid	3.6	2.1	3.5	n.d.
sum	52.9	15.8	17.7	7.5

n.d. : 검출되지 않음 (not detected)

배추농축물과 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에 존재하는 유리형과 에스테르결합형, 불용성결합형(insoluble bound)을 합한 phenolic acid의 함량은 표 20과 같다.

배추농축물의 경우 ferulic acid가 71.8mg/Kg으로 가장 많고, 그 다음 caffeic acid로서 25.8mg/Kg이었다. 양배추농축물은 sinapic acid가 32.9mg/kg로 가장 많았고, 무농축물에는 m-coumaric acid와 p-coumaric acid가 13.7mg/kg, 12.0mg/Kg으로 비슷하였다.

무청농축물에는 ferulic acid가 65.4mg/Kg으로 가장 많았고, sinapic acid가 39.6mg/kg으로 그 다음으로 많았다. 무청농축물에 전체 phenolic acid는 198.6으로 가장 많았고, 그 다음으로 배추농축물은 150.2mg/kg 으로 많았다. 양배추농축물과 무청농축물에는 49.8mg/Kg과 42.7mg/kg 포함되어 있었다.

표 20. 배추농축물, 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물에 존재하는 total phenolic acid 함량 (dry weight basis, mg/Kg)

Phenolic acid	배추	양배추	무	무청
caffeic acid	25.6	n.d.	n.d.	25.4
trans-cinnamic acid	13.2	n.d.	n.d.	n.d.
o-coumaric acid	9.6	1.9	2.7	4.6
m-coumaric acid	1.6	n.d.	13.7	15.4
p-coumaric acid	7.9	7.6	12.0	23.9
ferulic acid	71.8	1.5	n.d.	65.4
p-hydroxy benzoic acid	4.4	1.1	4.3	19.5
sinapic acid	6.7	32.9	n.d.	39.6
syringic acid	3.3	2.7	4.6	n.d.
vanillic acid	6.1	2.1	5.3	4.8
sum	150.2	49.8	42.6	198.6

(3) 배추, 양배추, 무, 무청의 농축물에서 indol-3-carbinol, S-methylmethanethio-sulphonate, L-sulforaphane의 추적

배추농축물과 양배추농축물, 무농축물, 무청농축물을 dichloromethane으로 추출하여 GC/MS로 각 peak를 분리하고 표준품 indol-3-carbinol, S-methylmethanethio-sulphonate, L-sulforaphane을 추적하였다. 배추농축물의 크로마토그램은 그림 5와 같다. 많은 수의 peak가 발견되었으나 S-methyl methanethiosulphonate로 추정되는 peak는 2개(20.58분 area 0.32%; 22.48분 area 5.91%)만이 발견되었다.

양배추농축물의 크로마토그램은 그림 6과 같다. 많은 수의 peak가 발견되었으나 S-methylmethanethiosulphonate로 추정되는 3개의 peak(11.38분 area 0.34%; 21.88분 area 1.36%, 22.37분 area 22.5%; 23.9분 area 0.42%)가 발견되었고, L-sulforaphane으로 추정되는 1개의 peak(24.4분 area 0.27%)가 발견되었고, indol-3-carbinol로 보이는 1개의 peak(25.05, area 0.24%)가 발견되었다.

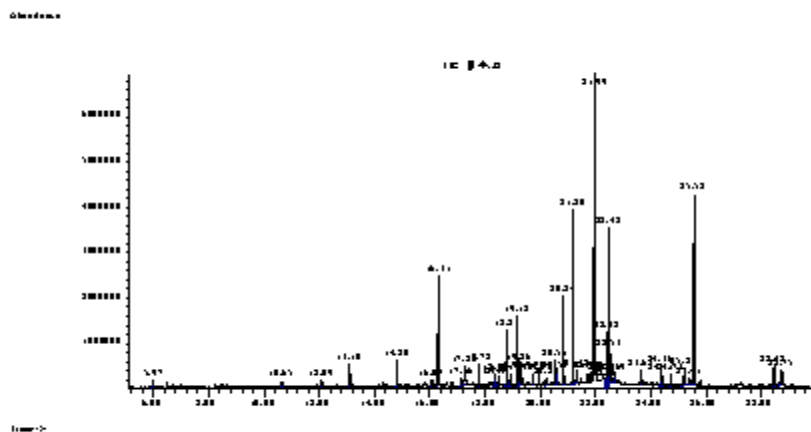


그림 5. 배추농축물의 크로마토그램

무농축물의 크로마토그램은 그림 7과 같다. 많은 수의 peak가 발견되었고, S-methyl methanethiosulphonate로 추정되는 4개의 peak(7.86분 area 0.55%; 21.88분 area 0.93%, 22.48분 area 6.81%; 27.29분 area 1.502%)가 발견되었다.

무청농축물의 크로마토그램은 그림 8과 같다. 많은 수의 peak가 발견되었으나 S-methyl methanethiosulphonate로 추정되는 4개의 peak(20.59분 area 0.46%; 21.88분 area 0.49%, 22.48분 area 1.83%; 27.29분 area 0.95%)가 발견되었고, L-suforaphane으로 추정되는 1개의 peak(24.4분 area 0.39%)가 발견되었다.

그러나 여기에서 추적된 peak는 확률이 1-2%로 매우 낮아 신뢰성이 약하므로 신뢰성을 높여서 확인할 필요가 있었으며 또한 배추와 양배추, 무, 무청에 존재하는 항암물질은 이들 외에 알려지지 않은 다른 물질일 가능성도 있었다. 이 분야는 장래 더 연구할 필요가 있었다.

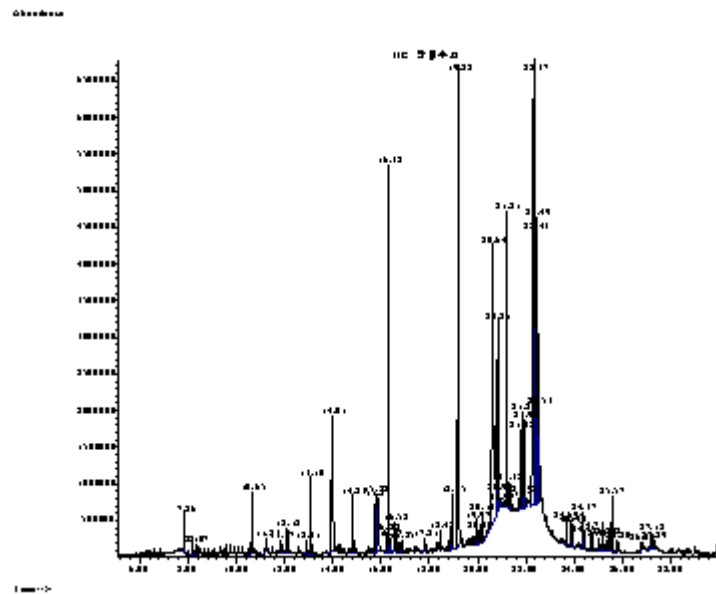


그림 6. 양배추 농축물의 크로마토그램

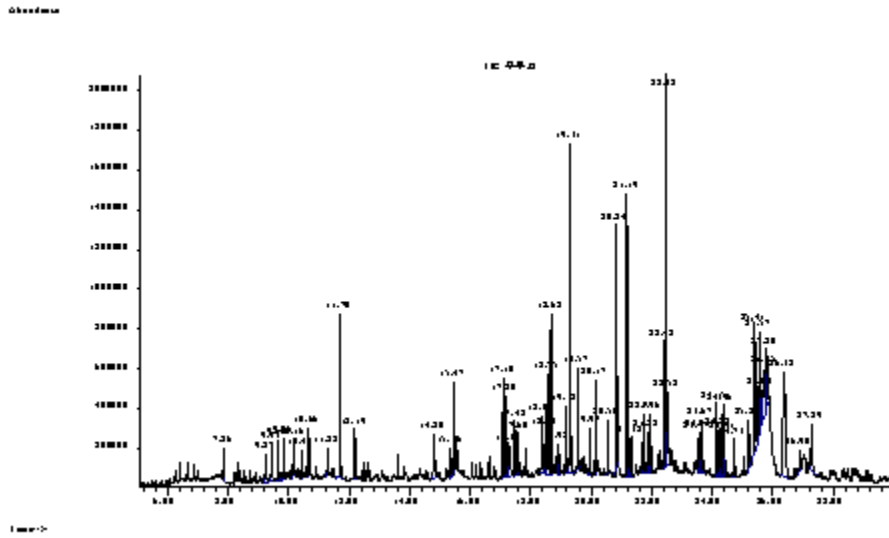


그림 7. 무농축물의 크로마토그램

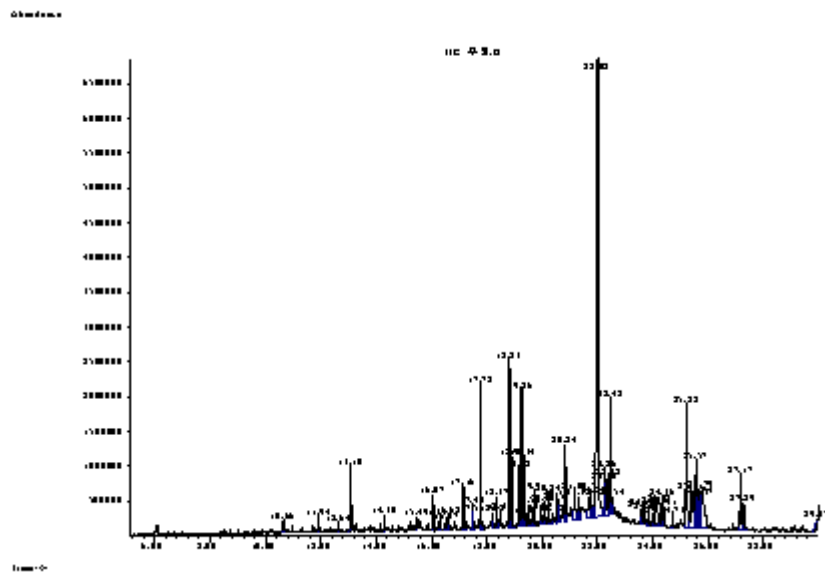


그림 8. 무청농축물의 크로마토그램

4. 채소추출물에서 분리한 분획물의 간암억제효과

가. 채소추출물에서 분리된 1차분획물의 간암에 대한 병리조직학적 억제효과

발암물질인 DEN을 투여하고 채소추출물의 1차 분획물 결과로써 얻어진 hexane층을 사료에 섞어 급여한 실험군에서는 대조군에서 관찰할 수 없었던 간손상 정도를 확인 할 수 있었다. 실험군에서는 portal area의 zone 1에서 clear hepatocyte change(그림 9B, D)가 관찰되었으며 fatty change(그림 9C) 또한 확인하였다. 이와 같은

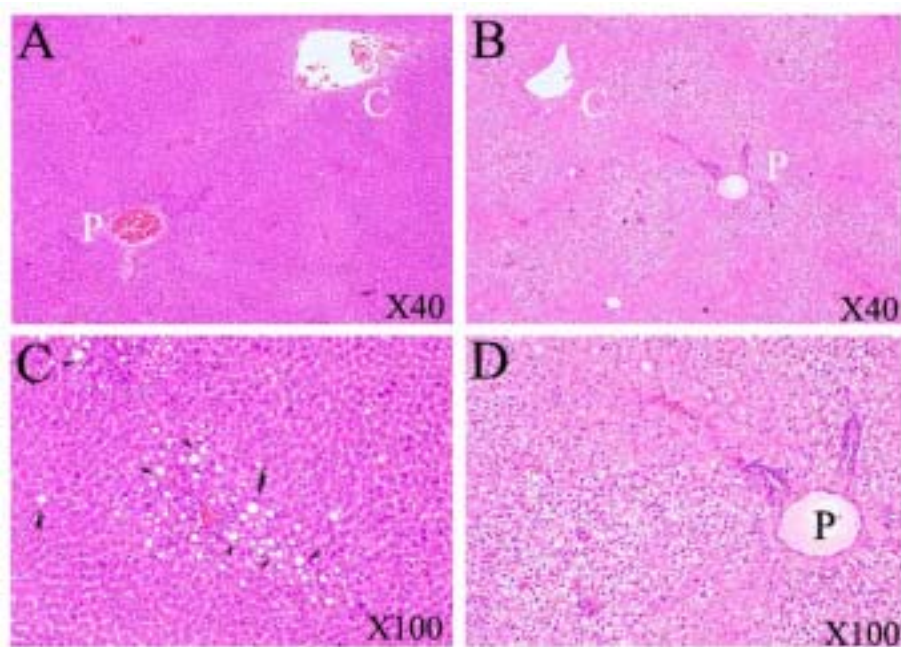


그림 9. 1차분획물을 섭취한 실험군의 병리조직학

A : 발암물질을 투여한 대조군 B-D : hexane 층 분획물을 투여한 실험군

C(fatty change), D(clear hepatocyte change)

P=portal area V= central vein

사실은 간손상을 의미하고 glycogen 침착의 가능성도 제시해 주었다. 즉 발암물질에 의한 간손상이 아니라 분획물에 의한 간손상의 가능성을 배제할 수 없었다. 그러나 음성대조군과 비교하여 보면 비발암 동물군에 hexane층만을 섭취하도록 한 결과에서는 아무런 간손상 증후를 발견할 수 없었다. 따라서 이러한 결과들은 1차분획물의 섭취 자체가 간손상을 초래한 것으로 보기보다는 발암물질과 분획물이 동시에 간에 작용하여 독성의 강도를 높였을 가능성을 보여주었다.

나. 채소추출물에서 분리된 2차분획물의 간암에 대한 병리조직학적 억제효과

(1) 2차 분획물의 간암에 대한 병리조직학적 억제효과

1차 분획물의 물층을 2차 분획하여 얻어진 n-butanol층과 물층을 AIN-76사료에 섞어 급여하여 섭취하도록 한 실험군에 대하여 항암 억제 효과의 유무를 확인하였다. 발암물질 DEN을 투여한 대조군에서는 central vein의 zone 3에서 hypertrophy를 확인할 수 있었는데 이 zone의 효소 활성 현상은 대조군에서 간손상이 잘 이루어지고 있음을 보여주고 있다(그림 10A). 2차분획물로 얻어진 n-butanol층을 투여한 실험군에서는 1차 분획물 hexane 층을 투여한 실험군과 유사하게 fatty change 및 necrosis의 모습을 확인할 수 있었다(그림 10B). 또한 water층 분획물 투여군에서도 fatty change의 모습을 확인할 수 있었다(그림 10C). 이러한 현상들은 대조군에서 관찰되지 않은 것으로 분획물에 의한 간손상의 또 다른 결과로 추측할 수 있다. 그러므로 1, 2차 분리된 분획물은 간암 억제효과보다는 분획물의 체내 부작용의 유도 가능성을 제시해 주었다.

(2) 분획방법에 따른 분획물 투여가 전암성 병변의 형성에 미치는 영향

GST-P⁺ 염색은 ABC법을 이용하여 확인되었다. GST-P⁺ foci의 결정은 광학현미경을 이용하여 관찰되었으며 small foci는 염색된 세포수가 5개미만일 경우, large foci는 5개 이상의 세포가 염색된 경우의 것으로 정의 하였다(그림 11A). GST-P⁺ foci의 생성은 앞으로 암으로 발전할 가능성을 제시해 주는 표지로 사용하였으며 분획물 추출물을 섭취한 실험군에서는 대조군에 비해 통계적으로 의미있는 증감이 관찰되지 않았다(그림 11B). 따라서 분획 방법에 따라 제조된 추출물 분획물의 발암 진행정도의 완화 가

능성은 발견되지 않았다.

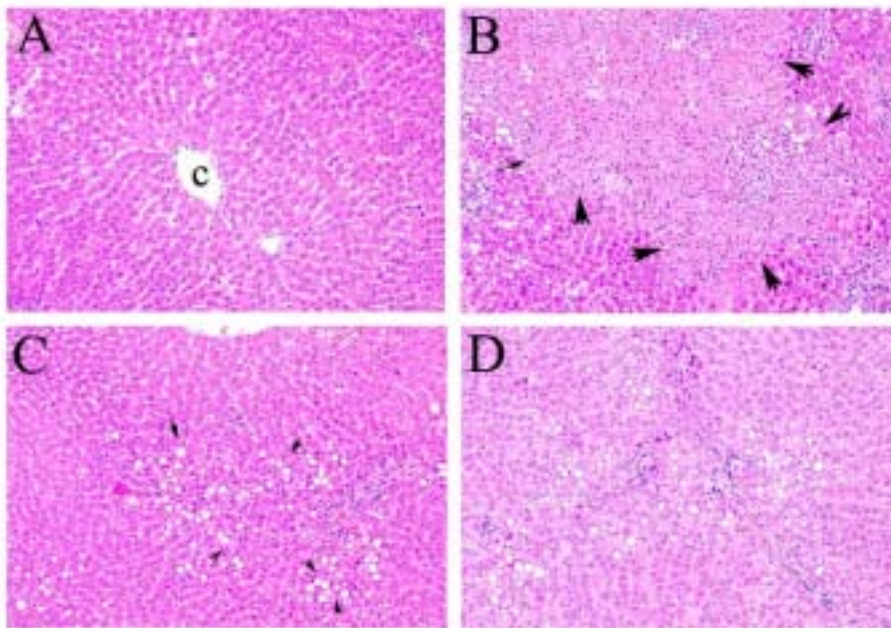


그림 10. 2차분획물을 섭취한 실험군의 병리조직학
A : 대조군 B : n-butanol 층 투여 실험군(necrosis)
C : water 층 투여 실험군(fatty change)
D : hexane 층 투여 실험군(fatty change) c=central vein

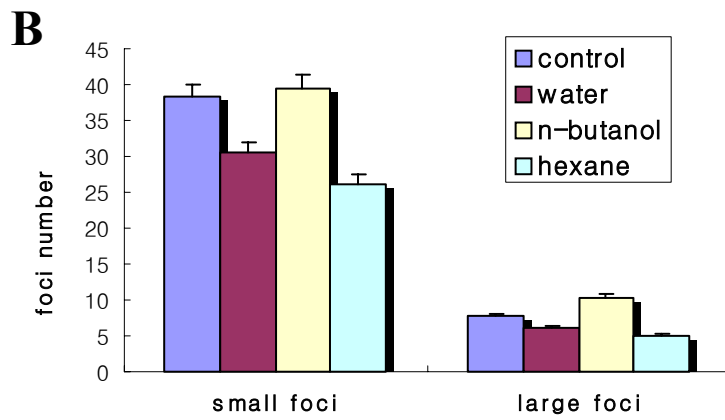
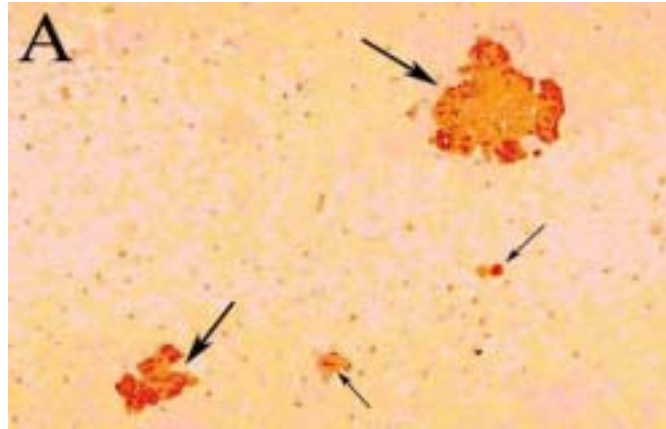


그림 11. 채소 추출물의 분획방법에 따른 GST-P⁺ foci 측정

A : 염색된 GST-P⁺ (small foci-thin arrow, large foci-thick arrow)

B : 각각의 분획방법에 따른 GST-P⁺ foci

5. 채소농축물의 실험동물에 대한 간암억제효과를 나타내는 유효농도 조사

가. 실험동물에 대한 유효농도 결정시험

앞의 채소추출물 중 배추, 양배추, 무 그리고 무청을 5 mg/ml을 섭취한 실험군에서 간암예방에 효과가 있음을 보여주었다. 이를 바탕으로 한국인이 가장 많이 섭취하는 채소 중 배추를 대상으로 본 연구에서는 배추농축물의 농도를 달리하여 항암효능이 있는지를 살펴보았다. 이미 확인한 바 있는 농도(5 mg/ml)를 기준으로 발암 물질과 발암 촉진 물질을 실험동물에 투여하고 이를 대상으로 2.5, 10.0, 20.0mg/ml을 음수에 급여하여 9주 동안 관찰하였다. 이로써 배추농축물을 투여한 모든 실험군에서 간암 현상이 감소하는 것을 관찰할 수 있었으며(그림 12), 10.0mg/ml과 20.0mg/ml을 급여한 군에서는 체중변화와 간중량이 영향을 받는 것을 확인하였다(표21).

표 21. 농도별 배추농축물 투여가 체중, 간중량, 상대적 간중량에 미치는 영향

Group	Treatment	Number of rats examined	Body weight(g) ^a	Liver weight(g) ^a	Relative liver weight (%) ^a
1	2.5mg/ml	15	404.25 ± 20.39	16.92 ± 4.64	4.19 ± 1.20
2	10.0 mg/ml	15	403.57 ± 19.96	15.83 ± 1.13	3.92 ± 0.16*
3	20.0 mg/ml	15	392.07 ± 28.88*	14.69 ± 1.40*	3.75 ± 0.21
4	control	15	415.20 ± 39.10	15.47 ± 1.49	3.73 ± 0.19

^a mean ± SD

* significantly different from group 4 (p < 0.05)

나. 채소농축물이 실험동물의 성장에 미치는 영향

(1) 배추농축물의 농도별 섭취에 따른 실험동물의 성장변화

실험동물을 대상으로 농도별 배추농축물을 음수에 공급한 실험군의 성장변화를 살펴보면 전반적으로 기존의 결과에 상응하는 성장모습을 확인할 수 있었다(그림 13). 그러나 고농도인 20.0 mg/ml을 급여한 군에서 p<0.005 수준으로 체중 및 간중량이 감소했음을 관찰하였다(표 21). 사육 기간 동안 표면적으로 체중 증가에 장애가 있음을

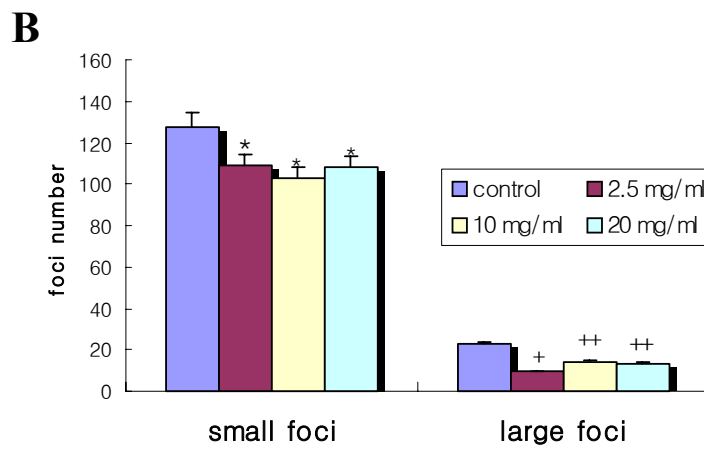
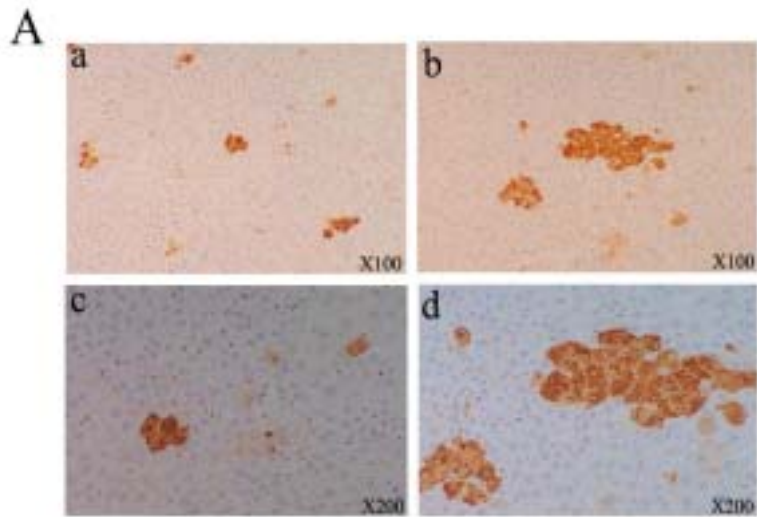


그림 12. 배추 농축물의 농도별 섭취에 따른 전암성 병변 변화

A : GST-P⁺의 면역염색(a, c : 배추농축물 2.5 mg/ml 섭취군의 small foci,

b, d : 대조군의 large foci) B : GST-P⁺foci 수

* significantly different from small foci control ($p < 0.05$)

+ significantly different from large foci control ($p < 0.001$)

++ significantly different from large foci control ($p < 0.05$)

확인하고 사료섭취량을 측정하여 보았으나 별다른 차이는 없었다. 따라서 배추농축물 섭취에 의한 체중감소임을 추정할 수 있었으며 고농도의 농축물을 섭취했을 때 관찰되어지는 현상임을 알 수 있었다.

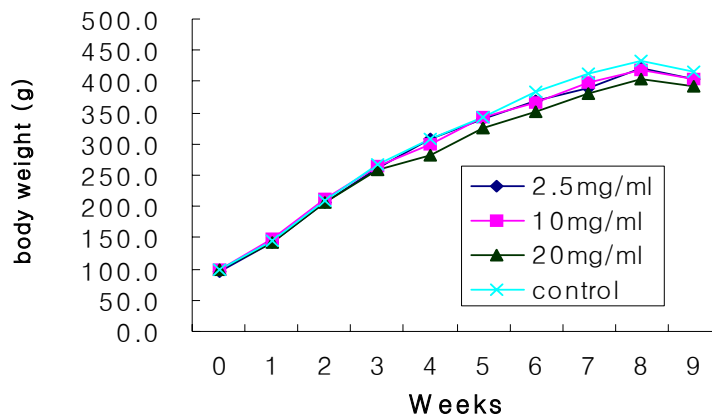


그림 13. 배추 농축물 섭취 실험동물 성장곡선

(2) 발암과정에서의 배추농축물의 효능(병리조직학적 변화)

발암물질을 투여한 대조군과 배추농축물을 농도별로 섭취한 실험군의 조직학적 분석에 있어서는 주목할 만한 차이를 확인 할 수 없었다(그림 14). 고농도의 배추농축물을 섭취한 군에서나 저농도의 농축물을 섭취한 군에서도 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.

(3) 발암과정에서의 배추농축물의 효능(혈청학적 생화학 분석)

혈액학적인 분석결과 발암 물질의 투여에 의한 간손상 정도를 배추농축물의 급여가 어느 정도 막아 줄 수 있을 것으로 기대를 하였으나 GOT, GPT의 수치 확인 결과로는 확인할 수 없었다(표 22-23). 기존의 연구 결과에 따르면 간손상의 지표로 사용되는 GOT, GPT는 발암 물질을 투여함에 따라 증가되었는데, 본 연구에서는 이러한 수치가 주목할 만한 배추 농축물의 간기능 보호에 유의적 수준으로 효과를 보이는 것으로

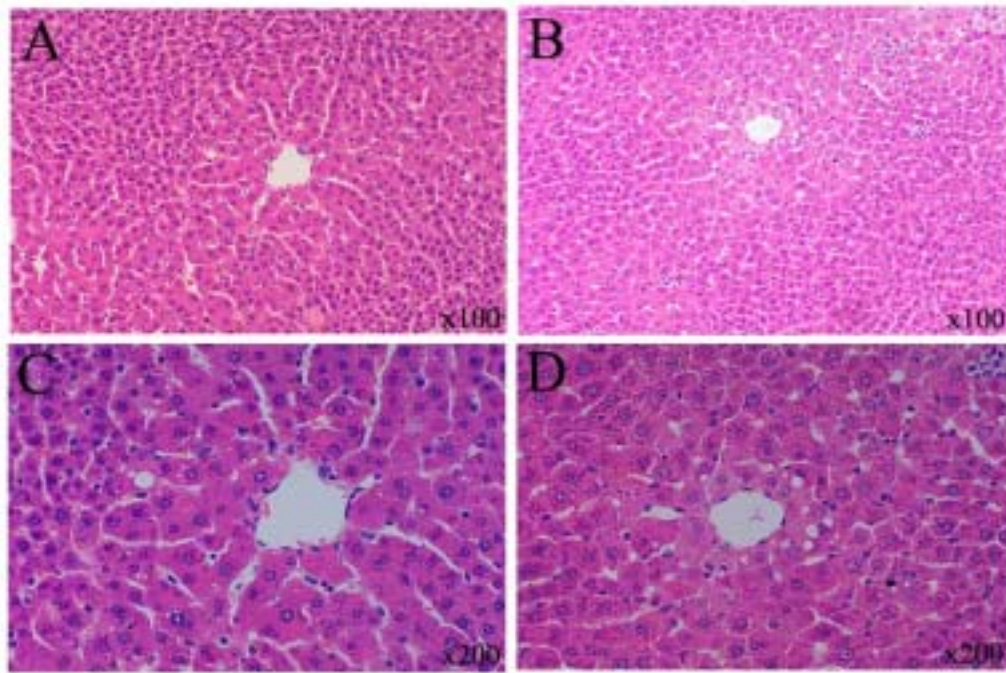


그림 14. 배추농축물 섭취에 따른 간조직 병리학
 A, C : 배추농축액 2.5 mg/ml을 섭취한 군
 B, D : 대조군

는 확인되지 않았다. 혈중 ALP(Alkaline Phosphatase), γ -GTP(Gamma-Glutamyl Transpeptidase)를 검사함으로써 담즙의 흐르는 경로의 이상 유무나 간담도질환의 유무를 판단할 수 있는데 이러한 변화도 대조군과 비교시 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 간기능의 이상유무를 확인할 수 있는 Alb(Albumin)의 수치도 대조군과 유사한 수준을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로써 발암과정에 있어 배추농축물의 농도 별 섭취는 간기능이나 간손상에 영향을 주지 않는다는 사실을 알 수 있었다.

표 22. 농도별 배추농출물 급여에 따른 혈청내 성분분석

투여농도	GOT ^a (IU/L)	GPT ^a (IU/L)	ALP ^a (IU/L)
2.5 mg/ml	135.69 ± 27.85	73.92 ± 11.41	249.23 ± 36.37
10.0 mg/ml	119.60 ± 13.40	75.20 ± 15.07	233.67 ± 37.89
20.0 mg/ml	117.40 ± 16.81	71.40 ± 15.30	243.47 ± 29.89
control	125.27 ± 28.96	80.33 ± 14.63	260.20 ± 40.83

^a mean ± SD

기준치 GOT: 75-150, GPT: 25-60, ALP: 60-220, Alb: 2.7-4.0, GGT: 0-10, T-Bil: 0.0-1.0

표 23. 농도별 배추농출물 급여에 따른 혈청내 성분분석 (계속)

투여농도	Alb ^a (g/dL)	GGT ^a (IU/L)	T-Bil ^a (mg/dL)
2.5 mg/ml	4.95 ± 0.70	0.62 ± 0.77	0.18 ± 0.04
10.0 mg/ml	5.13 ± 0.43	0.47 ± 0.64	0.12 ± 0.04
20.0 mg/ml	5.01 ± 0.40	0.47 ± 0.74	0.12 ± 0.04
control	5.35 ± 0.45	0.53 ± 0.74	0.13 ± 0.05

^a mean ± SD

기준치 GOT: 75-150, GPT: 25-60, ALP: 60-220, Alb: 2.7-4.0, GGT: 0-10, T-Bil: 0.0-1.0

(4) 발암과정에서의 배추농출물의 효능(간 전암성 병변에 대한 억제효과)

배추농출물의 농도별 투여는 발암억제에 확연한 결과를 가져온다는 사실을 확인하였다. 전암성 병변 표지인 GST-P⁺가 염색된 세포 수에 따라 small foci와 large foci로 나누어 관찰한 결과 모든 foci에서 p<0.005 수준의 유의적인 감소가 관찰되었다.

특히 2.5 mg/ml의 농도를 투여한 실험군에서는 large foci의 감소가 $p < 0.001$ 의 높은 수준임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 배추농축물 섭취가 간암 발생과정에서 항암효능이 있음을 입증하는 것이며 배추성분 중 간암 예방을 위한 항암 성분을 찾아내고 이것이 발암과정에서 기여하는 역할에 대한 연구의 필요성을 강력하게 시사하고 있었다.

6. 채소농축물로부터 간암억제효과를 갖는 농축물의 응용성 조사

가. 간암억제농축물의 식품에 대한 응용성 조사

배추농축물과 무농축물, 양배추의 농축물에서 간암억제효과가 있음이 나타남에 따라, 이 농축물을 식품소재로 이용하는 방법을 연구하였다.

(1) 배추농축물을 음료에 응용하기 위한 적정 pH

배추농축물을 이용하여 음료로 응용하는 방안을 조사하였다. 시험한 배추농축물의 수분, 산도와 pH, 당도는 표 24와 같다. 배추농축물 5%를 설탕10%와 혼합하여 증류수에 희석하고, ascorbic acid로 각각 pH3.50, pH3.75, pH4.00으로 조절하여 훈련된 관능검사 패널 9명이 관능적 특성을 5점법으로 조사한 결과는 표 25와 같다. pH의 차이

표 24. 배추농축물의 외관, 수분, 산도, pH, 당도

항 목	배추농축물
외 관	녹색의 점성이 강한 액체
수 분 (%)	42.0
산도 (젓산으로서 %)	3.1
pH (수용액 10%)	5.2
환원당(건조물기준 %)	62.3

에 따라 색의 강도와 냄새의 기호도에서는 차이가 없었고, 신맛의 강도는 pH가 낮아짐에 따라 강한 것으로 나타났다. 단맛의 강도는 시험한 세가지 시료가 동일한 당도(10%)임에도 pH가 낮아질수록 단맛도 낮게 느끼는 것으로 나타났다. pH가 낮아지면 동일한

단맛을 나타내기 위하여서는 당도는 높아져야 하였다. pH 3.75의 실험구가 비교적 우수한 것으로 나타났다.

표 25. 배추농축물의 pH 별 기호도

시 험 구	pH 3.50	pH 3.75	pH 4.00
외관	2.7±1.1	2.8±0.8	2.8±0.9
색	3.8±1.0	3.8±0.9	3.9±5.6
냄새	3.0±0.7	3.2±1.1	3.1±1.1
신맛	4.2±0.7c	3.3±0.8b	2.6±1.0a
단맛	2.9±0.9a	3.5±0.5b	4.2±0.6c
종합적 기호도	2.1±1.0	3.0±0.9	2.6±1.4

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(2) 배추농축물을 음료에 응용하기 위한 적정당도

배추농축물이 5% 포함된 증류수에 ascorbic acid를 사용하여 pH3.75로 조절하고, 설탕으로 당도를 8%, 10%, 12%, 14%로 하여 관능적 특성을 조사한 결과는 표 26

표 26. 배추농축물 음료의 당도별 관능적 특성

시 험 구	당도 8%	당도 10%	당도 12%	당도 14%
외관	2.8±0.7	2.6±1.1	2.3±0.7	2.4±1.2
색	3.3±0.7a	2.8±1.0a	3.1±1.0a	4.5±0.7b
냄새	3.4±0.9	2.4±1.1	2.6±0.9	3.0±1.3
신맛	3.8±1.4	3.6±0.7	3.3±1.4	3.4±1.2
단맛	2.8±0.7a	3.0±0.5a,b	3.6±0.7a,b	3.8±0.9b
종합적 기호도	2.4±0.9	2.6±0.9	2.8±1.0	2.8±1.0

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

과 같다. 색의 강도, 냄새의 기호도, 신맛의 강도는 당함량에 따라 차이가 없었다. 단맛의 강도는 당도가 증가함에 따라 증가하였지만, 당도10%에서 “보통”으로 나타남으로서 배추농축물 음료로서는 당도 10%가 적당한 것으로 생각되었다.

(3) 배추농축물을 음료에 응용하기 위한 배추농축물의 적정농도

배추농축물 음료를 위한 배추농축물의 함량을 결정하기 위하여 pH3.75, 당도 10%로 하고, 배추농축물을 1%, 2%, 3%, 4%로 각각 증류수에 희석하고 관능적 특성을 조사하였다(표 27). 배추농축물의 함량이 증가함에 따라 색의 강도는 큰 차이가 없었다. 그러나 배추냄새의 강도는 농축물함량에 비례하여 증가하였다. 색, 냄새, 외관기호도를 고려할 때 배추농축물 1-3%범위에서 배추음료로 제조할 수 있는 것으로 나타났다.

표 배추농축물의 함량별 관능적 특성

시 험 구	배추농축물 1%	배추농축물 2%	배추농축물 3%	배추농축물 5%
항목				
외관	4.1±1.1*	2.9±1.1	2.5±0.9	2.0±0.7
색	3.3±1.7	3.1±0.6	3.0±0.7	3.6±1.4
냄새	1.9±1.1a	2.8±1.1a,b	3.0±0.7a,b	3.5±1.0b
신맛	3.3±0.7	3.6±1.3	3.5±1.0	3.9±1.1
단맛	2.9±1.2	3.3±1.0	3.6±0.9	3.9±0.8
종합적 기호도	3.6±1.4	2.6±0.9	3.0±0.9	2.4±0.7

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(4) 과일음료에 대한 배추농축물의 응용

배추농축물을 과일음료에 혼합하여 과일/배추의 혼합음료로 제조할 수 있는 가능성을 조사하였다. 배추농축물을 시판 과일음료에 2%를 혼합하여 관능적 특성을 조사하였다(표 28). 시험한 과일음료는 매실음료, 사과음료, 포도음료, 홍삼음료이다.

매실/배추혼합음료는 신맛의 강도와 단맛의 강도가 “보통”이었고, 포도/배추

혼합음료는 색이 진하였고, 신맛과 단맛의 강도는 “보통”이었다. 홍삼/배추혼합음료는 색이 아주 강하였고, 신맛이 적고 단맛이 적당하였다. 매실/배추혼합음료, 포도/배추혼합음료와 홍삼/배추혼합음료는 종합적 기호도에서 우수한 것으로 나타났다.

표 28. 과일/배추음료의 관능적 특성

시 험 구 항목	매실/배추 혼합음료	사과/배추 혼합음료	포도/배추 혼합음료	홍삼/배추 혼합음료
외관	1.9±0.6	2.6±1.0	3.8±0.7*	2.0±1.0
색	2.1±0.6a	2.8±1.0a,b	3.6±0.5b,c	4.4±1.4c
냄새	3.1±1.0	3.3±1.0	4.1±0.6	3.5±0.7
신맛	3.4±0.5a	3.5±1.1a	3.4±0.7a	2.3±0.4b
단맛	3.4±1.2	3.3±0.7	3.8±1.0	3.1±1.0
종합적 기호도	3.5±0.9a,b	2.9±0.6a	3.5±0.5a,b	3.8±0.9b

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다.

3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(5) 포도음료에 대한 배추농축물의 응용

포도/배추혼합음료를 제조하기 위하여 배추농축물의 농도가 혼합음료의 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 배추농축물을 1, 2, 3%로 포도음료에 각각 첨가하고 관능적 특성을 조사한 결과는 표 29와 같다. 배추농축물의 농도가 높아질수록 색은 진하여졌고, 신맛도 강하여졌다. 그러나 냄새의 강도는 점차 약하여졌다. 배추냄새가 포도냄새의 강도를 약화시키는 것으로 생각되었다. 배추농축물 1%를 혼합하면 시판 포도음료보다 종합적 기호도가 높아지는 것으로 나타났다.

(6) 홍삼음료에 대한 배추농축물의 응용

홍삼/배추혼합음료를 제조하기 위하여 배추농축물의 농도가 배추/홍삼혼합음료의 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 배추농축물을 1, 2, 3%로 홍삼음료에 각각 혼합하고 관능적 특성을 조사한 결과는 표 30과 같다.

표 29. 포도/배추혼합음료에서 배추농축물 혼합별 관능적 특성

시 험 구 항목	포도음료+ 배추농축물0%	포도음료+ 배추농축물1%	포도음료+ 배추농축물2%	포도음료+ 배추농축물3%
외관	4.0±1.0c	3.6±0.8b,c	3.0±0.6a,b	2.3±0.9a
색	2.7±0.5a	3.4±0.5b	4.0±0.6c	4.9±0.4d
냄새	4.1±1.0b	3.7±1.1b	3.1±0.4a,b	2.6±0.8a
신맛	3.7±1.1	3.3±0.4	3.6±1.1	4.0±0.6
단맛	3.3±1.1	3.6±0.8	3.6±0.5	3.1±0.7
종합적 기호도	3.6±0.8b,c	3.9±0.7c	2.9±0.4a,b	2.6±1.0a

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다, 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다, 3=보통이다, 5=아주 좋다; a, b, c, d, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

배추농축물의 농도가 높아짐에도 색의 강도, 냄새의 강도, 신맛의 강도는 큰 차이가 없었다. 이것은 배추의 색과 냄새, 신맛이 홍삼음료와 질적으로 비슷하여 어떠한 차이를 나타내지 않는 것으로 생각되었다. 단맛의 강도는 증가하였는데, 이것은 배추농축물의 당도때문인 것으로 생각되었다. 배추농축물을 1-3% 혼합한 경우, 시판 홍삼음료와 종합적 기호도에서 유의적인 차이가 없었다.

(7) 우유에 대한 배추농축물의 응용

배추농축물이 혼합된 우유의 제조가능성을 조사하기 위하여, 우유(시유)에 배추농축물을 1%, 2%, 3% 각각 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 31). 배추농축물이 우유에 혼합됨에 따라 우유의 색은 점차 녹색으로 진하여졌다. 우유에 배추농축물을 1% 수준으로 혼합되었을 때는 우유 냄새에 아무런 영향을 미치지 않았다. 그리고 배추농축물의 농도가 증가됨에 따라 단맛의 강도는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 배추농축물이 1%, 2%, 3%의 수준으로 혼합된 우유와 시판 우유간에 신맛은 차이를 보이지 않았다.

표 30. 홍삼/배추혼합음료의 관능적 특성

시 험 구 항목	홍삼음료+ 배추농축물0%	홍삼음료+ 배추농축물1%	홍삼음료+ 배추농축물2%	홍삼음료+ 배추농축물3%
외관	3.8±0.5b	3.0±0.8a,b	2.5±0.9a	2.6±0.7a
색	3.3±0.7	3.9±0.8	4.1±0.8	3.9±1.1
냄새	3.4±1.2	3.4±0.7	3.3±0.5	3.1±1.0
신맛	3.0±1.3	3.4±0.9	2.6±0.5	3.4±0.7
단맛	2.9±1.0a	3.5±0.9a,b	3.4±0.9a,b	3.9±0.6b
종합적 기호도	3.4±0.9	3.5±0.5	2.9±0.6	3.0±0.7

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

표 31. 우유/배추 음료의 관능적 특성

시 험 구 항목	우유 + 배추농축물0%	우유 + 배추농축물1%	우유 + 배추농축물2%	우유 + 배추농축물3%
외관	3.1±1.0	2.3±0.9	3.4±0.7	2.6±1.1
색	1.8±1.0b	2.1±0.6a,b	2.8±0.9a,b	3.1±1.1b
냄새	3.0±1.0	3.0±0.5	2.6±0.5	2.5±0.5
신맛	1.4±0.7	2.0±0.9	2.5±0.9	2.1±0.8
단맛	1.8±0.9	2.1±0.8	2.5±0.9	2.8±1.1
종합적 기호도	3.1±0.6	2.3±1.0	2.4±1.0	2.0±0.9

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(8) 호상요구르트에 대한 배추농축물의 응용

배추농축물을 호상요구르트에 응용할 수 있는 가능성을 조사하였다. 시판 플레인(plain) 호상요구르트, 딸기 호상요구르트, 파인애플 호상요구르트, 복숭아 호상요구르트, 블루베리(blue berry) 호상요구르트에 각각 배추농축물을 2% 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 32). 딸기 호상요구르트, 복숭아 호상요구르트, 블루베리 호상요구르트에서 종합적 기호도가 우수한 것으로 나타내었다. 이것은 배추농축물보다는 호상요구르트의 특성에 따라 기인된 것지만, 이들 호상요구르트에 배추농축물이 혼합하여도 좋은 기호도를 가질 수 있음을 의미하였다.

표 32. 과일/배추혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시험구 항목	플레인* + 배추농축물	딸기* + 배추농축물	파인애플* + 배추농축물	복숭아* + 배추농축물	블루베리* + 배추농축물
외관 기호도	4.0±0.9b	2.8±1.0a	3.8±0.5b	3.6±0.7b	3.5±0.8b
색의 강도	2.6±1.1a	3.4±0.5a	3.3±0.7a	3.1±1.0a	4.1±0.8b
냄새 기호도	2.8±0.9a	3.9±0.8a,b,c	3.4±0.9b,c	3.0±1.2a,b	3.9±1.0d
신맛 강도	3.8±1.0	3.3±0.7	2.9±0.6	3.0±1.1	3.3±1.2
단맛 강도	2.9±0.6a	3.5±0.8b	3.8±0.9b	3.9±0.6b	3.5±0.5b
종합적 기호도	2.9±0.6a	4.0±0.7b	2.9±0.6a	4.0±1.1b	4.0±0.9b

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다, 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다, 3=보통이다, 5=아주 좋다; a, b, c, d, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(9) 딸기 호상요구르트에 대한 배추농축물의 응용

배추농축물을 딸기 호상요구르트에 1, 2, 3%를 각각 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다. 배추농축물이 첨가됨에 따라 색은 더 강하게 느껴졌고 냄새기호도는 낮아졌다. 그러나 배추농축물의 1%혼합은 대조구와 색, 신맛, 단맛, 종합적 기호도에서 차이가 없는 것으로 나타났다(표 33).

표 33. 딸기/배추혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시 험 구 항목	요플레 + 배추농축물0%	요플레 + 배추농축물1%	요플레 + 배추농축물2%	요플레 + 배추농축물3%
외관	4.4±0.7	3.0±0.9	3.3±0.5	3.3±0.7
색의 강도	3.5±0.9a	3.1±0.8a	3.6±0.5a	3.9±0.4b
냄새의 기호도	4.3±0.5b	3.4±0.7a	3.4±0.9a	3.4±0.7a
신맛	3.3±0.5	3.5±1.1	3.5±1.1	3.0±1.1
단맛	3.6±0.7	3.8±0.7	3.5±0.8	3.6±0.9
종합적 기호도	4.3±0.7b	3.8±1.0a,b	3.3±0.7a	2.9±0.8a

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(9) 복숭아 호상요구르트에 대한 배추농축물의 응용

배추농축물을 복숭아 호상요구르트에 1, 2, 3%를 각각 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다. 배추농축물이 첨가됨에 따라 색은 더 강하여졌다. 신맛과 냄새, 단맛은 차이가 없었다. 외관, 색, 냄새, 신맛, 단맛, 종합적기호도에서 배추농축물 1-2%의 혼합은 대조구와 차이가 없었다(표 34).

(10) 블루베리 호상요구르트에 대한 배추농축물의 응용

배추농축물을 블루베리 호상요구르트에 1, 2, 3%를 각각 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다. 배추농축물이 1% 혼합됨에 따라 외관과 종합적 기호도가 낮아졌고, 색, 냄새, 신맛, 단맛은 차이가 없었다(표 35). 배추농축물 1-3%의 혼합된 블루베리 호상요구르트들은 관능적 특성 모두 서로 차이가 나타나지 않았다.

표 34. 복숭아/배추혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시 험 구 항목	복숭아* + (대조구)	복숭아* + 배추농축물1%	복숭아* + 배추농축물2%	복숭아* + 배추농축물3%
외관	3.6±0.7b	3.8±0.7a,b	3.8±0.7a,b	3.0±0.8a
색	2.6±1.1b	2.8±0.7b	3.3±0.5b	4.3±0.5a
냄새	2.8±0.7	3.0±0.8	3.3±1.2	3.0±0.8
신맛	3.6±0.9	3.3±1.0	3.4±1.1	3.1±0.6
단맛	3.4±1.1	3.6±0.7	3.8±0.7	3.8±0.7
종합적 기호도	3.9±0.8b	3.4±0.5a,b	2.9±0.8a,b	2.6±1.1a

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도:
1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

표 35. 블루베리/배추혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시 험 구 항목	블루베리* + 배추농축물0%	블루베리* + 배추농축물1%	블루베리* + 배추농축물2%	블루베리* + 배추농축물3%
외관 기호도	4.6±0.5b	3.3±0.7a	2.6±0.7a	2.6±1.1a
색 강도	3.8±0.9	3.1±0.6	3.1±0.8	3.6±1.2
냄새 기호도	4.3±0.5	3.6±0.7	3.5±0.9	3.6±0.7
신맛 강도	3.3±0.9	3.4±0.9	3.4±0.7	3.5±0.9
단맛 강도	3.3±0.5	3.5±0.8	3.5±0.5	3.6±0.7
종합적 기호도	4.4±0.9b	3.3±0.7a	3.5±0.9a	3.0±0.8a

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도:
1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(11) 과일/배추혼합 호상요구르트와 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성의 비교

시판 딸기 호상요구르트, 블루베리 호상요구르트, 복숭아 호상요구르트에 배추농축물을 1%을 혼합하고 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성을 비교하였다(표 36). 색, 냄새, 신맛은 모두 차이가 없었고, 외관과 단맛에서는 차이가 있었다. 딸기/배추혼합 호상요구르트, 블루베리/무청혼합 호상요구르트, 복숭아/무청혼합 호상요구르트는 외관, 냄새, 종합적 기호도에서 모두 보통이상이었으며, 시판 플레인 호상요구르트에 비하여 뒤지지 않는 것으로 나타났다.

표 36. 과일/배추혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시험구 항목	플레인* +배추농축물0%	딸기* +배추농축물1%	블루베리* +배추농축물1%	복숭아* +배추농축물1%
외관	4.1±0.6b,c	3.0±0.5a	3.6±0.7a,b	4.3±0.7c
색	3.4±1.1	3.6±0.9	3.9±0.6	3.4±0.7
냄새	3.8±0.7	4.1±0.6	4.3±0.9	4.0±1.1
신맛	3.9±0.8	3.1±0.8	3.4±0.9	3.1±0.6
단맛	2.9±1.0a	4.1±0.3c	3.1±0.6a,b	4.1±1.0b,c
종합적 기호도	3.3±0.9	3.6±0.7	3.5±0.9	3.6±0.9

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(12) 무농축물을 음료에 응용하기 위한 무농축물의 적정pH

무농축물을 이용하여 음료로 응용하기 위한 시험을 하였다. 먼저 음료에 응용하기 위한 적정 pH를 조사하였다. 시험에 사용한 무농축물의 수분, 산도와 pH, 당도는 표 37과 같다. 무농축물 5%를 설탕10%와 혼합하여 증류수에 희석하고, ascorbic acid로 각각 pH 3.50, pH 3.75, pH 4.00으로 조절하여 훈련된 관능검사 패널 9명이 관능적 특성을 5점법으로 조사하였다(표 38).

중성쪽으로 pH가 높아짐에 따라 색은 더 강하여졌고, 산성으로 갈수록 색이 약하여졌다. 신맛의 강도는 pH가 저하됨에 따라 강하여졌다. 단맛의 강도는 세 가지 시료가 동일한 당도(10%)임에도 pH가 낮아질수록 단맛도 낮게 느껴지는 것으로 나타났다.

표 37. 무농축물의 외관, 수분, 산도, pH, 당도

항 목	무농축물
외 관	갈색의 점성이 강한 액체
수분 (%)	41.3
산도 (젓산으로 %)	1.2
pH (수용액 10%)	4.9
환원당 (건조물기준 %)	53.8

표 38. 무농축물 음료의 pH 별 관능적 특성

시 험 구	pH 3.50	pH 3.75	pH 4.00
항목			
외관	2.9±0.9	2.4±0.7	2.2±0.8
색	2.3±0.7a	2.9±0.3a,b	3.4±1.0b
냄새	2.6±1.0	2.0±0.9	2.2±1.0
신맛	4.6±0.5c	3.3±1.0b	2.4±0.7a
단맛	2.4±1.0a	3.4±0.7b	3.6±0.7b
종합적 기호도	2.7±1.1	2.4±0.5	2.3±0.5

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다.

3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(13) 무농축물을 음료에 응용하기 위한 무농축물의 적정 당도

무농축물이 5% 포함된 증류수에 ascorbic acid를 사용하여 pH 3.75로 조절하

고, 설탕으로 당도를 8, 10, 12, 14%로 하여 관능적 특성을 조사한 결과는 표 39와 같다. 당도차이에 따라 색의 강도와 냄새의 기호도는 차이가 없었다. 신맛은 당도가 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 단맛은 당도 10%에서 적당한 것으로 나타났다.

표 39. 무농축물의 당함량별 관능적 특성

시 험 구	당도 8%	당도 10%	당도 12%	당도 14%
항목				
외관	2.6±0.5	2.4±1.0	2.3±0.7	2.4±0.7
색	3.1±0.9	2.9±0.8	2.6±1.0	2.6±0.9
냄새	2.2±0.8	2.0±0.9	1.9±0.8	2.2±0.7
신맛	4.1±0.8b	4.0±0.9a,b	3.0±1.2a,b	3.1±1.0a
단맛	2.7±0.7a	3.1±0.8a,b	4.0±0.7b,c	3.8±0.7c
종합적 기호도	1.9±0.9	2.0±0.7	2.2±0.8	2.6±1.1

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(14) 무농축물을 음료에 응용하기 위한 무농축물의 적정농도

무농축물 음료를 위한 무농축물의 함량을 결정하기 위하여 pH 3.75, 당도 10%로 하고, 무농축물을 1, 2, 3, 5%로 각각 증류수에 희석하고 관능적 특성을 조사하였다(표 40). 무농축물의 함량이 증가함에 따라 색은 더 강하여졌으나, 신맛과 단맛은 차이가 없었다. 냄새는 1%의 경우가 좋았고, 그 이상에서는 낮아졌다. 무농축물은 1-2%수준에서 음료로서의 가능성이 있는 것으로 나타났다.

(15) 과일음료에 대한 무농축물의 응용

무농축물을 과일음료에 혼합하여 과일/무의 혼합음료로 제조할 수 있는 가능성을 조사하였다. 무농축물을 시판 과일음료에 2%를 혼합하여 관능적 특성을 조사하였다. 시험한 과일음료는 홍삼음료, 포도음료, 매실음료, 오렌지음료이었다(표 41).

홍삼/무혼합음료는 색이 강하였고, 냄새의 강도는 보통이었고, 신맛의 강도는

약한 편이었고, 단맛은 강하였다. 포도/무혼합음료는 색, 냄새, 신맛이 보통보다 약간 강한 편이었고, 단맛의 강도는 보통인 것으로 나타났다. 매실/무혼합음료는 냄새와 단맛이 약간 강한 편이었다. 오렌지/무혼합음료는 신맛이 강하고, 단맛이 약한 것으로 나타났다. 홍삼음료, 포도음료, 매실음료는 무와 관능적인 면에서 혼합음료의 가능성이 있는 것으로 생각되었다.

표 40. 무농축물의 함량별 관능적 특성

시 험 구	무 농축물 1%	무 농축물 2%	무 농축물 3%	무 농축물 4%
항목				
외관	3.7±0.9b	3.4±0.9b	2.9±0.9a,b	2.2±0.8a
색	2.1±1.0a	3.0±0.9b	3.3±0.7b,c	4.2±1.0c
냄새	3.1±0.6b	2.3±0.5a	2.2±0.7a	2.3±0.9a
신맛	3.6±0.9	3.7±1.0	3.3±0.7	3.2±1.1
단맛	2.9±0.7	3.1±0.9	3.4±0.5	3.1±0.6
종합적 기호도	2.8±0.7	2.9±0.6	2.8±0.8	2.3±0.9

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

표 41. 과일/무혼합음료의 관능적 특성

시 험 구	홍삼/무혼합 음료	포도/무혼합 음료	매실/무혼합 음료	오렌지/무혼합 음료
항목				
외관	3.1±0.9a	4.2±0.7b	2.7±0.7a	3.0±0.9a
색	4.4±0.7b	3.7±0.9a	3.0±0.7a	3.3±0.7a
냄새	3.2±0.8	3.8±1.1	3.6±0.7	3.1±1.0
신맛	2.4±0.5a	3.2±0.7b	3.2±0.8b	4.2±0.9c
단맛	3.8±0.8c	3.0±0.0b	3.6±0.5c	2.4±0.5a
종합적 기호도	3.4±1.1	3.4±1.0	3.3±0.7	2.7±0.9

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(16) 홍삼음료에 대한 무농축물의 응용

홍삼/무혼합음료를 제조하기 위하여 무농축물의 농도가 혼합음료의 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 무농축물을 1, 2, 3%로 홍삼음료에 각각 첨가하고 관능적 특성을 조사한 결과는 표 42와 같다.

홍삼음료에 무농축물을 1, 2, 3%로 각각 혼합하였을 때, 색의 강도, 냄새의 강도, 신맛의 강도, 단맛의 강도 모두 서로간에 차이가 없었다. 무농축물은 홍삼음료와 질적인 관능적 특성이 매우 비슷한 것으로 생각되었다.

표 42. 홍삼/무 혼합음료의 관능적 특성

항목	시험구	홍삼음료 + 무 농축물0%	홍삼음료 + 무 농축물1%	홍삼음료 + 무 농축물2%	홍삼음료 + 무 농축물3%
외관		3.2±0.8	3.2±0.7	3.1±0.8	3.1±0.8
색		4.2±0.8	3.8±0.8	4.0±0.5	4.0±0.5
냄새		3.8±1.0	3.3±0.9	3.4±0.7	3.6±0.9
신맛		2.4±0.5	2.8±0.8	3.0±1.0	2.7±1.2
단맛		3.3±0.5	3.3±0.9	3.4±0.8	3.3±0.7
종합적 기호도		3.1±0.6	3.0±1.0	2.9±0.8	2.8±1.0

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(17) 우유에 대한 무농축물의 응용

무농축물이 혼합된 우유의 제조가능성을 조사하기 위하여, 우유(시유)에 무농축물을 1, 2, 3%수준으로 각각 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 43). 무농축물의 혼합량이 증가할수록 색과 신맛이 강하여졌고, 외관, 냄새와 단맛은 차이가 없었다. 무농

축물을 1-3%수준으로 혼합하였을 때 종합적 기호도는 차이가 없었다.

표 43. 우유/무혼합 음료의 관능적 특성

시 험 구 항목	우유 + 무농축물0%	우유 + 무농축물1%	우유 + 무농축물2%	우유 + 무농축물3%
외관	3.1±1.0	3.4±0.5	3.1±0.8	3.0±0.8
색	1.8±1.0a	2.6±0.5b	2.9±0.4b	3.1±0.6b
냄새	3.0±1.0	2.4±0.7	2.5±0.9	2.4±0.7
신맛	1.4±0.7a	2.3±1.0a,b	2.8±0.9b,c	3.1±1.0c
단맛	1.8±0.9	2.6±1.0	2.5±1.0	3.0±0.8
종합적 기호도	3.1±0.8	2.9±0.8	2.4±0.5	2.1±0.8

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다.

3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(18) 과일 호상요구르트에 대한 무농축물의 응용

무농축물을 호상요구르트에 응용할 가능성을 파악하기 위하여 시판 플레인 (plain) 호상요구르트, 딸기 호상요구르트, 파인애플 호상요구르트, 블루베리 호상요구르트에 각각 2%를 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 44). 플레인/무혼합 호상요구르트는 색은 낮고, 냄새는 약간 좋고, 단맛은 적당한 것으로 나타났다. 딸기/무혼합 호상요구르트는 냄새가 좋고, 단맛이 약간 강하였고, 종합적 기호도도 우수한 것으로 나타났다. 파인애플/무혼합 호상요구르트는 냄새가 약간 좋고, 복숭아/무혼합 호상요구르트는 단맛이 강하고, 블루베리/무혼합 호상요구르트는 색이 강하였고 냄새가 특히 우수하고, 전체적 기호성도 높은 것으로 나타났다.

(19) 딸기 호상요구르트에 대한 무농축물의 응용

무농축물을 딸기 호상요구르트에 1, 2, 3%를 첨가하고 관능적 특성을 조사하였다(표 45). 무 농축물이 증가함에 따라 외관 기호도는 낮아졌으나, 신맛과 단맛은 모두 차이가 없었다. 무농축물 1-2%를 혼합한 경우 외관을 제외하고는 모든 관능적 특성

이 대조구와 차이가 없었다. 따라서 무농축물 1-2%수준의 혼합은 딸기 호상요구르트에 응용할수 있는 것으로 생각되었다.

표 44. 과일/무혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시험구 항목	플레인* + 무농축물2%	딸기* + 무농축물2%	파인애플* + 무농축물2%	복숭아* + 무농축물2%	블루베리* + 무농축물2%
외관	3.4±0.5a	4.8±0.5b	3.3±0.7a	3.5±0.9a	4.4±0.9b
색	2.4±1.1a	3.3±0.7b	2.5±0.8a	2.5±0.9a	4.0±0.5b
냄새	3.4±0.5a	4.3±0.7b	3.8±0.9a,b	3.1±1.0a	4.4±0.7b
신맛	3.3±0.7	3.4±0.5	2.9±0.6	2.8±0.5	3.4±0.5
단맛	2.9±0.6a	3.5±0.5b	3.4±0.7a,b	3.8±0.5b	3.5±0.5a,b
종합적 기호도	3.1±0.6a	4.3±0.7b	3.5±0.5a	3.3±0.7a	4.3±0.5b

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

표 45. 딸기/무혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시험구 항목	딸기* + 무농축물0%	딸기* + 무농축물1%	딸기* + 무농축물2%	딸기* + 무농축물3%
외관	4.3±0.5c	3.6±0.5b	3.6±0.7b	2.5±0.5a
색	3.8±1.2b	3.5±0.5a,b	3.3±0.9a,b	2.6±0.9a
냄새	4.5±0.5b	3.9±0.6b	4.0±0.5b	2.9±0.6a
신맛	3.3±0.7	3.4±0.9	3.5±0.9	2.9±0.8
단맛	3.5±0.5	3.3±0.7	3.0±0.8	3.0±1.1
종합적 기호도	3.8±0.7c	3.6±0.5c	3.1±0.6b	2.4±0.5a

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(20) 블루베리 호상요구르트에 대한 응용성

무농축물을 블루베리 호상요구르트에 1, 2, 3%를 첨가하고 관능적 특성을 조사하였다(표 46). 무농축물의 혼합에 따라 외관, 색, 신맛, 단맛, 종합적 기호도에서 모두 차이가 없었다. 무농축물을 1%수준으로 혼합하면 다른 경우보다 냄새의 기호도가 증가하는 것으로 나타났다.

표 46. 블루베리/무혼합 호상요구르트의 관능적 특성

항목	시험구	블루베리* + 무농축물0%	블루베리* + 무농축물1%	블루베리* + 무농축물2%	블루베리* + 무농축물3%
외관		3.8±1.0	4.0±0.9	3.9±0.6	3.4±0.9
색		3.8±0.9	3.3±0.5	3.1±0.8	3.0±0.5
냄새		3.9±0.6a,b	4.3±0.7b	3.4±0.7a	3.5±0.8a,b
신맛		3.5±0.9	3.5±1.1	2.9±0.8	2.8±0.7
단맛		3.1±1.1	3.1±1.0	3.0±0.8	2.9±0.6
종합적 기호도		3.8±0.9	3.5±1.2	3.1±0.8	2.8±0.7

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(21) 과일/무혼합 호상요구르트와 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성의 비교

무농축물을 딸기 호상요구르트, 블루베리 호상요구르트, 복숭아 호상요구르트에 각각 1% 수준으로 혼합하여 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성을 비교하였다(표 47). 색, 냄새, 신맛, 단맛에서 약간의 각각 차이가 있었지만, 종합적 기호도는 시료 모두 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 무농축물을 1%수준으로 혼합한 딸기 호상요구르트, 블루베리 호상요구르트, 복숭아 호상요구르트는 상품성이 있는 것으로 예상되었다.

표 47. 과일/무혼합 호상요구르트의 관능적 특성

항목	시험구	플레인*	딸기* +무농축물1%	블루베리* +무농축물1%	복숭아* +무농축물1%
외관		3.6±0.7	3.8±1.0	4.1±0.3	3.3±0.7
색		2.6±0.7a	3.1±0.6a	4.3±0.7b	3.0±0.7a
냄새		3.3±0.7a	4.4±0.7b	4.1±0.3b	3.4±0.7a
신맛		3.9±0.8b	2.9±0.6a	3.8±1.1a,b	3.5±0.8a,b
단맛		2.5±0.5a	3.6±0.9b	3.0±0.5a,b	3.1±0.8a,b
종합적 기호도		3.1±0.8	3.6±1.0	3.8±0.7	3.5±0.8

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(22) 양배추농축물을 음료에 응용하기 위한 적정 pH

양배추농축물을 이용하여 음료로 응용할 가능성을 조사하였다. 시험한 양배추농축물의 수분, 산도와 pH, 당도는 표 48과 같다. 양배추농축물을 5%와 설탕10%를 증류수에 혼합하고, ascorbic acid로 각각 pH 3.50, pH 3.75, pH 4.00으로 조절하여 훈련된 관능검사 패널 9명이 관능적 특성을 5점법으로 관능적 특성을 조사하였다(표 49).

표 48. 양배추농축물의 외관, 수분, 산도, pH, 당도

항 목	양배추농축물
외 관	녹색의 점성이 강한 액체
수분 (고형물)	42.3%
산도 (젖산%)	3.0
pH (수용액10%)	5.0
환원당 (건조물기준 %)	64.2

양배추 음료의 색은 보통이었고, 냄새의 기호도는 중성쪽으로 pH가 높아짐에 따라 더 좋아지는 것으로 나타났다. 신맛의 강도는 pH 3.50에서 강한 것으로 나타났고, pH3.75와 pH4.00에서는 보통수준으로 차이가 없었다. 냄새와 신맛을 고려할 때 pH3.75와 pH4.00이 적당한 것으로 생각되었다.

표 49. 양배추 농축물의 pH 별 관능적 특성

시험구 항목	pH 3.50	pH 3.75	pH 4.00
외관	2.8±0.7	2.8±0.8	2.7±0.7
색	3.3±0.9	3.4±0.9	3.2±0.8
냄새	3.4±0.5a	3.2±0.4a,b	3.8±0.4b
신맛	4.9±0.3c	3.6±0.7b	2.9±0.3a
단맛	2.1±0.6	3.1±0.6	3.2±0.7
종합적 기호도	1.3±0.5a	2.0±0.9a,b	2.3±0.9b

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(23) 양배추농축물을 음료에 응용하기 위한 적정 당도

양배추 농축물을 이용하여 음료를 제조할 경우 양배추 농축물의 함량을 결정하기 위하여 농축물함량별 관능특성을 조사하였다. 양배추 농축물 3%에 설탕을 8, 10, 12, 14%를 각각 증류수에 희석하고, ascorbic acid로 pH 3.75로 조정하고 관능특성을 조사하였다(표 50).

양배추 농축물의 함량이 증가함에 따라 외관, 색, 냄새, 신맛, 종합적 기호도는 차이가 없었고, 단맛에서 차이를 나타내었다. 단맛은 당도 10%에서 적당한 것으로 나타났다.

표 50. 양배추 음료의 당도별 관능적 특성

시험구 항목	당도 8%	당도 10%	당도 12%	당도 14%
외관	3.1±0.9	3.3±1.0	3.1±0.8	3.1±1.0
색	3.3±0.9	3.1±0.8	3.4±0.8	3.3±0.9
냄새	3.9±0.8	3.4±0.9	3.6±0.5	3.8±0.8
신맛	3.3±1.0	2.9±0.9	2.4±1.0	2.6±1.0
단맛	2.9±0.3a	3.0±0.7a,b	3.3±1.0a,b	3.8±1.0b
종합적 기호도	2.2±1.0	2.6±1.2	2.9±0.8	2.2±0.8

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(24) 양배추농축물을 음료에 응용하기 위한 양배추농축물의 적정 농도

양배추농축물을 음료로 응용하기 위한 농축물의 함량을 결정하기 위하여 양배추농축물을 1, 2, 3, 5%로 각각 혼합하고, 설탕 10%와, ascorbic acid로 pH 3.75로 조정하여 증류수에 희석하고 관능적 특성을 조사하였다(표 51).

표 51. 양배추 농축물 함량별 관능적 특성

시험구 항목	양배추 농축물 1%	양배추 농축물 2%	양배추 농축물 3%	양배추 농축물 5%
외관	3.4±1.2a,b	3.8±0.7b	3.2±1.0a,b	2.4±1.0a
색	1.9±0.8a	2.6±0.7b	3.2±0.4c	4.6±0.5d
냄새	2.2±0.7a	2.9±0.6b	3.1±0.6b	3.8±0.7c
신맛	3.1±1.3	3.1±1.0	3.1±0.6	3.4±0.7
단맛	3.3±0.7	3.6±0.9	3.4±0.7	3.2±0.7
종합적 기호도	3.3±1.2	2.8±0.8	2.8±0.7	2.7±0.9

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

양배추농축물함량이 1-3%인 경우 외관의 함량이 증가함에 따라 색의 강도도 증가하였다. 양배추농축물이 증가함에 따라 색은 강하여졌고, 냄새의 기호도도 높아지는 것으로 나타났다. 신맛과 단맛, 종합적 기호도는 차이가 없었다. 외관과 색, 냄새를 고려하면 양배추농축물은 3%가 적당한 것으로 나타났다.

(25) 과일음료에 대한 양배추농축물의 응용

양배추농축물을 과일음료에 혼합하여 사용할 수 있는 가능성에 대하여 조사하였다. 양배추 농축물을 복숭아음료, 매실음료, 당근음료, 홍삼음료, 사과음료에 각각 2%씩 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 52).

표 52. 과일/양배추혼합 음료의 관능적 특성

시험구 항목	복숭아음료+양 배추농축물2%	매실음료+양 배추농축물2%	당근음료+양 배추농축물2%	홍삼음료+양 배추농축물2%	사과음료+양 배추농축물2%
외관	2.6±0.7a	2.9±1.0a,b	3.8±0.9b	2.9±1.1a,b	3.5±0.8a,b
색	3.4±0.7a,b	3.4±0.5a,b	3.8±0.4b	4.5±0.7c	3.0±0.8a
냄새	3.4±1.1	3.1±1.0	3.0±0.9	2.9±1.1	3.0±1.1
신맛	2.1±0.8a	3.0±0.7a,b	2.9±1.0a,b	2.1±0.8a	3.2±0.7b
단맛	3.1±0.8b	3.1±0.8b	2.3±0.7a	3.4±0.7b	3.3±0.5b
종합적 기호도	2.9±0.8	3.1±0.8	2.4±0.9	2.8±1.1	3.1±0.6

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다, 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다, 3=보통이다, 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

양배추농축물이 혼합된 복숭아음료는 색이 약간 강하였고, 신맛은 약한 편이었고, 단맛은 높은 편이었다. 양배추농축물이 혼합된 매실음료는 색, 신맛, 단맛이 보통인 것으로 나타났다. 양배추농축물이 혼합된 당근음료는 색이 강하고, 신맛은 보통이었

고, 단맛은 적은 것으로 나타났다. 외관은 좋은 것으로 나타났다. 단맛을 개선하면 종합적인 기호도는 개선될 것으로 생각되었다. 양배추농축물이 혼합된 홍삼음료는 색이 강하고, 신맛은 약한 것으로 나타났다. 양배추농축물이 혼합된 사과음료는 색, 신맛, 단맛이 모두 보통였고, 종합적 기호도도 보통으로서 음료로서 가능성이 있는 것으로 나타났다.

(26) 매실음료에 대한 양배추농축물의 응용

양배추 농축물을 매실음료에 혼합할 경우, 양배추농축물의 혼합농도별 효과를 파악하기 위하여 매실음료에 양배추 농축물을 1, 2, 3%를 첨가하고, 관능적 특성을 조사하였다(표 53). 양배추 농축물의 첨가량이 증가할수록 색은 강하여졌다. 양배추농축물을 1% 혼합하였을 때 냄새 기호도와 신맛의 강도는 혼합하지 않은 것과 차이가 없었다. 그러나 양배추농축물 함량이 2-3%로 높아지면 냄새 기호도는 약해졌다. 양배추농축물 1% 혼합하는 경우는 대조구와 모든 관능적 특성에서 차이가 없었다.

표 53. 매실/양배추혼합 음료의 관능적 특성

시 험 구	매실음료+양배추 농축물0%	매실음료+양배추 농축물1%	매실음료+양배추 농축물2%	매실음료+양배추 농축물3%
외관	4.0±0.7c	3.4±0.7b,c	2.9±1.0b	2.0±0.5a
색	2.4±0.5a	3.0±0.0a,b	3.4±0.7b,c	4.0±1.2c
냄새	3.8±0.8b	3.8±0.7b	3.2±1.1a,b	2.7±0.7a
신맛	3.6±0.7	3.6±0.9	3.0±1.0	3.2±0.8
단맛	3.8±0.8	3.2±0.7	3.4±0.7	3.4±0.9
종합적 기호도	3.8±0.4c	3.3±0.7b,c	2.9±0.9a,b	2.3±0.7a

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(27) 사과음료에 대한 양배추농축물의 응용

양배추농축물을 사과음료에 혼합하였을 때 농도별 효과를 파악하기 위하여 사과음료에 양배추 농축물을 1, 2, 3%를 첨가하고, 관능적 특성을 조사하였다(표 54). 양

배추 농축물의 혼합량이 증가할 수록 색은 강하여졌고, 냄새의 기호도는 낮아졌다. 양배추 농축물은 신맛과 단맛에는 영향을 미치지 않았다.

표 54. 사과/양배추혼합 음료의 관능적 특성

시 험 구	사과음료+양배추농축물 0%	사과음료+양배추농축물 1%	사과음료+양배추농축물 2%	사과음료+양배추농축물 3%
외관	4.2±0.7c	3.2±0.7b	3.3±0.9b	2.4±0.7a
색	2.0±1.0a	2.8±0.7a,b	3.4±0.5b,c	3.9±1.1c
냄새	4.1±0.7c	3.8±0.8b,c	3.2±1.0a,b	2.7±0.7a
신맛	3.3±0.5	3.0±0.5	3.6±1.0	3.0±1.1
단맛	3.7±0.5	3.0±0.5	3.3±0.5	3.0±0.7
종합적 기호도	4.0±0.7b	3.0±0.8a	2.9±0.9a	2.4±1.1a

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

7. 채소추출물별 실험동물에 대한 철흡수효과

가. 실험동물에 대한 철분흡수효과

(1) 실험쥐에서 철결핍사료에 의한 빈혈발생

철흡수효과를 시험하기 위하여 실험쥐를 사용하여 철이 결핍된 사료(철결핍식)를 먹이고 빈혈을 발생시켰다. 빈혈의 발생정도는 실험쥐의 혈액을 채취하여 헤모글로빈 함량을 측정하여 판정하였다. 실험쥐(3주령, S.D.종, 수컷) 40마리를 두 개의 군으로 나누어 기본사료(AIN-76)와 철결핍식을 각각 먹였다. 철결핍식을 먹은 실험쥐는 2주가 경과하면 빈혈이 발생되었다(표 55).

(2) 철공급에 의한 헤모글로빈의 증가

빈혈이 발생한 실험쥐에 철을 충분히 공급하기 위하여 FeSO₄·7H₂O를 0.1g/kg수준으로 사료에 추가하여 회복식을 만들어 빈혈쥐에 먹이고 혈액중 헤모글로빈 함량을 측정하여 빈혈이 회복되는 정도를 조사한 결과는 표 56과 같다. 철이 충분한 사료를 먹이고 2주가 경과하면 헤모글로빈함량이 정상치에 도달하였다.

(3) 빈혈쥐와 회복쥐에서 간, 비장, 신장, 심장의 중량비율

빈혈이 발생한 실험쥐와 빈혈발생후 철을 충분히 공급받은 실험쥐에서 간, 비장, 신장, 심장을 적출하여 중량비율을 비교한 결과는 표57과 같다. 빈혈이 발생한 실험쥐에서는 비장과 심장이 정상군에 비하여 비대하여 있었다. 그러나 빈혈발생후 충분한 철을 공급받은 쥐는 비장과 심장은 정상군과 동일하였으나 간이 비대하여 있었다.

표 55. 철결핍사료에 의한 실험쥐의 혈액중 헤모글로빈함량(g/dL)의 변화

사육일수(주)	철결핍군	대조군(정상군)
0주	12	13
1주	13	14
2주	12	15

표 56. 빈혈쥐에서 철보충에 의한 혈액중 헤모글로빈 함량(g/dL)의 변화

사육일수(주)	철결핍군	철보충군*	대조군(정상군)
0	12	12	15
1	13	13	15
2	9	12	15
3	7	16	16
4	7	17	17
5	6	18	18
6	6	18	18

* 철보충사료군($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 35mg/kg)

(4) 철보충이 헤모글로빈 함량에 미치는 영향

앞의 철공급량은 영양학회에서 권장한 양보다 상당히 많은 양으로서 사람에게서는 소화불량을 일으킬 위험이 있다. 따라서 빈혈이 발생한 실험쥐에 영양학회에서 권

장량에 해당하는 양을 공급하였다. FeSO₄-7H₂O를 음료수로서 1일 0.75mg의 Fe를 공급하고 헤모글로빈함량의 변화를 조사하였다. 그 결과 빈혈이 발생한 실험쥐에서 투여전에는 헤모글로빈함량 5.0g/dL에서 8.0g/dL로 3.0g/dL가 증가하였다(표 58).

표 57. 빈혈쥐, 회복쥐, 정상쥐의 장기별 중량비율(% , 9주사육)

장 기	결핍군	철보충군	대조군(정상군)
간	3.3	3.8*	3.3
비장	0.5*	0.2	0.2
신장	0.8	0.8	0.8
심장	0.6*	0.4	0.4

* 비대증 발생

(5) 배추분말이 빈혈쥐에서 헤모글로빈 함량에 미치는 영향

빈혈이 발생한 실험쥐에 배추분말을 3%를 혼합하여 먹이고 헤모글로빈함량을 조사하였다. 그 결과 헤모글로빈이 4.9g/dL에서 6.4g/dL로 증가되었다. 배추분말은 빈혈 쥐에서 헤모글로빈 함량을 증가시키는 효과가 있었다. 동시에 배추분말 3%의 공급은 실험쥐의 헤모글로빈의 함량에 충분한 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 따라서 시험채소는 추출물대신 분말로 직접 공급하여 실험을 계속하였다.

(6) 배추분말과 철공급이 헤모글로빈 함량에 미치는 영향

빈혈쥐에 배추분말과 철을 보충하여 먹인 결과 헤모글로빈함량이 5.8g/dL에서 11.1g/dL로 5.3g/dL로 더욱 상승하였다. 즉 배추분말과 철은 단독으로 보충하는 것보다 혼합하여 먹일 경우 헤모글로빈 생성에 더 높은 상승효과를 나타냈다. 배추와 철음료수의 공급에 의한 체중의 변화를 조사한 결과는 표 59와 같다. 철이 결핍된 사료를 먹은 실험쥐는 5주동안 44g이 증가하였으나 철이 보충된 실험쥐는 95g이 증가하였다. 배추분

말을 먹은 실험쥐는 91g이 증가함으로서 배추분말은 빈혈쥐에서 체중을 증가시키는 효과를 가져왔다. 한편 배추분말과 철을 보충한 실험쥐는 128g이 증가됨으로서 영양이 완전한 사료(AIN-76)를 먹은 정상쥐(대조군)와 거의 같은 체중으로 증가하였다. 배추분말과 철염료수의 동시공급은 체중증가에서 상승효과를 가져왔다.

표 58. 배추분말과 철(Fe) 음수에 의한 빈혈쥐의 헤모글로빈함량(g/dL)

실험군	투여전 헤모글로빈 (A)	투여 5주후 헤모글로빈 (B)	헤모글로빈 변화 (B-A)
대조군(철결핍)	4.9	4.2	- 0.7
철염료수+결핍식군	5.0	8.0	+ 3.0
배추분말+결핍식군	4.9	6.4	+ 1.5
배추분말+철보충(음수)	5.8	11.1	+ 5.3

* 헤모글로빈 정상치

표 59. 배추분말과 철보충(음수)에 의한 빈혈쥐의 체중(g/마리)의 변화

실험군	투여전 체중 (A)	투여 5주후 체중 (B)	체중 변화 (B-A)
대조군(철결핍)	152	196	+ 44
철염료수+결핍식군	152	247	+ 95
배추분말+결핍식군	134	225	+ 91
배추분말+철보충(음수)	134	262	+ 128

(7) 시험채소가 빈혈쥐의 체중에 미치는 영향

양품으로서 배추, 양배추, 무, 알타리무와 그 부산물인 무청과 알타리무청을 빈혈쥐에 먹이고 체중의 변화를 조사하였다. 한 군당 8마리씩 배정하였다. 시험채소는 철결핍사료에 3%혼합하였다. 그 결과 시험채소를 먹은 쥐는 시험채소를 먹지 않은 쥐보

다 모두 체중이 더 증가하였다. 특히 배추, 알타리무, 무청을 먹은 쥐는 체중증가량이 높았다(표 60).

표 60. 빈혈쥐에서 시험채소공급에 의한 체중의 변화(g)

실험군	0주	1주	2주	3주
대조군(철결핍)	130.6±12.7	155.6±13.1	171.5±14.0	193.8±15.6
배추군	138.6± 3.9	168.9± 4.9	202.1± 6.8	226.9±11.4
양배추군	126.0± 8.4	155.6± 8.4	184.4±12.5	207.3±15.4
무군	136.8± 4.5	166.1± 9.8	194.3±10.9	213.4±12.8
알타리무군	138.6± 8.8	170.0±15.1	200.8±21.1	221.5±19.2
무청군	134.7±10.5	165.1±10.8	197.6±12.1	220.4±13.5
알타리무청군	139.5± 9.9	169.4 ±16.0	195.8±14.0	206.1±30.2

(8) 철분말과 채소분말의 혼합사료가 빈혈쥐의 체중에 미치는 영향

철($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)을 분쇄하여 35mg/kg으로 보충하고 시험채소와 혼합한 후 빈혈쥐에 각각 먹이고 체중의 변화를 측정된 결과는 표 61과 같다. 철만 보충한 경우 3주 후 198.9g 이었으나 시험채소를 먹은 쥐는 모두 그 이상으로 체중이 증가하였다. 특히 무청과 알타리무청을 먹은 쥐는 체중증가량이 높았다. 그러나 시험채소와 철을 동시에 공급한 경우와 상승효과는 나타나지 않았다. 앞에서 철을 음료수로 공급한 경우 상승효과가 나타났던 점과 비교하면 철을 분말로 공급함으로써 흡수가 지연되었던 것으로 생각되었다.

(9) 시험채소가 빈혈쥐의 헤모글로빈에 미치는 영향

양품으로서 배추, 양배추, 무, 알타리무와 그 부산물인 무청과 알타리무청을 빈혈쥐에 먹이고 헤모글로빈의 변화를 조사하였다. 그 결과 배추, 양배추, 무청, 알타리

무청을 먹은 쥐에서는 헤모글로빈의 함량이 빈혈쥐보다 더 상승하였다(표 62).

표 61. 빈혈쥐에서 시험채소와 철분말 혼합사료에 의한 체중의 변화(g)

실험군	0주	1주	2주	3주
대조군(철결핍)	130.6±12.7	155.6±13.1	171.5±14.0	193.8±15.6
배추+철분말군	137.2± 7.0	167.4± 8.2	208.3± 5.7	219.2±37.7
양배추+철분말군	135.1± 9.7	161.2±10.4	193.2±15.0	217.8±12.2
무+철분말군	129.2±12.0	159.0±11.7	185.7±15.0	213.5±17.4
알타리+철분말군	131.4± 8.3	161.2± 7.5	192.5± 9.7	213.5±15.5
무청+철분말군	133.1± 8.9	165.7±10.6	196.2±10.5	225.4±13.0
알타리무청+철분말군	131.4±10.0	165.6±13.0	198.7±17.1	227.5±23.8
대조군(철분말군)	132.6±13.1	155.6±13.0	184.8±14.2	198.8±16.0

표 62. 빈혈쥐에서 시험채소의 공급에 의한 혈액중 헤모글로빈의 변화(g/dL)

실험군	0주	1주	2주	3주
대조군(철결핍)	8.1±0.8	7.2±0.8	6.9±0.7	6.8±0.9
배추군	9.0±0.6	8.1±0.7	7.7±0.7	7.5±0.7
양배추군	9.0±0.8	8.4±1.3	7.8±0.9	7.5±0.8
무군	8.1±0.7	7.5±1.0	7.0±0.7	6.5±5.0
알타리무군	8.5±0.6	7.3±0.6	6.9±0.6	6.5±0.7
무청군	9.4±1.1	8.7±0.7	8.3±0.7	8.8±0.8
알타리무청군	8.9±0.6	8.2±0.7	8.5±0.8	8.4±1.4

특히 무청과 알타리무청을 먹은 쥐에서는 헤모글로빈을 증가시키는 효과가 더 높았다. 철분말이 혼합되어 공급된 경우 헤모글로빈함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 63과 같다. 양배추는 철분말을 보충함으로서 헤모글로빈 함량을 더욱 상승시키는 효과를 나타냈으나 다른 채소들에서는 상승효과가 나타나지 않았다.

표 63. 빈혈쥐에서 시험채소와 철분말의 혼합공급에 의한 혈액중 헤모글로빈 함량(g/dL)

실험군	0주	1주	2주	3주
대조군(철결핍)	8.1±0.8	7.2±0.8	6.9±0.7	6.8±0.9
배추+철분말군	7.9±0.8	8.5±0.6	9.2±0.8	10.5±1.9
양배추+철분말군	8.4±1.0	9.5±0.9	10.3±1.1	12.6±1.5
무+철분말군	8.7±0.9	8.9±1.0	9.4±1.0	9.9±0.6
알타리무+철분말군	8.2±0.8	8.5±1.0	9.2±1.2	10.0±1.4
무청+철분말군	8.3±0.7	9.1±0.9	10.2±0.8	11.4±0.8
알타리무청+철분말군	8.8±1.3	9.1±0.9	9.5±0.9	10.5±1.4
대조군(철분말군)	8.5±0.7	9.1±0.8	10.0±0.7	11.0±1.2

(10) 시험채소가 빈혈쥐의 장기중량에 미치는 영향

배추, 양배추, 무, 알타리무, 무청, 알타리무청을 빈혈쥐에 먹이고 4주간 사육 후 간, 비장, 심장, 신장의 중량을 측정하여 체중에 대한 비율을 계산하였다(표 64). 철결핍사료를 먹은 빈혈쥐는 정상적인 쥐보다 간이 작았고, 비장과 심장은 더 컸고, 신장은 차이가 없었다. 시험채소를 먹은 빈혈쥐들은 정상군보다 간이 작았고, 비장은 크고, 심장도 큰 것으로 나타났다. 시험채소를 먹은 쥐와 철결핍식을 먹은 쥐와 비교하면 간과

표 64. 빈혈쥐에서 시험채소의 공급에 의한 장기의 중량비율(% , 4주 사육)

실험군	간	비장	심장	신장
대조군(철결핍)	3.4±0.3	0.5±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1
배추군	3.3±0.6	0.6±0.5	0.6±0.1	0.7±0.1
양배추군	3.4±0.4	0.4±0.0	0.7±0.1	0.7±0.0
무군	3.3±0.4	0.5±0.1	0.8±0.1	0.7±0.1
알타리무군	3.2±0.3	0.5±0.0	0.7±0.1	0.7±0.0
무청군	3.4±0.3	0.4±0.1	0.6±0.0	0.7±0.1
알타리무청군	3.5±0.3	0.5±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1
대조군(정상군)*	3.8±0.4	0.2±0.0	0.4±0.0	0.8±0.1

* 처음부터 철이 포함된 정상사료로 사육된 실험쥐

표 65. 빈혈쥐에서 시험채소와 철분말의 혼합공급에 의한 장기의 중량비율(% , 4주사육)

실험군	간	비장	심장	신장
대조군(철결핍군)*	3.4±0.3	0.5±0.1	0.6±0.0	0.7±0.1
배추+철분말군	3.2±0.4	0.3±0.0	0.5±0.1	0.7±0.1
양배추+철분말군	3.3±0.3	0.3±0.0	0.5±0.1	0.7±0.0
무+철분말군	3.4±0.4	0.3±0.1	0.5±0.1	0.7±0.0
알타리무+철분말군	3.5±0.5	0.4±0.1	0.5±0.1	0.7±0.0
무청+철분말군	3.6±0.4	0.4±0.1	0.5±0.0	0.7±0.0
알타리무청+철분말군	3.6±0.3	0.3±0.1	0.5±0.1	0.7±0.0
대조군(철분말공급)*	3.1±0.4	0.3±0.0	0.5±0.1	0.7±0.1

* 빈혈쥐에 철없는 사료를 공급; ** 빈혈이 발생한 쥐에 철분말을 공급

비장은 서로 비슷하였으나 심장은 약간 작은 편이었다. 빈혈쥐에서 비장과 심장이 비대하여 진 것은 철부족으로 헤모글로빈이 감소되었고, 헤모글로빈감소에 의하여 발생한 산소공급부족을 보충하기 위하여 혈액순환을 더 많이하기위하여 심장부담이 가중되어 비대하여 진 것으로 생각되었다. 철분말을 시험채소와 동시에 공급하고 쥐의 간, 비장, 심장, 신장을 조사한 결과는 표 65와 같다. 철을 공급받은 쥐는 비장과 심장의 비대증이 감소되었다. 그리고 시험채소간에서는 차이가 없었다.

8. 채소추출분획물의 철흡수효과

가. 채소추출분획물의 철흡수효과

(1) Hexane, chloroform, water에 의한 무청농축물의 분획

헤모글로빈 증가효과가 높은 무청추출물을 선별하여 농축물로 만들고 유효층을 파악하기 위하여 유기용매를 이용하여 분획을 시도하였다. 무청농축물에서 hexane과 증류수로 1차분획하고 증류수층을 chloroform 과 증류수로 2차분획하여 얻은 고형물 함량은 표 66과 같다. 배추의 경우와는 달리 hexane 층에서 더 많은 고형물이 분리되었다. 그러나 chloroform 층은 동물실험하기에는 적은 고형물 함량이었다.

표 66. 무청 농축물의 hexane, chloroform, 증류수에 의한 분획

분획	고형물 (%)
Hexane 층	22.0
Chloroform 층	6.0
증류수 층	56.0

(2) Hexane, butanol, water에 의한 무청농축물의 분획

무청농축물을 hexane과 증류수로 1차 분획하여 각각의 층을 분리하고 증류수층은 butanol를 넣어서 2차 분획하였다. 이 방법으로 얻은 고형물의 함량은 표 67과 같다. Hexane층은 18.4%, n-butanol층은 22.4%, 증류수층은 59.2%로 분리되었다. Hexane층의 고형물은 배추의 경우보다 함량이 더 많고, 짙은 녹색을 갖고 있음으로서

chlorophyll 함량이 높은 것으로 생각되었다. 이 분획방법은 동물실험으로 효능을 파악하기에 적당한 함량으로 분획하는 조건으로 판단되었다. 따라서 이 방법으로 얻은 분획물로 동물실험을 하였다.

표 67. 무청 농축물의 hexane, n-butanol, 증류수에 의한 분획

분획	고형물 (%)
Hexane 층	18.4 (녹색)
n-Butanol 층	22.4 (황색)
증류수 층	59.2 (황색)

나. 선발 추출물의 분획에 따른 화학적 성분 조사

(1) 무청농축물 중 당성분(glucose, fructose, sucrose)의 함량

무청농축물에서 단당류를 분석하기 위하여 methanol로 추출하여 HPLC로 당류를 분석하였다. 이동상(mobil phase)으로서 water와 acetonitril 혼합액 (25+75 v/v)을 사용하였고, 분석용 칼럼으로서 carbohydrate column (4.6x250mm)을 사용하였고, 검출은 RI detector로 하였다. 무청농축물에서 glucose, fructose, sucrose가 검출되었고, 그 이외의 당류는 검출한계 이하이었다(표 68). 무청 농축물에도 glucose와 fructose가 존재하였지만 배추의 경우보다는 적었다. 전체적 당함량으로 보면 무청농축물은 306 mg/g으로 배추농축물이 당함량이 더 높았다.

표 68. 무청 농축물 중 glucose, fructose, sucrose 함량 (mg/g)

농축물	glucose	fructose	sucrose	합계
무청 농축물	150	156	0	306

(2) 무청농축물의 분획물 중의 철, 칼슘함량

무청농축물을 hexane, butanol, 증류수로 분획하여 얻은 분획물중의 철(Fe)과

칼슘(Ca)함량을 flame atomic absorption spectrometer로 측정하였다(표 69). 칼슘(Ca)을 분석할 때는 다른 이온의 방해를 피하기 위하여 lanthanum chloride를 혼합하여 분석하였다. Hexane 분획물의 철(Fe)은 93 mg/kg 이었고, butanol 분획물에는 철(Fe)이 310 mg/kg으로 가장 많이 존재하였다. 증류수 분획물에는 59 mg/kg이 존재하였다. 따라서 철은 대부분 butanol 분획물에 존재함으로써 식품성분과 결합되어 있는 철이 많은 것으로 생각되었다. 칼슘(Ca)은 hexane 분획물에는 446 mg mg/kg, butanol 분획물에는 1,547 mg/kg, 증류수 분획물에는 2,547 mg/kg으로 증류수 분획물에 가장 많이 존재하였다. 따라서 칼슘은 대부분 수용성 칼슘으로 존재하는 것으로 생각되었다. 무청은 장래 유망한 수용성 칼슘공급소재로 전망되었다.

표 69. 무청 농축물의 분획물 중의 총 철(Fe)과 총 칼슘(Ca) 함량 (mg/kg)

분획	철(Fe)	칼슘(Ca)
Hexane 층	93	446
Butanol 층	310	1,547
증류수 층	59	2,547

(2) 무청분획물에 의한 빈혈개선효과

무청농축물을 hexane분획물과 butanol 분획물, 증류수분획물로 각각 분획하여 빈혈쥐에 투여하여 빈혈개선여부를 조사한 결과는 표 70과 같다. Hexane 분획물은 butanol 분획물이나 증류수 분획물을 먹은 쥐보다 빈혈이 약간 개선되었고 butanol 분획물은 빈혈이 개선되지 않았다. 체중면에서 보면 각 분획물을 먹은 쥐들간에 증가한 체중이 비슷함으로써 체중에 있어서 유의한 차이는 보이지 않았다(표 71, 72). Hexane 분획물보다 butanol 분획물에서 총 철(total iron)의 함량이 높음에도 butanol 분획물에서 빈혈개선효과가 나타나지 않는 것은 철이 결합형으로 존재함으로써 흡수되지 않는 것으로 생각되었다.

(3) 빈혈쥐에 유리철의 공급

빈혈이 발생한 실험쥐에 유리철이 포함된 정상식($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 35mg/Kg)을 공급하였다. 그 결과 2주가 경과하면 헤모글로빈 함량은 거의 정상쥐의 수준에 도달하였다. 따라서 유리철을 공급하면 실험쥐에서 흡수가 쉽고, 빈혈이 빠르게 개선되는 것으로 나타났다(표 72).

표 71. 분획물 투여에 의한 빈혈쥐의 혈액중 헤모글로빈 함량(g/dL)의 변화

사육일수(주)	Hexan 분획군	n-Butanol 분획군	증류수 분획군
0	8.0	7.5	8.1
1	6.7	6.1	6.5
2	7.2	6.2	6.6
3	9.5	8.2	9.1

표 72. 분획물 투여에 의한 빈혈쥐의 체중(g)의 변화

사육일수(주)	Hexane 분획군	Butanol 분획군	증류수 분획군
0	134.1	128.8	129.6
1	170.4	168.8	171.6
2	188.0	189.8	193.4
3	214.9	235.1	225.1

표 73. 빈혈쥐에서 철결핍군과 회복식에 의한 혈액중 헤모글로빈 함량(g/dL)의 변화

사육일수(주)	결핍군	회복군
0	8.0	8.0
1	7.0	14.9
2	7.6	15.7
3	9.0	17.5

표 73. 빈혈쥐에서 철결핍군과 회복식에 의한 체중(g)의 변화

사육일수(주)	결핍군	회복군
0	134.4	131.7
1	177.9	177.4
2	197.9	199.5
3	226.8	228.3

다. 철흡수개선을 위한 무청의 가열처리와 유리철의 추출

무청에는 총철(total iron)이 풍부함에도 실험동물에서 빈혈의 개선효과가 크지 않다고 생각됨에 따라 무청의 철흡수를 개선시키기 위한 방법을 연구하였다. 동물실험에서 유리철로 투여하면 쉽게 흡수되어 빈혈개선효과를 보임에 따라, 무청에 존재하는 철은 대부분 결합철(bound iron)으로 존재하여, 생체에 흡수되지 않고 배설되는 것으로 생각되었다. 따라서 무청의 결합철을 유리철(free iron)으로 바꾸는 방법을 연구하였다.

(1) 무청의 가열처리에 의한 유리철함량의 변화

신선한 무청을 물에 넣고 100℃에서 끓이는 동안 총철에서 전환되는 유리철 함량(free iron)을 측정하고 그 결과는 표 74와 같다. 가열시간이 길어짐에 따라 유리철 함량은 증가하였다. 시간이 경과됨에 따라 유리철함량은 증가하였다. 무청을 121℃에서 가열하고 유리철함량(free iron)을 측정한 결과는 표 75와 같다. 가열시간이 경과함에 따라 유리철 함량은 증가하였으나, 60분 경과후에는 더 이상 증가하지 않았다.

표 74. 신선한 무청의 100℃에서 가열처리 중 유리철함량(mg/Kg)

가열시간 (100℃, 시간)	유리철함량 (mg/Kg)
0	0.04
1	0.10
2	0.13
3	0.16
4	0.18
5	0.19

표 75 신선한 무청의 121℃에서 가열처리 중 유리철함량

가열시간 (121℃, 분)	유리철함량 (mg/Kg)
0	0.04
15	0.19
30	0.24
45	0.26
60	0.28
75	0.28

(2) 무청에서 유기산에 의한 유리철의 추출

신선한 무청을 121℃에서 30분 가열처리하고 증류수, ascorbic acid, acetic acid, lactic acid 용액에 넣어 추출하였다. 추출하는 동안 가열처리무청에서 유리되는 철 함량을 측정한 결과는 표 76과 같다. 증류수로 추출하는 경우 4시간에 경과되었을 때 유리철함량은 0.07mg/Kg이었고, ascorbic acid 용액(2.4%, w/v)로 4시간 추출한 경우는 0.15mg/kg이었다. acetic acid 용액으로 추출한 경우는 0.09mg/Kg, 락트산으로 추출한 경우는 0.13mg/Kg이었다. 이중 ascorbic acid 용액으로 추출한 경우가 가장 높았다.

표 76. 가열처리 무청의 추출 중 유리철함량(mg/Kg)

추출용매 / 추출시간 (80℃, 시간)	0시간	2시간	4시간
증류수	0.04	0.06	0.07
ascorbic acid 용액 (2.5%, w/v)	0.09	0.14	0.15
acetic acid 용액(2.5%, w/v)	0.08	0.09	0.09
lactic acid 용액(2.5%, w/v)	0.10	0.13	0.13

(3) Ascorbic acid와 citric acid의 농도별 유리철 추출효과

신선한 무청을 가열처리한 무청(121℃, 30분)을 증류수, ascorbic acid 용액 (0.5 - 2.5%, w/v), citric acid 용액(0.5 - 2.5%, w/v)으로 각각 80℃에서 추출하고, 추출하는 동안 유리철함량을 측정한 결과는 표 77과 같다. 가열된 무청을 증류수로 추출하는 경우 3시간 경과하였을 때 유리철함량은 0.06mg/Kg이었고, 0.5%(w/v) ascorbid acid 용액으로 3시간 추출한 경우는 0.10mg/Kg이었고, 2.0%(w/v) ascorbic acid 용액으로 3시간 추출한 경우는 0.22mg/Kg으로서, ascorbic acid 용액의 농도가 증가할수록 유리철 함량도 증가하였다. 0.5%(w/v) citric acid 용액으로 3시간 추출한 경우는 유리철함량이 0.06mg/Kg, 2.0%(w/v) citric acid 용액으로 추출한 경우는 0.12mg/Kg으로서, ascorbic acid 용액의 경우와 비교하면 추출되는 유리철함량이 더 낮았다.

표 77. 가열처리무청에서 ascorbic acid 용액과 citric acid 용액에 의하여 추출된 유리철 함량

추출용매	추출용매의 농도 /추출시간(80℃)	0 시간후 유리철함량(mg/Kg)	3 시간후 유리철 함량(mg/Kg)
증류수	-	0.01	0.06
ascorbid acid 용액	0.5 %	0.03	0.10
	1.0 %	0.03	0.11
	2.0 %	0.04	0.22
	3.0 %	0.05	0.22
citric acid 용액	0.5 %	0.03	0.06
	1.0 %	0.03	0.10
	2.0 %	0.03	0.12
	3.0 %	0.05	0.12

(4) 추출온도 및 추출시간이 유리철 추출에 미치는 영향

신선한 무청을 가열처리한 무청을 ascorbic acid (2.5%, w/v)용액으로 80℃와 100℃에서 각각 추출하고 추출중 유리철함량을 측정한 결과는 표 78과 같다. 80℃에서 추출하는 경우 유리철함량은 시간이 경과됨에 따라 점차 증가하였다. 그러나 6시간이 경

과한 후에는 더 이상 증가하지 않았다. 100℃에서 추출하는 경우도 시간이 경과됨에 따라 점차 유리철함량이 증가하여 2시간에서 최대에 이르고 그 후 점차 감소하였다.

표 78. 추출온도별, 추출시간별 가열처리무청* 에 대한 ascorbic acid(2.5%)용액의 유리철 함량

추출시간 (시간) / 추출온도	80 ℃ 유리철함량(mg/Kg)	100 ℃ 유리철함량(mg/Kg)
0 시간	0.09	0.09
1 시간	0.17	0.15
2 시간	0.18	0.21
3 시간	0.18	0.17
4 시간	0.21	0.17
5 시간	0.25	**
6 시간	0.29	**
18 시간	0.20	**

* 121℃에서 30분 가열; ** 측정하지 않음

(5) 가열처리가 무청녹즙의 유리철 함량에 미치는 영향

신선한 무청으로 녹즙을 제조하는 경우, 가열처리와 ascorbic acid 첨가에 의한 유리철함량의 변화를 조사하였다. 무청을 녹즙기에서 착즙하여 녹즙을 제조한 후, 녹즙을 가열처리하는 동안 유리철함량은 표 79와 같다. 가열온도 121℃에서 15~30분처리하는 동안 가열전보다 유리철함량은 약 10배로 증가하였다. 그러나 그 이후에는 오히려 감소하였다.

(6) 무청녹즙에 대한 ascorbic acid 처리농도가 유리철함량에 미치는 영향

신선한 무청녹즙을 가열처리(121℃, 45분)한 후 ascorbic acid를 0.01~2.00%로 각각 첨가하고 유리철함량의 변화를 측정한 결과는 표 80과 같다. ascorbic acid를 1%수준으로 첨가하면 무첨가한 것보다 유리철함량이 약 4배로 증가하였다. ascorbic acid를 2%수준으로 무청녹즙에 첨가하고 80℃에서 2시간 유지하면 유리철함량은

0.036mg/Kg으로 증가하였고, 무첨가한 무청녹즙보다는 5배 더 증가하였다.

표 79. 신선한 무청녹즙의 가열처리 중 유리철함량

가열시간 (121℃, 분)	유리철함량 (mg/Kg)
0	0.001
15	0.011
30	0.010
45	0.009

* 무청녹즙의 고형분함량 : 3.8%

표 80. 가열처리 무청에 대한 ascorbic acid 첨가가 유리철함량에 미치는 영향

ascorbic acid 첨가량 (%, w/v)	초기 유리철함량(mg/Kg)	2시간후(80℃) 유리철함량(mg/Kg)	녹즙의 pH
0.00 (무첨가)	0.006	0.007	5.1
0.01	0.007	0.010	5.1
0.10	0.009	0.012	5.1
1.00	0.023	0.032	4.5
2.00	0.023	0.036	4.2

(7) 에탄올추출잔사에 대한 유리철의 2차추출

신선한 무청에 에탄올(ethanol)을 무청중량의 2배량을 넣고, 60℃에서 12시간 1차추출하고 여과하여 1차농축물과 잔사무청을 얻었다. 남은 잔사무청을 121℃에서 30분간 가열하고 물과 ascorbic acid 용액으로 각각 추출한 2차 추출액중의 철 함량은 표 81과 같다. 잔사무청을 그대로 물로 추출한 경우 유리철은 0.228mg/kg이 추출되었으나,

잔사무청을 가열처리하고 물로 추출한 경우는 유리철은 0.803mg/kg이 추출되었고, 가열처리하고 ascorbic acid 용액으로 추출한 경우는 유리철이 1.884mg/kg으로 상승되었다.

표 81. 잔사무청*을 2차추출한 후 유리철 함량(60℃, 12시간)

추출조건	유리철 함량(mg/Kg)
증류수로 추출	0.228
가열처리후** 증류수로 추출	0.803
가열처리후** ascorbic acid 용액(2.5%, w/v) 추출	1.884

*신선한 무청을 주정(에탄올 95%, 2배증량)으로 60℃에서 15시간 1차추출후 분리한 잔사무청; ** 121℃에서 30분간 증기로 가열처리

라. 실험동물에서 가공무청과 무청분해농축물의 빈혈개선효과

가열처리무청과 무청분해농축물이 빈혈개선에 미치는 효과를 조사하였다. 실험쥐(S.D. 중, 수컷)에 철결핍식 사료를 2주간 먹여서 빈혈을 발생시켰다. 철결핍사료는 미국 영양학회에서 권장된 AIN-76 기준사료에서 철(iron)이 배제된 사료를 사용하였다.

각 실험군마다 빈혈이 발생된 실험쥐 6 내지 8마리씩을 배정하였다. 1군은 대조군으로서 철결핍사료를 먹인 것이며, 2군은 철결핍사료에 건조무청분말을 3%첨가한 사료를 먹인 것이며, 3군은 철결핍사료에 건조된 가공무청분말을 3% 첨가한 사료를 먹인 것이다. 1, 2, 3군은 음수로서 증류수를 먹였다. 4군은 철결핍사료를 먹이고, 음수에 무청분해농축물을 고형물기준으로 5mg/ml로 녹여서 먹인 것이며, 5군은 철결핍식사료에 무청분해농축물을 고형물기준으로 25mg/ml로 녹여서 먹인 것이다.

각 시험사료를 4주간 사육하는 동안 체중을 측정한 결과는 표 82와 같다. 실험사료를 먹는 동안 사육기간이 길어짐에 따라 실험쥐의 체중은 증가하였다. 그러나 실험군간의 체중에서 차이가 없었다.

사육기간 중 헤모글로빈 함량을 측정한 결과는 표 83과 같다. 사육초기에는 실험군간의 헤모글로빈함량에서 차이가 없었다. 사육기간이 길어짐에 따라 철결핍군과 무처리 무청분말군은 헤모글로빈함량이 계속 감소하였다. 그러나 가공무청군은 4주가 경과

하면 철결핍군이나 무처리 무청군보다 약간 헤모글로빈 함량이 증가하였다. 무청분해농축물을 5mg/ml와 25mg/ml의 수준으로 공급한 실험군에서는 헤모글로빈함량이 다른 군보다 유의적으로 높아졌다. 이로써 가공무청이나 무청분해농축물은 가공처리하지 않은 무청보다 헤모글로빈 함량을 증가시키는 데 도움이 될 수 있는 것으로 나타났다.

표 82. 시험사료의 투여중 실험쥐의 체중의 변화(g)

군	시험사료	0주	1주	2주	3주	4주
1군	철결핍 ¹⁾	160.4±1.6	183.5±14.0	217.2±16.8	232.5±29.2	268.2±23.3
2군	무처리 무청분말 ²⁾	154.4±5.9	186.3±6.9	225.7±16.8	253.3±19.8	280.6±23.7
3군	가공무청분말 ³⁾	175.3±15.1	205.5±16.5	202.8±17.9	252.2±25.7	301.8±28.5
4군	무청농축물 음수투여 ⁴⁾ (5mg/ml)	158.1±12.5	194.5±15.2	231.0±16.2	256.8±21.0	284.8±24.2
5군	무청농축물 음수투여 ⁵⁾ (25mg/ml)	161.2±15.0	177.0±19.1	205.6±31.9	235.7±25.0	267.0±26.3

¹⁾ 철결핍사료의 배합비율, corn starch 621g, casein 200g, soybean oil 100g, AIN-76 mineral mix (Fe 없음) 35g, AIN-76 vitamin mix 10g, colin bitartrate 3g, DL-methione 1g, alpha-cellulose 30g, 합계 1,000g ; ²⁾ 신선한 무청을 가공처리없이 단순히 건조하여 분말로 만든 것. 무청분말중의 유리철 함량은 0.15 mg/Kg이다. 무청분말사료는 철결핍사료의 alph-cellulose 대신 무청분말을 넣은 사료이다; ³⁾ 신선한 무청을 121℃에서 30분간 가열처리한 후 2.5% ascorbic acid 용액에 침지하고, 건조분쇄한 분말. 가공무청분말중 유리철함량은 0.56 mg/Kg이다. 가공무청분말사료는 철결핍사료의 알파셀룰로오즈 대신 가공무청분말을 넣은 사료이다; ⁴⁾ 신선한 무청을 121℃에서 30분 가열처리한 후 2.5% ascorbic acid 용액으로 18시간 추출하고 여과하여 감압농축한 가공무청농축물. 무청농축물 중의 유리철함량은 1.45 mg/Kg이다.

표 83. 시험사료의 투여중 실험쥐의 헤모글로빈의 변화

군	시험사료	0주	1주	2주	3주	4주
1군	철결핍	9.9±1.7	9.1±1.4a	8.6±1.1a	9.1±1.6a	7.7±1.0a
2군	무처리 무청분말	10.0±1.0	9.1±1.0a	8.5±1.1a	8.5±0.9a	8.0±1.3a,b
3군	가공무청분말	9.7±0.5	9.5±0.6a	9.5±1.0a	10.3±1.2a,b,c	9.1±0.5b
4군	무청농축물 음수투여 (5mg/ml)	10.8±1.0	9.7±0.7a	9.8±0.6a	9.7±0.7b,c	10.1±1.3b
5군	무청농축물 음수투여 (25mg/ml)	10.4±1.0	11.2±1.6b	11.6±1.4b	10.9±0.9d	10.7±1.0c

실험조건: 위와 동일; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

9. 철흡수농축물의 식품에 대한 응용성

가. 음료에 대한 무청분해농축물의 응용

(1) 무청분해농축물을 음료에 응용하기 위한 적정pH와 적정농도

철흡수농축물로서 무청분해농축물을 이용하여 음료로 제조하는 방법을 조사하였다. 시험한 무청분해농축물의 수분, 산도와 pH, 당도는 표 84와 같다. 무청분해농축물을 2.5% 또는 5.0%로 하고, 설탕으로 당도 10%로 증류수에 혼합한 무청분해음료를 훈련된 관능검사 패널 9명이 관능적 특성을 5점법으로 조사하였다.

무청분해농축물은 ascorbic acid을 가지고 있다. 따라서 증류수에 희석하면 산성을 나타내는 데, 무청농축물을 2.5%로 희석한 경우 pH3.70을 나타내었고, 5.0%로 희석한 경우 pH3.67을 나타내어 적정pH범위내에 있었다(표 85). 무청농축물을 2.5%로 희석한 경우는 색이 약하지만, 냄새와 신맛, 단맛의 강도가 약간 강한 것으로 나타나서 2.5%의 경우가 5.0%의 경우보다 적당한 것으로 생각되었다.

표 84. 무청분해농축물의 외관, 수분, 산도, pH, 당도

항 목	무청분해농축물
외 관	녹갈색의 점성이 있는 액체
수분 (%)	60.7
산도 (젖산 %)	11.0
pH (수용액 10%)	3.5
환원당 (건조물기준 %)	33.1

표 85. 무청분해농축물의 농도별 관능적 특성

시험구	무청분해농축물 2.5% (pH 3.70)	무청분해농축물 5.0% (pH 3.67)
외관	3.3±0.4	2.4±0.7*
색	2.4±1.0	3.4±1.0
냄새	3.5±0.5	4.3±0.4*
신맛	3.5±0.5	4.3±0.4*
단맛	3.4±0.7	3.0±0.9
종합적 기호도	3.1±0.8	2.4±0.9

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; * 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(2) 무청분해농축물을 음료에 적용하기위한 적정 당도

무청분해농축물 음료를 제조하기 위한 당도를 결정하기 위하여 무청농축물을 2.5%로 고정하고, 설탕으로 당도를 8, 10, 12, 14%로 하여 각각 증류수에 희석하고 관능적 특성을 조사하였다(표 86).

무청분해농축물의 당도가 증가하여도 색, 냄새, 신맛에는 차이가 없었다. 단맛의 강도는 당도에 따라 증가하였다. 당도는 10 - 12%에서 적당한 것으로 나타났다.

표 86. 무청분해농축물 음료의 당도별 관능적 특성

시 험 구	당도 8%	당도 10%	당도 12%	당도 14%
항목				
외관	3.5±0.7	3.8±0.4	3.8±0.4	4.1±0.6
색	2.8±0.7	2.8±0.7	2.6±0.9	2.9±0.6
냄새	2.9±1.2	2.6±0.9	3.0±1.3	2.9±1.3
신맛	3.1±0.8	3.3±0.7	2.8±0.9	3.1±1.0
단맛	2.5±0.5a	2.8±0.7a,b	3.4±0.7b,c	3.8±0.4c
종합적 기호도	2.6±0.9	3.3±0.7	3.0±0.8	3.5±0.8

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

나. 과일음료에 대한 무청분해농축물의 응용

과일음료에 대하여 철을 공급하기 위하여 무청분해농축물을 응용하는 방안을 조사하였다. 여러가지 과일음료에 무청분해농축물을 혼합하여 관능적 특성을 비교하고, 이 중에서 가능성있는 과일음료를 선발하여 무청분해농축물을 농도별로 혼합하고 관능적 특성을 비교하여 최적 농도를 결정하였다.

무청분해농축물을 여러 과일음료에 혼합하고 음료의 관능적 특성을 조사하였다(표 87). 시험된 과일음료는 매실음료, 사과음료, 포도음료, 홍삼음료, 복숭아음료이었고, 각각 2%씩 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다. 매실/무청혼합음료는 색과 냄새가 '보통'이었고, 신맛은 강한 편이었고, 단맛은 '보통'이었다. 사과/무청혼합음료는 색이 약간 약하였고, 냄새와 신맛, 단맛은 '보통'이었다. 포도/무청혼합음료는 색과 냄새, 신맛은 강한 것으로 나타났다. 홍삼/무청혼합음료는 색이 강하였다. 시험한 모든 음료는 종합적 기호도에서 차이가 없었다.

(1) 홍삼음료에 대한 무청분해농축물의 응용

홍삼음료에 대한 무청분해농축물의 효과를 파악하기 위하여 홍삼음료에 무청분해농축물을 1, 2, 3%로 각각 혼합하고, 관능적 특성을 조사하였다. 무청분해농축물의 혼

합량이 증가하여도 색과 냄새에는 차이가 없었다. 신맛은 무청분해농축물이 증가할수록 강하게 느껴졌는데, 이는 무청분해농축물에 포함된 ascorbic acid 때문이며, 무청분해농축물의 신맛을 감소시키면, 홍삼음료의 종합적 기호도는 개선될 것으로 생각되었다.

표 87. 과일/무청혼합음료의 관능적 특성

시험구 항목	매실음료 + 무청농축물2%	사과음료 + 무청농축물2%	포도음료 + 무청농축물2%	홍삼음료 + 무청농축물2%	복숭아음료 + 무청농축물2%
외관	3.3±0.7b	3.7±0.9b,c	4.3±0.5c	2.4±1.0a	2.1±0.6a
색	3.2±0.4c	2.7±0.5a	3.8±0.7d	4.7±0.5e	2.6±0.7a
냄새	3.4±0.9	3.4±0.9	4.2±0.7	3.4±1.2	3.9±1.3
신맛	4.2±0.8a,b	3.4±1.1a,b	3.9±0.8g	2.9±1.0b	2.8±0.8b
단맛	3.1±1.0	3.3±0.7	3.1±1.1	2.7±1.1	3.4±1.0
종합적 기호도	3.2±0.7	3.3±1.0	3.6±1.1	2.8±1.0	2.8±1.0

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다, 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다, 3=보통이다, 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

표 88. 홍삼/무청혼합음료의 관능적 특성

시험구 항목	홍삼음료 + 무청농축물0%	홍삼음료 + 무청농축물1%	홍삼음료 + 무청농축물2%	홍삼음료 + 무청농축물3%
외관	3.2±0.7	3.1±0.8	2.7±0.5	3.0±1.0
색	3.7±0.7	3.3±1.0	3.4±0.9	3.7±1.0
냄새	3.3±0.7	3.4±0.9	3.1±1.0	3.3±0.9
신맛	3.1±0.6a	3.8±0.7b	4.1±0.6b,c	4.7±0.5c
단맛	3.4±0.7a	2.8±0.8a,b	2.8±0.7a,b	2.2±0.8b
종합적 기호도	3.8±0.7c	3.2±1.0b,c	2.8±0.8a,b	2.2±0.7a

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다, 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다, 3=보통이다, 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(2) 포도음료에 대한 무청분해농축물의 응용

포도음료에 무청분해농축물의 응용성을 조사하기 위하여 포도음료에 무청분해농축물을 1, 2, 3%로 각각 혼합하고, 관능적 특성을 조사하였다(표 89). 무청분해농축물의 혼합량이 증가하여도 색이나 냄새에는 차이가 없었다. 신맛은 무청분해농축물이 증가할수록 강하게 느껴졌고, 단맛은 약하게 느끼는 것으로 나타났다. 무청분해농축물의 신맛을 감소시키면 홍삼/무청혼합음료의 관능적 특성도 개선될 것으로 생각되었다.

표 89. 포도/무청혼합음료의 관능적 특성

시 험 구 항목	포도음료 + 무청농축물0%	포도음료 + 무청농축물1%	포도음료 + 무청농축물2%	포도음료 + 무청농축물3%
외관	3.9±0.6	3.6±0.5	3.3±1.0	3.3±0.5
색	3.3±0.7	3.2±0.4	3.4±0.7	3.6±0.9
냄새	3.8±0.8	3.2±0.8	3.4±0.7	3.1±0.8
신맛	3.4±0.5a	3.8±0.8a,b	4.3±0.7b	4.3±1.1b
단맛	3.8±0.8b	3.3±0.5b	2.8±1.1a,b	2.8±1.0a
종합적 기호도	3.8±0.7b	3.3±0.9a,b	2.9±0.3a	2.8±0.8a

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다, 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다, 3=보통이다, 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

다. 우유에 대한 무청분해농축물의 응용

우유에 대한 응용성을 파악하기 위하여 무청분해농축물을 우유에 1, 2, 3%수준으로 각각 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 90). 무청분해농축물의 혼합량이 증가할수록 색은 녹색으로 되었고, 신맛도 강하여졌으나, 단맛의 강도는 차이가 없는 것으로 나타났다. 무청분해농축물의 신맛을 줄이면 우유에 대한 기호성이 개선될 것으로 보였다.

표 90. 우유/무청농축물 음료의 관능적 특성

시 험 구	우유 + 무청농축물0%	우유 + 무청농축물1%	우유 + 무청농축물2%	우유 + 무청농축물3%
외관	3.6±1.3	3.5±0.5	3.1±0.6	3.0±0.5
색	2.1±1.1a	2.6±0.7a,b	3.1±0.6b	3.3±0.5b
냄새	3.1±0.6b	2.5±0.7a,b	2.8±0.7a,b	2.3±0.7a
신맛	1.6±0.7a	2.5±1.1a,b	3.9±1.2b,c	4.3±0.9c
단맛	2.3±0.9	2.0±0.7	1.8±0.7	2.0±0.9
종합적 기호도	3.5±0.7c	2.9±0.3b	1.8±0.4a	1.6±0.7a

색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

라. 과일 호상요구르트에 대한 응용

호상요구르트에 대하여 무청분해농축물의 응용을 파악하기 위하여 각종 호상요구르트에 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 91). 즉 플레인(plain) 호상요구르트, 딸기 호상요구르트, 파인애플호상요구르트, 복숭아호상요구르트, 블루베리호상요구르트에 각각 무청분해농축물을 각각 2% 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다. 플레인/무청혼합 호상요구르트에서 색은 보통, 냄새 기호도는 보통이상, 신맛은 약간 강하고, 단맛은 약간 약한 것으로 나타났다. 딸기/무청혼합 호상요구르트는 냄새는 좋은편 이었고, 신맛과 단맛이 약간 강한 것으로 나타났다. 파인애플/무청혼합 호상요구르트는 색, 신맛, 단맛이 약간 강한 것으로 나타났고, 복숭아/무청혼합 호상요구르트는 색은 보통, 냄새의 기호도는 보통이상, 신맛과 단맛은 약간 강한 것으로 나타났다. 블루베리/무청혼합 호상요구르트는 색이 아주 강하였고, 냄새는 보통이상, 신맛이 강하였고, 단맛은 보통인 것으로 나타났다. 플레인/무청혼합 호상요구르트 이외에 딸기/무청혼합, 파인애플/무청혼합, 복숭아/무청혼합, 블루베리/무청혼합 호상요구르는 모두 중간이상의 종합적 기호도를 나타내었다.

표 91. 과일/무청혼합 호상요구르트의 관능적 특성

구	시	플레인 +	딸기 +	파인애플+	복숭아+	블루베리+
항	험	무청농축물	무청농축물	무청농축물	무청농축물	무청농축물
목						
외관		4.0±0.8	4.1±0.9	3.0±1.1	4.1±0.8	3.8±1.3
색		3.0±0.8	3.6±0.8	3.4±0.5	3.1±1.0	4.4±0.7
냄새		3.4±0.7a,b	4.0±1.0b	2.8±1.2a	3.6±0.9a,b	3.8±0.7a,b
신맛		3.6±1.63	3.7±0.8	3.5±0.9	3.8±0.7	3.4±0.7
단맛		2.6±1.4	3.3±0.8	3.6±0.9	3.5±0.8	3.0±0.5
종합적 기호도		2.3±0.7a	3.7±1.1b	3.6±1.1b	4.0±0.5b	3.8±0.7b

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(1) 복숭아 호상요구르트에 대한 무청분해농축물의 응용

무청분해농축물을 복숭아 호상요구르트에 1, 2, 3%를 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 92). 무청분해농축물이 증가함에 따라 색과 신맛은 점차 강하여졌고, 단맛은 더 약하게 느껴지는 것으로 나타났다. 무청분해농축물이 1-2%혼합된 경우 대조구와 종합적 기호도에서 차이가 없는 것으로 나타났다.

(2) 딸기 호상요구르트에 대한 무청분해농축물의 응용

무청분해농축물을 딸기 호상요구르트에 1, 2, 3%를 첨가하고 관능적 특성을 조사하였다(표 93). 무청분해농축물이 증가하여도 색은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 무청분해농축물을 1% 혼합하면 냄새기호도는 좋아지는 것으로 나타났고 그 이상으로 혼합하면 감소하였다. 무청분해농축물 1%를 혼합한 경우는 대조구와 종합적 기호도에서 차이가 없었다.

표 92. 복숭아/무청혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시 험구 항목	무청농축물0% +복숭아요구르트	무청농축물1% +복숭아요구르트	무청농축물2% +복숭아요구르트	무청농축물3% +복숭아요구르트
외관	4.0±0.8c	3.6±0.7b,c	2.9±0.8a,b	2.8±0.7a
색	2.3±1.4a	2.9±0.8b	3.5±0.9b,c	3.9±0.8c
냄새	3.3±0.7	3.5±0.9	3.5±0.8	3.8±0.7
신맛	2.8±0.7a	3.5±0.8a	4.0±0.8a,b	4.0±0.9b
단맛	3.8±1.2b	3.5±0.8a,b	3.3±0.5a,b	2.5±0.8a
종합적 기호도	3.8±0.5b	3.1±1.0a,b	3.1±0.6a,b	2.4±0.7a

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

표 93. 딸기/무청분해 호상요구르트의 관능적 특성

시 험구 항목	딸기* + 무청농축물0%	딸기* + 무청농축물1%	딸기* + 무청농축물2%	딸기* + 무청농축물3%
외관	4.6±0.5c	3.6±0.9c	2.6±0.5b	2.3±0.7a
색	3.4±0.9	3.5±0.5	3.1±1.1	3.0±1.2
냄새	3.6±0.9a,b	4.1±0.4b	3.5±0.8a,b	3.3±0.9a
신맛	3.4±0.7	3.6±0.7	4.0±0.9	4.4±0.9
단맛	3.1±1.0	3.1±1.1	2.8±0.9	3.0±1.3
종합적 기호도	4.1±0.8b	3.9±0.6a,b	3.0±0.8a	2.9±0.8a

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(3) 블루베리 호상요구르트에 대한 무청분해농축물의 응용

무청분해농축물을 블루베리 호상요구르트에 1, 2, 3%수준으로 혼합하고 관능적 특성을 조사하였다(표 94). 무청분해농축물이 증가함에 따라 색은 더 약하게 되었고, 냄새는 차이가 없었고, 신맛은 증가하였다. 무청분해농축물 1%를 혼합한 경우는 대조구와 종합적 기호도에서 차이가 없었다.

표 94. 블루베리/무청분해 호상요구르트의 관능적 특성

시 험 구	블루베리* + 무청농축물0%	블루베리* + 무청농축물1%	블루베리* + 무청농축물2%	블루베리* + 무청농축물3%
외관	4.6±0.5b	4.1±0.6b	3.0±0.00a	2.4±0.5a
색	4.2±0.8c	3.8±0.7b,c	3.0±0.5a,b	2.9±1.0a
냄새	3.8±0.9	4.1±0.6	3.9±1.0	3.6±0.9
신맛	3.3±1.0a	3.1±1.2a	4.1±0.8b	4.5±0.5b
단맛	3.5±0.8a,b	3.1±0.6a,b	2.4±0.9a,b	2.6±1.2a
종합적 기호도	4.0±0.8b	3.8±1.0b	2.9±0.6a	2.8±0.5a

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

(4) 과일/무청혼합 호상요구르트와 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성의 비교

이상의 호상요구르트에 대한 무청분해농축물을 응용한 시험결과를 종합하여, 딸기 호상요구르트, 블루베리 호상요구르트, 복숭아 호상요구르트에 각각 1%수준으로 혼합하고, 시판 플레인 호상요구르트와 관능적 특성을 비교하였다(표 95). 그 결과 딸기/무청혼합 호상요구르트, 블루베리/무청혼합 호상요구르트, 복숭아/무청혼합 호상요구르트는 외관, 냄새, 종합적 기호도에서 모두 보통이상이었으며, 시판 플레인 호상요구르트에 비하여 뒤지지 않는 것으로 나타났다.

표 95. 과일/무청혼합 호상요구르트의 관능적 특성

시 험구 항목	플레인* +무청농축물0%	딸기* +무청농축물1%	블루베리* +무청농축물1%	복숭아* +무청농축물1%
외관	4.0±0.7	3.9±1.1	4.0±0.7	3.4±0.9
색	2.9±0.8a	3.4±1.0a	4.1±0.8b	3.1±0.6a
냄새	3.1±0.7a	4.4±0.7b	4.5±0.5b	3.5±1.0a
신맛	3.1±0.8a	3.4±0.9a,b	4.1±0.6b	3.4±0.9a,b
단맛	3.0±1.0	3.5±1.0	3.3±1.2	3.8±0.4
종합적 기호도	3.4±0.5	4.3±1.0	3.9±0.8	3.9±0.6

* 호상요구르트 ; 색, 신맛, 단맛: 1=아주 약하다, 3=보통이다. 5=아주 강하다 ; 외관, 냄새, 종합적 기호도: 1=아주 나쁘다. 3=보통이다. 5=아주 좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적으로 차이가 있음(p<0.05)

10. 선발채소의 식이섬유의 종류별 함량조사

가. 선발채소의 식이섬유의 계통적 분리 및 함량

(1) 채소분말의 총식이섬유함량 (total dietary fiber)

배추, 양배추, 무, 알타리무, 무청, 알타리무청을 동결건조한 후 총식이섬유함량을 A.O.A.C.방법으로 측정하였다(표 96). 배추는 18.1%, 양배추는 16.7%, 무는 14.7% 알타리무는 17.0%이었다. 이 네가지 시료중 배추가 가장 식이섬유의 함량이 높았다. 그리고 무청은 23.2%, 알타리무청은 26.9%로서 무청과 알타리무청에는 식이섬유가 배추나 무보다 훨씬 더 많았다. 무청과 알타리무청은 장래 식이섬유의 소재가 될 전망이 있었다.

표 96. 각 채소의 총식이섬유(total dietary fiber)의 함량 (건조물기준)

시험 채소	총 식이섬유 함량(%)
배 추	18.1
양배추	16.7
무	14.8
알타리무	17.0
무 청	23.1
알타리무청	26.9

(2) 수용성 성분과 불용성 성분의 분리

배추, 무, 알타리무, 양배추, 무청, 알타리무청을 동결건조하여 분말로 만들고 체(1mm)를 통과시켜 일정한 크기로 만든 후 증류수에 녹여서 물에 녹는 수용성 물질과 물에 녹지않는 불용성 잔사로 분리하였다. 수용성 물질은 40-63%로 나타났고, 불용성 성분은 36-59%로 나타났다(표 97).

표 97. 불용성 잔사, 수용성 물질의 함량 (건조물기준)

	수용성 물질(%)	불용성 잔사(%)
배추	40.6	59.3
양배추	57.5	42.5
무	56.8	43.2
알타리무	63.4	36.6
무청	44.9	55.1
알타리무청	45.0	55.0

(3) 수용성 물질에서 1차알콜불용성물질(1-alcohol insoluble residue; 1-AIR)의 분리

수용성물질에 수용성 당류, 수용성 단백질, 수용성 섬유로 나눌수 있다. 물에 녹아있는 수용성물질에 에탄올을 가하여 약 80%의 농도로 조정하면 일부의 단백질과 수용성 섬유는 에탄올에 의하여 탈수되어 침전으로 분리될 수 있다. 이러한 성질을 이용하여 각 채소에서 얻은 수용성 물질에 에탄올을 가하여 침전시켰다. 이러한 과정으로 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질의 함량은 표 98과 같다. 배추에서 분리된 수용성 1차알콜불용성물질은 10.0% (건조중량기준)이었고, 무는 8.3%, 무청은 9.5%, 알타리 무는 5.7%, 알타리 무청은 13.4%이었다. 알타리 무청에서 가장 높은 함량을 보였다.

표 98. 1차알콜불용성물질(1-AIR)의 함량

시험 채소	1차 알콜불용성물질 함량 (%. 건조중량기준)
배 추	10.0±0.3
무	8.3±0.1
무 청	9.5±0.1
알타리 무	5.7±0.5
알타리 무청	13.4±0.1

(4) 불용성잔사의 산에의한 가수분해

수용성물질을 분리하고 남은 불용성 잔사중에도 수용성 섬유가 존재할 것으로 예상됨에따라 불용성잔사를 1M 황산용액으로 100℃에서 2시간 가열하여 가수분해하였다. 황산으로 분해하기 전과 가수분해후의 의 함량을 비교한 결과는 표 99와 같다. 가수분해전/후를 비교하면 대부분의 불용성잔사는 산에 의하여 분해되어 산분해후 불용성물질함량은 감소되었다. 따라서 1차알콜불용성물질을 분리하고 남은 불용성잔사를 산처리 함으로서 수용성 섬유가 더 추출될 가능성이 있었다.

표 99. 불용성 물질의 산분해 전/후의 함량

	산분해전 불용성물질함량(% A)	산분해후 불용성물질함량(% B)	감소율 (B/A, %)
배추	35.6	32.7	91.8
무	37.8	31.0	82.0
알타리무	34.7	28.5	82.1
무청	50.9	42.6	83.6
알타리무청	57.6	53.5	92.8

* 반응조건 : 1M H₂SO₄, 100C, 2hr

11. 채소식이섬유의 추출정제조건

1. 채소식이섬유의 추출정제조건 조사

(1) 불용성 잔사의 산분해온도가 2차알콜불용성물질에 미치는 영향

배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 수용성물질을 물로 녹여서 추출하고 남은 불용성 잔사(residue)에도 추출되지 않은 수용성 섬유가 남아있는 것으로 예상되었다. 따라서 수용성 물질을 분리하고 남은 불용성 잔사에 HCl을 처리하여 수용성 물질을 추출하여 2차알콜불용성물질로 얻는 방법을 실험하였다.

1차알콜불용성물질을 분리하고 남은 무 잔사와 무청 잔사를 0.25M HCl로 침지하고 100℃에서 가열하여 여과하고, 여과액에 녹아있는 수용성 섬유를 알콜로 침전시키고, 2차알콜불용성물질(2-AIR)로 얻었다. 2차알콜불용성물질을 수용성 섬유인 펙틴(pectin)의 구성성분인 galactouronic acid 함량으로 측정한 결과는 표 100과 같다.

무의 잔사를 가열하지 않은 경우, 42.0mg/g이 생성되었으나 30분동안 가열처리로 85mg/g으로 증가하였고, 120분이 경과하면 128.3mg/g으로 증가하였다. 가열시간이 길어짐에 따라 무잔사에서 분리된 2차알콜불용성물질의 함량은 증가되었다. 그러나 60분이 경과된 후에는 증가율이 점차 낮아졌다. 무청의 경우, 열처리를 하지 않은 무처리구에서는 4.0mg/g이 생성되었으나, 60분의 가열처리로 32.8mg/g으로 생성량이 증가하였

다. 무잔사와 무청잔사를 비교하면 무잔사에서 더 많이 생성되었다.

표 100. 무잔사와 무청잔사의 처리시간별 galactouronic acid 함량

	무 잔사 (mg/g-건조잔사)	무청 잔사 (mg/g-건조잔사)
초기치 (무처리)	42.0	4.0
30분	85.0	17.3
60분	116.0	32.8
90분	131.5	40.9
120분	128.3	48.2
150분	130.0	57.9

* 반응조건 : 0.25N HCl, 100℃

(2) 염산농도가 2차알콜불용성물질의 생성에 미치는 영향

염산의 농도가 2차알콜불용성물질의 생성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 무잔사, 무청잔사, 알타리무 잔사, 알타리무청 잔사에 0 - 5 N 염산(HCl)으로 100℃에서 1시간 처리하고 에탄올로 침전시켜서 얻은 2차알콜불용성물질을 galactouronic acid로서 측정된 결과는 표 101과 같다. 무잔사의 경우 증류수로 추출한 경우 18.4mg/g이 생성되었으나, 0.1N HCl로 처리하면, 37.7mg/g으로 증가하였다. 무청잔사의 경우는 증류수로 추출한 경우 8.1mg/g이었으나, 0.1N HCl로 처리한 경우 20.8mg/g으로 증가하였다. 알타리무 잔사는 증류수로 처리한 경우 11.4mg/g이었고, 0.1N HCl로 처리한 경우는 51.1mg/g으로 증가하였고, 알타리무청 잔사의 경우도 0.1N HCl로 처리하면 galactouronic acid의 생성량이 증가하였다. 0.1N HCl에서 0.2N, 0.3N HCl로 염산농도가 증가하여도, 생성되는 galactouronic acid의 양은 더 이상 증가하지 않았다. HCl의 농도는 0.1N이 적당한 것으로 나타났다.

(3) 분해액의 pH가 2차알콜불용성물질의 침전에 미치는 영향

배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청의 잔사를 0.1N HCl로 처리하고 100℃에서 1시간 처리하여 수용성 섬유를 불용성 잔사에서 분리하여 녹여내고 에탄올로 침전시

킬 때 분해액의 pH가 침전형성에 미치는 영향을 조사하였다. 0.1N HCl로 처리한 잔사의 분해액은 염산에 의하여 산성을 나타내고 있으므로 0.01N NaOH으로 pH2.0, pH 3.0, pH 4.0으로 각각 pH를 조절하고 침전된 알콜불용성물질을 회수하여 galactouronic acid의 흡광도로 비교하였다(표 102). 배추 잔사, 무 잔사, 알타리무 잔사의 경우는 pH3.0에서, 그리고 무청 잔사와 알타리 무청잔사의 경우는 pH4.0에서 높은 것으로 나타났다.

표 101. 무잔사, 무청잔사, 알타리무잔사, 알타리무청잔사의 HCl처리 농도별 galactouronic acid의 생성량

염산농도	무 잔사 (mg/g-건조잔사)	무청 잔사 (mg/g-건조잔사)	알타리 무 잔사 (mg/g-건조잔사)	알타리무청 잔사 (mg/g-건조잔사)
증류수 (대조구)	18.4	8.1	11.4	8.0
0.1N HCl	37.8	20.8	51.0	16.3
0.2N HCl	27.3	19.8	46.5	17.5
0.3N HCl	34.8	15.3	49.5	20.1
0.4N HCl	26.5	14.6	40.9	20.2
0.5N HCl	33.7	14.5	43.3	20.4

표 102. 분해액의 pH별 2차알콜불용성물질중 galactouronic acid의 흡광도

	pH 2.0	pH 3.0	pH 4.0
배추 잔사	0.45	0.45	0.42
무 잔사	0.51	0.62	0.62
무청 잔사	0.56	0.50	0.54
알타리 무 잔사	0.44	0.54	0.48
알타리 무청 잔사	0.51	0.50	0.56

(4) 에탄올 농도가 2차알콜불용성물질의 침전에 미치는 영향

2차알콜불용성물질을 침전시키는 데 적합한 에탄올 농도를 조사하였다. 각각의 잔사에 0.1N HCl 용액에 넣어 100℃에서 1시간 가열처리하여 수용성 섬유를 녹이고, 에탄올을 가하여 ethanol 최종농도를 각각 66%, 75%, 80%로 조정하여 수용성 섬유를 2차알콜불용성물질로 침전시켰다. 침전된 알콜불용성물질을 분리하여 증류수에 녹이고, galactouronic acid의 흡광도로서 비교한 결과는 표 103과 같다. 배추 잔사, 무 잔사, 알타리무 잔사는 에탄올 함량차이에 따라 큰 차이를 보이지는 않았으나, 무청 잔사와 알타리무청 잔사는 에탄올 농도가 증가함에 따라 2차알콜불용성물질로 회수된 galactouronic acid도 증가하였다. 수용성 섬유를 알콜불용성물질의 침전으로 분리하기 위한 에탄올함량은 배추 잔사, 무 잔사, 알타리무 잔사의 경우는 66-80%, 무청 잔사와 알타리무청 잔사는 80%가 적당하였다.

표 103. 에탄올 농도에 따른 침전된 2차알콜불용성물질의 galactouronic acid의 흡광도

	66% ethanol	75% ethanol	80% ethanol
배추 잔사	0.43	0.42	0.42
무 잔사	0.42	0.41	0.42
무청 잔사	0.30	0.33	0.37
알타리 무 잔사	0.34	0.34	0.34
알타리 무청 잔사	0.32	0.37	0.40

(5) Propanol 농도가 2차알콜불용성물질의 침전에 미치는 영향

잔사의 분해액으로부터 수용성섬유를 2차알콜불용성물질로 분리하기 위한 2-propanol의 농도를 조사하였다. 각 잔사를 0.1N HCl 용액으로 100℃에서 1시간 가열처리하고, 2-propanol을 가하여 최종농도를 각각 50%, 66%, 75%로 하였어 수용성 섬유를 2차알콜불용성물질로 침전시켰다. 2차알콜불용성물질을 분리하여 증류수에 다시 녹이고, galactouronic acid의 흡광도로서 비교한 결과는 표 104와 같다. 배추 잔사, 무 잔

사, 무청 잔사, 알타리무 잔사, 알타리무청 잔사에서 분리된 2차알콜불용성물질은 2-propanol 50%일 때 높게 침전되었다. 그러나 에탄올의 경우와 비교하면 2-propanol에서 분리된 2차알콜불용성물질은 더 적은 것으로 나타났다.

표 104. 2-propanol 농도에 의하여 침전된 2차알콜불용성물질의 galactouronic acid의 흡광도

	2-Propanol 50%	2-Propanol 66%	2-Propanol 75%
배추	0.21	0.20	0.14
무	0.23	0.16	0.16
무청	0.21	0.13	0.11
알타리 무	0.25	0.25	0.19
알타리 무청	0.20	0.18	0.11

(6) 2차알콜불용성물질의 재현탁효과

염산으로 처리하여 얻은 최초의 2차알콜불용성물질은 염산을 상당량 포함하고 있다. 염산을 포함하고 있으면 산성을 가지므로, 염산을 제거하기 위한 재현탁과정을 조사하였다. 침전된 2차알콜불용성물질을 4배량의 80% ethanol 용액에 재현탁시키고, 침전을 다시 여과하여 알콜불용성물질중에 남아있는 염산을 제거하였다. 이 과정중 알콜불용성물질중의 pH를 조사한 결과는 표 105와 같다.

배추 잔사에서 최초로 얻은 2차알콜불용성물질의 pH는 1.9이었다. 이 알콜불용성물질을 모아서 80% ethanol에 재현탁시킨 결과, pH는 2.5로 상승되었고, 이와같은 방법으로 2회, 3회, 4회 반복함에 따라 pH는 3.4에서 4.0으로, 다시 5.0으로 상승되었다.

무 잔사에서 회수한 2차알콜불용성물질도 초기에는 pH2.0이었으나, 재현탁시키고 여과함으로써 pH2.7로 상승하였고, 2회, 3회, 4회 반복함에 따라 pH는 3.5, 4.1, 5.2로 상승되었다. 무청 잔사와 알타리무 잔사, 알타리무청 잔사에서 회수한 2차알콜불용성물질도 3-4회 재현탁시킴으로써 pH4.5 - 5.1에 도달하였다.

표 105. 2차알콜불용성물질의 재현탁에 의한 pH 변화

재현탁회수	배추섬유	무 섬유	무청 섬유	알타리 무 섬유	알타리 무청 섬유
0회	1.9	2.0	2.0	1.9	2.1
1회	2.5	2.7	2.7	2.4	2.7
2회	3.4	3.5	3.5	3.1	3.4
3회	4.0	4.1	4.4	4.1	4.3
4회	4.5	5.2	5.0	4.6	5.1

(7) 2차알콜불용성물질의 생성량

이상의 방법으로 배추 잔사, 무 잔사, 무청 잔사, 알타리 무 잔사, 알타리무청 잔사에서 0.1N HCl로 처리하여 수용성 섬유를 2차알콜불용성물질로 얻었고, 그 다음으로 4회 재현탁을 반복하여 얻은 2차알콜불용성물질의 생성량은 표 106과 같다. 배추의 경우 2차알콜불용성물질은 건조배추기준으로 4.4%를 얻었고, 무에서는 6.4%, 무청에서는 3.7%, 알타리 무에서는 8.1%, 알타리 무청에서는 5.5%를 얻었다. 알타리 무와 무에서 가장 높게 생성되는 것으로 나타났다.

표 106. 채소별 2차알콜불용성물질의 생성량

	2차알콜불용성물질 생성량 (건조중량기준, %)
배추	4.4±0.4
무	6.4±0.5
무청	3.7±0.3
알타리 무	8.1±0.1
알타리 무청	5.5±0.3

(8) 가열과 유기산에 의한 무청의 수용성 섬유 추출

신선한 무청을 가열처리하여 증류수 또는 citric acid 용액을 무청중량의 2배량을 넣어서 추출하고 수용성 식이섬유중의 하나인 펙틴(pectin)의 구성성분인 galactouronic acid 함량을 측정하였다(표 107). 신선한 무청을 가열처리하지 않고 증류수로 추출할 경우 펙틴은 무청에 대하여 17.7 mg/Kg이 추출되었으나, 가열처리(121℃, 30분)후 증류수로 추출된 경우는 펙틴함량이 555.6mg/Kg으로 증가하였다. 또한 가열처리후 시트르산 용액(2.5%, w/v)으로 추출한 경우는 펙틴함량이 734.9 mg/Kg으로 더 많이 추출되었다. 가열처리를 하거나 가열처리와 citric acid 용액으로 추출하면 추출되는 펙틴함량이 증가함을 알 수 있었다.

신선한 무청이 에탄올로 1차추출되고 남은 잔사무청에 대하여 2차추출하고 여과하여 여액중에 있는 수용성 섬유를 에탄올로 침전시켜서 2차알콜불용성물질을 얻었다. 2차알콜불용성물질을 증류수에 녹여서 galactouronic acid 함량으로 측정하였다(표 108). 가열처리하지 않고 잔사무청을 증류수로 추출한 경우 2차불용성물질 함량은 107.9mg/Kg이 추출되었으나, 가열처리(121℃, 30분)후 증류수로 추출된 경우는 2차불용성물질 함량이 344.0mg/Kg으로 더 증가하였다. 따라서 1차추출된 무청을 가열처리하고 추출하면 추출되는 2차불용성물질 함량은 증가되었다.

표 107. 신선한 무청에 대한 가열처리 및 추출용매가 2차불용성물질의 추출에 미치는 영향

추출조건*	2차불용성물질 함량(mg/Kg)**
가열처리 없이 증류수로 추출	17.7
가열처리후(121℃, 30분처리) 증류수로 추출	555.6
가열처리후(121℃, 30분처리) citric acid 용액(2.5%, w/v)으로 추출	734.9

* 60℃에서 15시간 추출 ; ** galactouronic acid로서 함량

표 109. 잔사무청*에 대한 가열처리가 2차불용성물질의 추출에 미치는 영향

추출조건*	2차알콜불용성물질함량(mg/Kg)**
무 가열처리후 증류수로 추출	107.9
가열처리후(121℃, 30분처리) 증류수로 추출	344.0

* 2차추출, 60℃에서 15시간 추출 ; ** galactouronic acid로서 함량

12. 정제된 식이섬유의 특성과 식품에 대한 응용성 조사

가. 정제된 식이섬유의 물리화학적 특성

(1) 1차알콜불용성물질의 일반성분 분석

1차알콜불용성물질의 수분, 회분, 조단백질, 조지방, 그리고 탄수화물의 함량을 측정된 결과는 표 109와 같다. 배추의 1차알콜불용성물질은 회분이 35.7%, 조단백질 40.38%, 조지방 3.1%, 탄수화물 21.0%이었다. 조단백질과 회분이 많았다. 무의 1차알콜불용성물질은 회분 25.8%, 조단백질 38.9%, 조지방 2.8%, 탄수화물이 32.5%이었다. 무청의 1차알콜불용성물질은 회분이 18.6%, 조단백질이 42.6%, 조지방이 5.4%, 탄수화물이 33.4%이었다. 알타리무의 1차알콜불용성물질은 회분이 9.7%로 다른 것보다 적었고, 탄수화물이 57.9%로 다른 1차알콜불용성물질보다 높았다. 1차알콜불용성물질은 회분이 많은데, 이것은 채소중의 칼슘과 관련이 있는 것으로 생각되었고, 알타리무의 경우를 제외하고는 조단백질이 많은 것으로 나타났다.

(2) 1차알콜불용성물질의 탄수화물의 구성

1차알콜불용성물질의 탄수화물의 구성성분을 파악하기 위하여 pectin의 구성성분인 galacturonic acid와 환원당 함량을 분석하였다(표 110). 1차알콜불용성물질 중의 galactouronic acid 함량은 2.7-6.4%로 많지 않았고, 환원당함량은 많은 것으로 나타나서, pectin 성분은 적은 것으로 나타났다. 배추와 무의 경우는 환원당이 많아서 다당류로 생각되었다. 무청과 알타리무청에는 미확인된 탄수화물도 상당히 존재하였고, 장래 더 연구가 필요하였다.

표 109. 1차 알콜불용성물질의 일반성분(%)

	수분	회분	조단백질	조지방	탄수화물
배추	92.6	2.6 (35.7)*	3.0 (40.3)	0.2 (3.1)	1.6 (21.0)
무	92.1	2.3 (25.8)	3.5 (38.9)	0.3 (2.8)	1.9 (32.5)
무청	90.5	1.8 (18.6)	4.1 (42.6)	0.5 (5.4)	3.2 (33.4)
알타리무	88.7	1.1 (9.7)	3.5 (30.6)	0.2 (1.8)	6.5 (57.9)
알타리무청	93.5	1.5 (22.5)	2.8 (43.7)	0.3 (4.2)	1.9 (29.7)

* 괄호: 건조물 기준 함량

(3) 1차알콜불용성물질의 비중과 점도

1차알콜불용성물질의 비중과 점도를 고형분 0.1%(w/w)의 농도로 하여 20℃에서 측정하였다(표 111). 비중은 1.000-1.001 이었고, 점도는 1.01-1.03 cP 로서 낮은 편이었다. 알타리무청의 경우 1.03 cP 로서 다른 것보다 높은 편이었다.

표 110. 1차알콜불용성물질중 탄수화물의 구성

	galactouronic acid (%)	환원당 (%)	미확인 탄수화물(%)	탄수화물 합계 (%)
배추	5.2	78.3	16.5	100.0
무	6.4	93.6	0.0	100.0
무청	2.4	13.2	84.4	100.0
알타리무	4.1	47.8	48.1	100.0
알타리무청	2.7	6.4	90.9	100.0

표 111. 1차 알콜불용성물질의 비중과 점도

	비중	점도(cP)*
배추	1.000	1.02±0.00
무	1.001	1.01±0.03
무청	1.001	1.01±0.02
알타리무	1.000	1.01±0.02
알타리무청	1.000	1.03±0.02

* 0.10% (w/w)의 증류수에 현탁, 20℃에서 측정한 밀도와 점도 (증류수; 비중 1.000; 점도 1.002 cP)

(4) 1차알콜불용성물질의 보수력

배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질의 보수력을 조사하였다(표 112). 보수력은 건조물1g이 상온에서 물을 최대 흡수한 상태의 중량의 비율로 표시하였다. 배추의 1차알콜불용성물질은 건조물1g당 물을 흡수하여 10.9g으로 되었다. 무의 경우 7.3g, 무청의 경우는 13.2g, 알타리무는 8.3g, 그리고 알타리무청은 16.5g이었다. 알타리무청의 경우가 가장 높았고 무의 경우가 가장 낮았다.

(5) 2차 알콜불용성물질의 일반성분 분석

배추, 무, 무청, 알타리무, 무청에서 수용성물질을 추출하고 남은 불용성잔사에 염산으로 분해하여 물에 용해시켜서 얻은 2차알콜불용성물질을 얻었다. 이 2차알콜불용성물질의 일반성분을 분석한 결과는 표 113과 같다. 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청의 2차알콜불용성물질은 모두 회분은 1%내외이었고, 조단백질은 배추, 무청, 알타리무청의 경우가 10-15%이었고, 무와 알타리무의 경우는 3-5%이었다. 그리고 나머지 모두는 탄수화물이었다. 따라서 2차알콜불용성점유의 대부분은 수용성 점유로 구성된 것으로 생각되었다.

표 112. 1차알콜불용성물질의 보수력(상온)

	1차알콜불용성물질의 보수력*
배추	10.9
무	7.3
무청	13.2
알타리 무	8.3
알타리 무청	16.5

* wet 무게/dry 무게

표 113. 2차 알콜불용성물질의 일반성분

	수분	회분	조단백질	조지방	탄수화물
배추	96.3	0.0 (0.8)	0.6 (15.4)	0.0 (0.0)	3.1 (83.8)
무	97.2	0.0 (0.9)	0.1 (3.8)	0.0 (0.0)	2.3 (94.3)
무청	96.5	0.0 (1.4)	0.6 (16.7)	0.0 (0.0)	2.9 (81.9)
알타리무	95.3	0.0 (1.1)	0.2 (5.0)	0.0 (0.0)	4.5 (94.0)
알타리무청	96.2	0.0 (1.3)	0.4 (10.5)	0.0 (0.0)	3.4 (88.2)

(6) 2차알콜불용성물질의 탄수화물의 구성

2차알콜불용성물질의 탄수화물의 구성성분을 파악하기 위하여 pectin의 구성 성분인 galacturonic acid와 환원당 함량을 분석하였다(표 114). 2차알콜불용성물질 중의 galacturonic acid 함량은 배추의 경우 69.3%, 무의 경우는 90.1%이었고 무청의 경우 71.7%로 나타나서 이들은 대부분 pectin과 유사한 물질로 생각되었다. 알카리무의 경우는 galacturonic acid가 51.6%, 환원당인 32.1%로 나타나서 pectin과 다른 다당류가 포함

된 것으로 생각되었다. 알타리무청의 경우는 미확인 탄수화물도 상당량 존재하였다.

표 114. 2차알콜불용성물질중 탄수화물의 구성

	galactouronic acid (%)	환원당 (%)	미확인 탄수화물(%)	탄수화물 합계 (%)
배추	69.3	2.4	28.3	100.0
무	90.1	2.9	7.0	100.0
무청	71.7	6.6	21.7	100.0
알타리무	51.6	32.1	16.3	100.0
알타리무청	54.8	3.7	41.5	100.0

(7) 2차알콜불용성물질의 비중과 점도

2차알콜불용성물질은 구성성분이 pectin과 유사하고, 보수력이 높음이 파악됨에 따라 비중과 점도를 측정하였다(표 115). 비중과 점도는 증류수에 0.10%(w/w)로 녹여서 증류수와 비교하여 20℃에서 측정하였다. 2차알콜불용성물질 용액의 비중은 0.998-1.000으로 물과 비슷하였다. 배추의 2차알콜불용성물질의 점도는 2.03 cP 이었고,

표 115. 2차알콜불용성물질의 비중과 점도

	비중	점도(cP)*
배추	0.998	2.03
무	1.000	2.10
무청	0.997	1.70
알타리무	1.000	1.64
알타리무청	0.999	1.56

* 0.10% (w/w)의 증류수에 현탁, 20℃에서 측정한 비중과 점도(증류수; 비중 1.000; 점도 1.002 cP)

무의 경우는 2.10 cP, 무청의 경우는 1.70 cP, 알타리무의 경우는 1.64 cP, 알타리무청의 경우는 1.56 cP로 나타났다. 무의 경우와 배추의 경우에서 점도가 높았고, 무청의 경우, 알타리무의 경우, 알타리무청의 경우는 점도가 이보다 낮은 것으로 나타났다.

(8) 2차알콜불용성물질의 보수력

배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 얻은 2차알콜불용성물질의 보수력을 조사하였다(표 116). 보수력은 건조물1g이 상온에서 물을 최대 흡수한 상태의 중량의 비율로 표시하였다. 2차알콜불용성물질의 보수력은 배추의 경우 41.2g, 무의 경우는 65.0g, 무청의 경우는 43.3g, 알타리무의 경우는 35.0g, 알타리무청의 경우는 41.0g 이었다. 무의 경우가 가장 높았고, 나머지는 비슷하였다. 1차알콜불용성물질과 비교하면 2차알콜불용성물질의 보수력은 약 5배 더 높은 것으로 나타났다.

표 116. 2차알콜불용성물질의 보수력(상온)

	2차알콜불용성 물질의 보수력
배추	41.2
무	65.0
무청	43.3
알타리 무	35.0
알타리 무청	41.0

* wet 무게/dry 무게

(9) 불용성잔사의 보수력

배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 수용성 물질을 분리하고 남은 잔사에는 불용성 섬유가 많이 함유되어 있다. 무, 무청, 알타리무, 알타리무청에서 수용성물질을 분리하고 남은 잔사의 보수력을 측정하였다(표 117). 보수력은 건조물 1g이 상온에서 24시간동안 최대 물을 흡수한 중량으로 표시하였다. 배추의 불용성 건조물잔사

1g은 상온에서 물을 흡수하여 21.0g이 되었고, 무의 불용성 건조잔사 1g은 물을 흡수하여 15.6g으로 되었다. 배추잔사와 알타리무잔사는 무, 무청, 알타리무청 잔사보다 보수력이 높은 것으로 나타났다.

온도별 보수력의 차이도 조사하였다. 건조된 불용성 잔사를 50℃는 1시간 또는 100℃에서 1시간 유지후 보수력을 측정하였다. 배추잔사, 무 잔사, 무청잔사, 알타리무잔사, 알타리무청잔사 모두 온도가 상승함에 따라 보수력도 증가하였다.

표 117. 불용성잔사의 보수력*

불용성 잔사	상온	50 ℃	100 ℃
배추 불용성 잔사	21.0	22.8	26.2
무 불용성 잔사	15.6	16.7	22.5
무청 불용성 잔사	16.6	18.7	22.7
알타리무 불용성 잔사	20.0	23.6	26.6
알타리무청 불용성 잔사	17.7	21.5	23.6

* wet 무게/dry 무게; 상온은 24시간, 50℃는 1시간, 100℃는 1시간 유지후 보수력 측정

나. 정제된 식이섬유의 식품에 대한 응용성

식품에 대한 섬유질의 응용성을 파악하기 위하여 일상적으로 많이 사용되고 있는 식빵과 떡, 음료에 대하여 응용성을 시험하였다. 배추, 무, 알타리무, 알타리무청은 그 자체에 이미 섬유질을 많이 함유하고 있으므로 섬유질을 분리하지 않고 건조하여 직접 응용하는 방법과 1차알콜불용성섬유를 분리하여 응용하는 방법을 각각 식빵과 백설기떡에 실시하였다. 2차알콜불용성물질은 pectin과 유사한 물질로 파악됨에 따라 음료에 대하여 증점제로서의 응용성을 시험하였다.

(1) 식빵에 대한 배추분말, 무분말, 무청분말의 응용

배추, 무, 무청을 각각 동결건조하여 분쇄하여 분말로 만들어 0.3mm의 체를 통과시킨 후 밀가루에 대하여 10%를 각각 혼합하여 식빵을 제조하였다(그림 15, 16). 제

조된 식빵의 부피와 중량, 밀도를 측정된 결과는 표 118과 같다.

밀가루로만 제조한 식빵은 부피가 3,059cm³이었으나, 배추분말이 첨가된 식빵(대조구)은 2,239cm³, 무분말이 첨가된 식빵은 1,986cm³, 무청분말이 첨가된 식빵은 2628cm³로서 대조구보다 다소 감소하였다. 배추분말, 무분말, 무청분말중에서 무청분말이 가장 부피를 크게 유지하였다. 부피가 감소한 것은 배추분말, 무분말, 무청분말은 식빵의 부피를 유지하는 gluten이 없기 때문인 것으로 생각되었다.

표 118. 배추분말, 무분말, 무청분말이 혼합된 식빵의 부피와 중량, 밀도

시험구	대조구	배추분말 첨가	무 분말 첨가	무청분말 첨가
부피(cm ³)	3,058	2,239	1,986	2,628
중량(g)	817	819	819	813
밀도(g/cm ³)	0.27	0.37	0.41	0.31

배추분말, 무분말, 무청분말이 혼합된 식빵을 훈련된 관능패널요원 9명에 의하여 5점법으로 관능적 특성을 조사한 결과는 표 119와 같다. 배추분말과 무분말, 무청분말이 혼합된 식빵에서는 색의 강도와 이미, 이치가 대조구보다 높아지는 것으로 나타났다. 이것은 배추, 무, 무청에 존재하는 고유의 색과 고유의 냄새, 고유의 맛에 의한 것으로 생각되었다. 기공의 균일성과 기공의 크기, 구운 냄새는 모두 차이가 없는 것으로 나타났다.

탄력성은 무분말과 무청분말이 혼합된 경우가 가장 낮았고, 배추분말이 혼합된 경우는 그 중간이었고, 대조구는 시험 식빵중에서 가장 탄력성이 높았다. 단단함과 부서짐성은 탄력성과 반대로 무분말과 무청분말이 혼합된 식빵에서 가장 높았고, 대조구가 가장 낮았다. 이것은 탄력성과 부피를 유지해주는 글루텐이 배추분말, 무분말과 무청분말에 없기 때문에 나타난 현상으로 생각되었다. 종합적 기호도에서는 배추분말과 무분말이 혼합된 식빵은 대조구와 유의적인 차이가 없었다.



그림 15. 배추분말, 무분말, 무청분말, 알타리무분말, 알타리무청분말이 혼합된 식빵 (밀가루에 대하여 10%혼합)

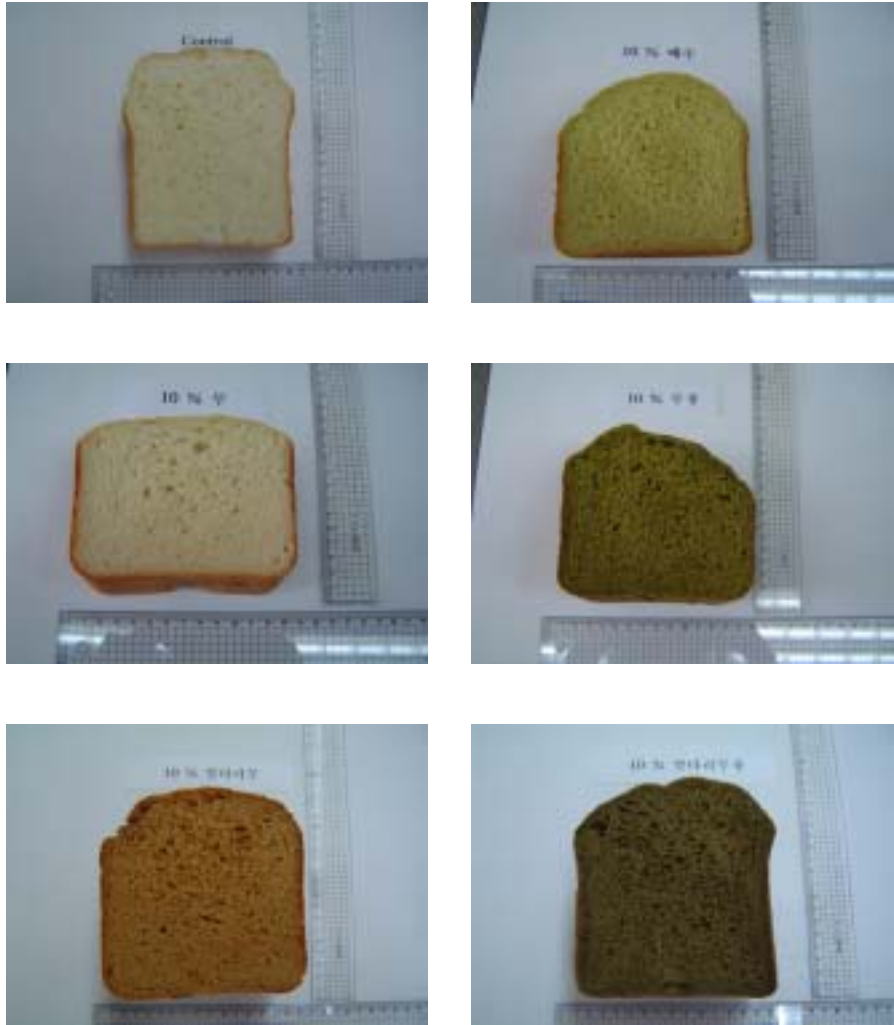


그림 16. 배추분말, 무분말, 무청분말, 알타리무분말, 알타리무청분말이 혼합된 식빵의 단면 (밀가루에 대하여 10%혼합)

표 119. 배추분말, 무분말, 무청분말이 식빵의 관능적 특성에 미치는 영향

시험구 항목	대조구	배추분말 첨가	무 분말 첨가	무청분말 첨가
색	1.4±0.5a	3.4±0.5b	2.4±0.5b	4.9±0.3d
기공균일성	2.8±0.7	3.0±1.0	3.3±1.2	2.6±1.0
기공크기	4.1±1.0	3.2±1.2	3.0±1.0	3.9±1.0
구운 냄새	2.3±0.9	3.0±1.0	2.9±1.0	3.4±1.4
이 취	1.7±1.0a	3.4±0.9b	2.9±0.8b	3.4±1.5b
이 미	1.2±0.4a	2.7±0.7b	2.4±1.1b	3.1±0.9b
탄력성	3.8±1.0c	3.0±0.7b	2.1±0.3a	2.1±0.6a
단단함	2.1±1.0a	2.8±0.8a,b	3.2±0.8b,c	3.9±0.9c
부서짐 성	1.6±0.7a	2.2±0.7a,b	2.9±1.0b	3.0±1.2b
종합적 기호도	4.1±0.6a	3.3±1.1a	3.0±0.7a,b	2.6±1.1b

색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 기공균일성 1=아주 균일하지 않다, 3 보통, 5 아주균일하다; 기공크기 1=아주작다, 3 보통, 5 아주 크다; 구운 냄새 1=아주 약하다, 3 보통, 5 아주강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 탄력성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 탄력적이다; 단단함 1=아주연하다, 3 보통, 5 아주단단하다; 부서짐성 1=전혀 부서지지않는다, 3 보통, 5 아주잘부서진다; 종합적기호도 1=아주나쁘다. 3 보통, 5 아주좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

(2) 식빵에 대한 알타리무 분말, 알타리무청 분말의 응용

알타리무, 알타리무청을 각각 동결건조하여 분쇄하여 분말로 만들어 0.3mm의 체를 통과시킨후 밀가루에 대하여 10%를 각각 혼합하여 식빵을 제조하였다(그림 15, 16). 제조된 식빵의 부피와 중량, 밀도를 측정한 결과는 표 120과 같다.

밀가루로만 제조한 식빵은 부피가 3,059cm³이었으나, 알타리무 분말이 첨가된 식빵(대조구)는 2,242cm³, 알타리무청 분말이 첨가된 식빵은 2,736cm³으로서 대조구보다 다소 감소하였다. 알타리무청 분말이 알타리무 분말 보다 부피를 크게 유지하였다. 부피가 감소한 것은 알타리무와 알타리무청에도 식빵의 부피를 유지하는 gluten이 없기 때

문인 것으로 생각되었다.

표 120. 알타리무 분말과 알타리무청 분말이 첨가된 빵의 부피와 중량, 밀도

시험구 항목	대조구	알타리 무분말 첨가	알타리 무청분말첨가
부피(cm ³)	3,058	2,242	2,736
중량 (g)	817	817	825
밀도(g/cm ³)	0.27	0.36	0.30

알타리무분말, 알타리무청분말이 혼합된 식빵을 훈련된 관능패널요원 9명에 의하여 5점법으로 관능적 특성을 조사한 결과는 표 121과 같다. 알타리무 분말과 알타리 무청 분말이 혼합된 식빵에서는 색의 강도와 이미, 이치가 대조구보다 높아지는 것으로 나타났다. 이것은 알타리무와 알타리무청에 존재하는 고유의 색과 고유의 냄새, 고유의 맛에 의한 것으로 생각되었다. 기공의 균일성, 기공의 크기, 구운 냄새, 탄력성, 부서짐성은 모두 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 종합적 기호도에서는 대조구보다 낮았는데, 이것은 알타리무와 알타리무청에서 오는 냄새와 맛때문인 것으로 생각되었다.

(3) 1차알콜불용성물질의 혼합량이 식빵의 부피에 미치는 영향

1차알콜불용성물질이 식빵에 미치는 영향을 조사하였다. 먼저 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질을 밀가루에 대하여 0.6%와 1.2%로 각각 혼합하고 식빵을 제조하였다(그림 17). 각 식빵의 부피, 중량, 밀도는 표 122와 같다. 1차알콜불용성물질을 밀가루에 대하여 0.6% 혼합한 경우 부피가 2,636cm³대조구와 거의 차이가 없었으나, 밀가루에 대하여 1.2% 혼합한 경우 부피가 1,295cm³로 거의 절반정도로 부풀었다. 따라서 1차알콜불용성물질은 0.6%로 혼합하여 다음의 식빵제조실험을 진행하였다.

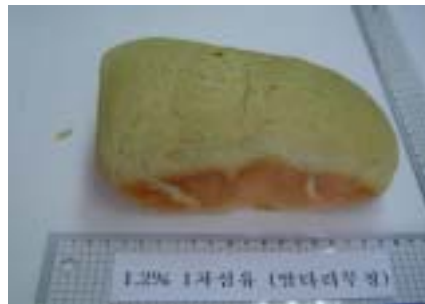
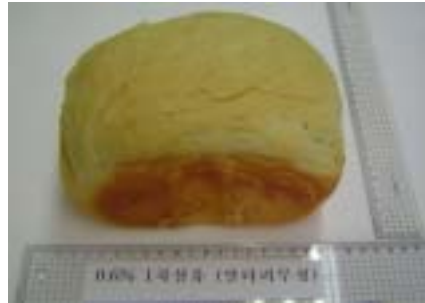


그림 17. 알타리무청의
1차알콜불용성물질의 혼합비율별
식빵의 형태
(위, 밀가루에 대하여 0.6%
혼합; 중간, 1.2%혼합; 아래,
3.0%혼합)

표 121. 알타리무 분말, 알타리무청 분말이 식빵의 관능적 특성에 미치는 영향

시 험 구 항목	대조구	알타리 무분말 첨가	알타리 무청분말 첨가
색의 강도	1.6±0.7a	2.9±1.2b	4.8±0.4c
기공균일성	2.9±0.3	2.5±0.9	2.7±1.0
기공크기	3.0±0.5	3.0±1.0	3.1±1.0
구운 냄새	3.0±0.8	3.0±1.0	3.0±1.3
이 취	2.1±0.8a	2.7±1.0a,b	3.4±1.5b
이 미	1.8±0.9a	2.6±1.2b	3.8±1.2b
탄력성	3.4±0.5	2.6±1.2	2.6±0.9
단단함	3.0±0.8	2.6±0.8	2.6±0.7
부서짐 성	2.1±0.6	2.2±0.8	2.8±1.0
종합적 기호도	3.8±0.5a	3.2±1.1b	2.4±1.3b

색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 기공균일성 1=아주 균일하지 않다, 3 보통, 5 아주균일하다; 기공크기 1=아주작다, 3 보통, 5 아주 크다; 구운 냄새 1=아주 약하다, 3 보통, 5 아주강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 탄력성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 탄력적이다; 단단함 1=아주연하다, 3 보통, 5 아주단단하다; 부서짐성 1=전혀 부서지지않는다, 3 보통, 5 아주잘부서진다; 종합적기호도 1=아주나쁘다. 3 보통, 5 아주좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

표 122. 1차알콜불용성물질의 혼합량에 대한 식빵의 부피와 중량, 밀도

시 험 구 항목	대조구	1-AIR 0.6% *	1-AIR 1.2%
부피(cm ³)	3,058	2,636	1,295
중량 (g)	817	807	834
밀도(g/cm ³)	0.27	0.31	0.64

* 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질을 밀가루에 혼합한 비율

(4) 배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 식빵의 부피와 관능적 특성에 미치는 영향

배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질을 밀가루에 대하여 0.6%를 혼합하여 제조된 식빵을 제조하였다(그림 18, 19). 각 식빵의 부피와 중량, 밀도는 표 123과 같다. 배추의 1차알콜불용성물질로 제조한 식빵은 부피가 2,811, 무의 1차알콜불용성물질로 제조한 식빵은 2,483, 무청의 1차알콜불용성물질로 제조한 식빵은 3,092로 대조구에 비하면 모두 부피가 작지만 배추의 경우가 무와 무청의 경우보다 부피가 큰 것으로 나타났다.

표 123. 배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 빵의 부피, 중량, 밀도

시험구 항목	대조구	배추의 1-AIR *	무의 1-AIR	무청의 1-AIR
부피(cm ³)	3,217	2,811	2,483	3,092
중량(g)	817	822	824	819
밀도(g/cm ³)	0.25	0.29	0.33	0.26

* 1차알콜불용성물질(1-AIR)

배추의 1차알콜불용성물질, 무의 1차알콜불용성물질, 무청의 알콜불용성물질이 혼합된 식빵을 훈련된 관능패널요원 9명에 의하여 5점법으로 관능적 특성을 조사한 결과는 표 124와 같다. 배추의 1차알콜불용성물질과 무의 1차알콜불용성물질, 무청의 1차알콜불용성물질이 혼합된 식빵에서는 색의 강도와 이미, 이치가 대조구보다 높아지는 것으로 나타났다. 이것은 1차알콜불용성물질에는 배추, 무, 무청에서 유래한 고유의 색과 냄새, 맛에 의한 것으로 생각되었다. 배추분말, 무분말, 무청분말로 만든 식빵의 경우와 비교하면 색, 냄새, 맛은 더 적게 영향을 받은 것으로 나타났다.



그림 18. 배추분말, 무분말, 무청분말, 알타리무분말, 알타리무청의 1차알콜불용성물질이 혼합된 식빵 (밀가루에 대하여 0.6%혼합)

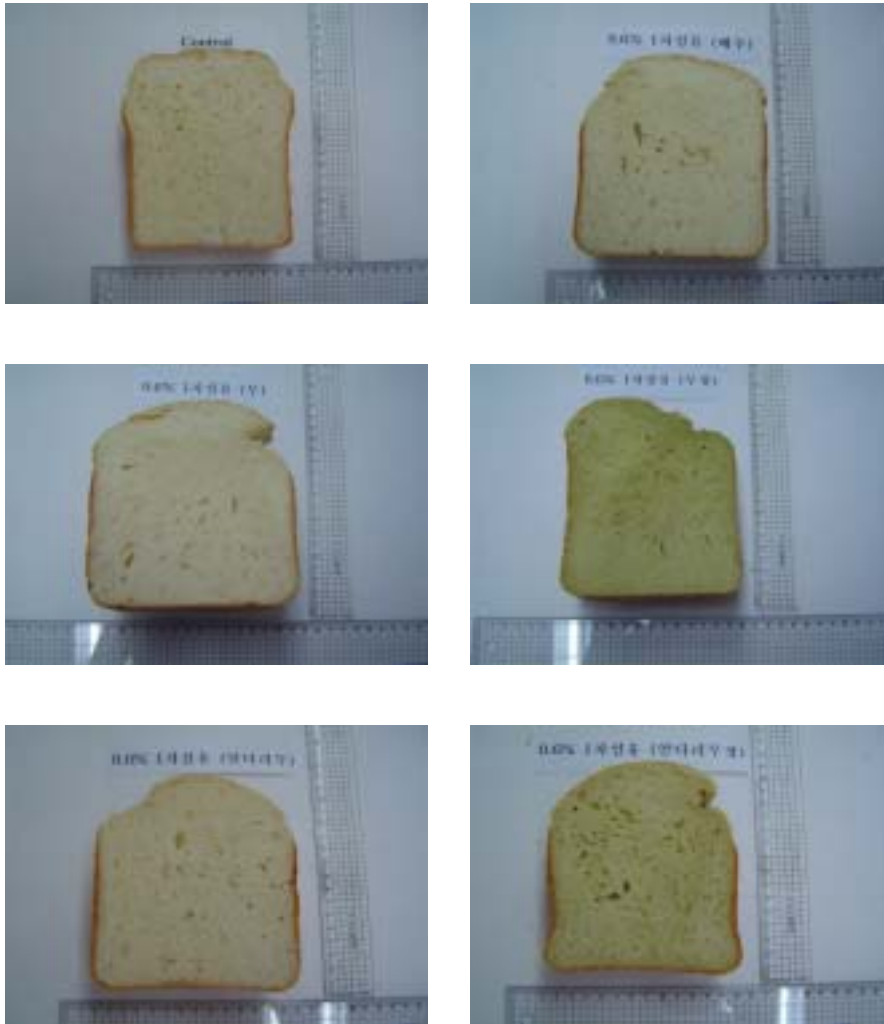


그림 19. 배추분말, 무분말, 무청분말, 알타리무분말, 알타리무청의 1차알콜불용성물질이 혼합된 식빵의 단면 (밀가루에 대하여 0.6%혼합)

배추의 경우와 무의 경우는 기공균일성에서 대조구와 차이가 없었지만, 기공이 큰 것이 보이고 있으며, 무청의 경우는 기공균일성이 낮고 기공크기가 큰 것으로 나타났다. 그리고 탄력성, 단단함, 부서짐성은 대조구와 시험구 모두 차이가 없었으므로 식빵의 조직에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 전체적 기호도에서 대조구와 시험구는 모두 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 124. 배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 빵의 관능적 특성

시험구 항목	대조구	배추의 1-AIR	무의 1-AIR	무청의 1-AIR
색	1.7±0.7a	2.7±0.7b	1.8±0.8a	3.9±0.8c
기공균일성	3.7±0.9b	2.8±1.0a,b	2.7±1.3a,b	2.3±0.7a
기공크기	2.3±0.9a	3.9±0.9b	3.7±1.0b	3.7±1.0b
구은 냄새	3.1±0.8	3.4±0.9	3.3±0.9	2.6±1.0
이취	1.6±0.7a	2.0±0.5a,b	2.0±1.0a,b	3.1±0.9b
이미	1.4±0.5a	2.2±0.7a,b	2.2±1.0a,b	3.0±1.4b
탄력성	3.1±0.8	3.3±0.7	3.3±1.0	3.3±0.5
단단함	2.8±1.0	3.3±1.0	3.3±1.1	2.3±0.7
부서짐 성	2.2±1.0	2.0±1.0	1.9±0.8	1.9±0.6
종합적 기호도	3.4±0.5	3.6±0.7	3.2±1.3	2.9±0.9

* 1차알콜불용성물질(1-AIR): 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 기공균일성 1=아주 균일하지 않다, 3 보통, 5 아주균일하다; 기공크기 1=아주작다, 3 보통, 5 아주 크다; 구은 냄새 1=아주 약하다, 3 보통, 5 아주강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 탄력성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 탄력적이다; 단단함 1=아주연하다, 3 보통, 5 아주단단하다; 부서짐성 1=전혀 부서지지않는다, 3 보통, 5 아주잘부서진다; 종합적기호도 1=아주나쁘다. 3 보통, 5 아주좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

(5) 알타리무와 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 식빵의 부피와 관능적 특성에 미치는 영향

알타리무와 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질을 밀가루에 대하여 0.6%를 혼합하여 제조된 식빵의 부피와 중량, 밀도는 표 125와 같다. 알타리무의 1차알콜불용성물질로 제조한 식빵은 부피가 2,696cm³, 알타리무청의 1차알콜불용성물질로 제조한 식빵은 2,378cm³로 대조구에 비하면 모두 부피가 작지만 알타리무의 경우가 알타리무청의 경우보다 부피가 큰 것으로 나타났다.

표 125. 알타리무와 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 빵의 부피, 중량, 밀도

시 험 구	대조구	알타리 무의 1-AIR *	알타리 무청의 1-AIR
항목			
부피(cm ³)	3,217	2,696	2,378
중량 (g)	817	826	822
밀도(g/cm ³)	0.25	0.31	0.35

* 1차알콜불용성물질(1-AIR)

알타리무와 알타리무청의 1차알콜불용성물질이 각각 혼합된 식빵을 훈련된 관능패널요원 9명에 의하여 5점법으로 관능적 특성을 조사한 결과는 표 126과 같다. 알타리무의 1차알콜불용성물질이 혼합된 식빵은 기공크기가 더 크고 알타리무 특유의 냄새가 있는 것외에는 다른 모든 특성은 차이가 없었다. 그러나 알타리 무청의 1차알콜불용성섭유가 혼합된 식빵은 색이 강하고, 기공균일성이 낮고 기공크기가 크고, 고유의 냄새가 있었다. 이외의 탄력성, 단단함, 부서짐성은 모두 대조구와 차이가 없었다. 전체 적 기호도에서는 모두 차이가 없었다.

표 126. 배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 빵의 관능적 특성

시 험 구 항목	대조구	알타리 무의 1-AIR	알타리 무청의 1-AIR
색	1.9±0.8a	2.0±0.7a	3.8±0.7b
기공균일성	3.8±0.9a	2.6±1.0a	2.2±1.2b
기공크기	2.9±0.8a	3.3±1.2b	4.0±1.0b
구은 냄새	3.1±1.0	3.0±1.1	2.8±0.8
이 취	1.6±0.7a	2.4±1.2b	3.0±0.7b
이 미	1.8±0.5	1.9±1.2	2.2±0.7
탄력성	3.3±1.0	3.0±1.1	3.6±0.7
단단함	2.8±1.0	2.3±0.8	2.9±0.9
부서짐 성	2.1±1.0	2.0±0.9	1.8±0.8
종합적 기호도	3.8±0.9	3.2±1.2	3.4±0.5

* 1차알콜불용성물질(1-AIR): 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 기공균일성 1=아주 균일하지 않다, 3 보통, 5 아주균일하다; 기공크기 1=아주작다, 3 보통, 5 아주 크다; 구은 냄새 1=아주 약하다, 3 보통, 5 아주강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 탄력성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 탄력적이다; 단단함 1=아주연하다, 3 보통, 5 아주단단하다; 부서짐성 1=전혀 부서지지않는다, 3 보통, 5 아주잘부서진다; 종합적기호도 1=아주나쁘다. 3 보통, 5 아주좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

이상의 배추, 무, 알타리무에서 얻은 1차알콜불용성물질을 식빵에 혼합하여 제조하는 데 있어서 밀가루에 대한 0.6%의 혼합수준에서는 고유의 색, 냄새와 맛에 영향을 주지만, 탄력성, 단단함, 부서짐성에는 영향을 미치지 않았다. 무청과 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질은 식빵에 고유의 색을 가미하였고, 기공균일성과 기공의 크기에는 좋지않은 영향을 가져왔다.

(6) 배추분말, 무분말, 무청분말이 혼합된 백설기떡의 관능적 특성에 미치는 영향
 배추분말, 무분말, 무청분말을 각각 쌀가루에 2.5%를 혼합하고, 부재료인 백설당과 식염을 혼합하여 백설기떡을 제조하였다(그림 20). 배추분말, 무분말, 무청분말이 혼합된 백설기떡의 관능적 특성은 표 127과 같다.



그림 20. 배추분말, 무분말, 무청분말이 혼합된 백설기떡의 단면

배추분말이 혼합된 백설기떡과 무분말이 혼합된 백설기떡, 무청분말이 혼합된 백설기떡은 모두 고유의 색과 냄새, 맛을 지니고 있었다. 무청분말이 혼합된 경우 가장 색이 강하게 나타났다. 탄력성과 단단함, 부서짐성에서 배추분말 백설기떡과 무분말 백설기떡은 대조구와 차이가 없었으나 무청분말이 혼합된 경우는 단단함이 낮아지고 부서짐성이 더 높아졌다. 무청분말은 당이 적고, 점착성이 낮기 때문인 것으로 생각되었다.

표 127. 배추분말, 무분말, 무청분말이 혼합된 백설기떡의 관능적 특성*

시 험 구	대조구	배추분말 혼합	무분말 혼합	무청분말 혼합
색	1.0±0.0a	3.1±0.3c	2.0±0.5b	4.2±0.4d
이 취	1.3±0.5a	3.1±1.3b	2.4±0.9b	3.3±1.5b
이 미	1.1±0.3a	3.2±1.3c	2.1±0.8b	3.0±1.0c
탄력성	3.7±0.9	3.1±0.9	2.8±1.0	2.4±0.9
단단함	3.4±0.7b	3.0±0.9a,b	3.3±1.0a,b	2.4±1.1a
부서짐 성	1.6±0.5a	1.9±0.9a	2.6±1.2a,b	3.1±1.3b
종합적 기호도	4.1±0.3b	3.0±1.0a	3.3±0.7a	2.8±1.0a

* 쌀가루에 대하여 2.5% 혼합; 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 탄력성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 탄력적이다; 단단함 1=아주연하다, 3 보통, 5 아주단단하다; 부서짐성 1=전혀 부서지지않는다, 3 보통, 5 아주잘부서진다; 종합적기호도 1=아주나쁘다, 3 보통, 5 아주좋다; a, b, c, d, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

(7) 배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 백설기떡의 관능적 특성에 미치는 영향

배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질을 각각 쌀가루에 0.6%를 혼합하고, 부재료인 백설탕과 식염을 혼합하여 백설기떡을 제조하였다(그림 21). 각각의 백설기떡의 관능적 특성은 표 128과 같다.

배추, 무, 무의 1차알콜불용성물질이 각각 혼합된 백설기떡들은 모두 고유의 색을 지니고 있었는데, 무청의 경우가 가장 강하였다. 냄새와 맛에서는 모두 대조구와 차이가 없었고, 탄력성과 부서짐성도 모두 대조구와 차이가 없었다. 무청의 경우는 단단함이 다른 것보다 낮은 것으로 나타났다.

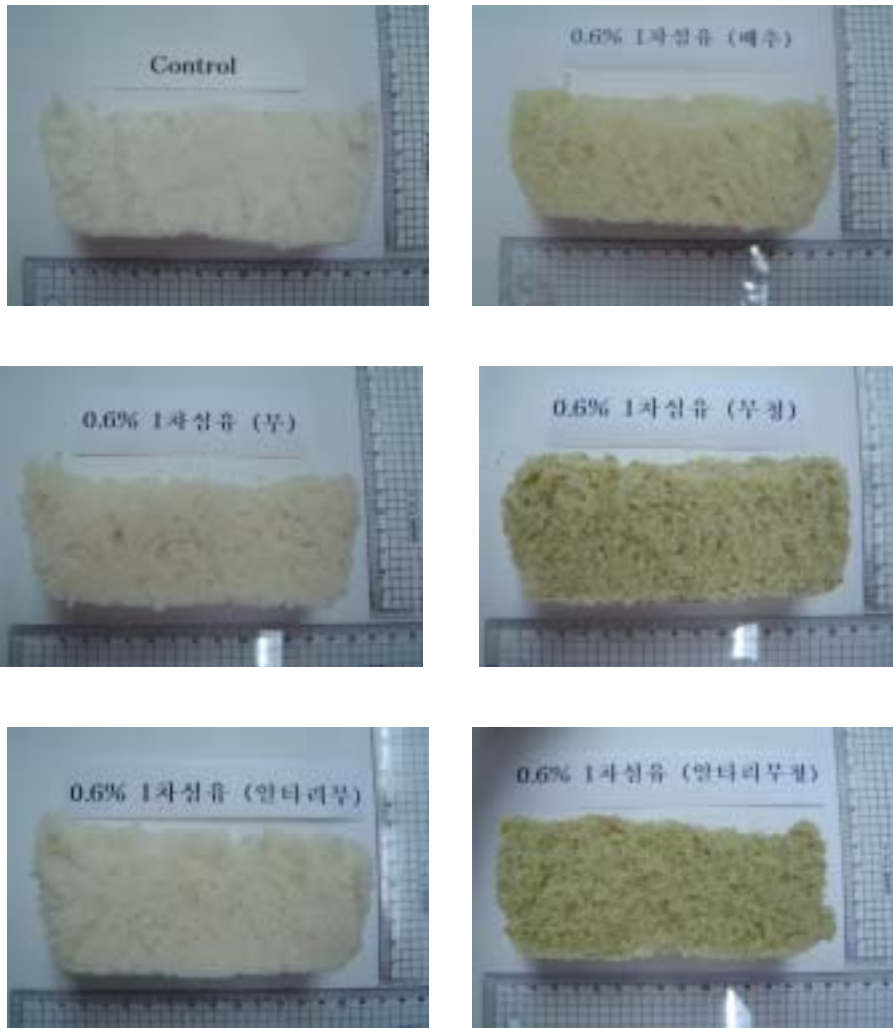


그림 21. 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청의 1차알콜불용성물질이 혼합된 백설기떡의 단면(쌀가루에 대하여 0.6% 혼합)

표 128. 배추, 무, 무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 백설기떡의 관능적 특성

시험구 항목	대조구	배추의 1-AIR	무의 1-AIR	무청의 1-AIR
색	1.0±0.0a	2.8±0.7c	2.1±0.3b	4.0±0.5d
이 취	1.8±1.3	2.3±1.0	2.2±0.8	2.6±0.8
이 미	1.4±1.0	2.2±1.1	1.8±0.7	2.3±0.5
탄력성	3.2±0.8	2.7±0.7	3.0±0.7	2.8±1.2
단단함	3.1±0.8b	2.7±0.7a,b	3.0±1.2b	2.0±0.7a
부서짐 성	1.9±0.9	2.9±1.2	2.7±0.8	2.7±1.1
종합적 기호도	4.0±0.5	3.4±1.3	3.4±0.5	3.6±0.9

* 쌀가루에 대하여 2.5% 혼합; 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 탄력성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 탄력적이다; 단단함 1=아주연하다, 3 보통, 5 아주단단하다; 부서짐성 1=전혀 부서지지않는다, 3 보통, 5 아주잘부서진다; 종합적기호도 1=아주나쁘다. 3 보통, 5 아주좋다; a, b, c, d, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

알타리무와 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질을 각각 쌀가루에 0.6%를 혼합하고, 부재료인 백설탕과 식염을 혼합하여 백설기떡을 제조하였다. 각각의 백설기떡의 관능적 특성은 표 129와 같다.

알타리무와 알타리무청의 1차알콜불용성물질이 각각 혼합된 백설기떡들은 모두 고유의 색을 지니고 있었는데, 알타리무청의 경우가 가장 강하였다. 이외의 냄새와 맛, 탄력성, 단단함, 부서짐성은 모두 대조구와 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 129. 알타리무, 알타리무청에서 얻은 1차알콜불용성물질이 혼합된 백설기떡의 관능적 특성

항목	시험구	대조구	알타리 무의 1-AIR	알타리 무청의 1-AIR
색		1.3±0.5a	1.7±0.7b	3.8±0.4c
이취		2.0±0.8	2.1±1.1	3.0±1.1
이미		1.9±1.0	1.6±0.5	2.6±1.1
탄력성		2.6±0.7	3.1±1.0	3.6±0.7
단단함		2.4±1.0	3.1±1.2	3.1±0.8
부서짐성		2.6±1.2	2.2±0.9	2.1±0.9
종합적 기호도		3.6±0.9	3.5±1.2	3.6±1.0

* 쌀가루에 대하여 2.5% 혼합; 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 탄력성 1=거의 없다, 3 보통, 5 아주 탄력적이다; 단단함 1=아주연하다, 3 보통, 5 아주단단하다; 부서짐성 1=전혀 부서지지 않는다, 3 보통, 5 아주잘부서진다; 종합적기호도 1=아주나쁘다. 3 보통, 5 아주좋다; a, b, c, 다른 글자 간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

이상의 결과로 1차알콜불용성물질로 쌀가루에 대하여 0.6%를 혼합하여 백설기떡을 제조할 경우 고유의 색을 발색시키고, 무청의 경우 단단함을 약화시키는 것이외에는 맛, 냄새, 탄력성 등 다른 관능적 특성에는 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

(8) 2차알콜불용성물질 용액의 관능적 특성

배추의 2차알콜불용성물질, 무청의 2차알콜불용성물질, 알타리무의 2차알콜불용성물질을 증류수에 0.5%(w/w)의 농도로 희석한 후 관능적 특성을 조사한 결과는 표 130과 같다. 배추의 2차알콜불용성물질, 무청의 2차알콜불용성물질은 외관, 색에서 증류수와 차이와 없었다. 그러나 이취와 이미지를 약간 가지고 있는 것으로 나타났는데 이것은 고유의 냄새와 맛에서 기인한 것으로 보였다. 그리고 배추의 2차알콜불용성물질과 알타

리무의 2차알콜불용성물질이 혼합된 경우는 점성이 약간 있었으나 증류수와 유의차가 있지는 않았으나 무청의 경우는 증류수의 경우보다 점성이 높게 느껴지는 것으로 나타났다. 배추의 경우와 무청의 경우, 알타리무의 경우 간에는 점성에서 차이가 느껴지지는 않는 것으로 나타났다.

표 130. 배추, 무청, 알타리무의 2차알콜불용성물질의 물에 희석한 용액의 관능적 특성

시험구 항목	증류수	배추의 2-AIR	무청의 2-AIR	알타리무의 2-AIR
외관	3.8±0.4	3.4±0.7	3.1±0.6	3.7±1.0
색	1.6±1.0	1.8±1.1	2.6±1.1	1.8±1.0
이취	1.3±0.7a	1.9±1.0a	3.4±1.2b	2.3±1.2a
이미	1.4±0.7a	3.2±1.1b	3.9±1.5b	3.1±1.4b
점성	1.2±0.4a	1.8±0.8a,b	2.2±1.0b	2.1±1.2a,b
종합적 기호도	3.0±0.5c	2.1±0.8a,b	1.7±0.9a	2.6±1.1b,c

* 증류수에 대하여 0.5% 혼합; 외관 1=아주나쁘다, 3 보통이다, 5 아주좋다; 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 점성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 점성이 높다; 종합적기호도 1=아주나쁘다, 3 보통, 5 아주좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

무의 2차알콜불용성물질, 알타리무청의 2차알콜불용성물질을 증류수에 0.5%(w/w)의 농도로 희석한 후 관능적 특성을 조사한 결과는 표 131과 같다. 무의 2차알콜불용성물질은 색을 가지지 않고 있으나, 알타리무청의 2차알콜불용성물질은 고유의 색을 지니고 있는 것으로 나타났다. 무의 2차알콜불용성물질은 이취와 이미가 없으나, 알타리무청의 2차알콜불용성물질은 고유의 냄새와 맛을 약간 가지고 있는 것으로 나타났다. 점성은 무청의 2차알콜불용성물질은 증류수와 차이가 없었으나 알타리무청의 경우는 점성이 보통정도인 것으로 나타났다.

표 131. 무와 무청의 2차알콜불용성물질을 증류수에 희석한 용액의 관능적 특성

항목	시험구	증류수	무의 2-AIR	알타리무청의 2-AIR
외관		3.8±0.5b	4.0±0.7b	2.8±0.7a
색		1.6±1.0a	1.8±0.9a	3.0±1.0b
이취		1.1±0.3a	1.3±0.7a,b	1.8±0.4b
이미		1.6±0.7a	2.4±0.7a	3.8±1.4b
점성		1.4±0.5a	2.0±0.5a,b	2.7±1.0b
종합적 기호도		3.4±0.7b	3.0±0.9b	2.0±1.0a

* 증류수에 대하여 0.5% 혼합; 외관 1=아주나쁘다, 3 보통이다. 5 아주좋다; 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 점성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 점성이 높다; 종합적기호도 1=아주나쁘다. 3 보통, 5 아주좋다; a, b, c, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

(9) 2차알콜불용성물질이 포도음료의 관능적 특성에 미치는 영향

배추, 무청, 알타리무, 무, 알타리무청에서 각각 분리한 2차알콜불용성물질이 포도음료에 0.5% 혼합하여 관능적 특성을 조사한 결과는 표 132, 133과 같다. 배추의 2차알콜불용성물질은 배추자체이 맛으로 이미가 느껴지는 것이외에는 포도음료에 영향을 미치지 않았으나 종합적 기호도는 약간 낮아졌다. 무청의 2차알콜불용성물질은 자체의 냄새와 맛에서 오는 이취와 이미가 느껴지는 것으로 나타났고, 알타리무청의 2차알콜불용성물질도 자체의 맛에서 오는 이미가 느껴지는 것으로 나타났다. 무의 2차알콜불용성물질은 포도음료의 관능적 특성에 영향을 미치지 않았다. 알타리무청이 2차알콜불용성물질은 자체의 색과 맛에서 포도음료에 영향을 미쳤다. 포도음료에 2차알콜불용성물질을 0.5%로 혼합하는 것은 점성에 있어서 증류수의 경우와는 다르게 무청의 경우를 제외하고는 점성을 더 느끼지 않았다.

2차알콜불용성물질에서 고유의 냄새와 맛을 제거하면 응용성은 더 확대될 것으로 보

이며, 수용성 식이섬유의 소재를 생산하고 그 응용성을 확대하기 위하여서는 이 분야에 대하여 장래 더 연구할 필요가 있었다.

표 132. 배추, 무청, 알타리무의 2차알콜불용성물질의 이 혼합된 포도음료의 관능적 특성

항목	시험구	포도음료	포도음료+ 배추의 2-AIR	포도음료+ 무청의 2-AIR	포도음료+ 알타리무의 2-AIR
외관		3.4±0.5	3.7±0.7	3.3±0.7	3.8±0.7
색		3.7±0.5b	2.3±1.1a	3.1±0.9a,b	3.2±0.8a,b
이취		1.4±0.5a	1.8±1.0a,b	2.4±1.3b	1.8±0.7a,b
이미		1.3±0.5a	2.7±1.4b	3.8±1.0b	2.9±1.3b
점성		1.3±0.7a	1.9±0.8a,b	2.3±1.1b	1.6±0.7a,b
종합적 기호도		3.8±0.7b	2.7±0.9a	2.4±1.1a	2.8±0.8a

* 포도음료에 대하여 0.5% 혼합; 외관 1=아주나쁘다, 3 보통이다, 5 아주좋다; 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 점성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 점성이 높다; 종합적기호도 1=아주나쁘다, 3 보통, 5 아주좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

표 133. 무 및 알타리무청의 2차알콜불용성물질의 이 혼합된 포도음료의 관능적 특성

시험구 항목	포도음료	포도음료+ 무의 2-AIR	포도음료+ 알타리무청의 2-AIR
외관	4.3±0.7	3.9±0.6	3.7±1.0
색	2.9±1.2a	2.7±0.7a,b	3.7±0.7b
이취	1.7±0.7	1.3±0.5	2.0±1.0
이미	1.9±0.9a	2.3±1.0a	3.4±1.0b
점성	2.0±1.2	1.8±0.7	2.4±1.0
종합적 기호도	3.6±1.0	3.4±0.7	2.7±1.1

* 포도음료에 대하여 0.5% 혼합; 외관 1=아주나쁘다, 3 보통이다, 5 아주좋다; 색 1=아주약하다, 3 보통, 5 아주 강하다; 이취 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 이미 1=전혀 없다, 3 보통, 5 아주 심하다; 점성 1=거의 없다, 3 보통, 5, 아주 점성이 높다; 종합적기호도 1=아주나쁘다, 3 보통, 5 아주좋다; a, b, 다른 글자간에는 통계적 차이가 있음(p<0.05)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 연구는 채소부산물을 원료로 간암억제효과와 철흡수기능을 갖는 생리활성농축물 및 식이섬유의 제조기술과 식품에 응용하는 기술을 개발하고자 하는 것이다. 우리나라에서 많이 재배되는 배추와 무, 알타리무를 원료로 간암억제효과, 철흡수에 의한 빈혈억제효과, 식이섬유의 함량을 파악하고 이를 이용한 고부가가치 소재의 제조기술을 개발하고자 하였다. 이에따라 배추, 양배추, 무, 알타리무, 무청, 알타리무청에서 간암억제효과를 조사하였다. 배추와 양배추에서 간암억제효과가 높은 것으로 나타남으로서 배추추출물을 분획하여 유효성분층을 모으려고 시도하였다. 그러나 분획하면 간암억제효과가 감소됨이 발견되어서 추출물전체를 이용하는 것이 더 우수한 효과를 기대할수 있었다. 간암억제효과가 나타난 배추, 양배추, 무, 무청에서 항암성분으로 추정되는 성분들을 추적하였고, 배추, 양배추, 무, 무청을 간암억제효과를 가진 농축물로서 제조하기 위한 방법을 개발하였고, 다양한 식품소재로 이용하기 위한 응용성도 연구하였다. 이들 채소에서 철의 함량을 분석하였고, 빈혈쥐를 사용하여 철의 흡수에 의한 헤모글로빈의 생성효과를 조사하였다. 무청에 철이 풍부한 것으로 나타났지만, 생체에 쉽게 흡수되지않은 형태로 존재하고 있음이 밝혀짐에 따라 흡수하기 쉽도록 무청을 가공하는 방법을 개발하였다. 이러한 방법으로 제조된 무청분해농축물은 실험쥐에서 빈혈을 억제하는 효과가 있음도 밝혔다.

식이섬유 중 수용성 식이섬유는 심장병과 동맥경화증을 억제하는 효과를 가지고 있고, 불용성은 변비방지와 대장암억제 등의 효과를 가지고 있다고 알려짐에 따라 최근 섭취가 권장되고 있다. 배추, 무, 알타리무, 알타리무청에서 식이섬유의 함량을 조사하고 식이섬유를 산가수분해하고, 알콜로 불용성물질로 만들어 분리하는 방법도 개발하였다.

본 연구는 채소부산물을 원료로 간암억제효과와 철흡수기능을 갖는 생리활성농축물 및 식이섬유의 제조기술과 식품에 응용하는 기술을 개발하고자 하는 연구목표에 충분히 달성하였다. 이 연구로 장래 배추와 무, 무청, 알타리무, 알타리무청의 가공이 확대되고 재배도 확대됨으로서 국내 농산물 이용제고 뿐 아니라 가공업체와 재배농가는 소득이 증대에 기여할 것이다. 그리고 소비자에게는 생리활성을 갖는 소재가 공급됨으로서 건강한 삶에 기여할 것이다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

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

- 중요한 핵심기술은 희망업체를 통하여 기술전수하여 생산에 활용함.
- 배추, 무, 무청, 알타리무, 알타리무청의 가공기술과 생체효능을 학회에 보고하여 국내 식품산업발전에 활용함.
- 배추와 무, 무청의 효능을 홍보하고 소비자에게 알림으로서 소비확대에 활용함.
- 배추와 무, 무청을 장래 성인병예방을 위한 새로운 기능성 소재로서 활용함.
- 배추와 무의 생산농가의 소득증대와 재배의욕 고취에 활용함.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

배추(국산품종, Chinese cabbage)는 해외에서 많이 재배되지는 않고, 양배추(cabbage)가 해외에서는 많이 재배되고 식용되고 있다. 따라서 해외에서는 양배추를 대상으로 한 항암보고가 많이 있다. 미국 Harvard 의과대학에서는 양배추의 섭취가 많을수록 성인남자의 방광암 발생위험이 적었다고 하였으며, Johns Hopkins 의과대학에서는 양배추를 절단할 때 흘러나오는 성분이 인체에 들어온 발암물질을 해독시킴으로서 많은 종류의 암을 억제하는 효과가 있다고 보고하였다. 양배추섭취량이 많을수록 폐암(lung cancer), 위암(stomach cancer), 콜론암(colon cancer), 직장암(rectal cancer)이 적었다는 보고도 있다. 그리고 이러한 보고에 근거하여 양배추의 섭취를 권장하고 있다. 배추(국산품종)는 양배추와 같이 간암억제효과가 높게 나타남으로 배추도 양배추와 같이 다른 암에서 억제하는 효과가 있을 것으로 기대되고 있다.

양배추와 무의 구성성분인 glucosinolate의 분석법과 함량, 효소 myrosinase에 관한 보고도 수집되었다. 그리고 간암억제성분에 대한 정보도 수집되었다. 수집된 정보는 모두 참고문헌에 수록하였다.

제 7 장 참고문헌

1. Ahn YK, Kim JH. Preventive effects of diphenyl dimethyl dicarboxylate on the immunotoxicity of carbon tetrachloride in ICR mice. *J Toxicol Sci.* 1993. 18(3):185-95
2. American Institute of Nutrition. Report of the AIN Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies. *J Nutr* 1977. 107:1340-8.
3. Association of Official Analytical Chemists: Official methods of analysis 15th ed. 1990
4. Aterman K. Studies in fibrosis of the liver induced by carbon tetrachloride. I. Relation between hepatocellular injury and new formation of fibrous tissue. *Arch Pathol.* 1954. 57, 1-11
5. Bartoszek A, Forc A, Grzeskowiak J : Antioxidative properties of some vegetable products traditional for diets in Central Europe. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 2002; 11/52(4): 67-70
6. Beecher CWW: Cancer preventive properties of varieties of Brassica oleracea: a review. *American J. Clinic. Nutr.* 1994, 59(5S), 1166S-1170S
7. Chitra U, Singh U, Rao PV: Effect of varieties and processing methods on the total and ionizable iron contents of grain legumes. *J. Agric. Food Chem.* 1997, 45(10), 3859-3862
8. Ciska E, Martyniak Przybyszewska B, Kozłowska H: Content of glucosinolates in cruciferous vegetables grown at the same site for two years under different climatic conditions. *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48(7), 2862-2867
9. Duhaiman AS: Total iron content and bioavailability from liver, meat and vegetables. *Nutr. Reports International* 1988, 37(3), 645-651
10. Edwards Joel, Linda La Grange, Mu Wang and Edward Reyes, Fetoprotectivity of the Flavanolignan Compound Siliphos Against Ethanol-induced Toxicity. *Phytotherapy research.* 2000. 14, 517? 21

11. George J, Rao KR, Stern R, Chandrakasan G. Dimethylnitrosamine-induced liver injury in rats: the early deposition of collagen. *Toxicology*. 2001. 156(2-3):129-38
12. Hagymasi Krisztina, Ibolya Kocsis, Andrea Lugasi, Janos Feher and Anna Blazovics, Extrahepatic Biliary Obstruction: Can Silymarin Protect Liver Function? *Phytotherapy research*. 2002. 16, S78-S80
13. Hollman PCH, Hertog MGL, Katan MB: Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chemistry* 1996, 57(1), 43-46
14. Hsiao G, Lin YH, Lin CH, Chou DS, Lin WC, Sheu JR. The protective effects of PMC against chronic carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in vivo. *Biol Pharm Bull*. 2001. 24(11):1271-6
15. Humfrey CDN: Phytoestrogens and human health effects: weighing up the current evidence. *Natural Toxins* 1998, 6(2), 51-59
16. Jezek J, Haggett BGD, Atkinson A, Rawson DM: Determination of glucosinolates using their alkaline degradation and reaction with ferricyanide. *J. Agric. Food Chem*. 1999, 47(11), 4669-4674
17. Ju YH, Carlson KE, Jun S, Pathak D, Katzenellenbogen BS, Katzenellenbogen JA, Helferich WG: Estrogenic effects of extracts from cabbage, fermented cabbage, and acidified Brussels sprouts on growth and gene expression of estrogen-dependent human breast cancer (MCF-7) cells. *J. Agric. Food Chem*. 2000, 48(10), 4628-4634 .
18. Kalpathy U, Proctor A: Effect of acid extractopm and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. 2001, 73, 397-396
19. Kendrick A: Phytochemicals as functional food. *International Food Ingredients* 2000, 27(2), 0924-5863
20. Kim SG, Nam SY, Chung HC, Hong SY, Jung KH. Enhanced effectiveness of dimethyl-4,4'-dimethoxy-5,6,5',6'-dimethylene dioxybiphenyl-2,2'-dicarboxylate in combination with garlic oil against experimental hepatic injury in rats and mice. *J Pharm Pharmacol*. 1955. 47(8):678-82

21. Kinter, PK, Van Buren JP: Carbohydrate interference and its correction in pectin analysis using the m-hydroxydiphenyl method. *J. Food Sci.* 1982, 47, 756-759
22. Kohno Hiroyuki, Takuji Tanaka, Kunihiro Kawabata, Yoshinobu Hirose, Shigeyuki Sugie, Hiroyuki Tsuda and Hideki Mori, Silymarin, a naturally occurring polyphenolic antioxidant flavonoid, inhibits azoxymethane-induced colon carcinogenesis in male F344 rats. *Int. J. Cancer.* 2002. 101, 461-468
23. Krygier K, Sosulski F, Hogge L: Free, esterified and insoluble-bound phenolic acids. 1. Extraction and purification procedure. *J. Agric. Food Chem.* 30, 330-334, 1982
24. Krygier K, Sosulski F, Hogge L: Free, esterified and insoluble-bound phenolic acids. 2. Composition of phenolic acids in rapeseed flour and hull. *J. Agric. Food Chem.* 30, 334-336, 1982
25. Krygier K, Sosulski F, Hogge L: Free, esterified and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flour. *J. Agric. Food Chem.* 30, 337-340, 1982
26. Lawson T, Nunnally J, Walker B, Bresnick E, Wheeler D, Wheeler M: Isolation of compounds with antimutagenic activity from Savoy Chieftain cabbage. *J. Agric. Food Chem.* 1989, 37(5), 1363-1367
27. Malien Aubert C, Dangles O, Amiot MJ: Colour stability of commercial anthocyanin-based extracts in relation to the phenolic composition. Protective effects by intra- and intermolecular copigmentation. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49(1), 170-176
28. Matthaeus B, Luftmann H: Glucosinolates in members of the family Brassicaceae: separation and identification by LC/ESI-MS-MS. *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48(6), 2234-2239
29. Mclean EK, McLean AEM and Sutton PM. An improved method for producing cirrhosis of the liver in rats by simultaneous administration of carbon tetrachloride and phenobarbitone. *Br J Exp Pathol.* 1969. 50, 502-506

30. McNaughton SA, Marks GC: Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of cruciferous vegetables. *British J. Nutr.* 2003, 90(3), 687-697
31. Michaud DS, Spiegelman D, Clinton SK, Rimm EB, Willett WC, Giovannucci EL: Fruit and vegetable intake and incidence of bladder cancer in a male prospective cohort, *J. National Cancer Institute* 1999, 91(7), 605-613
32. Mori W. Siga J and Irie H. Shwartzman reaction as a pathogenetic mechanism in fulminant. *Seminars in liver disease.* 1986. 267-276
33. Mori W. Siga J and Kato A. Extensive hepatic cell necrosis produced by the Shwartzman mechanism. *Virchow arch.* 1979. 382, 179-190
34. Nakamura Y, Iwahashi T, Tanaka A, Koutani J, Matsuo T, Okamoto S, Sato K, Ohtsuki K: 4-(Methylthio)-3-butenyl isothiocyanate, a principal antimutagen in daikon (*Raphanus sativus*; Japanese white radish). *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49(12), 5755-5760
35. 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.* 1996, 60(9): 1439-1443
36. Nakamura M, Ohta S, Tada S, Tsuruta S, Sugimoto R, Kotoh K, Kato M, Nakashima Y, Enjoji M, Nawata H. Dimethyl sulfoxide inhibits dimethylnitrosamine-induced hepatic fibrosis in rats. *Int J Mol Med.* 2001. 8(5):553-60
37. Nishimura N, Taniguchi Y, Kiriya S: Plasma cholesterol-lowering effect on rats of dietary fiber extracted from immature plants. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2000, 64(12), 2543-2551
38. Nkuzimana J, Zee JA, Turgeon O'Brien H, Marin J: Potential iron bioavailability in usual diets of the Imbo region of Burundi. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 44(11), 3591-3594
39. Nkuzimana J, Zee JA, Turgeon O'Brien H, Marin J: Potential iron

- bioavailability in usual diets of the Imbo region of Burundi. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 44(11), 3591-3594
40. Ohara A, Matsuhisa T: Anti-tumor promoting activities of edible plants against okadaic acid. *Food Sci. Technol. Res.* 2002. 8(2), 158-161
 41. Platzman A: Fighting disease using phytochemicals. *Food Product Design* 1998, 8(1): 31-32
 42. Rappaport A, Mac Phee PH, Fisher MM and Phillips MJ. The scarring of the liver acini(Cirrhosis) : Tridimensional and microcirculatory considerations. *Virch Arch(A)*. 1983. 402-107-137
 43. Rastogi Ravi, Arvind Kumar Srivastava and Anil Kumar Rastogi. Long Term Effect of Aflatoxin B1 on Lipid Peroxidation in Rat Liver and Kidney: Effect of Picroliv and Silymarin. *Phytotherapy research*. 2001. 15, 307-310
 44. Rijnkels JM, Alink GM : Effects of a vegetables-fruit mixture on liver and colonic 1,2-dimethylhydrazine-metabolizing enzyme activities in rats fed low- or high-fat diets. *Cancer Letters* 1998, 128(2), 171-175
 45. Rubin E, Krus S and Popper H. Pathogenesis of postnecrotic cirrhosis in alcoholic. *Arch Pathol.* 1962. 73, 288-299
 46. Santos VD, Bianchi MLP, Latunde Dada, Danfluzzi JC: Bioavailability of iron from home prepared weaning foods. *Nutrition Res.* 1996, 16(9), 1601-1605
 47. Spitz RD, Keren DF, Boitnott JK, Maddrey WC : Bridging hepatic necrosis. Etiology and prognosis. *Am J Dig Dis.* 1978. 23, 1076-1078
 48. Tada S, Iwamoto H, Nakamuta M, Sugimoto R, Enjoji M, Nakashima Y, Nawata H. A selective ROCK inhibitor, Y27632, prevents dimethylnitrosamine-induced hepatic fibrosis in rats. *J Hepatol.* 2001. 34(4):529-36
 49. Tyagi Alpana, Neehar Bhatia, Mark S. Condon, Maarten C. Bosland, Chapla Agarwal and Rajesh Agarwal, Antiproliferative and Apoptotic Effects of Silibinin in Rat Prostate Cancer Cells. *The Prostate.* 2002. 53: 211-217
 50. Uhl M, Kassie F, Rabot S, Grasl Kraupp B, Chakraborty A, Laky B, Kundi M,

Knasmueller S: Effect of common Brassica vegetables (Brussels sprouts and red cabbage) on the development of preneoplastic lesions induced by 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline (IQ) in liver and colon of Fischer 344 rats. *J. Chromatography*, 2004, 802(1), 225-230

51. Williamson G, Dupont MS, Wanigatunga S, Heaney RK, Musk SRR, Fenwick GR, Rhodes MJC: Induction of glutathione S-transferase activity in hepG2 cells by extracts from fruits and vegetables. *Food Chemistry* 1997, 60(2), 157-160
52. Yagasaki K: Evaluation of therapeutic potential of dietary manipulations and food factors against nephritis and cancer by in vivo and in vitro disease models. *J. Japanese Soc. Nutr. Food Sci. (Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi)*, 2000, 53(3), 123-129
53. Yamaguchi T, Mizobuchi T, Kajikawa R, Kawashima H, Miyabe F, Terao J, Takamura H, Matoba T: Radical-scavenging activity of vegetables and the effect of cooking on their activity. *Food Sci. Technol. Res.* 2001, 7(3), 250-257
54. Yi FC, Jie S, Xianzhong W, Rui HL : Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 2002. 50(23), 6910-6916

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.